



Toplu Beslenme Sistemlerinde Farklı Bir Yaklaşım: Engeller Teknolojisi^A

Fatma GÜL*

Öz: Besin kaynaklı oluşan biyolojik, kimyasal ve fiziksel tehlikeler hem tüketici sağlığını hem de üretici ekonomisini olumsuz yönde etkilemektedir. Besinlerde oluşan bu tehlikeleri ortadan kaldırmak ve besin güvenliğini sağlamak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Pişir-soğut, pişir-dondur, vakumlu paketleme ve engeller teknolojisi kullanılan yöntemlerden bazılarıdır. Son zamanlarda kullanımı yaygın hale gelen engeller teknolojisinde besinlerin mikrobiyolojik, duyuşal ve besleyici kalitesi korunarak raf ömrünün uzatılması ve güvenilir besin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Yaygın olarak kullanılan engel teknolojileri arasında ısıl işlem, su aktivitesi (aw), asitlik, redoks potansiyeli, koruyucular (nitrit, sülfite, sorbat vb.) gibi uygulamalar yer almaktadır. Engeller teknolojisi kapsamında kullanılan uygulamalar ikili veya daha fazla sayıda kombine edilerek de kullanılabilir. Diğer bir deyişle, engeller teknolojisi aslında besin koruma yöntemlerinin bir birleşimidir ve toplu beslenme sistemleri için de oldukça önemli bir uygulama alanıdır.

Anahtar Kelimeler: Engeller teknolojisi, Yeni üretim sistemleri, Besin güvenliği, Toplu beslenme sistemleri.

^A Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** Fatma GÜL, Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 38220, Kayseri/TÜRKİYE, fgul@erciyes.edu.tr, **OrcID:** 0000-0003-2776-808X.

A Different Approach in Foodservice Systems: Hurdle Technology

Abstract: Food-borne occurring biological, chemical and physical hazards adversely affect both consumer health and producer economies. Various methods are used to eliminate these dangers in food and ensure food safety. Cook-chill, cook-freeze, sous-vide, and hurdle technology are some of the methods used. In the hurdle technology, which has become widespread recently, it is aimed to extend the shelf life and maintain reliable food by preserving the microbiological, sensory and nutritive quality of the nutrients. Commonly used hurdles technologies include such as temperature, water activity (aw), acidity, redox potential, preservatives (nitrite, sulfide, sorbate, etc.). Methods used within the scope of the hurdle technology can also be used in combination with two or more. In other words, hurdle technology is a combination of food protection methods and is a very important method for foodservice systems.

Keywords: Hurdle technology, New production systems, Food safety, Foodservice systems.

Giriş

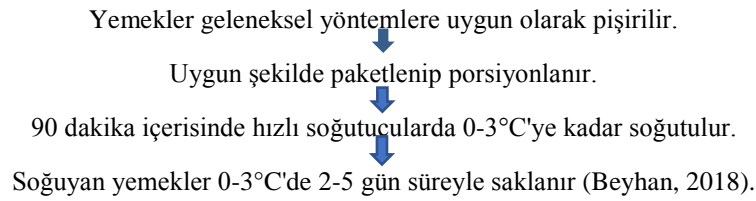
Sanayileşme, teknolojik gelişmeler, çalışan birey sayısının artması, kentleşmenin hızlanması, yaşam standartları ve sosyo-kültürel yapıdaki değişimden dolayı toplu beslenme sistemlerine (TBS) olan gereksinim ve buna bağlı olarak verilen hizmetin kapasitesi giderek artmaktadır (Köse ve Bilici, 2016). TBS'nin hizmet kapsamı şu şekilde özetlenebilir: Standart tarife geliştirme, satın alma, depolama, hazırlama ve pişirme, servis, hijyen ve besin güvenliğinin sağlanması, artıkların uzaklaştırılması, bulaşıkların yıkanması, TBS yönetim ve organizasyonu (Khan ve ark., 2016). Besinlerle taşınan fiziksel, kimyasal ve biyolojik ajanların dünya çapında 250'den fazla hastalığa neden olduğu, bu ajanlardan biyolojik kökenli olanların en önemli hastalık nedeni olmakla birlikte besin kaynaklı patojenlerin de temelini oluşturduğu belirtilmiştir (Moreira ve ark., 2019).

TBS'de yer alan çiğ (ısıtılmış uygulanmamış) besinler ve karkaslar uygun koşullarda sterilize edilmezse patojenlerin temel kaynağı haline geldiği, bu patojenlerin hem kendisi hem de toksinlerinin besinlerin organoleptik kalitesinin yanı sıra insan sağlığını da olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir. Gelişmiş ülkeler başta olmak üzere her yıl besin zehirlenmelerinin görülme sıklığı yaklaşık %30'dur. Besin zehirlenmelerinin önüne geçmek ve besin güvenliğini sağlamak amacıyla kimyasal maddelerin yanı sıra doğal kaynaklı ve insan metabolizmasını olumsuz etkilemeyen maddelerin tercih edildiği belirtilmiştir (Barbosa-Cánovas ve ark., 2005). Bu nedenle, mikrobiyal yoldan besin güvenliğinin sağlanması, tüketici sağlığı ve besin endüstrisi açısından oldukça önemlidir (Pattanayaiying ve ark., 2015). Geleneksel pişirme yöntemlerinde kullanılan yüksek sıcaklıklar besinlerin bileşiminde, lezzetinde ve renginde önemli kayıplara yol açtığı için TBS'de yeni üretim sistemlerine ihtiyaç duyulmuştur. Yüksek sıcaklık sorununu ortadan kaldırmak, besinlerin raf ömrünü uzatmak, duyu kaliteyi korumak ve besin güvenliğini sağlamak amacıyla düşük sıcaklıkların kullanıldığı çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Iborra ve ark., 2013). Bu amaçla geliştirilen yöntemlerden bazıları: Pişir-soğut (cook-

chill), pişir-dondur (cook-freeze), vakumlu paketleme (sous-vide) ve engeller (hurdle) teknolojisidir (Moreira ve ark., 2019).

Piştir-Soğut

Piştir-soğut sistemi oldukça yüksek sıcaklıklarda (yaklaşık 100 °C) hazırlanan besinlerin hızlı bir şekilde soğutulmuş soğuk depolarda muhafaza edilmesidir (Moreira ve ark., 2019). Et, tavuk, balık gibi potansiyel riskli besinler başta olmak üzere hemen hemen bütün besin gruplarına uygulanabilen bu yöntem toplu beslenme hizmeti sunan işletmelerin ihtiyacına göre ayarlanabildiği için her kapasiteye uygun olabilmektedir. Ayrıca kimyasal koruyucular kullanmadan kaliteli besin üretilmesi piştir-soğut sisteminin en önemli avantajıdır (Daelman ve ark., 2013). Bu yöntemle hazırlanan besinlerde şu aşamalar izlenmektedir:



Piştir-Dondur

TBS'de hazırlanan yemeklerin daha uzun süre saklanmasını sağlamak amacıyla geliştirilen piştir-dondur sistemi birçok alanda kullanılabilir. Üretim ve tüketimin aynı anda yapılmaması piştir-dondur yönteminin en önemli avantajlarından birisidir. Bu yöntem aynı zamanda endüstriyel üretim yapan yerlerde planlamayı daha pratik hale getirmektedir. Planlamanın pratikleşmesi hem artık hem de kurumun maliyet yönetimini oldukça kolaylaştırmaktadır (Gül ve Ergün, 2010). Piştir-soğut sistemi ile benzer aşamalardan geçen yemekler uygun şekilde hazırlandıktan sonra -18°C'de depolanmaktadır. Et ve et ürünleri, su ürünleri, soslar ve çorbalar bu sisteme uygunken sebze ve meyveler, yumurtalı yemekler uygun değildir. -18°C'ye soğutulan besinler için ideal depolama süresi 4 hafta olup, 3 ayı geçmeyecek şekilde depolanmalıdır (Beyhan, 2018).

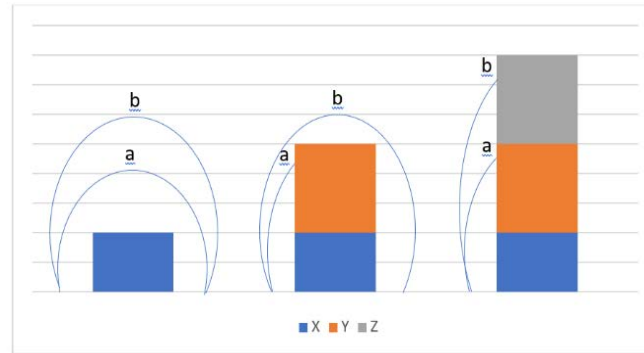
Vakumlu Paketleme (Sous-Vide)

Sous-vide kelimesi, Fransızca'da "vakum altında" anlamına gelmektedir. Isıya dayanıklı vakumlu kaplarda hazırlanan yiyecekler düşük sıcaklıkta depolanmaktadır. Bu yöntem piştir-soğut sisteminin bir başka formudur. Sous-vide hemen hemen bütün besinlere uygulanabilir. Her besinin üretiminde kullanılan sıcaklık derecesi farklıdır fakat mikrobiyal gelişimi inhibe etmek için besinlerin iç sıcaklığı en az 70 °C olacak şekilde pişirilmelidir. Protein hasarı ve lipid oksidasyonunu önlemesi, ısıya duyarlı bileşiklerin oluşumunu inhibe etmesi vakumlu paketlemenin en önemli avantajıdır (Rinaldi ve ark., 2013). Bu yöntem ile hazırlanan besinlerde şu aşamalar izlenir:

Yemekler uygun şekilde hazırlanıp pişirilir.
↓
Hazırlanan yemekler özel plastik poşetlere koyulur.
↓
Bu ürünler özel bir vakumlu paketleme makinesinde vakumlanır.
↓
Vakumlanan besinler 0-3 °C'ye soğutulur.
↓
Servis edilecek olan besinler su içinde veya buharlı fırınlarda besinin iç sıcaklığı en az 70°C olacak şekilde ısıtılır ve servis edilir (Beyhan, 2018).

Engeller Teknolojisi

Günümüzde tüketiciler taze, doğal, sağlıklı ve uygun, yapay katkı maddesi içermeyen minimum düzeyde işlenmiş besinleri daha sık tercih etmektedir. Bu kapsamda ortaya çıkan engeller teknolojisi birden fazla yöntemin eş zamanlı kullanılması ile karakterizedir. Bu yöntemlerde kullanılan uygulamalara ise “engel” denir (Negi, 2012). Isıl işlem, su aktivitesi (aw), asitlik, redoks potansiyeli, koruyucular (nitrit, sülfid, sorbat vb.) gibi uygulamalar besin güvenliğini sağlamak ve besinlerin raf ömrünü arttırmak amacıyla yüzyıllardır geleneksel olarak kullanılmaktadır. Geleneksel üretimde kullanılan bu yöntemlerde besin üzerinde gözle görülür düzeyde duyuşal değişikliklere neden olan tek bir koruma yöntemi kullanılırken engeller teknolojisinde, iki veya daha fazla koruma faktörü düşük seviyelerde bir arada kullanılmaktadır (Singh ve Shalini, 2016). Faktörlerin birlikte kullanılması veya engel kavramının hangi mekanizma ile işlediği Şekil 1’de yer alan diyagram ile açıklanabilir (Ray ve Bhunia, 2014).



Şekil 1. Farklı koruma tekniklerinin (X, Y, Z) birlikte kullanılmasının çeşitli mikrobiyal gruplar (a, b) üzerine etkinliği (Ray ve Bhunia, 2014)

Engeller teknolojisi kavramı ilk olarak 1978 yılında Leistner tarafından orta ve yüksek düzeyde su içeriğine sahip olan besinlerin korunması amacıyla geliştirilmiştir (Leistner, 1978). Besin maddelerine yönelik olarak 60 farklı potansiyel engel bulunduğu bildirilmiştir. Engeller teknolojisi genel olarak fiziksel, fizikokimyasal ve mikrobiyal olmak üzere 3 ayrı alana ayrılır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Besin teknolojisinde kullanılan bazı uygulamalar (Ohlsson ve Bengtsson, 2002)

Engel çeşidi	Örnek uygulamalar
Fiziksel engeller	<ul style="list-style-type: none">• Aseptik paketlenme• Elektromanyetik enerji-Mikrodalga, radyo frekansı, vurgulu manyetik alanlar, yüksek elektrik alanları.• Yüksek sıcaklıklar-Ağartma, pastörizasyon, sterilizasyon, buharlaşma, ekstrüzyon, pişirme, kızartma.• İyonik radyasyon• Düşük sıcaklık-Dondurma işlemi• Modifiye atmosferler• Paketlenme filmleri-Aktif paketlenme, yenilebilir kaplamalar dâhil• Fotodinamik etkisizleştirme• Ultra yüksek basınçlar• Ultrasonlama• Ultraviyole ışınımı
Fiziko-kimyasal engeller	<ul style="list-style-type: none">• Karbondioksit• Etanol• Laktik asit• Laktoperoksidaz• Düşük pH• Düşük redoks potansiyeli• Düşük su aktivitesi• Maillard reaksiyon ürünleri• Organik asitler• Oksijen• Ozon• Fenol• Fosfat• Tuz• Tütsüleme• Sodyum nitrit / nitrat• Sodyum veya potasyum sülfid• Baharat ve otlar• Yüzey aktif ajanlar
Mikrobiyal engeller	<ul style="list-style-type: none">• Antibiyotikler• Bakteriyosinler• Kompetitif flora• Koruyucu kültürler

TBS’de hem maliyet artışı hem de uygun personelin bulunmamasından dolayı çizelge 1’de yer alan yöntemlerin hepsi kullanılamamaktadır. Bunun yerine TBS’de genellikle geleneksel besin işleme tekniklerinden dondurma, soğutma, besin kısıtlaması, su aktivitesinin düşürülmesi, asitlendirme, pastörizasyon, fermentasyon ve kimyasal/biyolojik antimikrobiyal maddelerden yararlanılmaktadır (Tango ve ark., 2016).

Isıl işlem, besinlerin bozulmasını önlemek ve besinleri patojen mikroorganizmalardan arındırmak için kullanılan basit ama etkili bir koruma yöntemidir. Uygulanan ısıl işlemin yoğunluğu ve ısıya dayanıklı mikroorganizmaların ısıl direnci önemli faktörlerdir. Fakat bu yöntem ısıya dayanıklı olmayan besinlerin (meyve

suyu, taze sebzeler ve meyveler vb.) hem duyuşsal hem görsel kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Gabriel, 2015). Isıl işlemin ürün kalitesi üzerindeki olumsuz etkisi nedeniyle, bazı işletmeciler ürünlerini ısı pastörizasyonuna maruz bırakmamaktadır. Bu durum, besinlerdeki patojen mikroorganizma saldırılarının artmasına neden olmaktadır (Da Silva ve ark., 2015). Isıl işlem ve saklama koşullarının, bal şarabı üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada 40 °C-100 °C arasında değişen 7 farklı sıcaklıkta, 60 dakika boyunca 10 °C'lik artışlarla ısı işlem deneyleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu ürünler, 1, 2, 4 ve 12 hafta boyunca 4 °C'lik buzdolabında ve aydınlık bir ortamda oda sıcaklığında (20-25 °C) muhafaza edilmiştir. Besinlerin fenolik bileşik, 5-hidroksimetilfurfural içeriği ve antioksidan kapasitesi değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında ısı işlem ve depolama koşulları besinlerin fenolik bileşik içeriğini etkilemiştir. 90 °C/60 dakikalık ısı işlemde bal şarabında 5-Hidroksimetilfurfural oluşmaya başlamıştır. Hatta oda sıcaklığında depolama sırasında da 5-hidroksimetilfurfural oluşumu gözlenmiştir. Bununla birlikte, antioksidan kapasitenin, ısı işlemlerden veya oda sıcaklığında depolamadan etkilenmediği rapor edilmiştir (Kahoun ve ark., 2017).

Besinlerde, istenmeyen mikroorganizmaların gelişebilmesi için gerekli olan faktörlerden birisi de sudur. Besinlerin bünyesinde bulunan su bağı ve serbest olmak üzere iki formda bulunur ve besinler için önemli olan bağı sudur. Besinlerde bulunan bağı suyun en önemli göstergesi su aktivitesidir (a_w) (Zhang ve ark., 2011). Mikrobiyal gelişimi önlemek için besinlerdeki a_w düşürülmelidir. Dondurarak a_w düşürülmesinde besinin yapısındaki su kristal forma dönüşür. Kurutma yönteminde ise besinlerin yapısında bulunan su besinin bünyesinden uzaklaştırılır. Mikroorganizmalar sıvı ve gaz formdaki suyu kullanabilirken, buz formundaki suyu kullanamamaktadır. Hem kurutma hem dondurma işlemi ile mikroorganizma faaliyetleri için elverişsiz bir ortam oluşturulmaktadır (Mannaa ve ark., 2017).

Besinleri su içeriğine göre sınıflandırdığımızda yüksek 0.90-1.00 a_w yüksek, 0.60-0.90 a_w orta ve düşük nemli $a_w < 0.60$ düşük nemli olmak üzere üçe ayrılır. a_w değeri 0.60'ın altına düştüğünde mikrobiyal gelişim durmaktadır. Kuru meyvelerin a_w 'si genellikle 0.60 ile 0.75 aralığındayken kuru sebzelerin a_w 'si ise 0.30 ile 0.40 arasındadır. Kuru meyvelerdeki a_w değeri küf ve mayaların gelişmesi için elverişlidir ama bu küflerin aflatoksin oluşturabilmesi için a_w değerlerinin daha fazla olması gerekmektedir. Dolayısıyla 'orta nemli besinler' yüksek nemli besinlerden daha güvenilir kabul edilmektedir (Uysal ve Taşeri, 2015). Engeller teknolojisinde besinlerin a_w 'si çok hafif azaltıldığı için engel teknolojisiyle üretilen besinler genelde yüksek nemlidir. Engel teknolojisiinde besinlerin a_w 'sini azaltmak için ürün hiper-konsantre bir çözeltiye daldırılmaktadır. Daldırma işlemi ile ortaya çıkan ozmotik basınç, su kaybını uyararak besinin a_w 'sini bir miktar azaltmaktadır (Azeredo ve ark., 2005).

Garcia ve ark. (2011) yaptığı bir çalışmada, İspanya'da bulunan üzümlelerinden elde edilmiş 30 tane *A.carbonarius* izolatu kullanılmıştır. Bu izolatların 25°C/0,98 a_w , 25°C/0,90 a_w ve 37°C/0,98 a_w olmak üzere üç farklı sıcaklık/ a_w değerinde gelişme hızı incelenmiştir. 25°C sıcaklık ve 0,90 a_w 'deki küf gelişmesinin 37°C sıcaklık ve 0,98 a_w 'den daha az olduğu saptanmıştır. Lag fazları incelendiğinde en uzun fazın 25°C sıcaklık ve 0,90 a_w 'de olup; 0,98 a_w 'de 37°C sıcaklıktaki faz süresinin 25°C sıcaklıktaki faz derecesinden daha kısa olduğu saptanmıştır. Optimum koşullarda (25°C sıcaklık ve 0,98 a_w) küf izolatlarının daha hızlı geliştiği görülmüştür fakat bu değerler ile diğer iki değer arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Ultraviyole ışınlatma (UV), elektromanyetik spektrumun 100–400 nm aralığında bulunan küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. İnsan vücudunda bronzlaştırma etkisi olan UV-A (320–400 nm), cilt yanığı ve cilt kanserine neden olan UV-B (280–320 nm), germisidal etki yapan UV-C (200–280 nm), vakum altında yayılabilen vakum UV (100–200 nm) olarak alt sınıflara ayrılmaktadır. UV-C; bakteri, virüs, protozoa, maya, küf ve alg gibi mikroorganizmalara karşı öldürücü etkiye sahiptir. Mikrobiyal gelişimin inhibisyonu için, besinin en az 0,04 J/cm² enerjiye maruz kalması gerekmektedir. UV mikroorganizmaların DNA'sını parçalayarak DNA replikasyonunu ve transkripsiyonunu bozmaktadır. Temel hücresel işlevleri bozulan patojen mikroorganizmalar etkisiz hale gelmektedir. Mikroorganizmaların radyasyondan etkilenmelerinde birçok faktör etkili olmaktadır. Bunlar arasında mikroorganizmanın türü, suşu, kültürü, büyümesi vb. bulunmaktadır. Ayrıca, besinin çeşidi ve yapısı da mikroorganizmanın radyasyondan etkilenmesinde etkili olmaktadır. UV yöntemi, sıvı sterilizasyon, hava ile dezenfeksiyon ve yüzeyde mikroorganizma inhibisyonu olmak üzere 3 farklı şekilde mikroorganizmalar üzerinde öldürücü etkiye sahiptir. Özellikle akışkan besinlerin işlenmesinde ısıl işleme (pastörizasyon, sterilizasyon) alternatif olarak UV uygulamalarının ticari potansiyeli daha fazladır (Yangılar ve Kabil, 2013).

Geleneksel besin işleme tekniklerinden biri de nitrit ve nitrat bileşiklerinin kullanılmasıdır. Özellikle et ve et ürünlerinde (salam, sucuk, sosis vb.) bu bileşikler başta kolorektal kanser olmak üzere çoğu kanser türünün oluşma riskini arttırmaktadır. Bu sebeple bu bileşiklerin kullanımı yasal düzenlemeler ile kontrol altında tutulmaktadır (Majou ve Christieans, 2018). Hem Avrupa'da hem de Türkiye'deki yasal düzenlemelere göre besinlere eklenecek nitrat ve nitritin maksimum miktarı 150 mg/kg, nitrit içermeyen uzun olgunlaşma süresine sahip ürünlerde ise nitratın maksimum miktarı 250 mg/kg olarak belirlenmiştir (TGK, 2017). Kurutulmuş sosislerde *Salmonella typhimurium* ve *Listeria monocytogenes* üremesi olmadan nitrat ve nitrit miktarını azaltmak amacıyla yapılan bir çalışmada, sosislere farklı konsantrasyonlarda nitrat ve nitrat/nitrit (250/0 ppm, 200/0 ppm, 150/0 ppm, 120/120 ppm ve 80/80 ppm) bileşimi ilave edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında 120 ve 80 ppm konsantrasyonunda eklenen nitritin patojen mikroorganizmaların gelişimi için önemli bir engel olduğu belirtilmiştir (Christieans ve ark., 2018).

Engeller teknolojisinde doğru kombinasyonların kullanımı sayesinde besinlerin mikrobiyal güvenliği, raf ömrü stabilitesi ve depolama kalitesi olumlu yönde etkilenmektedir. Fakat bu uygulamalar yanlış kullanıldığında olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Örneğin: antimikrobiyal özelliğinden dolayı kullanılan engeller, besinlerin güvenliğini sağlarken besinin tadı üzerine olumsuz etkide bulunabilmektedir veya halk sağlığı açısından zararlı olabilecek metabolitlerin oluşmasına sebep olabilmektedir. Besinleri uygun olmayan düşük sıcaklık derecelerine kadar soğutma işlemi, bazı bitkisel kökenli besinlerin (soğutma zararı) kalitesine zarar verirken, orta düzeyde bir soğutma işlemi besinlerin raf ömrünü korumada oldukça etkili olabilmektedir. Başka bir örnekte fermente sucuklarda patojen mikroorganizmaların üremesini elimine etmek amacıyla pH'nın düşürülmesi işlemi duyuşsal anlamda bir takım olumsuzluklara neden olabilmektedir (Sankhla ve ark., 2012). Engeller teknolojisinde temel hedef, besinin toplam kalitesini sağlamak olduğundan dolayı uygulanacak olan engellerin optimum aralıkta tutulması oldukça önemlidir. Bunu sağlayabilmek için, besinde belli bir engel yoğunluğu oluşturulmalı, bu yoğunluk çok düşükse güçlendirilmeli ancak besinin toplam kalitesi üzerine zararlı etkilere sahip engelin yoğunluğu düşürülmelidir (Rostami ve ark., 2016)

Ngnitcho ve ark. (Ngnitcho ve ark., 2017) tarafından yapılan çalışmada patojen bakteriler (*L. monocytogenes*, *S. aureus*, *E. coli* O157:H7, *Salmonella enterica serovars*) ile inoküle edilmiş marul, brüksel lahanası ve ıspanağın güçlü asidik elektrolize su (SAEW), % 0,5'lik fumarik asit (FA) ve % 0,2'lik kalsiyum oksite (CaO) ayrı ayrı daldırıldıktan sonra 23°C'de 3 dakika süreyle ultrasonikasyon (US), mikro-kabarcık (MB) ve 10 dakika süreyle UV'ye tabi tutulduğu, sonuç olarak CaO+SAEW+FA+US kombinasyonunun, taze besinlerdeki patojen bakteriler üzerine en etkili ($p<0.05$) inhibisyon yöntemi olduğu rapor edilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada hindistan cevizi suyunda «*Salmonella typhimurium*» üremesinin engel teknolojisi (UV-C ışık tedavisi, vanilin veya sinnamealdehit ve depolama sıcaklığı) ile inhibisyonu araştırılmıştır. Farklı zamanlarda (3,5, 7 ve 10,5 dakika) UV-C ışığı ile muamele edilen hindistan cevizi sularına doğal antimikrobiyaller (vanilin ve sinnamealdehit) sabit konsantrasyonlarda ($1000 \mu\text{g mL}^{-1}$) ilave edilmiş ve örnekler 30 gün boyunca 5 °C ve 22 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Sonuçlara bakıldığında, 7 dakika UV-C ışığına maruz kalan ve 5 °C'de 30 gün boyunca depolanan örneklerde *S. Typhimurium* büyümesinin en az düzeyde olduğu görülmüştür ($p<0,05$) (Beristaín-Bauza ve ark., 2018).

Incedayı ve ark.'nın (2014) agraria patateslerinin engeller teknolojisi kapsamında raf ömrünü arttırmak amacıyla yaptığı çalışmada kimyasal madde (ilk grup %1.5 sitrik asit, diğer grup %1 sitrik asit + %0.5 L-sistein çözeltisi kullanımı) ile birlikte, vakum paketlenme ve soğukta depolama (4-6 °C'de 14 gün) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında ağırlık kaybının yalnızca azot ortamında paketlenen patateslerde olduğu, L-sisteinin metabolik aktiviteyi bastırarak ağırlık kaybını sınırlandırdığı tespit edilmiştir. Genel olarak L-sistein ve sitrik asit kombinasyonu ile muamele edilip azot ve karbondioksit içeren ortamda paketlenen patateslerin kalitesinin daha iyi korunduğu fakat besinlerin esmerleşmesinin sadece iki haftaya kadar önlenebildiği görülmüştür. Buna rağmen, yalnızca sitrik asit uygulamasının besinleri mikrobiyolojik yönden daha fazla güvence altına aldığı bildirilmiştir. Ayrıca L-sistein uygulaması yapılan patateslerin koku yönünden red edildiği ($p \leq 0.05$), renk ve görünüş yönünden tercih edildiği rapor edilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Besinlerde mikrobiyal yolla oluşan kayıpların azaltılması insan sağlığının yanı sıra ekonomik açıdan da önem taşımaktadır. Bu nedenle besinlerin raf ömrünün uzaması, bozulmaların önlenmesi ve ayrıca sağlık açısından tehdit oluşturmayacak biçimde korunması gerekmektedir. Besinleri korumada kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden birisi olan engel teknolojisi toplam besin kalitesini arttırmak ve ileri düzeyde işleme yoğunluğunu azaltmak amacıyla hem besinlerin besleyici değerini koruyan hem de duyu kalite kayıplarını minimize eden umut verici bir teknoloji olarak görülmektedir. Bu teknoloji, patojen mikroorganizmaların inhibisyonu veya inaktivasyonu için çeşitli mekanizmaların sinerjik etkisi sayesinde besin güvenliğini sağlayabilmektedir. TBS'de temel hedef besin güvenliğini sağlayarak tüketici sağlığını en üst düzeyde korumaktır. Bu bağlamda, engeller teknolojisinin kullanım alanları daha da genişletilerek daha etkili ve ekonomik besin muhafaza yöntemleri üzerinde çalışmalar sürdürülmelidir.

Teşekkür Bilgi Notu

Makalenin yazılması sırasında desteğini esirgemeyen Sayın Hocam Sümeyra Sultan TİSKE İNAN'a çok teşekkür ederim. Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

Kaynakça

- Azaredo, H.M.C.D., Garruti, D.D.S., Queiroz, A.A.M. ve Pinto, G.A.S. 2005. Stability of mango cubes preserved by hurdle technology. *Ciência e Agrotecnologia*, 29(2): 377-381.
- Barbosa-Cánovas, G., Góngora-Nieto, M., Rodriguez, J. ve Swanson, B. 2005. Nonthermal processing of foods and emerging technologies. *Food engineering: encyclopedia of life support sciences*. EOLSS Publishers/UNESCO, Paris, 575-593.
- Beristáin-Bauza, S., Martínez-Niño, A., Ramírez-González, A., Ávila-Sosa, R., Ruíz-Espinosa, H., Ruiz-López, I. ve Ochoa-Velasco, C. 2018. Inhibition of Salmonella Typhimurium growth in coconut (*Cocos nucifera* L.) water by hurdle technology. *Food control*, 92: 312-318.
- Beyhan, Y. (2018). *Toplu Beslenme Sistemlerinin Yönetim ve Organizasyonu*. Ankara: Ankara Nobel Tıp Kitabevi.
- Christieans, S., Picgirard, L., Parafita, E., Lebert, A. ve Gregori, T. 2018. Impact of reducing nitrate/nitrite levels on the behavior of Salmonella Typhimurium and Listeria monocytogenes in French dry fermented sausages. *Meat Science*, 137: 160-167.
- Da Silva, P.M., Gauche, C., Gonzaga, L.V., Costa, A.C. ve Fett, R. (2016). Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196: 309–323.
- Daelman, J., Jaxsens, L., Lahou, E., Devlieghere, F. ve Uyttendaele, M. 2013. Assessment of the microbial safety and quality of cooked chilled foods and their production process. *International Journal of Food Microbiology*, 160(3): 193-200.
- Gabriel, A.A. 2015. Combinations of selected physical and chemical hurdles to inactivate Escherichia coli O157: H7 in apple and orange juices. *Food Control*, 50: 722-728.
- Garcia, D., Ramos, A.J., Sanchis, V. ve Marin, S. 2011. Is intraspecific variability of growth and mycotoxin production dependent on environmental conditions? A study with *Aspergillus carbonarius* isolates. *International Journal of Food Microbiology*, 144: 432-439.
- Gül, K. ve Ergün, H. 2010. Endüstriyel yiyecek işletmelerinde maliyet azaltıcı yeni yöntemler ve bir uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (45): 127-145.
- Iborra-Bernad, C., Philippon, D., García-Segovia, P. ve Martínez-Monzó, J. (2013). Optimizing the texture and color of sous-vide and cook-vide green bean pods. *LWT-Food Science and Technology*, 51(2): 507-513.

- İncedayı, B., Tamer, C. E., Suna, S. ve Çopur, Ö.U. 2014. Hurdle technology for shelf stable minimally processed potato cv. agria. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg*, 28(1): 29-42.
- Kahoun, D., Řezková, S. ve Královský, J. 2017. Effect of heat treatment and storage conditions on mead composition. *Food Chemistry*, 219: 357-363.
- Khan, I., Miskeen, S., Khalil, A.T., Phull, A-R., Kim, S.J. ve Oh, D.-H. 2016. Foodborne pathogens: Staphylococcus aureus and Listeria monocytogenes an unsolved problem of the food industry. *Pakistan Journal of Nutrition*, 15(6): 505.
- Köse, S. ve Bilici, S. 2016. Mutfak ve yemekhane çalışanlarında iş sağlığı ve güvenliği risklerinin değerlendirilmesi. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 44(3): 239-247.
- Leistner, L. (1978). Hurdle effect and energy saving. In (Vol. 553): Applied Science Publishers London.
- Mannaa, M. ve Kim, K.D. 2017. Influence of temperature and water activity on deleterious fungi and mycotoxin production during grain storage. *Mycobiology*, 45(4): 240-254.
- Majou, D. ve Christeians, S. 2018. Mechanisms of the bactericidal effects of nitrate and nitrite in cured meats. *Meat Science*, 145: 273-284.
- Moreira, M.J., Oliveira, I., Silva, J.A. ve Saraiva, C. 2019. Safety and quality assessment of roasted pork loin obtained BY COOK-CHILL system and packed in modified atmosphere. *LWT*, 101: 711-722.
- Negi, P.S. 2012. Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application. *International Journal of Food Microbiology*, 156(1): 7-17.
- Ngnitcho, P.-F.K., Khan, I., Tango, C.N., Hussain, M.S. ve Oh, D.H. 2017. Inactivation of bacterial pathogens on lettuce, sprouts, and spinach using hurdle technology. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 43: 68-76.
- Ohlsson, T. ve Bengtsson, N. (Eds.). (2002). *Minimal processing technologies in the food industries*. Woodhead Publishing Limited, England, 189p.
- Pattanayaiying, R., Aran, H. ve Cutter, C.N. 2015. Incorporation of nisin Z and lauric arginate into pullulan films to inhibit foodborne pathogens associated with fresh and ready-to-eat muscle foods. *International Journal of Food Microbiology*, 207: 77-82.
- Ray, B. and Bhunia, A. (2014). *Fundamental food microbiology*. CRC Press. Boca Raton, Florida pp, 66p.
- Rinaldi, M., Dall'Asta, C., Meli, F., Morini, E., Pellegrini, N., Gatti, M. ve Chiavaro, E. 2013. Physicochemical and microbiological quality of sous-vide-processed carrots and brussels sprouts. *Food and Bioprocess Technology*, 6(11): 3076-3087.
- Rostami, Z., Ahmad, M.A., Khan, M.U., Mishra, A. P., Rashidzadeh, S. ve Shariati, M.A. 2016. Food preservation by hurdle technology: a review of different hurdle and interaction with focus on foodstuffs. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 10: 2633-2639.
- Sankhla, S., Chaturvedi, A., Kuna, A. ve Dhanlakshmi, K. 2012. Preservation of sugarcane juice using hurdle technology. *Sugar Tech*, 14(1): 26-39.

- Singh, S. ve Shalini, R. 2016. Effect of hurdle technology in food preservation: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(4): 641-649.
- Tango, C.N., Khan, I., Park, Y.S. ve Oh, D.H. 2016. Growth of *Staphylococcus aureus* in cooked ready-to-eat ground fish as affected by inoculum size and potassium sorbate as food preservative. *LWT-Food Science and Technology*, 71: 400-408.
- TGK. 2017. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. *Resmi Gazete Tarihi* (28693).
- Uysal Seçkin, G. ve Taşeri, L. 2015. Yarı-Kurutulmuş Meyve ve Sebzeler. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 21(9): 414-420.
- Yangılar, F. ve Kabil, E. 2013. Süt ve süt ürünlerinde bazı ısıl olmayan mikrobiyal inaktivasyon yöntemleri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1): 97-108.
- Zhang, L., Sun, D.W. ve Zhang, Z. 2017. Methods for measuring water activity (aw) of foods and its applications to moisture sorption isotherm studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(5): 1052-1058.

