



# Gıdaların Tekstürel Özelliklerinin Geliştirilmesinde Peynir Altı Suyu Protein Katkılarının Fonksiyonel Etkileri

Tülay Özcan<sup>1\*</sup>, Berrak Delikanlı

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa

\*e-posta: tulayozcan@uludag.edu.tr; Tel: 0 224 2941498; Faks: 0 224 2941402

Geliş Tarihi: 26.01.2011, Kabul Tarihi: 15.03.2011

**Özet:** Canlının büyümesi ve gelişmesi için başta gelen besinlerden biri olan sütün fonksiyonel özelliği büyük ölçüde bileşimini oluşturan süt proteinlerinden kaynaklanmaktadır. Yüksek besin değerine sahip peynir altı suyu proteinlerinin gıdaların tekstürel özelliklerinin geliştirilmesinde; kıvam artırma, jel oluşumunu güçlendirme, emülsiyon oluşturma, su tutma ve serum ayrılmasını engelleme gibi fonksiyonel özellikleri bulunmaktadır. Peynir altı suyunun çeşitli yöntemlerle izolasyonu ve konsantrasyon edilmesi sonucunda peynir altı suyu protein konsantratları, izolatları, hidrolizatları vb. peynir altı suyu protein ürünleri elde edilmektedir. Günümüzde, unlu gıdalar, et ve süt ürünleri, çikolata ve şekerleme gibi gıda sanayiinde tekstür ve duysal özellikler üzerindeki fonksiyonel etkileri ile peynir altı suyu proteinlerinin kullanımı giderek artmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Peynir altı suyu proteini, gıdaların tekstürel özellikleri, gıdaların fonksiyonel özellikleri

## The Functional Effects Of Whey Protein Additives For Improvement Of Textural Properties Of Foods

**Abstract:** Milk is one of the major nutrients for growth and its functional properties are mainly due to protein content. In addition to high nutritional value whey proteins have several functional properties on textural characteristics of foods such as improving consistency, strengthening gel structure, preventing of whey separation as well as enhancing emulsion stability and water binding capacity. Whey protein isolates, concentrates, hydrolysates, etc. are whey by-products obtained by concentrating and isolating these whey components through various procedures. Currently, the usage of whey proteins in bakery, meat and dairy, chocolate and confectionary industries are significant with their functional impact on flavor, texture and aroma properties.

**Key Words:** Whey protein, textural properties of foods, functional properties of foods

### Giriş

Beslenme denildiği zaman büyüme, yaşamın sürdürülmesi ve sağlığın korunması için besinlerin kullanılması akla gelmektedir. İnsan sağlığı üzerinde kalıtım ve çevre koşulları

gibi birçok faktör etkili olmakla birlikte beslenme şekli ve gıda tercihleri de vücut direncini değiştirerek çeşitli hastalıklara yakalanma olasılığını artırmakta ve hastalıkların daha ağır seyretmesine neden olmaktadır (Canbulat ve Özcan, 2007).

Son yıllarda, tüm dünyada görülen sağlık problemleri nedeniyle tüketicilerin beslenme alışkanlıklarını etkileyen, bilimsel olarak sağlık üzerine etkileri kanıtlanarak onaylanan fonksiyonel gıdalara olan eğilim her geçen gün artmaktadır. Temel besleyici özellikleri dışında, sağlığa yarar sağlayabilen gıdalara “fonksiyonel gıdalar” denilmektedir. Bunlar günlük diyet ile gıda formunda tüketilen, sentetik bileşen içermeyen, besleyici etkisinin yanında, değişik etkenlerle hastalık oluşma riskini azaltan ve iyi hali geliştirici özelliklere sahip gıdalar olarak da tanımlanmaktadır (Roberfroid, 2000; Anonymous, 2004; Normen ve ark., 2007).

Canlının büyümesi ve gelişmesi için başta gelen fonksiyonel besinlerden biri olan süt, kendine özgü bileşimiyle beslenmenin ve gelişmenin bütün faktörlerini yani protein, yağ, karbonhidrat ve enzimler, vitaminler, mineraller ve antikorlar gibi diğer biyoaktif bileşenleri dengeli bir şekilde ve yeterli miktarda içeren tek besin maddesidir (Black ve ark., 2002; Fosset ve Tomea, 2002; Kurdal ve ark., 2011).

Süt ürünlerinin fonksiyonel özellikleri büyük ölçüde bileşimini oluşturan süt proteinlerinden ve bunların özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Proteinler insanların büyüme ve gelişmeleri için gerekli olan temel maddelerin başında gelmektedir. En iyi protein kaynaklarından birisi olan süt, ortalama %3.4-3.8 oranında protein içermektedir. Kimyasal, fiziksel özellikleri ve biyolojik işlevlerine göre sınıflandırılabilen süt proteinlerinin; önemli bir kısmını kazein ve peynir altı suyu proteinleri oluşturmaktadır. Sütün başlıca proteini kazein, sütteki proteinlerin yaklaşık olarak %80' ini, peynir altı suyu proteinleri ise sütteki proteinlerin yaklaşık olarak %20'sini oluşturmaktadır (Bylund, 2003; Fox ve Kelly, 2004).

Peynir altı suyu, peynir ya da kazein üretiminde kazeinin çöktürülmesi sonucu elde edilen yarı saydam, yeşilimsi-sarı renkte bir sıvı protein kaynağı olarak tanımlanmaktadır (Neall, 2002; Jelcic ve ark., 2008, Akpınar-Bayizit ve ark. 2009).

**Peynir altı suyu proteinleri**, her biri farklı moleküler ağırlıkta ve farklı biyolojik aktiviteye sahip olan majör ve minör proteinlerden oluşmaktadır. Majör peynir altı suyu proteinleri;  $\beta$ - laktoglobülin,  $\alpha$ - laktalbümin, serum albümin, immünglobülinler ve glikomakropeptidlerdir. Minör peynir altı suyu proteinleri ise, laktoperoksidaz, laktoferrin, mikroglobülin, lizozim, insülin-benzeri büyüme faktörü,  $\gamma$ - globülinler ve diğer birkaç küçük proteinlerden oluşmaktadır (Çizelge 1) (Pihlanto ve Korhonen, 2003; Fitzsimons ve ark., 2007).

Yüksek besin değerine ve fonksiyonel özelliklere sahip olan peynir altı suyu proteinleri; sporcu beslenmesinde ve özel beslenme amaçlı gıda ve içeceklerde, bebek mamalarında ve gıda sanayinde çeşitli amaçlar için katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Peynir altı suyu proteinlerinin kıvam artırma, jel oluşumunu güçlendirme, emülsiyon oluşturma, su tutma ve serum ayrılmasını engelleme gibi fonksiyonel özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Bu yönüyle peynir altı suyu proteinleri birçok gıda ürününde duyuşal ve tekstürel özellikleri iyileştirmek ve dayanıklılığı arttırmak amacıyla kullanılmaktadır (Mleko ve Gustaw, 2002; Herceg ve Lelas, 2005).

**Çizelge 1.** Peynir altı suyu proteinlerinin bileşimi (De Witt, 1998)

| Bileşim                 | Konsantrasyon (g/L süt) |
|-------------------------|-------------------------|
| $\beta$ – laktoglobülin | 3.2                     |
| $\alpha$ – laktalbümin  | 1.2                     |
| Serum albümin           | 0.4                     |
| Laktoferrin             | 0.2                     |
| Laktoperoksidaz         | 0.03                    |
| Proteaz – pepton        | $\geq 1$                |

## 2. Peynir Altı Suyu Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri

Proteinlerin fonksiyonel özelliklerini ortaya çıkaran faktörler onların taşıdığı bazı fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bunlar sırasıyla proteinlerin boyutları, şekilleri, aminoasit kompozisyonu ve dizilimi, yük dağılımı, hidrofobite/hidrofilite oranı, sekonder, tersiyer ve kuarterner yapıları, moleküllerin esneklik/sertlik durumu ve diğer moleküllerle interaksiyon yeteneğinden oluşmaktadır (Kinsella, 1984; Hanmoungjai ve ark., 2002). Gıdaların işlenmesi sırasında uygulanan farklı teknolojik işlemlerin proteinlerin yapı ve fonksiyonel özelliklerini değiştirebileceği bilinmektedir (Zhu ve Damodaran, 1994). Örneğin; pastörizasyon protein globüllerinin çözünmesine neden olmakta, denatürasyon ise, proteinlerin esnekliğini ve hidrofobik etkileşimlerini artırmaktadır (Aguilera, 1995).

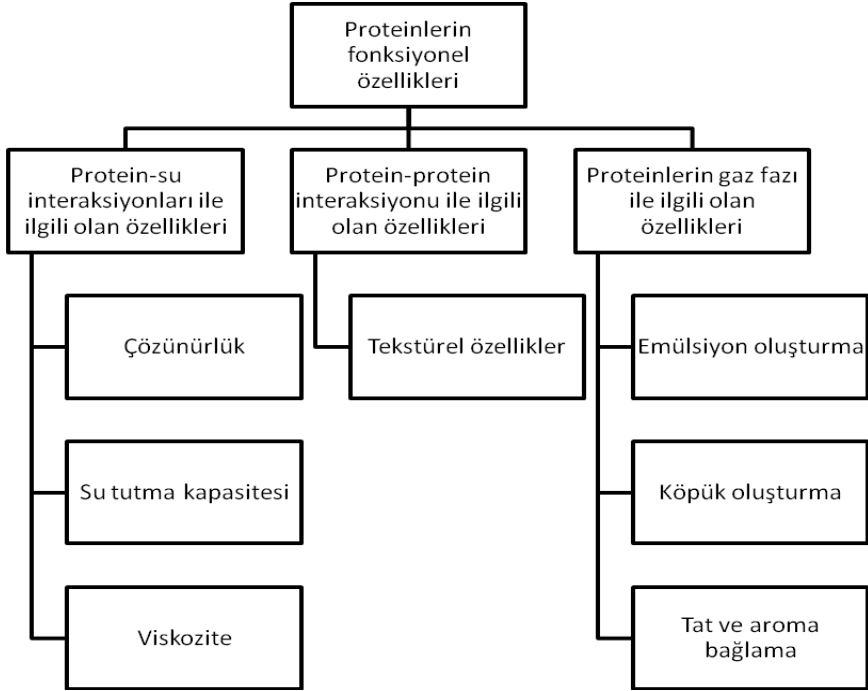
Süt proteinlerinin fonksiyonel özellikleri beslenme dışında yapı, görünüş, tekstür ve viskozite gibi karakteristik özellikleri ile de tanımlanmaktadır (Singh, 2002). Süt proteinleri, gıda sanayinde fonksiyonel özellikleri doğrultusunda farklı gıda formülasyonlarında emülsiyon oluşturma, köpük oluşturma ve hacim arttırma, jel yapısını geliştirme, kıvam arttırma ve yağ ikamesi olarak kullanılmaktadır (Çizelge 2) (Harjinder ve Aiqian, 2008; Nicorescu ve ark., 2008). Örneğin; süt ve ürünleri çeşitli formlarda (peynir altı suyu tozu, peynir altı suyu protein konsantratu vb.), fırıncılık ürünlerinin besin değerini geliştirmek ve gluten içermeyen ekmek formülasyonlarında ise su absorpsiyonunu arttırmak amacıyla kullanılmaktadır (Gallagher ve ark., 2004).

**Çizelge 2.** Peynir altı suyu bileşenlerinin fonksiyonları ve gıdalarda kullanımı (Barth ve Behnke, 1997; Demirci ve ark., 2000).

| Peynir Altı Suyu Bileşenlerinin Fonksiyonel Etkileri | Kullanıldıkları Gıdalar  |
|--|--|
| Proteince zenginleştirme                             | Diyet gıdalar, Sürülebilir gıdalar, Fırın ürünleri, Gazlı içecekler, Sporcu gıdaları, Süt ürünleri |
| Aminoasit içeriğini arttırma                         | Bebek mamalarının hazırlanması<br>Bitkisel kaynaklı gıdaların zenginleştirilmesi                   |
| Çözünürlüğü arttırma                                 | Gazlı içecekler  |
| Su absorpsiyonu sağlama                              | Sosis ve salam, Ekmek ve kek üretimi   |
| Viskoziteyi geliştirme                               | Hazır çorbalar, Salça  |
| Elastikiyet sağlama                                  | Et ürünleri, Fırın ürünleri  |
| Emülsifiye etme                                      | Dondurma, Hazır çorba, Salça, Et ürünleri, Mayonez üretimi   |
| Şekil oluşturma ve geliştirme                        | Fırın ürünleri, Tatlılar   |
| Jel oluşturma  | Fırın ürünleri, Tatlılar, Et ürünleri, Quark, Cheddar ve Ricotta peynirleri                        |
| Stabilizasyonu sağlama                               | Hazır çorba, Süt ürünleri, Mayonez benzeri ürünler   |

Bebek mamalarında demineralize peynir altı suyu protein tozu, peynir altı suyu protein konsantratları, peynir altı suyu protein izolatları ve peynir altı suyu proteinlerinden elde edilen biyoktif peptidlerin kullanımı önerilmektedir. Peynir altı suyu protein tozu, konsantratları, izolatları ve hidrolizatları kullanılarak çeşitli diyet gıdalarda üretilmektedir (Pihlonta- Leppala, 2001). Ancak; peynir altı suyunun yüksek konsantrasyonda mineral tuzları içermesi diyetetik ve bebek gıdalarında kullanımını sınırlandırmaktadır (Gonzales, 1996).

Süt proteinlerinin fonksiyonel özellikleri; protein-su interaksyonu, protein-protein interaksyonu ve proteinlerin gaz fazı ile ilgili özellikleri olarak tanımlanmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Proteinlerin fonksiyonel özellikleri

## 2.1. Protein-su interaksyonu ile ilgili olan fonksiyonel özellikler

### a. Çözünürlük

Protein-protein, protein-çözücü etkileşimleri gibi yüzey aktiviteleri sonucu oluşan çözünürlük, proteinlerin bir sıvı içerisinde homojen dağılım gösterebilmesi bakımından önem taşımaktadır (Cheftel ve ark., 1996). Proteinlerin diğer fonksiyonel özellikleri üzerindeki olumlu etkisi nedeniyle çözünürlük önemlidir ve yüksek çözünürlük değeri, emülsiyon, köpürme, jelleşme ve çırılma özelliğinde iyileşme sağlamaktadır. Süt proteinlerinin çözünürlüğü pH değerine ve iyonik güce bağlı bir değişim göstermektedir (Mohanty ve ark., 1988; Barbut, 1996).

## ***b. Hidrasyon (su bağlama) ya da su tutma kapasitesi***

Şişme özelliği olarak da bilinen hidrasyon, 1 gram kuru proteinin bağladığı suyun gram olarak miktarı şeklinde ifade edilmektedir. Süt proteinleri, fonksiyonel gıdaların çoğunda su bağlama özelliklerine bağlı olarak değişen bir kullanım olanağına sahip bulunmaktadır (Mulvihill, 1991).

## ***c. Viskozite***

Bir sıvının iç sürtünmesinin ya da akışkanlığa karşı gösterdiği direncin bir ifadesi olarak tanımlanan viskozite, daha çok, proteinlerin yapısal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Proteinlerin moleküler konformasyonu, kümeleşmesi ve şişme özellikleri nedeniyle kendi içlerinde bir ağ örtüsü meydana getirmeleri ve bu yapı içerisinde çeşitli yağ partiküllerinin tutulması, emülsiyon özellikleri açısından önemli özellikleri oluşturmaktadır. Viskozite, emülsiyon akışkanlığının bir ölçüsü olup, yapısal özellikler açısından, ürüne belli bir tekstür kazandırılması bakımından önemli bir kalite kriteri olarak bilinmektedir (Gökalp ve ark., 2004).

## **2.2. Protein-protein interaksiyonu ile ilgili özellikler**

### ***a. Tekstürel Özellikler***

Protein jelleşmesi, katı viskoelastik jel oluşumu, pıhtılaşma, su absorpsiyonu, kıvam artırma, partikülleri bir araya getirme, emülsiyon ya da köpük stabilizasyon etkinliğini geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Boye ve ark., 2000). Kazein miselleri yaklaşık olarak pH 4.9 değerinde pıhtılaşmaktadır. Peynir altı suyu proteinlerinin ise; izoelektrik pH değeri 5.2' dir. Bu duruma bağlı olarak, ısı ile denatürasyonda kazein misellerinin peynir altı suyu proteinleri ile kaplanması, kazeinin yüzey özelliklerini değiştirmekte ve izoelektrik pH değerini arttırmaktadır (Vasbinder ve ark., 2001).

## **2.3. Proteinlerin gaz fazı ile ilgili olan özellikleri**

### ***a. Emülsiyon oluşturma***

Proteinlerin emülsiyon özellikleri için emülsiyon kapasitesi, stabilitesi ve aktivitesi gibi tanımlar kullanılmaktadır. Emülsiyon kapasitesi, protein çözeltisinin ya da süspansiyonunun yağı emülsifiye edebilme kabiliyetidir ve 1 gram proteinin spesifik koşullarda oluşturduğu yağ miktarı ile gösterilmektedir. Emülsiyon stabilitesi, emülsiyon damlacıklarının tabaka oluşumu ve damlaların birleşmesi şekillenmeden, bulanıklık oluşturmadan çözünür kalma kapasitesidir. Emülsiyon aktivitesi ise, proteinin emülsiyon oluşturmaya katkıda bulunabilme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır (Mizubuti ve ark., 2000; Aluko ve ark., 2001; Firebaugh ve Daubert, 2005).

Süt proteinleri, mükemmel emülgatör özellikleri nedeniyle çeşitli gıda ürünlerinde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Resch ve Daubert, 2002; Firebaugh ve Daubert, 2005). Peynir altı suyu protein izolatları ve hidrolizatları yağlarda lesitinle birlikte kullanıldığında emülsiyon özelliğini arttırmaktadır. Emülsiyon stabilitesinin ve kapasitesinin yüksek olması peynir altı suyu proteinlerinin yağ oranı yüksek kremalar, mayonez, sürülebilir krem peynirler, et ve salata sosları üretiminde kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Luff, 2005).

### ***b. Köpük oluşturma***

Köpürme özelliği süt proteinlerinin bir diğer önemli fonksiyonel özelliğini oluşturmaktadır. Köpük, ince bir sıvı tabaka tarafından ayrılan hava hücrelerinden oluşan iki fazlı bir sistem olarak tanımlanmakta ve bir sıvı içinde havanın baloncuklar içinde hapsolmesiyle meydana gelmektedir (Makri ve ark., 2005). Peynir altı suyu proteinlerinin köpük oluşturu niteliği ürüne özgü değişken özellik göstermektedir. Köpürme özelliği nedeniyle peynir altı suyu proteinleri, ekmek, kek ve tatlılarda hacim artırıcı fonksiyonel bileşen olarak kullanılmaktadır (Morr, 1985).

### ***c. Tat ve aroma bağlama***

Proteinler aroma bağlayıcı bileşenler olarak, aldehit, keton, esterler ve çeşitli aroma bileşikleri ile reaksiyona girmektedir. Gıdaların bileşimine katılan protein katkılarının özelliklerine ve üretim koşullarına bağlı olarak proteinlerin aroma bağlama kapasiteleri değişebilmektedir. Aroma bileşenlerinin proteine bağlanması yolu ile gıdalara istenilen tat ve koku özelliklerinin kazandırıldığı bildirilmektedir (Guichard ve Langourieux, 2000; Guichard, 2006).

## **3. Gıdalarda Kullanılan Peynir Altı Suyu Protein Ürünleri**

Üstün fonksiyonel özellikleri nedeniyle, gıda sanayiinde en yaygın olarak kullanılan peynir altı suyu formları; peynir altı suyu tozu (%11-13 protein), peynir altı konsantratları (%34-98 protein) ve peynir altı suyu izolatları (> 90 protein)'dir (Davis ve Foegeding, 2007).

### **3.1. Peynir altı suyu protein izolatları (WPI)**

Protein içeriği minimum %90 olan peynir altı suyu protein izolatları (WPI) iyon değiştirici kromatografisi ya da mikrofiltrasyon sonucu üretilmektedir (Foegeding ve ark., 2003). İyon değiştirici yöntemi, büyük molekülü peynir altı suyu proteinlerinin iyon değiştiricide tutulması ve değişen pH' da elüsyon uygulanması esasına dayanmaktadır. Mikrofiltrasyon yönteminde ise peynir altı suyu uygun membran (gözenek çapı <1µm) kullanılarak yağ, protein ve mikrobiyel kalıntılardan uzaklaştırılmaktadır. Mikrofiltrasyon süzütüsüne sırasıyla ultrafiltre, evapore etme ve sprey kurutma uygulanmaktadır. İyon değiştirici kullanılarak üretilen WPI' lar, mikrofiltrasyon yöntemiyle üretilen WPI' lara göre daha düşük oranda kazein ve glikomakropeptid içermektedir (El-Salam ve ark., 2009). WPI' lar; laktoz ve az oranda yağ içermektedir ya da yağ hiç bulunmamaktadır ve ayrıca WPI' ları biyolojik olarak değerlendirilebilen mükemmel bir kalsiyum ve mineral kaynağıdır (Ha ve Zemel, 2003). Guggisberg ve ark. (2007) WPI ilavesinin set tipi yoğurtların konsistens ve mikroyapısını etkilediğini ve daha az yapışkan yapının gözlendiğini belirtmektedirler.

### **3.2. Peynir altı suyu protein konsantratları (WPC)**

Peynir altı suyu protein konsantratlarının (WPC) protein içeriği %35-80 değerleri arasında değişmektedir. WPC'lerin gıda sistemlerindeki davranışları ve

kompozisyonlarındaki önemli farklılıkları, çok geniş bir ürün çeşitliliği sağlamaktadır (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Peynir altı suyu proteini konsantratlarının gıdalarda kullanımı (De Wit, 1989).

| Gıda Sistemleri   | Fonksiyonel Özellik   | WPC   |
|---|---|---|
| <b>Süt ürünleri:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Cheddar peyniri</li> <li>● Cottage peyniri</li> <li>● Krem peyniri</li> <li>● Yoğurt</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Randıman artışı</li> <li>● Randıman ve besin değerinde artış</li> <li>● Yağ ve su bağlama</li> <li>● Viskozite ve su bağlama özelliklerinde artış</li> </ul> | %35' lik protein içeren WPC   |
| <b>İçecekler:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Süt- benzeri</li> <li>● Alkolsüz (<math>\approx</math> pH 3)</li> <li>● Gazlı, alkolsüz</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Kolloidal stabilite sağlama</li> <li>● Çözünbilme yeteneğini geliştirme</li> <li>● Viskoziteyi artırma</li> <li>● Tat geliştirme</li> </ul>                  | Yağı ayrılmış ya da demineralize edilmiş WPC                        |
| <b>Şekerlemeler:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Karamel</li> <li>● Frappe</li> <li>● Toffee</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Yüksek dövünbilme gücü</li> <li>● Yüksek sıcaklıkta köpüğün stabilizasyonu</li> </ul>  | Yağı ayrılmış ve ultrafiltre edilmiş ya da demineralize edilmiş WPC |
| <b>Tatlılar/ Mayonezler:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Krem şanti</li> <li>● Dondurma</li> <li>● Jele, Puding</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Yağ ile çırpılabilme niteliği</li> <li>● pH 4' te emülsifikasyon sağlama</li> </ul>  | %35' lik protein içeren WPC   |
| <b>Et ürünleri:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Frankfurter sosis</li> <li>● Jambon</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Yağ ve su bağlama, ağ yapısı oluşturma</li> <li>● Düşük viskozite değerlerinde yüksek oranda çözünme</li> </ul>  | %85' lik protein içeren WPC   |
| <b>Unlu gıdalar:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ekmek</li> <li>● Kek</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Besin değerinde artış</li> <li>● Yağ ve su bağlama</li> <li>● Isıyla jelleşme</li> </ul>   | %65' lik protein içeren WPC   |

WPC' ler; peynir altı suyundan; minerallerin ve laktozun ultrafiltrasyon, elektrodializ, iyon değiştirici ya da laktoz kristalizasyonu ile uzaklaştırılması sonucu konsantre edilmesiyle elde edilmektedir (Akpınar-Bayizit ve ark. 2009; El-Salam ve ark., 2009). Kazeinlerle karşılaştırıldığında WPC' ler daha az emülgatör özelliğine sahip bulunmaktadır. Ancak emülgatör özelliğini geliştirmek amacıyla farklı kombinasyonlarda işlemler uygulanabilmektedir.

WPC' ler, fırıncılık ürünlerinde, peynirlerde, şekerlemelerde, et ürünleri ve tatlılarda yüksek su tutma kapasitesi, köpük oluşturma ve jelleşme özelliklerinden dolayı kullanılmaktadır. Peynir benzeri ürünlerde peynir altı suyu proteini kullanılarak, peynirin dilimlenebilme özelliği iyileştirilmektedir. Fırıncılık ürünleri ve şekerlemeler gibi düşük biyolojik değerde protein içeren ya da protein ile zenginleştirilmesi gereken gıdalarda WPC' ler besin değerinin artırılması için kullanılmakta iken, sporculara özel gıdaların üretiminde yapısal özellikleri geliştirmek ve yine besin değerini artırmak amacıyla tercih edilmektedir. Örneğin; WPC' ler, lizin içeriği düşük tahıl ürünlerinin zenginleştirilmesinde,

ayrıca maillard reaksiyonlarının istendiği fırın ürünlerinin üretiminde önemli bir bileşen olarak kullanılmaktadır (Parris ve ark., 1993; Jyotsna ve ark., 2007). Protein içeriği %35 olan protein konsantratları, dondurma, tatlılar, çorbalar, soslar, hazır yemekler, kahvaltılık gevrekler, işlenmiş et ürünleri ve peynirlerde yağsız süt tozu yerine kullanılmaktadır. Margarinlerde ise sürekli fazın yapı ve dayanıklılığını iyileştirmek amacıyla WPC kullanılabilir (Early, 1998; Anonymous, 2001). Yoğurt üretiminde, yoğurdun sertlik ve viskozitesini arttırmak ve yoğurttan serum ayrılmasını azaltmak amacıyla; süte WPC ilave edilmektedir (Aziznia ve ark., 2008). Yoğurt yapımında yoğurdun yapısının sertleştirilmesi ve su salmayı önlemek için süte %0.6–4 oranında katılabilir. Bu şekildeki yoğurdun yapısında daha fazla asetaldehit gelişmekte, viskozite artmakta ve duysal kalite iyileşirken sinerisis (su salma) de azalmaktadır (Gonzalez-Martinez ve ark., 2002). Ayrıca; WPC ilavesinin yoğurtlarda yüksek elastikiyet ve su tutma kapasitesi sağladığı da belirtilmektedir (Sodini ve ark., 2006).

### **3.4. Peynir altı suyu protein hidrolizatları (WPH)**

Peynir altı suyu protein hidrolizatlarının (WPH) üretiminde çeşitli proteolitik enzimler ile gerçekleşen enzimatik hidrolizden yararlanılmakta ve kullanım amacına bağlı olarak farklı hidroliz düzeyinde üretim yapılmaktadır (El-Salam ve ark., 2009). Diğer peynir altı suyu proteinleriyle karşılaştırıldığında WPH'lerin, çözünürlük, viskozite, köpürme, jelleşme ve emülsiyon özelliklerinde farklı düzeyde değişmelere neden olabileceği belirtilmektedir (Euston ve ark., 2001; Van der Ven ve ark., 2001, 2002). Peynir altı suyu proteinlerinin fonksiyonel özelliklerinde meydana gelen bu değişimlerin, enzimatik hidroliz sonucu oluşan peptidlere bağlı olduğu belirtilmektedir (Panyam ve Kilara, 1996). WPH'lerinin yoğurtlarda kullanımı, yoğurttaki pıhtılı ve kumlu yapıyı ve fermentasyon süresini azaltırken; yoğurdun viskozitesini arttırmaktadır (Sodini ve ark., 2005).

### **3.5. Modifiye peynir altı suyu proteinleri (MWP)**

Modifiye peynir altı suyu proteinleri (MWP), düşük iyonik güç ve yüksek pH değerinde yani jel oluşturmayan koşullarda, sıcak polimerizasyon sonucu oluşmaktadır. Bu ürün soğuk koşullarda (20-37 °C), değişen çözücü kalitesi etkisiyle jele dönüşmektedir. Diğer bir yöntemle MWP'ler asidik ortamda (pH 3.5) ve kalsiyum varlığında peynir altı suyu protein izolatlarının sıcak denaturasyonu sonucu oluşmaktadır. Margarin üretiminde MWP'lerden emülsifikasyonu sağlamak amacıyla yararlanılmaktadır (El-Salam ve ark., 2009).

## **Sonuç**

Süt proteinlerinin çeşitli gıdaların üretilmesinde katkı maddesi olarak kullanımı kıvam artırma, emülsiyon oluşturma, jelleşme vb. fonksiyonel özellikleri ve yüksek besin değeri nedeniyle son yıllarda giderek artmaktadır. Peynir altı suyu proteinlerinin çeşitli membran teknikleri ya da kromatografik yöntemler kullanılarak izolasyon ve konsantre edilerek değerlendirilmesi; bileşimine katıldığı ürünün tekstürel ve duysal özelliklerinin iyileştirilmesine ve ayrıca gıda sanayiinde yeni ürünlerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca bireysel anlamda da süt proteinlerinin özellikle de peynir altı suyu proteinlerinin kullanımı yaygın olup, peynir altı suyu protein izolat ve konsantratları



sporcular ve vücut geliştiriciler tarafından yüksek protein içeriği nedeniyle tercih edilirken; vejeteryanlar tarafından gıda takviyesi amacıyla kullanılmaktadır. Peynir altı suyu protein katkılarının gıdaların fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesindeki önemi birçok çalışmanın odak noktası olacak bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

## Kaynaklar

- Aguilera, J.M. 1995. Gelation of whey proteins. *Food Technology*, Vol.49 (10): 83-89.
- Akpınar-Bayizit, A., T. Özcan, L. Yılmaz-Ersan. 2009. Membrane processes in whey production. *Mljekarstvo*, Vol.59 (4): 282-288.
- Aluko, R.E., T. Mcintosh ve M. Reaney. 2001. Comparative study of the emulsifying and foaming properties of defatted coriander seed flour and protein concentrate. *Food Research International*, Vol.34 (8): 733-738.
- Anonymous. 2001. Sekizinci beş yıllık kalkınma planı gıda sanayi özel ihtisas komisyonu raporu süt ve süt ürünleri alt komisyon raporu (<http://ekutup.dtp.gov.tr/>). Devlet Planlama Teşkilatı. Ankara.
- Anonymous. 2004. Position of the American Dietetic Association: Functional foods. *Journal of the American Dietetic Association*, Vol.104 (5): 814-822.
- Aziznia, S., A. Khosrowshahi, A. Madadlou ve J. Rahimi. 2008. Whey protein concentrate and gum tragacanth as fat replacers in nonfat yogurt: chemical, physical, and microstructural properties. *Journal of Dairy Science*, Vol.91 (7): 2545-2552.
- Barbut, S. 1996. Water and fat holding. In *methods of testing protein functionality*. 187-225 p. Ed: G.H. Hall. Chapman & Hall, London.
- Barth, C.A. ve U. Behnke. 1997. Nutritional significance of whey and whey components. *Nahrung*, 41 (1): 2-12.
- Black, R.E., S.M. Williams, I.E. Jones ve A. Goulding. 2002. Children who avoid drinking cow milk have low dietary calcium intakes and poor bone health. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol.76 (3): 675-80.
- Boye, J.I., M. Kalab, I. Alli ve C.Y. Ma. 2000. Microstructural properties of heat set whey protein gels: effect of pH. *Lebensm.-Wiss. University of Technology*, Vol.33 (3): 165-172.
- Bylund, G. 2003. *Dairy Processing Handbook*. 2nd Ed., 440 p. Tetrapak, Sweden.
- Campbell, M.K. 1999. *Biochemistry*. Saunders College Publishing, Philadelphia, 199 p.
- Canbulat, Z. ve T. Özcan. 2007. Bebek mamaları ve çocuk ek besinlerinde *Lactobacillus rhamnosus* GG kullanımını sağlık üzerine etkileri. *Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Dergisi* Vol.21 (1): 69-79.
- Cheftel, J.C., J.L. Cuq ve D. Lorient. 1996. Aminoacidos, peptidos y proteinas, In: *Fennema*. 275-414 p. Ed: O.R. Química de los Alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza.
- Davis, J.P. ve E.A. Foegeding. 2007. Comparisons of the foaming and interfacial properties of whey protein isolate and egg white proteins. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, Vol.54 (2): 200-210.
- De Wit, J.N. 1989. The use of whey protein Products. In: 'Developments in Dairy Chemistry -4: Functional Milk Proteins'. Ed. By P.F.Fox. Elsevier Science Publishers Ltd., Crown House, Linton Road, Barking, Essex IG11 8JU, England . pp. 323-345.
- De Wit, J.N. 1998. Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *Journal of Dairy Science*, Vol.81 (3): 597-608.

- Demirci, M., O. Şimşek ve Ş. Kurultay. 2000. Sütçülük yan ürünleri ve gıda sanayinde kullanımları. Süt mikrobiyolojisi ve katkı maddeleri, VI. Süt ve süt ürünleri sempozyumu tebliğler kitabı, 219-226 s, Tekirdağ, 2000.
- Early, R. 1998. Milk concentrates and milk powders. The technology of dairy products. Blackie Academic and Professional, 228-297 p.
- El-Salam, M.H., S. El-Shibiny ve A. Salem. 2009. Factors affecting the functional properties of whey protein product. Food Reviews International, Vol.25 (3): 251-270.
- Euston, S.R., S.R. Finnigan ve R.L. Hirst. 2001. Heat-induced destabilization of oil-in-water emulsion formed from hydrolyzed whey protein. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol.49: 5576-5583.
- Firebaugh, J.D. ve C.R. Daubert. 2005. Emulsifying and foaming properties of derivatized whey protein ingredient. International Journal of Food Properties, Vol.8 (2): 243-253.
- Fitzsimons, S.M., D.M. Mulvihill ve E.R. Morris. 2007. Denaturation and aggregation process in thermal gelation of whey proteins resolved by differential scanning calorimetry. Food Hydrocolloids, Vol.21 (4): 638-644.
- Fosset, S. ve D. Tomea. 2002. Nutraceuticals from Milk. Encyclopedia of Dairy Science, 2108 p.
- Fox, P.F. ve A.L. Kelly. 2004. Milk proteins: technological aspects. International Dairy Symposium. 2004, 24- 25 Mayıs; Isparta. 17-36 p.
- Foegeding, E.A., P.J. Luck, H. Roginski, J.W. Fuquay ve P.F. Fox. 2003. Whey Protein Products. Encyclopedia of Dairy Sciences, Vol.3: 1957-1960.
- Gallagher, E., T.R. Gormley ve E.K. Arendt. 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cerealbased products. Trends Food Science and Technology, Vol.15 (3): 143-152.
- Gonzales, S.M.I. 1996. The biotechnological utilization of cheese whey. Bioresearch Technology, Vol. 57 (1): 1-11.
- Gonzalez-Martinez, C., M. Becerra, M. Chafer, A. Albors, J.M. Carot ve A. Chiralt. 2002. Influence of substituting milk for whey powder on yoghurt quality. Trends in Food Science and Technology, Vol.13 (9): 334-340.
- Gökalp, H.Y., M. Kaya ve O. Zorba. 2004. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 320. Erzurum. 564 s.
- Guggisberg, D., P. Eberhard ve B. Albrecht. 2007. Rheological characterization of set yoghurt produced with additives of native whey proteins. International Dairy Journal, Vol.17 (11): 1353-1359.
- Guichard, E. ve S. Langourieux. 2000. Interactions between beta-lactoglobulin and flavour compounds. Food Chemistry, Vol.71 (3): 301-308.
- Guichard, E. 2006. Flavour retention and release from protein solutions. Biotechnology Advances, Vol.24 (2): 226-229.
- Ha, E. ve M.B. Zemel. 2003. Functional properties of whey, whey components, and essential aminoacids: mechanisms underlying health benefits for active people. Journal of Nutritional Biochemistry, Vol.14 (5): 251-258.
- Hanmoungjai, P., D.L. Pyle ve K. Niranjana. 2002. Enzyme-assisted water extraction of oil and protein from rice bran. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, Vol.77 (7): 771-776.
- Harjinder, S. ve Y. Aiqaian. 2008. Interactions and functionality of milk proteins in food emulsions. Milk Proteins from Expression to Food, 321-345 p.

- Herceg, Z. ve V. Lelas. 2005. The influence of temperature and solid matter content on the viscosity of whey protein concentrates and skim milk powder before and after tribomechanical treatment. *Journal of Food Engineering*, Vol.66 (4): 433-438.
- Jelicic, I., R. Bozanic, L. Tratnik. 2008. Whey-based beverages-a new generation of dairy products. *Mljekars-tvo*, 58 (3): 257-274.
- Jyotsna, R., R. Sai Manohar, D. Indrani ve G. Venkateswara Rao. 2007. Effect of whey protein concentrate on the rheological and baking properties of eggless cake. *International Journal of Food Properties*, Vol.10 (3): 599-606.
- Kinsella, J.E. 1984. Milk proteins: physical and functional properties. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol.21 (3): 197-262.
- Kurdal, E., T. Özcan, L. Yılmaz. 2011. Süt Teknolojisi. Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Yayınları: 99, Ders Kitabı: 16, Bursa.
- Luff, S. 2005. Products for Athletes. *Food Product Design*, Vol.15 (5): 49-52.
- Makri, E., E. Papalamprou ve G. Doxastakis. 2005. Study of functional properties of seed storage proteins from indigenous European legume crops (Lupine, Pea, Broad Bean) in admixture with polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, Vol.19 (3): 583-594.
- Mizubuti, I.Y., O.B. Junior, L.W.O. Souza, R.S.S.F. Silva ve E.I. Ida. 2000. Response surface methodology for extraction optimization of pigeon pea protein. *Food Chemistry*, Vol.70: 259-265.
- Mleko, S. ve W. Gustaw. 2002. Rheological changes due to substitution of total milk proteins by whey proteins in dairy desert. *Journal of Food Science and Technology*, Vol.39 (2): 170-172.
- Mohanty, B., D.M. Mulvihill ve P.F. Fox. 1988. Hydration-related properties of caseins at pH 2.0-3.0. *Food Chemistry*, Vol.27 (28): 225-236.
- Morr, C.V. 1985. Composition, physicochemical and functional properties of reference whey protein concentrates. *Journal of Food Science*, Vol.50 (5): 1406-1411.
- Mulvihill, D.M. 1991. Trends in production & utilisation of dairy protein products: functional properties & utilisation. *Food Research Quarterly*, Vol.51 (1-2): 65-73.
- Neall, B. 2002. The wonderful ways of whey. *Food Review*, Vol.29: 17-19.
- Nicorescu, I., C. Loisel, C. Vial, A. Riaublanc, G. Djelveh ve G. Cuvelier. 2008. Combined effect of dynamic heat treatment and ionic strength on denaturation and aggregation of whey proteins – Part I. *Food Research International*, Vol.41 (7): 707-713.
- Normen, L., L. Ellegard, H. Brants, P. Dutta ve H. Andersson. 2007. A phytosterol database: fatty foods consumed in Sweden and the Netherlands. *Journal of Food Composition and Analysis*, Vol.20 (3-4): 193-201.
- Panyam, D. ve A. Kilara. 1996. Enhancing the functionality of food proteins by enzymatic modification. *Trends Food Science and Technology*, Vol.7 (4): 120-125.
- Parris, N., S.G. Anema, H. Singh ve L.K. Creamer. 1993. Aggregation of whey proteins in heated sweet whey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.41 (3): 460-464.
- Pihlanto-Leppala, A. 2001. Bioactive peptides derived from bovine whey proteins: opioid and ace-inhibitory peptides. *Trends in Food Science and Tecnology*, Vol.11 (9-10): 347-356.
- Pihlanto, A. ve H. Korhonen. 2003. Bioactive peptides and proteins. *Advances Food and Nutrition Research*, Vol.47: 175-276.
- Resch, J.J. ve C.R. Daubert. 2002. Rheological and physicochemical properties of derivatized whey protein concentrate powders. *International Journal of Food*, Vol.5 (2): 419-434.

- Roberfroid, M.B. 2000. A European consensus of scientific concepts of functional foods. *Nutrition*, Vol.16 (7-8): 689-691.
- Singh, H. 2002. *Functional properties of milk Proteins*. Elsevier Science, 1976 p.
- Sodini, I., A. Lucas, J.P. Tissier ve G. Corrieu. 2005. Physical properties and microstructure of yoghurts supplemented with milk protein hydrolysates. *International Dairy Journal*, Vol.15 (1): 29-35.
- Sodini, I., J. Mattas ve P.S. Tong. 2006. Influence of pH and heat treatment of whey on the functional properties of whey protein concentrates in yoghurt. *International Dairy Journal*, Vol.16 (12): 1464-1469.
- Van der Ven, C., H. Gruppen, D.B.A. de Bont ve A.G.J. Voragen. 2001. Emulsion properties of casein and whey protein hydrolysates and the relation with other hydrolysate characteristics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.49 (10): 5005-5012.
- Van der Ven, C., H. Gruppen, D.B.A. de Bont ve A.G.J. Voragen. 2002. Correlations between biochemical characteristics and foam forming and stabilizing ability of whey and casein hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.50 (10): 2938-2946.
- Vasbinder, A.J., P.J.J.M. Van Mil, A. Bot ve C.G. De Kruif. 2001. Acid-induced gelation of heat-treated milk studied by diffusing wave spectroscopy. *Colloids Surfaces B: Biointerfaces*, Vol.21 (1-3): 245-250.
- Zhu, H. ve S. Damodaran. 1994. Heat-induced conformational changes in whey protein isolate and its relation to foaming properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.42 (4): 846-855.