

# PEYNİRALTI SUYUNUN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ VE PEYNİRALTI SUYU KULLANILARAK ÜRETİLEN YENİ NESİL SÜT ÜRÜNLERİ

Oktay Yerlikaya\*, Özer Kınık, Necati Akbulut

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, İzmir

Geliş tarihi / Received: 11.01.2010

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 11.02.2010

Kabul tarihi / Accepted: 18.02.2010

## Özet

Peyniraltı suyu peynir üretiminde elde edilen bir üründür. Peyniraltı suyunun bileşimi ve özellikleri, kullanılan sütün kalitesi ve üretilen peynirin çeşidine bağlı olmaktadır. Peyniraltı suyu bazı içecekler doğal tatlı veya asit peyniraltı suyundan, proteinlerinden arındırılmış peyniraltı suyundan, doğal peyniraltı suyu su ile seyreltilerek, peyniraltı suyu tozu veya peyniraltı suyu fermantasyonu yöntemleriyle üretilmektedir. Son yıllarda, peyniraltı suyunun probiyotik bakteriler ile fermantasyonu ile elde edilen ürünlere özel bir ilgi doğmuştur. Bu ürünlerde en önemli basamak yüksek besin değeri ve uygun duyu özellikleri olan fonksiyonel içeceğin üretimi için uygun starter kültürün seçilmesidir. Peyniraltı suyu içecekleri çocuktan en yaşlına kadar pek çok tüketici için uygundur. Bu içecekler yüksek besin değeri ve tedavi edici özellikler göstermektedir. Bu derleme makalede, peyniraltı suyunun fonksiyonel özellikleri ile peyniraltı suyu kullanılarak üretilen süt içeceklerden bahsedilmiştir

**Anahtar kelimeler:** Sütçülük yan ürünleri, peyniraltı suyu, alkollü ve alkolsüz içecekler, fonksiyonel katkılar

## FUNCTIONAL PROPERTIES OF WHEY AND NEW GENERATION DAIRY PRODUCTS MANUFACTURED WITH WHEY

### Abstract

Whey is a by-product of cheese-making. Composition and characteristics of whey depend on the type of the cheese and the quality of the milk used. Whey based drinks can be produced from native sweet or acid whey, deproteinised whey or native whey which is diluted with water, whey powder or by whey fermentation. In recent years, special attention is being paid to development of whey beverages production by whey fermentation with probiotic bacteria where the most important step is the selection of suitable starter culture in order to produce functional beverage with high nutrient value and acceptable sensory characteristics. Whey beverages are suitable for wide range of consumers - from children to the oldest ones. They have very high nutrient value and good therapeutic characteristics. In this review article, functional properties of whey and milk drinks produced using whey are discussed.

**Keywords:** Dairy by products, whey, alcoholic and soft drinks, functional supplement

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉ oktay.yerlikaya@ege.edu.tr ☎ (+90) 232 388 0110 / 2725 📠 (+90) 232 388 1864

## GİRİŞ

Süt endüstrisi, pazarda başarı sağlamış yeni, besinsel değeri yükseltilmiş ürünlerin sunulmasıyla büyük ölçüde gelişmiştir. Bu yüzden geleneksel süt ürünlerinin fonksiyonel özellikleri yanında daha sağlıklı ve besinsel özellikleri arttırılmış yeni nesil süt ürünlerinin geliştirilmesine uzun yıllardır çalışılmaktadır. Sütün peynir mayası veya organik asitle pıhtılaştırılmasından ve peynirin esasını oluşturan pıhtının alınmasından sonra, geri kalan yeşilimsi sarı renkteki kısım olarak adlandırılan peyniraltı suyu, peynir üretiminin bir yan ürünü olarak sıklıkla atık olarak atılsa veya hayvan yiyeceği olarak kullanılsa da, peyniraltı suyu bazı ürünler şüphesiz bu yeni ürün gamının temelini oluşturmaktadır (1, 2). Fransızca'da "Lactoserum", İngilizcede "Whey", Almancada "Molke" olarak adlandırılan peyniraltı suyu, peyniraltı suyu içeceklerinin yanında konsantre peyniraltı suyu, peyniraltı suyu tozu, laktozu azaltılmış ve demineralize peyniraltı suyu, peyniraltı suyu konsantresi, peyniraltı suyu protein izolatu ve çeşitli saf proteinlerin üretiminde kullanılmaktadır (1, 3).

## PEYNİRALTI SUYU BİLEŞİMİ VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Peyniraltı suyu süt proteinlerinin yaklaşık %20'sini içeren, peynir üretimi sırasında oluşan bir yan üründür. Kimyasal, fiziksel ve fonksiyonel özellikleri yüksek proteinlerce zengin olan peyniraltı suyu, yalnızca beslenme açısından değil aminoasitlerin denge kaynağı olması yönünden de önem taşımaktadır (4). Kazein koagülasyon tipine bağlı olarak, peyniraltı suyu tatlı veya ekşi olabilmektedir. Peyniraltı suyunun özellikleri ve bileşimi peynir üretim teknolojilerine ve peynir üretiminde kullanılan sütün kalitesine bağlı olmaktadır. Peyniraltı suyunun ortalama bileşimine göre yaklaşık olarak % 93 su içermektedir (2). Çizelge1'de tatlı ve ekşi peyniraltı suyunun tipik bileşimi verilmiştir.

Bu bileşenlerin konsantrasyonları peyniraltı suyunun tipine (ekşi veya tatlı), süt çeşidine (inek, koyun ya da keçi), mevsime, hayvanın beslenme tipine, laktasyon dönemine ve işleme kalitesine bağlı olmaktadır (5). Peyniraltı suyunda bulunan peyniraltı suyu proteinleri ve bazı özelliklerini kısaca özetleyecek olursak;

$\beta$ -Laktoglobulin ( $\beta$ -Lg), peyniraltı suyu proteinleri içerisinde en yüksek orana (%58) sahip olan ve ilk kez 1934'te araştırılan bir proteindir. İzole edildiğinde yuvarlak yapısına karşın düşük bir çözünürlük ve düşük bir iyonik güç gösteren  $\beta$ -Lg A en yaygın olmak üzere bazı genetik varyanslar göstermektedir (6).  $\beta$ -Lg yeni doğanlarda pasif bağışıklığın taşınmasında ve meme bezinde fosfor metabolizmasının düzenlenmesinde rol oynamaktadır (7). Bu proteinin aminoasit yapısında sistein bulunduğu için kas gelişiminin yanında, glutatyon (GSH) sentezi için oldukça önem taşımaktadır. Bunun yanında yağ asidi veya lipit bağlayıcı protein olarak da görev alabilmektedir (8,9).  $\alpha$ -Laktalbumin ( $\alpha$ -La) , yağsız sütün proteinlerinin yaklaşık %2-5'ini oluşturmaktadır. Peyniraltı suyu proteinleri içerisinde miktar olarak en fazla (%20) bulunan ikinci proteindir ve tamamen meme bezinde sentezlenmektedir. A, B ve C olmak üzere 3 genetik varyansı tanımlanan  $\alpha$ -La yeni doğanlar için önemli bir enerji kaynağı olan laktozun biyosentezi için de bir ko-enzim olarak etki göstermektedir (10). Globül yapısı 5.4-9.0 pH aralıklarında dört disülfür bağları ile stabilize edilmiştir (11). İnsan sütündeki temel proteine yapı ve kompozisyon açısından benzediği için bebek mamalarında saf  $\alpha$ -laktalbumin kullanılmaktadır (12). Bovine Serum Albumin (BSA) , meme hücrelerinde sentezlenmemekte, ancak kan akışından süte geçmektedir. BSA yüksek seviyedeki yapısı ve boyutu nedeniyle serbest yağ asitlerini ve lipitleri bağlayabilmektedir (6). İmmunoglobulinler (Ig), inek sütü peynirlerinin üretimi sonucunda açığa çıkan peyniraltı sularında ve kolostrumda bulunan süt proteinlerinin en küçük fraksiyonudur. Çoğu zaman minör bileşenler olarak adlandırılan pey-

Çizelge1. Tatlı ve ekşi peyniraltı suyunun tipik bileşimi (g/L)

Bileşen	Tatlı Peyniraltı Suyu	Ekşi Peyniraltı Suyu
Toplam Kurumadde	63.0 – 70.0	63.0 – 70.0
Laktoz	46.0 – 52.0	44.0 – 46.0
Protein	6.0 – 10.0	6.0 – 8.0
Kalsiyum	0,4 – 0,6	1,2 – 1,6
Fosfat	1,0 – 3,0	2,0 – 4,5
Laktat	2,0	6,4
Klorür	1,1	1,1

niraltı suyu proteinlerinin bu grubu, bebekler için pasif bağışıklığı sağlamakta iken yetişkinlerde bağışıklık sistemini güçlendirmektedir (13, 14). IgG1, IgG2, IgA ve IgM gibi çeşitleri bulunan immunoglobulinlerin konsantrasyonu normal süte nazaran kolostyumda daha yüksektir (15). Proteoz-pepton fraksiyonları, süt proteinlerinin yaklaşık %3'ünü ve peyniraltı suyu proteinlerinin de yaklaşık %20'sini oluştururlar. Bunlar, diğer peyniraltı suyu proteinlerinin aksine ısıya son derece dayanıklıdır (14). Laktoferrin, serum transferin, ovotransferin, melano-transferin ve karbonik anhidrazin inhibitörü ile birlikte transferin protein ailesinin bir parçası ve fonksiyonu kan serumunda demir taşımak olan demir bağlayıcı olan bir glikoproteindir. Laktoferrin, insan, inek, keçi, at, köpek ve bazı kemirgenler gibi çeşitli memelilerin mukozal epitel hücrelerinde üretilmektedir (16). Yapılan çalışmalar laktoferrinin antimikrobiyel, antiviral ve antifungal etki gösterdiğini belirtmektedir (15, 17).

Lakto peroksidaz (LPO), sütte salgılanan bir oksidoredüktazdır ve laktasyon dönemindeki meme bezinin ve yeni doğanların gastrointestinal sisteminin patojen mikroorganizmalara karşı korunmasını sağlamaktadır. LPO'nun büyükbaş sütünde bulunduğu çeşitli çalışmalar ile rapor edilmiştir (18).

Laktoz ise peyniraltı suyu kuru maddesinin ana bileşenidir (yaklaşık %70) ve çok önemli bir enerji kaynağıdır. Laktozun bazı yararlı etkileri sindirim sisteminde peristaltik aktivitelerin stimülasyonu, bağırsakta patojenlerin büyümesini ve gelişmesini engelleyerek hafif asit reaksiyonun kurulması olarak sıralanabilir. Ayrıca, laktoz optimal magnezyum miktarı temini, süt yağı ve diğer besin maddelerinin insan organizmasında sindiriminin geliştirilmesini sağlamaktadır ve diş plaklarının oluşumuna da katılmamaktadır. Peyniraltı suyuna ısı işlem uygulanması kesin laktoz miktarının bifidobakterler için büyüme teşvik edici olan laktuloza dönüşmesine de neden olmaktadır (2).

Sütte bulunan suda çözünen vitaminler peyniraltı suyuna da geçmektedir. Miktarları çok değişken olmakla beraber peyniraltı suyunun peynir üretiminden sonra depolama şartlarına bağlı olmaktadır. Riboflavin, folik asit ve kobalamin önemli miktarlarda bulunur. Peyniraltı suyunda peynir üretimi sonrası çoğunlukla peyniraltı suyu proteinlerine bağlı durumdadır. Peyniraltı suyunun süttten daha yüksek miktarda riboflavin içerebildiği ilginç bir durumdur. Çünkü, peynir üretiminde kullanılan bazı laktik asit bakterilerinin aktiviteleri nedeniyle riboflavin içeriğinde artış meydana gele-

bilmektedir. Oldukça yüksek riboflavin içeriğinden dolayı, peyniraltı suyu karakteristik sarı-yeşil renge sahiptir.

Peyniraltı suyu kuru maddesinin mineral kompozisyonu da değişkenlik (%7-12) göstermektedir ve miktarları peynir üretim teknolojisine bağlı olmaktadır. Peyniraltı suyu sütte bulunan hemen hemen tüm çözünen tuzları ve mikro elementleri içerebilmektedir, fakat peynir yapım aşamalarında tuzlar da eklenebildiğinden değişiklikler olabilmektedir. Kalsiyum ve fosfatlar kısmen peynir içindeki kazeinde bağlı olarak kalmakta ve miktarı asit peyniraltı suyunda asit ortamda daha yüksek çözünürlük gösterdiği için çok daha yüksektir (2).

### PEYNİRALTI SUYU PROTEİNLERİNİN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Peyniraltı suyu proteinleri ve aminoasitlerin insan sağlığına etkisini incelemeye önce araştırmacılar; fareler üzerinde, aminoasit ve peyniraltı suyu proteini kaynaklı besin tüketimine bağlı biyolojik ve fizyolojik değişimler, kas glikojen seviyesinin ölçümü, performans değişimleri gibi denemeler yapmışlar ve daha sonra gelişen teknoloji yardımıyla insanlarda çeşitli hastalıklar üzerine etkilerini tespit etmişlerdir (19-21).

Reaktif oksidatif türlerin oluşumu, yapılan egzersizle ilgili olarak oksidatif metabolizmadaki bağlayıcı artışın bir sonucudur ve performansı zayıflatabilir. Reaktif oksidatif türlerin depolanması sonucu kasın iyileşmesinde gecikme ve performansın azalması gibi yapılan incelemelerde ortaya konulmuştur. Ayrıca peyniraltı suyundaki laktoferrin ve laktoferrinin antioksidan fonksiyon gösterir. Hücre içi ana antioksidanlardan olan glutatyonun sentezindeki sisteince zengin proteinleri teşvik ederek antioksidan kapasitesini artırır. Glutatyon, vücudun antioksidan ve bağışıklık savunma sistemlerinin ana maddesidir. Sistein konsantrasyonunun yüksek olmasına bağlı olarak glutatyon üretimini arttıran tek protein peyniraltı suyu proteindir. Bunun yanında, fonksiyonel nedeni net olarak ortaya koyulmasa da, peyniraltı suyu takviyeleri tüketen HIV hastalarında plazma glutatyon konsantrasyonu etkili bir şekilde artmaktadır (22-25).

Günümüzde hipertansiyon, önemli ölçüde ölüm riskli hastalıklardan biri haline gelmiştir. Hipertansiyon ilaçları yan etkiler içermesi ve pahalı olması gibi olumsuz özellikleri bakımından dikkat çekmektedir. Yapılan çalışmalar fermente gıdaların, özellikle süt ürünlerinin kan basıncını düşürdü-

günü ortaya koymaktadır. Peyniraltı suyu proteini kaynaklı biyoaktif peptitler, anjiotensin dönüştürücü enzimini (ACE) inhibe ederek hipertansiyona karşı koruyucu etki gösterirler (26).

Peyniraltı suyu proteinleri, bazı kanser türlerine karşı da koruyucu etkiye sahiptir. Peyniraltı suyu protein fraksiyonları aktivite göstererek kolon kanserinin gelişimi önlerler. Bu protein fraksiyonlarının etkisi, standart tümör oluşturan maddelerle beslenen farelerde tümör belirtisi gösteren ve kolonda yayılmış olan kripta hücre sayılarının ölçülmesiyle tespit edilmiştir. Laktoferrin ve  $\beta$ -laktoglobulin, kripta hücrelerinin azalmasına sebep olmaktadır (27). Ayrıca peyniraltı suyu proteinleri, önemli besleyici yararlar sağlayarak beyin tümörü ve lenf kanseri riskini azaltıcı etki göstermektedir. Hayvanlarda yapılan çalışmalarda, glutathionun gen fonksiyonunu optimize ettiği ve tümör oluşumunu önleyerek kansere karşı koruyucu etki gösterdiği saptanmıştır. Kemik gelişimi ve korunmasını destekleyerek, laktoferrin ve laktoperoksidaz sayesinde osteoporoz oluşumunu; kilo kontrolüyle vücut yapısını koruyarak obezite oluşumunu engellemektedir (23, 28).

## PEYNİRALTI SUYUNDAN ELDE EDİLEN ÜRÜNLER

Günümüzde ultrafiltrasyon, mikrofiltrasyon, ters osmoz, iyon değişimi gibi gelişen teknolojiler sayesinde çeşitli peyniraltı suyu ürünleri elde edilmektedir. Peyniraltı suyu protein konsantreleri, peyniraltı suyu protein izolatları, laktoz oranı düşük peyniraltı suyu, demineralize peyniraltı suyu ve hidrolize peyniraltı suyu ticari olarak kullanılmaktadır. Tüm bu peyniraltı suyu ürünlerinin içerdiği protein, karbonhidrat, immunoglobulin, laktoz, mineral madde ve yağ miktarları farklılık göstermektedir (23).

### Peyniraltı Suyu İçecekleri

Gıda endüstrisinde peyniraltı suyu farklı yollarla değerlendirilmektedir. Fakat büyük çoğunlukla peyniraltı suyu tozu olarak kurutulmakta veya peyniraltı suyu proteini konsantrelerinin üretimi ve laktoz veya proteinlerin ayrılması için kullanılmaktadır. Peyniraltı suyundan içecek üretimi 1970'li yıllarda başlamıştır. En eski peyniraltı suyu içeceklerinden bir tanesi İsviçre'de üretilen *Rivella*'dır. Günümüze kadar farklı doğal tatlı veya ekşi, proteinlerinden arındırılmış, sulandırılmış, fermente

edilmiş ve kurutulmuş peyniraltı suyu içecekleri üretimi geniş ölçüde gelişmiştir (2).

Peyniraltı suyu bazı içecekleri yaşlıdan küçük çocuklara kadar geniş bir tüketici grubunu hedeflemektedir. Sağlığa yararlı etkileri nedeniyle, tüberküloz, cilt ve sindirim sistemi rahatsızlıkları gibi bazı hastalıkların tedavisinde Antik Yunan çağından beri kullanılmaktadır. 18. yüzyılda peyniraltı suyu ile hastalıkların tedavisi için uzmanlaşmış enstitüler kurulmuş, peyniraltı suyunun besinsel ve tedavi edici özellikleri üzerine detaylı çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. O dönemlerde İsviçre, Almanya ve Avusturya'da "peynir kürleri" denilen terimler alışlagelmiştir. Peyniraltı suyu da diyare, safra hastalıkları, cilt problemleri, üriner bölgedeki pullanmalar ve bazı intoksikasyonların tedavileri için başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Bu içeceklerin yüksek besinsel değerli yüksek miktardaki proteinleri nedeniyle atletler için ideal besin ve enerji kaynağıdır. Peyniraltı suyu proteinleri isolösin, lösin ve valin gibi dallanmış zincir yapıdaki amino asitlerin zengin bir kaynağıdır. Bu aminoasitler diğer esansiyel amino asitlere benzerler, çünkü metabolize olurlar ve direkt olarak kas dokusunda ve egzersiz ve direnç antrenmanları süresince ilk kullanılan amino asitlerdir (2).

Peyniraltı suyu proteini fraksiyonları demir bağlayıcı bir protein olan laktoferrini, peynir yapımında rennet kullanımı sonrası meydana gelen glikomakropeptit (GMP)'i, doğal olarak serbest fenilalanin ve kalsiyum bağlayıcı bir protein olan  $\alpha$ -laktalbumini de kapsamaktadır. Bu yol, laktoferrinin varlığından dolayı peyniraltı suyu içeceklerinin fonksiyonel gıda olarak istenilen gıdalardan demir emiliminin geliştirilmesi ve/veya patojenleri tutarak intestinal duvarlara bağlanmadan kullanılabilir. Bu içecekler kalsiyum emilimini de arttırdığı için, özellikle osteoporozis rahatsızlığı çeken yaşlı insanların beslenmesinde çok önemlidir (2).

### Alkolsüz Peyniraltı Suyu İçecekleri

Geçtiğimiz son on yılda formül ve yöntemleri geliştirilmiş peyniraltı suyu içeceklerinin üretimi, meyve konsantresi ilaveli çeşitli meyve kuru madde miktarları (%5-20) çeşitli patentlerle tescillenmiştir. Bu içeceklerden, turuncgil aromalı ve mango, muz veya papaya gibi diğer tropikal meyve aromaları eklenmiş içecekler en sıklıkta önerilmektedir. Çünkü bu içeceklerin istenmeyen pişmiş süt aroması ve taze peyniraltı suyunun tuzlu-ekşi aromasının maskelenmesi açısından çok etkili olduğu is-

patlanmıştır. Bunun yanında, elma, armut, şeftali, kayısı ve kiraz gibi meyvelerin konsantrilerinin eklenmesi de uygulanmıştır. Demir ve antioksidanların iyi bir kaynağı olarak bilinen dutsu meyvelerin bu ürünlere eklenmesi denemelerinden başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle besinsel değeri artırılmış peyniraltı suyu içeceklerinin üretilmesinde önem taşımaktadır. Bu tezi destekleyici en iyi örnek; bir grup Brezilyalı bilim adamı çilek konsantresi ile peyniraltı suyu içeceğini aromalandırmış ve demir bisglisinat ile takviye edilmiştir. Bu içeceğin uzun süreli tüketimi ile çocuklarda ve ergenlerde anemi görülme oranında azalma meydana geldiğini ispatlanmıştır (2).

Meyvelerden başka bazı araştırmacılar çikolata, koka, vanilya, tahıllar (çoğunlukla pirinç, yulaf ve arpa), bal vb. gibi diğer aroma ajanlarının eklenmesini de uygulamışlardır. Tahılların özellikle de kepeğin eklenmesi, çok ilginç olarak görülmektedir. Diyet lif, esansiyel yağ asitleri (yulafın eklenmesi) ile zenginleştirilmiş içeceklerin üretimi de gerçekleştirilmiştir. Hipoalerjenik proteinler oldukları için bu içecekler alerjenik çocuklar ve insanlar tarafından tüketimi için uygun kılınmaktadır. Hipoalerjik içecekleri hazırlamak için, soya proteini veya patates izolatları gibi diğer bitkisel kaynakların eklenmesi kullanılabilir. Bu açıdan, yulaf ezmesi eklenmesi tercih edilmektedir çünkü, yalnızca düşük alerjen protein içeriğinin artırılması değil, son ürünün tadını da etkilemektedir. Stabilize pirinç kepeği çözümler ve çözünmez diyet lif dengesi uygun olduğu için en iyi seçimlerden biri olarak gösterilmektedir. Pirinç kepeği ile zenginleştirilmiş içeceklerde, depolama süresince hemen hemen hiçbir çökelti meydana gelmemektedir ve ürün alerjen protein içermemektedir (2).

Peyniraltı suyunun çeşitli laktik asit bakterileri ile fermantasyonu ile elde edilen probiyotik peyniraltı suyu içecekleri probiyotik suşların kandaki kolesterol seviyesini düşürücü, laktoz metabolizmasını düzenleyici, kan basıncını düşürücü, antikanserojenik özellikleri ve immun sistem teşviği gibi insan sağlığına olumlu etkiler gösterdiği uzun zamandır bilindiğinden büyük ilgi görmektedir (30). Burada en önemli faktörlerden bir tanesi son ürünün yapı ve aromasına yön vermesinden dolayı probiyotik suşun seçimidir. Geçen birkaç yılda probiyotik suşların fermantasyonu ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Hernandez-Mendoza et al. (2007)'e göre *Lactobacillus reuteri* ve *Bifidobacterium bifidum* kullanılarak pektinler ve şeker içeren uygun probiyotik içeceğin üretimi uygun olmaktadır (31). Drgalić et al. (2005) *Lactobacillus acidophilus* La-

5, *Bifidobacterium bifidum* Bb-12 ve *Lactobacillus casei* Lc-1 gibi probiyotik suşların rekonstitüe peyniraltı suyunda 28 gün soğukta depolanması süresince canlılık ve gelişmelerini çalışmışlardır. Tüm suşlar fermente içeceğin depolanması süresince iyi bir canlılık göstermiştir. Probiyotik Bb-12 suşu ile üretilen fermente içecek La-5 ve Lc-1 suşlarından üretilen diğer iki içeceğe göre daha düşük duyuşsal skor elde etmiştir (32).

Peyniraltı suyu, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus rhamnosus* ve *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* gibi farklı suşlarla fermente edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda yoğurt kültürü ve *Streptococcus thermophilus* – *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* gibi kombine kültürler ile fermantasyonların en iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir (33). Pescuma et al. (2008) *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*'un kombine kültürlerini kullanarak, peyniraltı suyu fermantasyonunun en uygun sonuç verdiğini belirlemiştir (34).

Diyetetik içecekler de, hidrolize laktozlu içecekler, içecekler, süt ve toz içecekler gibi alkolsüz peyniraltı suyu içecekleri kategorisinde yer almaktadır. Bileşimi ve bileşimi ile ilişkili özellikleri nedeniyle, peyniraltı suyu bazı tatlandırıcı madde (sıklıkla sakarin ve siklamat), elma veya bazı tropik meyveli ve stabilize ajan eklenmiş basit diyetetik içeceklerin üretimi için iyi bir hammaddedir. Bu içecekler çok düşük enerji değerine (104-113 kJ/100mL) sahiptir ve bu özelliği geniş tüketici grubu tarafından tüketilmesini uygun kılınmaktadır. Bununla beraber, tatlandırıcı ajanların uygulanması bazı toksisite belirtileri ile ilişkili bazı problemler meydana getirebilmektedir (2).

Sıvı veya toz peyniraltı suyunun yağsız veya tam yağlı süt, yayıkaltı, bazı bitkisel yağlar, hidrokolloid ve emülsifiyerler ile karıştırılmasıyla süt benzeri içecekler de üretilmektedir. Süt, içeceğin yoğunluk ve stabilitesini geliştirmek amacıyla eklenmektedir. Bu kategorideki en ünlü ürünlerden bir tanesi olan *Way-Mil*, süte benzer görünümde, kendine özgü tatta ve çikolata veya meyveler gibi ilaveleri içerebilmektedir. Ürün, yaklaşık % 2-4 süt yağı, %1-1.5 protein, % 4-5 laktoz, %0.7 mineral ve suda çözünen vitaminleri içermektedir. Bu ürünler vitamin ve minerallerle de zenginleştirilebilmektedir. Sıvı içeceklerle karşılaştırıldığında, bu ürünler daha kolay taşınmakta ve depolanmakta, bu açıdan protein kaynaklarının sınırlı olduğu ve yaşam şartlarının zor olduğu durumlarda toplumun beslenmesinde

çok önemlidir. Peyniraltı suyu tozu içeceklerinin üretimi peyniraltı suyunun genellikle soya, meyve tozu, konsantre meyve suyu veya peyniraltı suyu proteini konsantreleri ile karıştırılmasını kapsamaktadır. Eğer sıvı konsantre meyve suyu eklenecekse, peyniraltı suyu tozu önceki su ile rekonstitüe edilmiş olmalıdır. Kristalize meyve suyu ve meyve bazlı tozlar eklendiğinde, peyniraltı suyu bu işleme gerek kalmamaktadır. Avrupa'nın en ünlü alkolsüz peyniraltı suyu içeceklerinden bazıları ve bileşimleri Çizelge2'de görülmektedir (2, 35,36).

### Alkollü Peyniraltı Suyu İçecekleri

Laktoz, peyniraltı suyu kuru maddesinin ana bileşeni (%70) olduğu için, peyniraltı suyu alkollü içeceklerin üretimi için çok iyi bir materyaldir. Düşük alkollü ( $\leq$  % 1.5) içecekler olarak adlandırılan alkollü peyniraltı suyu içecekleri, laktozun direkt fermentasyonu (genellikle *Kluyveromyces fragilis* ve *Saccharomyces lactis* gibi maya türleri ile) veya istenen alkol seviyesine (%0.5-1.0) ulaşana kadar sakaroz ilavesi, aromalandırma, tatlandırma ve ambalajlama aşamalarından oluşmaktadır. Böyle-

Çizelge 2. Avrupa pazarında yer alan bazı peyniraltı suyu içecekleri

Ürün ismi	Orijin Ülke	Karakteristikler / Bileşim
Frusighurt	Almanya	Meyve/turunçgil ilaveli peyniraltı suyu
Big M		Aromalandırılmış ve E-vitaminince zenginleştirilmiş peyniraltı suyu
Mango Molke-Mix		Mango ekstraktı ve bifidobakter eklenmiş peyniraltı suyu
Frucht-Molke (Immensee)		Siyah frenk üzümü veya % 25 oranında 10 meyvenin karışımı (portakal, ananas, kayısı, muz, egzotik meyveler, mango, erik ve turunçgil) eklenmiş peyniraltı suyu
Kur-Molke		Elma veya portakal/maracuja ekstraktı eklenmiş peyniraltı suyu
Molken Frucht Nektar		Peyniraltı suyu + % 25 portakal/maracuja konsantresi
Multivitamin-Molke		Peyniraltı suyu + 10 meyve ekstraktı + 10 Vitamin
Rivella	İsviçre	Su, peyniraltı suyu, karbon asidi, şeker, doğal aromalar, asitlendirici ajan (L-laktik asit)*
Sureli		% 35 temiz, deproteinize, karbonatlı peyniraltı suyu
Fit		Rivella benzeri içecek, fakat karbonatlı peyniraltı suyuna %15 meyve pulpu veya mango ekstraktı ilave edilmiştir.
Latella	Avusturya	Peyniraltı suyu + mango + maracuja ve meyve pulpu/turunçgil ekstraktı
Morea	Fransa	Peyniraltı suyu konsantresi + %40 mango, kivi ve egzotik meyve ekstraktı
Djoez	Norveç	%80 peyniraltı suyu + %12.8 meyve konsantresi + aroma
Taksi		%85.3 peyniraltı suyu + %6.3 meyve konsantresi + renklendirici ajan
Hedelmatarha	Finlandiya	Laktozu hidrolize peyniraltı suyu + meyveler (mango veya egzotik meyve karışımı)
Fanna-fitt	Macaristan	%80 ultrafiltre tatlı peyniraltı suyu fermente edilmekte ve meyve ekstraktları (mango, ananas, çilek) 2. ultrafiltrasyondan sonra karıştırılmaktadır.
Lambada **	Slovenya	Pastörize peyniraltı suyuna % 3 meyve şurubu, şeker ve gerektiğinde sitrik asit ilave edilmektedir. Uygun 8 farklı aroma (egzotik, kivi, kayısı, ananas, limon, portakal, mango) eklenmektedir.

\* <http://www.dooyoo.de/nichtalkoholische-getraenke/rivella-rot/1065545>

\*\* Jarc et al., 1994

ce, mevcut laktoz miktarı laktik aside dönüşmekte, kalan fermentler alkole dönüşürken bu son ürüne serinletici ekşi tat, vermektedir. Peyniraltı suyunun kefir kültürüyle fermente edilmesiyle elde edilen "Milone" ve Polonya'da üretilen ve "Serwoit" olarak bilinen peyniraltı suyu köpüklü şarabı bu kategoridedir (2).

Peyniraltı suyu birası malt ilaveli veya ilavesiz olarak üretilmektedir; bu ürün minerallerle zenginleştirilebilmekte veya nişasta hidrolizatları ve vitaminler içerebilmektedir. Süt yağı bulunduğu istenmeyen koku ve tat oluşabilmekte, peyniraltı suyu proteinlerinin düşük çözünürlüğü nedeniyle ve bira mayalarının laktozu fermente etme yeteneği bulunmadığından bira köpüğünün kaybına neden olabilmektedir.

Peyniraltı suyu şarabı, nispeten düşük alkol miktarına (%10-11) sahiptir ve genellikle meyve aromaları ile aromalandırılmaktadır. Peyniraltı suyu şarabı üretimi temizleme, deproteinizasyon,  $\beta$ -galaktosidaz ile laktoz hidrolizi, tortusundan arındırılarak aktarım ve soğutma, mayaların eklenmesi ve fermantasyon, aktarma, olgunlaştırma, filtre etme ve şişeleme aşamalarını kapsamaktadır (2).

### Diğer Ürünler

Laktik asit üretimi: Peyniraltı suyu ısı işlem uygulanarak istenmeyen mikroorganizmalardan arındırılır ve homofermentatif laktik asit bakterileri ile aşılansak laktik asit elde edilmektedir. *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* bakterilerinin üretimde kullanılmaları üzerine pek çok çalışma yapılmıştır (37).

Peyniraltı suyu tozu: Peyniraltı suyu'nun kurutulması ile elde edilir. Kurutma işlemi püskürtmeli kurutucuda gerçekleştirilmektedir. Elde edilen ürünün nem miktarı %12-15 arasında değişmektedir.

Peyniraltı suyu protein konsantratu: Peyniraltı suyu konsantre edilerek çabuk bozulma sorununun önüne geçilebilmektedir. Laktozun çözünürlüğünün düşük olması konsantrasyon düzeyini sınırlamakta ve %30 kuru madde içeren konsantre peyniraltı suyu elde edilmektedir.

Laktalbumin: %85-90 civarında protein içeren laktalbumin ısı işlem ile denatüre edilmiş özel konsantre peyniraltı suyu proteinidir.

Peyniraltı suyu protein izolatu: Bu ürün bileşiminde %90'dan fazla protein bulundurur, sadece %1 yağ, %1 laktoz ve %3 mineral madde içermektedir (3, 38).

Tüm bunların yanında modifiye peyniraltı suyu ürünleri margarin yapımında da kullanılabilir. A.B.D.'nde diğer süt protein konsantratlarının yanı sıra, jel filtrasyon yöntemiyle elde edilen ve laktozu kısmen uzaklaştırılmış peyniraltı suyu tozu, margarinin tekstür ve su salma özelliklerini iyileştirmek amacıyla %2-4 arasında kullanılmaktadır (39).

## SONUÇ

Teknolojik gelişmeler ve tüketicilerin artan ilgi si ile birlikte atık ürün olmaktan çıkan peyniraltı suyunun, bileşiminden kaynaklanan besleyici özelliklerinin yanında sağlık üzerine olumlu etkileri bilimsel olarak ortaya konmaktadır. Peyniraltı suyu proteinleri ve aminoasit takviyeleri günümüzde, medikal ilaçların insanlar üzerinde oluşturduğu yan etkiler bakımından üstünlük kazanmaktadır. Bu nedenle, peyniraltı suyu proteinleri ve peyniraltı suyu biyoaktif bileşenlerinin etkilerini ortaya koyularak daha fazla fizyolojik uygulama yapılmalı ve sonuçlar tanımlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Şahan N, Konar A. 1995. Peyniraltı suyu işlenecek süte uygulanan farklı işlemlerin peyniraltı suyu niteliğine etkisi. *GIDA*, 20 (3): 143-147.
2. Jeličić I, Božanić R, Tratnik L. 2008. Whey-based beverages-a new generation of dairy products. *Mljekarstvo*, 58 (3): 257-274.
3. Kılıç M, Özen AE. 2006. Peyniraltı suyu ürünleri ve gıdalarda fonksiyonel bileşen olarak kullanımları. *Standard Y/45*, N/557: 108-111.
4. McIntosh GH, Royle PJ, Le Leu RK, Regester GO, Johnson MA, Grinstead RL, Kenward RS, Smithers GW. 1998. Whey proteins as functional food ingredients? *Int Dairy J*, 8: 425-434.
5. Pintado ME, Macedo AC, Malcata FX. 2001. Review: Technology, chemistry and microbiology of whey cheese. *Food Sci Tech Int*, 7: 105-116.
6. de Wit JN. 1989. Functional properties of whey proteins. In: *Developments of dairy chemistry*, PF Fox (Ed.), Volume 4, Applied Science, London.
7. Farrell HM, Bede MJ, Enyeart JA. 1987. Binding of p-nitrophenyl phosphate and other aromatic compounds by b-Lg. *J Dairy Sci*, 70: 252-258.
8. Perez MD, Calvo M. 1995. Interaction of beta-lactoglobulin with retinol and fatty acids and its role as a possible biological function for this protein: a review, *J Dairy Sci*, 78: 978-988.

9. de Wit JN. 1998. Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *J Dairy Sci*, 81: 597-602.
10. Fox PF. 1989. The milk protein system. In *Developments in Dairy Chemistry*. In P.F. Fox (Ed.). *Functional Milk Proteins*, Volume 4, London: Applied Science.
11. Evans EW. 1982. Uses of milk proteins in formulated foods. In B.J.F. Hudson (Ed.), *Developments in Food Proteins*. London: Applied Science.
12. Tawa NE, Jr. and Goldberg, AL. 1992. Suppression of muscle protein turnover and amino acid degradation by dietary protein deficiency. *Am J Physiol*, 263 (2 Pt. 1): 317-325.
13. Karagözlü C, Bayarer M. 2004. Peyniraltı suyu proteollerinin fonksiyonel özellikleri ve sağlık üzerine etkileri. *Ege Üniv Ziraat Fak Derg*, 41(2): 197-207.
14. Metin M. 2005. *Süt Teknolojisi - Sütün Bileşimi ve İşlenmesi*. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 33, E.Ü. Basımevi, Bornova, İzmir, 802s.
15. Walzem RL, Dillard J, German JB. 2002. Whey components: Millennia of evolution create functionalities for mammalian nutrition: what we know and what we may be overlooking. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 42 (4): 353-375.
16. González-Chávez SA, Arévalo-Gallegos S, Rascón-Cruz Q. 2009. Lactoferrin: structure, function and applications. *Int J Antimicrob Agents*, 33: 301.e1-301.e8.
17. Jenssen H, Hancock REW. 2009. Antimicrobial properties of lactoferrin. *Biochimie*, 91: 19-29.
18. Çankaya M, Şişecioglu, M, Yörük Ö, Özdemir H. 2006. In vitro effects of some antibiotic drugs on bovine lactoperoxidase enzyme. *Turk J Med Sci*, 36 (5): 301-306.
19. Boza JJ, Moennoz D, Vuichoud J, Jarret AR, Gaudard de Wett D, Ballevre O. 2000. Protein hydrolysate vs free amino acid-based diets on the nutritional recovery of the starved rat. *Eur J Nutr*, 39: 237-243.
20. Badger TM, Ronis MJ, Hakkak R. 2001. Development effects and health aspects of soy protein isolate, casein, and whey in male and female rats, *Int J Toxicol*, 20: 165-174.
21. Morifuji M, Sakai K, Sanbongi C, Sugiura K. 2005. Dietary whey protein increases liver and skeletal muscle glycogen levels in exercise-trained rats, *Br J Nutr*, 93: 439-445.
22. Ha E, Zemel MB. 2003. Functional properties of whey, whey components and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *J Nutr Biochem*, 14: 251-258.
23. Marshall K. 2004. Therapeutic applications of whey protein. *Altern Med Rev*, 9(2): 136-156.
24. Sukkar SG, Bounous G. 2004. The role of whey protein in antioxidant defense. *Rivista Italiana di Nutrizione Parenterale ed Enterale*, 22 (4): 193-200.
25. Cribb PJ. 2005. U.S. whey proteins in sports nutrition. *US Dairy Export Council* 3 (4): 1-12.
26. Rehberger B. 2006. Latest research on the health and nutritional benefits of whey protein. *Eur Dairy Magazine*, 6: 16-18.
27. Smithers GW, McIntosh GH, Register GO, Johnson MA, Royle PJ, Leu RK, Jelen P. 1998. Anti-cancer effects of dietary whey proteins, In: *Proceedings of the Second International Whey Conference*, International Dairy Federation Publication S.I. 9804, pp.309. Brussels, Belgium: IDF Publications.
28. Lucas DO. 1999. Breakthrough technology produces concentrated whey protein with bioactive immunoglobulins. *Clinical Nutrition Insight*, 6 (21): 1-4.
29. Režek Jambrak A, Mason TJ, Lelas V, Herceg Z, Ljubić-Herceg I. 2008. Effect of ultrasound on solubility and foaming properties of whey protein suspensions. *J Food Eng*, 86: 281-287.
30. Shah, N. 2007. Functional cultures and health benefits. *Int Dairy J*, 17: 1262-1277.
31. Hernan-Mendoza A, Robles VJ, Angulo, JO, De La Cruz J, Garcia HS. 2007. Preparation of a whey-based probiotic product with *Lactobacillus reuteri* and *Bifidobacterium bifidum*. *Food Technol Biotechnol*, 45 (1): 27-31.
32. Drgalić I, Tratnik Lj, Božanić R. 2005. Growth and survival of probiotic bacteria in reconstituted whey. *Lait*, 85: 171-179.
33. Almeida KE, Tamime AY, Oliveira MN. 2008. Acidification rates of probiotic bacteria in *Minas frescal* cheese whey. *LWT*, 41: 311-316.
34. Pescuma M, Hebert EM, Mozzi F, Font De Valdez G. 2008. Whey fermentation by thermophilic acid bacteria: Evolution of carbohydrates and protein content. *Food Microbiol*, 25: 442-451.
35. Anon 2008. [www.dooyoo.de/nichtalkoholische-getraenke/rivella-rot/1065545](http://www.dooyoo.de/nichtalkoholische-getraenke/rivella-rot/1065545) (Accessed 28.05.2008).
36. Jarc S, Pfeifer K, Hadžiosmanović M. 1994. Chemical, bacteriological and sensory quality indices of whey fruit drinks, *Mljekarstvo*, 44: 27-31.
37. Demirci M, Şimşek O. 1997. *Süt İşleme Teknolojisi*. Hasad Yayıncılık Ltd Şti (Ed) İstanbul, Türkiye.
38. Tarakçı Z, Küçüköner E. 2003. Peyniraltı suyu proteinleri, fonksiyonel özellikleri ve gıdalarda kullanımı. *Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu*, 22-23 Mayıs, İzmir, Türkiye, 329-334.
39. Bakırcı İ, Kavaz A. 2006. Peyniraltı suyunun değerlendirilme olanakları. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, 24-26 Mayıs, Bolu, Türkiye, 77-80.
40. Pernel CW, Foegeding EA, Luck PJ, Davis JP. 2002. Properties of whey and egg white protein foams. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 204, (1-3): 9-21.