

# Yüksek Basınç Gıda İşlemi

Yrd. Doç. Dr. Cengiz CANER

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Çanakkale  
ccaner@comu.edu.tr

## ÖZET

Yüksek basınç işlemi minimum ısı uygulamasıyla gıdanın orjinal besinsel ve duyuşal karakterlerini muhafaza ederek, raf ömrünün artırılması ve patojen mikroorganizmaları inaktif etmesinden dolayı popüleritesi giderek artmaktadır. Yüksek basınç işlemi klasik ısı işlemleriyle kıyaslandığında asıl avantajları: işlem süresinin azlığı, minimum ısı zararı, tazeliğin, lezzetin, yapı ve rengin korunmasıdır. Yüksek basınç proteinler, enzimler ve mikroorganizmalar üzerine etkileri kısaca incelenmiştir. Kritik işleme (proses) faktörlerine ve üretim maliyetine de değinilmiştir. Bu makalede, yüksek basınç uygulamasının temel prensipleri, kesikli ve yarı-sürekli uygulama metodları da anlatılmaktadır. Gıda ürünlerine ve ambalaj materyaline yüksek basınç uygulamalarının etkileride ayrıntılı incelenmiştir.

**Anahtar Kelime:** Yüksek basınç, gıda muhafaza, minimal işleme

## ABSTRACTS

High pressure processing (HPP) is gaining in popularity because of the retention of nutritional and sensory characteristics of fresh food without sacrificing shelf life with minimal heat treatment and also its capacity to inactivate pathogenic microorganisms.

Main advantages of HPP compare with the traditional thermal processing: reduced process times; minimal heat damage; retention of freshness, flavor, texture, and color. Effects of high pressure on protein, enzymes, and microorganisms are briefly reviewed. Critical process factors and production cost for HPP were also briefly discussed. In this paper, basic principles of HPP, batch and semi-continuous technology are explained. Effect of HPP applications on food and packaging materials are also critically evaluated.

**Key Words** High Pressure, food preservation, minimal processing

## 1. GİRİŞ

Isı uygulamasıyla mikroorganizmaların ve bakteriler etkin olarak kontrol edilmelerine rağmen, uygulanan ısı işlemler gıdanın doğal tadını, aromasını değiştirip, vitaminleri de yok ettiğinden gıdaya daha az zarar veren koruma metodları araştırılmaktadır. Yeni gıda işleme metodlarının asıl amacı daha kaliteli, daha az işlenmiş, daha doğal, daha sağlıklı, ve daha az katkı kullanılarak gıdanın üretilmesidir. Bu yeni metdoldan biride yüksek basınç işlemidir (1,2). Geleneksel kullanılan ısılı methodları ürünlerin raf ömrünün artırılması, patojenik mikroorganizmaları inaktif edilmesiyle gıda güvenliğinin sağlanması için gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (3). Uygulanan bu ısı (enerji) yan ürünlerin oluşmasına yada istenmeyen değişikliklere yol açarak gıda da istenmeyen reaksiyonlarla sonuçlanabilir. Bu yüzden, daha az katkı maddeleriyle daha az zarar veren yeni yöntemler ürünün lezzet yapısını bozmadan gıda

kalitesini korumak için araştırılmaktadır. Yanlızca raf ömrünü uzatılması için değil, aynı zamanda gıda kalitesi ve duyuşal gereksinmelere artan talep de ısılı olmayan metodların gıda koruma yöntemleri olarak kullanılmasına yol açmıştır (1,4). Isılı olmayan işlemler kaliteyi azaltmaksızın gıdayı etkin olarak koruyabilirler ve daha az işlem zamanına gereksinim duyarlar. Isılı olmayan işlem metodlarıyla gıda korunmasının asıl amacı mikrobiel olarak güvenli, tüketici tarafından kabul gören, "taze benzeri " kalitesi ve raf ömrü artırılmış ürünleri üretmektir. Isılı olmayan teknikler arasında: yüksek basınç (YB), ışınlama, ultrasound (ultra-ses), ultraviyole ışık (UV), mikrodalga, itilmiş-elektrik alanı (PEF), yüksek yoğunluk pulse ışık, magnetik alan, ozon uygulamalarıdır. Işınlamadan sonra, yüksek basınç işleme (YB) belkide en fazla kullanılabilen 'yeni' ısılı olmayan gıda işleme metodunun popüleritesi potansiyel olarak her geçen gün artmaktadır. YB, 4000- 9000 atm ultra yüksek basınç kullanarak mikroorganizmaları yok etmek ve enzimleri inaktif ederek, gıda koruma metodu olarak kullanılmaktadır (5).

Son 15 yıldır, ürünün "taze" tadını kaybetmeksizin gıdanın artan besin ve duyuşal karakterlerine tüketicilerin artan ilgilerinden dolayı YB kullanımı gıda endüstrisinde yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Son yıllarda, YB Japonyada reçel ve meyve-suyu üretimi gibi değişik gıdalarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ticari olarak Avrupa yada ABD de üretilen basınçlanmış ürünler: Fransa, UltiFruit® tarafından portakal suyu, Meidi-ya tarafından reçel; Avomex Şirketi ABD (Texas/Mexico) da avokado puresi (guacamole); ve Espuna şirketi İspanya da dilimlenmiş domuz eti (hem kürlenmiş-pişmiş ve ham-pişmiş). Sitrus suyu (portakal ve grefurt), ve salata sosları Japonyada piyasaya çıkmıştır. Fakat üretim hacimleri hala çok sınırlıdır. YB uygulanabilecek ürünler ve sınırlamaları son zamanlarda gıda bilimcileri ve mühendisleri tarafından derinlemesine araştırılmakta ve incelenmektedir (1, 3, 6, 7).

Gıda koruması yada işleminde yüksek hidrostatik basınç kullanımının sayısız avantajları vardır: Pascal prensibini takip ettiği için-basınç ürünün her tarafından eşit şekilde gelir ve anıda ürüne iletilir, bu da dolaylı (indirek) ısıtmadaki (konvensiyonel) işleme zamanının azalmasına, soğutma ve ısıtma problemlerinin aşılmasına neden olur. Normal sıcaklıklarda bile uygulanabilir. Basınç asıl kovalent olmayan bağları etkiler, bundan dolayı besin, lezzet, ve renk gibi ana kriterler etkilenmeden kalır. Basınç işlenmiş gıdalar, ısı işlenmiş gıdalar ile kıyaslandığında daha iyi flavor, yapı, besin değeri, ve rene sahiptirler (8).

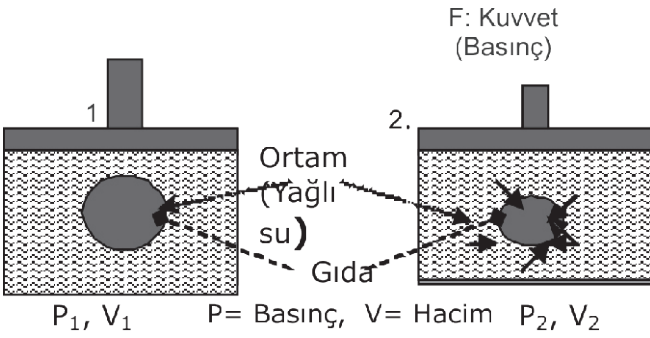
Yüksek basınç sıvı gıdalarda başarıyla kullanıldığı gibi et ürünleri gibi tam akışkan olmayan esneyebilen gıdalarda da başarıyla uygulanabilmektedir (3, 8).

Gıda basınç uygulama işleminden önce ambalajlanıp daha sonra basınç muamalesi uygulanabilirdiği gibi önce ürüne basınç uygulanır ve daha sonra ürün aseptik olarak ta ambalajlanabilir (9).

## 2. YÜKSEK BASINÇ İŞLEMİNİN UYGULANMASI

Gıda iki farklı temel yolla yüksek basınç işlemi uygulanabilir: a) Batch (yığın) teknolojisi ve b) yarı-sürekli teknoloji. En yaygın olarak uygulanan ise batch (yığın) yöntemidir.

### a. Batch (Yığın) YB Technology



Şekil 1. Batch (yığın) yüksek basınç prensibi

Tipik bir yığın işleminde, ürün (ambalajlı yada ambalajsız) basınç sıvısı içeren basınç çemberine yerleştirilir. Basınç çemberi içerisindeki sıvının (Kayganlaştırmayı sağlamak için suda çözünür yağ (%1-5) içeren su) piston yardımıyla sıkıştırılmasıyla sağlanan basıncın düzgün bir şekilde direk ürüne iletilir (Şekil 1). İşlem, sırasında basınç miktarı, tutma zamanı, ve sıcaklık elektronik olarak kontrol edilir (8).

Çember doldurulduğunda, basınç emniyet (boşaltma) valfleri kapatılır, istene basınca ulaşana kadar basınç pompalanır. Sıkıştırma oranı, basınç pompasının beygir gücüyle orantılıdır. İşlem zamanı tamamlandığında, basınç boşaltma valfleri açılır ve sıkıştırma için kullanılan suyun normal atmosferik basınca dönmesine izin verilir. En son olarak basınç çemberinin içerisinde bulunan ürünler çıkartılır (Şekil 1) (6, 7,10). Basınçta tutma zamanı gıdaya ve işlem sıcaklığına bağlıdır (11). Basınç tüm kenarlardan eşit şekilde, hızlı ve düzgün olarak basınç ortamına ve gıda üzerine anında iletilir (Şekil 1) (12). Bunun sonucu olarak basınç gıdanın hacminden ve şeklinden bağımsızdır (6). Suyun hacim azalması yaklaşık olarak 100 MPa da 4 %, 400 MPa da 11.5 % (22°C). Tüm paket yada ürün basınç işleminden sonra kendi orjinal şekline döner. Pratikte ise basınç ortam sıcaklığının hafif artmasına neden olur. Biyolojik materyaller üzerine genelde geridonüşümsüz etkisi >100 MPa da gözlenmektedir. Bu yüzden 100 ile 1,000 MPa YB gıda uygulamaları faydalı olabilir. Paketin içinde bulunan fazla hava (tepe) boşluğu, YB yavaşlatır ve sistemin etkinliğinin azalmasına neden olabilir (7, 8).

### b. Yarı-sürekli YB Teknolojisi

Sıvı gıdalarda kullanılabilen yarı-sürekli basınç sisteminde basınç çemberine ürün pompalanır, basınç uygulanır, sistemden basınç kaldırıldıktan sonra çemberden dışarı pompalanır ve daha önceden sterilize edilmiş ambalajlarda aseptik olarak paketlenir. Yarı sürekli sistemin temeli, araba motorlarındaki piston hareketinin sistem mantığına göredir (7). Basınç uygulama zamanı ürüne göre saniyelerden 20 dakika (100 MPa -800 MPa) kadar uygulanabilir.

## 3 YÜKSEK BASINÇ VE GIDA KİMYASI

Şu ana kadar, yüksek basınç işlemi asıl olarak buzdolabı ve yüksek asitli gıdalar için kullanılmaktadır. YB ile gıda pastörizasyonu normal sıcaklıkta (45°C) 80,000 psi kadar çıkabilir. Bu şartlar altında, yüksek

basıncın gıdada bulunan çoğu vegetative pathojenleri inaktif etmede etkili olduğu tesbit edilmiştir.

Düşük asitli gıdaların YB uygulanarak korunması daha zor olup, orta derecede sıcaklık ile (80-110°C) birlikte çok yüksek basınç (130,000 psi) birlikte kullanılabilir (5).

### a. Protein

Isı, denatürasyonu etkilediği gibi sıkıştırma ve basınç ta denatürasyon mekanizmasını da etkiler. YB in asıl avantajı basınçın kovalent bağlar üzerine etkisi yoktur bu yüzden normal yada hafif sıcaklık uygulanarak YB işlenmiş gıdalar, ilk hali gibi taze olarak duysal ve beslenme kaliteleri aynı kalarak, fazla bir kimyasal değişiklik olmaz.

Proteinlerde, hidrofobik interaksiyon ve iyonik bağlar basınç tarafından en fazla etkilenmekte olup, kovalent bağlar ise en az etkilenmektedir. Bunu gibi, basınç uygulanması enzimler ve diğer proteinleri teşvik edebilir, denatüre edebilir yada etkisi olmayabilir. 550 MPa üzerindeki yüksek basınç uygulamasında protein denatürasyonu görülebilir. Bir protein solusyonu basınç işlemi ile sıkıştırıldığında, proteinin tabiatına ve uygulanan basınca bağlı olarak geri dönüşümlü yada dönüşümsüz olarak denatüre olur. Çünkü bu non-kovalent bağlar (hidrojen bağ, iyonik bağ, ve hidrofobik bağlar) sistemin hacim azalması sonucu tahrip edilir yada oluşur (13). Kovalent bağlar uygulanan basınç sırasında değişimler olmaz. Protein nükleik asit ve nişastanın tertiary yapısı non-kovalent bağlardan oluşan yapı, yüksek basınçla yapının değiştirilerek denatürasyona, kogulasyona yada jelatinasyona yol açar. Böylece, lezzet ve tatı değiştirmeden yüksek basınç enzimleri inaktive etmek için, nişastayı jelatine etmek, mikroorganizmaların sterilizasyonu ve böceklerin ve parazitlerin öldürülmesi için faydalıdır (13, 14).

### b. Enzimler ve enzimatik reaksiyonlar:

Proteazlar tarafından peptide hidrolizi ve sentezi, enzim sindirimi, polifenol oksidaz aktivasyonu, oksidazların aktivasyonu, enzimler üzerine yüksek basınç etkilidir. Polifenol oksidaz en fazla basıca dayanıklı enzim olup oda sıcaklığında 1200 MPa yada 900 MPa 45 °C inaktive edilmiştir (15).

## 4 YÜKSEK BASINÇ VE GIDA MİKROBİYOLOJİSİ

YB işlemi genelde önemli derecede sıcaklık uygulanmamasına rağmen, mikroorganizmaların popülasyonunu ciddi oranda azaltıldığı için soğuk pastörizasyon diye ifade edilir. İlk ticari gıda pastörizasyonu Japonyada reçel ve reçeli ürünler üzerinde uygulanmıştır. Bu aşamada, fermantatif kültür, bozulma ajanları yada pathojenler gibi önemli olan her mikroorganizmalar ve gıda endüstrisinde önemli olan gıdaların üzerine YB işlem uygulanarak davranışları araştırılmaktadır. Artan basıncın seviyesi genelde daha kısa zamanda bakterileri inaktive eder, fakat daha yüksek basınç işlenmemiş gıdayla kıyaslandığı zaman gıdanın görünüşü ve yapısını etkileyecek duysal kalitede negatif değişimlere ve daha ileri seviyede protein denatürasyonuna neden olabilirler (Çilek gibi hasas meyveler yırtılan hücreler suyunu bırakır, yüzeydeki proteinlerin denatürasyon dolaylı etler ise hafif pişmiş gözükür) (5, 16, 17).

Yüksek basıçtaki mikropların ölümü hücre zarlarının geçirgenliğindeki değişmeden dolayıdır. Bakterilerdeki vegetative bakteriler, maya ve küfler 400 - 600 MPa öldürülürken, bakteriyel sporlar çok yüksek basınçta gereksinim duyarlar (18). Basınç uygulaması normal sıcaklıklarda mikroplar da koruyucu kullanmada inaktive edebilir (19).

Basınç en dayanıklı mikrobiel formu gram-pozitif bakterilerin endosporesleridir. 1932 de, *Basset* ve *Macheboeuf Bacillus subtilis* sporları 1,724 MPa 45 dakika da hayatta kaldıklarını bulmuştur. Buna rağmen daha fazla sıcaklıklarda (45°C dan 70°C) YB işlendiğinde, spor sayısı 500700 MPa aralığında az bir oranda azalmıştır. Bitkisel hücreler basınç ve artan sıcaklıkla birleşmesiyle daha yüksek bir inaktivasyon göstereceklerdir. Bunun için asidik meyve ürünleri gibi gıdalar genelde YB ile iyi çalışırken; bakteri sporlarının büyümesini düşük pH önler, böylece YB problem olan bu bakteri kategorisini YB deaktivasyon endişesi listesinden çıkarır. pH daha düşürüldüğünde birçok mikroorganizmalar (sporlar yada vegetatif formları) zedelenmiş hücrelerin daha az iyileşme kabiliyetleriyle YB daha fazla oranda inaktiv olurlar (16, 20).

YB ile patojenik bakterilerin inaktivasyonunda önemli olan noktalar: 1) artan basınç büyüklüğü ve basınç lama süresiyle tahrip edilen bakteri (sporlar hariç) sayısı artmaktadır; 2) asidik pH yada normal sıcaklıklar üzerinde, basınç inaktivasyon oranını artırır; 3) gram-pozitif bakteriler gram-negatif bakteriler den daha fazla basınçta dayanımın eğilimindedirler; 4) Exponensiyel fazdaki hücreler durgun fazdaki hücreden genelde daha fazla basınca karşı hasastırlar. Isı uygulamasında olduğu gibi, mikroorganizmalar yüksek basınca maruz kaldığı zaman iç bileşiklerini kaybederek, stoplazmik hücrelerde sızıntı gösterir. Bundan dolayı, asil basınç hasarın yada inaktivasyon etkisi kısmi zar bütünlüğünün kaybıdır. Sporlara ilave olarak, gıdadaki enzimlerin elimine edilmeleri yada kontrol edilmelerinin zor olduğu kanıtlanmıştır. Basınç uygulama patojenlere, deniz parazitlerine ve bazı insan viruslerine karşı güvenliği sağlar (16, 18, 20).

Bu yüzden biyolojik materyaller ve gıdalar üzerindeki basıncın etkisi sıcaklığın etkisine benzememektedir. Diğer bir deyimle YB yüksek sıcaklık kadar avantajlıdır (Kovanent bağlar su sıkıştırıldığında zarar görmez, Maillard reaksiyonu ve pişmiş aroma oluşumu gibi etkiler basıncın muamalesi sırasında oluşmaz). (16, 17, 20).

Bu teknoloji mikroorganizmaları ve enzimleri inaktivasyonunda kullanılmasında olumlu sonuçlara sahip olduğundan dolayı tek olarak yada diğer tekniklerle birlikte raf ömrünü dayanımlı gıdalar üretiminde ve geliştirmede kullanılabilir (17, 21).

## 5 GIDALARIN STERİLİZASYONU

Yüksek asit gıdaların raf ömrünün artırılmasında kullanılan ısı işlemlerin dezavantajları olmasına rağmen YB işlemiyle bu dezavantajların çoğu giderilmektedir. Pastörizasyon etkisi birçok basınç işlenmiş yüksek asitli gıdalar için bildirilmiştir. Düşük asitli gıdaların raf ömrünü artırılmasında yüksek basınç uygulamasında artan bir ilgi olmasına rağmen, ticari olarak istenen seviyeye hale ulaşamamıştır (20).

Etlerde, balık ve zirai ürünler gibi gıdalardaki bakteriler, mayalar ve küfler 400 - 600 MPa dan daha yüksek basınç ile sterilize edilirler. 300 - 400 MPa 10 dakika portakal suyunu *Bacillus sp* sporu öldürülmemesine rağmen, vegetative

mikroorganizmaların sterilizasyonu için yeterlidir. Meyve suyunun güzel tatını ve lezzetini 5 ay oda sıcaklığında muhafazasını sağlar. Basınç 45°C de uygulandığında, sonuçlar oda sıcaklığından çok daha iyidir (8).

Basınçlanmış meyve suyu taze aromasını ve tadını muhafaza için soğuk ortamda korunmalıdır. Düşük sıcaklık pektin esteraz aktivitesini düşük tuttuğu için, düşük sıcaklık tortu gelişimini azaltmaya yardımcı olur; böylece, pektin esteraz tortu oluşumuna katkıda bulunmaz. Düşük sıcaklıkta depolamada diğer basınç uygulanmış gıdalarda da önemlidir; örneğin, basınç uygulanmış reçeller soğukta muhafaza edildiklerinde taze tadı ve lezzeti uzun süre muafaza ederler (8;22).

## 6 BASINÇ (P) VE SICAKLIĞIN (T) BİRLEŞİMİ

Bakteri sporları oda sıcaklığındaki yüksek basınç uygulamasında öldürülmemesine rağmen, daha yüksek sıcaklık (45 - 60°C) 600 MPa da öldürülmektedir. Bazı bakterilerin ve mayaların vegetative hücreleri düşük sıcaklıkta sterilize edilebilir (ör., -20°C) (8).

İki faktör sıcaklık (T) ve basınç (P) nin birlikte kullanımında göz önünde bulundurulur: 1) Yüksek sıcaklıkta artan kimyasal reaksiyonlar üzerine basıncın etkisi, ve 2) adiyabatik sıkıştırma birlikte basınç ortamının sıcaklığı yükselir.

Yüksek basıncı sırasında, izostatik basınç, ambalaj üzerine uniform olarak basınç sıvısı tarafından uygulanır ve ürün en fazla %12 kadar sıkışabilir. Kompresiyon kuvveti ürünün ve ambalaj polimerinin hacinin azaltır. Plastik ambalaj hacminin sıkıştırma etkisi Tait formülüyle ifade edilebilir ( $\ln(V/V_0) = \ln[1 - C \ln(1 + p/CB_0)]$ , Atmosfrik basınçta herbir polimer için  $V_0$  ve  $B_0$  polimer miktarı ve hacmi (bulk), p basınç, ve C universal sabiti ifade eder (Cho ve Sanchez, 1999). Yüksek basınç gıda-ambalaj sisteminde sıcaklığın artırır:  $dt/dp = T/\rho c_p$ , T sıcaklık, is ısı genişleme katsayısı, ve  $c_p$  ısı kapasitesidir. Suyun adiyabatik sıkıştırılması ile sıcaklık ve basınç artmasına bağlı olarak her 100 MPa da 2-3 °C sıcaklık artmasına neden olur (23).

## 7 KRİTİK KONTROL PROSES FAKTÖRLERİ

Yüksek basınç için kritik process faktörleri uygulanan basınç, basınç uygulanan zaman, gelme zamanı (istenen basınca ulaşma zamanı), aktif uygulama zamanı yani ürün sıkışma zamanı, uygulama sıcaklığı, ürünün ilk sıcaklığı, ürün pH, ürünün bileşimi, ürünün su aktivitesi, ambalaj materyalinin içeriği. Ürünün tam sterilize olduğundan emin olmak için, belirli değişkenlerin ölçülmesi gerekir (7, 21).

I Mikroorganizmanın çeşidi

II Sıcaklık, basınç büyüklüğü, ve tutma zamanı

III Basınç çemberindeki sıvının ürüne oranı

## 8 ÜRÜN ÜRETİM MALİYETİ

Hali hazırdaki mevcut üretim şartlarında ortalama ortalama ürün maliyeti 0.099 kg/dolar olarak tahmin edilmektedir. Yüksek basınç aletinin (215 L kapasiteli Flow International 690 MPa işlem kapasitesi 863,115 kg/gün) 3.5 milyon dolardır.

Ürün maliyeti tahmini fiyatın hesaplanmasında işçilik 0.0198 kg/dolar, bakım 0.039 kg/dolar, amortisman 0.04 kg/dolar olarak bunların toplamı 0.099 kg/dolar (21).

## 9 AMBALAJ

Gıdalar parti halinde yüksek basınç prosesi uygulanıp aseptik olarak ambalajlanabildiği gibi, basınç işlemi

uygulanmadan önce esnek materyaller kullanılarak ambalajlanır ve sonra yüksek basınç işlemine tabi tutulabilirler. Plastige dayalı esnek ambalaj filmlerin kullanımı, ambalajlanmış gıdaların yüksek basınç uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Ambalaj materyalinin seçimi yüksek basınç gıda işlemi için tat ve lezzet kadar önemlidir. Plastik filmler yüksek sıcaklık işlemleri için uygun olmamasına rağmen, genelde YB işlemi için uygundur. Diğer taraftan metal konserve kutuları ve cam, yüksek basınç işlemi için uygun değildir. Plastik materyallerde gözükken bir yapı zararı olmaksızın basınç işleme dayandığı saptanmıştır. Buna rağmen, yüksek basınç ambalaj materyalleri üzerine fiziksel, mekaniksel, ve ambalaj materyali yapısına etkisi hakkında sınırlı bilgiler vardır. Örneğin, son araştırmalarda bazı esnek materyallerin geçirgenlik özelliklerini (oksijen, karbondioksit ve su buharı) basınç uygulandıktan sonra olumsuz etkilendiği gösterilmiştir (9). Plastik kaplarda tepe boşluğu da YB başarısı için önemlidir.

Ambalaj için kullanılacak esnek materyal yeterli derecede esnekliğe sahip olmalı, sıkıştırma sırasında katmanlar birbirinden ayrılmamaya dayanıklı olmalıdır. Farklı materyaller laminasyon yapısı üretimi için kullanılmaktadır. Bu PVDC gibi plastik filmleri kapsadığı gibi, PET gibi filmlerin üzerine buharlaştırılarak yapıştırılan alüminyum gibi metalleri de kapsar, ve plastik üzerine kaplamak için silikon (SiOx) ve alüminyum oksit gibi inorganik kaplamaları da içerir. Buna rağmen, eğer çok katmanlı yapıyı oluşturan katmanların her biri, basınç altında çok farklı sıkıştırılma ve esneme davranışı gösteriyorsa bu gibi film materyalleri yapı kayıpları gösterebilirler. Bu değişimde ambalajlanmış ürünün ciddi gıda güvenlik ve kalite değişimlerine yol açabilir (23, 24).

## 10 SONUÇLAR

Yüksek basınç ile gıdaların muhafazası, yüksek ısı yöntemi gibi başarıyla birçok gıdada kullanılabilen bir yöntemdir. Yüksek basıncın asıl avantajı mikroorganizmaları (sporlar hariç) inaktive ettiği, kovalent bağları tahrip etmeden, gıdanın tat, lezzet ve besin değerini muhafaza etmesidir. YB teknolojisi gıda endüstrisinde giderek artan büyük bir önemi vardır. Yüksek basınçla işlenmiş gıdaların fiziksel ve duyuşal özellikleri minimum işleme yada et ve balık, uzun süreli taze ve doğal renkli gıdalar, artırılmış kaliteli donmuş gıdalar gibi daha iyi ürün geliştirme şansı sağlar. Mevcut olan birçok esnek materyaller ambalaj materyali olarak YB başarıyla kullanılırlar. Burada iki önemli soru akla gelir, müşteri yüksek basınç ile üretilmiş gıdayı kabul edecekmi, ve bu işlem için ekstar maliyeti olan ücretini vereceklermidir.

## KAYNAKLAR

- 1 Palou, E., Lopez, M. A., G. Barbosa-Canovas, and G. B. Swanson. 1999. High pressure treatment in food preservation. p. 532-576. In Rahman, S. (Ed.). *Handbook of Food Preservation*. Marcel Dekker, Inc, New York, NY.
- 2 Pre, G. 1992. Trends in food processing and packaging technologies. *Packaging Technology and Science*. (5): 265-269.
- 3 Barbosa-Canovas, G., Pothakamury, U.R., Palou E., and Swanson,

- G. B. 1998. *Nonthermal Preservation of Food*. Marcel Dekker.
- 4 Balny, C., Hayashi, R., Shimada, S., and Masson, P. (1992) 'High Pressure and biotechnology', *Colloques INSERM/John Library Eurotext Ltd.*, France, Vol. 224.
- 5 Nachmanson, J. 1995. Packaging solutions for high quality foods processed by high icostatic pressure. Europak 95: Dusseldorf, Germany, 3-4 Oct. 1995, The 7th International Conference on Plastics Packaging for the Food and Beverage Industry. pp: 390-401
- 6 Knorr, D. 1995. Hydrostatic pressure treatment of food: equipment and processing, p. 134-159. In Gould, . W (ed.),. Ch 7. In *New Methods of Food Preservation*, Blackie Academic and Professional. New York, NY.
- 7 Farkas, D. and Hoover, G. D. 2000. J.Food Sci. High pressure processing. 65(4).47-64.
- 8 Hayashi, R. 1989. Application of high pressure to food processing and preservation: philosophy and development; p. 815-826. In E. L. Spiess and H. Schubert (ed.), *Engineering and Food*. Vol (2), Elsevier London.
- 9 Caner, C., R. J. Hernandez, and M. A. Pascall. 2000. Effect of high pressure processing on selected high barrier laminated films used for food packaging. *Packaging Technology and Science*. 13: 183-195.
- 10 Deplace, G. and Martens, B. 1992. The commercial application of high pressure technology in the food industry; p. 469-481. In C. Balny, R. Hayashi, K. Heremans and P.Masson (ed), *High pressure and biotechnology*. Colloque INSERM / John Libbery Co. Ltd. London.
- 11 Coles, R. 1997. Juice comes under pressure. *Packaging Week*. 12 (35): 22.
- 12 Zimmerman, F. 1996. Squeezing Vacuum packaged foods for freshness. *Packaging strategies*. 14(14). p:5.
- 13 Messen, W., J. V. Camp, and A. Huyghebaert. 1997. The use of high pressure to modify the functionality of food proteins. *Trends in Food Science and Technology*. 8: 107-112
- 14 Okamoto M, Kawamura Y, and Hayashi R. 1990. Application of high pressure to food processing: textural comparion of pressure- and heat induced gels of food proteins. *Agric. Biol. Chem*. 54(1) 183-189.
- 15 Seyderhelm, I., S. Boguslawski., G. Michaelis, and D Knorr. 1996. Pressure induced inactivation of selected food enzymes. *Journal of Food Science*. 61(2). p:308-310.
- 16 Gould, G. W. 1995. The microbe as a high pressure target,. p. 27. In D. A. Ledward, D. E. Johnston, R. G. Earnshaw, and A. P. M. Hasting (ed.) *High Pressure Processing of Foods* Nottingham University Press, Nottingham.
- 17 Gola, S., Foman, C., Carpi, G., Maggi, A., Cassara, A., and Rovere, P. 1996. Inactivation of bacterial spores in phosphate buffer and in vegetable cream treated with high pressures. In "High Pressure Bioscience and Biotechnology" ed. Rhayashi and C, Balny. pp: 253-260. Elsevier Science, Kyoto, Japan.
- 18 Kalchayanand, K. N., Sikes, A. Dunne, C. P., and Ray, B. 1998. Interaction of hydrostatic pressure, time and temperature of pressurization and pediocin AcH on inactivation of foodborne bacteria. *J. Food Protection*. 61(4): 425-431.
- 19 Mackey, B. M.,. Forestiere, K., Isaacs, N. S., Stenning, R. and Brooker, B. 1994 The effect of high hydrostatic pressure on *Salmonella thompson* and *Listeria monocytogenes* examined by electron microscopy. *Letters in Applied Microbiology*. 19: 429-432.
- 20 Patterson, M. F., and D. J. Kilpatrick. 1998. The combined effect of high hydrostatic pressure and mild heat on inactivation of pathogens in milk and poultry. *J. Food Protection*. 61(4): 432-436.
- 21 Meyer, R. S; Cooper, K.L.; Knorr, D.; Lelieveld, H. L. M. 2000. High-pressure sterilization of foods. *Food Technology*; 54 (11):67-72.
- 22 Gould, G. W. 2000. Emerging technologies in food preservation and processing in the last 40 years. p: 1-11. in G. Barbosa-Canovas and G. W. Gould (ed.), *Innovations in Food Processing*. Tecchnomic Pub. Lanscaster, Basel.
- 23 Caner C, Hernandez R.J, Pascall M.A, Balasubramaniam V.M. 2004. The effect of high-pressure food processing on the sorption behavior of flexible packaging polymeric films. 17:3.139-153
- 24 Caner C, Harte B, Hernandez RJ. 2004. High Pressure Processing Effects on The Mechanical, Barrier and Mass Transfer Properties of Food Packaging Flexible Structures: a critical review. 17:1. 23-29