

Derleme

## Keçi Sütünde Biyoaktif Bileşenler

A.Ezgi Telli, Yusuf Doğruer

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı; Konya, Türkiye.

### Ö Z E T

**Öz bilgi/Amaç:** Gıda bileşenlerinin insan sağlığına yönelik fonksiyonlarına ilişkin yapılan araştırmalar bilgi, teknik ve teknolojinin gelişmesiyle farklı boyutlar kazanmıştır. Bu açıdan değerlendirildiğinde gıdalarda bulunan biyolojik aktif maddeler ve fonksiyonları son yıllarda daha fazla araştırma alanı bulmuştur. Biyoaktif bileşenler bitkisel kaynaklı gıdalarda daha yaygın bulunmakla birlikte hayvansal kaynaklı gıdalarda da bulunmaktadır.

**Sonuç:** Hayvansal kökenli gıdalar arasında önemli bir yere sahip olan süt, insan beslenmesinde gerekli olan besin maddelerinin önemli bir kısmını en yeterli ve dengeli oranda içeren besindir. Ülkemizde süt inek, koyun, keçi ve mandadan elde edilmesinin yanı sıra diğer ülkelerde olduğu gibi inek sütü, üretimde ilk sırayı almaktadır. Genel anlamda sütün bildiğimiz yararlarının yanında keçi sütünün bilimsel araştırma ve gerçeklerle belirlenmiş üstünlükleri bulunmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyoaktif bileşenler, Keçi sütü.

## Bioactive Components of Goat Milk

### ABSTRACT

**Background/Aim:** Researches related to the bioactive food components has gained new dimensions with the development of human health knowledge and the development of technology and techniques. With respect to this, further research has found area about biologically active substances and their functions found in foods in recent years. Although bioactive components are more commonly in plant-derived foods, animal origin foods are also available.

**Conclusion:** Milk is of the dairy foods which has an important place of animal origin. It is the most adequate and balanced food and is an important part of the human nutrition for necessary nutrients. In our country milk is obtained from cows, sheep, goats and buffalos, as well as in other countries, but cow's milk production ranks first. In general, besides the fact as we know the specific benefits of milk, there are advantages of goat milk proven by scientific research.

**Keywords:** Bioactive compounds, Goat milk

Correspondence to: A.Ezgi Telli, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı; Konya, Türkiye.  
E-mail: ezgiyilmaz@selcuk.edu.tr

## GİRİŞ

Biyoaktif gıda bileşeni terimi, gıdalarda esansiyel olarak bulunmayan fakat bir ya da daha fazla metabolik yolu düzenleyerek sağlık açısından fayda sağlayan biyomolekül olarak tanımlanmaktadır (Khan ve ark., 2013).

Biyoaktif bileşenler, besinlerde çok küçük miktarlarda bulunmalarına rağmen (Kitts, 1994; Kris-Etherton ve ark., 2002), besleyici bileşenlere göre daha spesifik fonksiyonlara sahiptir. Başka bir ifadeyle bu bileşenler, gıda eksikliğine bağlı yetmezlik hastalıklarını önlemek yerine hücresel aktivite üzerine etki göstererek hastalığa yakalanma riskini azaltırlar (Khan ve ark., 2013). Besinlerde bulunan biyoaktif bileşenler antioksidan, enzim inhibitör ve indükleyici, reseptör aktivite düzenleyici ve gen ekspresyonu gibi etkileri nedeniyle önem arz etmektedir (Khan ve ark., 2013). Biyoaktif bileşenler bitki kaynaklı gıdalarda daha yaygın bulunmakla birlikte (Khan ve ark., 2013), hayvan kaynaklı gıdalarda da bulunmaktadır (Lopez-Fandino, 2006; Korhonen, 2009; Decker, 2010; Harnedy ve Fitzgerald, 2012; Grienke, 2014).

Besinlerde bulunan ve esansiyel olmayan bileşenleri sınıflandırmak için birçok yol vardır. Bunlardan biri besinlerin bileşiminde doğal olarak bulunan ve sonradan oluşan bileşenler şeklinde yapılan sınıflandırmadır. Gıdalarda bulunan bileşenleri kimyasal orijinli ve biyolojik orijinli olarak da sınıflandırmak mümkündür. Günümüzde insanların büyük çoğunluğu besinlerin doğal bileşiminde bulunan tüm maddelerin doğal olduğundan dolayı yararlı olduğu, bunun aksine belirli bir işlemde geçmiş besinlerde bulunan bileşenlerden ise kaçınılması gerektiği düşüncesini benimsemiştir. Bu düşüncenin bilimsel olarak kabul edilmesi mümkün değildir. Yapılan bu yüzeysel sınıflandırmada,

sağlık açısından tehlike arz eden pestisit ve gıda katkı maddeleri gibi insan kaynaklı olarak besinlerde bulunabilen bileşenler, kimyasal bileşenler sınıfında yer almaktadır. Besinlerde doğal olarak oluşan mikotoksinler ise biyolojik bileşenler sınıfına dahil edilmektedir. Buradan yola çıkılarak biyolojik bileşenlerin daha az tehlikeli olduğu düşünüldüğünde biyolojik bir bileşen olarak mikotoksinlerin daha az tehlikeli bileşenler olduğunun kabul edilmesi mümkün değildir. Gıdalarda bulunan bileşenlerle ilgili göz önünde bulundurulması gereken durum, söz konusu kimyasal bileşenlerin tüketilmesinden ziyade, tüketim miktarıyla ilgilidir. Bunun yanı sıra biyoaktif maddelerin etkisi doza bağlı olarak değişebilmektedir. Bu maddelerin belli miktarda tüketilmesi yararlı olabiliyorken, bu miktardan fazlası insan sağlığı açısından zararlı etki gösterebilmektedir. Bununla birlikte, bu maddeler bazı insanlar için yararlı olabiliyorken bazıları için (örn; intolerans ve alerjik bireyler) zararlı da olabilmektedir (Gilbert ve Şenyuva, 2008).

Bazı araştırmacılar (Kris Etherton ve ark., 2002; Erdmann ve ark., 2008), biyoaktif bileşen oranı yüksek olan biyoaktif besin maddelerinin, antioksidan, antitrombotik ve antienflamatuvar özellikte olabildiklerini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, bileşenlerin bu özellikleri vasıtasıyla yangısal reaksiyonlara karşı koruma, düşük dansiteli lipoprotein (LDL, Low Density Lipoprotein) oluşumunun engellenmesi ve oksidatif stresi geriletme gibi etkileri sayesinde kanser ve kardiyovasküler hastalıkları önleme gibi fonksiyonları olabildiğini ileri sürmüşlerdir.

### Sütte Biyoaktif Maddeler

Farklı türde hayvanlardan elde edilen süt ve süt ürünleri, biyolojik aktif bileşenler yönünden oldukça zengin bir içeriğe sahiptir (Tablo 1) (Akalin ve ark., 2006; Lopez-Fandino ve ark., 2006;

**Tablo 1.** Sütte Bulunan Bazı Biyoaktif Maddeler ve Etkileri (Haque ve ark., 2008)

**Table 1.** Effects of some bioactive substances found in milk (Haque ve ark., 2008)

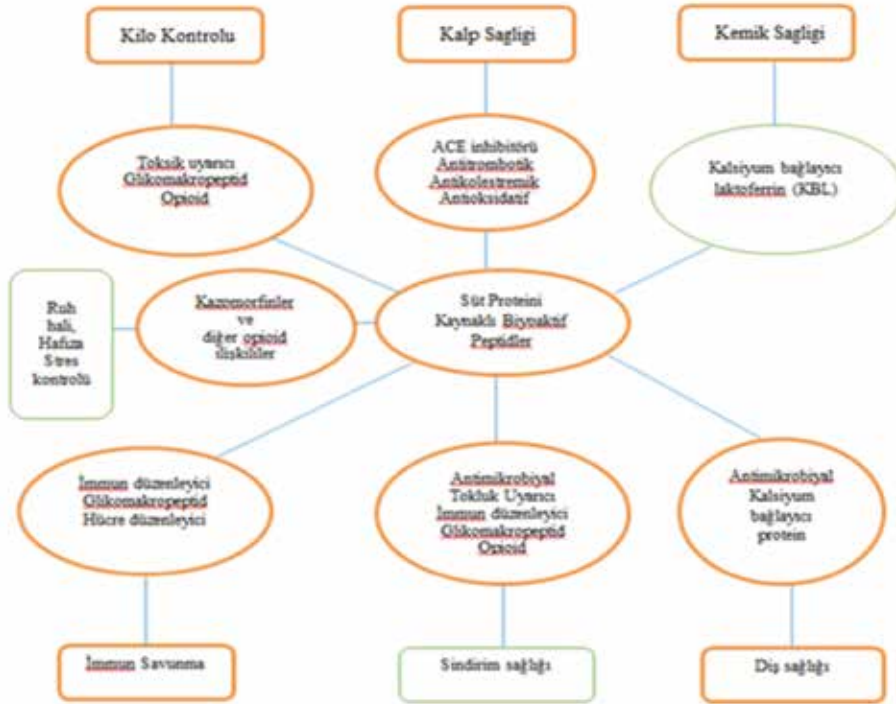
İsmlendirme	Biyoaktivite
$\beta$ -casomorphin-11	Opioid
$\beta$ -casomorphin-7	Opioid, ACE inhibitörü, immunmodulatör, sitomodulatör
$\beta$ -casomorphin-5	Opioid
$\alpha$ -Kazein-ekzorfin	Opioid, sitomodulatör
$\alpha$ -Laktorfin	Opioid, ACE inhibitörü
$\beta$ -Laktorfin	Opioid, ACE inhibitörü
Casoxin-6	Opioid antagonist
Casoxin-C	Opioid antagonist
Laktokinin	ACE inhibitörü
$\beta$ -kazokinin	ACE inhibitörü, sitomodulatör
$\alpha_{s1}$ -kazokinin	ACE inhibitörü
$\beta$ -kazokinin-10	ACE inhibitörü, immunmodulatör
$\alpha_{s1}$ -immunokazokinin	ACE inhibitörü, immunmodulatör
İmmunopeptid	İmmunmodulatör
Kazeinofosfopeptid	Mineral bağlayıcı, immunmodulatör
Laktoferrisin	Antimikrobiyal, immunmodulatör
Kazoplatelin	Antitrombotik

Korhonen, 2009, Hernández-Ledesma ve ark., 2011).

Süt proteinleri özellikle son yıllarda, kardiyovasküler hastalıklar, Tip II diyabet ve obezite gibi beslenmeye bağlı kronik hastalıklarda dikkat çekmeye başlamıştır. Süt proteinleri, çeşitli yollarla biyoaktif etkiye sahip peptidlere dönüşebilmektedir (Haque ve ark., 2008). Bunlar, gastrointestinal sistemde gerçekleşen sindirim faaliyetleri, fermentasyon ya da proteolitik enzimlerin etkisiyle gerçekleşebilmektedir. Korhonen ve ark. (2009), bu yollarla aktif hale gelen peptidlerin, invitro ve invivo ortamlarda gerçekleştirilen araştırmalarda sindirim, endokrin, kardiyovasküler, immün sistem ve sinir sistemini etkileyen aktivitelere sahip olduklarını ifade etmişlerdir (Şekil 1).

olan ülkelerdeki inek sütü tüketim imkanı olmayan toplumlar için önemli bir rolü vardır.

İnsan sütü ve inek sütüyle karşılaştırıldığında keçi sütü, biyolojik aktif özellikleri bakımından kendine özgüdür. Bu özellikler keçi sütünün yüksek sindirilebilirliği, belirgin alkali özelliği sayesinde yüksek tamponlama kapasitesine sahip olması, farmakolojik etkisi ve besleyici değeridir (Park ve Haenlein, 2006).



Şekil 1. Süt Proteinini Kaynaklı Biyoaktif Peptidlerin Fonksiyonları ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri (Korhonen, 2009).

Figure 1. Functions of Milk Protein Derived Bioactive Peptides and Effects on Human Health.

## Keçi Sütünün Biyoaktif Özellikleri

Keçi ve koyun yetiştiriciliği ve bu hayvanlardan elde edilen ürünler son yıllarda giderek artış göstermektedir. Türkiye’de süt üretiminin %7’si keçiden sağlanmaktadır (Anonim, 2013). Dünyanın çeşitli ülkelerinde yetiştirilen süt keçilerinde süt yağı oranı %3.48-5.63 ve süt proteini oranı %2.61-4.09 arasındadır. Bunun yanı sıra süt yağındaki varyasyonun süt proteinine göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Raynal-Ljutovac ve ark., 2008). İnek sütü ve insan sütünün içermiş olduğu biyoaktif komponentlerle ilgili günümüze kadar yapılan çalışma sayısı oldukça fazla olmasına rağmen, keçi sütüne yönelik araştırmalar yetersiz kalmıştır.

Keçi sütü, özellikle alerjik reaksiyonlar gösteren bireylerde inek sütüne alternatif olarak tüketilmektedir (Park ve Haenlein, 2006). Keçi sütü, günlük olarak alınması gereken esansiyel proteinler ve kalsiyum, fosfor gibi mineraller açısından oldukça zengin bir içeriğe sahiptir. Bu özelliği bakımından gelişmekte

## Keçi Sütünde Bulunan Lipitlerin Biyoaktif Özellikleri

Süt yağı, fonksiyonel özellikleri olan çok sayıda biyolojik aktif madde içermektedir. Fosfolipidler, kolesterol, gangliositler ve glikolipitler gibi kısa ya da orta zincir uzunluğuna sahip yağ asitleridir (Park, 2009). Süt yağının içermiş olduğu yağ asitleri ve membran lipitlerinin direkt ya da parçalanma yoluyla açığa çıkan antimikrobiyal etkileri bulunabilmektedir. Sfingolipitler ve bunların aktif metabolitleri olan seramitler ve sfingozinlerin *Listeria monocytogenes* gibi bazı patojen bakteriler üzerine bakterisidal etkileri olduğu ifade edilmiştir (Akalin ve ark., 2006). Ayrıca, Akalin ve ark. (2006), deney hayvanlarında sfingolipit içerikli beslenmenin kolon kanserini geriletmediği, serum LDL kolesterol düzeyini düşürdüğü ve immün sistemi düzenlediğini ileri sürmüşlerdir.

Yapılan araştırmalarda (Haenlein, 1992; Park, 1994; Park ve Haenlein, 2006), keçi sütünün biyoaktif etkinlik açısından diğer sültere göre terapötik ve besleyici üstünlüğünün protein ya da

**Tablo 2.** Keçi Sütü ve Peynirinde Bulunan Biyoaktif Peptid Fragmentleri (Park, 2009)**Table 2.** Peptide fragment of bioactive peptides derived from goat milk and its cheese proteins

ACE İnhibitörü Peptidler	Antimikrobiyal/Antibakteriyel Peptidler
Caprine $\alpha$ s1 - CN f(143 – 146)	Caprine $\alpha$ s1 - CN f(24 – 30) (cheese)
Caprine $\alpha$ s2 - CN f(4 – 8)	Caprine $\beta$ - CN f(60 – 68) (cheese)
Caprine $\alpha$ s2 - CN f(174 – 179)	Caprine $\beta$ - CN f(183 – 187) (cheese)
Caprine and ovine $\alpha$ s2 - CN f(203 – 208)	Caprine and ovine LF f(17 – 41)
Caprine $\beta$ - CN f(58 – 65)	Caprine and ovine LF f(14 – 42)
Carine $\beta$ - CN f(78 – 83)	
Caprine $\beta$ - CN f(84 – 87)	
Caprine $\beta$ - CN f(181 – 184)	
Caprine and ovine $\beta$ - CN f(47 – 51)	
Caprine $\kappa$ - CN f(59 – 61)	
Caprine $\beta$ - Lg f(46 – 53)	
Caprine $\beta$ - Lg f(58 – 61)	
Caprine $\beta$ - Lg f(103 – 105)	
Caprine $\beta$ - Lg f(122 – 125)	

mineral içeriğinden değil, lipid ve özel olarak bu lipidleri oluşturan bazı yağ asitlerinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Keçi sütü, lipid içeriği açısından inek sütüne karşılaştırıldığında daha yüksek oranda kısa ve orta zincir uzunluğuna (C4:0 – C12:0) sahip yağ asitlerini içermektedir (Park, 1994; Haenlein, 2004; Park ve Haenlein, 2006). Bu yağ asitlerinin çok sayıda biyoaktif özelliği bulunmaktadır. Ayrıca, lipid malabsorpsiyonu sendromuna sahip pek çok hastada inek sütüne alternatif olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte keçi sütü yağ globülleri insan ve diğer hayvan sütlerinde bulunanlara göre daha küçük çapa sahip olmaları dolayısıyla daha kolay sindirilebilmektedir (Chandan ve ark.,1992).

### Fosfolipidler

Fosfolipidler, insan, hayvan ve bitki doku membranlarının esaslı bir bileşenidir. Bu bileşenler metabolitler, iyonlar, hormonlar, antikorlar ve diğer hücrelerin alışverişini sağlayarak hücre membran fonksiyonunu yürütmektedirler (Weihrach ve Son, 1983; Park, 2009).

Keçi sütünde bulunan bağlı lipitlere ait fosfolipid fraksiyonlarının kantitatif analizinde bileşenler; %35.4 fosfatidil etanolamin (PE), %3.2 fosfatidil serin (PS), %4.0 fosfatidil inositol (PI), %28.2 fosfatidil kolin (PC; lesitin), ve %29.2 sfingomiyelin (SP) olarak tanımlanmıştır. Fosfolipid bileşenlerinin oranı türle-

re göre farklılık göstermekle birlikte keçi sütü PE, SP ve PS içeriği açısından inek sütüne göre daha yüksek oranda bir özelliğe sahiptir; insan sütünde bulunan PS, PC ve SP oranı keçi sütüne göre daha yüksektir (Park, 2009).

### Konjuge Linoleik Asit

Kısa zincirli bir yağ asiti olan bütirik asit, hayvansal metabolizmanın temel bileşeni olarak hücre büyümesi, hücre farklılaşması ve kolon kanserinin gerilemesi üzerine etkilidir. Sütte bulunan konjuge linoleik asit (KLA), son yıllarda yaygın bir şekilde araştırma konusu olmaya başlamıştır. Hayvan deneylerinde kullanılan modellerde KLA ile ilgili elde edilen en yaygın bulgular karsinogenezis ve diabeti gerilemesi, arterioskleroz oluşumunu azaltması ve immun sistemi güçlendirmesidir (Akalin ve ark., 2006).

KLA, keçi sütünün önemli biyoaktif bileşenlerinden olarak kabul edilmektedir. Süt lipitleri genel olarak yüksek bir KLA seviyesine sahip olmamasına rağmen vaksenik asit (KLA öncül maddesi) içeriği açısından en yüksek seviyededir. Jahreis ve ark. (1999), koyun, inek ve keçi sütünde bulunan KLA yüzdelerini sırasıyla %1.08, %1.01, ve %0.65, olarak bildirmişlerdir.

**Tablo 3.** Keçi, Koyun, İnek ve İnsan Sütünün Mineral Bileşimi (Gueguen, 1997).**Table 3.** Mineral contents of goat milk as compared with those of cow, ewe and human milk (Gueguen, 1997).

	Keçi	Koyun	İnek	İnsan
Kalsiyum (mg)	1260	1950	1200	320
Fosfor (mg)	970	1500	920	150
Potasyum (mg)	1900	1400	1500	550
Sodyum (mg)	380	460	450	200
Klor (mg)	1600	1100	1100	450
Magnezyum (mg)	130	180	110	40
Ca/P (mg)	1.3	1.3	1.3	2.1
Çinko ( $\mu$ g)	3400	5000	3800	3000
Demir ( $\mu$ g)	550	700	460	600
Bakır ( $\mu$ g)	300	400	220	360
Manganez ( $\mu$ g)	80	90	60	30
İyot ( $\mu$ g)	80	100	70	80
Selenyum ( $\mu$ g)	20	30	30	20

**Tablo 4.** Keçi, İnek ve İnsan Sütlerinin Vitamin Düzeyleri (100 g'da) (Park, 2009)**Table 4.** Mineral contents of goat milk as compared with those of cow and human milk

Vitamin	Keçi	İnek	İnsan
Vitamin A(I.U.)	185	126	190
Vitamin D (I.U.)	2.3	2.0	1.4
Thiamine (mg)	0.068	0.045	0.017
Riboflavin (mg)	0.21	0.16	0.02
Niacin (mg)	0.27	0.08	0.17
Pantotenik asit (mg)	0.31	0.32	0.20
Vitamin B 6 (mg)	0.046	0.042	0.011
Folik asit (µg)	1.0	5.0	5.5
Biotin ( µ g)	1.5	2.0	0.4
Vitamin B 12 ( µ g)	0.065	0.357	0.03
Vitamin C (mg)	1.29	0.94	5.00

## Kolesterol

Steroller, sütte bulunan lipitlerin küçük bir bileşenini oluşturmaktadır. Kolesterol, steroller içerisinde ana komponent olarak kabul edilmektedir. Keçi, inek ve insan sütünün kolesterol konsantrasyonu sırasıyla 11, 14 ve 14 mg/100 g olarak bildirilmiştir (Posati ve Orr, 1976). Keçi sütü total lipit içeriği açısından inek sütünden daha yüksek değere sahip olmasına rağmen kolesterol içeriği açısından inek ve diğer türlerin sütlerine göre daha düşük kolesterol oranına sahiptir. Keçi sütünün kolesterol içeriğinin düşük olması, koroner hastalığı olan bireyler için önem arz etmektedir.

## Keçi Sütünde Bulunan Biyoaktif Peptidlerin Fonksiyonları

Keçi sütü proteinleri inek sütüyle karşılaştırıldığında daha kolay sindirilebilir özellikte olmasının yanı sıra, aminoasit emilimi de daha etkin bir şekilde gerçekleşmektedir. Keçi sütünün  $\alpha$  s1 - kazein içeriği düşük olduğundan asitle pıhtılaştırmada daha kırılğan yapıda pıhtı oluşturmaktadır (Chandan ve ark., 1992). Buradan yola çıkılarak daha kırılğan yapıya sahip olan pıhtının sindirim sistemi enzimleri tarafından daha etkin bir şekilde etki göstereceği ve bu nedenle de daha kolay sindirilebilir özellikte olacağı sonucuna varılmaktadır.

Sütte bulunan biyoaktif peptidler, opioid, antihipertensif, immunodefensif, antitrombotik, antioksidatif ve mineral bağlayıcı peptidler olarak sınıflandırılmaktadır (Haque ve ark., 2008). Keçi sütünde bulunan proteinlerin de çok sayıda biyoaktif etkisi bulunmaktadır. Bunlar; antihipertensif, antimikrobiyal, opioid, antioksidan, antitrombotik, hipokolestrolemik ve immunomodulant etkilerdir (Park, 2009; Hernandez-Ladesma ve ark., 2011). Keçi sütü ve peynirinde bulunan biyoaktif peptid fragmentleri Tablo 2'de gösterilmektedir (Park, 2009).

### 1. Opioid Peptidler

Son yıllarda yapılan çalışmalar (Teschemacher ve Bantl, 1994; Teschemacher ve ark., 1997; Pihlanto-Leppala, 2001), sütte bulunan bazı peptidlerin sinir sistemi faaliyetlerinde biyoaktif etkileri olduğunu göstermiştir. Bu maddeler opioid peptidler olarak adlandırılmaktadır. Opioid peptidler, opiuma (morfin) benzer farmakolojik etki göstermektedirler (Haque ve ark., 2008).  $\beta$  kazomorfinler, ekzorfinler,  $\alpha$ -laktorfin,  $\beta$ -laktorfinler sütte bulunan opioid peptidlerdir (Haque ve ark., 2008). Opioid peptidlerden bazıları düz kaslar üzerinde opioid etki gösterirken, bazıları da düz kasların kontraksiyonu, endotelyum ilişkili vasküler genişlemeyi sağlaması ile arteriyel düzenleyici etkiye

sahiptir (Sipola ve ark., 2002). Bunun yanı sıra kadınlarda ve yeni doğanlarda da opioid peptidlerin bazı fizyolojik etkileri vardır. Bağırsak epitellerinde net su artışı ve elektrolit emilimi özellikle yeni doğanlarda  $\beta$ -kazomorfinlerin antidiyaretik etkisi olarak kabul edilmektedir (Daniel ve ark., 1990).

### 2. Antihipertensif Peptidler

Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim (ACE, Angiotensin I Converting Enzyme), kan basıncını dengeleyen çok fonksiyonlu bir ekzoenzimdir. Kazokininler olarak adlandırılan kazein fragmentleri ya da, laktokininler olarak adlandırılan serum protein derivelere ACE inhibitörleri olarak görev yaparlar (Fitzgerald ve Meisel, 2000; Haque ve ark., 2008; Miguel ve ark., 2009).

Hernandez-Ladesma ve ark. (2002), keçi sütü serum proteini hidrolizatlarından özellikle  $\beta$ -laktoglobulinin ACE inhibitör aktivitesine sahip olduğunu bildirmiştir.

### 3. İmmunodefensif Peptidler

Bazı kazein ve serum proteini kaynaklı peptidler immün sistemi düzenleyici etkiye sahiptir. İmmün düzenleyici etkiye sahip peptidlerin insanlarda lenfosit proliferasyonunu artırıcı, makrofajların fagositik etkilerini ve antikor oluşumunu artırıcı etkileri bulunmaktadır. Bu peptidler, T hücreler ve doğal katil hücrelerin proliferasyon ve olgunlaşmasını sağlamaktadır. Bu şekilde, özellikle yeni doğanlarda enterik bakteriler başta olmak üzere çok sayıda bakteriye karşı savunma sağlandığı ortaya konulmuştur (Clare ve Swaisgood 2000). Ayrıca, süt fermentasyonu esnasında açığa çıkan immunopeptidlerin antikarsinojen etkisi olduğu bildirilmiştir (Matar ve ark., 2003).

Park ve ark. (2007), süt proteinlerinin antibakteriyel etkilerinin immunoglobulin proteinleri ile laktoferrin, laktoperoksidaz, lizozim gibi immunoglobulin olmayan savunma proteinlerinin birlikte etkileri ile gerçekleştiğini ileri sürmüşlerdir.

Keçi sütü kazeini, antimikrobiyal özellik gösteren peptidlerin kaynağı olabilmektedir (Park, 2009). Lopez-Exposito ve Recio (2006) koyun sütünde bulunan  $\alpha$  s2 - CN peptidinden pepsin hidrolizi yoluyla antibakteriyel özelliğe sahip f(165 – 170), f(165 – 181), f(184 – 208) ve f(203 – 208) fragmentlerini tanımlamışlardır. Park ve ark. (2007), bu peptidlerin keçi sütünde de aynı aminoasit dizilimine sahip olduğunu, bu nedenle aynı antimikrobiyal etkiyi keçi sütünün de gösterebileceğini ifade etmişlerdir.

#### 4. Antitrombotik Peptidler

Sütte antitrombotik etki gösteren peptid kapa kazeindir. Kapa kazein kimozi ile etkileşime girerek fibrinojen ile trombin arasındaki etkinin benzerini gösterir (Jolles ve Henschen, 1982).

#### 5. Antioksidatif Peptidler

Kullisaar ve ark. (2003), fermente keçi sütünün sağlıklı insanlarda arterioskleroz oluşumunu engelleyici etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, bu etkinin lipoprotein fraksiyonlarının oksidasyona dirençli hale getirilmesi, peroksidize lipoprotein, okside düşük dansiteli lipoprotein (LDL, Low Density Lipoprotein), 8-izoprostan, glutasyon redoks potansiyeli düzeyinin düşürülmesi yollarıyla toplam antioksidatif etkiyi artırarak gerçekleştirdiğini ileri sürmektedirler.

#### 6. Mineral Bağlayıcı Peptidler

Kazeinofosfopeptidler, fosfor rezidüsü içeren peptidlerdir. Bu peptidler, fermentasyon sırasında ya da gastrointestinal sistemde proteolitik enzimler tarafından oluşabilmektedir. Kazeinofosfopeptidler, organik fosforlu tuzları oluşturarak kalsiyum absorpsiyonunu artırırlar. Bu artış, ileumun distalinde kalsiyum presipitasyonunun sınırlandırılması ile gerçekleşir (FitzGerald, 1998).

#### Keçi Sütünün Hipoalerjenik Özelliği

Besinlerde bulunan protein molekülleri sindirim ya da proteoliz yoluyla biyolojik etkileri olan peptidlere dönüşmektedir. Biyoaktif peptidlerin gastrointestinal, kardiyovasküler, endokrin, immün sistem ve sinir sistemine fizyolojik etkileri bulunabilmektedir. İnek sütü kazeini ve serum proteinleri gibi bazı makromoleküler proteinler, bazı bireylerde alerjik reaksiyonlara neden olabilmektedir. Buna karşın keçi sütü hipoalerjenik etkisi ve tedavi amaçlı olarak kullanılabilmesi özelliğiyle dikkat çekmektedir (Park, 2009).

İnsan sütünde bulunmayan fakat inek sütü serum proteinlerinin major komponenti olan  $\beta$ -laktoglobulinin (MA 36,000), kazeinle birlikte özellikle yeni doğan bebeklerde görülmekte olan inek sütü alerjilerinin sorumlusu olduğu ileri sürülmüştür (Heyman ve ark., 1990; Park, 1994). Hipoalerjenik özelliği nedeniyle keçi sütü, söz konusu bireylerde inek sütüne alternatif olarak kullanılmaktadır (Haenlein, 2004).

Keçi sütü, inek sütü alerjisi olan yeni doğanların beslenmesinde ve ekzama, astım, kronik nezle, migren, kolitis, saman nezlesi, mide ülseri, epigastrik stres ve inek sütü proteinine karşı alerjenite sebebiyle oluşan abdominal ağrıya karşı kullanılmaktadır (Taitz ve Armitage, 1984; Park, 1994; Haenlein, 2004).

#### Keçi Sütünde Bulunan Karbonhidratlar

Sütte bulunan temel karbonhidrat, glikoz ve galaktozun glikozid bağ ile birleşmesi sonucu oluşan laktozdur. Laktozun doğal olarak bulunduğu tek besin süttür. Aynı laktasyon olgunluğuna sahip sığır, manda, koyun ve keçi sütündeki yüzde laktoz oranları sırasıyla 4.8, 4.8, 4.1 ve 4.6'dır. Süt, laktoz dışındaki bazı karbonhidratları az miktarda da olsa içermektedir. Bunlar glikoz, N-asetilglikozamin ve kökenini laktoz derivelerinin oluşturduğu bazı oligosakkarit türevleridir (Park, 2009).

N-asetilglikozamin, "Bifidus Factor I" olarak da biliniyor olup, Bifidobacterium bifidum gelişimini stimüle etmektedir. N-asetilglikozamin, insan sütünde en yüksek oranda bulunmaktadır. Memeli hayvanların hemen hemen tümü 3-10 adet monosak-

karitin kovalent bağ ile birleşmesiyle oluşan oligosakkaritleri içermektedir. Fukoz ve N-asetilnöraminik asit laktoz derivelerinden oluşan oligosakkaritlerden bazılarıdır (Boehm ve Stahl, 2007; Park, 2009). Beyin gelişimi, bakterisidal aktivite gösterme ve bağırsak mikrofolarasının gelişimi oligosakkaritlerin göstermiş olduğu bazı etkilerdir (Park, 2009). Söz konusu oligosakkaritlerden  $\beta$ -galakto-oligosakkaritler ve laktulozlar fonksiyonel gıda üretiminde prebiyotik olarak kullanım alanı bulmuştur.  $\beta$ -galakto-oligosakkaritler son yıllarda dietlerde lif kaynağı olarak da kullanım alanı bulmuştur. Laktuloz ise, kabızlık ve hepatic ensefalopatiye karşı farmakolojik etkisi kanıtlanmış bir oligosakkarittir. (Boehm ve Stahl, 2007; Playne ve Crittenden, 2009). Benzer etki, laktitol tarafından da görülmektedir (Playne ve Crittenden, 2009).

Memeli hayvanların süt içerikleri karşılaştırıldığında oligosakkarit içeriği en yüksek olan tür insandır (0.7-1.2 g/100 ml). Keçi sütü (25-30 mg/100 ml), inek sütüyle (2-3 mg/100 ml) karşılaştırıldığında oldukça yüksek oligosakkarit içeriğine sahip olup, bu özelliği bakımından insan sütüne en yakın bileşime sahiptir. Keçi sütünde bulunan oligosakkaritler miktar olarak fazla olmalarının yanısıra çeşitlilik açısından da inek ve koyun sütüne göre daha zengindir (Martinez-Ferez ve ark., 2006). Bazı araştırmacılar (Urashima ve ark., 1994; Urashima ve ark., 1997), Japonya'da Saanen Keçilerinden alınan kolostrum örneklerinin glikonöraminillaktoz başta olmak üzere çok sayıda oligosakkarit içerdiğini tespit etmişlerdir. Martinez-Ferez ve ark. (2006), İspanyol ırk keçilerde 60-SL, 30-SL, DSL, N- glikonöraminillaktoz, 30-galaktozillaktoz, N-asetilglikozaminillaktoz, LNH ve yüksek moleküler ağırlığa sahip çok sayıda oligosakkarit içeriği tespit etmişlerdir.

Bazı araştırmacılar (Daddaoua ve ark., 2006; Lara-Villoslada, 2006), keçi sütünde bulunan oligosakkaritlerin bağırsak yangısını geriletmediğini bildirmişlerdir. Keçi sütünün oligosakkarit oranının yüksek olması nedeniyle, gelecekte biyofonksiyonel bir gıda olarak daha çok önem kazanacağı düşünülmektedir.

#### Keçi Sütünde Bulunan Vitamin ve Mineral Maddeler

Et tüketiminin sınırlı olduğu gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde keçi sütü hayvansal protein, fosfor ve kalsiyum içeriği açısından iyi bir kaynaktır. İnsan sütüyle karşılaştırıldığında yaklaşık üç kat daha yüksek kalsiyum ve fosfor oranına sahip olan keçi sütü, bu minerallerin sunduğu bazı biyoaktif özellikler (antikarsinogen etki, hipertansiyon ve osteoporoz önleyici) açısından önemlidir (Park, 2009).

Keçi sütü, inek sütüyle karşılaştırıldığında daha yüksek kalsiyum, fosfor, potasyum, magnezyum ve klor içeriğine sahipken (Tablo 3), sodyum ve kükürt içeriği açısından daha düşük değerlere sahiptir. Bunun yanı sıra, inek sütüyle karşılaştırıldığında daha alkali özellikte olduğundan yüksek bir tamponlama kapasitesine sahiptir. Bu özelliği nedeniyle ülser tedavisinde de kullanılmaktadır (Park, 2009)

İnek sütü, diğer sütlerle karşılaştırıldığında riboflavin (B2) ve siyanokobalamin (B12) başta olmak üzere B grubu vitaminlerin önemli bir kaynağıdır. Keçi sütü ise, inek sütüyle karşılaştırıldığında daha yüksek A vitamini içeriğine sahiptir (Tablo 4). Keçi sütünde bulunan A vitamini ve niasin içeriği yeterli düzeyde iken, tiamin, riboflavin ve pantotenik asit düzeyi bebekler için normal seviyenin üzerindedir. Provitamin A ( $\beta$  karoten), Vitamin A'nın öncül maddesi olmasının yanı sıra iyi bir antioksidan olma ve tümör baskılanması gibi özelliklere de sahiptir.



İnek sütüyle karşılaştırıldığında keçi sütü folik asit, vitamin B12 gibi biyoaktif vitaminler yönünden eksik düzeydedir. Bu eksiklik keçi sütüyle beslenen yeni doğanlarda "keçi sütü anemisi" olarak da bilinen bir megaloblastik anemi türüne neden olmaktadır (Park ve ark., 1986). C vitamini, inek sütünde 2.22mg/100 g civarında iken, keçi sütünde 5.48 mg/100 ml'dir (Kondyli ve ark., 2007).

## Sonuç

İnsanların gıdalar konusunda bilinç düzeyinin artması gıdalardaki biyoaktif bileşenlerin fonksiyonlarıyla ilgili son yıllarda yapılan araştırmaları arttırmıştır. Gıdaların beslenme unsurunun yanı sıra insan sağlığını iyileştirme ve hastalıkların oluşumunu önlemede etkili olan biyoaktif özelliklerinin bulunması tüm dünyadaki üretim ve tüketimlerine yönelik yeni bir anlayış getirmektedir. Farklı türde hayvanlardan elde edilen süt ve süt ürünleri de, biyolojik aktif bileşenler yönünden oldukça zengin bir içeriğe sahiptir. Keçi sütü, insan sütü ve inek sütüyle karşılaştırıldığında, biyolojik aktif özellikleri bakımından kendine özgü nitelikler taşımaktadır. Bu nedenle her geçen gün keçi sütü ve bundan üretilmiş ürünlerin tüketimi artış göstermektedir. Bu gelişmeler doğrultusunda keçi sütünün biyoaktif komponentlerine yönelik araştırmaların daha da yoğunluk kazanmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

## Kaynaklar

- Akalın S, Gönç S, Ünal G. (2006) Functional Properties of Bioactive Components of Milk Fat in Metabolism. *Pakistan Journal of Nutrition*. 5(3):194-197.
- Boehm G, Stahl B. (2007) Oligosaccharides from Milk. *The Journal of Nutrition*. 137: pp. 847-849.
- Chandan RC, Attaie R, Shahani, KM. (1992) Nutritional aspects of goat milk and its products. *Proc V Intl Conf on Goats*. New Delhi, India. Vol. II. Part I. pp. 399 – 420.
- Clare DA, Swaisgood HE. (2000) Bioactive milk peptides: A prospectus, *J. Dairy Sci*. 83, pp.1187–1195.
- Daddaoua A, Puerta V, Requena P, Martinez-Ferez A, Guadix E, Sanchez de Medina, Zarzuelo A, Dolerez Svarez M, Josa Boya J, Martinez-Augustin O. (2006). Goat milk oligosaccharides are anti-inflammatory in rats with hapten-induced colitis. *J. Nutr*. 136, pp.672–675.
- Daniel H, Vohwinkel M, Rehner G. (1990) Effect of casein and  $\beta$ -caseomorphin on gastrointestinal motility in rats. *J. Nutr*. 120, pp. 252–257.
- Decker EA, Park Y. (2010) Healthier meat products as functional foods. *Meat Science*. 86, pp.49-55.
- Erdmann K, Cheung BWY, Schröder H. (2008) The possible roles of food-derived bioactive peptides in reducing the risk of cardiovascular disease. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 19, pp.643-654.
- FitzGerald, R.J. (1998) Potential uses of casenophosphopeptides. *Int. Dairy J*. 8, pp.451–457.
- FitzGerald RJ, Meisel H. (2000) Milk protein derived inhibitors of angiotensin-I-converting enzyme, *Br. J. Nutr*. 84, pp33–37.
- Gilbert J, Şenyuva H. (2008) Different Perceptions of Chemicals in Food. In: *Bioactive Compounds in Foods*, Blackwell Publishing. First Ed. Gilbert J, Şenyuva Z (Eds). UK, pp 3-8.
- Grienke U, Silke J, Tasdemir D. (2014) Bioactive compounds from marine mussels and their effects on human health. *Food Chemistry*. 142, pp. 48-60.
- Gueguen L. (1997). La valeur nutritionnelle minérale du lait de chevre In: *Interets nutritionnel et dietetique du lait de chevre*, Niort, Ed IN-RA, Paris Colloques., pp. 67–80.
- Haenlein GFW. (1992) Role of goat meat and milk in human nutrition. *Proc V Intl Conf on Goats*. New Delhi, India. Vol. II : Part I. pp. 575 –580.
- Haenlein GFW. (2004) Goat milk in human nutrition. *Small Ruminant Research*, 51, pp. 155–163.
- Haque E, Chand R, Kapila S. (2008) Biofunctional Properties of Bioactive Peptides of Milk Origin. *Food Reviews International*. 25, pp. 28–43.
- Harnedy PA, FitzGerald RJ. (2012) Bioactive peptides from marine processing waste and shellfish: A review. *Journal of Functional Foods*, 4, pp.6-24.
- Hernandez - Ledesma B, Recio I, Ramos M, Amigo L. (2002) Preparation of ovine and caprine  $\beta$  - lactoglobulin hydrolysates with ACE – inhibitory activity. Identification of active peptides from caprine  $\beta$  - lactoglobulin hydrolysed with thermolysin. *Int Dairy J* 12, pp. 805 – 812.
- Hernandez – Ledesma B, Ramos M, Gomez-Ruiz JA. (2011) Bioactive components of ovine and caprine cheese whey. *Small Ruminant Research*. 1-3, pp. 196-204.
- Heyman M, Andriantsoa M, Crain - Denoyelle A.M, Desjeux JF. (1990) Effect of oral and parental sensitization to cow's milk on mucosal permeability in guinea - pigs. *Int Arch Allergy Appl Immunol* 92, pp. 242 – 246.
- Jahreis G, Fritsche J, Kraft J. (1999). Species dependent, seasonal, and dietary variation of conjugated linoleic acid in milk. In: *Advances in Conjugated Linoleic Acid*, Volume 1. Yurawecz MP, Mossoba MM, Kramer JKG, Pariza MW, Nelson GJ, (eds.) American Oil Chemists Society. Champaign. IL. pp. 215 – 225.
- Jolles P, Henschen A. (1982) Comparison between the clotting of blood and milk. *Trend. Biochemical Sci*. 7, pp. 325–328.
- Khan N, Monagas M, Urpi-sarda M, Llorach R, Andres-Lacueva C. (2012) Contribution of Bioactive Foods and Their Emerging Role in Immunomodulation, Inflammation and Arthritis. In: *Bioactive Food as Dietary Interventions for Arthritis and Related Inflammatory Diseases*. Academic Press, Ronald Watson (Ed.) London, England. pp. 43-65.
- Kitts DD. (1994) Bioactive substances in food: identification and potential uses. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 72(4), pp. 423-434.
- Kondyli E, Katsiari MC, Voutsinas LP. (2007). Variations of vitamin and mineral contents in raw goat milk of the indigenous Greek breed during lactation. *Food Chem*. 100, pp. 226–230.
- Korhonen H. (2009) Milk-derived bioactive peptides: From science to applications. *Journal of Functional Foods*. 1, pp.177-187.
- Kris-Etherton PM, Hecker KD, Bonanome A, Coval SM, Binkoski AE, Hilpert KF, Griel AE, Etherton TD. (2002) Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am J Med*. 113(19), pp. 71–88.
- Kullisaar T, Songisepp E, Mikelsaar M, Zilmer K, Vihalemm T, Zilmer M. (2003) Antioxidative probiotic fermented goats' milk decreases oxidative stress-mediated atherogenicity in human subjects. *Br.J. Nutr*. 90, pp. 449–456.
- Lara-Villoslada F, Debras E, Nieto A, Concha A, Galvez J, Lopez-Huertas E, Boza J, Obled C, Xaus J. (2006). Oligosaccharides isolated from goat milk reduce intestinal inflammation in a rat model of dextran sodium sulfate-induced colitis. *Clin. Nutr*. 25, pp. 477–488.
- Lopez-Fandino R, Otte J, Van Camp J. (2006) Physiological, chemical and technological aspects of milk-protein-derived peptides with antihypertensive and ACE-inhibitory activity. *International Dairy Journal*. 16, pp. 1277-1293.
- Lopez - Exposito I ve Recio I. (2006). Antibacterial activity of peptides and folding variants from milk proteins. *Int Dairy J*. 16, pp. 1294 – 1305.
- Martinez-Ferez A, Rudolf S, Guadix A, Henkel CA, Pohlentz G, Boza JJ, Guadiv M, Kunz C. (2006) Goat's milk as a natural source of lactose-derived oligosaccharides: isolation by membrane technology. *Int Dairy J*, 16(2), pp. 173–81.
- Matar C, LeBlanc JG, Martin L, Perdigón G. (2003) Biologically active peptides released in fermented milk: Role and functions. In *Handbook of fermented functional foods*. Functional foods and nutraceuticals series; Farnworth, E.D.; Ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, pp. 177–201.
- Miguel M, Contreras MM, Recio I, Aleixandre A. (2009) ACE-inhibitory and antihypertensive properties of a bovine casein hydrolysate. *Food Chemistry*. 112, pp.211-214.
- Park YW, Mahoney AW, Hendricks DG. (1986) Bioavailability of iron in goat milk compared with cow milk fed anemic rats. *J Dairy Sci* 69,

- pp. 2608 – 2615.
- Park YW. (1994). Hypo - allergenic and therapeutic significance of goat milk . *Small Rumin Res.* 14, pp. 151 – 159.
- Park YW, Haenlein GFW. (2006) Therapeutic and hypo - allergenic values of goat milk and implication of food allergy . In: *Handbook of Milk of Non - Bovine Mammals* . Park YW, Haenlein GFW, eds., Blackwell Publishers. Ames, Iowa, and Oxford, England. pp. 121 – 136.
- Park YW, Juarez M, Ramos M, Haenlein GFW. (2007). Physico - chemical characteristics of goat and sheep milk . *Small Rumin Res.* 68, pp. 88 – 113 .
- Park YW. (2009) Bioactive Components in Goat Milk. In: *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*, Wiley-Blackwell Publication, First Ed, Park YW (Ed.), Georgia, USA. pp. 43-83.
- Pihlanto-Leppala A.(2001) Bioactive peptides derived from bovine whey proteins: Opioid and ACE-inhibitory peptides. *Trend. Food Sci. Technol.* 11, pp. 347–356.
- Playne MJ, Crittendan RG.(2009) Galacto-oligosaccharides and other products derived from lactose. In: *Advanced Dairy Chemistry, Volume 3: Lactose, Water, Salts and Minor Constituents* McSweeney PLH, Fox PF, Springer, New York, pp. 121-201
- Posati LP, Orr ML. (1976). *Composition of foods.* Agric. Handbook No. 8 - 1. ARS, USDA, Washington, D.C.
- Raynal-Ljutovac K, Lagriffoul G, Paccard P, Guillet I, Chilliard Y. (2008) *Composition of goat and sheep milk products: An update.* *Small Ruminant Research.* 79, pp. 57–72.
- Sipola M, Finckenberg P, Vapaatalo H, Pihlanto-Leppälä A, Korhonen H, Korpela R. (2002)  $\alpha$ -Lactorphin and  $\beta$ -lactorphin improve arterial function in spontaneously hypertensive rats. *Life Sci.* 71, pp. 1245–1253.
- Taitz LS, Armitage BL. (1984). Goat ' s milk for infants and children . *Brit Med J*, 288 , pp. 428 – 429.
- Teschemacher H, Brantl V. (1994) Milk protein derived atypical opioid peptides and related compounds with opioid antagonist activity. In *b-Casomorphins and Related Peptides: Recent Developments*, VCH: Weinheim Brantl V, Teschemacher H. (Eds.), pp. 3–17.
- Teschemacher H, Koch G, Brantl V. (1997) Milk protein-derived opioid receptor ligands. *Biopolymers.* 43, pp. 99–117.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) Sayı:13461, Tarih: 13.03.2013 Erişim: (05.11.2013).
- Urashima T, Bubb WA, Messer M, Tsuji Y, Taneda Y. (1994). Studies of the neutral trisaccharides of goat (*Capra hircus*) colostrum and of the one- and two-dimensional <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR spectra of 6'-N-acetylglucosaminylactose. *Carbohydr. Res.* 262, pp. 173–184.
- Urashima T, Murata S, Nakamura T. (1997). Structural determination of monosialyl trisaccharide obtained from caprine colostrum. *Comp. Biochem. Physiol.* 116B, pp. 431–435.
- Weihrauch JL, ve Son YS. (1983). The phospholipid content of foods. *Am Oil Chem Soc* 60(12), pp. 1971-1978.