

Sütün Fonksiyonel Nitelikli Biyoaktif Bileşenleri

Ayla ARSLANER*¹ , Mehmet Ali SALIK¹

¹Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bayburt, Türkiye

Geliş / Received: 31/05/2018, Kabul / Accepted: 17/10/2018

Öz

Süt ve süt ürünleri, bağışıklık sistemini güçlendiren ve insan organizmasında birçok fonksiyonel aktivitenin düzenlenmesinde rol oynayan biyoaktif bileşenlerin için önemli bir kaynaktır. Bunlardan bileşenlerden bazıları; kazein, serum proteinleri, α -Laktoalbumin, β -Laktoglobulin, serum albümini, immünoglobulinler, glikomakropeptitler, laktoferrin, laktoperoksidaz ve lizozim; Dokosaheksaenoik Asit (DHA), Eikosapentaenoik Asit (EPA), Konjüğe Linoleik Asit (KLA), fosfolipitler, steroller, vitaminler ve melatonin gibi bazı lipid bazlı bileşenler; kalsiyum ve fosfor gibi minerallerdir. Bu bileşenlerden biyolojik değeri yüksek olan serum proteinleri ve bu proteinlerin hidrolizi ile elde edilen protein ve peptit fraksiyonları gıdaların besin değerini artırma ve yapısal özelliklerini geliştirmenin yanı sıra, gıdalara fonksiyonellik kazandırma amaçlı da kullanılmaktadır. Ayrıca sütte doğal antimikrobiyal özelliğe sahip olan laktoferrin, laktoperoksidaz ve lizozim gibi maddeler ile antioksidan özelliğe sahip çeşitli yağ asitlerinin, gıda muhafazasında kullanımının tavsiye edildiği araştırma sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu derlemede sütte mevcut bazı biyoaktif bileşenler ve bu bileşenlerin fonksiyonel gıda üretiminde kullanım potansiyelleri ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Süt, Biyoaktif Bileşen, Fonksiyonel Gıda, Katkı Maddesi

Functional Bioactive Components of Milk

Abstract

Milk and dairy products are source of bioactive components that strengthen the immune system and also play a role in the regulation of many functional activities in the human organism. Some of these are casein, serum proteins, α -Lactoalbumin, β -lactoglobulin, serum albumin, immunoglobulins, glycoproteins, lactoferrin, lactoperoxidase and lysozyme; some lipid-based ingredients such as Docosahexaenoic Acid (DHA), Eicosapentaenoic Acid (EPA), Conjugated Linoleic Acid (CLA), phospholipids, sterols, vitamins and melatonin; minerals such as calcium and phosphorus. Serum proteins with high biological value from these components and protein and peptide fractions obtained by hydrolysis from these proteins are also used for enhancing nutritional value and improving the structural properties of foods and for enhancing food quality. In addition, the number of researches that are recommended to use foods such as lactoferrin, lactoperoxidase and lysozyme, which have natural antimicrobial properties in milk, and various fatty acids with antioxidant properties are increasing day by day. In this review, some bioactive components present in milk and their potential use in functional food production are discussed.

Keywords: Milk, bioactive components, functionality, additive

1. Giriş

Gıdalarda çok küçük miktarlarda bulunan biyoaktif bileşenler (Kris-Etherson et al., 2002), diğer gıda bileşenlerine kıyasla daha spesifik fonksiyonlara sahiptir. Bu biyoaktif bileşenler çoğunlukla, gıda eksikliğine dayalı hastalıkların oluşumunu engellemek yerine, hücrel aktivite üzerine etki göstererek hastalığa yakalanma riskini azaltırlar.

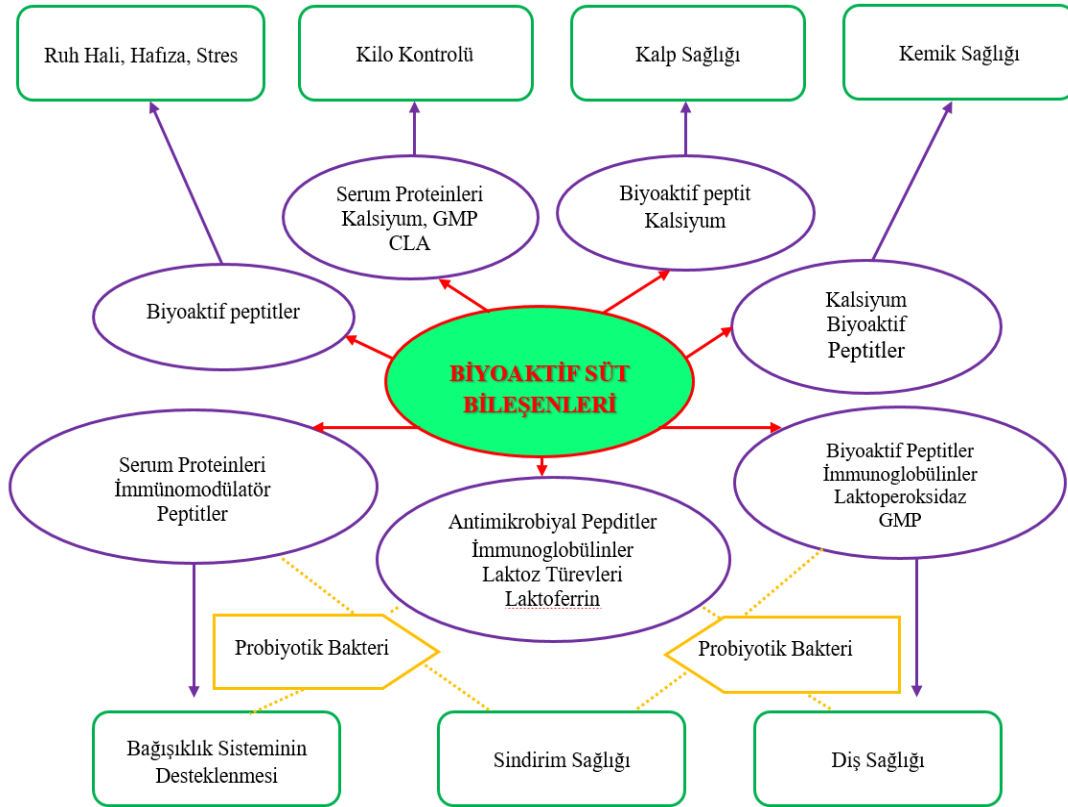
Antioksidan, enzim inhibitör ve indükleyici, reseptör aktivite düzenleyici ve gen ekspresyonu gibi etkilere sahip olan biyoaktif bileşeler, gıdalarda bulunması nedeniyle önem arz etmektedir (Khan et al., 2012). Gıda katkı maddesi kullanımının artan sağlık problemleri ile ilişkilendirilmesi; aynı nedenle tüketicilerin "doğal", "organik", "sentetik katkı maddesi içermeyen gıda tercihi ile

sektörde oluşan talep; araştırmacıları biyoaktif bileşenler ve bu bileşenlerin fonksiyonel gıda üretiminde kullanımını ile ilgili çalışmalara yönlendirmektedir. Süt, tüm memeli hayvanların yeni doğan yavrularının gelişimi için gerekli tüm temel besin maddelerini içermesi yanı sıra, taşıdığı biyoaktif bileşenler nedeniyle bu bakımdan önemli bir kaynaktır.

2. Sütte Doğal Olarak Bulunan Biyoaktif Bileşenler

Son zamanlarda, biyoaktif süt bileşenlerinin fraksiyonlanması ve pazarlanması, süt

endüstrisi ve biyo-sanayi için yeni kârlı bir sektör olarak ortaya çıkmıştır. Bu bileşenlerin birçoğu süt ürünleri ve diğer gıda formülasyonları ile farmasötik ürünler için kullanılmaktadır (Park and Nam, 2015). Biyoaktif süt bileşenleri ve sağlık üzerine olan etkileri Şekil 1'de verilmiştir (Park, 2009). Bu derlemede sütte mevcut önemli biyoaktif bileşenler kaynağına göre sınıflandırılarak, fonksiyonel nitelikleri üzerinde durulmuştur.



Şekil 1. Biyoaktif Süt Bileşenleri ve Sağlık Üzerine Olan Etkileri (Park, 2009).

2.1. Protein Kaynaklı Biyoaktif Bileşenler

Proteinler içerdikleri esansiyel aminoasit grubu ve miktarına bağlı olarak biyolojik aktivitesi değişen temel gıda bileşenleridir. Süt proteinleri, kazein ve serum proteinleri olmak üzere iki temel gruba ayrılmaktadır. Süt proteinleri kaynaklı biyoaktif bileşenlerin inek ve insan sütündeki konsantrasyonları ile biyolojik fonksiyonları Tablo 1'de verilmiştir

(Severin and Wenshui, 2005). Kazein, süt proteinlerinin yaklaşık %80'ini oluşturur. Kazein sütün doğal yapısı içerisinde miseller şeklinde yer almakta ve çeşitli inorganik bileşenlerle (kalsiyum, fosfat, magnezyum gibi) kompleks oluşturmaktadır. Bu nedenle kazein bir fosfoprotein olarak kabul edilmektedir (Fox and McSweeney, 1998). Sadece süte özgü bir protein olan kazein, α -1, α -2, β ve κ -kazein olmak üzere 4 temel

bileşenden oluşmaktadır. Bu protein birbirlerine göre farklılık göstermektedir fraksiyonlarının izoelektrik noktası, molekül (Dagleish, 1989; Dziuba and Dziuba, 2014). ağırlığı ve aminoasit kompozisyonu

Tablo 1. Süt Proteinlerinin Konsantrasyonları ve Biyolojik Fonksiyonları (Severin and Wenshui, 2005).

Protein	Konsantrasyon (g/L)		Fonksiyon
	İnek	İnsan	
Toplam kazeinler	26,0	2,7	İyon taşıyıcı (Ca, PO ₄ , Fe, Zn, Cu), biyoaktif peptitler için prekürsör (öncül) madde
α-kazein	13,0	-	
β-kazein	9,3	-	
κ-kazein	3,3	-	
Toplam serum proteini	6,3	7,3	Retinol taşıyıcı, yağ asitlerini bağlayıcı, antioksidan Meme bezinde laktoz sentezi, Ca taşıyıcı, immunomodulatör, antikanserojen
β-laktoglobulin	3,2	-	
α-laktalbumin	1,2	1,9	
İmmunoglobulinler	0,7	1,3	Bağışıklığı koruyucu
Serum albumini	0,4	0,4	
Laktoferrin	0,1	0,2	
Laktoperoksidaz	0,03	-	Antimikrobiyal, antioksidatif, antioksidan, immunomodulatör, demir bağlayıcı, antikarsinojen
Proteoz-pepton	0,8	-	Antimikrobiyal
Lizozim	0,0004	0,1	Antiviral, enterotoksin bağlayıcı, bifidojenik
Glikomakropeptit	1,2	-	

Tüm gıda proteinleri içerisinde en yüksek besin kalitesine sahip olan peynir altı suyu proteinleri, fonksiyonel gıda bileşenlerinin optimal bir kaynağıdır (Dullius et al., 2018). Serum proteinleri globüler yapıda olup, α-Laktalbumin (%20), β-Laktoglobulin (%50), serum albümini (%10), immünoglobulinler (%10) ve proteoz-peptonlar (%10) ile diğer minör protein fraksiyonlarını (laktoferrin vb.) içermektedir (Aimutis, 2004). Serum proteinleri zengin besin bileşimi ve düşük maliyeti nedeniyle, gıda formülasyonlarında farklı amaçlarla sıklıkla kullanılmaktadır (Yıldız Akgül ve Karaman, 2017). Bunun yanı sıra, beslenme ve sağlık amaçlı olarak; membran filtrasyon, fermentasyon, enzimatik hidroliz gibi çeşitli tekniklerle elde edilen fraksiyonlarının, gıda ve ilaç firmaları tarafından tablet, içecek, kapsül ve toz gibi formlarda üretimi de giderek yaygınlaşmaktadır (Lafarga and Hayes, 2017).

α-Laktalbumin (α-LA):

α -LA, 14.2 kDa büyüklüğünde olup Ca²⁺ bağlayan tek peptit zincirinde 67'si esansiyel olmak üzere 123 amino asit içeren bir proteindir (Gordon and Kalan, 1974; Jovanovic et al., 2005). Serum proteinlerinin yaklaşık %25'ini oluşturan α-LA, meme bezlerinde laktozun biyosentezini teşvik etmektedir (Gür vd., 2010). Anne sütüne yapısal olarak en çok benzeyen protein profiline sahip bu bileşen bazı ülkelerde ticari olarak bebek maması formülasyonlarında kullanılmaktadır (Marshall, 2004). Ayrıca α-LA'nın sporcuların beslenmesinde de büyük bir öneme sahip olduğu, bağışıklık sistemini güçlendirdiği ve bazı kanser türlerinin risklerini de azalttığı rapor edilmiştir (Nongonierma and FitzGerald, 2015). α-LA kaynaklı, α-Laktorfinin, opioid ve ACE* inhibitörü etkisinin bulunduğu bildirilmektedir (Cicero et al. 2017).

β-Laktoglobulin (β-LG):

β-LG ise, 36.6 kDa büyüklüğüne sekonder ve tersiyer yapıya sahip olup 84'ü esansiyel olmak üzere 162 aminoasitten oluşan, globüler bir proteindir (Swaisgood, 1986; Jovanovic et al., 2005). Serum proteinlerinin %50-60'ını oluşturan β-LG, mide asidine ve proteolitik enzimlere karşı dayanıklı olup esansiyel bir aminoasit olan sisteince de zengindir. Bu aminoasit glutatyonun (γ-L-glutamil- L-sisteinilglisin) sentezini teşvik etmektedir (Gür vd., 2010). Bu proteinin, lenfatik yanıtları modüle etme yeteneğine sahip retinoik asit gibi küçük hidrofobik moleküllerin taşıyıcısı olduğu bildirilmiştir (Marshall, 2004).

Serum Albümini (BSA):

Globüler yapıda bir protein olan serum albümini, memelilerde karaciğer tarafından sentezlenmekte olup kan plazmasındaki konsantrasyonu 35-55 mg/ml arasında değişmektedir. Sığır serum albümini 35'i sistein olmak üzere toplam 585 aminoasitten oluşmakta ve yağ asitleri, metaller gibi küçük moleküllü bileşiklerin bağlanmasını ve taşınmasını sağlamaktadır (Barbosa et al., 2010).

İmmüoglobulinler (Ig):

İmmüoglobulinler de globüler yapıda antikorlardır. Bu antikorlar IgA, IgD, IgE, IgG ve IgM şeklinde sınıflandırılmakta olup, bir erişkindeki antikorların yaklaşık %75'ini oluşturmaktadır (Marshall, 2004). İnek sütünde IgA, IgG ve IgM izole edilmiş olup insan sütünde bunlara ilaveten IgE ve IgD tespit edilmiştir (Metin, 2013). Ig'lerin konsantrasyonu kolostrum sütünde normal süte kıyasla daha fazla olup, doğumdan sonraki ilk 24-48 saatte maksimum konsantrasyona ulaşmaktadır. IgG kan ve emzirme yoluyla anneden çocuğa geçerek bebeklerde pasif bağışıklığın taşıyıcısı olarak rol oynamaktadır (Marshall, 2004).

Glikomakropeptit (GMP):

Glikomakropeptit α-LA ve β-LG'den sonra serum proteinleri içinde en fazla bulunan proteindir. Peynir üretimi sırasında rennin enziminin κ-kazein üzerindeki hidrolitik aktivitesi sonucunda oluşan GMP serum proteinlerinin %10-20'sini oluşturmaktadır. GMP yapısında fenilalanin aminoasidi bulundurmadığından fenilketonuri hastaları için elverişli bir proteindir (Marshall, 2004). Roldan et al. (2016), astımlı fare modelinde GMP üzerinde yaptıkları bir araştırmanın sonucunda, GMP uygulamasının alerjik astım gelişimi üzerinde profilaktik (önleyici) etkiye sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Laktoperoksidaz (LP):

Laktoperoksidaz, peyniraltı suyunda bulunan toplam proteinin %0.25-0.5'ini oluşturmakta olup (Marshall, 2004) serum proteinlerinin yaklaşık %1'i kadardır (Metin, 2013). LP, normal membran geçirgenliğini bozan membranlitik aktivitesiyle antimikrobiyal peptit olarak tanımlanmaktadır (Park and Nam, 2015). Bu enzim, hidrojen peroksit (H₂O₂) varlığında tiyosiyanatın (SCN⁻) oksidasyonunu katalizleyerek, antibakteriyel etkiye sahip olan hipotiyosiyanat (OSCN⁻), siyanosülfüroz asit (HO₂SCN) ve siyanosülfürik asit (HO₃SCN) gibi yüksek oksi-asitlerin oluşmasını sağlamaktadır (Madureira et al., 2007).

Laktoferrin:

İnek sütündeki oranı 0,02-0,35 mg/ml arasında değişen ve demir bağlayıcı bir protein olan laktoferrinin antimikrobiyal, antiviral, antifungal etkilerinden bir birçok araştırmada bahsedilmektedir (Madureira et al., 2007; Bruni et al., 2016; Giansanti et al., 2016). Laktoferrinin kemik dokusunu yok eden hücreleri engelleyerek ve kemik ana hücrelerinin gelişimini destekleyerek, kemik gelişimini güçlendirdiği de ifade edilmektedir (Yıldız Akgül ve Karaman, 2017).

Lizozim:

Serum proteinleri arasında yer alan lizozim enzimi, bakteri hücre duvarında bulunan N-asetilmüramik asit ile N-asetilglikozamin arasındaki β -1,4 glikozidik bağı parçalayarak, bakterilerin lize olmasına yol açan antimikrobiyal bir enzimdir (Korhonen, 1977). Laktoferrinle kombinasyonunda bakteriostatik etkisinin daha yüksek olduğu ifade edilen bu enzimin, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium* ve *Listeria monocytogenes* gibi birçok Gram(-) ve Gram(+) organizmalar üzerine öldürücü ya da inhibe edici etkisi olduğu bildirilmektedir (Severin and Wenshui, 2005).

Kazein ve Serum Proteinleri Kaynaklı Biyoaktif Peptitler:

Biyoaktif peptitler vücudun fizyolojik ve metabolik işlevlerini olumlu yönde etkileyen ve insan sağlığı üzerinde nihai faydalı etkilere sahip olabilen spesifik protein parçaları olarak tanımlanmıştır (Kitts and Weiler, 2003; Park and Nam, 2015). Biyoaktif peptitler ana protein dizisi içinde aktif olmayıp, *in vitro* veya *in vivo* şartlarda enzimatik hidroliz ile serbest kaldıklarında aktive olmaktadır (Meisel, 1997). Süt kaynaklı protein fraksiyonlarından izole edilen biyoaktif peptitlerin, nutrasötik uygulamalarda ve farmasötik endüstrisinde oksidatif stresin ve buna bağlı hastalıkların tedavisinde terapötik olarak ciddi bir potansiyel oluşturduğu ifade edilmiştir (Ahmed et al., 2015). Süt kaynaklı biyoaktif peptitlerin opioid (yatıştırıcı, morfin benzeri) etki ve doyumluk hissi oluşturmak suretiyle hafıza, stres ve kilo kontrolüne yardımcı olduğu; Ca bağlama, ACE inhibitörü, antitrombotik, antioksidatif, antimikrobiyal etki ile kalp, kemik ve diş sağlığını koruduğu, sindirim sistemi ve bağışıklığı desteklediği belirtilmiştir (Korhonen and Pihlanto, 2003). Süt protein

kaynaklı bazı biyoaktif peptitler ve biyoaktif nitelikleri Tablo 2’de verilmiştir. Kazein ve serum proteinleri kaynaklı biyoaktif peptitler gastrointestinal proses sırasında açığa çıkabilmektedir (Özer ve Kınık, 2002). Kazein fraksiyonlarının yapısında yer alan, Kasomorfinler (α -, β), kasokininler (α -, β), kasoksin ve kasoplateninler önemli fonksiyonları bulunan biyoaktif peptitlerdir (Tablo 2). β -LG’in kaynaklı, β -Laktorfin, β -laktostatin ve β -laktotensin biyoaktif peptitlerinin opioid, ACE inhibitörü, antilipidemik, antianksiyolitik (kaygı ve korku giderici), anti-tümör ve antimikrobiyal etkilerinin bulunduğu bildirilmiştir (FitzGerald and Meisel, 1999; Hou, 2011; Yoshikawa, 2015). Serum proteinleri içerisinde değerlendirilen Laktoferrin, b-lactoferrisin, b-lactoferrin ve b-laktoferrampin gibi önemli biyoaktif fonksiyonlara sahip peptitlere de kaynaklık etmektedir (Tablo 2). Lacroix et al. (2016), peynir altı suyu proteini hidrolizatlarının, ACE (Angiotensin I-dönüştürücü) ve DPP-IV (dipeptidil-peptidaz IV) enzimlerini inhibe etme yetenekleri aracılığıyla, hem kan basıncını hem de kan şekeri düzeyini iyileştirme potansiyeline sahip olabileceklerini ifade etmişlerdir.

Tablo 2. Süt Proteinleri Kaynaklı Bazı Biyoaktif Peptitler, Kaynakları ve Biyoaktiviteleri (FitzGerald and Meisel, 1999; Hou, 2011; Yoshikawa, 2015).

Biyoaktif peptit	Kaynak Protein	Biyoaktivite	Referans
Kasomorfinler	α -, β -Kazein	Opioid	Teschemacher et al., 1997
Kasoksin	k-Kazein	Opioid	Teschemacher et al.,1997
Kasokininler	α -, β -Kazein	ACE* inhibitörü	FitzGerald et al., 2004
Kasoplatelinler	k-Kazein, transferrin	Antitrombotik	Pihlanto-Leppälä,2001; Park,2009
Fosfopeptitler	α - β -Kazein	Mineral bağlayıcılık	Korhonen, 2009
β -kasofensin	β -Kazein	Bağırsak stresini azaltma	Besette et al. ,2016
α -Laktorfin	α -Laktalbumin	Opioid, ACE* inhibitörü	Cicero et al.,2017
β -Laktorfin	β -Laktoglobulin	Opioid,ACE* inhibitörü	FitzGerald and Meisel,1999
β -laktostatin	β -Laktoglobulin	Antilipidemik,Kolesterol düşürücü	Yoshikawa, 2015
β -laktotensin	β -Laktoglobulin	Kaygı ve korku giderici	Hou, 2011; Egger and Menard, 2017
b-lactoferrisin	Laktoferrin	Anti-tümör, Antimikrobiyal	Bruni et al., 2016; Giansanti et al., 2016
b-lactoferrin	Laktoferrin	Antimikrobiyal	Bruni et al., 2016; Giansanti et al., 2016
b-laktoferrampin	Laktoferrin	Antimikrobiyal	Bruni et al., 2016; Giansanti et al., 2016

*: Angiotensin I-dönüştürücü enzim (ACE) inhibitörü.

2.2. Lipit Kaynaklı Biyoaktif Bileşenler

Süt yağı fizyolojik değeri yüksek yağ asitlerini bünyesinde bulundurması, sindirim kabiliyetinin yüksek olması, A-D-E-K vitaminlerini içermesi gibi nedenlerle beslenme fizyolojisi açısından önemli bir besin maddesidir (Yerlikaya ve Karagözlü, 2008). Bileşiminde, fonksiyonel özellikleri yüksek çok sayıda biyolojik aktif madde bulunmaktadır. Bunlar, fosfolipitler, çoklu doymamış yağ asitleri, 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 (Telli ve Doğruer, 2014). Bu bileşenler, esansiyel besin olarak tanımlanmamasına rağmen, sütteki yapı ve kompozisyonlarına bağlı olarak bağırsakta antienflamatuvar, antibakteriyel ve antiviral ajanlar olarak önemli işlevleri bulunan ve yeni doğanlarda retinanın ve beynin gelişimini destekleyen biyoaktif besin bileşenleridir (German and

Dillard, 2006). Aşağıda süt yağı kaynaklı biyoaktif bileşenlere değinilmiştir.

Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (ÇDYA):

Birden fazla çift bağ içeren yağ asitleri ÇDYA olarak isimlendirilir. Bu yağ asitlerinin en önemlileri sırası ile linoleik asit (LA); [C18:2 (n-6 omega)], α -linolenik asit (α -LN); [C18:3 (n-3 omega)], araşidonik asit (AA); [C20:4 (n-6 omega)], eikosapentaenoik asit (EPA); [C20:5 (n-3 omega)] ve dokosaheksaenoik asit (DHA); [C22:6 (n-3 omega)] dir (Çakmakçı ve Tahmas-Kahyaoğlu, 2012). Çoklu doymamış yağ asitlerinden Linoleik, Linolenik ve Araşidonik yağ asitleri insan organizması tarafından sentezlenemeyen esansiyel yağ asitleridir. Bundan dolayı da temel yağ asitleri olarak bilinmektedir (Benito et al., 2006). Dolayısıyla bu yağ asitlerinin başta süt ve süt ürünleri olmak üzere çeşitli gıdalarla (balık, ceviz, badem gibi) alınması gerekmektedir. Bu yağ asitlerinin kanser, felç, antienflamatuvar bozukluklar ve kalp-damar hastalıklarını içine alan hastalıkları önlemede anahtar rol oynadıkları bildirilmektedir (Çakmakçı ve Tahmas-Kahyaoğlu, 2012). EPA ve DHA omega-3 yağ asidi grubunda

olup insan beyindeki hücrelerin yenilenmesine yardım ederek beyin ve retina hücrelerinin çoğalmasını sağladığı yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (German and Dillard, 2006; Canbulat ve Özcan, 2008). Konjuge linoleik asit (KLA), esansiyel bir yağ asidi olan linoleik asidin (cis-9, cis-12, octadekadienoik asit) konjuge izomeridir. KLA süt ve süt ürünlerinde bulunmakta olup miktarı sütte 0.46-1.78g/100g, tereyağında 0.63-2.02 g/100g, yoğurtta 0.43-1.12 g/100g ve peynirde 0.50-1.70g/100g arasında değişmektedir (Seçkin ve Baladura, 2011). KLA'nın kanser oluşumunu engelleyici, mutasyon oluşumunu engelleyici, damar içi plak oluşumunu önleyici, bağışıklık sistemini destekleyici, vücutta yağ birikimini ve obeziteyi önleyici etkilerinin bulunduğu bildirilmiştir (Bruen et al., 2017; Lordan and Zabatakis, 2017).

Konjuge linoleik asidin bağışıklık sistemi üzerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada fareler iki farklı oranda (%0,5, %1) KLA ile beslenmiştir. Araştırma sonucunda %1 oranında KLA ile beslenen farelerde immunoglobulin A, immunoglobulin G ve immunoglobulin M konsantrasyonları yüksek tespit edilmiş olup, immunoglobulin E seviyesinin ise azaldığı görülmüştür. Ayrıca araştırmada elde edilen sonuçlar, KLA'nın gıda kaynaklı alerjik reaksiyonları hafiflettiği görüşünü de desteklemektedir (Sugano et al., 1998).

Fosfolipitler:

Fosfodigliseritler (lesitin, sefalin ve fosfatidilserin) ve sfingolipoidler (sfingomiyelin, serebrozitler) olmak üzere iki grupta incelenen karışık lipitlerdir. Yemlemeye ve mevsime bağlı olarak sütteki miktarı 20-50 mg/100 ml arasında değişen fosfolipitler, esansiyel bir bileşen olup; kemik, beyin, sinir dokusu, kalp kasları ve karaciğerin ana bileşenlerini oluşturmaktadır (Metin, 2013). Bu bileşenler metabolitler, iyonlar, hormonlar, antikolar ve diğer

hücrelerin alışverişini sağlayarak hücre membran fonksiyonunu da yürütmektedir (Park, 2009; Telli ve Doğruer, 2014). Fosfolipitlerin mide ülserasyonuna karşı koruyucu etkilerinin olduğu bildirilmiştir (German and Dillard, 2006). İnflamasyon, aterosklerozun karakteristik özelliğidir. Sfingomiyelin diyeti uygulanan farelerde inflamasyon ve kolon kanseri gelişiminin azaldığı bildirilmiştir (Babahosseini et al., 2012).

Steroidler:

Sütün en önemli sterolu olan kolesterolün, sütteki oranının 15mg/100ml olduğu bildirilmektedir (Metin, 2013). Kolesterol bağırsaklarda yağ emilimini düzenler. Hücre zarı ve sinir hücrelerinin ana bileşenidir. D vitamini, cinsiyet hormonları ve renal korteks steroid hormonlarının öncüsüdür. Schoknecht et al. (1994), tarafından yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre; yemlerine kolesterol takviyesi yapılan deney hayvanlarının kontrol guruba göre daha hızlı büyüdükleri tespit edilmiştir.

Melatonin:

Melatonin, epifizden foto periyoda bağlı olarak sentezlenen bir nörohormondur. Bu hormon suda ve lipitlerde kolayca çözünmekte olup kan-beyin bariyerini ve hücre membranlarını kolaylıkla geçmektedir. Melatonin, hücresel yapıların oksidatif zarardan korunmasını sağlayarak süt kalitesi üzerinde pozitif etkiye sahip olabilmektedir. Ayrıca bu hormonun keçilerde süt verimini ve süt yağ oranını artırdığı da yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Çınar vd., 2011).

2.3. Mineral, Vitamin ve Antioksidanlar

Bebekler ve çocukların süt ve süt ürünlerinden Ca kaynağı olarak faydalanması düzenli kemik kitlesi gelişimi ve osteoporozun engellenmesi açısından son derece önemlidir. Ca'un kalın bağırsak kanserinden ölümler ve bu hastalığın toplumda görülme sıklığı

üzerinde negatif etkileri olduğu, bunun yanı sıra kalp kası aktivitesi, kan basıncının düzenlenmesindeki işlevi ile koroner kalp hastalıkları, inmeyi ve böbrek yetmezliğini önleyici etkisinden bahsedilmektedir (Maijala, 2000). Yapılan bir araştırmada, obez bireylerde enerji kısıtlı diyet esnasında yüksek oranda süt ürünleri tüketimi ve Ca alımının kilo ve yağ kaybını hızlandırdığı, süt ürünleri tüketiminin kilo kontrolünde daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Zemel et al., 2004). Süt pek çok vitamin, mineral ve antioksidan özellik gösteren bileşenleri yapısında bulundurmaktadır (Yerlikaya ve Karagözlü, 2008). A, D, E ve K vitaminleri süt yağı ile ilişkili olup sütün yapısında bulunmaktadır. Süt içerisindeki süt yağı miktarı azaldıkça yağda eriyen vitaminlerin miktarı da azalmaktadır. Günlük diyetimizde yer alan süt ve süt ürünleri kalsiyum bakımından zengin olmakla birlikte, fosfor ve magnezyum (Nergiz Ünal ve Besler, 2008), B2 vitamini (riboflavin), B12 vitamini, A vitamini, tiamin, niasin, olmak üzere birçok besin ögesi için de önemli kaynaklardır. Özellikle çocuklar başta olmak üzere tüm yaş gruplarında bu ürünlerin tüketilmesi önerilmektedir (Maijala, 2000). Sütteki en önemli antioksidanlar selenyum, A ve E vitaminleridir (Yerlikaya ve Karagözlü, 2008).

3. Sonuç ve Tartışma

Son yıllarda, sentetik gıda katkı maddelerine duyulan şüphe, sağlıklı ve doğal besinlere olan talep artışı ile birlikte fonksiyonel gıda sektörüne ilgiyi artırmıştır. Süt zengin bileşimi ile her yaşta birey için temel gıda maddesi olarak nitelendirilmekle birlikte; biyoaktif bileşenler bakımından da ciddi bir kaynaktır. Süt kökenli biyoaktif bileşenlerin sağlık üzerine olan fonksiyonel etkilerinin bilimsel olarak açıklanması, fonksiyonel gıda sektörü ve araştırmacılar için dikkat çekicidir. Sağlık ve beslenme uzmanları, hastalıklardan korunma ve tedavide yardımcı olarak kullanılan gıda bileşenlerinin, öncelikle besin kaynaklarından yeterince alınması konusunda

tavsiyede bulunmaktadır. Bu nedenle, birçok biyoaktif bileşenin kaynağı olan süt ve süt ürünleri, başta bebek ve çocuklar olmak üzere her yaşta bireyin diyetinde yeterli miktarda bulunması gereken gıda maddeleridir.

4. Kaynaklar

- Ahmed, A.S., El-Bassiony, T., Elmalt, L.M., Ibrahim, H.R. 2015. Identification of Potent Antioxidant Bioactive Peptides from Goat Milk Proteins, *Food Res.Int.*, 74, 80-88.
- Aimutis, R.W. 2004. Bioactive Properties of Milk Proteins with Particular Focus on Anticariogenesis, *J. Nutr.*, 20, 989-995.
- Babahosseini, H., Roberts, P.C., Schmelz, E.V., Agah, M. 2012. Roles of Bioactive Sphingolipid Metabolites in Ovarian Cancer Cell Biomechanics, 34th Annual International Conference of the IEEE EMBS San Diego, California USA, 28 August-1 September, Pages: 2436-2439.
- Barbosa, L.R.S., Ortore, M.G., Spinozzi, F., Mariani, P., Bernstorff, S., Itri, R. 2010. The Importance of Protein-Protein Interactions on Thep H-Induced Conformational Changes of Bovine Serum Albumin: A Small-Angle X-Ray Scattering Study, *Biophys. J.*, 98, 147-157.
- Benito, P., Caballero, J., Moreno, J., Alcantara, C.G., Munoz, C., Rojo, G., Garcia, S., Soriguer, F.C. 2006. Effects of Milk Enriched with ω -3 Fatty Acid, Oleic Acid and Folic Acid in Patients with Metabolic Syndrome, *Clin. Nutr.*, 25, 581-587.
- Bessette, C., Henry, G., Sekkal, S., Benoit, B., Bruno, J., Meugnier, E. 2016. Oral Administration of a Casein Matrix Containing β -casofensin Protects the Intestinal Barrier in Two Preclinical

- Models of Gut Diseases. *J. Funct. Foods*, 27, 223-235.
- Bruen, R., Fitzsimons, S., Belton, O. 2017. Atheroprotective Effects of Conjugated Linoleic Acid, *Br. J. Clin. Pharmacol.*, 83, 46-53. <https://doi.org/10.1111/bcp.12948>.
- Bruni, N., Capucchio, M.T., Biasibetti, E., Pessione, E., Cirrincione, S., Giraud, L., Corona, A., Dosio, F. 2016. Antimicrobial Activity of Lactoferrin-Related Peptides and Applications in Human and Veterinary Medicine, *Molecules*, 21(6), 752.
- Canbulat, Z., Özcan, T. 2008. Süt Ürünlerinin Eikosapentaenoik Asit (EPA) ve Dokosaheksaenoik Asit (DHA) ile Zenginleştirilmesi, Türkiye 10. Gıda Kongresi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 713-716.
- Cicero, A.F, Fogacci, F., Colletti, A. 2017. Potential Role of Bioactive Peptides in Prevention and Treatment of Chronic Diseases: A Narrative Review. *Br. J. Pharmacol.*, 174, 1378-1394.
- Çakmakçı, S., Tahmas Kahyaoğlu, D. 2012. Yağ Asitlerinin Sağlık ve Beslenme Üzerine Etkileri, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(2),133-137.
- Çınar, M., Serbester, U., Ceyhan, A. 2011. Melatonin Biyosentezi ve Süt Keçisi Yetiştiriciliğinde Eksojen Kullanımının Üreme Performansı ile Süt Kalitesi Üzerine Etkisi, *TÜBAV Bilim Dergisi*, 4(2), 92-96.
- Dagleish, D.G. 1989. Milk Proteins-Chemistry and Physics, In *Food Proteins*, (Oil Chem. Soc. Champaign), USA, 155-178.
- Dullius, A., Goettertb, M.I., de Souzaa, C.V.F. 2018. Whey Protein Hydrolysates as A Source of Bioactive Peptides for Functional Foods–Biotechnological Facilitation of Industrial Scale-Up, *J. Funct. Foods*, 42, 58–74.
- Dziuba, B., Dziuba, M. 2014. Milk Proteins-Derived Bioactive Peptides in Dairy Products: Molecular, Biological and Methodological Aspects, *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 13(1), 5-25.
- Egger, L. and Me´nard, O. 2017. Update On Bioactive Peptides After Milk and Cheese Digestion, *Curr. Opin. Food Sci.*,14, 116–121.
- FitzGerald, R.J., Meisel, H. 1999. Lactokinins: Whey Protein-Derived ACE Inhibitory Peptides, *Nahrung*, 43 (3), 165-167.
- FitzGerald, R.J., Murray, B.A., Walsh, D.J. 2004. The Emerging Role of Dairy Proteins and Bioactive Peptides in Nutrition and Health: Hypotensive Peptides from Milk Proteins *J. Nutr.* 134, 980-988.
- Fox, P.H., McSweeney, P.L.H. 1998. *Dairy Chemistry and Biochemistry*, (Blackie Academic&Professional), Department of Food Chemistry University College Cork, An Imprint of Chapman Hall, Ireland, 478.
- German, J.B., Dillard, C.J. 2006. Composition, Structure and Absorption of Milk Lipids: A Source of Energy, Fat-Soluble Nutrients and Bioactive Molecules, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 46, 57-92.
- Giansanti, F., Panella, G., Leboffe, L., Antonini, G. (2016). Lactoferrin from Milk: Nutraceutical and Pharmacological Properties, *Pharmaceuticals*, 9(4), 61.
- Gordon, W.G., Kalan, E.B. 1974. Proteins of Milk in *Fundamentals of Dairy*

- Chemistry 2nd. ed., The AVI Publishing company, Inc. Westport, Connecticut, 87-124.
- Gür, F., Güzel, M., Öncül, N., Yıldırım, Z., Yıldırım, M. 2010. Süt Serum Proteinleri ve Türevlerinin Biyolojik ve Fizyolojik Aktiviteleri, *Akademik Gıda*, 8(1), 23-31.
- Hou, I.C, Suzuki, C., Kanegawa, N., Oda, A., Yamada, A., Yoshikawa, M. 2011. Beta-Lactotensin Derived from Bovine Beta-lactoglobulin Exhibits Anxiolytic-like Activity As an Agonist for Neurotensin NTS (2) Receptor Via Activation of Dopamine D(1) Receptor in Mice , *J. Neurochem.*, 119, 785-790.
- Jovanovic, S., Barac, M., Macej, O. 2005. Whey Proteins Properties and Possibility of Application, *Mljekarsivo*, 55(3), 215-233.
- Khan, N., Monagas, M., Urpi-sarda, M., Llorach, R., Andres-Lacueva, C. 2012. 2Contribution of Bioactive Foods and Their Emerging Role in Immunomodulation, Inflammation and Arthritis, *Bioactive Food as Dietary Interventions for Arthritis and Related Inflammatory Diseases*, Academic Press, London, England, 43-65.
- Kınık, Ö., Gürsoy O. 2002. Süt Proteinleri Kaynaklı Biyoaktif Peptitler, *Pamukkale Univ. Muh. Bilim Derg.*, 8 (2), 195-203.
- Kitts, D.D., Weiler, K. 2003. Bioactive Proteins and Peptides from Food Sources. Applications of Bioprocesses Used in Isolation and Recovery, *Curr. Pharm. Des.*, 9, 1309-1323.
- Korhonen, H. 1977. Antimicrobial Factors in Bovine Colostrum, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 49, 434-447.
- Korhonen, H., Pihlanto, A. 2003. Bioactive Peptides: New Challenges and Opportunities for The Dairy Industry, *Aus. J. Dairy Technol.*, 58, 129-134.
- Korhonen, H., Pihlanto, A. 2009. Milk-derived Bioactive Peptides: From Science to Applications, *J. Funct. Foods*, 1 (2), 177-187.
- Kris-Etherson, P.M., Hecker, K.D., Bonanome, A., Coval, S.M., Binkoski, A.E., Hilpert, K.F., Griel, A.E., Etherton, T.D. 2002. Bioactive Compounds in Foods: Their Role in The Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer, *Am. J. Med.*, 113, 71-83.
- Lacroix I.M.E., Meng G., Cheung I.W.Y., Li-Chan E.C.Y. (2016). Do Whey Protein-Derived Peptides Have Dual Dipeptidyl-Peptidase IV and Angiotensin I-Converting Enzyme Inhibitory Activities? *J. Funct. Foods*, 21,87-96.
- Lafarga, T., Hayes, H. (2017). Bioactive Protein Hydrolysates in The Functional Food Ingredient Industry: Overcoming Current Challenges, *Food Rev. Int.*, 33(3), 217-246.
- Lordan, R., Zabetakis, I. 2017. Invited review: The Anti-inflammatory Properties of Dairy Lipids, *J. Dairy Sci.*, 100 (6),4197-4212.
- Madureira, A.R., Pereira, C.I., Gomes, A.M.P., Pintado, M.E., Malcata, F.X. 2007. Bovine Whey Proteins-Overview on Their Main Biological Properties, *Food Res. Int.*, 40, 1197-1211.
- Maijala, K. 2000. Cow Milk and Human Development and Well-Being, *Livest. Prod. Sci.*, 65, 1-18.
- Marshall, K. 2004. Therapeutic Applications of Whey Protein, *Altern. Med. Rev.*, 9(2),136-156.

- Meisel, H. 1997. Biochemical Properties of Regulatory Peptides Derived from Milk Proteins, *Biopolymers*, 43, 119-128.
- Metin, M. 2013. Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi 12. Baskı, (Ege Üniversitesi Basım Evi), Bornova, İzmir, 802.
- Nergiz Ünal, R., Besler, H.T. 2008. Beslenmede Sütün Önemi T.C Sağlık Bakanlığı Yayını, (Klasmat Matbaacılık), Ankara, 37.
- Nongonierma, A.B., FitzGerald, R.J. 2015. Bioactive Properties of Milk Proteins in Humans: A review, *Peptides*, 73, 20-34.
- Park, Y.W. 2009. Overview of Bioactive Components in Milk and Dairy Products. *Bioactive Components in Milk and Dairy Products*, (Wiley-Blackwell Publishers), Ames, Iowa and Oxford, England. pp. 3-14.
- Park, Y.W., M.S. Nam. 2015. Bioactive Peptides in Milk and Dairy Products: A review, *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.*, 35(6), 831-840.
- Pihlanto- Leppälä, A. 2001. Bioactive Peptides Derived from Bovine Whey Proteins: Opioid and Ace-Inhibitory Peptides, *Trends in Food Sci. and Technol.* 11: 347-356.
- Roldan, N.R, Jimenez, M., Cervantes-Garcia, D., Marin, E., Salinas, E. 2016. Glycomacropptide Administration Attenuates Airway Inflammation and Remodeling Associated to Allergic Asthma in Ra, *Inflamm. Res.*, 65, 273-283.
- Seçkin, K.A., Baladura, E. 2011. Süt ve Süt Ürünlerinin Fonksiyonel Özellikleri, *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 27-38.
- Severin., S., Wenshui, X. 2005. Milk Biologically Active Components as Nutraceuticals: Review, *Cri. Rev. Food Sci. Nutr.*, 45, 645-656.
- Schoknecht, P.A., Ebner, S., Pond, W.G., Zhang, S., McWhinney V., Wong, W.W., Klein, P.D., Dudley, M., Goddard-Finegold, J., Mersmann, H.J., 1994. Dietary Cholesterol Supplementation Improves Growth and Behavioral Response of Pigs Selected for Genetically High and Low Serum Cholesterol, *J. Nutr.*, 124(2), 305-314.
- Sugano, M., Tsujita, A., Yamasaki, M., Noguchi, M., Yamada, K. 1998. Conjugated Linoleic Acid Modulates Tissue Levels of Chemical Mediators and Immunoglobulins in Rats, *Lipids*, 33(5), 521-527.
- Swaisgood, H.E. 1986. *Chemistry of Milk Protein in Developments, Dairy Chemistry* 1st ed, (Elsevier Applied Science Publishers Ltd), London and New York, 1-60.
- Telli, A.E., Doğruer, Y. 2014. Keçi Sütünde Biyoaktif Bileşenler, *Anim. Health Prod and Hyg.*, 3(1), 264- 271.
- Teschemacher, H., Koch, G., Brantl V. 1997. Milk Protein-Derived Opioid Receptor Ligands, *Biopolymers*, 43(2), 99-117.
- Yerlikaya, O., Karagözlü, C. 2008. İnsan Beslenmesinde İnek Sütü. (Türkiye 10. Gıda Kongresi), Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 805-808.
- Yıldız Akgül, F., Karaman, A.D. 2017. Süt Ürünlerinde Serum Protein İzolatı Kullanımı *ADÜ Ziraat Dergisi*, 14(1), 95-99.
- Yoshikawa, M. 2015. Bioactive Peptides Derived from Natural Proteins with Respect to Diversity of Their Receptors and Physiological Effects, *Peptides*, 72, 208-225.

Zemel, M.B., Thompson, W., Milstead, A.,
Morris K., Campbell, P. 2004. Calcium
and Dairy Acceleration of Weight and
Fat Loss during Energy Restriction in
Obese Adults, *Obesity Research*, 12(4),
582-590.