



Kahramanmaraş Sutcu Imam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 14.05.2019
Kabul Tarihi : 21.08.2019

Received Date : 14.05.2019
Accepted Date : 21.08.2019

PEYNİR ALTI SUYUNUN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM OLANAKLARI

VARIOUS PROPERTIES OF WHEY AND POSSIBILITIES OF ITS UTILISATION

Arzu KAVAZ YÜKSEL¹, Mehmet YÜKSEL^{2}, Hilal ÜRÜŞAN³*

¹ Atatürk Üniversitesi, Erzurum Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, 25240 Erzurum, Türkiye

² Atatürk Üniversitesi, Hınıs Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Hınıs, Erzurum, Türkiye

³ Atatürk Üniversitesi, Erzurum Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 25240 Erzurum, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Mehmet YÜKSEL, mehmet.yuksel@atauni.edu.tr

ÖZET

Peynir altı suyu (PAS), genel olarak peynir üretimi sırasında teleminin ayrılmasından sonra elde edilen yeşilimsi sarı renkli bir sıvıdır ve süt teknolojisinin en önemli yan ürünlerinden biridir. Bileşimi ve özellikleri, kullanılan sütün kalitesi ve üretilen peynirin çeşidine göre değişiklik göstermektedir. PAS'nun sahip olduğu zengin kuru madde içeriği insan sağlığı üzerinde son derece önemli biyolojik fonksiyonlara sahiptir. PAS'nun değerlendirilmesi veya atılması süt endüstrisinin en önemli problemlerinden birisidir. Herhangi bir işlem görmeden çevreye atılan PAS, çok yüksek oranlarda organik madde içeriği nedeniyle çevre kirliliğine neden olduğu gibi, içerdiği yüksek değerli besin unsurlarının da kaybı söz konusu olmaktadır. Eskiden sadece sıvı halde hayvan yemi veya gübre olarak değerlendirilen PAS, günümüzde çeşitli amaçlara yönelik olarak kullanılabilir. PAS genel olarak kurutularak veya konsantre edilerek kullanılmaktadır. Bu ürünler ise, gıda sanayinde, şekerlemeler, unlu mamuller, et ürünleri, çorbalar, soslar, içecekler gibi birçok üründe kullanılmaktadır. Ayrıca, hayvan beslenmesinde ucuz ve yüksek kaliteli protein kaynağı olmasıyla beraber karbonhidrat kaynağı olarak da tercih edilmektedir. Bu derlemede PAS'nun, sahip olduğu birtakım özellikler ve kullanım alanları hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Peynir Altı Suyu, Beslenme, Kullanım Olanakları

ABSTRACT

Whey (PAS) is a greenish yellow liquid obtained in general after the removal of clot during cheese production and is one of the most important by-products of milk technology. Compositions and properties of cheese show variation depending on the quality of used milk and the produced cheese type. The rich dry matter content of PAS has very important biological functions on human health. Evaluating or disposing of PAS is one of the most important problems of the dairy industry. PAS, which is thrown into the environment without any treatment, causes environmental pollution due to its high organic matter content and the high-value nutrients that it contains are also lost. While, PAS was used as only animal feed and fertilizer in the liquid form in the past, nowadays it can be used for various purposes. PAS is generally used by drying or concentrating. These products are used in the food industry in many products such as confectionery, bakery and meat products, soups, sauces and beverages. In addition to being a cheap and high quality protein source in animal nutrition, It is also preferred as a carbohydrate source. In this review, given an information about some features and usage areas of PAS.

Keywords: Whey, nutrition, using Possibilities

GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi peynir tebliğine göre peynir altı suyu (PAS); pıhtı kesimi sonrasında pıhtıdan ayrılan ve teleme dışında kalan yeşilimsi sarı renkteki sıvı olarak tanımlanmaktadır (Evren ve ark., 2011). Peynir üretiminde kullanılan sütün yaklaşık %85 kadarı PAS olarak ayrılmaktadır (Mete, 2012). PAS, farklı düzeylerde laktoz, serum proteinleri (albümin, globülin), vitaminler, mineraller (kalsiyum, fosfor, magnezyum, çinko vs.), P₂O₅ ve K₂O ihtiva etmektedir

(Kurt, 1990). Ayrıca, laktoferrin, laktoperoksidaz gibi minör bileşenler ile bir miktar süt yağı da PAS'nun bileşiminde mevcuttur. PAS, yüksek oranda dallı zincirli amino asit (lösin, izolösin ve valin) içeriğine sahiptir ve bu da PAS'nun insan sağlığı üzerinde son derece faydalı olabileceğini ortaya koymaktadır. PAS'da bulunan bileşiklerin, özellikle PAS proteinlerinin birçok sağlık problemine karşı faydalı olduğu bildirilmiştir. Özellikle, astım, kolit, bazı kanser tipleri, yüksek tansiyon, bağışıklık sistemi zayıflığı, kas zayıflığı, kan şekeri seviyesi, yaraların iyileşmemesi, hepatit ve kron hastalığı gibi sağlık problemleri üzerinde son derece etkin olduğu tespit edilmiştir (Yerlikaya ve ark., 2010). PAS proteinleri, biyolojik değeri yüksek proteinlerdir ve esansiyel amino asitler bakımından zengin bir kaynaktır. Serum proteinleri bakımından zengin olan PAS proteini, antioksidan, antibakteriyel, antihipertansif, antitümör, antiviral ve hipolipidemik bir ajan iş özelliğindedir (Rezende ve ark., 2014; Bilal and Altiner, 2017).

PAS, değerlendirilmediği takdirde önemli çevresel sorunlara neden olmaktadır. Mevcut toplam PAS üretiminin dünyada yaklaşık olarak 180 ile 190 milyon ton/yıl olduğu tahmin edilmektedir (Rivas ve ark., 2011; Mollea ve ark., 2013; Yadav ve ark., 2015). Hiçbir işleme tabi tutulmadan çevreye atılan PAS'daki organik maddeler fermantasyona uğrayarak önemli düzeyde çevresel kirlenmelere yol açmakta ve atıkların döküldüğü sulardaki canlılar ciddi bir tehdit altında kalmaktadır (Kurt, 1990). PAS, biyolojik oksijen (B.O.G) ve kimyasal oksijen (K.O.G) gereksinimi yüksek bir atıktır (Guimaraes ve ark., 2010; Dragone ve ark., 2011; Yadav ve ark., 2015). B.O.G değeri, kirli sulardaki organik maddeleri parçalamak için mikroorganizmalar tarafından kullanılan oksijen miktarını göstermektedir. Bu değer PAS için 40 g L^{-1} olduğu saptanmıştır (Metin, 1983). Bu nedenle birçok ülkede PAS'nun hiçbir işleme tabi tutulmadan kanalizasyona veya çevreye bırakılması yasaklanmıştır. Genel olarak, 1 litre PAS'nun doğrudan atık sulara karışmasıyla oluşan kirlilik miktarı, yaklaşık 1 kişinin bir günde ürettiği kirliliğe eşdeğerdir. Örneğin; günde 10 ton sütü peynire işleyen ve arta kalan yaklaşık 8 ton PAS'nu değerlendirmeden çevreye döken bir işletme, 8000 nüfuslu bir kentin yol açtığı düzeyde çevre kirlenmesine neden olabilmektedir. Dünya çapında her yıl üretilen PAS miktarı göz önüne alındığında, meydana gelen kirlilik riskinin ne kadar fazla olduğu daha iyi anlaşılmaktadır. PAS'nu kullanmanın veya bertaraf etmenin çeşitli yöntemleri vardır. Arazi alanının yeterince büyük olması ve toprakların mineral elementlerin ve organik maddenin emilimine izin vermesi koşuluyla, üretim sahasına boşaltılabilmektedir. PAS'nun temel bileşenleri ya çöktürme yöntemi ile ya da bir ultrafiltrasyon yöntemiyle ayrılabilir. Elde edilen proteinler, belirli tip peynirlerin üretimi için kullanılabilir; ham veya konsantre ürünün kristalleşmesiyle elde edilen laktoz, insan gıdası veya farmasötik endüstrisi için değerlendirilebilir. PAS, mayaların çoğaltılabilmesi için mükemmel kaynaktır. Bu nedenle mayalar kullanılarak PAS'dan büyük miktarlarda protein, laktik asit, etil alkol ve vitamin gibi maddeler elde edilebilmektedir (Üçüncü, 2004).

Peynir Suyunun Bileşimi ve Fonksiyonel Özellikleri

PAS'nun bileşimi peynir yapımında kullanılan sütün bileşimine, peynir yapım tekniğine, pıhtılaştırmanın asit veya maya ile yapılıp yapılmadığına, pıhtılaştırma sıcaklığına, süresine, pıhtının parçalanma biçimine ve diğer birtakım faktörlere bağlı olarak değişim göstermektedir (Jeličić ve ark., 2008). Enzim kullanılarak pıhtılaştırılan kazeinin ayrılmasıyla elde edilen PAS (min pH 6.3) tatlı olarak adlandırılırken; asit kullanılarak elde edilen PAS (pH 4.6) ekşi olarak tanımlanmaktadır (Westergaard, 2004). PAS'nun bileşimi Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Peynir altı suyunun bileşimi

Bileşenler (Composition)	%
Su	93.3
Kuru madde	6.7
Yağ	0.9
Protein	0.9
Süt şekeri	4.4
Kül	0.5

PAS proteinleri, teknolojik olarak PAS içinde yer alan en önemli fraksiyondur. Bu proteinler, asidik / bazik ve hidrofobik/hidrofilik amino aminoasitlerden oluşan globüler proteinlerdir. PAS'daki esas fraksiyon β -laktoglobulindir (β -Lg), ve bunu sırasıyla α -laktalbumin (α -La), immunoglobulinler (Ig), sığır serum albumini (BSA), laktoferrin (LF) ve laktoperoksidaz (LP) takip etmektedir ve PAS'da sırasıyla ortalama olarak %50, %20, %10, %10, %3, ve %0.3 gibi oranlarda bulunmaktadır. β -Laktoglobulin (β -Lg), PAS proteinleri içerisinde en yüksek orana (%58) sahip olan proteindir. β -Lg yeni doğanlarda pasif bağışıklığın oluşumunda ve meme bezinde fosfor metabolizmasının düzenlenmesinde rol oynamaktadır (Farrell ve ark., 1987). Bu proteinin, aminoasit diziliminde sistein aminoasidinin bulunmakta ve bu da kas gelişiminin yanı sıra, glutatyon (GSH) sentezi için oldukça

büyük bir önem taşımakta ve ayrıca, yağ asidi ve lipit bağlayıcı bir protein olarak da görev almaktadır (Perez and Calvo 1995; de Wit 1998).

α -Laktalbumin (α -La) , süt proteinlerinin yaklaşık %2-5'ini oluştururken; PAS proteinleri içerisinde miktar olarak en fazla (%20) bulunan ikinci proteindir. Meme bezinde sentezlenmektedir ve α -La'nin A, B ve C olmak üzere 3 genetik varyansı bulunmaktadır. Yeni doğanlar için önemli bir enerji kaynağıdır ve laktozun biyosentezi için bir koenzim olarak vazife görmektedir. Anne sütündeki temel proteine yapı ve kompozisyon açısından benzediği için bebek mamaların yapımında saf α -laktalbumin kullanılmaktadır (Fox, 1989). Sığır serum albumini (BSA), meme hücrelerinde sentezlenmemektedir; ancak kan akışı yoluyla süte geçmektedir. Bu protein, serbest yağ asitlerini ve lipitleri bağlayabilme özelliği göstermektedir (De Wit, 1998).

İmmunoglobulinler (Ig), PAS'da ve kolostrumda bulunan süt proteinlerinin en küçük fraksiyonudur. Çoğu zaman minör bileşenler olarak adlandırılan PAS proteinlerinin bu grubu, bebekler için pasif bağışıklığı sağlamakta iken yetişkinlerde bağışıklık sistemini güçlendirmektedir. İmmünoglobulinlerin, IgG₁, IgG₂, IgA ve IgM gibi çeşitleri bulunmaktadır ve kolostrumdaki miktarı normal süttten daha fazladır (Walzem ve ark., 2002, Metin 2005).

Peynir Altı Suyu Proteinlerinin Biyolojik Özellikleri

Yeni işleme teknolojilerinin ve daha karmaşık analitik yöntemlerin geliştirilmesi, PAS ve PAS'dan elde edilen proteinlerinin besinsel ve biyolojik özelliklerinin daha iyi anlaşılmasını sağlamış ve bu ürünlerin insan sağlığının korunması ve hastalıkların iyileştirilmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. PAS proteinleri, sindirimi kolaylaştırmak, emilen besin maddelerinin metabolik tepkilerini artırmak, spesifik organların gelişimini sağlamak ve hastalığa karşı direnci artırmak gibi bir dizi biyolojik aktiviteye sahiptir. PAS proteinleri (albüminler ve globulinler) mükemmel kalitedeki proteinlerdir ve esansiyel amino asit içerikleri yumurta veya kazein proteinlerinininkinden daha üstün bir özelliktedir. PAS proteini oldukça yüksek bir biyolojik değere sahiptir. Lisin ve lösin aminoasitleri açısından oldukça zengin olan ve önemli miktarda metionin ve sistin aminoasitlerini içeren kıymetli bir protein özelliğindedir. Metionin ve sistin vücutta, hücrel bir antioksidan fonksiyonlarda önemli bir rol oynamakta ve glutathionun ön maddesi olarak görev yapmaktadır (Shoveller ve ark., 2005). PAS proteini, sahip olduğu mükemmel besin değerine ilave olarak, bağışıklığı güçlendirme, gastrointestinal hormon salgılanmasını uyarma, antimikrobiyal ve antiviral aktivite, tokluk tepkisi ve kas anabolizmi gibi diğer metabolik fonksiyonlar açısından da sağlık üzerinde önemli etkilere sahiptir. PAS proteinlerinin ve bunların hidrolizi sonucu açığa çıkan biyoaktif peptitlerin sahip oldukları biyoaktif özellikler; antihipertansif, antimikrobiyal, antioksidan, antiviral, immünomodülatör, antikarsinojenik veya mineral madde bağlama özellikleridir (Madureira ve ark., 2007). PAS proteinlerinin temel biyolojik aktiviteleri Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Peynir altı suyu proteinlerinin biyolojik aktiviteleri ve peynir altı suyu proteini tüketiminin potansiyel faydaları (Ramos ve ark., 2016)

Protein	Biyolojik aktivite (Biological activity)
Tam peynir altı suyu proteini	Kanserin önlenmesi (ör., Meme ve bağırsak kanseri) glutathion düzeyinin artırılması, tümör hücrelerinde zayıflama, HIV tedavisi, antimikrobiyal aktivite, doygunluk cevabının artması, plazma amino asitlerinde artış, kolesistokinin ve glukagon benzeri peptit miktarında artış
β -laktoglobulin	Retinol, palmitat, D vitamini, kolesterol, yağ asitleri ve trigliseritlerin taşıyıcısı, mideden geçiş sırasında dayanıklılık göstermesi, pasif bağışıklık gelişimi ve transferi, meme bezi metabolizmasının düzenlenmesi, antikanserojenik ve immünomodülatör aktivite
α -laktalbumin	Antikanserojenik aktivite, laktoz sentezi, kronik stres kaynaklı hastalıkların tedavisi
Sığır serum albumini	Lipitlerin sentezi, antimitojenik aktivite, antioksidan aktivite, antikanserojenik aktivite
İmmünoglobulinler	İmmünomodülatör aktivite, büyüme ve gelişme, pasif bağışıklık yoluyla hastalıklardan korunma, antibakteriyel aktivite, antifungal aktivite, opioid etkinliği, HIV tedavisi
Laktoferrin	Antimikrobiyal etkinlik, antifungal aktivite, antiviral aktivite, antitrombotik aktivite, immünomodülatör aktivite, antiproliferatif aktivite
Laktoperoksidaz	Antimikrobiyal aktivite, antifungal aktivite, immünomodülatör aktivite

PAS'da bulunan diğer bileşenler laktoz, suda çözünen vitaminler ve mineral maddelerdir. Laktoz, PAS'da kuru maddenin yaklaşık %70'ni meydana getirmektedir. Laktoz'un sindirimi sonucu oluşan laktik asit vücutta son derece önemli fonksiyonel özelliklere sahiptir. Bağırsakta patojenlerin gelişimini engelleyerek hafif asit reaksiyonun oluşumunu sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, kalsiyum, magnezyum, süt yağı ve diğer besin maddelerinin emilimini de kolaylaştırmaktadır. Sütte bulunan ve suda çözünen vitaminler, PAS'a geçmektedir. Riboflavin (B₂), folik asit ve siyanokobalamin (B₁₂), PAS'da önemli miktarlarda bulunan vitaminlerdir. PAS süttten daha yüksek miktarda riboflavin içermektedir. Bundan dolayı, PAS karakteristik yeşilimsi sarı renge sahiptir (Metin 2005, Jeličić ve ark., 2008).

PAS'daki mineral madde miktarı asit veya maya peynir altı suyu olmasına göre farklılık göstermektedir. PAS, hemen hemen sütte bulunan tüm makro ve mikro elementleri içermektedir; ancak peynir yapım aşamalarında tuz eklendiği durumlarda bileşimde farklılıklar meydana gelebilmektedir. PAS, ayrıca kalsiyum, fosfor, sodyum, potasyum ve klor bakımından da oldukça zengindir. PAS içindeki bu son üç elementin konsantrasyonu, ürünün kökeni ne olursa olsun sabittir ancak; ekşi PAS'da, kalsiyum ve fosfor konsantrasyonları, tatlı PAS'a göre daha fazladır (Jeličić ve ark., 2008).

Peynir Altı Suyunun Sindirimi ve Emilimi

Serum proteinleri midenin asit ortamında pıhtılaşmazlar ve midedeki kimozi enziminin etkisine karşı direnç göstererek hızla jejenum'a ulaşırlar ve sindirilerek plazma amino asit konsantrasyonunu artırır (Pal ve ark., 2010). Bu proteinler, mideden hızlıca boşaltılabilir ve ince bağırsaklarda yüksek emilebilirlik özelliğine sahiptirler. Bu nedenle sindirim problemi olan insanlar tarafından rahatlıkla tüketilebilirler (Tranberg ve ark., 2013).

Peynir Altı Suyunun Değerlendirilmesi

Ülkemizde üretilen PAS'nun büyük bir kısmı ve hatta neredeyse tamamı dışarıya atılmaktadır. PAS'nun bileşimi göz önüne alınarak yapılan bir hesaplamada, PAS ile birlikte, yılda yaklaşık 60330 ton laktoz, 12340 ton protein, 12340 ton yağ ve 6856 ton mineral maddenin değerlendirilmeden atıldığı ortaya çıkmaktadır. Bu bakımdan peynir suyunun çeşitli şekillerde değerlendirilmesi ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır (Schuck, 2002; Özen ve Kılıç, 2007; Evren ve ark., 2011). PAS; hayvan besleme, yoğurt, dondurma, alkolsüz içecekler, şekerleme ürünleri, fırıncılık ürünleri, çikolata, mayonez, sosis türü et ürünleri, salata sosları, yenilebilir film kaplamalı ambalaj malzemelerinin üretimi gibi alanlarda kullanılabilir. (Kırđar, 2009; Evren ve ark., 2011).

Fazla miktardaki PAS, depolamayı, taşımayı ve muhafazayı kolaylaştırmak için kurutulmuş PAS tozu üretilmektedir. Çünkü; PAS'dan elde edilen PAS tozunda, laktoz ve diğer besin maddeleri daha yüksek düzeyde bulunmaktadır (Küçüköner, 2011, Kargı ve ark., 2012).

PAS tozu, PAS'daki nemin %50'sinin vakumla uzaklaştırılmasının ardından, koyulaştırılmış PAS'nun kurumadde oranının vals ya da püskürtme yöntemiyle %95'e ulaştırılmasıyla elde edilen bir üründür. Türk Gıda Kodeksi peynir tebliğine göre ise PAS tozu; pıhtıdan ayrılan PAS'dan suyun uzaklaştırılmasıyla elde edilen ve son üründeki nem içeriğinin ağırlıkça en fazla %5 oranında olduğu toz ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2014). Çoğunlukla PAS tozu, melas ve soya unu gibi yemlerle karıştırılarak hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, gıda sektöründe, yoğurtlar, dondurmalar, kekler, bebek mamaları, şekerlemeler, çeşitli içecekler, et ürünleri, çorbalar, soslar ve fırıncılık ürünlerinin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Andıç ve ark., 2010; Küçüköner, 2011; Mete, 2012).

Peynir Altı Suyunun Kullanım Olanakları

PAS, eskiden sadece sıvı halde kullanılmakta veya küçük aile işletmelerinde geleneksel yöntemlerle değerlendirilmekte iken, gelişen teknolojiyle birlikte ultrafiltrasyon, mikrofiltrasyon, ters osmoz, iyon değişimi, kurutma veya konsantre etme gibi işlemlerle PAS bileşenlerinin her birinin tek tek izole edilmesi gibi farklı amaçlarla kullanılmaya başlanmıştır. Bu teknolojiler kullanılarak PAS protein konsantreleri, PAS protein izolatları, laktoz oranı düşük PAS, demineralize PAS ve hidrolize PAS gibi ticari ürünler üretilmeye ve kullanılmaya başlamıştır (Patel ve ark., 1991, Marshall, 2004). PAS proteini yüksek kalitede protein, kalsiyum ve vitaminler içerdiğinden dolayı hem sıvı ve hem de kurutulmuş olarak insan ve hayvan beslenmesinde, çeşitli PAS içeceklerinin yapımında, ve protein barları gibi diğer bir takım ürünlerin üretiminde kullanılabilir (Güler ve ark., 2006; Sousa ve ark., 2012).

Hayvan beslenmesinde kullanımı

PAS'nun yüksek laktoz içeriği nedeni ile direkt olarak insan beslenmesinde değerlendirilme olanakları sınırlıdır ve bu nedenle daha çok hayvan beslemede kullanılmaktadır. Batı ülkelerinde açığa çıkan PAS'nun önemli bir kısmı hayvan yemlerinde katkı maddesi olarak değerlendirilmektedir. PAS, hayvan beslemede ya hayvana doğrudan içirilmek veya kaba yemlerine katılmak suretiyle kullanılmaktadır. PAS'nun kuru maddesi düşük olduğundan dolayı bir süt ineği günde yaklaşık 35-40 litre (en fazla 50-70 kg) PAS içebilir. PAS, genellikle tahıllarla katılarak ve özellikle de kepek ile karıştırılarak kullanılmaktadır. Ayrıca, B gurubu vitaminler bakımından zengin olduğundan dolayı civcivlerin beslenmesinde tercih edilmektedir. Yeni Zelanda'daki 2.67 milyon ton peynir altı suyu üretiminin yaklaşık% 16'sı ve Avustralya'daki 1.65 milyon ton PAS üretiminin %28'i domuz yemlerinin hazırlanmasında kullanılmaktadır (Zadow, 1992). Avustralya'da toplam PAS üretiminin %5'i dana süt ikame maddesi olarak kullanılmakta iken, Hollanda'daki süt endüstrisinin ürettiği yaklaşık 15.000 ton sıvı PAS, 120000 ton laktozdan arındırılmış PAS tozu, süt buzağularının beslenmesinde süt ikame maddesi olarak değerlendirilmektedir (Hoogstraten, 1987).

Kaba yem sığır diyetinin temel bileşenlerinden biridir ve bu nedenle üretim maliyetini büyük ölçüde etkileyebilmektedir. Besi sığırları için kullanılan geleneksel diyetler, ağırlıklı olarak yem bazlı olup, kullanılan seviyeler performansı etkilemektedir (Tellier ve ark., 2004). Tarım ve sanayi yan ürünleri gibi daha az geleneksel yemlerin, kaba yem kaynaklarıyla bir araya getirilmesi ve çeşitli yemleme seçenekleri sığır besicileri için bir alternatif olarak değerlendirilebilmektedir. PAS, hayvan beslemede ya hayvana doğrudan içirilmekte veya kaba yeme katılarak hayvana verilmektedir. Mevcut araştırmalar, PAS'nun, kalıntı yemlerle (yani, küçük taneli saman veya düşük kaliteli saman ve buğday kepeği) karıştırıldığında, daha lezzetli ve besleyici olabileceğini göstermiştir (Zobell and Burrell, 2002).

Daha çok geviş getiren hayvanlarla yürütülen çalışmalarda, kuru otun su yerine PAS kullanılarak yumuşatılıp hayvanlara verilmesi durumunda, yemdeki kuru maddenin sindirilebilirliğinin belirgin ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Fermente edilmiş ve amonyak eklenmiş PAS, küçükbaş hayvanların beslenmesinde sıvı protein kaynağı olarak değerlendirilebilmektedir. Küçükbaş hayvanların dışındaki diğer hayvanların rasyonlarında az miktarlarda kurutulmuş PAS'nun veya kısmen laktozu uzaklaştırılmış PAS'nun ilavesinin, kilo kazanımını, protein ve yağ sindirimi ile mineral emilimini artırdığı tespit edilmiştir. Ot ve baklagillerden üretilen silajlara PAS eklenmesi, silaj kalitesini ve sindirilebilirliğini artırmaktadır. Buzağuların %89'a kadar kurutulmuş PAS içeren süt ikame yemi ile beslenmelerinin büyüme hızları açısından elverişli olduğu ortaya konulmuştur. Fakat PAS hayvana verilirken son derece dikkatli olunmalıdır; çünkü laktoz, rumende bakteriler ve protozoalar tarafından oldukça hızlı bir şekilde parçalanmakta ve laktik aside dönüştürülmektedir, Bunun neticesinde esas olarak bütirik asit ve diğer uçucu yağ asitleri ortaya çıkmaktadır. Normal beslenme koşulları altında, çok az laktik asit emilir, ancak rumen mikrobiyal popülasyonu uygun hale getirilmeden önce hayvana büyük miktarlarda laktoz verilirse, bünyede ciddi fermantasyon sorunları ortaya çıkabilir. Aç olan sığıra kısa süre içinde fazla miktarda PAS verilmesi durumunda asidozis, şişkinlik gibi bir takım metabolik bozukluklar ortaya çıkabilmekte ve hatta hayvanın ölümü gerçekleşebilmektedir. Süt sığırlarını PAS tüketimine alıştırmak için geçici olarak 5-10 saat süreyle su tüketimleri sınırlandırılabilir. Besi sığırlarının beslenmesinde de PAS'dan yararlanılabilir. Yapılan çalışmalarda, kuru otun su yerine PAS kullanılarak yumuşatılıp besi hayvanlarına verilmesi durumunda, yemdeki kurumaddenin sindirilebilirliğinin belirgin bir şekilde arttığı tespit edilmiştir (Sousa ve ark., 2012).

PAS oldukça ucuz ve bol olduğu için, büyüme periyodundaki kuzu ve buzağuların beslenmesinde de besin kaynağı olarak kullanılabilir (Kushibiki ve ark., 2001). PAS protein konsantrasyonu, yavru domuzların diyetlerinde en çok kullanılan hayvansal protein kaynaklarından birisidir. PAS'nun yüksek amino asit içeriği ve sindirilebilirliğinden dolayı, yavru domuzlarda anne sütünden katı gıdaya geçişi kolaylaştırdığı tespit edilmiştir (Zhao ve ark., 2014).

Günümüzde kullanılan buzağı besleme yöntemlerinde genellikle, tam yağlı süt, yağsız süt, artan kolostrum ve süt ikame maddeleri gibi sıvı yemler kullanılmaktadır. Süt ikame maddesi olarak genellikle yağlı süt tozu, yağsız süt tozu, PAS tozu, bitkisel protein kaynakları (gluten, soya proteini), lesitin, bitkisel yağlar ve laktoz, gibi çeşitli hammaddelerden yararlanılmaktadır. Bunlardan özellikle PAS tozu kullanımının, besleme maliyetini önemli düzeyde düşürdüğü saptanmıştır (Kılıç, 1986).

Süt, PAS ve ayran gibi bazı sıvı maddeler buğday küspesi veya kepek gibi kuru yemlerle karıştırılarak kümes hayvanlarının ve yumurtacı tavukların beslenmesinde başarılı bir şekilde kullanılabilir. Ancak, kümes

hayvanlarının sindirim sisteminde laktaz enzimi bulunmadığından dolayı hayvanın diyetine PAS ilavesi, ishale neden olmakta ve broyler performansı ile ilgili problemlere neden olabilmektedir. PAS'da fazla miktarda bulunan laktoz ve sodyum kümes hayvanı yetiştiriciliğinin en büyük engellerinden birisidir. Ancak, PAS'nun kullanılma oranı dikkatli olarak ayarlandığı sürece bu gibi problemlerin de oluşumu engellenmiş olacaktır (Tadtiyanant ve ark., 1991).

PAS protein konsantratları kuşkusuz genç kuşlar ve diğer hızlı büyüyen mono gastrik hayvanlar için mükemmel bir amino asit kaynağıdır. Ancak, kümes hayvanı yemlerinde PAS'nun kullanımını potansiyel olarak sınırlayan temel faktör laktoz varlığıdır. Kuşlar ve kanatlı hayvanlar, memelilerden farklı olarak bu disakkariti verimli bir şekilde sindiremezler ve vücuda alınan laktozun yaklaşık yarısı, alt bağırsak yoluna geçer. Bu nedenle, PAS protein konsantratları kümes hayvanları diyetlerinde, temel protein sağlayan bir yem kaynağı olarak değil, sağladığı fizyolojik yararlar nedeniyle küçük miktarlarda kullanılabilir. Yapılan bazı çalışmalar, tavuk bağırsağındaki anaerobik floranın laktozu kısa zincirli organik asitlere, özellikle laktat ve propiyonata dönüştürdüğünü ortaya koymuştur (Rehman ve ark., 2009).

Proteinli gıdalara, kümes hayvanlarının beslenmesinde, biyolojik olarak aktif bileşiklerin sentezinde önemli bir bileşen olarak görev almaları nedeniyle büyük önem verilmektedir. Broylerlerin yüksek protein ihtiyacı vardır, bu nedenle broyler diyetinde hayvanın gelişimini sağlamak için optimum protein konsantrasyonunun ayarlanması gerekmektedir. Diyetle anti-besinsel faktörlerin (ANFs) konsantrasyonunun minimuma indirilmesi ve diyetin immünolojik olarak aktif bileşiklerle takviye edilmesi, sağlığı teşvik eden broyler diyetlerinin ana odak noktasıdır (Beski ve ark., 2015). PAS takviyesinin hem seviyesi hem de biçimi broyler performansını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Bu hayvanların diyetine PAS takviyesinin yapılması, broylerde vücut ağırlığı artışına ve azot retansiyonunda lineer artışa, protein ve yağın sindirilebilirliğinin önemli ölçüde iyileşmesine, Ca, P, Cu, Fe ve Mg gibi minerallerin emiliminin artışına neden olabilmektedir (Cheeke, 2005; Kermanshahi and Rostami, 2006).

Tarımda kullanımı

PAS, bazı tarım uygulamalarında kullanılma potansiyeline sahip olan bir yan üründür. PAS proteinlerinin antimikrobiyal, antiviral ve antioksidan özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Yapılan araştırmalar ise PAS'nun bazı bitki virüslerine karşı inhibitör etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu antiviral etkinin PAS proteinleri ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir. Tarım uygulamalarında, PAS'nun insektisit olarak kullanımına ilişkin önemli örnekler ve çalışmalar da bulunmaktadır (Küçüköner, 2011, Macwan ve ark., 2016).

PAS'dan amonyum laktat üretimi

PAS permeatı ve laktoz üretiminden açığa çıkan melas, *Lactobacillus bulgaricus* ile kontrollü koşullarda fermantasyona tabi tutulmakta ve oluşan laktik asidin, amonyak ile sürekli nötralize edilerek amonyum laktata dönüşümü sağlanmaktadır. Yapılan çalışmalarda, *L. bulgaricus* kullanılarak pH 5.5 ve 44°C'de gerçekleştirilen fermantasyonda, 27 saat sonunda laktat konsantrasyonunun 58.7 gram/litreye düzeyine ulaştığı tespit edilmiştir. Normal koşullarda 6 ay dayanıklılık gösteren bu ürünün protein oranı yaklaşık olarak %44'tür ve ABD'de 1978 yılından beri geniş getiren hayvanların beslenmelerinde protein ve enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Tekinşen and Tekinşen, 2005; Gürel, 2007).

Gübre olarak değerlendirilmesi

Son zamanlarda, akarsu veya göllere bırakıldığında, çevreyi kirleten ve sudaki biyolojik oksijeni tüketerek mevcut bitkisel ve hayvansal yaşamı olumsuz yönde etkileyen bu yan ürünün tarla ve merada gübre olarak değerlendirilebilme imkânları üzerinde çalışmalar yürütülmektedir. Ancak; PAS toprağa verilirken son derece dikkatli olunmalı yalnızca uygun mevsimlerin seçimine dikkat edilmelidir. PAS toprağa kontrollü bir şekilde verilmediği takdirde, toprak PAS'dan gelen mineral tuzlarıyla doymaktadır. Bu durum ise, tahıl ya da çayır otlarının zayıf ve cılız kalmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, PAS'nun tarlalara veya çayırılara, yağışların bol olduğu ilkbahar mevsiminde verilmesi daha uygun olacaktır (Konar, 1981; Kosikowski, 1982).

Gıdalarda katkı maddesi olarak değerlendirilmesi

PAS ve ürünleri gıda endüstrisinde çok çeşitli alanlarda kullanılmakla birlikte, en yaygın kullanımı gıdalara tat ve aroma vermek için kullanımınıdır. PAS tozunun sahip olduğu bu özellikten dolayı çerez kaplamaları başta olmak üzere

çerezlerde, tuzlu bisküvilerde, peynir esaslı soslarda, çorbalarda, patates cipslerinde ve diğer pek çok gıdada katkı maddesi olarak kullanılabilir (Küçüköner, 2011).

Süt ve süt ürünlerinde kullanımı

PAS protein konsantratları veya PAS tozu %1-2 oranında, yoğurdun kuru maddesini artırmak amacıyla, yağsız süttozu ile birlikte kullanılabilir. Dondurma üretiminde ise, dondurma miksine yağsız süt kuru maddesinin %25'i kadar katılabilir (Tamime and Deeth 1980, Oysun, 1983).

Akal ve ark. (2016) kefir üretiminde değişik oranlarda (%10, %20 ve %30) peyniraltı suyu (PAS) ilave edilmiş sütlerden üretilen kefirlerin niteliklerini araştırmışlardır. Elde edilen kefir örneklerinde depolamanın 1., 7. ve 14. günlerinde kimyasal (pH değeri, titrasyon asitliği, toplam kuru madde, protein ve yağ içeriği), fiziksel (viskozite ve serum ayrılması) ve duyuşal (görünüş, yapı, lezzet) özellikleri incelenmiştir. Araştırmacılar elde edilen bulgular, PAS katkılı sütlerden üretilen kefir örneklerinin kabul edilebilir nitelikte olduğunu ve kontrol örneğine göre özellikle serum ayrılması ve lezzet özellikleri açısından daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Esen ve Güzeller (2019) tarafından yapılan bir çalışmada farklı oranlarda yağsız süttozu ve demineralize peyniraltı suyu tozu kullanılarak üretilen kefir yoğurtları 21 gün boyunca 4±1°C'de depolanmıştır. Farklı oranlarda demineralize peyniraltı suyu tozu kullanımının depolama süresince kefir yoğurtlarında kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre depolama süresi kefir yoğurtlarının pH, asetaldehit, serum ayrılması, viskozite, penetrometre, L* değerini istatistiksel açıdan önemli derecede etkilemiştir. Duyuşal özelliklere göre en çok beğenilen kefir yoğurdu %1 demineralize peyniraltı suyu tozu ve %2 süttozu kullanılarak üretilen kefir yoğurdu olarak saptanmıştır.

Fırın ürünlerinde kullanımı

PAS ve tozu ekmek ve fırın ürünlerinde besin değerini artırıcı bir katkı maddesi olarak kullanılabilir. Ancak elde edildiği şekilde ve fazla miktarda kullanıldığında, yüksek miktarda laktoz içeriği ve mineral madde varlığı nedeniyle maya aktivitesini olumsuz yönde etkileyerek daha düşük hacimli ve tekstürel özellikleri zayıf bir ekmek elde edilmesine neden olmaktadır. Hamur yapımı sırasında, laktozun oluşturduğu yüksek ozmotik basınç nedeniyle maya aktivitesi inhibe olabilmekte ve PAS'nun önemli bileşenlerinden biri olan proteoz-pepton hamuru yumuşatmakta ve ekmek hacmini düşürmektedir. Bu nedenle PAS tozunun %1-7 oranında kullanılması önerilirken; PAS protein konsantratı kullanımının ise %2 civarında olması önerilmektedir (Królczyk ve ark., 2016). Yapılan çalışmalarda, PAS'nun %2 oranında ekmek üretiminde kullanımının, ekmeğin besin değerini artırdığı ve kalitatif özelliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir (Mete, 2012).

Et ve et ürünlerinde kullanımı

Demineralize PAS tozu ve denatüre laktalbumin et ve emülsiyon tipi et ürünlerinde başarılı bir şekilde kullanılabilir. Yapılan çalışmalarda PAS'nun et ve et ürünlerinde %5.5 civarında kullanılabileceği bildirilmektedir (Zorba ve ark., 1998). PAS proteini kısmen et proteininin yerini alabilmekte ve soya proteini ve diğer bağlayıcı maddeler, lifler, modifiye nişasta ve hidrokolloidlerin yerine ikame maddesi olarak değerlendirilmektedir (Prabhu, 2006; Youssef and Barbut, 2011). Özellikle, kesimhane ürünlerinin örneğin; sosis, salam, mortadella, öğle yemeği etleri ve surimi gibi üretiminde de önemli bir katkı maddesi olarak kullanılabilir (De Wit, 2001).

İçecek üretiminde kullanımı

PAS, çeşitli aromatik maddelerle tatlandırılarak uzun süre dayanabilen çeşitli alkolsüz içeceklere dönüştürülebilmektedir. Bu amaç için, genel olarak rennet PAS tercih edilmektedir. PAS'dan alkole dayalı şarap türünde içkiler, meyve suları ve aromatik maddeler ile aromatize edilmiş çeşitli içecekler de yapılabilmektedir. PAS'dan alkollü içki üretimi gerçekleştirilmeden önce laktozun enzimatik hidrolizinin yapılması elde edilen ürünün kalitesi açısından önem taşımaktadır. PAS'nun fermantasyonu genellikle *Saccharomyces cerevisiae* kullanılarak yapılmaktadır (Bakırcı ve Kavaz, 2006).

Peyniraltı suyu proteinlerinin (PAP); kıvam arttırma, jel oluşumunu güçlendirme, emülsiyon oluşturma, serum ayrılmasını önleme gibi fonksiyonel özelliklere sahip olduğu bilinmektedir. Bu sebeplerden ötürü, PAP veya doğrudan PAS birçok gıdanın besleyici özelliğine katkının yanısıra dayanıklılığının artırılmasında, tekstürel ve duyuşal özelliklerinin zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır (Özcan and Delikanlı, 2011). Belirtilen bu özellikler

göz önüne alınarak Yaşar ve Bozdoğan (2018) tarafından yapılan bir çalışmada fonksiyonel sahlepe tozundan üretilen içeceğin bazı özelliklerinin zenginleştirilmesi için (PAP) kullanım olanağı ve etkileri incelenmiştir. Sahlep içeceğinin besinsel, renk, tat ve koku, yapı gibi birçok karakteristiğinin iyileştirilmesinde %35 oranında PAP konsantrisinin ilavesinin en uygun olduğu bildirilmiştir.

Saçkesen ve Ocak (2019) farklı miktarlarda PAS ilave edilerek üretilen fermente süt içeceklerinin depolama süresi boyunca bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri araştırmışlardır. Araştırmacılar tarafından bildirildiğine göre; yurt dışında peyniraltı suyundan üretilen birçok içecek mevcut iken ülkemizde üretilen peyniraltı suyu bir atık olarak görülmektedir. Yaptıkları çalışmanın esas amacının da atık olarak zengin besin içeriğine sahip bir üründen olabildiğince ekonomik şekilde faydalanmak olduğu belirtilmiştir. Yütütülen çalışma ile Türkiye’de üretilebilecek yeni fermente süt içeceklerine ışık tutulmuş olmakta, peyniraltı suyu gibi kıymetli bir ürünün herhangi ek bir masrafa gerek kalmadan direkt olarak bu sanayinin gelişiminde rahatlıkla kullanılabilceği ön görülmüştür.

Güven ve ark. (2019) siyah havuç suyu konsantrisi ve PAS kullanarak şalgam suyu üretiminde tuz (NaCl) düzeyini azaltma imkânları araştırdıkları çalışmada PAS kullanılarak daha düşük tuz içeriğine sahip ve daha besleyici şalgam sularının üretilebileceği bildirilmiştir.

Farklı alanlarda kullanımı

PAS ve ürünleri margarin yapımında, maya ve sirke üretiminde, limon asidi, vitamin B12 elde edilmesinde, laktoz, etil alkol ve biyogaz üretiminde, poliüretan köpük yapımında, tek hücre proteini ve tarımsal ilaçların üretiminde, boyalar ve çeşitli kimyasalların yapımında, sentetik deterjanlar, temizleme ajanlarının üretimi ve kozmetik sanayiinde kullanılabilir (Şengül, 1991).

SONUÇ

PAS, herhangi bir işleme tabi tutulmadan kullanılabilceği gibi, kurutma konsantre etme veya fermantasyon yoluyla ya da daha ileri teknolojilerden yararlanmak suretiyle birçok alanda ve çok çeşitli ürünlerin üretiminde kullanılabilcek süt endüstrisinin kıymetli bir yan ürünüdür. Herhangi bir işleme tabi tutulmadan çevreye atılması halinde ise gerek çevre kirliliği açısından gerekse içerdiği yüksek değerli proteinler ve diğer bileşenler bakımından önemli bir ekonomik kayba yol açacak ve her bakımdan önemli bir sorunun kaynağı olmaya devam edecektir. Bu nedenle PAS’ın değerlendirilmesi ekonomik açıdan, kullanım alanlarının genişliği bakımından çok büyük bir önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

Andıç, S., Zorba, Ö., ve Tunçtürk, Y., (2010). Effect of Whey Powder, Skim Milk Powder and Their Combination on Yield and Textural Properties of Meat Patties, *International Journal of Agriculture and Biology*, 12(6), 871-876.

Anonim (2014). Türk Gıda Kodeksi, Peynir Tebliği Taslağı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara, http://www.denib.gov.tr/files/downloads/sirku_ekleri/2014-16-ek1-1.pdf, Erişim tarihi: 04.02.2015.

Akal, C., Türkmen, N., Koçak, C. (2016). Kefir üretiminde peyniraltı suyu kullanımı. *GIDA*, 41(5), 351-358.

Bakırcı, İ., ve Kavaz, A. (2006). Peyniraltı suyunun değerlendirilme olanakları. Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu.

Beski, S. S. M., Swick, R. A., ve Iji, P. A. (2015). Specialized Protein Products İn Broiler Chicken Nutrition: A Review. *Animal Nutrition*, 1(2), 47-53.

Bilal, T., ve Altınar, A. (2017). Peynir Altı Suyunun İnsan ve Hayvanlarda Metabolizma Üzerindeki Etkileri. *Journal of Bahri Dagdas Animal Research*, 6(1), 29-42.

Cheeke, P. R. (2005). Applied animal nutrition: feeds and feeding. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

De Wit, J. N. (1998). Nutritional and Functional Characteristics of Whey Proteins in Food Products. *Journal of Dairy Science*, 81, 597-602.

- De Wit, J. N. (2001). Lecturer's handbook on whey and whey products. European whey products association, Brussels.
- Dragone, G., Mussatto, S. I., Almeida e Silva, J. B., ve Teixeira, J. A. (2011). Optimal Fermentation Conditions for Maximizing the Ethanol Production by *Kluyveromyces fragilis* from Cheese Whey Powder. *Biomass & Bioenergy*, 35, 1977-1982.
- Esen, M. K., ve Güzeler, N. (2019). Peyniraltı Suyu Tozu Kullanılarak Üretilen Kefir Yoğurdunun Depolama Süresince Bazı Özellikleri. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 34(1), 17-26.
- Evren, M., Apan, M., Tutkun Şıvgın, E. ve Öztürk, R. (2011). Usage of the Whey in the Fermentation Technology, *4th International Congress on Food and Nutrition together with 3rd SAFE Consortium International Congress on Food Safety*, 12-14 October Istanbul.
- Farrell, H. M. Jr., Behe, M. J., ve Enyeart, J. A. (1987). Binding of p-Nitrophenyl Phosphate and Other Aromatic Compounds by Beta-Lactoglobulin. *Journal of Dairy Science*, 70(2), 252-258.
- Fox, P. F. (1989). The Milk Protein System. In Developments in Dairy Chemistry. In P.F. Fox (Ed.). *Functional Milk Proteins*, Volume 4, London: Applied Science.
- Givens, D. I., Clark, P., Jacklin, D., Moss, A. R., ve Savery, C. R. (1993). Nutritional Aspects of Cereals, Cereal Grain By-products and Cereal Straw for Ruminants. *HGCA Research Review*, 24(1), 180 HomeGrown Cereals Authority, London, UK.
- Guimarães, P. M., Teixeira, J. A., ve Domingues, L. (2010). Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey. *Biotechnology advances*, 28(3), 375-384.
- Guler, T., Çiftçi, M., Ertas, O. N., Çerçi, İ. H., ve Dalkilic, B. (2006). The investigation of possible use of unmarketable cracked eggs in lamb milk replacer. *Revue de médecine vétérinaire*, 157(5), 273.
- Gürel, A. (2007). Süt Esaslı ürünler Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No: 1154, Ankara.
- Güven, N., Yetim, H., Cankurt, H. (2019). Siyah Havuç Suyu Konsantresi ve Peyniraltı Suyu Kullanılarak Tuzu Azaltılmış Şalgam Suyu Üretim İmkanlarının Araştırılması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 15, 599-610.
- Hoogstraten, J. J. (1987). Trends in whey utilization. *Bulletin of the International Dairy Federation*, 17, 212-215.
- Jeličić, I., Božanić, R., ve Tratnik, L. (2008). Whey based beverages-new generation of dairy products. *Mljekarstvo*, 58(3), 257-274.
- Kargi, F., Eren, N. S., ve Ozmihci, S. (2012). Bio-hydrogen production from cheese whey powder (CWP) solution: comparison of thermophilic and mesophilic dark fermentations. *International Journal of Hydrogen Energy*, 37(10), 8338-8342.
- Kermanshahi, H., ve Rostami, H. (2006). Influence of supplemental dried whey on broiler performance and cecal flora. *International Journal of Poultry Science*, 5(6), 538-543.
- Kılıç, A. (1986). Buzağı Yetiştirilmesi ve Beslenmesi, Ege Üniv. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 464, İzmir.
- Kirdar, S. S. (2009). Peyniraltı Suyundan Üretilen Geleneksel Peynirlerimiz, II. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, 27-29 Mayıs, Van, s.739-742.
- Konar, A. 1981. Sütçülük Artıklarının Değerlendirilmesi. *Türkiye 4.Sütçülük Kongresi*, 9-10 Aralık. Ankara. 1-23s,
- Kosikowski, F. V. 1982. Whey and Whey Foods. In *Cheese and Fermented Milk Foods*, pp.446-469, Edwards Brothers Inc., Brooktondale, New York.

Królczyk, J. B., Dawidziuk, T., Janiszewska-Turak, E., ve Sołowiej, B. (2016). Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry-A Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(3), 157-165.

Kurt, A. (1990). Süt Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 573, 398 sayfa. Erzurum.

Kushibiki, S., Hodate, K., Kurisaki, J., Shingu, H., Ueda, Y., Watanabe, A., ve Shinoda, M. J. (2001). Effect of β -lactoglobulin on plasma retinol and triglyceride concentrations, and fatty acid composition in calves. *Journal of dairy research*, 68(4), 579-586.

Küçüköner, E. (2011). Peynir Tozu ve Peyniraltı Suyu Tozu Üretimi, *1.Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi*, 19-20 Kasım, Ankara, 80-85s.

Macwan, S. R., Dabhi, B. K., Parmar, S. C., ve Aparnathi, K. D. (2016). Whey and its utilization. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(8), 134-155.

Madureira, A. R., Pereira, C. I., Gomes, A. M., Pintado, M. E., ve Malcata, F. X. (2007). Bovine whey proteins—overview on their main biological properties. *Food Research International*, 40(10), 1197-1211.

Marshall, K. (2004). Therapeutic applications of whey protein. *Alternative medicine review*, 9(2), 136-157.

Mete, H. (2012). Peynir Altı Suyu'nun Ekmekçilikte Değerlendirilmesi ve Ekonomik Önemi. *Tekirdağ S.M.M.M. Odası Sosyal Bilimler Dergisi*, 1, 1-10.

Metin, M. (1983). Süt sanayiinde peynir suyunun değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Dergisi*, 1(1), 151-169.

Metin, M. (2005). Süt Teknolojisi-Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 33, E.Ü. Basımevi, Bornova, İzmir, 802s.

Mollea, C., Marmo, L., ve Bosco, F. (2013). Valorization of cheese whey; a by-product from the dairy industry. In *Food industry*, Chapter: 24, Publisher: InTECH, Editors: Innocenzo Mazzalupo, pp.549-588.

Oysun, G. (1983). Peyniraltı Suyunu Degerlendirme Olanakları. *Gıda*, 8(6), 313-316.

Özcan, T., ve Delikanlı, B. (2011). The Functional Effects Of Whey Protein Additives For Improvement Of Textural Properties Of Foods. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 25(2), 77-88.

Özen, A. E. ve Kılıç, M., (2007). Peyniraltı Suyundan Elde Edilen Serum Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3, 45-49.

Pal, S., Ellis, V., ve Ho, S. (2010). Acute effects of whey protein isolate on cardiovascular risk factors in overweight, post-menopausal women. *Atherosclerosis*, 212(1), 339-344.

Patel, R. S., Jayaprakasha, H. M., ve Singh, S. (1991). Recent advances in concent ration and drying of whey. *Indian-Dairyman*, 4(39), 417-421.

Pérez, M. D., ve Calvo, M. (1995). Interaction of β -lactoglobulin with retinol and fatty acids and its role as a possible biological function for this protein: a review. *Journal of dairy science*, 78(5), 978-988.

Prabhu, G. (2006). US Whey Proteins in Processed Meats. Application monograph processed meats, *US Dairy Export Council*, e-3-6-1-e-3-6-12.

Ramos O. L., Pereira, R. N., Rodrigues, R. M., Teixeira, J. A., Vicente, A.A. ve Malcata F. X. (2016). Whey and Whey Powders: Production and Uses. In: Caballero, B., Finglas, P., and Toldrá, F. (eds.) *The Encyclopedia of Food and Health* vol. 5, pp. 498-505. Oxford: Academic Press.

- Rehman, H., Vahjen, W., Kohl-Parisini, A., Ijaz, A., ve Zentek, J. (2009). Influence of fermentable carbohydrates on the intestinal bacteria and enteropathogens in broilers. *World's poultry science journal*, 65(1), 75-90.
- Rezende, A. V., Rabelo, C. H., Veiga, R. M., Andrade, L. P., Härter, C. J., Rabelo, F. H., ... ve Reis, R. A. (2014). Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 213-221.
- Rivas, J., Prazeres, A. R., & Carvalho, F. (2011). Aerobic biodegradation of precoagulated cheese whey wastewater. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(6), 2511-2517.
- Saçkesen, D. Ş., ve Ocak, E. (2019). Peyniraltı Suyuyla Zenginleştirilmiş Fermente Süt İçeceği Üretimi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 309-317.
- Schuck, P. (2002). Spray drying of dairy products: state of the art. *Le Lait*, 82(4), 375-382.
- Shoveller, A. K., Stoll, B., Ball, R. O., ve Burrin, D. G. (2005). Nutritional and functional importance of intestinal sulfur amino acid metabolism. *The Journal of nutrition*, 135(7), 1609-1612.
- Sousa, G. T., Lira, F. S., Rosa, J. C., de Oliveira, E. P., Oyama, L. M., Santos, R. V., ve Pimentel, G. D. (2012). Dietary whey protein lessens several risk factors for metabolic diseases: a review. *Lipids in health and disease*, 11(1), 67.
- Şengül, F. (1991). Endüstriyel atıksuların özellikleri ve artırılması. DEÜ. İzmir.
- Tadtiyanant, C., Lyons, J. J., ve Vandepopuliere, J. M. (1991). Influence of wet and dry feed on laying hens under heat stress. *Poultry Science*, 70(1), 44-52.
- Tamime, A. Y., ve Deeth, H. C. (1980). Yogurt: technology and biochemistry. *Journal of food protection*, 43(12), 939-977.
- Tekinşen, O. C. ve Tekinşen, K. K. (2005). Süt ve Süt Ürünleri, İkinci Baskı, Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.
- Tellier, R. C., Mathison, G. W., Okine, E. K., McCartney, D., ve Soofi-Siawash, R. (2004). Frequency of concentrate supplementation for cattle fed barley straw. 1. Effect on voluntary intake, ruminal straw disappearance, apparent digestibility and heat production. *Canadian journal of animal science*, 84(3), 455-465.
- Tranberg, B., Hellgren, L. I., Lykkesfeldt, J., Sejrsen, K., Jeamet, A., Rune, I., Ellekilde, M., Nielsen, D. S., ve Hansen, A. K. (2013). Whey protein reduces early life weight gain in mice fed a high-fat diet. *PLoS One*, 6, e71439.
- Üçüncü, M. (2004). A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi (Cilt-II). Meta Basım Matbaacılık İşleri, İzmir.
- Walzem, R. L., Dillard, C. J., ve German, J. B. (2002). Whey components: millennia of evolution create functionalities for mammalian nutrition: what we know and what we may be overlooking. *Critical reviews in food science and nutrition*, 42(4), 353-375.
- Westergaard, V. (2004). Milk Powder Technology Evaporation and Spray Drying, Niro A/S, 5th Edit, Copenhagen, Denmark.
- Yadav, J. S. S., Yan, S., Pilli, S., Kumar, L., Tyagi, R. D., ve Surampalli, R. Y. (2015). Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides. *Biotechnology Advances*, 33(6), 756-774.
- Yaşar, K., ve Bozdoğan, A. (2018). Effect of The Use of Different Whey Proteins on Some Properties of Sahlep Beverage Prepared from Functional Sahlep Powder. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(5), 520-523.

Yerlikaya, O., Kınık, Ö. ve Akbulut, N. (2010). Peyniraltı Suyunun Fonksiyonel Özellikleri ve Peyniraltı Suyu Kullanılarak Üretilen Yeni Nesil Süt Ürünleri. *Gıda*, 35(4), 289-296.

Youssef, M. K., ve Barbut, S. (2011). Effects of two types of soy protein isolates, native and preheated whey protein isolates on emulsified meat batters prepared at different protein levels. *Meat science*, 87(1), 54-60.


Zadow, J. G. (1992). Lactose hydrolysis. in: J.G. Zadow (Ed.) *Whey and Lactose Processing*. Elsevier Appl. Sci., London, England.


Zhao, Y., Weaver, A. C., Fellner, V., Payne, R. L., ve Kim, S. W. (2014). Amino acid fortified diets for weanling pigs replacing fish meal and whey protein concentrate: Effects on growth, immune status, and gut health. *Journal of animal science and biotechnology*, 5(1), 57.


Zobell, D. R., ve Burrell, W. C. (2002). Producing Whey Silage for Growing and Finishing Cattle. Utah State University Digital Commons@USU, https://digitalcommons.usu.edu/extension_histall/33.

Zorba, O., Özdemir, S., ve Gokalp, H. Y. (1998). Stability of model emulsions prepared using whey and muscle proteins. *Food/Nahrung*, 42(01), 16-18.

ORCID

Arzu KAVAZ YÜKSEL  <http://orcid.org/0000-0001-8292-9259>

Mehmet YÜKSEL  <http://orcid.org/0000-0001-6566-1385>

Hilal ÜRÜŞAN  <http://orcid.org/0000-0001-9634-4809>