



Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 19.12.2017
Kabul Tarihi : 26.03.2018

Received Date : 19.12.2017
Accepted Date : 26.03.2018

Peynir Üretiminde Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamaları High Hydrostatic Pressure Applications in Cheese Manufacturing

İnci ÇINAR^{1*}, Rozerin AYDIN²

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, FBE, Gıda Mühendisliği Anabilimdalı, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: İnci ÇINAR, icinar@ksu.edu.tr

ÖZET

Peynir üretimi süt endüstrisinde çok önemli bir yere sahiptir. Tüketici talebi doğrultusunda piyasaya sürülen peynir, çeşit ve nitelikler açısından sürekli geliştirilmektedir. Lezzet farkını oluşturan uygulamaların başında ısı işlem teknikleri gelmektedir. Son yıllarda süt ürünlerinin termal yöntemlerle işlenmesinde karşılaşılan olumsuzluklar nedeniyle ısısal olmayan yöntemler üzerindeki çalışmalar hız kazanmıştır. Bu yöntemlerden biri de yaygın uygulama alanı bulan yüksek hidrostatik basınçtır. Yüksek hidrostatik basınç uygulaması katı ve sıvı gıdaların ambalajlı veya ambalajsız olarak 100-1000MPa basınca maruz bırakılmasıyla uygulanan, gıdayı güvenli kılan ve raf ömrünü artıran bir metottür. Sütün sıcaklık, pH ve çevresel faktörlerden etkilenmesi nedeniyle işlemede belirli normların uygulanması gerekmektedir. Yüksek hidrostatik basınç tekniğinin peynir üretimindeki en önemli avantajları peynir verimini artırması, raf ömrünü uzatması ve soğuk depolamada oluşan yağ kristalizasyonu ile peynirin olgunlaştırılmasına katkı sağlamasıdır. Çalışmanın amacı peynir üretiminde yüksek hidrostatik basınç uygulamalarının temellerini, sistem kurgusu ve ekipmanlarını, uygulamanın avantaj ve dezavantajlarını güncel literatür ışığında ele almaktır.

Anahtar Kelimeler: Yüksek hidrostatik basınç, süt, peynir, randıman, protein denatürasyonu

ABSTRACT

Cheese manufacturing plays an important role in milk industry. Diversity and properties of different cheese products continuously change depending on consumer demand. Differences in sensorial properties originate mainly from thermal processing techniques. Recent studies focus on non-thermal techniques due to deteriorative changes caused by thermal processing techniques. High hydrostatic pressure application is one of the most commonly used non-thermal processes. High hydrostatic pressure application is a technique where pressure of 100 to 1000MPa is applied onto solid or liquid food product with or without packing providing both safety and longer shelf-life. Pre-defined processing norms are required in milk processing due to the effects of temperature, pH and environmental factors. The most important advantages of high hydrostatic pressure application in cheese manufacturing are increase in cheese efficiency, shelf-life and cheese maturation due to oil crystallization during cold storage. The aim of the study is to give brief information from recent literature on fundamentals of high hydrostatic pressure applications in cheese making, system configuration, equipment and possible advantages and disadvantages of the application.

Keywords: High hydrostatic pressure, milk, cheese, effectiveness, protein denaturation

1. GİRİŞ

Süt ve süt ürünleri özellikle protein, vitamin (B₂, B₆, B₁₂ ve A vitamini) ve mineraller bakımından oldukça zengin gıdalardır. Bu nedenle insanların sağlıklı beslenebilmesi için tüketilen besinler arasında süt ve süt ürünlerinin mutlaka yer alması önerilmektedir. Süt ve süt ürünleri tüketimi geleneksel olarak yaygın olup sevilerek tüketilen ürünlerin başında gelmektedir. Süt üretimi ise ülkemizde yıllara göre laktasyon verimleri ve hayvan ağırlığındaki artışla doğru orantılı olarak artış göstermektedir. Son 5 yılda süt üretimindeki artış yıllık %8'dir ve hayvansal üretim verilerine göre yıllık inek peyniri üretimi %0.1 artışla 638.397ton'a ulaşmıştır (Anonim, 2016A).

İnsan beslenmesinde bu kadar önemli olmasına rağmen süt çok çabuk bozulan gıdadır ve raf ömrünü arttırmak için farklı ürünlere dönüştürülmesini sağlayan çok sayıda işleme tekniği geliştirilmiştir. Bu tekniklerin en eskilerinden biri peynir üretimidir. Türk Gıda Kodeksi'ne göre peynir 'hammaddenin uygun bir pıhtılaştırıcı kullanılarak pıhtılaştırılması ve pıhtıdan peyniraltı suyunun ayrılmasıyla ya da sütün permeatının ayrılmasından sonra pıhtılaştırılmasıyla elde edilen, farklı sertliklerde ve yağ içeriklerinde, salamura ile ya da kuru tuzlama ile tuzlanarak ya da tuzlanmadan, starter kültür kullanarak ya

da kullanmadan, telemesi haşlanarak ya da haşlanmadan, çeşnili ya da çeşnisiz olarak, tekniğine uygun olarak üretilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen, çeşidine özgü karakteristik özellikleri gösteren süt ürünü' olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2017B).

Sağlıklı, güvenli ve standart kalitede üretim konularında bilinçlenen tüketici taleplerini karşılamaya yönelik çalışmalar gıda endüstrisinin temel faaliyet alanlarını oluşturmaktadır. Gıdanın işletmeye alınımından tüketiciye ulaştırılmasına kadar olan işleme sürecinde mikrobiyel, fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve enzimatik reaksiyonlar gıda kalitesinin hızla düşmesine ve hatta gıdanın bozularak elden çıkmasına neden olabilmektedir. Bu durum üretici için ekonomik kayıplar oluştururken aynı zamanda tüketici sağlığını tehdit edebilecek sonuçlara da yol açabilmektedir. Bu nedenle gıdanın besin değeri ve duyuşsal özelliklerindeki kayıpların azaltıldığı ve istenen raf ömrünün elde edilebildiği modifiye veya yeni muhafaza tekniklerinin geliştirilmesine çalışılmakta olup son 10 yıllık dönemde yapılan çalışmalar ısıl işlem içermeyen inaktivasyon teknikleri üzerine yoğunlaşmıştır.

Yeni ısıl olmayan (non-termal) teknolojilerin temel hedefi gıdanın renk, lezzet, tekstür ve besin değeri üzerinde yüksek sıcak kaynaklı olumsuz değişimlere yol açmadan, oda sıcaklığı veya ona yakın sıcaklıklarda hedef mikroorganizmaların inaktive edilmesidir. Yüksek hidrostatik basınç uygulaması katı ve sıvı gıdaların ambalajlı veya ambalajsız olarak, 100 ila 1000MPa arasındaki basınca maruz bırakıldığı bir uygulamadır (Munoz-Cuevas ve ark., 2013; Barba ve ark., 2015). Yüksek hidrostatik basınç boyut, şekil ve gıda kompozisyonundan bağımsız olarak bir gıda kitlesinin her yerinde daima aynı şiddette etkili olmakta ve ısıl işleme kıyaslandığında uygulama süresinin kısa olması işlem süresi açısından avantaj sağlayabileceğini göstermektedir (Sezer ve İnanç, 2013). Bazı durumlarda ise 60°C üzerindeki ısıtma ile birleştirilen yüksek basınç uygulamaları sterilizasyona eşdeğer kabul edilebilmektedir. Yüksek hidrostatik basınç uygulaması bakteri sporlarını düşük ısıda inaktive ettiği ve bu yüzden gıdanın istenen fonksiyonel özelliklerini konveksiyonel ısıl işleme göre daha iyi koruduğu ve raf ömrünü uzattığı sonucuna ulaşılmıştır (Heinz ve Buckow, 2009; Devi ve ark., 2015).

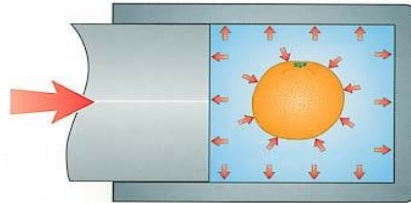
Yüksek hidrostatik basınç uygulamaları ilk olarak süt ve süt ürünleri üzerinde denenmiştir ve bu alandaki çalışmalar artan ivmeyle devam etmektedir (Liepa ve ark., 2016). Süt ve süt ürünlerinde 'soğuk pastörizasyon' olarak bilinen yüksek hidrostatik basınç işlemi ile uygulanan 400-600 MPa basınçlarda patojen olan ve olmayan bakteriler etkisiz hale getirilmektedir (Sfakianakis ve Tzia, 2014; Devi ve ark., 2015).

Yüksek basınç uygulaması ısı uygulaması gerektirmeyen bir yöntem olduğundan gıda endüstrisinde çeşitli gıdaların pastörizasyonu, dondurulmuş etlerin çözündürülmesi, çikolatanın sertleştirilmesi, mikroorganizma inaktivasyonu, protein denatürasyonu, enzim aktivasyonu veya inaktivasyonu, jel oluşumu, biyopolimerlerin modifikasyonu ile ekstraksiyon ve degradasyon sağlama, etlerin gevrekliğinin artırılması, dondurma ve tavlama, sterilizasyon, aroma ve renk gibi duyuşsal kalite özelliklerinin korunması, fiziksel ve kimyasal reaksiyonların hızlandırılması veya yavaşlatılması amaçlarıyla kullanılmaktadır (Hu ve ark., 2011). Yüksek hidrostatik basınç uygulaması meyve ve sebze ürünleri, hazır etler, su ürünleri, süt ve süt ürünleri, tahıl ürünleri, salatalar, çorbalar ve soslar gibi birçok gıdada mikrobiyel güvenliği artırma ve raf ömrünü uzatma amacıyla uygulanmaktadır (Bello ve ark., 2014).

Bu açıdan çalışmanın amacı peynir üretiminde hidrostatik basınç uygulamalarının temel prensipleri, kullanılan ekipman konfigürasyonu ve uygulamanın muhtemel avantaj ve dezavantajları ile ilgili güncel çalışmaları özetlemektir.

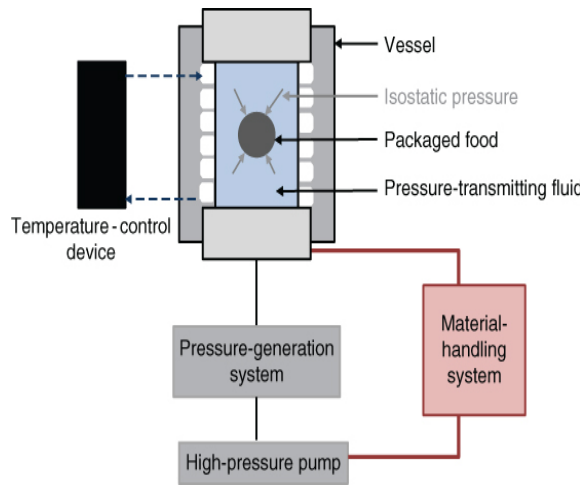
Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulamalarının Genel Prensipleri

Yüksek hidrostatik basınç uygulaması temelde kapalı ortamdaki sıvıya uygulanan basıncın sıvının her tarafına homojen olarak iletilmesini esas alan Pascal prensibine dayanmaktadır (Şekil 1). Basınç ünitesine esnek ambalajlı veya ambalajsız olarak yerleştirilen katı veya sıvı gıdaya basınç uygulaması sıklıkla su, hidrolik yağlar ve hidrokarbonlar yardımıyla sağlanmakta olup, ucuz ve toksik olması sebebiyle su en çok tercih edilen ortam olmaktadır.



Şekil 1. Yüksek hidrostatik basınç uygulamasının temel ilkesi (Anonim, 2017C).

Yüksek basınç sistemleri kapalı basınç hücresi veya haznesi, basınç üreten sistem, sıcaklık kontrol düzeneği ve ürün toplama sisteminden oluşmaktadır (Şekil 2). Genel çalışma prensibinde işlenecek gıda basınç hücresine yerleştirilmekte, uygun kapama sistemi ile hızla hücre kapatılmakta, basıncı iletecek sıvı ortam hücre içine alınmakta, önceden belirlenen basınç sistem üzerine basınç üreten ekipman aracılığıyla iletilmekte ve sistemin basınç-süre takibi dijital olarak yapılmaktadır. Kapama sistemleri gıdanın özelliklerine, basınç hücresinin çeşidine ve uygulanacak basıncın niteliğine göre seçilmektedir. Yükleme ve boşaltma işlemlerinin hızlı yapılabilmesi basınç hücresinin kapak kısmının hızlı açılıp kapanmasına bağlı olduğunda doğru kapama sisteminin seçilmesi önemlidir. Basınç üreten sistemlerde basınç doğrudan veya dolaylı olarak iletilmektedir. Basınç artışının hızlı olduğu ve küçük ölçekli üretimlere oldukça uygun olan doğrudan sistemlerde basınç uygulaması piston yardımıyla gerçekleştirilirken dolaylı basınç uygulamasında pompa gücünden faydalanılmakta ve sistem endüstriyel üretimler için daha uygun kullanılmaktadır. Endüstriyel üretimlerde sıklıkla soğuk, sıcak ve çok sıcak olarak tanımlanan izostatik basınç uygulamalarında dolaylı basınç uygulaması kullanılmaktadır. Sistemin verimliliği uygulanan basınca, uygulama kinetiklerine, pastörizasyon sıcaklığına ve uygulamaya tabi tutulan çözeltinin fizikokimyasal kompozisyonuna bağlı olarak değişmektedir (Oğuzhan, 2013).



Şekil 2. Yüksek hidrostatik basınç ekipmanları (Anonim, 2017C).

Yüksek Hidrostatik Basınç Tekniğinin Avantaj ve Dezavantajları

Isı uygulamaları sıcaklık ve süreye bağlı olarak gıdanın kimyasal kompozisyonundaki kovalent bağların zarar görmesine ve dolayısıyla renk, aroma, tekstür ve besinsel kayıplara yol açmaktadır. Yüksek hidrostatik basınç uygulamasının en önemli avantajı mikrobiyel inaktivasyonun sağlanması sırasında gıdada ısı uygulaması olmadığından bu olumsuz sonuçların söz konusu olmamasıdır. Yüksek hidrostatik basınç süt işlenmesinde başarıyla uygulanmaktadır. Doğru basınç, sıcaklık ve süre kombinasyonu ile istenen özellikte gıda üretilmesi mümkün olmaktadır. Uygulama elektrik enerjisi kullandığından herhangi bir atık oluşturmamaktadır (Sayın ve Tamer, 2014; Bruschi ve ark., 2017). Ancak yüksek hidrostatik basınç uygulaması kesikli bir proses şeklinde yürütüldüğü için yüksek yatırım ve uygulama maliyetine ihtiyaç duymaktadır. Bu yöntem tüm veya dilimlenmiş bazı katı gıdalarda ise istenmeyen tekstürel değişimlere yol açabilmektedir. Ayrıca gıda kalitesini etkileyen bazı enzimler yüksek basınç uygulamasına karşı büyük direnç gösterebilmektedir (Oğuzhan, 2013).

Yüksek Hidrostatik Basıncın Süt Bileşenlerine Etkisi

Sütün peynire işlenmesinde en önemli adım yüksek sıcaklıkta kısa süreli uygulanan pastörizasyondur. Isıl işlem sütün, başta protein olmak üzere, içeriğinde olumsuz değişiklikler oluşturabilmektedir. Yüksek basınç uygulaması ile sağlanacak pastörizasyonda yüksek basıncın proteinler üzerindeki etkisi protein molekülleri arasında kovalent olmayan bağları parçalaması ve protein molekülleri içinde ya da arasında bulunan molekül içi ve moleküller arası bağların yeniden düzenlenmesi ile ilişkilidir (Devi ve ark., 2013). Yüksek basınç uygulaması kovalent bağlara etki etmediği için proteinlerin birincil yapısı üzerinde etkisi bulunmamaktadır. Bunun yanı sıra çok yüksek basınç uygulaması proteinlerin sarmal yapısının oluşumunu sağlayan hidrojen bağlarının kırılmasına neden olduğundan ikincil yapıda değişimlere ve bunun sonucunda geri dönüşümsüz denatürasyona yol açmaktadır. Örneğin laktalbumin 400MPa basınçta 40°C'ye kadar olan sıcaklıklara dayanmakta fakat 60°C'de denatürasyonu çok yüksek seviyelere ulaşmaktadır (Sezer ve İnanç, 2013). Huppertz ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada ise yüksek hidrostatik basıncın dondurma miksini yağ globül büyüklüğü ve viskoziteye etkisi araştırılmış, viskozitenin artan basınç ve uygulama süresi ile arttığı ancak basıncın yağ globüllerinin büyüklüğü üzerine önemli bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yüksek hidrostatik basınç uygulamalarında kullanılan basınç arttıkça sütün bileşiminde bulunan kazein misellerinin yapısı bozulmakta, α -laktalbumin ve β -laktoglobulin denatürasyonu oluşmakta, sütün mineral madde dengesi değişmekte ve süt yağı kristalize olmaktadır (Yangılar ve ark., 2013; Liepa ve ark., 2016). Olgun insan sütüne farklı düzeyde yüksek basınç uygulamasının (400, 500 ve 600 MPa) sütün yağ asit profilinde, C vitamini ve tokoferol içeriğinde değişikliğe neden olduğunu ancak geleneksel pastörizasyonla kıyaslandığında yüksek basınç uygulamasının sütün C vitamini, yağ asitleri ve tokoferol içeriğini daha iyi koruduğu saptanmıştır (Molto-Puigmarti ve ark., 2011). Chawla ve ark. (2011) keçi sütüne farklı sıcaklıklarda (25 ve 50°C) 500MPa basınç altında yaptıkları uygulamada hızlı sıvı protein kromatografisi ve SDS poliakrilamid jel elektroforez teknikleri ile sütteki serum proteinlerinin denatürasyon oranı ve çözünürlüğünü araştırmışlar, 25°C'de yapılan yüksek basınç uygulamasında β -laktoglobulinin kümelenme özelliği gösterdiğini ve sütteki immoglobulinlerle α -laktalbuminin bu anlamda daha dayanıklı olduğunu saptamışlardır. 50°C'deki yüksek hidrostatik basınç uygulamasında sütteki proteinler üzerine etkinin arttığı ve immoglobulinler ile α -laktalbuminin kısmen denatüre olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca süte 10 dakika süreyle uygulanan 500MPa yüksek basınçın alkali fosfataz aktivitesi üzerine hiçbir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Yüksek hidrostatik basınçın kazein ve peyniraltı suyu proteinlerine etkisi araştırılan bir diğer konu olmuştur. Sıcaklık, zaman, misel konsantrasyonu, pH, katkı maddeleri ve kazein misellerinin ön muamelesi gibi çok sayıda faktörün kazein misellerinin bozulmasını ve basınç altındaki kazein parçacıklarının yeniden düzenlenmesini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada yüksek hidrostatik basınçın bulanıklık ve hafifliğin azalmasına ve sütte viskozite artışı ile kazein misellerinin daha küçük çaplı parçacıklara parçalanmasına sebep olduğu ve misel parçalanmasının 400 MPa'da tamamlandığı tespit edilmiştir. 250 ve 300 MPa basınç aralığında kazein parçacıklarının bozulmuş misellerden yeniden oluşmaya başladığı ancak bu durumun daha düşük veya daha yüksek basınçlarda görülmediği ifade edilmiştir. Kazein misel bozulması sıcaklık arttıkça azalmaktadır (Orlien ve ark., 2010). Martinez-Rodriguez ve ark. (2012) koyun sütünden elde edilen peynirin protein profilinde 200-500MPa ve 12°C sıcaklıkta 10dak boyunca uygulanan basınçın etkisini araştırmışlardır. 15gün olgunlaştıktan sonra basınçlandırılan peynir ve 1. günde 200MPa'da muamele edilen peynirler kontrol grubu peynirlere benzer özellikler göstermiştir. İlk güne uygulanan daha yüksek basınç uygulamaları, uçucu bileşiklerin oluşumunu arttıran veya sınırlandıran mikrobiyel popülasyonları ve enzim aktivitelerini değiştirmiştir.

Araştırılan diğer önemli bir konu ise yüksek hidrostatik basınçın sütteki enzimlere etkisi olmuştur. Süt enzimlerinin yüksek basınca duyarlılıkları farklılık göstermektedir. Lipaz, ksantin oksidaz ve lakto peroksidaz 400MPa'a kadar olan basınçlara dirençlidir (Naik ve ark., 2013). Sütteki fosfo hekso izomeraz, γ -glutamil transferaz ve alkali fosfataz (ALP) sırasıyla 350, 400 ve 600 MPa'ı aşan basınçlarda kısmen inaktive olmakta iken yine sırasıyla 550, 630 ve 800 MPa'lık basınçlarda tamamen inaktive edilebilmektedir (Sakharam ve ark., 2011). Sütte alkali fosfatazın inaktivasyonunun 400 MPa basınçta 60dak'da veya 800 MPa basınçta 8dak'da gerçekleştiği bildirilmiştir (Naik ve ark., 2013).

Yüksek hidrostatik basınçın mikrobiyel inaktivasyon üzerine etkisi ile ilgili çalışmalar da mevcuttur. Evelyn ve Silva (2015) düşük asitlikte oluşan *Bacillus cereus* sporlarının inaktivasyonunda yüksek hidrostatik basınç (200, 400 ve 600 MPa, 40 dakika) ve termal prosesin (70°C) başarısını kıyaslamışlardır. Basınç artışının spor sayısını azalttığını ve 600 MPa basınçta 40 dak'lık uygulamanın tam inaktivasyon sağladığını saptamışlardır. Sıcaklık 38°C'den 70°C'ye çıkarıldığında ise inaktivasyon sayısında 3.5log'luk artış olmuştur. Çalışmada termal prosesin daha çok enerji tükettiği ve yüksek hidrostatik basınç uygulamasının sütteki *Bacillus cereus* sporlarını inaktive etmede daha avantajlı olduğu ortaya konmuştur.

Yüksek hidrostatik basınç uygulaması peynir üretiminde verimi arttırmakta, peynirin olgunlaşması sırasında proteolizi kontrol eden parametreleri değiştirmekte ve olgunlaşma süresini kısaltmaktadır (Liepa ve ark., 2016). Çiğ süttten elde edilen peynir, pastörize süttten elde edilen peynir ve 20°C'de 15dak süre ile 500MPa basınç uygulanan süttten elde edilen peynirin lipoliz seviyesi karşılaştırıldığı bir çalışmada çiğ süt ve yüksek basınç uygulanan süttten elde edilen peynirlerdeki lipoliz benzer seviyedeysen, pastörize süttten elde edilen peynirdeki lipoliz seviyesinin daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Sezer ve İnanç, 2013). Ozturk ve ark. (2013) geleneksel (%5.3), tuzu azalmış (%2.5), düşük tuzlu (%1.9) ve tuzsuz (yaklaşık %0.2) tipte hazırlanmış çedar peynirlerinin 3dak süre ile 405MPa hidrostatik basınca tabi tutulmasından sonra başlangıç bakterisi sayılarında sırasıyla 1, 2.5, 3 ve 4log'luk azalmalar gözlemlenmiş ve yüksek hidrostatik basınç ile işlenmiş ve işlenmemiş peynirlerin olgunlaşma sırasında benzer duyuşsal lezzet profili gösterdiklerini belirlemişlerdir.

SONUÇ

Son yıllarda tüketicilerin az işlem görmüş, fiziksel, besinsel ve organoleptik özellikler açısından güvenilir gıdalara talebi artmıştır. Yüksek hidrostatik basınç uygulamalarının artan bu talebi karşılayabilecek nitelikte sağlıklı gıdaların üretimine katkıda bulunması mümkün görülmektedir. Yüksek hidrostatik basınç uygulamalarıyla ısının olumsuz etkilerinin azaltılması ve gıdalarda renk, aroma ve besin değeri kayıplarının önemli ölçüde engellenmesi sağlanmaktadır. Günümüzde yüksek hidrostatik basınç tekniğinin ürünü mikrobiyel açıdan korumaya ve raf ömrünü arttırmaya yönelik olarak süt endüstrisine de yeni olanaklar sunduğu yapılan çalışmalarla saptanmıştır. Peynir üretiminde mikrobiyel güvenliği sağlayarak raf ömrünü uzatmasının yanı sıra peynir verimini arttırdığı ve olgunlaşma süresini kısalttığı belirlenmiştir. Son yıllarda atık yönetiminde oldukça önem verilen bir faktör olan çevre kirliliğine yol açmayan bu yeni işleme tekniğinin gıda işlemede yaygın kullanılan bir yöntem olabilmesi için çalışmalara yoğunluk verilmesi ve konuyla ilgili detaylı araştırmalar yapılması isabetli olacaktır.

KAYNAKÇA

- Anonim 2016A. TÜİK, Süt ve Süt Ürünleri Üretimi. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21642>. Erişim tarihi: 12.12.2017.
- Anonim 2017B. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği, Tebliğ No: 2015/6. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/02/20150208-16htm>. Erişim tarihi: 28.11.2017.
- Anonim 2017C. High Hydrostatic Pressure applications and milk processing. (Görseller). https://www.google.com.tr/search?biw=1903&tbm=isch&sa=1&ei=jXQVWsjWFekogAaTo56wAQ&q=high+hydrostatic+pressure+equipment+and+milk+processing&oq=high+hydrostatic+pressure+equipment+and+milk+processing&gs_l=psyab.3...140991.143474.0.143696.11.10.0.0.0.298.863.1j1j2.4.0...0...1c.1.64.psyab..7.0.0...0.atx7GpTAyXo#imgc=UeZm44LkCBm8-M. Erişim tarihi: 20.11.2017
- Barba, F.J., Terefe, N.S., Buckow, R., Knorr, D., Orlie, V. 2015. New opportunities and perspectives of high pressure treatment to improve health and safety attributes of foods: A review. *Food Research International*, 77(1): 725-742.
- Bello, E., Martinez, G., Ceberio, B., Rodrigo, D., Lopez, A. 2014. High Pressure Treatment in Foods. *Foods*, 3(3): 476-490.
- Bruschi, C., Komora, N., Castro, S.M., Saraiva, J., Ferreira, V. B., Teixeira, P. 2017. High hydrostatic pressure effects on *Listeria monocytogenes* and *L. innocua*: Evidence for variability in inactivation behaviour and in resistance to pediocin bacHA-6111-2. *Food Microbiology*, 64: 226-231.
- Chawla, R., Patil, G.R., Singh, A.K. 2011. High hydrostatic pressure technology in dairy processing: a review. *Journal of Food Science and Technology*. 48: 260-268.
- Devi, A.F., Buckow, R., Hemar, Y., and Kasapis, S. 2013. Structuring dairy systems through high pressure processing. *Journal of Food Engineering*, 114(1): 106-122.
- Devi, A.F., Buckow, R., Singh, T., Hemar, Y., Kasapis, S. 2015. Colour change and proteolysis of skim milk during high pressure thermal-processing. *Journal of Food Engineering*. 147: 102-110.
- Evelyn, Silva, F.V.M. 2015. High pressure processing of milk: Modeling the inactivation of psychrotrophic *Bacillus cereus* spores at 38-70°C. *Journal of Food Engineering*. 165: 141-148.
- Heinz, V., Buckow, R. 2009. Food preservation by high pressure. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 5(1): 73-81.
- Hu, X., Xu, X., Jin, Z., Tian, Y., Bai, Y., Xie, Z. 2011. Retrogradation properties of rice gelatinized by heat and high hydrostatic pressure (HHP). *Journal of Food Engineering*. 106: 262-266.
- Huppertz, T., Smiddy, M.A., Goff, H.D., Kelly, A.L. 2011. Effects of high pressure treatment of mix on ice cream manufacture. *International Dairy Journal*. 21(9): 718-726.
- Liepa, M., Zagorska, J., Galoburda, R. 2016. High-Pressure processing as novel technology in dairy industry: A Review. *Food Sciences*, 1: 76-83.
- Martinez-Rodriguez, Y., Acosta-Muniz, C., Olivas, G.I., Guerrero-Beltran, J., Rodrigo-Aliaga, D., Sepulveda, D.R. 2012. High Hydrostatic Pressure Processing of Cheese. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11: 399-416.
- Molto-Puigmarti, C., Permanyer, M., Castellote, A. I., Lopez-Sabater, M. C. 2011. Effects of pasteurization and high-pressure processing on vitamin C, tocopherols and fatty acids in mature human milk. *Food Chemistry*, 124: 697-702.
- Munoz- Cuevas, M., Guevara, L., Aznar, A., Martinez, A., Periago, P.M., Fernandez, P.S. 2013. Characterisation of the resistance and the growth variability of *Listeria monocytogenes* after high hydrostatic pressure treatments. *Food Control*, 29(2): 409-415.
- Naik, L., Sharma, R., Rajput, Y.S., Manju, G. 2013. Application of High Pressure Processing Technology for Dairy Food Preservation-Future Perspective: A Review. *Journal of Animal Production Advances*, 3(8): 232-241.

- Oğuzhan, P. 2013. Yüksek Hidrostatik Basınç Teknolojisinin Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2): 205-219.
- Orlien, V., Boserup, L., Olsen, K. 2010. Casein micelle dissociation in skim milk during high-pressure treatment: effects of pressure, pH, and temperature. *Journal of Dairy Science*, 93(1): 12-18.
- Ozturk, M., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J.J., Johnson, M.E., Lucey, J.A. 2013. The influence of high hydrostatic pressure on regular, reduced, low and no salt added Cheddar cheese. *International Dairy Journal*, 33: 175-183.
- Sakharam, P., Prajapati, J.P., Jana, A.H. 2011. High Hydrostatic Pressure Treatment for Dairy Applications. *National Seminar 'Indian Dairy Industry – Opportunities and Challenges'*, 2014. 176-180. Retrieved January 14, 2016, from http://dairyknowledge.in/sites/default/files/ch17_0.pdf.
- Sayın, L., Tamer, C.E. 2014. Yüksek hidrostatik basınç ve ultrasonun gıda koruma yöntemi olarak kullanılması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1): 83-94.
- Sezer, E., İnanç, A.L. 2013. Gıda Sanayinde Yüksek Basınç Uygulamalarındaki Besin Kayıpları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 16(4): 36-43.
- Sfakianakis, P., Tzia, C. 2014. Conventional and Innovative Processing of Milk for Yogurt Manufacture; Development of Texture and Flavor: A Review. *Foods*, 3: 176-193.
- Yangılar, F., Kabil, E., Yılmaz F. 2013. PEF işleminin süt ve süt ürünlerinde uygulanabilirliği. *Manas Journal of Engineering*, 14(1): 73-85.