

Sous Vide Pişirme ve Et Teknolojisinde Uygulama Olanakları

Güliz Haskaraca ✉, Nuray Kolsarıcı

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

Geliş Tarihi (Received): 06.01.2013, Kabul Tarihi (Accepted): 04.04.2013

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): gyaldirak@gmail.com (G. Haskaraca)

☎ 0 312 596 14 28 📠 0 312 317 87 11

ÖZET

“Sous vide” pişirme teknolojisi gıdaların vakum ambalajda, tam olarak kontrol edilebilen sıcaklıklarda, su banyosu içerisinde pastörize edilmesidir. Bu teknoloji sayesinde ürün, bir yandan düşük sıcaklıkta pastörize edilirken bir yandan da uzun süre uygulaması ile pişirilir. Et ve et ürünlerinin geleneksel pişirme yöntemleri ile pişirilmeleri sırasında yapılarında bulunan su buharlaşır, buharla birlikte aroma bileşenlerinin bir kısmı uzaklaşır ve gevrekliklerindeki azalma nedeniyle yeme kaliteleri kötü yönde etkilenir. Sous vide pişirme ile etler vakum ambalaj içerisinde pişirildiğinden pişme esnasında buharla nemini ve aroma bileşenlerini kaybetmez böylece daha sulu, lezzetli ve gevrek ürünler elde edilir. Ayrıca yanmadan istenen süre -sıcaklıkta ve istenen pişme derecesinde (az, orta ve çok pişmiş olarak) hazırlanabilirler. Bu çalışma sous vide teknolojisinin et ve et ürünlerinde kullanımının avantaj ve dezavantajlarıyla ortaya koyulması amacıyla yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sous vide, Et ve et ürünleri, Vakum ambalajlama, Pastörizasyon

Sous Vide Cooking and its Potential Applications in Meat Industry

ABSTRACT

Sous vide technology is a pasteurization of vacuum packaged foods in the temperature controlled water bath. With this technology, foods are cooked for a long time while they are pasteurized at low temperatures. During cooking of meat and meat products with traditional methods, water present in the structure of meat evaporates, some of the flavor components remove with this vapor and eating quality is adversely affected by the reduction of tenderness. On the other hand, meat and meat products do not lose their moisture and flavor components during sous vide cooking since they are cooked in vacuum package. As a result of sous vide cooking, juicier, delicious and tender products can be produced. In addition, food can be processed without burning, in desirable time- temperature conditions and cooking degree (rare-medium-well done). This study summarizes the advantages and disadvantages of sous vide technology and its potential use in meat and meat products.

Key Words: Sous vide, Meat and meat products, Vacuum packaging, Pasteurization

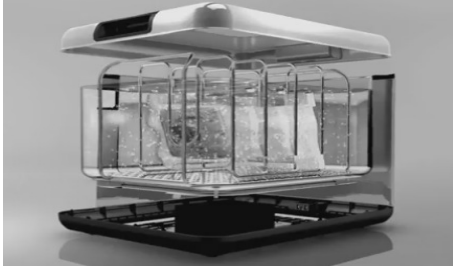
GİRİŞ

Günümüzde çalışan nüfusun artması, büyüyen ve kalabalıklaşan şehirlerde oluşan ulaşım problemleri, yoğun iş temposu ve uzayan çalışma saatleri gibi nedenlerle insanların hayatında zaman kavramı büyük önem kazanmıştır. Türk toplumunun beslenme alışkanlığı zamanın önem kazanması ile değişmiş,

bireyler daha kolay ve hızlı hazırlanan yemeklerle beslenmeye yönelmişlerdir. Bir yandan tüketim alışkanlıkları değişirken bir yandan da gelişen teknoloji ile tüketici farkındalıklarının artması, insanlarda hızlı ve kolay hazırlanan ancak besin öğeleri kaybolmamış ve ileri işlemler ile sağlığa zararlı bileşimler oluşmamış gıda ürünleri tüketme arzusu uyandırmıştır. Bu bağlamda tüketici beklentilerinin karşılanması için sous vide

pişirme hem evlerde hem de hazır yemek sektöründe uygulama alanı bulan bir teknolojidir [1].

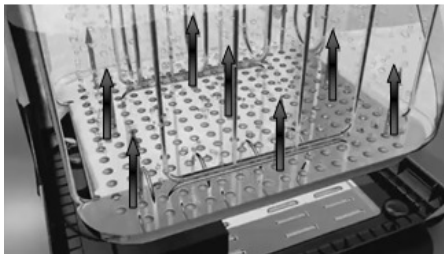
Sous vide gıdaların tam olarak kontrol edilebilen sıcaklıklarda ve vakumlu ambalajlarda pişirilmesi. Bu yöntemle gıdalar tek başlarına veya yardımcı diğer ürünlerle (sos-baharat) birlikte vakum ambalaj içerisinde pişirilir [2]. Sous vide pişirmede gıda, sıcaklığa dayanıklı plastik poşetlerin içine konular ve vakumlanarak ağı kapatılır. Vakumlanmış poşet, sıcaklığı tam olarak kontrol edilebilen ve içinde su sirkülasyonu olan pişirme kabına (Şekil 1a, b, c) konularak uygun sıcaklık- süre parametresine göre pişirilir. Pişirme sonunda ürün sudan çıkartılarak doğrudan ya da ızgara veya tavada kızartılarak servis edilir. Sous vide pişirilen gıdaların 2 tüketim şekli vardır. Birincisi vakum ambalajlama, ısıtma veya pastörize etme, servis için hazırlama ve servis etme aşamalarından oluşan pişirme-servis (cook-serve/hold), ikincisi ise vakum ambalajlama, pastörize etme, hızla soğutma, buzdolabında veya dondurucuda muhafaza, tüketimden hemen önce tekrar ısıtma, servis için hazırlama ve servis etme aşamalarından oluşan pişirme-soğutma (cook-chill/freeze)'dır (Şekil 2) [3].



a



b



c

Şekil 1 a. Sous vide pişirme kabı, b. Sous vide pişirme kabı taban yapısı, c: Sous vide pişirme kabındaki su sirkülasyonu [4]

Sous vide pişirme geleneksel yöntemle pişirmeden iki yönden ayrılır. Birincisi çiğ ürünün ısıya dayanıklı, içine gıda koyulabilir plastik bir poşet içinde vakumlanarak pişirilmesi; ikincisi ise pişirme işleminin tam olarak kontrol edilebilen sıcaklıklarda uygulanmasıdır [3]. Bir tür pastörizasyon işlemi olan sous vide pişirme ile gıdalar vakum ambalaj içinde pişirildiğinden sıcaklık, pişirme esnasında gıdanın tamamında homojen olarak dağılır böylece geleneksel pişirme yönteminde oluşan sıcaklık dağılımı gıdaların sous vide pişirilmesinde görülmez (Şekil 3) [5].

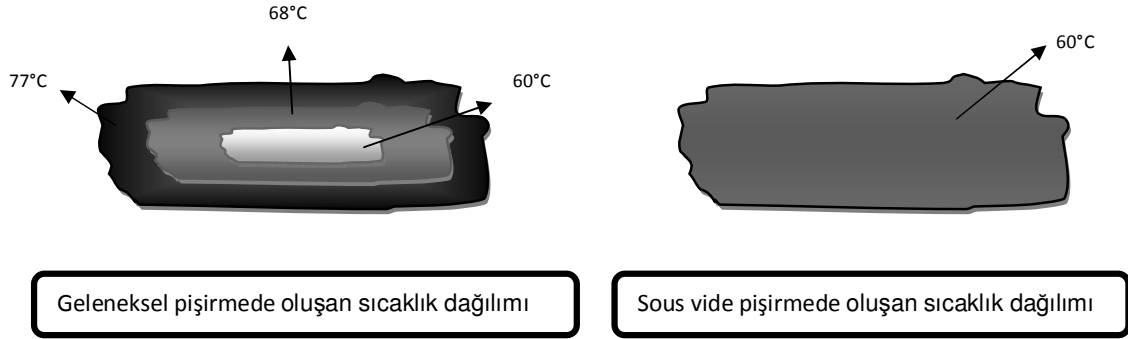
Sous vide pişirme, ürünü tekstür ve kalite özelliklerine zarar vermeden, dış yüzeyi aşırı kurumadan, istenen sıcaklıkta ve istenen sürede hazırlamayı sağlar. Taze ürünün karakteristik özelliklerine çok yakın, geleneksel pişirmeye oranla daha nemli ve gevrek olarak elde edilmesini sağlar. Ürün pişerken başında durmayı gerektirmez. Pişirildikten sonra soğutulup muhafaza edilmeye ve daha sonra ısıtılarak kolayca servis etmeye uygundur. Uygulanan vakum ambalajlamanın da bazı avantajları vardır; ısının sudan (veya buhar) gıdaya geçişini etkili bir şekilde sağlar, depolama sırasında rekontaminasyonu engelleyerek gıdanın raf ömrünü artırır, oksidasyondan kaynaklanan kötü kokuyu engeller, buharla aroma bileşenlerinin ve nemin kaybolmasını önler, aerobik bakteri gelişimini engeller. Bütün bunlar daha lezzetli ve besin değeri yüksek gıda elde etmeyi sağlar [6-12]. Sous vide pişirmenin tam olarak kontrol edilebilen sıcaklıklarda uygulanması pişirme derecesi üzerine geleneksel metotlara göre büyük bir kontrol edilebilirlik ve tekrar üretilebilirlik sağlar [13-17]. Kontrol edilebilen sıcaklık-süre uygulaması ile gıdanın güvenilir hale getirilmesi için çok iyi pişirilmesine gerek kalmaz. Gıda düşük sıcaklıkta pastörize edilerek güvenilir hale getirilebilir hatta parçalanmayan ve gevrek gıdalar az veya orta pişmiş olarak güvenli şekilde tüketime hazırlanabilir [14, 18]. Tüm bu avantajların yanında sous vide teknolojisinin bazı dezavantajları da vardır. Sous vide pişirme için gerekli materyaller her mutfakta bulunmayabilir. Vakum ambalajlama ve pastörizasyon uygulamalarında kullanılan alet ve ekipmanlar, ambalaj filmleri işletmeye ek maliyet getirir [19]. Düşük sıcaklık uygulandığı için pişirilmesi, ince et dilimleri için bile saatler alabilir. Düşük sıcaklıkta, et ve et ürünleri için istenen bir özellik olan maillard reaksiyonları ile oluşan arzu edilen kahverengi renk oluşmaz (bunu önlemek için sous vide pişirilen etlere tüketim öncesi ızgara veya tavada pişirme uygulanabilir). Her ne kadar sous vide pişirilen yemekler güvenli kabul edilseler de depolamada iç sıcaklığın güvenilir derecede düştüğü ve botulizm açısından güvenli olduğu kontrol edilmelidir. Zira vakum ambalajlama 3°C'de büyüme ve toksin oluşturma kabiliyetine sahip *Clostridium botulinum* tip E 'nin gelişimi için uygun bir ortam sağlar ve uygun depolama koşulları sağlanmazsa pişirme sırasında canlı kalan *Clostridium botulinum* sporları gelişerek zehirlenmeye neden olabilir. Düşük sıcaklıklarda gelişebilme özelliği gösteren *Listeria monocytogenes*, *enterotoxigenic Escherichia coli* ve spor oluşturabilen *Bacillus cereus* gibi patojenler üretim sırasında canlı kalırlarsa soğuk muhafaza sırasında gelişme gösterebilirler. Bu nedenle sous vide teknolojisi kullanılarak üretilmiş ürünlerin

dağıtım, perakende satış ve tüketiciye ulaştırma aşamalarında sıcaklık kontrolü çok önemlidir ve sıkı bir soğuk zincir takibi yapılmasını gerektirir. Depolama ve nakliye sırasında ambalaj bütünlüğünün korunması oldukça büyük önem arz eder. Vakum ambalajda deliklerin olmaması sonradan bulaşmaların önlenmesi

için önemlidir. Hazır gıda sektöründe daha çok Pişirme-Soğutma yöntemi kullanıldığından bu durum daha önemli hale gelmektedir [3, 19, 20].



Şekil 2. Sous vide pişirme akış şeması



Şekil 3. Geleneksel ve sous vide pişirmede oluşan sıcaklık dağılımı [5]

Sous vide teknolojisi günümüzde sebzelerin pişirilmesinden çorbaların, et ve et ürünlerinin, çeşitli sosların hazırlanmasına kadar birçok ürüne uygulanabilir. Bu teknik ile hazırlanan ürünler ticari marketlerde tüketime hazır gıda olarak satışa sunulmakla birlikte hastane kantinlerinde, okullarda, otel ve restoranlarda, savunma kuvvetlerinde, ulaşım birimlerinde (uçak, feribot), fast food satış noktalarında kullanıma uygundur [1]. Bu nedenle ticari olarak üretiminin ve satışının artmasının insanlara büyük kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.

Sous vide teknolojisi ilk olarak 1970'li yıllarda Fransa'da bir aşçının kaz ciğerinin pişirilmesi sırasında besinsel kayıpları azaltmak için yaptığı çalışma ile başlamış, bu yolla pişirilen kaz ciğerlerinin daha iyi tekstürel yapıya sahip olduğunu ve pişme kayıplarının geleneksel

pişirmeye oranla daha az olduğunu tespit etmiştir [21, 22]. O zamandan beri araştırmacılar daha iyi aroma, renk ve tekstürel özellikte ürün elde etmek için hangi sıcaklık ve zaman parametrelerinin uygulanması gerektiği konusunda çalışmalar yapmışlardır. Bugün sous vide dünya çapında bilinen mutfaklarda bir standart haline gelmiştir ve sous vide ile hazırlanan gıdaların tatları ve tekstürleri gıda severler tarafından beğeni ile karşılanmaktadır [3, 15, 22]. Sous vide teknolojisi 1990'dan itibaren kullanılmaya başlamış 2000 yılının ortalarına doğru popüler olmuştur [2, 23-25]. 2000 yılının sonlarından itibaren de sous vide tekniğinin restoran ve evlerde kullanımı büyük bir artış göstermiştir [13-15, 18, 26]. Bu teknik en az işleme yöntemiyle raf ömrünü arttırmaya yardımcı olması yönüyle ilgi çekmektedir. Ayrıca akademik literatürde ve salgın hastalıklar veri tabanında sous vide pişirilen ürünlerden kaynaklanan

salgın hastalığın görüldüğüne dair bir verinin olmaması ilgililerin daha da artmasına neden olmuştur [3, 27].

Sous vide danışma komitesi (SVAC) [28] sous vide pişirilen ürünlerin mikrobiyolojik kalitesinin uygulanan ısının kuvvetine, pişirmede ulaşılan iç sıcaklığa ve bu sıcaklıkta ne kadar tutulduğuna, soğutma hızına ve soğutma sonu sıcaklığına bağlı olduğunu belirtmektedir. Böylece uygulanan sıcaklık ile mikrobiyal yük azaltılabilir, hızlı ve etkin soğutma ile de ürün koruma altına alınabilir.

SOUS VIDE PİŞİRMENİN ET ÜZERİNE ETKİLERİ

Et yaklaşık 100.000 yıldır diyetimizin önemli bir parçasıdır ve yaklaşık 9000 yıldır gıda amaçlı hayvan yetiştiriciliği yapılmaktadır [3]. Çok yaşlı veya genç ve yağsız hayvan etleri geleneksel yöntemle pişirildiğinde kuru, yağsız ve sert olarak elde edilirken sous vide teknolojisi ile pişirme sonucu daha sulu, lezzetli ve gevrek olarak üretilebilirler. Tat, aroma ve gevrekliği maksimum düzeyde tutarak, pişirme ile ette meydana gelen kayıpları azaltmak için sous vide teknolojisi oldukça uygun bir yöntemdir. Bu yöntem sayesinde etin nem ve aroma bileşenleri kaybolmadan, mikrobiyolojik riskleri en aza indirilerek raf ömrünün artırılması mümkündür. Böylece değişen tüketici taleplerine göre istenen özellikte ve kolaylıkla hazırlanabilen ürünler üretilmesi mümkün olur [3].

Et ve et ürünlerinin pişirilmeleri sırasında üründe rengin, büyüklüğün, gevrekliğin, yağ miktarının, protein fraksiyonlarının değişmesi, pH artışı, mineral kayıpları ve mikrobiyolojik yükün azalması gibi bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler meydana gelir. Pişirme ile ette meydana gelen kayıpları etin pişirilmesi sıcaklık ve süresi ile doğru orantılıdır. Örneğin yüksek sıcaklıkta daha fazla su kaybı ve protein denatürasyonu görülür. Pişirme ile etin birçok özelliğinin değişmesiyle birlikte aromayı etkileyen bileşenler de bu aşamada oluşur. Tekstür ve aroma pişirme ile gelişerek lezzeti artırır.

Et yaklaşık olarak %75 su, %20 protein, %5 yağ ve diğer bileşenlerden oluşur [29]. Ete ısıtma işlemi uygulandığında et proteinleri denatüre olarak değişir. Hangi proteinleri, ne kadar denatüre ettiğimiz temelde sıcaklığa ve bu sıcaklıkta ne kadar süre beklettiğimizle alakalıdır.

Sıcaklığın Proteinler Üzerine Etkileri

Proteinler miyofibriller proteinler (%50–55), sarkoplazmik proteinler (%30-34) ve konnektif doku proteinleri (%10-15) olmak üzere 3 gruba ayrılırlar. Miyofibriller proteinlerin yaklaşık %65–70 ini kas fibrilleri olarak bilinen aktin ve miyosin oluşturur. Kas fibrilleri 35–40°C'de kısılmaya başlar ve kısılma 80°C civarında daha da artar. 40 ile 60°C'ler arasında kas liflerinin eni kısılır ve lifler arasındaki boşluk genişler. Sonra 60–65°C'lerde kas liflerinin boyu kısılır, su kaybına neden olur ve kas lifinin çözünürlüğü azalır bu ilişkinin büyüklüğü sıcaklık arttıkça artar [3]. Büyük çoğunluğunu enzimlerin ve myoglobinin oluşturduğu sarkoplazmik

proteinler ise yaklaşık 50 adet bileşenden oluşur. Etin bünyesinde bulunan enzimler denatüre olmadan önce etin gevrekliğini önemli ölçüde artırır. Miyoglobin (Mb), oksimiyoglobin (MbO₂) ve metmiyoglobin (MMb+) gibi proteinlerin denatürasyonu et rengini belirleyen faktörlerdir. Isı ile çözünmez hale gelen sarkoplazmik proteinlerin çökmesi ve jel oluşturmaları 40°C dolaylarında başlar ve 60°C civarında son bulur [29–31]. Konnektif doku proteinleri ise, kas lifleri, kemikler ve adipoz dokuda yer alırlar: kas liflerinin her birinin etrafını sararlar (endomizyum), bu liflerin demetini sararlar (perimizyum) ve bu demetlerin etrafını sararlar (epimizyum). Konnektif doku, içine gömülmüş halde bulunan genellikle mukopolisakkarit yapıdaki amorf maddelerden, kollajen ve elastin liflerinden oluşur. Kollajen 60°C'de kısılamaya başlar ve en fazla kısılma 65°C'de görülür. Kısılma ile kollajenin 3'lü heliks yapısı zarar görür ve suda çözünebilir jelatin haline dönerler. Elastin lifleri ısı ile denatüre olmaz ve elastik bir yapı alır, bu nedenle konnektif doku proteinleri arasında kollajenden çok daha az miktarda elastin bulunması bir şanstır. Isı uygulaması ile kollajen çözünebilir forma geçer. Kollajenin denatüre olduğu net bir sıcaklık yoktur ama denatürasyon oranı sıcaklık arttıkça artmaktadır ve güvenlik nedeniyle kollajeni denatüre etmede en düşük 55°C kullanılmaktadır [3].

Sıcaklığın Gevreklik Üzerine Etkileri

Et ve et ürünlerinde gevreklik tüketici beğenisini etkileyen en önemli faktörlerdendir. Kesme, sıkma ve germe kuvvetlerini içeren bu kavram, çiğneme sırasında etin deforme olarak parçalanması için gerekli kuvvetle ilgilidir. Pişirme işlemi ile etin yapısında meydana gelen değişimler etin gevrekliğini doğrudan etkiler. Gevreklik hakkında fikir veren kesme, sıkma ve germe kuvvetlerini içeren mekanik kuvvetler daha çok kas lifini dikey kesen Warner-Bratzler (W-B) kesme testi ile incelenir. Örneğin çiğ ette W-B kesme 50°C'den 65°C'ye doğru azalır ancak 80°C'ye çıkıldıkça artar. Bu durum etin çiğ haldeyken lif ve lif demetleri arasındaki su ile dolu kanallardaki akış sayesinde dirençli halde olması, 65°C'lere ısıtma ile sarkoplazmik proteinlerin çökerek jel oluşturmaları sonucu eti dişlerle daha kolay bölünebilir hale getirmesi ile gevrekliğin artması, 65°C'lerden 80°C'lere çıkıldığında ise elastik modüllerin oluşması sonucu dirençliliğin artması böylece daha fazla çekme kuvveti ve bölme gücü gerektirmesi ile alakalıdır. Bu nedenle en gevrek et ve et ürünleri 65°C'lerde elde edilir ve sous vide teknolojisi bu açıdan oldukça gevrek ürün elde edilmesini sağlar [3, 14].

Sıcaklığın Enzimler Üzerine Etkileri

Enzimler sarkoplazmik proteinlerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Sarkoplazmik kalpainler ve lizozomal katepsinler etin olgunlaşması aşamasında çok önemlidirler. Bu enzimler bir veya birden çok proteinin hidrolizini katalizlerler (kalpainler z hattı proteinlerini, katepsinler ise aktin, miyosin, troponin ve kollajen proteinlerine etki ederler). Sous vide pişirmede 55–60°C aralığında enzimlerin çoğu denatüre olur ancak gevrekliği arttıran bazı kollajenazlar 6 saat sonra bile aktif halde bulunabilirler [3].

SOUS VİDE TEKNOLOJİSİNİN ET VE ET ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI

Sous vide pişirme büyükbaş ve küçükbaş hayvanlarda daha çok bonfile, pizola, biftek, sırt, işkembeye uygulanırken kanatlılarda ciğer, but, göğüs, kanat balıklarda ise filetolara uygulanır. Ayrıca sous vide teknolojisi kullanılarak hazırlanan etli yemekler de bulunmaktadır (mantar soslu tavuk... gibi) [1].

Sebastia et al. [32] sous vide pişirme-soğutma tekniği ile hazırlanan et ve balıkları sırasıyla 65°C de 20-115dk ve 85°C'de 8–28 dakika pişiren bir restorandan örnek alarak, örneklerin 0, 15 ve 30 gün depolama sonunda mikrobiyolojik kalitelerini inceledikleri çalışmada hiçbir depolama gününde ve hiçbir grupta *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* bulunmadığını ancak et örneklerinde 0. ve 15. depolama gününde 1 log kob/g'ın altında olan aerobik bakteri sayısının 30 gün depolama sonunda 2.55-3.74 log kob/g'a çıktığını balıklarda ise 30 gün sonunda da 1 log kob/g'ın altında olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte sous vide pişirmede kritik noktanın ürünün başlangıç mikrobiyal yükü olduğunu, sonradan bulaşmaların önlenmesi, gıda

güvenliğinin ve raf ömrünün artırılması için olabilecek tüm sızıntı noktalarının kontrol edilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Diaz et al. [33] domuz filetoları ile yaptıkları çalışmada filetoları 70°C'de 12 saat sous vide pişirmenin ardından çok hızlı şekilde 3°C ye soğutarak 2°C'de 0, 5 ve 10 hafta depolamışlardır. 10. hafta sonunda filetoların tüketilemeyecek durumda olduklarını belirtmişlerdir. Niyati [1] ise sous vide ile hazırlanan ürünlerin 3°C ve 8°C'de 5 hafta depolanması sırasında mikrobiyolojik ve organoleptik özelliklerini incelediği çalışmasında 3°C'de 4 hafta depolanan tüm ürünlerin toplam bakteri sayısının $10^{-7} \times 10^3$ kob/g'ın altında olduğunu (Tablo 1), hiçbir üründe *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus* ve Enterobacteriaceae bulunmadığını ifade etmiştir. 8°C'de 3 hafta depolanan ürünlerin bir kısmında mikrobiyolojik gelişme kontrol edilebilir seviyedeysen sous vide pişirilerek hazırlanan mantarlı tavuk yemeğinde 2 hafta sonunda toplam bakteri sayısının 10^6 kob/g'ın üzerinde olduğunu ve bozulma görülen örneklerde baskın florayı laktik asit bakterilerinin ve *Pseudomonas* türlerinin oluşturduğunu belirtmiştir.

Tablo 1. Sous vide pişirilen bazı gıdalar için 3°C'de 5 hafta depolama süresince elde edilen toplam bakteri sayım sonuçları [1]

Ürün	Ham Madde Kalitesi	Depolama Sonundaki Toplam Bakteri Sayısı (kob/g) (hafta)					
		0	1	2	3	4	5
Kuzu pizola	1×10^4	<10	<10	6×10^2	1×10^3	7×10^2	4×10^1
Hindi göğsü	7×10^3	<10	<10	<10	<10	4×10^2	2×10^3
Tavukgöğsü	2×10^4	<10	3×10^1	3×10^1	2×10^2	5×10^1	6×10^1
Kremalı tavuk	9×10^5	<10	2×10^1	2×10^1	1×10^1	1×10^3	1×10^4

Özoğul ve ark. [20] yaptıkları çalışmada 4°C de sardalya balıklarının normal hava ortamında paketlenmesinde 3 gün vakum ambalajlama ile paketlenmesinde 9 gün bozulmadan muhafaza edilebileceğini belirtmişlerdir. Isıl işlem uygulaması da ürünleri mikrobiyolojik yükünün azaltılarak muhafaza edilmesini sağlayan yöntemlerden biridir. Vakum ambalajlamanın yanında ısıl işlem uygulaması ile ürünlerin raf ömrü daha da arttırılabileceği açıktır. Nitekim Gonzales et al. [34] alabalıkları 70°C'de 10 dakika, 90°C'de 5 dakika, 90°C'de 15 dakika olmak üzere üç farklı sıcaklık- süre parametresi kullanarak sous vide pişirme yöntemi ile pişirdikleri çalışmada, pişirmenin ardından balıkları 2°C ve 10°C'de depolamaya almışlardır. En uzun raf ömrüne sahip olan grubun 90°C'de 15 dakika pişirilen grup olduğunu belirtmişlerdir. Benzer olarak Gonzales et al. [35] somon balıkları ile yaptıkları çalışmada balıkları 65°C'de 5 dakika, 90°C'de 10 dakika ve 90°C'de 15 dakika olarak sous vide pişirmişler ve yine en uzun raf ömrünün 90°C'de 15 dakika pişirilen grupta olduğunu ifade etmişlerdir. Her iki çalışmada da örneklerin 2°C, 45 gün kalitelerini korudukları ifade edilmiştir. Mol ve ark [36] palamutlarla yaptıkları çalışmada 70°C'de 10 dakika sous vide teknolojisi ile pişirilen balıkların raf ömrünün 4°C'de 28 gün ve 12°C'de 15 gün olduğunu ve diğer metotlara kıyasla sous vide pişirmenin palamutlara daha uzun raf ömrü sağladığını ifade etmişlerdir.

SOUS VİDE TEKNOLOJİSİNİN ET VE ET ÜRÜNLERİNE UYGULANMASI

Et ve Et Ürünlerini Paketleme İçin Hazırlama

Sert et parçaları vakum paketlenmeden önce genellikle olgunlaştırılır, marine veya salamura edilir. Çoğu marineler asidik özellikte olup sirke, şarap, meyve suyu, yayık ayranı ve/veya yoğurt içerirler. Alkolün düşük buhar basıncına sahip olmasından dolayı pişme sırasında vakum ambalajda hava kabarcığı oluşturabileceğinden marinasyonda alkol oranının düşük olması istenir. Son zamanlarda etleri gevrekletmek amacıyla en çok kullanılan yöntemlerinden biri mekanik gevrekletmedir. Bu işlem yüzlerce veya binlerce keskin bıçağın et parçasına batırılarak iç liflerin parçalanması ile sağlanmaktadır ancak bu yöntem yüzeydeki patojenlerin et içine girmesi nedeniyle dikkatle uygulanması gereken bir yöntemdir. Uygulanan diğer bir yöntem ise salamuralamadır. Salamuralama klasik veya denge yöntemi olmak üzere iki farklı yöntem ile uygulanmaktadır. Vakum paketlenmeden önce ete uygulanan marinasyon işlemleri pişirmeden sonra daha gevrek ve lezzetli et elde edilmesine olanak sağlar [3, 15].

Vakum Ambalajlama

Vakum ambalajlamada kullanılan ambalaj materyalinin O₂ geçirgenliği düşük olmalıdır. Vakum ambalaj içindeki O₂ miktarı düşük olduğundan aerobik bakteri gelişimine izin vermez. Sous vide pişirmede vakum ambalajlamanın ana faydası su banyosundan verilecek ısının etkin olarak ete nüfuz etmesidir. Vakum ambalaj pişirme-soğutma (cook-chill/freze) şeklindeki sous vide pişirmede depolama esnasından ürünün tekrar kontamine olmasını ve oksidasyondan kaynaklanan kötü tat oluşumunu önler. Pişirme esnasında balon oluşumunun ve aerobik bakteri gelişiminin engellenmesi için olabildiğince yüksek vakum uygulanması gerektiği söylenmektedir (bu basınç genellikle katı gıdalar için 10-15 mbar, sıvı gıdalar için 100-120 mbar olarak belirtilir) [3]. Ancak Nore'n ve Arnold [13] yaptıkları çalışmada 10-15 mbar basınç uygulamasının balık ve kanatlı etinde tekstürü ve tadı olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Myhrvold et al. [15] ise 10°C'nin altındaki sıcaklıklardaki gıdalara 30-50 mbar'lık vakum uygulamasının gıdanın tekstürünü koruduğunu ifade etmişlerdir.

Pişirme

İstenen şekilde marine edilerek vakum ambalajlaması tamamlanan etler uygun sıcaklık ve sürelerde pişirilir. Bazı et ve et ürünlerini pişirme için gerekli süre- sıcaklık parametreleri Tablo 2' de verilmiştir.

Balık ve kabukluları sous vide yöntemi ile pişiren çoğu şef pişirmede az pişmiş olarak 42°C'yi, orta pişmiş olarak ise 49°C'yi kullanmaktadırlar ancak bu sıcaklık değerleri patojenleri inaktive etmek için düşük bir sıcaklıktır. FDA [37] spor oluşturmeyen bütün patojenleri ve parazitleri güvenilir düzeye çekmek için pastörizasyon parametreleri belirlemiştir. Ancak bu parametrelerin de kabuklulardan kaynaklanan hepatit A virüsünü ve nörovirüsleri engellemek için yeterli olmadığı belirtilmektedir. Viral bulaşma riski en iyi üretimin tüm aşamalarında hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulması ile sağlanabilmektedir. Bu nedenle üretimin tüm aşamalarında hijyen ve sanitasyon kurallarına uyulması büyük önem arz eder [38].

Tablo 2. Bazı etlerin sous vide pişirilmesi için önerilen sıcaklık- zaman parametreleri [14]

	Sıcaklık (°C)	Kalınlık (cm)	Süre (dakika)
<i>Sığır Eti</i>			
Fileto	59	2.5	60-120
Pirzola	59	2.5	60-120
Biftek	59	2.5	60-120
Bonfile	59	2.5	60-120
<i>Kuzu Eti</i>			
Kuzu sırtı	59	6	90
<i>Kanatlı Eti</i>			
Tavuk göğsü	64	3	60
Ördek göğsü	57	3	60
Tavuk butu	66.6	4	90
Kaz ciğeri	64	5	35
<i>Balık</i>			
Somon filetosu	54.4	3	15
Morina filetosu	57	3	20
Halibut	57	3	20

SONUÇ

Günümüzde değişen tüketici talepleri ve bilinci, müşteri ihtiyaçlarının karşılanması ve tüketici isteklerine cevap verebilme gerekliliği güvenli gıdalar üretim olgusunu ön plana çıkarmaktadır. Bu ihtiyaç ve beklentilere cevap vermek için hazırlanan gıdaların tüketicilerin sağlığına zararlı bileşen ve patojen bakteri içermeyen gıdalar olması gerekmektedir. Yani gıdaları işlerken seçilen yöntemlerde amaç patojen kaynaklı riskleri minimize ederken tadı ve besin öğelerini maksimum oranda elde etmektir. Gıda kaynaklı patojenler asit, radyasyon, tuz ve bazı baharatların ilavesiyle veya sous vide de olduğu gibi sıcaklık uygulaması ile inaktif hale getirilmeye çalışılmaktadır [39, 40]. Bir pastörizasyon işlemi olan sous vide pişirmede de güvenilir gıda üretimi esastır. Vakum ambalajla anaerobik ortam sağlanması ve kontrollü sıcaklıkların uygulanması ile gıda içerisinde bulunan bakterilerin vejetatif formlarının inaktive edildiği için sous vide pişirme birçok açıdan güvenilir olmaktadır. Ancak

uygun muhafaza teknikleri ile gıda kontrol altında tutulmazsa inaktive edilemeyen *Clostridium botulinum* sporları vejetatif hale geçerek sağlık riski oluşturabilirler. Ayrıca sous vide teknolojisi ile pişirilerek üretilen ürünlerde *Listeria monocytogenes*, *enterotoxigenic Escherichia coli* ve spor oluşturabilen *Bacillus cereus* gibi patojenler de üretim sırasında canlı kalırlarsa soğuk muhafaza sırasında gelişme göstererek sağlık riski oluşturabilirler. Bu nedenle et mümkün olan en hijyenik koşullarda hazırlanarak ambalajlanmalı ve eğer sous vide teknolojisi pişirme-soğutma (cook-chill/freze) şeklinde uygulanıyorsa depolamada soğuk zincirin kırılmamasına dikkat edilmelidir. Bu şekilde hazırlanacak olan etler hem daha lezzetli, sulu ve gevrek olacak hem de bünyesindeki besin maddelerini minimum oranda kaybetmiş olacaktır. Ayrıca bu yöntem ile pişirilen etler soğutulmuş veya dondurularak muhafazaya çok uygun olup, muhafaza edilen ürünlerin tüketilecekleri zaman çok kısa sürede ve kolaylıkla hazırlanmasına olanak tanır.

KAYNAKLAR

- [1] Nyati, H., 2000. An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf-life products. *Food Control* 11: 471-476.
- [2] Schellekens, M., 1996. New research issues in sous-vide cooking. *Trends in Food Science and Technology* 7: 256-262.
- [3] Baldwin, D.E., 2012. Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 1: 15–30.
- [4] Eades, M., *Sous Vide Supreme Technology: How it Works*.
<http://www.youtube.com/watch?v=plAXI1rq9Gg>.
Erişim tarihi: 10.11.2012.
- [5] Anonymous., 2010.
<http://www.cookingforengineers.com/article/283/An-Introduction-to-Sous-Vide-Cooking> erişim tarihi: 20.10.2012
- [6] Ghazala, S., Aucoin, J., Alkanani, T., 1996. Pasteurization effect on fatty acid stability in a sous vide product containing seal meat (*Phoca groenlandica*). *Journal of Food Science* 61(3): 520–523.
- [7] Church, I., 1998. The Sensory Quality, Microbiological Safety and Shelf Life of Packaged Foods. In: Ghazala, S. (Ed.), *Sous Vide and Cook–Chill Processing for the Food Industry*. Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland, 190–205.
- [8] Creed, P.G., 1998. Sensory and Nutritional Aspects of Sous Vide Processed Foods. In: Ghazala, S. (Ed.), *Sous Vide and Cook–Chill Processing for the Food Industry*. Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland, 57–88.
- [9] Church, I.J., Parsons, A.L., 2000. The sensory quality of chicken and potato products prepared using cook-chill and sous vide methods. *International Journal of Food Science and Technology* 35: 155–162.
- [10] Lassen, A., Kall, M., Hansen, K., Ovesen, L., 2002. A Comparison of the retention of vitamins B1, B2 and B6, and cooking yield in pork loin with conventional and enhanced meal-service systems. *European Food Research and Technology* 215: 194–199.
- [11] Garcí a-Linares, M. C., Gonzalez-Fandos, E., Garcí a-Fernández, M. C., Garcí a-Arias, M. T., 2004. Microbiological and nutritional quality of sous vide or traditionally processed fish : influence of fat content. *Journal of Food Quality* 27: 371–387.
- [12] Stea, T. H., Johansson, M., Jagerstad, M., Frólich, W., 2006. Retention of folates in cooked, stored and reheated peas, broccoli and potatoes for use in modern large-scale service systems. *Food Chemistry* 101: 1095–1107.
- [13] Norén, N., Arnold, D., 2009. *Cooking Issues: The French Culinary Institute's Tech'n Stuff Blog*. URL /<http://www.cookingissues.com/S>.
- [14] Baldwin, D.E., 2010. *Sous Vide for the Home Cook*. Paradox Press.
- [15] Myhrvold, N., Young, C., Bilet, M., 2011. *Modernist Cuisine: The Art and Science of Cooking*. The Cooking Lab.
- [16] Blumenthal, H., 2008. *The Big Fat Duck Cookbook*. Bloomsbury.
- [17] Keller, T., Benno, J., Lee, C., Rouxel, S., 2008. *Cooking Sous Vide*. Artisan.
- [18] Kamoza, A., Talbot, H. A., 2010. *Ideas in Food: Great Recipes and Why They Work*. Clarkson Potter.
- [19] Mol, S., Özturan, S., 2009. Sous-vide teknolojisi ve su ürünlerindeki uygulamalar. *Journal of Fisheries Sciences* 3: 68-75.
- [20] Ozoğul, F., Polat, A., Ozoğul, Y., 2004. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). *Food Chemistry* 85: 49-57.
- [21] Schellekens, M., Martens, T., 1992. *Sous Vide Cooking Part 1: Scientific Literature Review; Composition of the European Communities Directorate General XII, Research and Development*.
- [22] PolyScience, 2012. Web sitesi.
<http://www.cuisinetechology.com/blog/introduction-to-sous-vide-cooking/>. Erişim tarihi: 12.11.2012
- [23] Mossel, D. A. A., Struijk, C. B., 1991. Public health implication of refrigerated pasteurized ('sous-vide') foods. *International Journal of Food Microbiology* 13: 187-206.
- [24] Hesser, A., 2005. *New York Times*, August. Erişim tarihi: 28.10.2012
- [25] Roca, J., Brugués, S., 2005. *Sous-Vide Cuisine*. Montagud Editores, S. A.
- [26] Potter, J., 2010. *Cooking for Geeks: Real Science, Great Hacks, and Good Food*. O'Reilly.
- [27] Peck, M. W., Goodburn, K. E., Betts, R. P., Stringer, S. C., 2006. *Clostridium botulinum* in Vacuum Packed (VP) and Modified Atmosphere Packed (MAP) Chilled Foods. Final Project Report (B13006). Technical Report. Institute of Food Research.
- [28] SVAC., 1991. *Code of Practice for Sous Vide Catering System*. SVAC, Tetbury, Gloucestershire, UK.
- [29] McGee, H., 2004. *On Food and Cooking: The Science and Lore of The Kitchen*. Scribner, New York.
- [30] Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P., 2004. *Food Chemistry* third ed. Springer.
- [31] Charley, H., Weaver, C., 1998. *Foods: A Scientific Approach*, third ed. Prentice-Hall, Inc.
- [32] Sebastiá, C., Soriano, J. M., Iranzo, M., Rico, H., 2010. Microbiological quality of sous vide cook-chill preserved food at different shelf life. *Journal of Food Processing and Preservation* 34: 964-974.
- [33] Díaz, P., Nieto, G., Garrido, M. D., Bañón, S., 2008. Microbial, physical–chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous vide method. *Meat Science* 80: 287–292.
- [34] Gonzalez-Fandos, E., Garcia-Linares, M.C., Villanero-Rodriguez, A., Garcia-Arias, M.T., Garcia-Fernandez, M.C., 2004. Evaluation of the microbiological safety and sensory quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) processed by

- the sous vide method. *Food Microbiology* 21: 193-201.
- [35] Gonzalez-Fandos, E., Garcia-Linares, M. C., Villanero-Rodriguez, A., Garcia-Arias, M. T., Garcia-Fernandez, M.C., 2005. Microbiological safety and sensory characteristics of salmon slices processed by the sous vide method. *Food Control* 16: 77-85.
- Mol, S., Özturan, S., Cosansu, S., 2012. Determination of the Quality and shelf life of sous vide packaged bonito (*Sarda sarda*, BLOCH, 1793) stored at 4 and 12C. *Journal of Food Quality* 35:137-143.
- [37] FDA., 2011. Fish and Fishery Products Hazards and Controls Guidance, fourth ed. Technical Report. U.S. Department of Health and Human Services.
- [38] Anonymous, 2008. Response to the questions posed by the food and drug administration and the national marine fisheries service regarding determination of cooking parameters for safe seafood for consumers, national advisory committee on microbiological criteria for food. *Journal of Food Protection* 71(6): 1287–1308.
- [39] Snyder, O.P., 1995. The Applications of HACCP for MAP and Sous Vide Products. In: Farber, J.M., Dodds, K.L. (Eds.), *Principles of Modified-Atmosphere and Sous Vide Product Packaging*. Technomic Publishing Co, Inc., 325–383.
- [40] Rybka-Rodgers, S., 2001. Improvement of food safety design of cook- chill foods. *Food Research International* 34: 449–455.
-
-