



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

FARKLI TÜR SÜTLERDEN ÜRETİLEN TORBA (SÜZME) YOĞURTLARDA
ELEMENT İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ

HASAN ŞANAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

TEMMUZ 2007

**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI TÜR SÜTLERDEN ÜRETİLEN TORBA (SÜZME)
YOĞURTLARDA ELEMENT İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

HASAN ŞANAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Yrd. Doç. Dr. Zehra GÜLER danışmanlığında hazırlanan bu tez 25/07/2007 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Zehra GÜLER
Başkan

Prof. Dr. Nuray ŞAHAN
Üye

Doç. Dr. Mahmut KESKİN
Üye

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Necat AĞCA
Enstitü Müdürü

Bu çalışma M.K.Ü Bilimsel Araştırma Projeler Başkanlığı'na desteklenmiştir.

Proje No: 06 M 1502

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

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	II
ABSTRACT.....	III
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Süt ve Ürünlerinde Element İçeriği.....	5
2.2. Süt ve Ürünlerinde Element İçeriğini Etkileyen Faktörler.....	14
2.3. Element Analizinde Yaş Yakma ve ICP-OES Tekniği.....	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Yoğurtların Üretimi.....	17
3.2.2. Süt, Yoğurt, Torba Yoğurt, ve Serum'a Uygulanan Kimyasal analizler.....	19
3.2.3. İstatistiksel Analizler.....	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	22
4.1. Element Analiz Yönteminin Doğruluğu ve Kesinliği.....	22
4.2. Rutin Kimyasal Analizlerin Değerlendirilmesi.....	24
4.3. Element Kompozisyonu.....	28
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR.....	54
TEŞEKKÜR.....	59
ÖZGEÇMİŞ.....	60

ÖZET

**FARKLI TÜR SÜTLERDEN ÜRETİLEN TORBA (SÜZME) YOĞURTLARDA
ELEMENT İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Bu çalışmada inek (Siyah Alaca), koyun (İvesi) ve keçi (Şami) sütlerinde, bu sütlerden üretilen yoğurt ve torba yoğurtlarda, torba yoğurt üretiminde bir yan ürün olan serumda kimyasal nitelikler ile esansiyel ve esansiyel olmayan 26 element belirlenmiştir.

Mikrodalga sistemde yaş yakma tekniği kullanılarak hazırlanan örneklerde elementler İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) ile tespit edilmiştir. İnek, koyun ve keçi torba yoğurtlarında esansiyel elementlerin ortalama miktarları (ppm) sırasıyla; Ca 1060, 1807, 1231; Na 373, 785, 483; K 1527, 1707, 1894; P 1639, 2180, 1728; Mg 425, 478, 467; Co 0.28, 0.36, 0.16; Cr 1.21, 1.32, 1.26; Cu 0.24, 0.83, 0.38; Fe 0.45, 0.59, 0.41; Mn 0.29, 0.24, 0.29; Mo 1.42, 0.84, 0.88 olarak belirlenmiştir. Esansiyel olmayan elementler ise inek, koyun ve keçi torba yoğurtlarında sırasıyla; Ag 0.32, 0.67, 0.71; Al 6.73, 7.60, 7.18; B 23.26, 10.59, 11.64; Ba tanımlanamadı, 0.37, tanımlanamadı; Be 0.06, 0.12, 0.04; Cd 0.18, 0.18, 0.19; Ni 2.72, 2.32, 2.31; Pb 3.21, 4.13, 3.70; Sb 2.31, 2.12, 2.57; Ti 0.46, 0.23, 0.19; Tl 7.18, 7.17, 7.37 ve V 1.30, 1.34, 1.42 ppm olarak tespit edilmiştir.

Analiz edilen örnekler arasında keçi sütü, yoğurdu, torba yoğurdu ve serumu en yüksek miktarda K elementini içermiştir. Ca, Na, P, Mg ve Co esansiyel elementleri de koyun torba yoğurdunda en fazla seviyede belirlenmiştir.

Mikro elementlerden B tüm torba yoğurtlarda en yüksek miktarda çıkmıştır. Ba elementi ise inek ve keçi torba yoğurtlarında tanımlanamamıştır. Mikro elementlerden yalnızca B ($P<0.05$) ve Cu ($P<0.001$) torba yoğurtlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermişlerdir.

Sonuçta torba yoğurtların P, Ca, Mg, Se ve Zn; serumun ise K, Na ve laktoz bakımından önemli birer kaynak olduğu ortaya konmuştur. Torba yoğurt üretimi sırasında torbada en fazla tutulan element P, en az tutulan element K olmuştur. Torba yoğurtlar arasında inek torba yoğurdunda, tüm elementlerin en fazla kayıpları ve en düşük miktarları gözlemlenmiştir.

2007, 60 sayfa

Anahtar kelimeler: İnek sütü, koyun sütü, keçi sütü, yoğurt, torba yoğurt, element içeriği

ABSTRACT

**THE DETERMINATION OF THE ELEMENT CONTENT IN
CONCENTRATED (TORBA) YOGHURTS PRODUCED FROM DIFFERENT
TYPES OF MILK**

In this study the gross chemical composition as well as the concentration of essential and non-essential 26 elements were determined in cow (Holstein), sheep (Awassi) and goat (Damascus) milks and their products that called as yoghurt, concentrated yoghurt and whey.

In samples that were prepared on microwave system. Elements are determined by the analysis with inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP-OES). The mean levels (ppm) for essential elements of cow, sheep and goat concentrated yoghurt are determined as; Ca 1060, 1807, 1231; Na 373, 785, 483; K 1527, 1707, 1894; P 1639, 2180, 1728; Mg 425, 478, 467; Co 0.28, 0.36, 0.16; Cr 1.21, 1.32, 1.26; Cu 0.24, 0.83, 0.38; Fe 0.45, 0.59, 0.41; Mn 0.29, 0.24, 0.29; Mo 1.42, 0.84, 0.88, respectively. The mean values (ppm) for non-essential elements of cow, sheep and goat concentrated yoghurt are determined as; Ag 0.32, 0.67, 0.71; Al 6.73, 7.60, 7.18; B 23.26, 10.59, 11.64; Ba not detected, 0.37, not detected; Be 0.06, 0.12, 0.04; Cd 0.18, 0.18, 0.19; Ni 2.72, 2.32, 2.31; Pb 3.21, 4.13, 3.70; Sb 2.31, 2.12, 2.57; Ti 0.46, 0.23, 0.19; Tl 7.18, 7.17, 7.37 ve V 1.30, 1.34, 1.42, respectively.

In the analyzed samples, goat milks and their products that called as yoghurt, concentrated yoghurt and serum showed the highest amounts of K. The levels of Ca, Na, P, Mg and Co essential elements are detected in highest level in sheep concentrated yoghurt.

Micro element B is detected in highest level in all concentrated yogurts. Ba element is not detected in cow and goat concentrated yoghurt. Among micro elements, only B ($P < 0.05$) and Cu ($P < 0.001$) shows important statistical differences in three types of concentrated yoghurt.

As a result, it is stated that concentrated yoghurt is an important source of P, Ca, Mg, Se and Zn; and serum samples shows that serum is an excellent source of lactose as well as Na and K. During concentrated yoghurt production the losses of major elements K was the most and losses of P was the least. It is observed that cow concentrated yoghurt had the highest losses of all the elements and the lowest concentrations of major elements.

2007, 60 pages

Key Words: Cow milk, sheep milk, goat milk, yoghurt, concentrated (torba) yoghurt, element concentration.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Ag	Gümüş
Al	Alüminyum
As	Arsenik
B	Bor
Ba	Baryum
Be	Berilyum
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Mo	Molibden
Na	Sodyum
Ni	Nikel
Nm	Nano metre
Ort	Ortalama
P	Fosfor
Pb	Kurşun
Sb	Antimon
Sd	Standart Sapma
Se	Selenyum
Ti	Titanyum
Tl	Talyum
V	Vanadyum
Zn	Çinko
µm	Mikro Metre

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1. Sütte bulunan esansiyel elementlerin ortalama, minimum ve maksimum değerleri.....	6
Çizelge 2.2. Sütte bulunan esansiyel olmayan elementlerin ortalama, minimum ve maksimum değerleri.....	7
Çizelge 2.3. Tam yağlı yoğurt ve labneh’de element miktarlarının karşılaştırılması.....	11
Çizelge 3.2. ICP-OES’ nin çalışma koşulları.....	20
Çizelge 4.1. Örneklerin geri kazanımı ve varyasyon katsayıların hesaplanması	23
Çizelge 4.2. İnek, koyun ve keçi sütlerinin bazı kimyasal nitelikleri.....	24
Çizelge 4.3. İnek, koyun ve keçi yoğurtlarının bazı kimyasal nitelikleri.....	26
Çizelge 4.4. İnek, koyun ve keçi torba yoğurtlarının bazı kimyasal nitelikleri.....	26
Çizelge 4.5. İnek, koyun ve keçi serumlarının bazı kimyasal nitelikleri.....	27
Çizelge 4.6. İnek, koyun ve keçi sütlerinde makro elementler.....	29
Çizelge 4.7. İnek, koyun ve keçi yoğurtlarında makro elementler.....	31
Çizelge 4.8. İnek, koyun ve keçi torba yoğurtlarında makro elementler.....	32
Çizelge 4.9. İnek, koyun ve keçi serumlarında makro elementler.....	36
Çizelge 4.10. İnek, koyun ve keçi sütlerinde mikro elementler	37
Çizelge 4.11. İnek, koyun ve keçi yoğurtlarında mikro elementler	40
Çizelge 4.12. İnek, koyun ve keçi torba yoğurtlarında mikro elementler.....	42
Çizelge 4.13. İnek, koyun ve keçi serumlarında mikro elementler	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Torba yoğurt üretim aşamaları.....	18
Şekil 4.1.Farklı tür sütlerden torba yoğurt üretimi sırasında makro elementlerdeki değişimler.....	35
Şekil 4.2. İnek sütünden torba yoğurt üretimi sırasında mikro elementlerde meydana gelen değişimler.....	45
Şekil 4.3. Koyun sütünden torba yoğurt üretimi sırasında mikro elementlerde meydana gelen değişimler.....	46
Şekil 4.4. Keçi sütünden torba yoğurt üretimi sırasında mikro elementlerde meydana gelen değişimler.....	47
Şekil 4.5. İnek, koyun ve keçi sütlerinden torba yoğurt üretimi sırasında toksik elementlerde meydana gelen değişimler.....	49

1. GİRİŞ

Süt ve ürünleri protein, karbonhidrat, yağ vb. temel besinleri içerdiğinden ve çeşitliliğinden dolayı en fazla tüketilen gıdalar arasında yer almaktadır. Devlet İstatistik Enstitüsü verilerine göre ülkemizde yılda 11 107 896 ton inek sütü, 789 877 ton koyun sütü ve 253 759 ton keçi sütü üretilmektedir (Anonim, 2005). Üretilen toplam sütün yaklaşık % 20-25'i yoğurt vb. fermente ürünlere işlenmektedir.

Ülkemizde hem endüstriyel hem de evsel bazda yoğurt üretiminde inek, koyun, keçi sütleri ya da bunların karışımı kullanılmaktadır (Anonim, 2006). Fermente süt ürünleri içerisinde en yaygın olanı yoğurt ve yoğurda dayalı ürünlerdir. Ancak yoğurttaki su oranının yüksek olması düşük depolama sıcaklıklarında bile bakteri faaliyetinin tamamen durdurulamaması gibi etmenler yoğurt dayanımını sınırlı kılmaktadır. Bazı araştırmacılar yoğurdun raf ömrünün 25-30 °C'de 1 gün, 7 °C'de 5 gün olduğunu belirtmektedirler (Kemahlıoğlu ve Dokuzoğuz, 2004; Kumar ve Mishra, 2004). Bu nedenle yoğurdun raf ömrünü artırmak amacıyla ve farklı duyuşal tercihlerden dolayı su içeriğini azaltarak daha dayanıklı bir ürün olan 'Konsantre Yoğurt' haline dönüştürmek halen ülkemizde, çoğu Avrupa ve Orta Doğu ülkelerinde kullanılan bir yöntemdir (Tamime ve Robinson, 2001). Yoğurdun su içeriğinin azaltılmasında süzme, pişirme ve güneşte kurutma gibi farklı yöntemler uygulanmaktadır. Böylece ürün soğuk koşullara gerek kalmadan uzun süre muhafaza edilebildiği gibi hacmi azaldığından, ambalaj, depolama ve taşıma masrafları düşmektedir. Konsantre yoğurt ülkemizin farklı yörelerinde üretim yöntemine göre 'Kurut', 'Torba yoğurt', 'Tulum yoğurdu', 'Peskütan' ve 'Tuzlu yoğurt' olarak adlandırılmakta ve satılmaktadır (Tamime ve Robinson, 2001; Şahan ve Say, 2003;

Güler, 2007). Ancak bunlar arasında en yaygın olanı ve hatta endüstriyel düzeyde üretileni de 'Torba' (Süzme) yoğurttur. Buna ilaveten torba yoğurt benzeri konsantre ürünler İrlanda'da 'skyr', Hindistan'da 'chakka' ve 'skirkhand', Danimarka'da 'ymer' olarak, Arap ülkelerinde 'Labneh', Irak'ta 'Mastou', Mısır'da 'Laban' olarak bilinmektedir (Rao ve ark., 1987; Tamime ve Robinson, 2001).

Torba yoğurt üretiminde en önemli aşama süzme işlemidir. Üretilen set yoğurt bu aşamada suyunun büyük bir bölümünü kaybettiğinden kuru madde oranı artmakta ve konsantre hale gelmektedir. Endüstriyel düzeyde yoğurt kitlesinden suyun ayrılmasında mekanik seperatörler, ultrafiltrasyon tekniği kullanılmakla birlikte geleneksel üretim yöntemlerinde ve küçük ölçekli işletmelerde bez torbalar günümüzde de yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Ancak süzme işlemi sırasında yoğurt kompozisyonunda önemli değişiklikler olmakta ve suda çözünebilir nitelik gösteren serum proteinleri, laktoz ve çoğu mineral maddeler seruma geçmektedir. Araştırmacılar seruma geçen bileşenlerden mineral maddelerin % 50'den fazla oranla en üst sırada yer aldığını ifade etmektedirler (Atamer ve ark., 1990).

Yoğurt bileşenlerinden en fazla oranda mineral maddelerin seruma geçtiği ve bunların insan sağlığı açısından önemli olduğu ifade edilmesine rağmen torba yoğurta elementlerin cins ve miktarını kapsayan detaylı çalışmaya literatürde rastlanmamaktadır. Bazı araştırmacılar yoğurt, torba yoğurt ve labne'nin rutin kimyasal kompozisyonu ve bazı esansiyel element miktarlarını incelemişlerdir (Rao ve ark., 1987; Park, 1994; Nergiz ve Seçkin, 1998; Ocak ve Akyüz, 1998; Park, 2000; Şahan ve Kaçar, 2002; Stelios ve Emmanuel, 2004). Bunun yanı sıra yoğurtlarda bazı mikro elementlerin belirlenmesi konusunda çalışmalar da bulunmaktadır (Yaman ve ark.,

2005; Kira ve Maihara, 2007). Ancak bunlarda sütün kaynağı bilinmemektedir. Üretim aşamalarında element içeriğinde meydana gelen değişimleri inceleyen detaylı çalışmalardan biri Güler (2007) tarafından keçi sütünden üretilen yöresel bir ürün olan tuzlu yoğurtta gerçekleştirilmiştir. Planlanan çalışmada farklı tür sütleri kullanmamızın amacı hem türler arasında sütlerin element içeriğini karşılaştırmak hem de süt türünün elementlerin torbada tutulma ve serumdaki kayıpları üzerine etkilerini incelemek olmuştur. Çünkü endüstriyel düzeyde yoğurt üretiminde inek sütü kullanılmasına rağmen yöresel ürünleri üreten küçük ölçekli işletmelerde ve evsel üretimlerde koyun ve keçi sütleri de tercih edilmektedir. Koyun sütünün kuru madde içeriği yüksek olduğundan kuru madde artırımına gereksinim duyulmaması ve bazı tüketiciler tarafından tercih edilen farklı tat ve kokuya sahip olması gibi avantajları yüzünden yoğurt üretiminde kullanılmaktadır (Bonczar ve ark., 2002, Haenlein, 2004). Keçi sütü ve ürünlerinin ise sağlık üzerine olan faydalı etkilerinden dolayı son yıllarda üretimi artmıştır. Çalışmada inek, koyun ve keçi sütlerinde, bu sütlerden üretilen ve torba yoğurt yapımında hammadde olarak kullanılan yoğurtta, yoğurt süzöldükten sonra torbada tutulan ve seruma geçen elementler tespit edilmiştir. Böylece üretim aşamasına bağlı olarak element içeriğindeki değişimler gözlemlenmiştir. Ürünlerde element içeriğinin yanı sıra kuru madde, protein, yağ, kül, titrasyon asitliği, laktoz ve pH analizleri de gerçekleştirilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Elementler vücuttaki yararlılıklarına göre de esansiyel (Ca, Co, Cu, Cr, Fe, Mg, Mn, Mo, Na ve Zn) ve esansiyel olmayanlar (Ag, Al, As, Ba, Be, Cd, Hg, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, Tl, U ve V) olarak iki gruba ayrılmaktadırlar (Ikem ve ark., 2002). Ancak esansiyel elementlerin eksiklikleri gibi fazla miktarlarda tüketilmeleri de metabolik düzensizliklere ve patolojik değişimlere neden olabilmektedir (Garcia ve ark., 1999). Bunun yanı sıra ürünlerdeki miktarlarına göre elementleri makro ve mikro olarak da sınıflamak mümkündür. Süt ve ürünlerinde Ca, Cl, Mg, S, Na, K ve P makro elementleri oluştururken diğer elementler mikro grubundadırlar (Renner, 1983; Miller ve ark., 2000).

Süt ve ürünleri kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum, çinko gibi esansiyel elementlerin önemli kaynağıdır (Miller ve ark., 2000). Vücuttaki kalsiyumun yaklaşık % 99'u kemik ve dişlerde bulunmakta; geri kalan % 1'i ise vücut sıvılarında, sinir, kalp ve kas sisteminde yer almaktadır. Yaşam süresince kemiklerdeki kalsiyum sürekli yenilenmektedir. Dolayısıyla sürekli kalsiyum alımına gereksinim duyulmaktadır. Buna ilaveten kalsiyum kanın pıhtılaşmasında, kasların kasılmasında ve kalp fonksiyonunda önemli rol oynamaktadır. Fosfor elementi metabolizma için kilit bir rol oynamakta, protein, yağ ve karbonhidratların yapısında yer almaktadır. Potasyum, sinir sistemi yanı sıra kasların kasılmasının kontrolünde önemli olmaktadır. Ayrıca potasyum kan basıncının kontrolünde ve hiper tansiyonun önlenmesinde etkili bir elementtir. Zn elementi ise ribonükleik asit, deoksiribonükleik asitin sentezi ve protein gibi en önemli metabolik olaylarda rol oynayan 200'ün üzerindeki enzimin bir bileşenidir. Esansiyel elementlerden Fe oksijenin taşınmasında (hemoglobin) ve depolanmasında

(miyoglobin) rol oynar. Cu ise hemoglobinin sentezinde demirin taşınması için elzemdir. Hem Fe hem de Cu eksikliği anemi hastalığına neden olmaktadır (Barrionuevo ve ark., 2002). Son yıllarda popüleritesi artan bir diğer element ise Selenyum'dur. İnsanların bu elementi almaları genellikle toprak-bitki-hayvan-insan zincirini takip ederek gerçekleşmektedir. Araştırmacılar anılan elementin eksikliğinde bağışıklık sisteminin zayıfladığı ve kanser riskinin arttığını belirtmişlerdir. Hatta Çin, Finlandiya ve Yeni Zelanda gibi ülkelerde bitkilerdeki Se içeriğini artırmak amacıyla Se ile katkılanmış gübreler kullanılmaktadır (Mc. Donald, 2001). Cr elementi de esansiyel iz elementtir. Ancak Cr elementi belirli konsantrasyonların üzerine çıktığında problemler yaratabilir. Örneğin Amerika'da 50-200 µg/gün krom elementi alınması tavsiye edilmektedir. Krom; karbonhidrat, protein ve lipit metabolizmasında etkili olmaktadır. Buna ilaveten krom eksikliği insülin salgısını artırdığından glikoz toleransını etkilemektedir. Magnezyum konusunda yapılan klinik çalışmalarda da magnezyumca zengin suların ani ölüm sıklığını azalttığı ortaya konmuştur (Ikem ve ark., 2002). Bu element vücuttaki 300'ün üzerindeki enzimin kofaktörüdür.

2.1. Süt ve Ürünlerinde Element İçeriği

İnek, koyun, ve keçi sütlerinde bazı esansiyel elementleri araştıran Posati ve Orr (1976), Ca, Fe, Mg, P, K, Na elementlerini mg/100g olarak sırasıyla inek sütünde 119, 0.05, 13, 93, 152, 49; koyun sütünde 193, 0.1, 18, 158, 136, 44 ve keçi sütünde 134, 0.05, 14, 111, 204, 50 miktarlarında belirlemişlerdir. Yine aynı çalışmada Zn elementi inek sütünde 0.38 mg/100g ve keçi sütünde 0.30 mg/100g olarak tespit edilirken koyun sütünde saptanmamıştır. Benzer şekilde koyun ve keçi sütlerindeki iz elementlerin miktarlarının karşılaştıran Coni ve ark. (1996), en fazla miktarda Fe, Ni,

Cd, Sr ve Mn elementlerini koyun sütünde, platin elementini de keçi sütünde belirgin bir şekilde fazla saptamışlardır.

Renner (1983) tarafından yapılan bir derlemede inek sütünde 27 elementin bulunduğu ifade edilmiştir. Esansiyel ve esansiyel olmayan olarak iki gruba ayrılan elementler Çizelge 2.1. ve 2.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. 1. Sütte bulunan esansiyel elementlerin ortalama, minimum ve maksimum değerleri

Makro elementler (g/l)	Ortalama	Minimum - Maksimum
Ca	1.21	0.9-1.4
Mg	0.12	0.05-0.24
P	0.95	0.7-1.2
K	1.5	1.0-2.0
Na	0.47	0.3-0.7
Cl	1.03	0.8-1.4
S	0.32	0.2-0.4
Mikro elementler (µg/l)		
I	75	5-400
F	125	10-350
Cu	120	10-700
Fe	530	60-1000
Co	0.8	0.1-2
Mo	55	13-150
Zn	3600	1500-7000
Mn	50	10-280
Se	25	2-70

Çizelge 2.2. Sütte bulunan esansiyel olmayan elementlerin ortalama, minimum ve maksimum değerleri

İz elementler (µg/l)	Ortalama	Minimum-Maksimum
Al	600	150-1000
As	45	20-60
B	300	100-600
Cr	17	5-50
Ni	25	0-50
Pb	30	2-70
Hg	4	1-15
Cd	4	1-30
Sr	350	40-1500
Si	2600	750-7000

Yapılan bir diğer çalışmada da insan beslenmesinde yaşamsal bir öneme sahip kalsiyum ve fosfor elementleri inek sütüne kıyasla keçi sütünde daha düşük tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra sodyum, potasyum, bakır ve demir elementleri de keçi sütünde fazla bulunurken, çinko ve mangan elementleri daha düşük belirlenmiştir (Belew ve Aiyegbusi, 2002).

Fransa-Alpin keçi sütlerinde laktasyon süresince bazı elementlerin değişimini inceleyen Park ve Chukwu (1988), laktasyonun 30., 60., 90., 120. ve 150. günlerinde en fazla dalgalanmayı K elementinin gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Bu süre boyunca ortalama olarak Ca, P, K, Mg, Na ve S elementleri sırasıyla 1250, 1263, 1118, 156, 535

ve 22 mg /1000 ml bulunmuştur. Araştırmacılar doğum sonrası psikolojik ve metabolik değişiklikler, laktasyon boyunca mevsime bağlı olarak otlarda meydana gelen değişimlerin sütte potasyum miktarı üzerine daha fazla etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Bunun yanı sıra 18 haftalık laktasyon süresince İvesi koyun sütünde ortalama, minimum ve maksimum olarak Ca, P, K, Mg ve Na elementleri sırasıyla 395 (165-505), 138 (95-190), 119 (90-208), 19 (16-23) ve 74 (50-91) mg/100 g olarak belirlenmiştir. Koyun sütünde keçi sütünün aksine Ca elementi en yüksek konsantrasyonda saptanmıştır (Şahan ve ark., 2005).

Rio De Janer'ye de toplanan 3 inek sütü örneğinde ortalama, minimum ve maksimum olarak Al 0.1 (0.07-0.1) ppm, Cu 0.06 (0.001-0.12) ppm, Mn 0.06 (0.05-0.07) ppm, Zn 0.09 (0.05-0.1) ppm, Cd 1.1 (0.03-5.0) µg/kg, Cr 0.8 (0.4-1.7) µg/kg, Ni 5.0 (1.1-1.2) µg/kg, Pb 140 (46-397) µg/kg ve U 0.5 (0.1-0.7) µg/kg olarak belirlenmiştir. Toksik elementlerden Pb, Cd ve Ni diğer elementlere oranla çok yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir (Santos ve ark., 2004). Konya yöresindeki inek sütlerinde yapılan bir çalışmada ortalama Pb 0.0000001, Cd 0.0000388, As 0.0000839, Se 0.0000331 ve Zn 0.0026681 ppm olarak belirlenmiştir (Algan ve ark., 2003). Diğer taraftan Erzurum ve yöresindeki inek sütlerinde Özdemir ve ark. (2000)'larının yaptıkları çalışmada, Hg, Pb, Cd ve As ağır metalleri bulunamamıştır.

Peynir üretimi sırasında element içeriğindeki değişimlerin izlendiği bir çalışmada üretim prosesinin özellikle baskılama ve tuzlama işlemlerinin element miktarları dağılımını önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir (Coni ve ark., 1996). Aynı çalışmada yılın farklı zamanlarında toplanan çiğ süt örneklerinde element

içeriğinin önemli düzeyde farklılık gösterdiği ortaya konmuş; Al, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Pt ve Zn elementleri hem sütte hemde peynirde tespit edilmiştir.

Tam yağlı, az yağlı ve yağsız inek sütünde element içeriğinin incelendiği diğer bir çalışmada ise süt tipinin element içeriğini önemli düzeyde etkilediği belirtilmiştir (Garcia ve ark., 1999). Araştırmacılar selenyum miktarı ile protein içeriği arasında direkt bir ilişkinin olduğunu, bunun yanı sıra esansiyel elementler Cu, Mn ve Zn ile toksik elementlerden Cd arasında da önemli ($P<0.01$) korelasyonlar saptanmıştır. Yağsız sütte Ni ve Mn arasında negatif bir korelasyon tespit edilirken, tam yağlı sütte pozitif korelasyon belirlenmiştir.

Gambelli ve ark. (1999), bazı İtalyan süt ürünlerinde mineral ve iz elementlerin miktarını inceledikleri çalışmada yoğurttaki Na, K, Mg, Ca, Fe, Zn, Rb, Se, Co, Cr ve Hg elementlerini tespit etmişlerdir. Makro elementlerden Ca 133 mg/100 g olarak en fazla miktarda bulunurken, bunu K 115 mg/100g, Na 43 mg/100g ve Mg 10 mg/100g izlemiştir. Mikro elementlerden Zn 0.41 mg/100g, Fe 0.04 mg/100g, Rb 0.34 mg/100g, Cr 5.80 µg/100g, Se 1.10 µg/100g, Hg 0.50µg/100g ve Co 0.23 µg/100g olarak belirlenmiştir.

Koyun sütünden üretilen peynirlerde üretim aşaması sırasında element içeriğindeki değişimleri inceleyen Coni ve ark. (1999), Ba, Co, Mg, Ni elementlerinin seruma nazaran pıhtıda daha düşük çıktığını belirlemişlerdir. Cr, Cu, Fe, Mn, Sr ve Zn elementleri de pıhtıda daha fazla tutulmuştur. Araştırmacılar çiğ koyun sütünde Ba, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Sr ve Zn elementlerini sırasıyla 1.73 ppm, 0.09 ppm, 0.45 ppm, 3.33 ppm, 442 ppm, 0.31 ppm, 0.38 ppm, 0.77 ppm ve 21.6 ppm bulmuşlardır.

Çalışmada iz elementlerin konsantrasyonunun çiğ koyun sütü ile onun ürünleri arasında önemli farklılıklar gösterdiği vurgulanmıştır.

Ambalaj materyalinden ürüne olan kontaminasyon düzeyinin incelendiği bir çalışmada, alüminyum kaplar ve plastik kaplarda muhafaza edilen yoğurtlarda Al, Zn, Fe miktarları karşılaştırılmıştır (Yaman ve ark., 2005). Ambalajın dip, orta ve üst kısımlarından ayrı numuneler alınmıştır. Alüminyum kaptaki örneklerde Al, Zn, ve Fe miktarları dip kısmında sırasıyla 57 ppm; 3.8 ppm ve 0.39 ppm, orta kısmında 2.2 ppm; 4.1 ppm ve 0.88 ppm, üst kısmında ise 2.2 ppm; 3.9 ppm ve 0.29 ppm bulunmuştur. Sonuçta alüminyum kapların dip kısımlarındaki Al miktarı orta ve üst kısımlara nazaran çok fazla belirlenmiştir. Fe ve Zn'da ise belirgin bir fark tespit edilmemiştir. Plastik kaplardaki yoğurdun Al, Zn ve Fe miktarları üst kısımda 0.18 ppm; 3.9ppm ve 0.28 ppm orta kısımda ise 0.25 ppm; 3.1 ppm ve 0.43 ppm bulunmuştur. Araştırmacılar alüminyum kaplarda fermente edilen yoğurtlarda Al konsantrasyonunun plastik kaplara göre önemli düzeyde yüksek çıktığını ifade etmişlerdir. Buna ilaveten endüstriyel düzeyde üretilen yoğurtlarda Al miktarı evsel olarak üretilen yoğurtlardan belirgin düzeyde yüksek çıkmıştır. Ayrıca bu çalışmada mikrodalga yöntemi ile yakmanın diğer kuru ve yaş yakma yöntemlerine göre tekrarlanabilirliği ve kesinliğinin daha iyi olduğu ortaya konmuştur.

Örnek hazırlamada yaş yakma ve kuru yakma yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada Kira ve Maihara (2007), yoğurtta Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P ve Zn elementlerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar elementlerin konsantrasyonu açısından her iki yöntem arasında önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Anılan çalışmada en fazla bulunan elementler K 1396 ppm, Ca 934 ppm, P 700 ppm, Na 346 ppm ve Mg

83.4 ppm olmuştur. Mikro elementlerden de Zn 3.29 ppm, Fe 1.97 ppm, Mn 0.30 ppm, Cu 0.07 ppm ve Cr 0.04 ppm olarak ICP tekniği ile tespit edilmiştir.

Amerika'da tüketilen keçi sütü yoğurtlarının kimyasal kompozisyonunu inceleyen Park (1994), Ca, Mg, P, K, Na, S, Fe, Mn, Cu, Zn, Al ve Mo elementlerini sırasıyla 1405 ppm, 149 ppm, 1253 ppm, 1417 ppm, 240 ppm, 1.02 ppm, 0.345 ppm, 0.303 ppm, 3.37 ppm, 3.54 ppm ve 0.148 ppm olarak belirlemiştir. Araştırmacı anılan yoğurtların inek sütü yoğurtlarına oranla daha az toplam kuru madde (% 11.5) ve karbonhidrat (% 4.49) içerdiğini saptamıştır.

Arap Ülkelerinden Bahreyn'de yapılan bir çalışmada tam yağlı yoğurt ve torba yoğurt benzeri labneh'de 8 element belirlenmiştir (Musaiger ve ark., 1997). Çizelge 2.3'de görüldüğü gibi araştırmacılar labneh'de Ca, K, Fe ve Cu elementlerini tam yağlı yoğurda kıyasla düşük belirlemişlerdir. Buna karşın P, Mg ve Na elementleri labneh'de yüksek tespit edilmiştir.

Çizelge 2.3. Tam yağlı yoğurt ve labneh'de element miktarlarının karşılaştırılması

Elementler (mg/kg)	Tam yağlı yoğurt		Labneh	
	Ortalama	Minumum-Maksimum	Ortalama	Minumum-Maksimum
Ca	1670	1500-1740	1470	1280-1690
Mg	134	121-175	153	148-175
P	1170	980-1410	1410	1250-1470
K	1290	1060-1870	960	690-1240
Na	750	610-1050	1430	1200-2130
Fe	3	1-4	2	-
Cu	0.4	0.1-0.9	0.2	0.1-1.0
Zn	6	4-10	6	5-7

Yerli ırk keçi sütü ve ondan üretilen yoğurt ve tuzlu yoğurt üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada da 24 element (Ca, K, Mg, Na, P, S, Ag, Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Si, Sr ve Zn) belirlenmiştir (Güler, 2007). Süt, yoğurt ve tuzlu yoğurttaki makro elementlerin ortalama konsantrasyonu (ppm) sırasıyla Ca 1342, 1455 ve 2134; P 823, 1052 ve 1508; Mg 510, 587 ve 838; S 296, 553 ve 923; K 409, 511 ve 554; Na 433, 520 ve 547 olarak saptanmıştır. Çiğ süt ve onun ürünlerinde en fazla belirlenen mikro elementler B, Si, Se, Zn, Fe ve Al olmuştur. Araştırmacı fermantasyon, süzme, pişirme ve tuzlama proseslerinin element miktarını önemli düzeyde etkilediğini belirtmiştir.

Torba yoğurtları üzerine yapılan çalışmalar ise oldukça sınırlıdır. Atamer ark. (1990) torba yoğurt üretiminde kuru madde ve bileşenlerinin torbada tutulma ve serumdaki kayıplar üzerine yaptıkları çalışmada, en fazla serumun ayrıldığı örneklerde seruma geçen azotlu madde ve mineral tuz oranının diğer örneklere oranla maksimum düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, en az oranda yağın en fazla oranda da mineral maddenin seruma geçtiğini bulmuşlardır.

Set ve torba yoğurtların depolama sürecindeki tat-aroma değişimi, asitlik gelişimi, lipoliz, oksidasyon ve proteolizin etkisinin incelendiği bir çalışmada da, torba yoğurtlarının 45. gününde tat-aroma bozukluğunun belirdiğini ve bu günde titrasyon asitliğinin % 2.559 olduğu tespit edilmiştir (Atamer ve ark., 1993). Piyasada satılan torba yoğurtlarının ortalama kuru madde oranını % 19.41, yağı % 2.54, proteini % 12.01, laktozu % 4.18, mineral maddeleri % 0.67 ve titrasyon asitliğini % 2.26 (l.a.) olarak belirleyen araştırmacılar, Türkiye'nin tüm yörelerinde çok fazla tüketilen torba yoğurdunun bileşim bakımından büyük farklılıklar gösterdiğini vurgulamışlardır

(Atamer ve ark., 1988). Benzer şekilde Denizli yöresinde satılan 90 torba yoğurdu üzerine yapılan çalışmada da yoğurtların kuru madde % 12.95-% 42.91, yağ % 0.22-% 14.90, protein % 7.71-% 22.42, kül % 0.30-% 2.07, titrasyon asitliği % 0.10-% 0.42 (l.a.) ve kalsiyumun % 0.076-% 0.56 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir (Töral ve ark., 1985). Van ve çevresindeki torba yoğurtlar üzerinde yapılan çalışmada ise kuru madde % 13-% 23.30, yağ % 4.2-% 11, protein % 5.09-% 9.64, kül % 0.701-% 1.177, titrasyon asitliği % 1.43-% 2.64 (l.a.) arasındaki oranlarda saptanmıştır (Ocak ve Akyüz, 1998). Adana, İçel ve Denizli'deki marketlerden alınan torba yoğurtlarda yapılan çalışmada ise, kuru madde % 14.08-% 26.41, yağ % 0.60-% 12.10, protein % 6.97-% 11.61, kül % 0.49-% 1.21 ve titrasyon asitliği % 0.57-% 2.16 (l.a.) arasında değişim göstermiştir (Şahan ve Kaçar, 2002).

Torba yoğurt üretimi sırasında yoğurdun kimyasal kompozisyonunda meydana gelen değişimlerin gözlemlendiği bir çalışmada en fazla kaybın laktozda olduğu ve bunu Na, K, Ca ve P elementlerinin izlediği ortaya konmuştur (Nergiz ve Seçkin, 1998). Bu çalışmada tam yağlı inek sütünden üretilen yoğurt ve onun serumunda sırasıyla Na 56.1 ve 38.9 mg/100g; K 143 ve 96.4 mg/100g; Ca 163 ve 107 mg/100g; P 115 ve 77.8 mg/100g belirlenmiştir.

Kırdar ve Gün (2002)'de Burdur yöresinde satılan torba yoğurtların hijyenik açıdan yetersiz olduklarını, örneklerin % 17.5'inde *E. coli*'nin tespit edildiğini, maya-küf ve bakteri içeriğinin oldukça yüksek olduğunu ve örneklerin kuru madde içeriklerinin % 12.93-% 34.59 arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir.

2.2. Süt ve Ürünlerinde Element İçeriğini Etkileyen Faktörler

Sütün element içeriği yemleme koşulları, mevsimsel farklılıklar, laktasyon süresi, hayvanın ırk ve türü, yavrulama zamanı ve hayvanın metabolizması gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Hejtmankova ve ark., 2002; Garcia ve ark., 2005). Araştırmacılar aynı beslenme koşullarında yemlerle alınan elementlerin süte geçme oranının küçük baş hayvanlarda daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir (Hejtmankova ve ark., 2002). Hatta aynı tür içerisindeki hayvanların sütlerinde element içeriği bakımından bile farklılıklar olmaktadır (Coni ve ark., 1996).

Süt ürünlerinde ise, uygulanan ısıl işlem süresi ve sıcaklığı, kuru madde artırımı, kültür ilave edilmesi ve fermentasyon, peynirlerde enzim ilavesi, pıhtılaşma süre ve sıcaklığı, baskılama ve süzme, yıkama, tuzlama v.b. teknolojik işlemler element miktarını etkilemektedir (Coni ve ark., 1996; Park, 2000). Bunların yanı sıra alet ve ekipmanlarla temas, ürünün bileşimi ve elementlerin kimyasal formları da ürünlerin element miktarını etkileyen faktörlerdir (Farida ve Srikumar, 2001). Bu nedenle süt ve ürünlerinin element içeriği geniş sınırlar arasında değişim göstermektedir.

2.3. Element Analizinde Yaş Yakma ve ICP-OES Tekniği

Çalışmada, makro ve mikro elementlerin tespitinde kullanılan ICP-OES (Eş Zamanlı İndüktif Eşleşmiş Plazma-Optik Emisyon Spektrofotometresi) spektrofotometresi en son teknik olarak bilinmektedir. Cihazın parametrelerinde herhangi bir değişiklik yapmadan aynı anda çok sayıda makro ve mikro element tespit edilmektedir. Bu tekniğin avantajları aşağıda sıralanmaktadır;

- Yüksek sıcaklık nedeniyle elementler arası girişim düşüktür.

- Bir çok element aynı anda tayin edilebilir. Bu özellik çok küçük numunelerde çok sayıda elementin analizini yaparken hem numune tasarrufu hem de zaman açısından önemlidir.

- Ortalama 70-80 elementin analizi aynı anda yapılabilmektedir.

- Refrakter bileşikler (bor, fosfor, tungsten, uranyum, zirkonyum, niyobiyum'un oksitleri gibi bileşiklerdir ki bunlar termal bozunmaya karşı yüksek dirence sahiptir) oluşturma eğiliminde olan elementler düşük derişimlerde tayin edilebilmektedir.

- Klor, kükürt, brom, iyot gibi ametaller belirlenebilmektedir.

- Absorbsiyon yöntemlerine göre daha geniş derişim aralıklarında çalışılabilme gibi avantajları bulunmaktadır (Montaser ve Golightly, 1992; Caroli, 1988; Borella ve ark., 1998).

Element analizinde en önemli aşamalardan biride örnek hazırlamadır. Çalışmamızda kullandığımız mikrodalga tekniğinin ise diğer yaş ve kuru yakma yöntemlerine göre bazı üstünlükleri bulunmaktadır. Bunlar;

- Tam yanma sağlanmakta,
- Yanma süresi çok kısa olmakta,
- Tekrarlanabilirliği ve güvenilirliği çok iyi olmakta,
- Kontaminasyon en az düzeyde olmakta,

- Çok az miktarda çözücü gerektirmektedir (Mena ve ark., 1999; Dolan ve Çapar, 2002; Noel ve ark., 2003). Bunlara ilaveten uyguladığımız iki aşamalı yakma

işlemi de tek aşamalıya kıyasla daha etkili olmaktadır (Nakashima ve ark., 1988; Matusiewicz ve ark., 1989).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

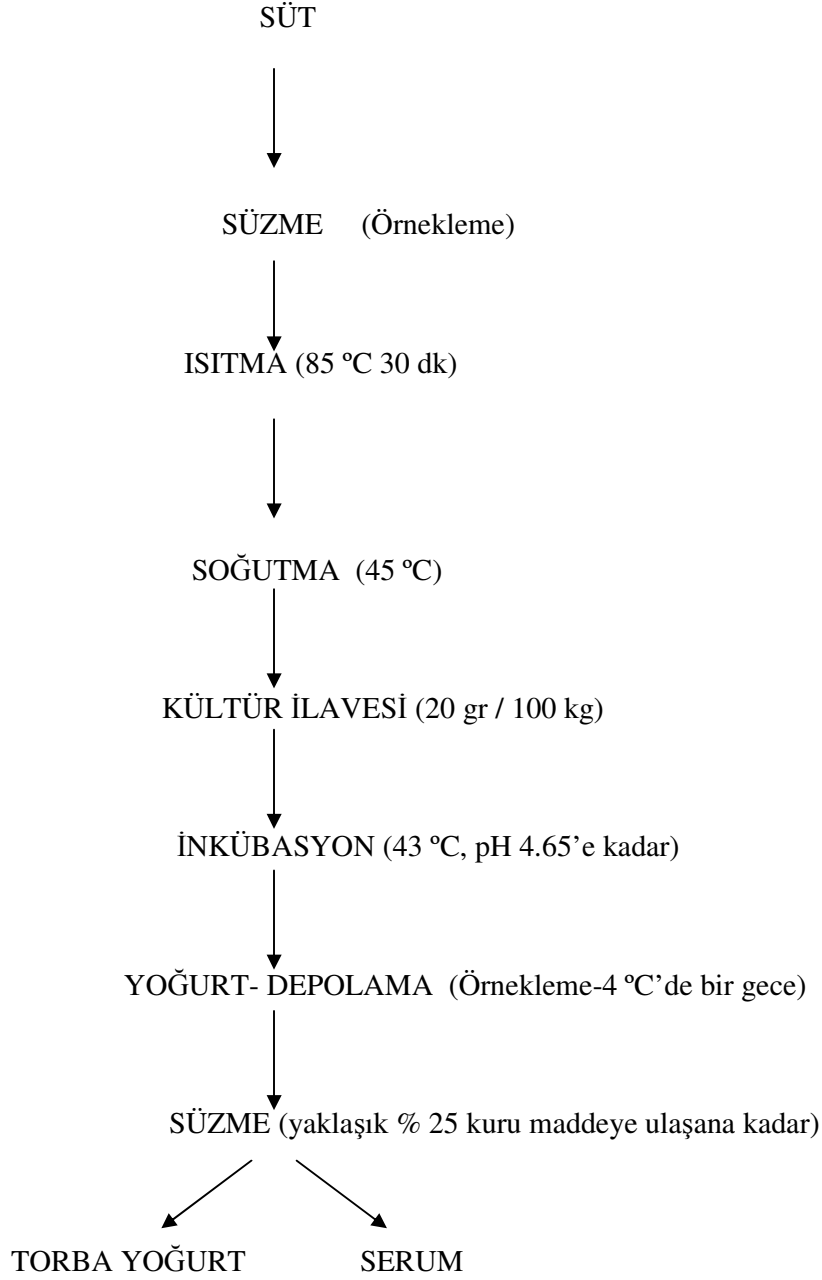
Bu çalışmada hammadde olarak inek (Siyah Alaca), koyun (İvesi) ve keçi (Şami-Damaskus) sütleri kullanılmıştır. İnek sütü, Hatay-Antakya merkeze bağlı Güzelburç beldesinden, koyun ve keçi sütleri ise Mustafa Kemal Üniversitesi Araştırma-Uygulama Çiftliği'nden laktasyonun 3. ayında temin edilmiştir. İnekler yem fabrikalarından temin edilen kesif yem ve yonca kuru otu ile beslenmiştir. Koyun ve keçiler, çiftliğe ait 1500 dekar merada otlatılmış buna ilave olarak 1 kg kesif yem/gün tüketmişlerdir. Sütler sabah sağımdan hemen sonra soğuk zincirde Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği laboratuvarına getirilmiştir. Yoğurt kültürü (CH-1) Chr.Hansen-Peyma'dan (İstanbul) sağlanmıştır. Element tayininde kalibrasyon grafiklerini oluşturabilmek için SCP Science (Kanada) standart çözeltileri kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1. Yoğurtların Üretimi

Sütler süzildükten sonra hammadde analizleri için örnekler alınmış ve bunu takiben 85 °C de 30 dk ısıtma işlemi uygulanmış ve 45 °C'ye soğutulmuştur. Bu sıcaklıkta 20 g/100kg hesabıyla Direct-Vat-Set (DVS) CH-1 (Chr.Hansen-Peyma, İstanbul) starter kültürü ilave edilmiş ve pH 4.65'e kadar 43 °C'de inkübe edilmiştir. Yoğurtlar inkübasyon sonrası buzdolabı koşullarında 1 gece bekletilmişlerdir. Daha sonra süzme işlemi de yine buzdolabı koşullarında gerçekleştirilmiştir. Torba yoğurtların üretimi

Şekil 3.1.'de özetlenmiştir. Yoğurtlar bir hafta arayla iki tekerrürlü olarak üretilmiş ve her bir üretimde paralel örnekleme yapılarak analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Torba yoğurt üretim aşamaları

3.2.2. Süt, Yoğurt, Torba Yoğurt ve Serum'a Uygulanan Kimyasal Analizler

a) Kuru madde; İnfrared kurutucuda (MB35 Halogen-Ohaus., İsviçre) yapılmıştır. Sonuçların doğruluğu ise gravimetrik yöntemle kontrol edilmiştir (Anonim, 1990).

b) Protein; Mikro-Kjeldahl metotla (Anonim, 1962) Gerhardt yaş yakma ünitesi (KB 40S) ve Vapodest distilasyon sistemi (C. Gerhardt, Bonn, Almanya) kullanılarak belirlenen azot miktarı 6.38 faktörü ile çarpılarak bulunmuştur.

c) Yağ; Gerber yöntemiyle belirlenmiştir (Anonim, 1990).

d) Kül; Belirli miktar örnek alınarak önce 105 °C'de nemi alınmış daha sonra 550 °C'de 24 saat kül fırınında bekletilerek sabit tartıma gelen örneklerin % kül oranları hesaplanmıştır.

e) Titrasyon asitliği; Titrimetrik yöntemle saptanmıştır. Süt ve serumlarda 10 ml örnek alınarak, yoğurtlarda 10 g örnek üzerine 40 °C'deki saf sudan 10 ml eklenerek % 1'lik fenolftalein indikatörü eşliğinde N/10' luk NaOH çözeltisiyle titrasyon yapılarak asitlik hesaplanmıştır (Anonim, 1990).

f) Laktoz; Toplam kuru maddeden protein, yağ ve kül değerlerinin toplamı çıkarılarak belirlenmiştir.

g) pH; Dijital pH-metre ile yapılmıştır (Inolab, Weilheim, Almanya).

h) Element Analizi; Örneklerin hazırlanmasında laboratuvar düzeyinde Mars 5 model (Cem, Matthews, ABD) mikrodalga ünitesi kullanılarak yaş yakma tekniği uygulanmıştır. Yakma işlemi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada

örneklerden yaklaşık 0.5-1 g arasında 1/10000 hassasiyetinde tam tartımlar mikrodalga ünitesinin yakma tüplerine alınmış, üzerlerine 10 ml % 65'lik HNO₃ (Merck, Darmstadt, Almanya) eklenmiş; 210 °C ve 176 PSI basınçta 10 dk yakma işlemi uygulanmıştır. İkinci aşamada ise soğutulan örneklerin üzerine 2 mL H₂O₂ (Merck) eklenmiş, tekrar 195 °C ve 95 PSI basınçta 5 dk daha yakma işlemi yapılmıştır. Yakma işlemi sonucunda soğutulan örnekler 25 ml lik balon joje'lere alınarak ultra saf su ile (IWA 20 Cal Watek, Çekoslovakya) hacimleri tamamlanmıştır. Analiz öncesi ise külsüz filtre kağıdından (Whatman 40) süzülmüştür. Hazırlanan örneklerde elementler Vista-MPX Simultane model ICP-OES (İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi., Avustralya) cihazı ile belirlenmiştir. Çalışma koşulları Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. ICP-OES'nin çalışma koşulları

Tipi	Radial
Kullanılan gaz	Argon
Plasma gaz akış hızı	15 Lt/ dk
Pompa hızı	15 rpm
Pompa çekiş hızı	15 rpm
RF Güç	1 kw
Okuma (Read delay)	5 sn
Yıkama süresi (Rinse delay)	10 sn
Okuma tekrarlanabilirliği	3
Dedektör	CCD (İyon eşleşmeli dedektör)

Elementler Ag, 328.068; Al, 396.152; As, 193.696; B, 249.772; Ba, 493.408; Be, 234.861; Ca, 393.366; Cd, 226.502; Co, 238.892; Cr, 267.716; Cu, 324.754; Fe, 259.940; K, 766.491; Mg, 279.553; Mn, 257.610; Mo, 202.032; Na, 589.592; Ni,

231.604; P, 213.618; Pb, 220.353; Sb, 217.582; Se, 196.026; Ti, 334.941; Tl, 276.789; V, 309.310; Zn, 213.857 nm'deki dalga boylarında ölçüm yapılmıştır.

Elementlerin miktarlarının belirlenmesinde, her bir element standardından 0.0, 0.01, 0.05, 0.25, 1.25, 6.25 ve 31.25 mg L⁻¹ lik konsantrasyonlarda çalışma çözeltileri hazırlanmış ve standart kalibrasyon kurveleri çizilmiştir. Oluşturulan kalibrasyon kurvelerinden elementlerin miktarı hesaplanmıştır. Uygulanan yöntemin doğruluğu ve kesinliğinin hesaplanması için uluslararası standartlarda ölçümü yapılmış element karışımı (SCP Science, Kanada) kullanılmıştır.

3.2.3. İstatistiksel Analizler

Yoğurt üretim prosesinin element bileşimine etkisi ve türler arasında karşılaştırma için SPSS (Version. 9.0) istatistik programı kullanılarak tek-yönlü Anova uygulanmıştır. Gruplar arasındaki çoklu karşılaştırma ise Duncan testi ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Element Analiz Yönteminin Doğruluğu ve Kesinliği

Çalışmada uluslararası düzeyde ölçümü yapılmış standart karıőım kullanılarak her bir örnek için doğruluğun bir göstergesi olan geri kazanım ve kesinliğin ifadesi olan varyasyon katsayısı hesaplanmıő, ortalama değerler Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir. Burada örnek hazırlama yönteminde uygulanan parametreler aynen kullanılarak işlemler gerçekleştirilmiştir. Çizelge değerleri incelendiğinde makro elementler için geri kazanımların daha iyi yani % 100'e yakın ve varyasyon katsayılarının da daha düşük olduğu görölmektedir. Mikro elementlerde ise varyasyon katsayıları daha yüksek tespit edilmiştir diğer bir ifadeyle ortalamadan sapmalar daha büyük olmuştur. Bu durum, mikro elementler örneklerde çok az miktarda ve çok sayıda bulunduğundan analiz sırasındaki hatalardan ya da elementlerin girişim yapmasından kaynaklanabilir .

Çizelge 4.1. Örneklerin geri kazanımı ve varyasyon katsayılarının hesaplanması

Element	İlave edilen miktar (ppm)	Belirlenen miktar (ppm)	Geri kazanım (%)	Varyasyon katsayısı (%)
Ag	100	98.02	98.02 ±9.20	9.39
Al	100	112.52	112.52 ±3.23	2.88
As	100	105.63	105.63 ±2.84	2.70
B	100	103.56	103.56 ±5.12	4.95
Ba	100	97.64	97.64 ±0.04	0.04
Be	100	102.30	102.30 ±0.22	0.22
Ca	100	96.23	96.23 ±2.94	3.06
Cd	100	106.87	106.87 ±1.2	1.13
Co	100	105.20	105.20 ±2.29	2.18
Cr	100	108.33	108.33 ±3.84	3.55
Cu	100	89.84	89.84 ±1.12	1.25
Fe	100	97.73	97.73 ±1.26	1.29
K	100	103.20	103.20 ±0.707	0.69
Mg	100	107.36	107.36 ±0.99	0.93
Mn	100	109.89	109.89 ±2.97	2.71
Mo	100	112.56	112.56 ±10.32	9.17
Na	100	116.19	116.19 ±5.26	4.53
Ni	100	101.11	101.11 ±1.45	1.44
P	100	109.39	109.39 ±3.33	3.05
Pb	100	126.45	126.45 ±9.14	7.23
Sb	100	106.35	106.35 ±1.82	1.72
Se	100	114.21	114.21 ±1.93	1.70
Ti	100	106.50	106.50 ±2.17	2.04
Tl	100	111.01	111.01 ±1.89	1.71
V	100	116.49	116.49 ±9.36	8.04
Zn	100	98.80	98.80 ±3.01	3.05

4.2. Rutin Kimyasal Analizlerin Değerlendirilmesi

İnek, koyun ve keçi sütlerinin kimyasal nitelikleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. İnek, koyun ve keçi sütlerinin bazı kimyasal nitelikleri (Ort ± Sd)

Nitelikler	İnek	Koyun	Keçi
Kuru Madde (%)	12.12±0.19	15.33±0.82	12.31±0.09
Protein (%)	3.38±0.16	5.94±0.46	3.80±0.17
Yağ (%)	3.50±0.08	3.85±0.17	3.11±0.17
Kül (%)	0.68±0.11	0.85±0.04	0.83±0.04
Titrasyon asit. (% l.a.)	0.20±0.01	0.21±0.02	0.18±0.00
Laktoz (%)	4.56±0.43	4.69±0.63	4.56±0.21
pH	6.46±0.02	6.60±0.10	6.53±0.05

Çizelge değerleri incelendiğinde en yüksek kuru madde içeriğine koyun sütünün sahip olduğu, bunu keçi ve inek sütlerinin izlediği görülmektedir. Protein, yağ ve laktoz içerikleri bakımından da, koyun sütü en yüksek değeri göstermiştir. İnek sütünün bileşimi Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen değerlerle uyum içerisinde olmasına rağmen koyun ve keçi sütlerinde yağ oranları kodekste (Anonim, 2001) yer alan (koyun sütü, <math>< \text{\%} 5.5 \text{\%}</math> yağ ve keçi sütü, <math>< \text{\%} 4.15 \text{\%}</math> yağ) değerlerden, Stelios ve Emmanuel (2004)'in koyun sütünde ve Güler (2007)'in yerli ırk keçi sütünde tespit ettikleri ortalama değerlerden düşük belirlenmiştir. Anılan farklılıklara ırk, laktasyon periyodu ve besleme faktörleri etkili olabilir. Ancak koyun sütünde yağ oranı Possati ve Orr (1976) ile Şahan ve ark., (2005)'nin belirledikleri sınır değerler arasında kalmıştır. Keçi sütü yağ oranı ise Alpin keçi sütünde belirlenen ortalama değere benzerlik göstermiştir

(Stelios ve Emmanuel, 2004). Yapılan çalışmada keçi sütündeki yağ oranı, Keskin ve ark. (2002)'nin (% 4.2), Biçer ve ark. (2002)'nin (% 4.9 ve % 5.4) tespit ettikleri değerlere göre düşük bulunmuştur. Keçi sütünün kuru madde oranı ise Keskin ve ark. (2002)'nin belirledikleri değere (% 12.2) benzer çıkmıştır. Ancak Biçer ve ark. (2002)'nin elde ettikleri değerden (% 13.6 ve % 14.1) düşük bulunmuştur. Sütler arasında en yüksek kül miktarı koyun sütünde belirlenmiş onu keçi ve inek sütü izlemiştir. Sütlerin titrasyon asitliği değerleri ise Türk Gıda Kodeksi'nde yer alan sınır değerler arasında kalmıştır (Anonim, 2001). Yoğurt üretimi için kullanılan sütler standardize edilmediğinden sütün kuru maddesine bağlı olarak yoğurtların kuru madde oranları da farklılık göstermiştir. Çizelge 4.3. incelendiğinde, koyun yoğurdu en yüksek kurumadde içeriğine sahipken onu keçi ve inek yoğurtları izlemiştir. Yoğurt standardında yağ içeriği bakımından yapılan sınıflamaya göre koyun yoğurdu tam yağlı (% 3.8<), keçi ve inek yoğurdu ise yağlı (% 3.0<) sınıfına girmektedir (Anonim, 2006). Bir gece buzdolabı koşullarında depolama sonucu pH değerinde en hızlı düşme ve titrasyon asitliğinde artma inek yoğurdunda gözlemlenmiştir. Yoğurtlar, Türk Gıda Kodeksinde (Anonim, 2001) belirtildiği gibi yaklaşık % 25 kuru maddeye ulaşınca kadar süzölmüşlerdir. Torba yoğurtların kimyasal nitelikleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Torba yoğurtların kuru madde içerikleri benzer olmasına rağmen laktoz, titrasyon asitliği ve pH değerlerinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir (P<0.05).

Çizelge 4.3. İnek, koyun ve keçi yoğurtlarının bazı kimyasal nitelikleri (Ort ± Sd)

Nitelikler	İnek	Koyun	Keçi
Kuru Madde (%)	12.48±0.04	16.68±2.13	13.63±0.49
Protein (%)	3.56±0.12	7.28±0.12	4.51±0.26
Yağ (%)	3.66±0.69	4.40±0.69	3.55±0.10
Kül (%)	0.78±0.04	1.13±0.04	0.90±0.05
Titrasyon asit. (% l.a.)	1.32±0.06	1.81±0.15	1.37±0.09
Laktoz (%)	4.47±0.67	3.88±1.41	4.67±0.44
pH	4.65±0.01	4.16±0.02	4.10±0.00

Çizelge 4.4. İnek, koyun ve keçi torba yoğurtlarının bazı kimyasal nitelikleri (Ort ± Sd)

Nitelikler	İnek	Koyun	Keçi
Kuru Madde (%)	25.77±0.85	25.42±0.73	25.27±1.40
Protein (%)	9.15±1.11	10.93±0.62	9.94±1.77
Yağ (%)	9.10±0.12	8.95±0.19	7.45±2.00
Kül (%)	0.97±0.17	1.28±0.05	1.16±0.05
Titrasyon asit. (% l.a.)	1.83±0.11	2.11±0.19	2.04±0.05
Laktoz (%)	6.55±1.05	4.26±0.24	6.72±2.25
pH	4.16±0.03	4.05±0.01	4.12±0.07

Torba yoğurtlarının kuru madde bileşimi, Kırdar ve Gün (2002)'ün piyasadan topladıkları örneklerde belirledikleri (% 12.93-% 34.59) ve Suudi Arabistan ve Lübnan standartlarında Labneh için verilen sınır değerler (% 22-% 26) arasında bulunmuştur

(Tamime ve ark., 1991). Buna ilaveten tüm torba yoğurtların protein içeriği Türk Gıda Kodeksi Fermente Ürünler Tebliğ’de belirtilen (en az % 5.6) değere uygunluk göstermektedir (Anonim, 2001). Torba yoğurt örneklerinin yağ, protein, laktoz ve kül oranları, Musaiger ve ark.(1998)’nın Labneh için belirledikleri sınır değerlerle uyum içerisinde olmuştur. Ayrıca torba yoğurtların yağ oranı Şahan ve Kaçar (2002)’in belirledikleri (% 6.55) değerden yüksek tespit edilirken, protein değeri anılan çalışmadaki değere (% 9.63) benzerlik göstermiştir.

Yoğurtların süzülmesinden arta kalan serum örnekleri ise toplam kuru madde, protein ve laktoz bakımından önemli farklılık göstermişlerdir ($P<0.05$) (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. İnek, koyun ve keçi serumlarının bazı kimyasal nitelikleri (Ort \pm Sd)

Nitelikler	İnek	Koyun	Keçi
Kuru Madde (%)	6.33 \pm 0.26	8.85 \pm 0.60	6.96 \pm 0.33
Protein (%)	0.25 \pm 0.06	0.94 \pm 0.08	0.77 \pm 0.20
Yağ (%)	0.05 \pm 0.00	0.05 \pm 0.00	0.05 \pm 0.00
Kül (%)	0.78 \pm 0.22	0.72 \pm 0.03	0.60 \pm 0.08
Titrasyon asit. (% l.a.)	1.09 \pm 0.12	1.21 \pm 0.09	0.96 \pm 0.05
Laktoz (%)	5.25 \pm 0.34	7.13 \pm 0.62	5.54 \pm 0.35
pH	4.27 \pm 0.01	4.23 \pm 0.05	4.16 \pm 0.01

Torba yoğurt üretimi sırasında yoğurdun kuru madde içeriğindeki yaklaşık 2.5 kat artışa protein ve yağ bileşenleri neden olmuştur. Çünkü laktoz ve mineral maddelerin büyük bölümü seruma geçmiştir. Serum kuru maddesinin yaklaşık % 9’unu protein ve yağ oluştururken geri kalan % 91’lik oranı mineral maddeler ve laktoz

oluşturmuştur. Diğer bir ifadeyle yağ ve proteinin hemen hemen tamamı torbada tutulmaktadır. Benzer şekilde bazı araştırmacılarda seruma en az geçen yoğurt bileşenlerinin yağ ve protein olduğunu tespit etmişlerdir (Atamer ve ark., 1990; Nergiz ve Seçkin, 1990). Tamime ve ark., (1991) ise inek, koyun ve keçi sütü kullanarak geleneksel yöntemle ürettikleri Labneh'nin serumunda sırasıyla % 0.3, % 0.9 ve % 0.6 protein değeri saptamışlardır. Çalışmamızda elde ettiğimiz değerler anılan verilerle uyum içerisindedir. Süt bileşenleri arasında en büyük çapa (0.10-10 µm) sahip olan yağdır. Koloidal halde bulunan kazeinler, inorganik tuzlar (10-300 nm) ve serum proteinleri (3-6 nm) ise daha küçüktürler (Walstra ve Jenness, 1984). Bunun yanı sıra proteinlerin yalnızca serum proteinleri fraksiyonu suda çözünebilir nitelik göstermektedir. Ancak süte uygulanan ısıl işlem sırasında serum proteinlerinin önemli bir bölümünü (% 9 - % 17) oluşturan α -laktalbumin ve β -laktoglobulin, K-kazein ile reaksiyona girerek kompleks oluşturmaktadır. Bu nedenle serumla birlikte uzaklaşan serum proteinleri miktarı azalmaktadır. Dolayısıyla serumda düşük protein ve yağ miktarı anılan nedenler yüzünden olabilmektedir.

4.3. Element Kompozisyonu

İnek, koyun ve keçi sütlerinde makro elementlerin miktarları istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.6.). Koyun sütünde Ca, Na ve P elementlerinin ortalama miktarları, inek ve keçi sütlerinde elde edilen değerlerden önemli düzeyde yüksek çıkmıştır ($P < 0.001$). En fazla K ve Mg elementi sırasıyla keçi ($P < 0.001$) ve inek ($P < 0.01$) sütünde tespit edilmiştir. Bu eğilim daha önce yapılan bazı çalışmalarda elde edilen verilere benzerlik göstermektedir (Possati ve Orr, 1976; Belew ve Aiyegbusi, 2002). Keçi sütündeki K ve üç türün sütündeki Mg miktarları

bazı araştırmacıların (Flynn ve Power, 1985; şahan ve ark., 2005; Güler, 2007) belirledikleri ortalama değerlerden fazla tespit edilirken, üç tür sütteki Ca, P, Na ve K'un ortalama konsantrasyonları diğer araştırmacıların bulduğu sınır değerler arasında çıkmıştır (Haenlein, 1980; Jenness, 1980; Park ve Chukwu, 1988; Park 2000; Guo ve ark., 2001; Hejtmankova ve ark., 2002; Franco ve ark., 2003; Garcia ve ark., 2005).

Çizelge 4.6. İnek, koyun ve keçi sütlerinde makro elementler (ppm) (Ort \pm Sd)

Elementler	İnek	Koyun	Keçi	P
Ca	1527 ^b \pm 27	1161 ^a \pm 83	1165 ^a \pm 7	***
Na	731 ^b \pm 90	431 ^a \pm 49	457 ^a \pm 4	***
K	1354 ^a \pm 65	1635 ^b \pm 3	1916 ^c \pm 53	***
P	1471 ^c \pm 7	994 ^a \pm 54	1083 ^b \pm 16	***
Mg	360 ^a \pm 7	397 ^b \pm 28	332 ^a \pm 17	**

P<0.01, *P<0.001

Araştırmacılar vücutta ya da meme bezlerindeki ani fizyolojik değişimlerin, yemin, beslenmeyle birlikte laktasyon döneminin, mevsimsel ısınmanın ve su tüketiminin Ca, P ve Na elementlerine nazaran K elementi miktarını önemli düzeyde etkilediğini belirtmişlerdir (Yagil ve Etazion, 1980; Hejtmankova ve ark., 2002; Garcia ve ark., 2005). Makro elementler miktar bakımından ise koyun sütünde Ca>P>K>Na>Mg, inek ve keçi sütünde K>Ca>P>Na>Mg şeklinde sıralanmışlardır. Görüldüğü gibi inek ve keçi sütünde en fazla bulunan element K olmasına rağmen koyun sütünde Ca olmuştur. Makro elementlerden Mg ise üç türün sütünde en düşük düzeyde belirlenmiştir. Yukarıda belirtilen sıralama sütün protein içeriği ile ilişkili olabilir. Çünkü Ca elementinin 2/3 ve inorganik fosfatında 1/2'si kolloidal halde kazein

misellerine bağlı olarak bulunmaktadır. Dolayısıyla en yüksek protein içeriğine sahip koyun sütünde anılan elementlerin diğerlerine oranla fazla belirlenmesi de bu yüzden olabilir. Jenness (1980) ise keçi sütünde diğer sütlere kıyasla kalsiyumun fosfora oranının (1.2:1.0) büyük olduğunu belirtmesine karşın çalışmamızda inek, koyun ve keçi sütleri için bu oran sırasıyla 1.17; 1.04 ve 1.08 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla kalsiyum/fosfor oranı süt türleri arasında önemli bir farklılık göstermemiştir. Belewu ve Aiyegbusi, (2002) ise keçi ve inek sütlerinde Ca/P oranı (4.63; 4.40) arasında önemli farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir.

Yoğurt retimi sırasında sütlerde kuru madde standardizasyonu yapılmadığı için makro elementler yoğurtlarda da benzer dağılım göstermişlerdir (izelge 4.7.). Keçi ve koyun yoğurtlarında makro elementlerin miktarları, Park (1994)'ın keçi yoğurtları ve Stelios ve Emmanuel (2004)'in keçi ve koyun yoğurtları için belirledikleri sınır değerler arasında bulunmuştur. Buna karşın inek yoğurdunda Ca, P ve Na elementleri Nergiz ve Seçkin (1998)'in belirlediği ortalama değerlerden daha düşük ve K elementi de daha yüksek tespit edilmiştir. Koyun yoğurdunda en fazla miktarda belirlenen element P olmasına rağmen inek ve keçi yoğurdunda K olmuştur. İnek yoğurdunda makro elementlerin miktar bakımından dağılımı (K>Ca>P>Na>Mg) Walstra ve Jenness (1984)'de yer alan değerlerle uyum içerisinde dir.

Çizelge 4.7. İnek, koyun ve keçi yoğurtlarında makro elementler (ppm) (Ort ± Sd)

Elementler	İnek	Koyun	Keçi	P
Ca	1145 ^a ±96	1924 ^c ±50	1356 ^b ±94	***
Na	460 ^a ±41	908 ^b ±80	550 ^a ±53	***
K	1711 ^a ±41	1779 ^a ±92	2257 ^b ±30	***
P	1009 ^a ±48	1880 ^c ±98	1277 ^b ±53	***
Mg	406 ^a ±20	459 ^b ±13	399 ^a ±47	*

* P<0.05, ***P<0.001

Ancak torba yoğurtlarda elementlerin dağılımı farklılık göstermiştir (Çizelge 4.8). Torba yoğurt örneklerinde en fazla torbada tutulan elementler P ve Mg olmuştur. Başka bir ifadeyle anılan elementler diğerlerine kıyasla seruma en az oranda geçmişlerdir. Yoğurtların aksine koyun torba yoğurdunda elementler miktar bakımından P>Ca>K>Na>Mg şeklinde sıralanırken, inek torba yoğurdunda P>K>Ca>Mg>Na ve keçi torba yoğurdunda da K>P>Ca>Mg>Na sırasında belirlenmiştir. Bu farklılığa yoğurtların süzülmesi ve bu sıradaki asitlik gelişimi etkili olabilir. Buna karşın yoğurtlardaki dağılıma benzer şekilde türler arasında en fazla P, Ca ve Na elementlerini koyun torba yoğurdu içermiştir (P<0.05). İnek torba yoğurdu ise diğerlerine kıyasla en az miktarda makro elementleri içermiştir. Bu sonuç Rao ve ark. (1987)'nin inek ve keçi labneh'leri için belirlediği değerlerle uyum içerisindedir.

Torba yoğurt üretimi sırasında kuru madde içeriğindeki artışa rağmen Ca, Na ve K elementlerinin miktarı yoğurtlarla karşılaştırıldığında önemli düzeyde azalmıştır (P<0.05). Özellikle P ve Ca elementleri torba yoğurtlarda farklı bir dağılım eğilimi

göstermişlerdir. Yoğurt örneklerinin hepsinde Ca elementi P elementinden fazla belirlenmesine rağmen torba yoğurtlarda P elementi, Ca'dan daha fazla tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle torbada en fazla tutulan makro element fosfor olmuştur. Süzülme sırasında serumla birlikte en fazla kayıp K ve Na elementlerinde gözlenmiş ve bunları Ca elementi izlemiştir. Bu sonuçlar, Nergiz ve Seçkin (1998) ile De La Fuente ve ark. (1997)'nin gözlemlerine benzerlik göstermektedir. Bilindiği gibi potasyum ve sodyum elementlerinin % 90'dan fazlası süt ve ürünlerinde serbest formda bulunmakta ve kolaylıkla serumla birlikte ayrılmaktadırlar. Serumlarda yüksek sodyum, potasyum ve kalsiyumun miktarları da bunu doğrulamaktadır.

Çizelge 4.8. İnek, koyun ve keçi torba yoğurtlarında makro elementler (ppm) (Ort \pm Sd)

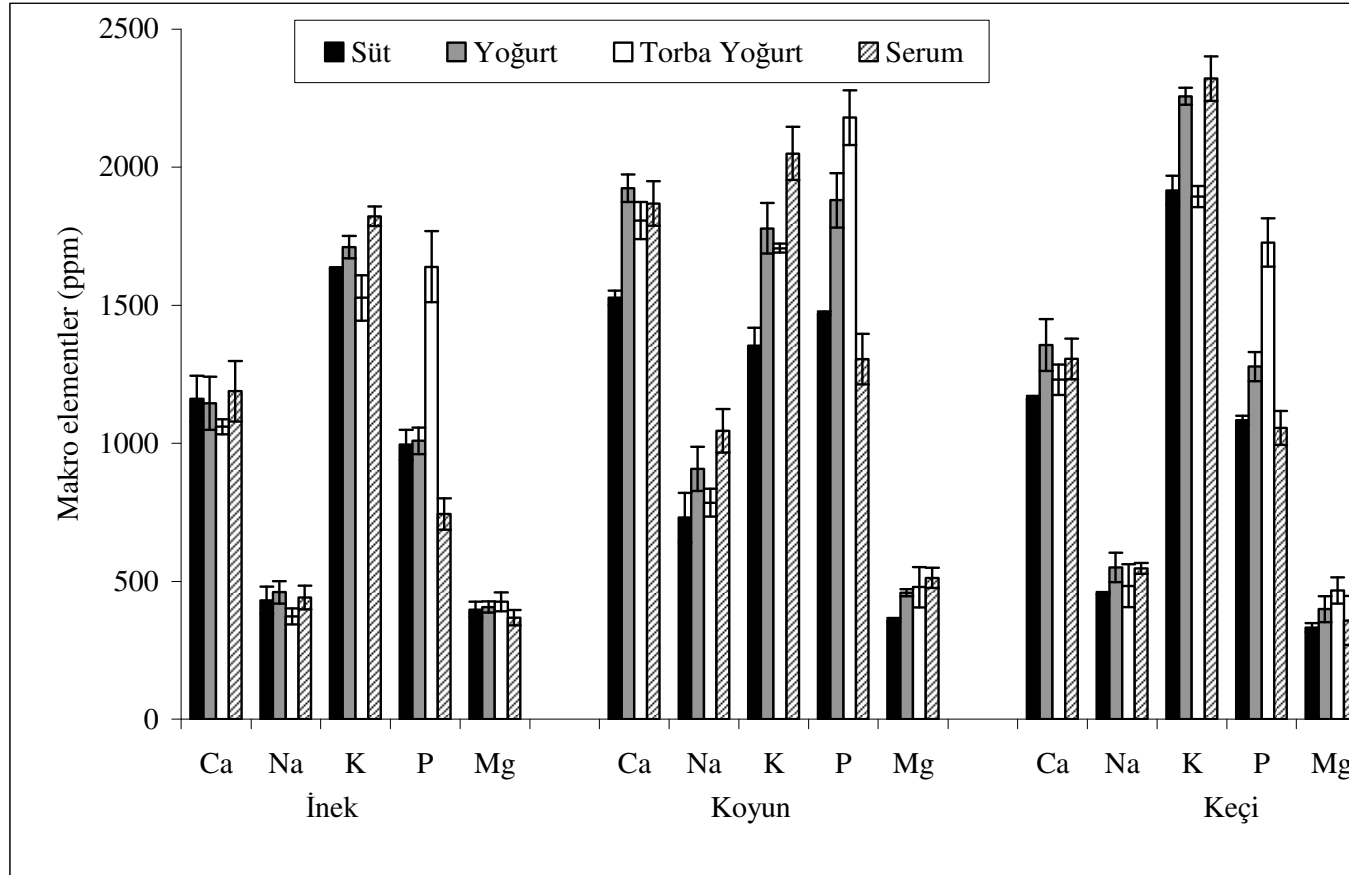
Elementler	İnek	Koyun	Keçi	P
Ca	1060 ^a \pm 28	1807 ^c \pm 68	1231 ^b \pm 55	***
Na	373 ^a \pm 29	785 ^c \pm 50	483 ^b \pm 78	***
K	1527 ^a \pm 83	1707 ^b \pm 16	1894 ^c \pm 38	***
P	1639 ^a \pm 129	2180 ^b \pm 99	1728 ^a \pm 88	***
Mg	425 ^a \pm 34	478 ^a \pm 74	467 ^a \pm 47	-

***P<0.001

Sütün normal pH'sında (pH 6.7) çiğ sütte kalsiyumun yaklaşık 2/3'ü kazein miselleri ile ilişkilidir. Ancak yoğurt üretimi sırasında gelişen bakteriyel asidifikasyonla misellerdeki kalsiyum ve fosforda değişimler gözlemlenir. pH'nın 6.7'den 4.0'e düşmesiyle misellerdeki proteinlere bağlı kalsiyum ve fosfor azalır ve serum fazındaki kalsiyum ve fosfor artar (Dalgleish ve Law, 1989; Gastaldi ve ark., 1996). Ancak bu azalma pH 6.0 ile 5.8 arasında yavaş olmakta ve daha sonra hızlanmaktadır. pH 5.1'de

misellerdeki inorganik fosforun çoğu çözünebilir forma geçerken, kalsiyumun yaklaşık % 17'si hala kazein misellerinde bulunmaktadır (Gastaldi ve ark., 1996). pH'nın 5'in altına düşmesi kalsiyum fosfatta çözülmelere neden olmaktadır. Dolayısıyla torba yoğurtlarının pH değerleri 5'in altına düştüğünde hem kalsiyum fosfatta hem de kazeine bağlı kalsiyumda önemli çözümler olduğundan süzme sırasında seruma geçen kalsiyum miktarı önemli düzeyde artmıştır. Fosfor elementinin süzme sırasında en az kayıp göstermesinin nedeni ise anılan elementin kazeine farklı bağlanma şekli ve kimyasal yapısı yüzünden olabilir. Fosfor, yoğurtta pıhtıdan ayrılan elementlerin en düşük oranına sahiptir. Misellerdeki fosfor, kazeinlerin fosfoserin gruplarına kovalent bağlarla bağlanmaktadır. De La Fuente ve ark. (1997) sütteki fosforun % 25'inin misellerdeki kazeine kalsiyum fosfat olarak bağlı olduğunu fakat % 25'inin ise kazeinlerle esterleşmiş organik fosfat olarak bulunduğunu belirtmişlerdir. Kalan % 50'si ise serbest fosfat iyonları olarak ortamda bulunmaktadır. Yoğurt üretimi sırasında asitlik gelişimiyle birlikte kazeinlerle esterleşmiş organik fosfat ayrılmamakta ve koagulumda kalmaktadır. Aynı araştırmacılar asitlik gelişimi ile kazeinlere bağlı kalsiyumun ayrıştığını ve kalsiyumun % 96.7-% 99.1'nin fosforun ise ancak % 63.2 ile % 77.5'in seruma geçtiğini belirtmişlerdir. Fosfor gibi magnezyum elementinde de süzme sırasındaki kayıp, kalsiyum ile karşılaştırıldığında düşük olmaktadır. Magnezyum elementi de kalsiyum gibi kazeinlerin fosforlaşmamış kısımlarına bağlanmaktadır. Ancak magnezyum çoğunlukla miseller inorganik fosfat ile kombine şekilde bulunduğundan kalsiyuma oranla seruma daha az geçmiş olabilir (Van Hooydonk ve ark., 1986).

Torba yoğurtlar arasında makro elementlerde en fazla kayıplar inek torba yoğurdunda gözlemlenmiştir. Şekil 4.1.'den gözlemlendiği gibi bunu keçi ve koyun torba yoğurtları izlemiştir. Bu durum, süzme sırasında inek yoğurdu pH değerinin diğerlerine kıyasla önemli düzeyde düşmesi (4.6 pH'dan 4.1 pH) dolayısıyla kazeinlere bağlı elementlerin seruma geçmesi yüzünden olabilir.



Şekil 4.1. Farklı tür sütlerden torba yoğurt üretimi sırasında makro elementlerdeki değişimler

İnek, koyun ve keçi torba yoğurtlarına ait serumlar arasında koyun serumu potasyum elementi hariç diğer makro elementleri en fazla miktarda içermiştir (Çizelge 4.9). Ancak serumları sütler ile karşılaştırdığımızda serumlarda serbest halde bulunan elementlerin miktarı yüksek belirlenmiştir. Benzer sonuçlar peyniraltı suyu ile tam yağlı sütün karşılaştırıldığı bir derlemede de gözlemlenmektedir (Walstra ve Jenness, 1984).

Çizelge 4.9. İnek, koyun ve keçi serumlarında makro elementler (ppm) (Ort \pm Sd)

Elementler	İnek	Koyun	Keçi	P
Ca	1189 ^a \pm 109	1869 ^b \pm 81	1306 ^a \pm 74	***
Na	441 ^a \pm 43	1045 ^c \pm 79	546 ^b \pm 19	***
K	1822 ^a \pm 35	2050 ^b \pm 96	2322 ^c \pm 81	***
P	744 ^a \pm 57	1305 ^c \pm 92	1055 ^b \pm 62	***
Mg	368 ^a \pm 28	512 ^b \pm 37	358 ^a \pm 88	**

P<0.01, *P<0.001

Çalışmamızda makro elementlerin yanı sıra inek, koyun ve keçi sütleri ve ürünlerinde 21 mikro element belirlenmiştir. Torba yoğurt ve serumda daha önce mikro element içeriği tespit edilmediğinden sonuçları karşılaştırma olanağı bulunmamaktadır. Çizelge 4.10.'da görüldüğü üzere As, B, Cu, Ni, Sb ve Zn elementleri inek, koyun ve keçi sütleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. İnek, koyun ve keçi sütlerinde mikro elementler (ppm) (Ort ± Sd)

Elementler	İnek	Koyun	Keçi	P
Ag	0.270±0.089	0.286±0.067	0.253±0.024	-
Al	5.305±1.138	5.646±0.838	5.040±0.310	-
As	1.914 ^a ±0.566	2.074 ^a ±0.397	3.469 ^b ±0.576	**
B	24.011 ^c ±1.301	7.708 ^a ±0.354	8.093 ^b ±0.232	***
Ba	Tanımlanmadı	0.640±0.018	Tanımlanmadı	-
Be	0.040±0.007	0.036±0.002	0.037±0.003	-
Cd	0.212±0.086	0.126±0.113	0.113±0.072	-
Co	0.213±0.014	0.298±0.113	0.253±0.039	-
Cr	0.584±0.383	0.542±0.119	0.689±0.152	-
Cu	0.167 ^a ±0.037	0.436 ^b ±0.091	0.189 ^a ±0.010	***
Fe	0.401±0.171	0.390±0.100	0.423±0.173	-
Mn	0.245±0.084	0.186±0.014	0.164±0.038	-
Mo	0.997±0.427	0.764±0.092	0.765±0.188	-
Ni	2.467 ^b ±0.391	2.077 ^{ab} ±0.198	1.791 ^a ±0.073	*
Pb	3.054±0.874	3.167±0.858	3.003±0.885	-
Sb	1.266 ^a ±0.449	2.192 ^b ±0.343	1.795 ^{ab} ±0.458	*
Se	5.076±1.165	5.434±0.826	5.817±1.005	-
Ti	0.312±0.229	0.128±0.011	0.117±0.030	-
Tl	7.013±0.803	6.435±1.353	6.133±0.456	-
V	0.723±0.410	0.949±0.1188	1.091±0.455	-
Zn	6.902 ^b ±1.334	5.131 ^a ±0.4318	4.045 ^a ±1.222	*

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, - İstatistiksel olarak önemsiz

Belewu ve Aiyegbusi (2002), inek ve keçi sütlerinde demir, çinko, bakır ve mangan elementleri miktarlarının farklı olduğunu belirtmişlerdir. Ancak 6 aylık laktasyon döneminde alınan örneklerin ortalama değerleri olan bu çalışmada bizim çalışmamızın aksine demir, çinko, bakır ve mangan miktarları keçi sütünde inek sütüne kıyasla daha fazla çıkmıştır. Bu farklılığa ırk, laktasyon dönemi ve beslenme koşulları etkili olabilir. İnek sütünde Al, As, Ba, B, Pb, Mo, Ni, Se ve V elementleri Walstra ve Jenness (1984)'in belirledikleri üst limitlerin üzerinde çıkarken, Ti, Zn, Fe ve Cu altında ve Cd, Co miktarları ise benzerlik göstermiştir. Görüldüğü üzere mikro elementlerin miktarları daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen değerlerden farklılık göstermektedir. Düşük düzeyde bulunan elementlerin miktarlarını, çevresel ve genetik faktörler ile beslenme önemli düzeyde etkilemekle birlikte analiz tekniği de önemli olmaktadır. Özellikle son yıllarda uygulanan mikrodalga sistemde yaş yakma ve ICP-OES ile belirleme de daha doğru ve kesin sonuçlar elde edilmektedir.

Çalışmada koyun ve keçiler aynı şartlar altında beslenmelerine rağmen sütlerindeki element konsantrasyonları farklılık göstermiştir. Esansiyel elementlerin farklılıkları hayvan türlerinin metabolik farklılıklarından kaynaklanabildiği gibi aynı yemle beslenmiş olsalar dahi hayvan türlerine göre yemlerden elementlerin absorpsiyonu, taşınımı, birikimi ve ekstraksiyonu farklı olmaktadır. Dolayısıyla aynı yemleme koşulları altında gerçekleştirilen çalışmalarda farklı hayvan türlerinin sütlerinde ve onun ürünlerinde element konsantrasyonunun önemli düzeyde farklı olduğu gözlemlenmiştir (Mills ve ark., 1985; Coni ve ark.,1996). Hatta aynı türe sahip hayvanlar arasında dahi element metabolizmasını hayvanın genetik yapısı etkilemektedir (Field, 1984).

Yoğurt örnekleri arasında ise B, Cd, Cu, Fe, Ni, Sb, V ve Zn mikro elementleri istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.11.). Tüm yoğurtlarda en fazla belirlenen mikro elementler B, Al, Zn, TI, Se, Ni, As ve Pb olmuştur. Yoğurt örneklerinde bakır miktarı inek, koyun ve keçi türünde sırasıyla 0.221; 0.605; 0.214 ppm bulunmuş olup Türk Standartlarında (Anonim, 2006) istenen en çok 1 ppm değerinin altında yer almıştır.

Yoğurtlar arasında esansiyel mikro elementler bakımından karşılaştırma yaptığımızda en fazla miktarda Co, Cu ve Zn elementleri koyun yoğurdunda; Fe, Mn ve Mo inek ve Se ise keçi yoğurdunda bulunmaktadır. Bu sonuçlar inek, koyun ve keçi sütü için Rincon ve ark. (1994) ve Coni ve ark. (1996)'nın belirlediği sonuçlarla uyum içerisindedir. Garcia ve ark. (1999) ise Se-Cu ve Zn-Fe elementleri arasında negatif buna karşın Cu-Zn ve Mn-Mo elementleri arasında ise pozitif bir korelasyonun olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamızda da yoğurt örneklerinde anılan elementlerin benzer bir eğilim gösterdiği görülmektedir. Her bir türe ait yoğurtta mikro elementlerin miktar bakımından dağılımı süt, torba yoğurt ve seruma benzerlik göstermiştir. Bu durum mikro elementlerin serbest durumda olmalarından ve düşük moleküler ağırlıklı serum proteinlerine bağlı olmalarından kaynaklanabilir (Farida ve Srikumar, 2001).

Çizelge 4.11. İnek, koyun ve keçi yoğurtlarında mikro elementler (ppm) (Ort ± Sd)

Elementler	İnek	Koyun	Keçi	P
Ag	0.279±0.060	0.427 ^a ±0.138	0.353 ^a ±0.106	-
Al	6.165 ^a ±1.868	5.601 ^a ±1.143	4.544 ^a ±0.888	-
As	2.114 ^a ±0.927	2.151 ^a ±0.418	2.501 ^a ±0.138	-
B	23.696 ^b ±1.881	10.491 ^a ±2.236	10.402 ^b ±2.264	*
Ba	Tanımlanmadı	0.524±0.440	Tanımlanmadı	-
Be	0.038±0.003	0.063±0.031	0.037±0.003	-
Cd	0.215 ^b ±0.036	0.170 ^{ab} ±0.060	0.116 ^a ±0.037	*
Co	0.295±0.026	0.384±0.219	0.154±0.094	-
Cr	1.036±0.409	1.028±0.562	0.773±0.407	-
Cu	0.221 ^a ±0.032	0.605 ^b ±0.212	0.214 ^a ±0.026	**
Fe	0.700 ^b ±0.139	0.405 ^a ±0.144	0.465 ^a ±0.145	*
Mn	0.263±0.137	0.221±0.038	0.173±0.044	-
Mo	1.262±0.351	0.995±0.290	0.827±0.290	-
Ni	1.942 ^a ±0.256	2.949 ^b ±0.819	1.804 ^a ±0.206	*
Pb	3.223±0.643	3.240±1.202	3.403±0.654	-
Sb	1.758±0.428	2.282±0.676	2.011±0.371	-
Se	5.152±1.646	5.538±0.458	6.114±0.676	-
Ti	0.420±0.368	0.162±0.037	0.105±0.018	-
Tl	7.344±0.220	6.572±1.017	6.743±0.739	-
V	0.969 ^a ±0.041	1.320 ^b ±0.166	1.129 ^{ab} ±0.208	*
Zn	7.282 ^b ±0.692	7.416 ^b ±1.040	5.160 ^a ±0.467	**

*P<0.05, **P<0.01, - İstatistiksel olarak önemsiz

Çizelge 4.12. incelendiğinde torba yoğurtlar, süt ve yoğurtlarda olduğu gibi B mikro elementini en fazla miktarda içermişlerdir. Buna karşın Be elementi en az düzeyde tespit edilmiştir. Yine süt ve yoğurtlara benzer şekilde Ba elementi inek ve keçi torba yoğurtlarında belirlenmemiştir. Cu ve Fe en fazla koyun torba yoğurdunda belirlenirken Zn ve Se miktar bakımından torba yoğurtlarda önemli farklılık göstermemiştir.

Çizelge 4.12. İnek, koyun ve keçi torba yoğurtlarında mikro elementler (ppm)
(Ort \pm Sd)

Elementler	İnek)	Koyun	Keçi	P
Ag	0.323 \pm 0.241	0.676 \pm 0.227	0.712 \pm 0.097	-
Al	6.734 \pm 1.789	7.603 \pm 1.116	7.183 \pm 1.710	-
As	3.287 \pm 1.716	2.281 \pm 0.569	1.668 \pm 1.238	-
B	23.265 ^b \pm 2.309	10.591 ^a \pm 1.861	11.647 ^a \pm 2.284	*
Ba	Tanımlanmadı	0.374 \pm 0.357	Tanımlanmadı	-
Be	0.065 \pm 0.047	0.122 \pm 0.166	0.039 \pm 0.003	-
Cd	0.182 \pm 0.032	0.181 \pm 0.094	0.189 \pm 0.049	-
Co	0.286 \pm 0.081	0.361 \pm 0.244	0.164 \pm 0.058	-
Cr	1.216 \pm 0.347	1.322 \pm 0.741	1.266 \pm 0.573	-
Cu	0.242 ^a \pm 0.069	0.839 ^c \pm 0.113	0.385 ^b \pm 0.018	***
Fe	0.450 \pm 0.044	0.593 \pm 0.110	0.410 \pm 0.136	-
Mn	0.292 \pm 0.113	0.241 \pm 0.035	0.297 \pm 0.066	-
Mo	1.420 \pm 0.668	0.844 \pm 0.199	0.889 \pm 0.233	-
Ni	2.722 \pm 0.488	2.323 \pm 0.173	2.318 \pm 0.163	-
Pb	3.218 \pm 0.743	4.137 \pm 0.376	3.704 \pm 0.580	-
Sb	2.319 \pm 0.667	2.120 \pm 0.365	2.579 \pm 0.856	-
Se	5.885 \pm 0.687	5.806 \pm 0.655	6.400 \pm 1.324	-
Ti	0.468 \pm 0.241	0.237 \pm 0.182	0.197 \pm 0.061	-
Tl	7.180 \pm 1.094	7.171 \pm 1.648	7.370 \pm 1.623	-
V	1.301 \pm 0.347	1.349 \pm 0.495	1.420 \pm 1.129	-
Zn	7.908 \pm 0.870	8.132 \pm 1.061	7.185 \pm 1.039	-

*P<0.05, ***P<0.001, - İstatistiksel olarak önemsiz

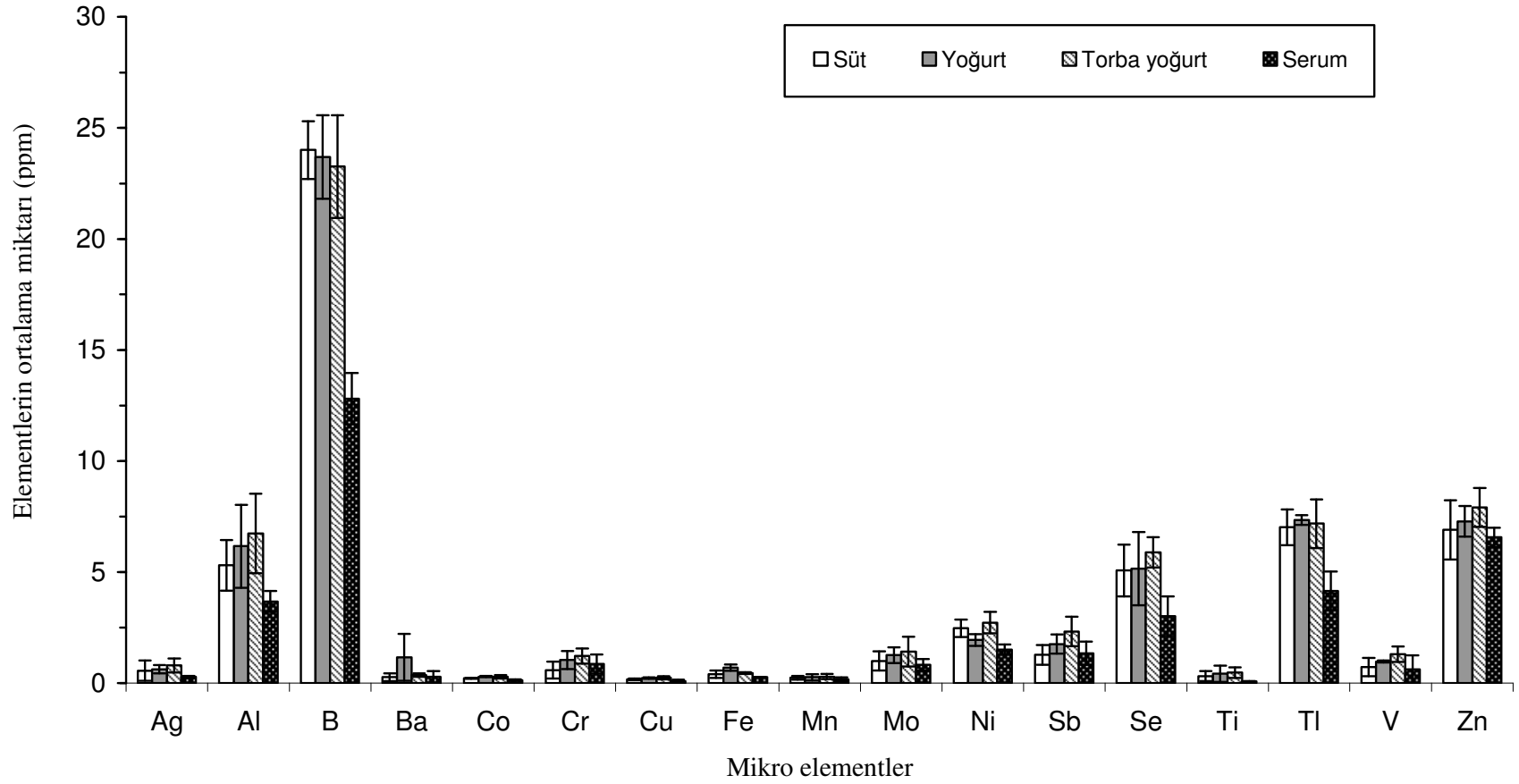
Serum örneklerinde mikro elementler (Çizelge 4.13.) süt ile karşılaştırıldığında keçi serumundaki Cr ve koyun serumundaki Zn hariç diğerleri düşük düzeyde belirlenmiştir. Esansiyel mikro elementler Co, Cu, Fe, Ni ve Se bakımından serum örnekleri arasında önemli farklılıklar olmamasına rağmen Zn elementi koyun serumunda en yüksek seviyede belirlenmiştir.

Makro elementlerde olduğu gibi mikro elementlerin kayıpları da inek torba yoğurdunda diğer türlere oranla fazla belirlenmiştir. Bu durum, inek yoğurdunun düşük kuru madde içeriği ve yüksek asitliği yüzünden olabilir. Torba yoğurt üretimi sırasında mikro elementlerde gözlemlenen değişimler Şekil 4.2., 4.3. ve 4.4.'de daha iyi anlaşılmaktadır.

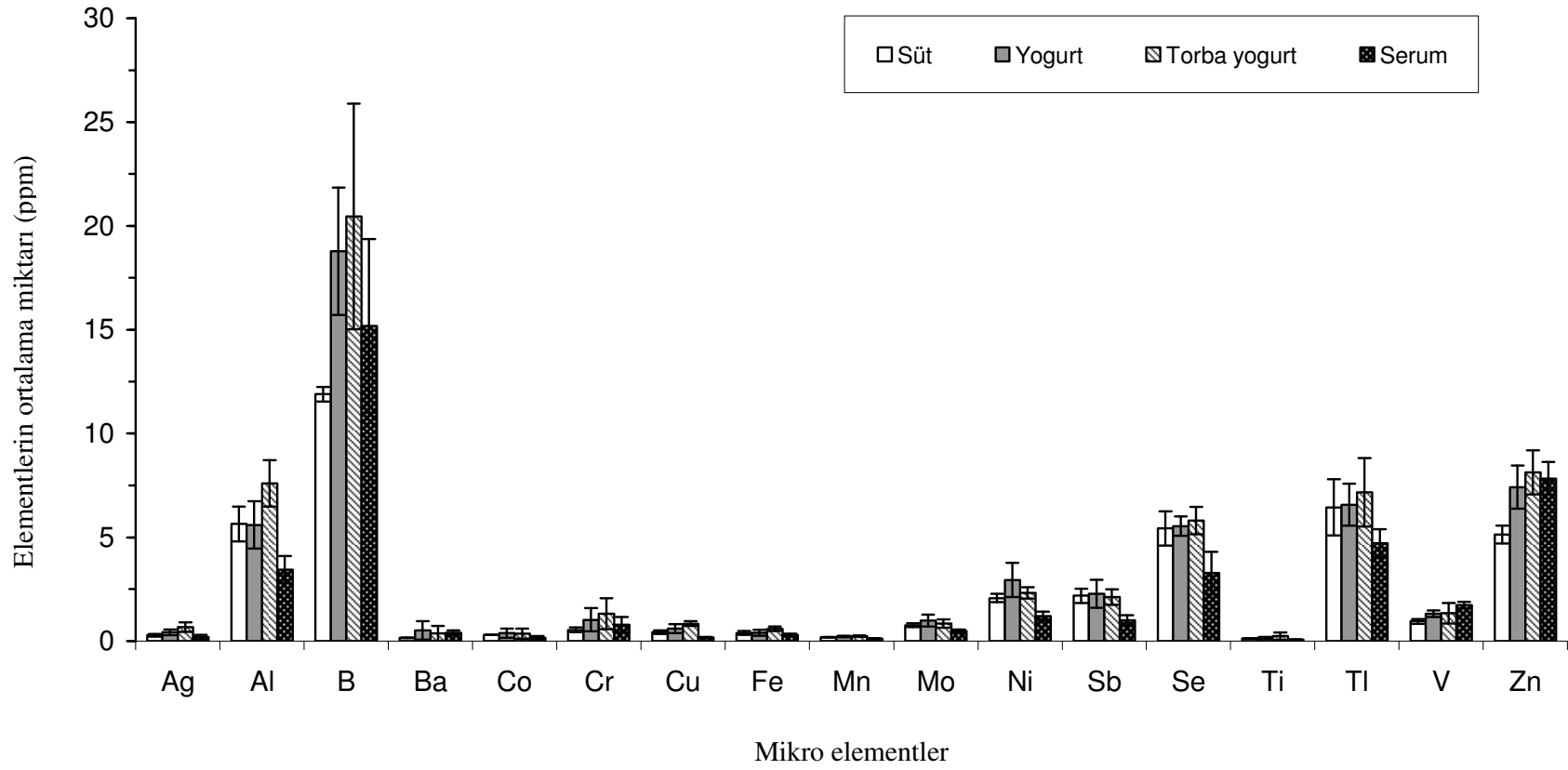
Çizelge 4.13. İnek, koyun ve keçi serumlarında mikro elementler (ppm) (Ort ± Sd)

Elementler	İnek	Koyun	Keçi	P
Ag	0.128±0.054	0.196±0.099	0.188±0.077	-
Al	3.677±0.472	3.448±0.654	4.939±1.642	-
As	2.005±0.989	1.927±0.487	1.354±0.420	-
B	12.812±1.165	6.776±1.331	6.382±0.986	-
Ba	Tanımlanmadı	0.409±0.113	Tanımlanmadı	-
Be	0.030±0.012	0.034±0.024	0.023±0.001	-
Cd	0.063±0.013	0.077±0.019	0.052±0.014	-
Co	0.136±0.029	0.159±0.085	0.126±0.086	-
Cr	0.863±0.435	0.794±0.366	0.652±0.332	-
Cu	0.091±0.066	0.174±0.028	0.126±0.040	-
Fe	0.263±0.009	0.299±0.060	0.242±0.087	-
Mn	0.168±0.083	0.117±0.037	0.116±0.027	-
Mo	0.821 ^b ±0.255	0.489 ^a ±0.071	0.430 ^a ±0.063	*
Ni	1.508±0.231	1.208±0.216	1.224±0.168	-
Pb	1.677±0.374	1.921±0.471	1.922±0.510	-
Sb	1.349 ^b ±0.523	1.013 ^{ab} ±0.241	0.548 ^a ±0.275	*
Se	3.017±0.891	3.279±1.027	3.438±1.006	-
Ti	0.078±0.010	0.073±0.025	0.096±0.040	-
Tl	4.147±0.870	4.730±0.666	4.680±0.782	-
V	0.622 ^a ±0.624	1.732 ^b ±0.164	1.041 ^{ab} ±0.455	*
Zn	6.566 ^b ±0.430	7.838 ^c ±0.789	4.267 ^a ±0.661	***

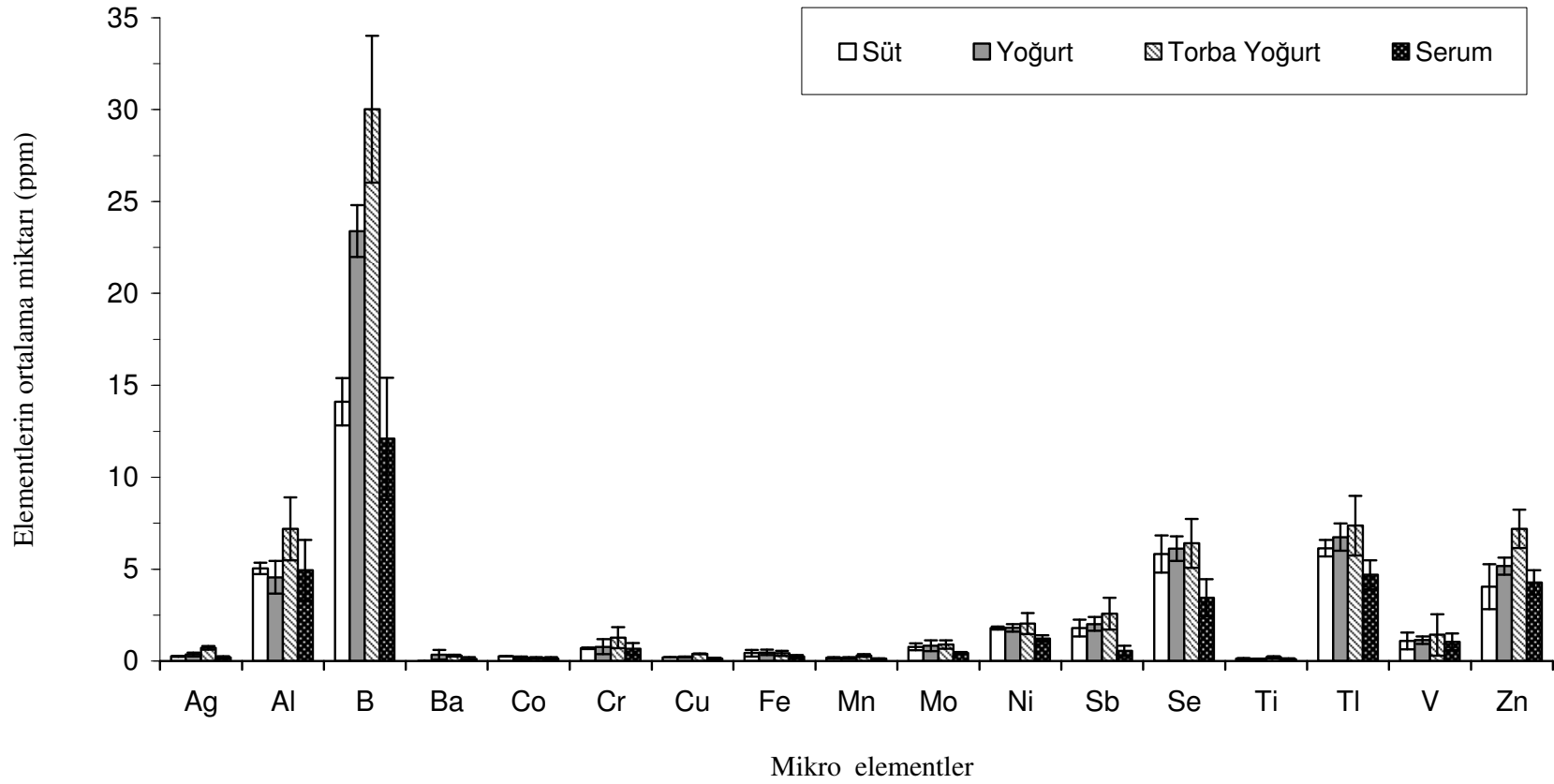
*P<0.05, ***P<0.001, - İstatistiksel olarak önemsiz



Şekil 4.2. İnek sütünden torba yoğurt üretimi sırasında mikro elementlerde meydana gelen değişimler

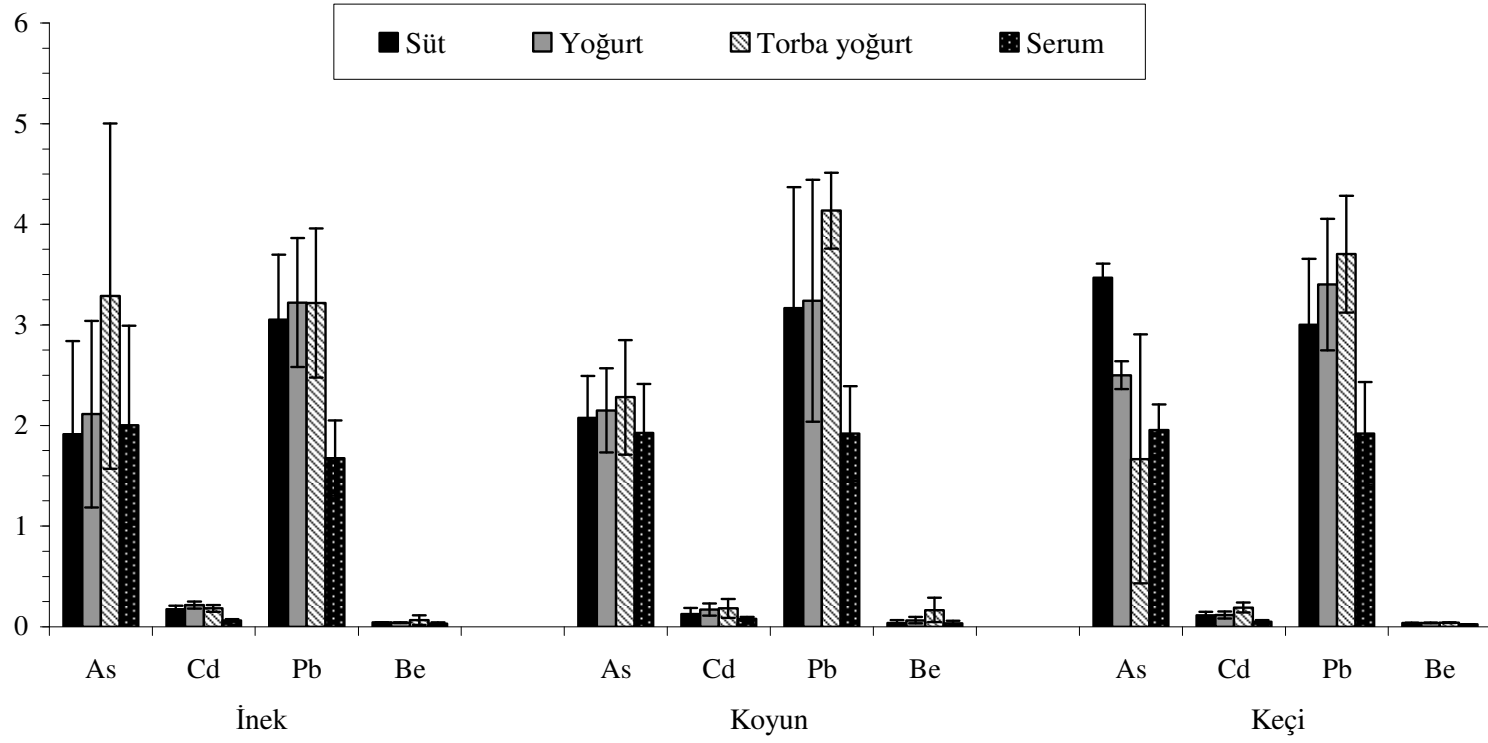


Şekil 4.3. Koyun sütünden torba yoğurt üretimi sırasında mikro elementlerde meydana gelen değişimler



Şekil 4.4. Keçi sütünden torba yoğurt üretimi sırasında mikro elementlerde meydana gelen değişimler

Toksik elementler (Al, As, Be, Cd ve Pb)'de üç türün sütünde ve ürünlerinde belirlenmiştir. Bu elementlerin inek sütündeki konsantrasyonları daha önce yapılan çalışmalarda belirlenen sınır değerler arasında kalmıştır (Flynn ve Power, 1985). Fakat keçi ve koyun sütü ve ürünlerinde elde edilen miktarlar bazı araştırmacıların belirledikleri değerlerin üzerinde çıkmıştır (Coni ve ark., 1996; Coni ve ark., 1999; Güler, 2007). Kadmiyum içeriği hemen hemen tüm örneklerde sabit belirlenirken kurşun koyun sütü ve ürünlerinde en fazla tespit edilmiştir (Şekil 4.5). Toksik elementler için bir çok ülkede bulunmasına müsaade edilen sınır değerler belirtilmiştir. Örneğin ülkemizde kurşun miktarı sütte en fazla 0.02 ppm olarak belirtilmesine rağmen arsenik, kadmiyum, alüminyum için sütteki sınır değerler Türk Gıda Kodeksinde yer almamıştır (Anonim, 1997). Kurşun elementi tüm yoğurt örneklerinde standartta (Anonim, 2006) belirtilen üst limitin (0.02 ppm) çok üzerinde belirlenmiştir. Bazı araştırmacılar esansiyel mikro elementler (Zn) ile toksik elementler (Pb) arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ortaya koymuşlardır (Garcia ve ark., 1999). Benzer bir sonuç koyun sütü ve ürünlerinde gözlemlenmiştir. Diğer bir ifadeyle inek ve keçi sütüne nazaran koyun sütü en fazla miktarda Pb ve Zn elementlerini içermiştir.



Şekil 4.5. İnek koyun ve keçi sütlerinden torba yoğurt üretimi sırasında toksik elementlerde meydana gelen değişimler

Genel olarak Ca, K, Mg, Na, P, Cr, Cu, Fe, Mn ve Zn gibi makro ve mikro elementlerin konsantrasyonları, keçi sütü ve yoğurdu için Park (2000)'ın, piyasadan toplanan yoğurt ve Labneh için Yaman ve ark. (2005) ile Kira ve Maihare (2007)'nın belirledikleri değerlerin üstünde çıkmıştır. Ancak yapılan çalışmaların bir bölümü süt türü belli olmayan ürünler üzerinde gerçekleştirildiğinden elde edilen verileri karşılaştırmak zorlaşmaktadır. Bununla birlikte süt üretim mevsimi, genetik faktörler, bölgesel farklılıklar, yemleme koşulları, yoğurtların toplam kuru madde içeriğindeki farklılıklar, uygulanan analiz teknikleri ve bunların yanı sıra sütün protein ve yağ içeriğindeki değişimler anılan farklılıklara neden olabilir. Bunlara ilaveten araştırmacılar element analizinde en kesin sonuçların çalışmamızda uyguladığımız mikro dalga yakma ünitesi kullanılarak, çok sayıda elementin aynı anda belirlendiği ICP-OES'de elde edildiğini belirtmişlerdir (Dunemann ve Meinerling, 1992; De La Fuente ve ark., 1997).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnek, keçi ve koyun sütlerinde makro elementlerin miktarları istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. En yüksek miktarda Ca, Na ve P elementlerini inek ve keçi sütlerine kıyasla koyun sütü içermiştir ($P<0.001$). Potasyum elementi ($P<0.001$) keçi sütünde ve Mg elementi de inek ($P<0.01$) sütünde en fazla tespit edilmiştir.

Mikro elementlerden As ($P<0.01$); B, Cu, Ni, Sb ve Zn ($P<0.001$) inek, koyun ve keçi sütleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklı belirlenmiştir.

İnek ve keçi sütlerinden üretilen yoğurtlarda makro elementler miktar bakımından $K>Ca>P>Na>Mg$ şeklinde dağılım gösterirken koyun sütü yoğurdunda $Ca>P>K>Na>Mg$ şeklinde tespit edilmiştir.

Yoğurt örnekleri arasında ise B, Cd, Fe, Ni, V ($P<0.05$); Cu ve Zn ($P<0.01$) elementleri istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Tüm yoğurtlarda en fazla belirlenen mikro elementler B, Al, Zn, TI, Se, Ni, As ve Pb olmuştur.

Esansiyel mikro elementler Co, Cu ve Zn koyun yoğurdunda; Fe, Mn ve Mo inek yoğurdunda ve Se ise keçi yoğurdunda en yüksek seviyelerde belirlenmiştir.

İnek, koyun ve keçi sütlerinden torba yoğurt üretimi sırasında element miktarları önemli düzeyde değişmiştir. Yoğurtların aksine inek, koyun ve keçi torba yoğurtlarında elementlerin miktar bakımından dağılımı sırasıyla $P>K>Ca>Mg>Na$; $P>Ca>K>Na>Mg$ ve $K>P>Ca>Mg>Na$ şeklinde belirlenmiştir.

Torba yoğurt örneklerinde en fazla torbada tutulan elementler P ve Mg iken seruma en fazla miktarda geçen elementlerde K, Na ve Ca olmuştur.

Makro elementlerden Ca, Na, K ve P ($P<0.001$), mikro elementlerden B ($P<0.05$) ve Cu ($P<0.001$) inek, koyun ve keçi torba yoğurtları arasında istatistiksel olarak farklılık göstermiştir.

Koyun torba yoğurdunda en fazla bulunan makro elementler Ca, P ve Mg olurken, keçi torba yoğurdunda ise Na ve K yüksek bulunmuştur. Keçi ve koyunlar aynı şekilde beslenmesine rağmen tespit edilen element miktarlarının farklı olması türlerin metabolizma farklılığını ortaya koymuştur.

Tüm torba yoğurtlar, yoğurtlara kıyasla yaklaşık 2.5 kat protein içeriğine ve çok düşük laktoz içeriğine sahip olduğundan bu tip ürünleri laktoz intoleransı olan insanların rahatlıkla tüketebileceği önerilebilir. Bunun yanı sıra torba yoğurtların P ve Mg bakımından iyi bir diyet kaynağı olduğu ortaya konmuştur.

Yoğurtların süzülmesinden arta kalan serum örnekleri ise toplam kuru madde, protein ve laktoz bakımından önemli farklılık göstermişlerdir ($P<0.05$). Torba yoğurt üretimi sırasında yoğurdun kuru madde içeriğindeki yaklaşık 2.5 kat artışa protein ve yağ bileşenleri neden olmuştur.

Serum kuru maddesinin yaklaşık % 9'unu protein ve yağ, geri kalan % 91'lik oranı mineral maddeler ve laktoz oluşturmuştur. Bu nedenle serum, atılması yerine bazı gıdaların üretiminde kullanılarak değerlendirilebilir. Dolayısıyla bu tip atıklarında çevreye verilmesi önlenmiş olabilir.

Çalışmada Al, As, Be, Cd ve Pb gibi insan sağlığı açısından son derece zararlı olan toksik elementler hem sütlerde hemde bu sütlerden üretilen ürünlerde belirlenmiştir. Bu elementler bölgenin toprak yapısı, tarımda kullanılan gübreler ve yüzey suları gibi kaynaklardan hayvana ve dolayısıyla süt ve ürünlerine geçmiş

olabileceği düşünölmektedir. Buna ilaveten bölgenin rüzgarlı olmasıda toksik elementlerin bitkilere taşınmasında dolayısıyla hayvana geçmesinde etkili olabilir.

Bu yüzden bölgede planlanacak bu tip çalışmalarda toksik elementlerin belirlenmesi önerilebilir ve gerekli önlemler alınabilir.

KAYNAKLAR

- Algan, G., Tekinşen, C., Gök, V., 2003. Konya yöresi inek sütlerinde bazı ağır metal içeriklerinin saptanması. **Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu**, Bildiri No:P38 359-362, İzmir.
- Anonim, 1962. Determination of the protein content of milk. **International Dairy Federation Standard 28 A**. IDF,Brussels, Belgium.
- Anonim, 1990. AOAC, 1990. In: Hortwitz, W. (Ed). Official methods of analysis. **Assocation Official Analysis Chemistry.**, Washington, DC.
- Anonim, 1997. Türk gıda kodeksi yönetmeliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Sayı 23172 **T. C. Resmi Gazete**
- Anonim, 2001. Türk gıda kodeksi yönetmeliği. Fermente Sütler Tebliği sayı 24512. **T. C. Resmi Gazete.**
- Anonim, 2005. Devlet İstatistik Enstitüsü. **www.die.gov.tr.**
- Anonim, 2006. Yoğurt. **Türk Standartları Enstitüsü**, TS, 1330, ANKARA.
- Atamer, M., Sezgin, E. ve Yetismeyen, A. 1988. Torba Yoğurtların Bazı Niteliklerinin Araştırılması. **Gıda**, 4: 283-288.
- Atamer, M., Yetişmeyen, A., Ergül, E., Dağlıoğlu, O. ve Yıldırım, M., 1990. Torba yoğurdu üretiminde kuru madde ve bileşenlerinin torba'da tutulma ve serumdaki kayıpları üzerine bir araştırma. **Gıda**, 90(1): 35-39.
- Atamer, M., Yıldırım, M. ve Dağlıoğlu, O., 1993. Set ve torba yoğurtlarının depolama sürecindeki tat-aroma değişimi üzerine asitlik gelişimi, lipoliz, oksidasyon ve proteolizin etkisi. **Turkish Journal Veterinary and Animal Science**, 17: 49-53.
- Barrionuevo, M., Alferez, M.J.M., Aliaga, L., Sampelayo, M. L. S. and Campos, M. S., 2002. Benefical effect of goat milk on nutritive utilination of iron and copper in malabsorption syndroem. **Journal Dairy Science**, 85: 657-664.
- Belewu, M.A. and Aiyegbusi, O. F., 2002. Comparasion of the mineral content and apperend biological value of milk from human cow and goat. **The Journal of Food Techonology in Africa**, 7: 9-11.
- Biçer, O., Keskin, M., Kaya, S. ve Gül, S., 2002. Comparision of some lactation characteristics of Hatay goat with taurus dairy goat and Hatay goat crossbreds. **Animal Production and Natural Resources Utilisation in The Mediterranean Mountain Areas**, EAAP Publication No: 115 287-291
- Bonczar, G., Wszolek, M. And Siuta, A., 2002. The effects of certain factors on the properties of yoghurt made from ewe's milk. **Food Chemistry**, 79:85-91
- Borella, P., BargellinI, A., Caselgrandı, E., Mentitto, A., Patriarca, M., Taylor, A. and Vivoli, G., 1998. Selenium determination in biological matrices. **Microchemical Journal**, (58) 325-336.
- Caroli, S., 1988. The Role of ICP spectrometry in human health and enviromental protection. **spectrochimica acta.**, (43 B) 371-380.
- Coni, E., Bocca, A., Ianni, D. and Caroli, S., 1995. Preliminary evaluation of the factors influencing the trace element content of milk and dairy products. **Food Chemistry**, 52: 123-130.
- Coni, E., Bocca, A., Coppolelli, P., Caroli, S., Cavollucci, C. and Marunicci, M. T., 1996. Minor and trace element content in sheep and goat milk and dairy products. **Food Chemistry**, 57: 253-260

- Coni, E., Bocca, B. and Caroli, S., 1999. Minor and trace element content of two typical Italian sheep dairy products. **Journal of Dairy Research**, 66: 589-598.
- Dalgleish, D. G., and Law, A. J. R., 1989. pH-Induced dissociation of bovine casein micelles. II mineral solubilization and its relation to casein release. **Journal of Dairy Research**, 56: 727-735.
- De La Fuente, M. A., Belen, C. and Juarez, M., 1997. Determination of major minerals in dairy products digested in closed vessels using microwave heating. **Journal Dairy Science**, 80: 806-811.
- De La Fuente, M. A., Mantes, F., Guerrero, Gonzalo. and Juarez, M., 2003. Total and soluble contents of calcium, magnesium, phosphorus and zinc in yoghurts. **Food Chemistry**, 80: 573-578.
- Dolan, P. S. and Capar, G. S., 2002. Multi element analysis of food by microwave digestion and inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. **Journal of Food Composition and Analysis**, 15: 593-615.
- Dunemann, L., Meinerling, M., 1992. Comparison of different microwave-based digestion techniques in view of their application to fat –rich foods. Fresenius. **Journal Analytical Chemistry**, 342: 714-720.
- Farida, M.A. and Srikumar, T.S., 2001. Trace elements and their distribution in protein fractions of camel milk in comparison to other commonly consumed milk. **Journal Dairy Research**, 68: 463-469.
- Field, A. C., 1984. International minerals and chemical corporation. **IMC Mineral Conference**, Mundelein, IL.
- Flynn, A. and Power, P., 1985. Nutritional aspects of minerals in bovine and human milks. In **Developments in Dairy Chemistry**, Fox FP ed, London: Elsevier Applied Science Publication, 177-268.
- Franco, I., Prieto, B., Bernardo, A., Prieto, J.G. and Carballo, J., 2003. Biochemical changes throughout the ripening of a traditional Spanish goat cheese variety (Babia-Laciana). **International Dairy Journal**, 13:221-230.
- Gambelli, L., Belloni, P., Ingraio, G., Pizzoferrato, L. and Santaroni, G. P., 1999. Mineral and trace element content in sheep and goat milk and dairy products. **Journal Food Composition and Analysis**, 12: 27-35.
- Garcia, M. E., Lorenzo, M. L., Cabrera, C., Lopez, M. C. and Sanchez, J., 1999. Trace element determination in different milk slurries. **Journal of Dairy Research**, 66: 569-578.
- Garcia, M.I.H., Puerto, P.P., Baquero, M.F., Rodriguez, E.R., Martin, J.D. and Romero, C.D., 2005. Mineral and trace element concentrations of dairy products from goats' milk produced in Tenerife (Canary Islands). **International Dairy Journal** (in press).
- Gastaldi, E., Lagaude, A. and Torado De La F. B., 1996. Micellar transition state in casein between pH 5.5 and 5.0. **Journal of Food Science**, 61: 59-68.
- Guo, M.R., Dixon, P.H., Park, Y.W., Gilmore, J.A. and Kindstedt, P.S., 2001. Seasonal changes in the chemical composition of commingled goat milk. **Journal Dairy Science E. Supl.**, E79-E83.
- Güler, Z., (2007). Levels of 24 Mineral elements in local goat milk, strained yoghurt and salted yoghurt (tuzlu yoğurt). **Small Ruminant Research**, 71:130-137
- Haenlein, G. F.W., 1980. Mineral nutrition of goats. **Journal Dairy Science**, 63: 1729-1748.

- Haenlein, G. F.W., 2004. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research** 51:155-163.
- Hejtmankova, A., Kucerova, J., Miholova, D., Kolihova, D. and Orsak, M., 2002. Levels of selected macro-and microelements in goat milk from farms in the Czech Republic. **Czech Journal Animal Science**, 69: 253-260.
- Ikem, A., Nwonkwoala, A., Odueyungba, S., Niyavor, K. and Ediebur, A., 2002. Levels of 26 elements in infant formula from USA, UK, and Nigeria by microwave digestion and ICP-OES. **Food Chemistry**, 77: 439-447.
- Jennes, R., 1980. Composition and characteristics of goat milk: Review 1968-1979. **Journal Dairy Science** 63: 1605-1630.
- Kaminarides, S. and Anifantaki, E., 2004. Characteristics of Set type yoghurt made from caprine or ovine milk and mixtures of the two. **International Journal Food Science**, 39: 319-324.
- Kemahlıoğlu, K. ve Dokuzoğuz, F., 2004. Geleneksel bir süt ürünü: torba yoğurdu. **Geleneksel Gıdalar Sempozyumu**. 50-55, Van.
- Keskin, M., Avşar, Y. K., Biçer, O. ve Güler, M. B., 2002. A Comparative study on the milk yield and milk composition of two different goat genotypes under the climate of the eastern mediterranean, **Turkish Journal Veterinary Animal Science**, (TÜBİTAK) 28:531-536,
- Kira, S. C. and Maihara, V. A., 2007. Determination of major and minor elements in dairy products through inductively coupled plasma optical emission spectrometry after wet partial digestion and neutron activation analysis. **Food Chemistry**, 100: 390-395.
- Kırdar, S. Ve Gün, İ., 2002. Burdur'da tüketilen torba yoğurtlarının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri. **Gıda**, 27(1): 59-64.
- Kumar, P. ve Mishra, H. N., 2004. Yoghurt powder. A review of process technology storage and utilization. **Food and Bioproducts Processing** 82: 133-142.
- Matusiewicz, H., Sturgeon, H.R.E. and Berman, S.S., 1989. Trace element analysis of biological material following pressure digestion with nitric acid-hydrogen peroxide and microwave heating. **Journal Analytical Spectrum**, (4): 323-329.
- McDonald, J.W., 2001. Seasonal variation in selenium content of commercial milk in victoria. **The Australian Journal of Dairy Technology**. 56(2): 164. Australia
- Mena, M.L., Gomez, M.M., Palacios, M.A. and Camara, C., 1999. Fast on-line selenium determination in enriched yeast slurry by microwave digestion-hydride generation-atomic absorption spectroscopy. **Labrotory Autom Information Management**, (34): 159-165.
- Miller, G.D., Jarvis, J.K., Mcbean, L.D., 2000. **Handbook of Dairy Foods and Nutrition**. Crc Pres, Washington D. C.
- Mills, C. F., Brenner, G. and Chester, J. K., 1985. Trace elements in man and animals. Proceedings of the 5th International Symposium on Trace Elements in Man and Animals. **Commonwealth Agricultural Bureaux: Slough**.
- Montaser, A., Golightly, D. M., 1992. Inductively coupled plasma in analytical atomic spectrometry. Second edition, **Wiley**, , 1040 pp., New York.
- Musaiger, A.O., Al-Saad, J.A., Al-Hooti, D.S. and Khunji, Z.A., 1997. Chemical composition of fermented dairy products consumed in Bahrain. **Food Chemistry**, 61: No. ½. pp. 49-52.

- Nakashima, S., Sturgeon, R.E., Willie, N. and Berman, S.S., 1988. Acid digestion of marina samples for trace element analysis using microwave heating. **Analyst**, (113): 159-165.
- Nergiz, C. ve Seçkin, K., 1998. The losses of nutrients during the production of strained (torba) yoghurt. **Food Chemistry**, 61: 13-16.
- Noel, L., Leblanc, J.C. and Guerin, T., 2003. Determination of several elements in duplicate meals from catering establishments using closed vessel microwave digestion with inductively coupled plasma mass spectrometry detection. Estimation of Daily Dietary Intake. **Food Additive Contamination**, (20): 44-56.
- Ocak, E. ve Akyüz, N., 1998. Van ve yöresinde üretilen kış yoğurtlarının duyuşal, mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal nitelikleri üzerine bir araştırma. geleneksel süt ürünleri V. **Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu**, 244-255, Tekirdağ.
- Özdemir, C., Çelik, Ş., Özdemir, S., Bakırcı, İ. ve Dönmez, B., 2000. Erzurum ve yöresinde üretilen inek sütlerinin mineral madde düzeyi ve ağır metal varlığı üzerinde bir araştırma. (Demirci, M., Editör). **Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı**, 347-352, Tekirdağ.
- Park, Y.W. and Chukwu, H.I., 1988. Macro-mineral concentrations in goat milk of two goat breeds at different stages of lactation. **Small Ruminant Research**, (1) 157-166.
- Park, Y.W., 1994. Nutrient and mineral composition of commercial US goat milk yogurts. **Small Ruminant Research**, 13: 63-70.
- Park, Y.W., 2000. Comparison of mineral and cholesterol composition of different commercial goat milk products manufactured in USA. **Small Ruminant Research**, 37: 115-124.
- Pedre, N. A. R., Oliveira, E. De. and Cadare, S., 2006. Study of the mineral content of chocolate flavoured beverages. **Food Chemistry**, 95: 94-100.
- Posati, L. P. Ve Orr, M. L., 1976. **Composition of foods. Dairy and egg products.** USDA-ARS, Consumer ve Food Economics Inst., Agr. Handbook. No. 8-1: 077-109, Washington D. C.
- Rao, D.R., Alhajali, A. Ve Chawan, C.B., 1987. Nutritional, sensory and microbiological qualities of labneh made from goat milk and cow milk. **Journal of Food Science**, 52: 1228-1230.
- Renner, E., 1983. **Milk and Dairy Products in Human Nutrition.** W-GmbH, Volkswirtschaftlicher Verlag, 450 s, München
- Rincon, F., Moreno, R., Zurera, G. and Amora, M., 1994. Mineral composition as a characteristic for the identification of animal origin of raw milk. **Journal Dairy Research**, (61) 151-154.
- Santos, E. E., Lauria, D.C. and Porto Dailveria, C. L., 2004. Assessment of daily intake of trace elements due to consumption of foodstuffs by adult inhabitants of Rio De Janerio City. **Science of the Total Environment**. 327: 69-79.
- Stelious, K. and Emmanuel, A., 2004. Characteristics of set type yoghurt made from caprine or ovine milk and mixtures of the two. **International Journal of Food Science and Technology**, 39: 319-324.

- Şahan, N. ve Kaçar, A., 2002. Farklı asitlikteki yoğurtlardan torba yoğurdu üretimi sırasında seruma geçen besin öğeleri. **Türkiye 7. Gıda Kongresi.**, 759-766, Ankara.
- Şahan, N. ve Say, D., 2003. Yoğurttan üretilen geleneksel bazı ürünler., **I. Bölgesel Gıda Sempozyumu**, 111-115, Adana.
- Şahan, N., Say, D. ve Kaçar, A., 2005 Laktasyon dönemi boyunca ivesi koyun sütlerinin kimyasal ve mineral madde içeriğindeki değişimler., **Turkish Journal Veterinary Animal and Science, (Tübitak)**. 29: 589-593.
- Tamime, A.Y., Kalab, M. and Davies, G. 1991. The Effect of processing temperatures on the microstructure and firmness of labneh made from cow's milk by the traditional method or by ultrafiltration. **Food Structure**, (10): 345-252.
- Tamime, A.Y. ve Robinson, R.K., 2001. **Yoghurt science and technology**. CRC Pres. 619 s, Washington DC.
- Töral, A.R., Tekbıyık, L. ve İldeş, Z. 1985. Denizli ve bölgesi torba yoğurtları üzerinde kimyasal ve teknolojik araştırmalar. **Pendik Veteriner Mikrobiyoloji Enstitüsü Dergisi**. Cilt XVII, (1-2): 23-34.
- Van Hooydonk, A. C. M., Hagedoorn, H. G., and Boerrigter, I. J., 1986. pH-İnduced physico-chemical changes of casein micelles in milk and their effect on renneting. 1. Effect of acidification on physico-chemical properties. **Netherlands Milk and Dairy Journal**, 40: 281-296.
- Walstra , P. And Jenness, R., 1984. **Dairy Chemistry and Physics**. John Wiley and Sons, ABD.
- Yagil, R., Etazion, Z., 1980. Effect of drought condition on the quality of camel milk. **Journal Dairy Research**, (47): 159-166.
- Yaman, M. Durak. M. ve Bakidere, S., 2005. Comparison of dry, wet, and microwave ashing methods for the determination of Al, Zn, and Fe in yoghurt samples by atomicabsorption spectrometry. **Spectroscopy Letters** 38: 405-417.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, sabır ve özveriyle bana destek olan, yol gösteren, değerli fikir ve katkılarıyla yönlendiren danışman hocam, Sayın Yrd.Doç.Dr. Zehra GÜLER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Koyun ve keçi sütlerinin teminini sağlayan Sayın Doç. Dr. Mahmut KESKİN ve Araştırma görevlisi Sabri GÜL'e, inek sütünün laboratuara getirilmesinde ve yoğurt üretimi sırasındaki yardımlarından dolayı Yüksek Lisans öğrencisi Alev Canan GÜRSOY BALCI, son sınıf öğrencilerinden Abdulkadir TAŞDELEN, Hasan ŞENOL, Uğur TEMEL ve Nurhan KERİMOĞLU'na, element analizi için örneklerin hazırlanmasında yardımlarından dolayı Mühendis Hidayet DUMAN'a, yoğurt kültürünü gönderen Müge YILDIZ'a (Peyma-Chr.Hansen, İstanbul)'e teşekkürlerimi belirtirim.

Tez çalışmalarım sırasında manevi desteğini esirgemeyen hayatımın her aşamasında bana destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında Hatay'ın Kırıkhan ilçesinde doğdum. İlk ve orta öğrenimi Kırıkhan'da tamamladım. Lise öğrenimini Sakarya'da tamamladım. 1994-1999 tarihleri arasında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümünde öğrenim gördüm. 1999-2000 döneminde Gaziantep'te Boya Fabrikasında çalıştım. 2000-2001 döneminde askerliğimi Yedek Subay olarak Kalite Kontrol laboratuvarında yaptım. 2003 yılında Nobel İlaç Sanayinde tıbbi satış mümessili olarak çalıştım. 2004 yılı başında Gübretaş Gübre Fabrikaları İskenderun Tesislerinde Kalite Güvence ve laboratuvar sorumlusu olarak göreve başladım ve halen aynı bölümde Kalite Güvence ve laboratuvar şefliğini vekaleten yürütmekteyim.