



TURKISH

JOURNAL OF AQUATIC SCIENCES



REVIEW/DERLEME

ISSN: 2149-9659

E-ISSN: 2528-9462

SOUS VİDE TEKNOLOJİSİ İLE MUAMELE EDİLEN BALIKLARIN KALİTE PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Zafer CEYLAN, Gülgün F. Ünal ŞENGÖR

İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İstanbul-Türkiye

ARTICLE INFO

Received: 08/08/2016

Accepted: 30/11/2016

Published online: 01/01/2017

Ceylan and Şengör 32(1): 8-20 (2017)

doi: 10.18864/TJAS201702

Corresponding author:

Zafer CEYLAN, İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Ordu Cad. No:8 34134 Laleli İstanbul-Türkiye

E-mail: zceylan@istanbul.edu.tr

Anahtar Kelimeler:

Sous vide teknolojisi
Balık
Duyusal
Fizikokimyasal
Kimyasal
Mikrobiyoloji

Keywords:

Sous vide technology
Fish
Sensory
Physico-chemical
Chemical
Microbiology

Öz

Sous vide teknolojisi su ürünlerindeki doymamış yağ asitleri ve vitaminlerin gıdada alıkonmasına imkan veren bir yöntemdir. Su ürünlerinde bozulmaya sebep olan patojen bakteri miktarı önemli sağlık ve finansal etkilere sebep olabilmektedir. Patojen bakterilerin öldürülmesi ya da büyüme oranlarının değiştirilmesi için gıdanın nasıl pişirilmesi gerektiğinin bilinmesi önemlidir. Bu sebeple gıdalar düşük sıcaklıklarda pastörize edilerek güvenli hale getirilebilmektedir. Vakum paketlerde stabil ısıda pişirme su ürünlerinin raf ömrünü uzatarak tat ve besin değerini koruyabilmektedir. Sous vide teknolojisi ile pişirilmiş balıkların raf ömürleri fırında pişirme, buharda pişirme gibi geleneksel yöntemlerle pişirilmiş balıkların raf ömrüne göre daha uzundur. Öte yandan farklı muhafaza yöntemleri, bitki ya da baharatlarla işlem sonrası kontaminasyon riski olmaksızın kombine edilebilmektedir. Sous vide tekniği ile pişirilmiş balık, diğer geleneksel pişirme yöntemleriyle pişirilen balığa göre daha iyi mikrobiyolojik (toplam mezofilik bakteri sayısının kontrolü gibi), kimyasal (toplam volatil baz nitrojen değerinin kontrolü gibi), fizikokimyasal (renk, tekstür, su aktivitesi, pH kontrolü gibi) ve duyusal kaliteye sahip olabilmektedir.

Abstract

INVESTIGATION OF QUALITY PARAMETERS OF FISH TREATED WITH SOUS VIDE TECHNOLOGY

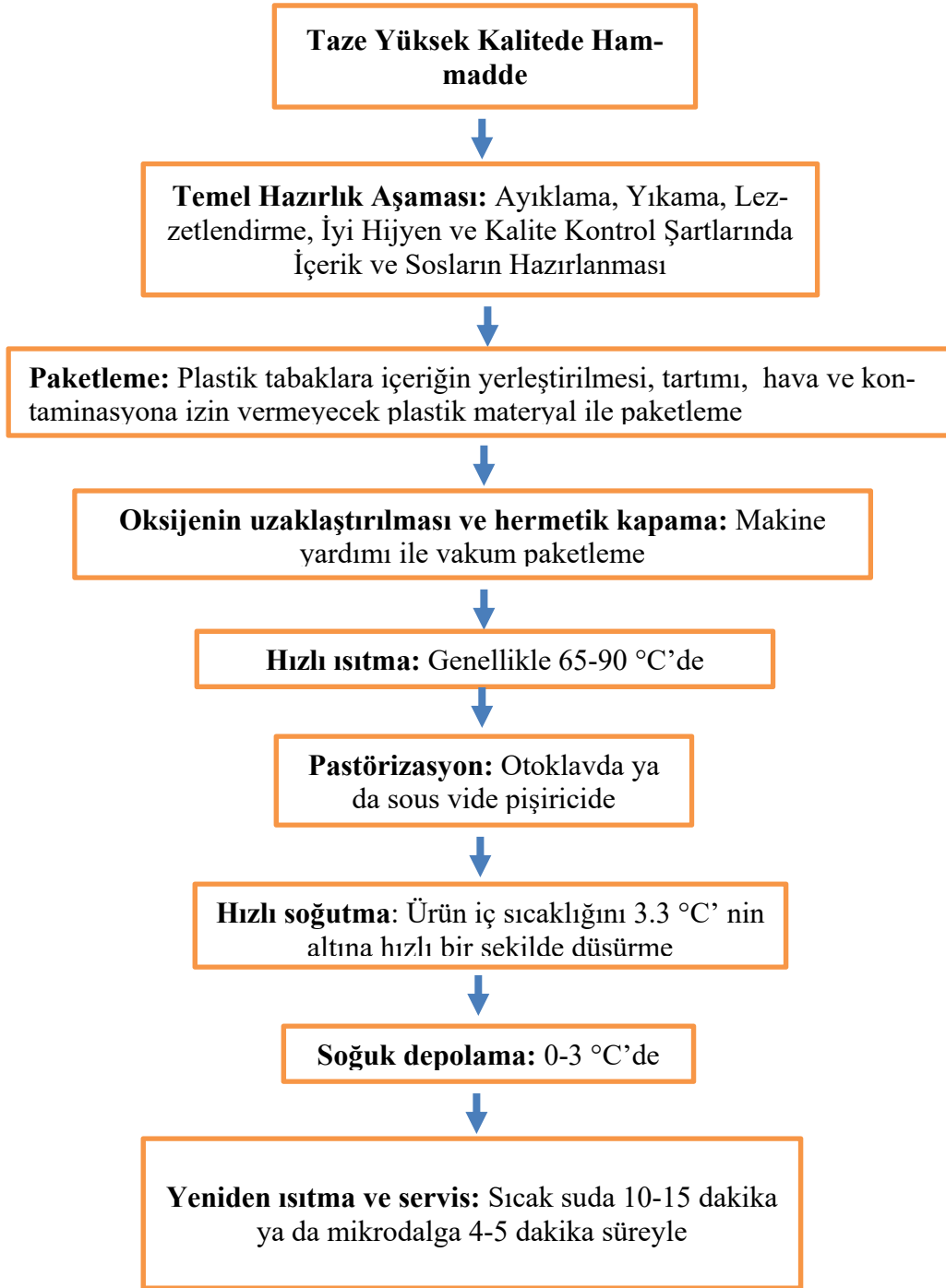
Sous vide technology keeps PUFA and vitamins in seafood. Pathogens bacteria causing spoilage of seafood may cause serious health and economic problems. How to cook of foodstuff is important to inhibit bacterial or change the growth of bacteria. For this reason, food safety can be provided by low-temperature pasteurization process. Cooking in stable-heat-vacuum pouches prolongs the shelf life of seafood thereby the technique can preserve the nutritional value of seafood. In this respect, the shelf life of fish samples cooked with sous vide technology is longer than that of fish samples cooked with conventional food methods such as baking, steaming, etc. On the other hand, it can be combined with other preservation methods, herbs or spices without recontamination risk after sous vide process. Sous vide cooked fish can have better quality in terms of microbiological (in control of total mesophilic bacteria count), chemical (in control of total volatile base nitrogen value), physicochemical (in control of colour, texture, water activity, pH) and sensory aspects than fish cooked with other conventional cooking methods.

GİRİŞ

Gıdanın besin değerini, duyuşal özelliklerini (aroma ve doku gibi) koruyarak raf ömrünün artırılması ve güvenilir gıda elde etmek için yeni gıda muhafaza tekniklerinin uygulanması son zamanların önemli konuları arasındadır (Ghaly ve diğ., 2010). Su ürünleri besin değeri son derece yüksek gıda maddeleri arasında olmasının yanı sıra; su ürünleri tüketenlerinin kalp krizi, damar tıkanıklığı, şeker hastalığı, kolestrol gibi sağlık problemlerine daha az yakalandıkları bilinmektedir (Valenzuela ve Valenzuela, 2013). Bu durumun aksine TÜİK (2013) verilerine göre ülkemizde 2002 yılında su ürünleri tüketimi 6,697 kg/kişi/yıl iken 2013 yılında bu veri 6,307 kg/kişi/yıl a gerilemiştir. Bu yıllar arasında ise en çok su ürünleri tüketimi 2007 yılında 8,567 kg/kişi/yıl olarak tespit edilmiştir. Ülkemizde en çok balık tüketildiği yıl olan 2007 yılında FAO'nun yaptığı çalışmada Avrupa Birliği üyesi ülkelerin su ürünleri tüketiminin 22 kg/kişi/yıl olarak tespit etmiştir. Böylesine değerli bir gıda maddesinden beslenme için maksimum fayda sağlanabilmesi için taze tüketimin yeterli olmadığı ancak uygun pişirme yönteminin seçilmesi ile sağlıklı ve hazır tüketime dayalı gıdaların sunulması ile tüketimin artacağı düşünülmektedir. Su ürünlerinde en çok tercih edilen yağda, ızgarada ya da fırında pişirme yöntemlerinde uygulanan ısının su ürünleri üzerinde farklı organoleptik, kimyasal ve mikrobiyolojik değişikliklere neden olduğu bilinmektedir. Bu sebeple pişirmenin daha iyi kontrol edilebildiği, standart kalitede besin hazırlamaya imkan veren teknolojik işlemlere gereksinim duyulmaktadır. Sous vide teknoloji bu amaca hizmet edebilen bir teknolojik işlem olup, bu yöntemle gıdalar vakum paketlerde belirli sıcaklık ve sürelerde pişirilerek, gıda güvenliğini temin edecek koşullarda hızlı soğutulmakta ve soğuk koşullarda tüketilinceye kadar depolanabilmektedir. Su ürünleri besinleri denilince akla ilk olarak balıklar gelmekle birlikte, eklem-bacaklılar, kafadan bacaklılar ve çift kabuklular da tüketim için tercih edilen ürün gruplarıdır. Balık dışındaki su ürünleri konserve, fümeye ya da tuzlanmış besinler olarak tüketime sunulmakla birlikte (Slabyj ve Carpenter, 1977; Lee ve diğ., 1985; Casales ve diğ., 1985; Seidler ve Bronowski, 1987; Hong ve diğ., 1996; Şengör ve diğ., 2003; 2004; Ötleş ve Şengör, 2005; Şengör ve diğ., 2008; Ün-lüsayın ve diğ., 2011) bu besinlerden maksimum fayda sağlamak için uygun pişirme ve muhafaza

yöntemlerinin araştırılmasına ihtiyaç duyulduğu bir gerçektir. Ancak sous vide ürünler üzerine yapılmış çalışmalar çoğunlukla balıklar üzerinedir. Yapılan literatür araştırmasına göre balık dışındaki su ürünlerinden sous vide teknolojisiyle işlenmiş ürüne yalnızca karidesin işlenmesinde rastlanılmıştır (Mohan ve diğ., 2010).

Sous vide teknolojisi ilk kez 1970 yılında Georges Pralus tarafından ortaya atılmıştır. Bu teknoloji özellikle hazır yemek sektörü için hali hazırda tavuk, balık, kırmızı et ve çeşitli sebzelere kadar yüksek kalitede ürünler sunan bir teknolojidir (Baldwin, 2012; Diaz ve diğ., 2011; Can ve Harun, 2015). Sous vide teknolojisi katma değerli su ürünleri eldesi için de uygun bir teknolojik işlem olarak da değerlendirilebilmektedir. Soğuk depolamadan çıkartıldıktan sonra yeniden ısıtılıp servis edilebilmesi bu teknolojinin en büyük avantajları arasındadır (Fagan ve Gormley, 2005). Gerçekte sous vide teknoloji, gıdanın ambalajlanmasından çok gıdanın pişirilmek suretiyle raf ömrünün uzatılmasına imkan veren pişirme ve muhafaza tekniği olarak da tanımlanabilmektedir. Sous vide teknolojisi akım şeması Şekil 1'de gösterildiği gibi her işleme teknolojisinde olan yüksek ham madde kalitesindeki ürünün ayıklanması, yıkanması, sos ya da farklı maddelerle muamele edilerek, oksijen geçirgenliği düşük vakum paketleme cihazında paketlenip, genellikle 65-90 °C' de su banyosunda sous vide pişirme cihazı ya da büyük otoklavlarda pişirip, pişirme işlemini takiben ürünün iç sıcaklığını en hızlı şekilde 3.3 °C'nin altına çekip 0-3 °C aralığında soğuk muhafazaya alınmasına gerekirse sıcak su ya da mikro dalga da ısıtılıp servis edilen hazır yemek sektörüne de hizmet eden bir teknolojidir. Bu pişirme tekniğine dayalı su ürünlerinden hazırlanan yemekler son zamanlarda tüketicinin de ilgisini çekmektedir (Engle ve Quagraine, 2007). Sous vide teknolojisi ile ürünlerin sadece raf ömürlerinin uzatılmasıyla kalmayıp aynı zamanda minimal işlenmiş ürünler olması sebebiyle gıdalara ekstra değer katmaktadır (Schellekens, 1996). Dünyaca ünlü restoranlarda bu teknolojinin yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir (Roca ve Bragues, 2004). Ayrıca çalışan nüfusun yoğun olduğu şehirlerde sous vide pişirme tekniği evlerde de kullanılmaktadır (Baldwin, 2010).



Şekil 1. Sous vide teknolojisi ürün akım şeması (Şengör, 2009'dan modifiye edilerek)

Figure 1. The flow chart of sous vide cooking process (Adapted from Şengör, 2009)

Sous vide ürünlerin raf ömürleri ürün tipine, süre sıcaklık ilişkisine bağlı olmak üzere genellikle 6 ile 42 gün arasında olduğu belirtilmektedir (Schellekens, 1996). Geleneksel pişirme yöntemleriyle kıyaslandığında ekonomik olması en önemli avantajıdır. Su ürünleri içerisinde sous vide teknolojisinin kullanımı, özellikle avrupa ve dünyada tercih edilen somon ve morina balıkları için ciddi bir potansiyel pişirme ve muhafaza yöntemi olarak değerlendirilmektedir. (Gormley ve diğ., 2003). Sous vide pişirme için genellikle 60-80°C lik sıcaklık 20-40 dakikalık bir süre tercih edilmektedir. Sous vide pişirme tekniği ile su ürünlerinin duyuşal özellikleri muhafaza edilirken aynı zamanda mikrobiyal faaliyet kontrol altına alındığı için ürünün raf ömrü süresini de uzatılabilmektedir (Gonzalez-Fandos ve diğ., 2005). Bu anlamda hazır yemek sektörüne hizmet eden bir teknolojik işlem olup sadece çalışan kişiler için değil aynı zamanda yalnız yaşayan tüketiciler, yaşlı nüfus için de tercih sebebi olmaktadır (Fagan ve Gormley, 2005). Bu derleme konusu ile sous vide teknolojisinin tek başına farklı süre ve sıcaklıklarda su ürünleri kalitesine etkisinin yanı sıra, farklı muhafaza teknikleri ve uygulamalarla ürünün kalite parametreleri üzerine nasıl bir interaksiyon sağladığının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla sous vide teknolojisinin tek başına ya da kombine olarak beraber raf ömrü süresince balık materyalinin mikrobiyal, kimyasal, fizikokimyasal, duyuşal kalite kayıplarını geciktirdiği ve besin değeri parametrelerini de koruduğu detaylı olarak alt başlıklarda açıklanmıştır.

Sous Vide Teknolojisi ile Muamele Edilen Balıkların Kalite Parametreleri

Sous vide teknolojisi başlı başına bir teknoloji olmasına rağmen farklı teknolojik uygulamalarla birlikte kullanıldığında su ürünlerinin kalite parametreleri üzerine daha da etkili olabilmektedir. Örneğin, somon balığına uygulanan 65 °C de 20 dakika süreyle uygulanan sous vide işleminde farklı baharat karışımları (fesleğen, dereotu, sarımsak) ile kullanımı sous vide somon'un raf ömrü süresini 6 haftaya kadar uzatılabilmekte ve balığın duyuşal özelliklerini de geliştirilebilmektedir (Şengör ve diğ., 2015).

Bilindiği üzere su ürünlerine uygulanan teknolojik işlemler ürünün duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini olumlu ya da olumsuz etkileyebilmesinin yanı sıra ve ürünün besin bileşiminde oransal değişikliklere sebep olabilmektedir. Örneğin, balığa uygulanan uzun süreli mari-

nasyon işleminde balığın besin öğelerinde kayıplar olabileceği ya da sıcak tütsüleme teknolojisi neticesinde tütsülenen ürünün protein düzeyinde artış olabileceği göz ardı edilmemesi gereken hususlardır. Sous vide teknolojisi ile ürüne pek çok avantaj sağlanmakla birlikte; ısıl işlem esnasında paket materyalinin yapımında kullanılan ve içerisinde bulunan bileşenlerin ürüne bazı geçişler olabileceği hala tartışılmakta olan konular arasındadır. Öte yandan konu sağlıklı beslenme açısından değerlendirildiğinde bu veya benzeri durumlar sadece sous vide teknolojisi ile hazırlanmış ürünler için değil, yüksek sıcaklık derecelerinde uzun süre dumana maruz kalan füme balıklarda kanserojenik benzo(a)pyren bileşiğinin ortaya çıkması için de geçerli olmaktadır. O halde bu durum göstermektedir ki her teknolojinin ürüne sağladığı avantaj ve dezavantajları mevcuttur ancak bunların ne kadar etkili ve önemli olduğu, o teknolojinin yaygınlaşmasındaki en önemli avantaj ya da dezavantaj olabilmektedir.

Sous Vide Teknolojisi ile Muamele Edilen Balık ve Duyuşal Kalite İlişkisi

Sous vide teknolojisi uygulanan balıklarda farklı süre ve sıcaklık uygulamalarının çeşitli balık türlerinin duyuşal kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Örneğin, 80 °C de 43 dakikalık bir pişirmenin somon balığının duyuşal kalite parametreleri üzerine etkileri araştırılırken 70°C de 20 dakika süreyle pişirilen levrek balığı filetoalarının duyuşal kalitesi üzerine uygulanan bu sıcaklık derecesi ve süresinin balığın duyuşal lezzetine nasıl katkı sağlayabileceği araştırılan konular arasındadır. Diaz ve diğ. (2009), sous vide teknolojisi uygulanan (80 °C de 43 dakika) balığın tat, aromasında depolama süresi boyunca kayıplar olduğu bildirmektedirler. Schafheitle (1990), Antoun ve Tseimidou (1997)'e göre ise; sous vide teknolojisinin çeşitli sos, baharat, bitkilerle kullanımının ürünün duyuşal özelliklerini korumaya yardımcı olduğu; besinin duyuşal karakterlerini (koku, doku, renk, tat) geliştirerek sous vide ürünün raf ömrü süresinin de artırılmasına yardımcı olduğu tespit edilmiştir.

Gonzalez-Fandos ve diğ., (2005) somon balığına 90 °C de 15 dakika süreyle; alabalığa 90 °C de 3.3 dakika süreyle uygulanan sous vide işleminin soğuk depolama süresince (4 °C) balıkların raf ömürlerini 45 günden fazla süreyle uzatabildiğini tespit etmişlerdir. Sous vide teknolojisi besinin homojen olarak pişirildiği ve pastörize edildiği bir teknolojidir. Besinlerdeki karakteristik tat ve koku

gelişimi besine uygulanan sıcaklık derecesi ve pişirme yöntemine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Çok yüksek sıcaklık derecelerinde etlerin pişirilmesi et proteinlerinin denatürasyon ve koagülasyonuna sebep olarak etin su tutma kapasitesinin azalmasına, duyuşal özelliklerinde kayıplar ile etteki serbest su ile beraber vitaminler, uçucu ve uçucu olmayan aromatik bileşiklerin, ısı etkisiyle parçalanan yağ ve protein benzeri maddelerin et dokusundan dışarı sızmasına neden olmaktadır. Özellikle derin yağda kızartma işlemi neticesinde balık etindeki doymamış yağ asitlerinde önemli kayıplar söz konusu olmaktadır. Sous vide balık ürünlerinde balığın tekstürel özellikleri daha iyi korunarak kızartılmış ya da ızgara edilmiş balıklardaki gibi balığın dış yüzeyindeki kurumalar engellenebildiği için daha kaliteli besin eldesi mümkün olabilmektedir. Ayrıca düşük sıcaklık derecelerinde balık filetoları pastörize edilip hızlı soğutulduğunda ve uygun depo sıcaklığında muhafaza edildiğinde gıda güvenliğine uygun parçalanmayan balık filetolarının tüketime hazır tutulması mümkün olabilmektedir.

Bu durum diğer pişirme yöntemleriyle (fırında, ızgarada, derin yağda kızartma gibi) kıyaslandığında ürünün diğer kalite parametrelerinin yanı sıra duyuşal kalitesine katkı sağlaması bakımından önemli avantajlar sağlamaktadır (Picouet ve diğ., 2011; Baldwin, 2012; Şengör ve diğ., 2013). Ayrıca sous vide teknolojisi ürünün nem ve aroma kaybını önlemedeki başarısı ile de diğer yöntemlere göre avantaj sağlamaktadır (Diaz ve diğ., 2009). Picouet ve diğ. (2011)'de yaptıkları çalışmaya göre; yüksek basınç uygulamasıyla kombine edilen somon balığı filetolarının soğuk depolama koşullarında depolamanın 1.gününde kontrol grubuna göre düşük puan almıştır. Ancak, depolamanın 4.gününde yüksek basınç uygulamasıyla kombine edilen ürünlerin kontrol grubuna göre daha az yapışkan özelliğe sahip oldukları tespit edilmiştir. 6.günden sonra örnekler üzerinde karakteristik yağ oksidasyonu kokusunun azda olsa tespit edilmiştir. Depolamanın 8.günden sonra yüksek oranda basınç uygulanan (310-400 MPa) grupların ortalama duyuşal skorları ürünün tüketilemeyeceğini gösterirken, daha düşük yüksek basınç uygulaması ile kombine edilen gruplar da ise (210 MPa) hala duyuşal olarak kabul edilebilir olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte; sadece sous vide teknolojisi uygulanan ürünlerin depolamanın 13. gününde duyuşal olarak kabul edilemez olduğu bildirilmektedir. Bilindiği üzere birden fazla teknolojik işlemin birlikte kullanılması, “kombine

yöntemler”, “engel teknolojisi- hurdle technology” veya “muhafaza kombinasyonları” olarak da isimlendirilmektedir ve tek başına kullanılan muhafaza yöntemlerine göre; gıdayı daha iyi koruyabildikleri belirtilmektedir (Gorris, 1995; Fellows, 2000). Leistner (2000) hurdle teknolojisini gıdaların ekonomik canlılığını, duyuşal ve besinsel kalitesini olabildiğince stabil tutan ve mikrobiyal güvenliği temin eden engel kombinasyonların zeki bir bileşimi olarak tanımlamaktadır. Picouet ve diğ. (2011)'nin yürütmüş oldukları çalışmaya göre; her yapılan kombine yöntem “hurdle etkisi” gösterememektedir hatta duyuşal yönden olumsuz sonuçlara neden olabileceği bildirilmektedir. Sous vide teknolojisinin tek başına ürünün duyuşal özelliklerini yüksek basınç uygulaması ile kombine edilen gruba göre daha iyi koruması dikkate alınması gereken önemli bir bulgudur.

Sous vide teknolojisiyle pişirilen levrek balığı filetolarında (70°C/20 dak. pişirme /3°C depolama) kontrol grubunun duyuşal olarak soğuk depolamanın 4. haftasında tüketilemez olduğu; buna karşın fesleğen ve sarımsak içeren filetoların depolamanın ancak 6.haftasında 3.95 (p<0.05) skorla tüketilemez hale geldiği Ceylan ve diğ. (2015) tarafından bildirilmektedir. Aynı araştırmacıların aynı süre ve sıcaklıkta sous vide teknolojisiyle pişirilen akya balığı üzerine yürütmüş oldukları çalışma sonuçlarında da levrek balığına benzer olarak kontrol grubu balık filetoları soğuk depolamanın 4. haftasında tüketilemez iken; fesleğen & sarımsak ve fesleğen & sarımsak & dereotu içeren gruplardaki balık filetolarının raf ömrü sürelerinin soğuk depolamanın 6.haftasında sona erdiği rapor edilmiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre; farklı balık türlerine benzer baharatlarla uygulanan sous vide teknolojisinin balıkların duyuşal kalite bakımından benzer özellikler gösterdiği, akya ve levrek balığının beyaz etli balıklar olması sebebiyle raf ömrü sürelerinin değişmediği tespit edilmiştir. Ancak her iki balığa uygulanan pişirme sıcaklığı süresinin akya balığı için et dokusunda sertleşme sebebiyle çok uygun süre ve sıcaklık derecesinde olmadığı ortaya konulmuştur.

Shakila ve diğ. (2009)'nin yürütmüş oldukları çalışmaya göre ise; sous vide teknolojisi uygulanan balık filetolarının soğuk depolamanın 16. haftasında duyuşal olarak tüketilemez olduğunu tespit etmişlerdir.

Yapılan tüm çalışmalar göstermektedir ki; sous vide teknolojisi uygulanan balık ürünlerinin duyuşal kalite bakımından geleneksel pişirme yöntem-

lerine kıyasla daha iyi korunabildiği ifade edilebilmektedir. Balıkentinin duyuusal kalitesinin korunmasında paket içerisine ilave edilen baharat karışımlarının bu etkiyi daha da güçlendirdiği, balıketi lezzetine önemli katkı sağladığı gözlenmektedir.

Sous Vide Teknolojisi ile Muamele Edilen Balık ve Mikrobiyolojik Kalite İlişkisi

Su ürünleri besin değeri son derece yüksek olmasına karşın oldukça çabuk bozulabilen bir gıda maddesidir. Balıkta mikrobiyal bozulma rigor mortis'in sonunda ancak başlamakta, balıkentlerinin lifleri arasındaki suyun dışarı çıkması ile bozulma süreci hızlanmaktadır. Özellikle bozulmaya mezofilik ve psikrofilik bakteriler neden olmaktadır. Ayrıca bilindiği üzere *Escherichia sp.*, *Clostridium sp.* gibi patojenlerde ciddi risk oluşturabilmektedir (Alperden, 1993). Sous vide teknolojisi ile farklı süre ve sıcaklıklarda balık ürünlerinin mikrobiyal güvenliği sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu noktada ürün yapım aşamasında dikkat edilmesi gereken hususlar; uygulanan süre-sıcaklık ilişkisinin (Kato ve diğ., 2016) yanı sıra sous vide yapılmış besinin ani ya da başka bir ifade ile hızlı soğutulması olup özellikle *C. botulinum* gibi patojenlerin depolama süresi boyunca üreme riskini minimize etmektedir (Peck, 2006). Bu amaçla sous vide teknolojisi farklı süre ve sıcaklıkta tek başına uygulanabildiği gibi farklı muhafaza ya da işleme teknikleri ile beraber kombine edilerek de uygulanmaktadır. Bu yöntem kullanılarak yapılan ürünlerin mikrobiyolojik kalite değerlendirilmesi ile ilgili ele alan çok fazla yayın bulunmamakla beraber halihazırda var olan çalışmaların büyük bir kısmı aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur.

Espinosa ve diğ., (2015)' e göre 300 ve 600 MPa yüksek basınç uygulamasına tabi tutulan ve sous vide teknolojisi uygulanan çipura balığının toplam aerobik mezofilik bakteri açısından soğuk depolamanın 62. güne kadar tüketime uygun olduğunu bildirmiştir. Bu bildirim göre; sous vide teknolojisi ve yüksek basınç uygulamalarının birlikte balık filetolarına uygulanmasının tüketime hazır balık filetoları için depolamanın 62. gününe kadar gıda güvenliğini koruyabildiğini göstermektedir. Ayrıca sous vide ürünlerdeki vakum paketleme depolama süresi boyunca ürünün yeniden kontamine olma riskini de minimize etmekte ve aerobik bakteri gelişimini de yavaşlatmaktadır (Church ve Parsons, 2000). Bu noktada uygun yapılan kapama

işlemi, paketleme materyalinin oksijen geçirgenliği gibi özelliklerde bu teknolojiye önemli rol oynamaktadır (Souza, 2002). Pek çok çalışmaya göre, balık filetolarına uygulanacak sous vide teknolojisinde düşük sıcaklık uygulamalarından kaçınılmalıdır. Zira balık etindeki kollajen 46-49 °C'lerde jelatine dönüşebilmekle birlikte bu sıcaklık dereceleri gıda patojenlerini engellemek için oldukça düşük sıcaklık dereceleri olup gıda güvenliğini temin edemediği için risk oluşturmaktadır (Belitz ve diğ., 2004). Bilindiği üzere gıdaların özellikle pişirilmesi esnasında sıcaklığın 65 °C ve üzerine çıkması bakterilerin öldürülmesi anlamı taşımaktadır (Bilici ve diğ., 2008). Sıcaklık ve süre ilişkisi sous vide teknolojisi için en önemli kritik kontrol noktasını oluşturmaktadır. Örneğin; 90 °C de 90 saniye boyunca gıdaya uygulanan ısı işlem hepatit A virüsünde 4 log azalmaya neden olabilmektedir. Bu durum gıdadaki viral kontaminasyon riskinin kontrol edilmesi için önemli bir göstergedir (NACMCF, 2008). Ancak; sous vide paket içerisindeki ürün oksijensiz ortam şartlarından dolayı *Clostridium botulinum* patojenine maruz kalabileceği için önemli bir risk teşkil etmektedir. Bu nedenle pişirme işleminden sonra sous vide ürünler hızlı bir şekilde iç sıcaklıkları 3.3°C nin altına düşürülerek soğutulmalı ve bu sıcaklık derecelerinin altındaki depolama sıcaklıklarında muhafaza edilmelidir (Schellekens, 1996). Tablo 1, 2 ve 3'de sous vide ürünlerde pişirme sıcaklık ve süresi ile depolama sıcaklık ve sürelerin patojen mikroorganizma üzerine etkisi gösterilmiştir.

Araştırmalar sous vide ürünlerde mikroorganizma kontrolü için gıda kodeksine uygun güvenli katkı maddelerinin de kullanılabileceğini göstermektedir. Tablo 4'de somon balığına uygulanan sous vide teknolojisinde sodyum laktat kullanımının *Clostridium botulinum* toksini üzerine etkisi gösterilmiştir. Tablo 4'de de görülebileceği üzere % 4.8'lik sodyum laktat'ın sous vide teknolojisi ile birlikte kullanımının somon balığı *Clostridium botulinum* toksini üzerine önemli etkisi söz konusudur. Sodyum laktat gibi gıda katkı maddelerinin ürüne eklenmesi ile gıdanın pH düşürülerek mikrobiyolojik tehlike riski de azaltılabilmektedir (Schellekens, 1996). Yukarıda belirtilen çalışmalar göstermektedir ki yüksek basınç uygulaması ve gıda katkı maddeleri kullanımı, gibi işlem ve uygulamalar sous vide teknolojisi ile üretilen ürünlerin mikrobiyal güvenliğini daha da artırmaktadır.

Tablo 1. Sous vide işleminde depolama sıcaklık ve süresinin bazı patojen mikroorganizmalar üzerine etkisi (Gould, 1999; Peck, 1997'den uyarlanmıştır).

Table 1. The effect of storage temperature and processing time on pathogenic microorganisms in sous vide products (Adapted from Gould, 1999; Peck, 1997)

Süre	Depolama Sıcaklığı	Patojen Mikroorganizma
≤90 gün	≤2.5 °C	
≤31 gün	≤3.3°C	<i>C. botulinum</i> , <i>C. perfringens</i> ,
≤10 gün	≤5 °C	<i>B. cereus</i>
≤5 gün	≤7 °C	

Tablo 2. Sous vide işleminde ısıtma süre ve derecesinin bazı patojen mikroorganizmalar üzerine etkisi (ACMSF, 1992; ECFF, 2006; CFA, 2006'dan uyarlanmıştır).

Table 2. The effect of heating temperature and time on some pathogenic microorganisms in sous vide process (Adapted from ACMSF, 1992; ECFF, 2006; CFA, 2006)

Piştirme Süresi	Piştirme Derecesi	Patojen Mikroorganizma
≤2 dakika	<70 °C	Patojen bulunabilir
2 dakika	70 °C	<i>L. monocytogenes</i> azalır
10≥dakika	90 °C	<i>C. botulinum</i> sporları azaltılır
3 dakika	121 °C	Tüm patojenler 12 log azalma görülür

Tablo 3. Farklı sürelerde pişirilen sous vide ürünlerin depolama süresine bağlı olarak patojen mikroorganizmalar üzerine etkisi (Sebastia ve diğ., 2010'dan uyarlanmıştır).

Table 3. The relationship between pathogenic microorganisms and storage time of sous vide products cooked from different temperatures (Adapted from Sebastia et al., 2010).

Piştirme Süresi-Sıcaklığı	Depolama Süresi	Patojen Mikrororganizma	Balık Türü	Var-Yok
7-28 dakika arasında 85 °C'de piştirme	0. gün	<i>S.aureus</i> , <i>E.coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>L.monocytogenes</i> ,	Morina, Çipura Berlam, Somon	Yok
	15. gün	<i>C.perfringens</i>		
	30. gün	<i>S.aureus</i> , <i>E.coli</i>	Çipura, Somon	Var

Sous vide teknolojisi uygulanan balıklar için en önemli patojen mikroorganizmalar *Clostridium botulinum* tip E ve *Listeria monocytogenes* türleridir. Ayrıca *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* hijyenik şartlarda ya da çiğ materyal aracılığıyla el teması ya da ürüne katılan diğer malzemelerden dolayı ürün işleme esnasında kontamine olabilmektedir (Rosnes ve diğ., 1999; Meng ve Genigeorgis, 1994). Gonzalez-Fandos ve diğ., (2004), sous vide üzerine yaptıkları çalışmada; uygulanan süre sıcaklık ilişkisine ve depolama sıcaklığına bağlı olarak mezofil bakteri sayısının 21 ile 45 gün arasındaki sürelerde 6 log kob/g değerine ulaşabildiğini tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada

Enterobakter sayısının ise 70°C de sous vide yapılan ve 10°C de depolanan ürünlerde 45. gün sonunda 2.84 log kob/g değerine ulaşabildiğini tespit etmiştir. Bu çalışmalarda açık bir şekilde ortaya koymaktadır ki sous vide teknolojisinde uygulanan süre sıcaklık ve depolama koşulları bakteriyo-lojik gelişimi doğrudan etkileyebilmektedir.

Shakila ve diğ. (2009)' e göre, sous vide teknolojisi ile pişirilen ve soğuk muhafazaya alınan ürünlerin konvansiyonel yöntemlerle pişirilen balık ürünlerine göre toplam bakteri ve toplam laktik asit bakterisi sayısının çok daha düşük olduğu bil-

dirilmektedir. Bu bildirimden ve diğer çalışmalarından da anlaşılacağı üzere besinlere uygulanan sous vide teknolojisi, besinin duyu kalitesini muhafaza etmesinin yanı sıra üretilen ürünün mikrobiyal güvenliğini de temin etmektedir.

Sous Vide Teknolojisi ile Muamele Edilen Balık ve Kimyasal Kalite Parametreleri İlişkisi

Sous vide teknolojisi su ürünlerinin kimyasal parametrelerinin pek çoğu üzerinde etkilidir. Bunlardan bazıları, yağların acılaşmasından sorumlu olan tiyobarbitirik asit değeridir (TBA). Bu değer oksidatif acılaşmayı gösteren balık ürününün tüketici tarafından kabul ya da reddedilmesini gösteren önemli bir parametredir (Montero ve diğ., 2005; Diaz ve diğ., 2011). Gıdalar üzerinde uygulanan ısı işlemler istenmeyen renk değişimlerine, protein denatürasyonuna ve yağ oksidasyonuna neden olabilmektedir. Montero ve diğ., (2005)' de yaptıkları çalışmada sous vide teknolojisi yüksek hidrostatik basınç uygulamaları ile beraber balık etine uygulandığında TBA değeri üzerinde daha olumlu etki oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Diaz ve diğ., (2011)'e göre paketlenen yağ oksidasyonunu geciktirilmesinde önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir. Espinosa ve diğ., (2015)' e göre ise; sadece sous vide teknolojisi uygulanan, sous vide teknolojisi ile beraber yüksek basınç uygulamasıyla (300-600 MPa) kombine edilen çipura balıklarının TBA değerlerinin soğuk depolama süresi boyunca düşük düzeyde kaldığı tespit edilmiştir. Buna karşın Can (2011)'e göre sous vide işleminden hemen sonrasında yapılan değerlendirmede sous vide işleminin çipura balığının TBA değerini artırdığı tespit etmiştir. Yağlarda meydana gelen acılaşmanın değerlendirildiği bu çalışmalar göstermiştir ki, pişirme işlemi oksidasyonu kısmen de olsa artırmakta ancak sous vide tekniğinin hangi yöntemle nasıl kombine edildiği ise bu değeri belirleyen önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Ceylan ve diğ., (2015), farklı baharatlarla sous vide teknolojisi uygulanan levrek ve akya balıklarının ürünlerin duyu kalitesi olarak reddedildiği haftalarda kontrol grubu için en yüksek TVB-N değerinin 28.56 mg/100g (4.hafta), fesleğen & sarımsak içeren grubun 28.41 mg/100g (6.hafta), fesleğen & sarımsak & dereotu içeren grubun 28.09 mg/100g (6.hafta) ulaştığını tespit etmişlerdir. Akya balığında ise bu değerlerin sırasıyla 4.haftada 27.18 mg/100 g, 28.4 mg/100 g, 28.32 mg/100 g TVB-N değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir. Ramos ve diğ., (2016) da yapmış oldukları araştırmaya göre baharatlarla muamele edilen ve

sous vide teknolojisi uygulanmış balık filetoalarının TVB-N değerini sous vide uygulanmış sade balık filetoalarına göre daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. İşlem sonrası yapılan ölçümde kontrol grubunun TVB-N değeri 11.17 mg/100 g bulunurken, baharatlar içeren grubun değeri 8.38 mg/100g bulunmuş olup bu farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu belirtilmektedir. Bilindiği üzere kalite kavramı bir bütün olarak ele alınmaktadır. Duyusal, mikrobiyolojik, kimyasal, fizikokimyasal parametrelerdeki değişimler ile muhafaza ya da pişirme yöntemlerinin ürünlerin besin değeri üzerine ne gibi bir etki oluşturduğu bir arada değerlendirilmelidir. Bu yönü ile sous vide teknolojisi ürünlerin duyu kalitesi ve mikrobiyolojik parametrelerini korumanın yanı sıra depolama periyodu boyunca TBA, TVB-N gibi kimyasal parametrelerdeki hızlı artışını da engellemektedir.

Sous Vide Teknolojisi ile Muamele Edilen Balık ve Fizikokimyasal Kalite İlişkisi

Su ürünlerinin tüketici açısından kalite değerlendirmesinde tekstür son derece önemli bir parametredir. Bu noktada pişirme sıcaklığının da balığın tekstürel yapısını koruyabilmesi açısından önemi büyüktür. Örneğin 70 °C yapılan bir pişirme kolajence zengin balık tekstürü için uygun iken; bu sıcaklık derecesinin uzun süreli periyotlarda depolanan balıkların gıda güvenliği için uygun olmaması söz konusu olabilmektedir (Roca ve Bruges, 2004; Nyati, 2000). Sous vide ürünlerin dondurulması mikrobiyolojik yönden oluşabilecek riskleri minimize ederken tekstür üzerine de olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Tansey ve diğ., 2003). Kato ve diğ., (2016), yaptıkları çalışma ile 65°C de 12.5 dakika süreyle yapılan pişirme işleminin *Colossoma macropomum* türü için tekstürel yönden en ideal süre sıcaklık ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Özetle sous vide yapılan ürünün türü, besin kompozisyonu, prosesin hangi süre ve sıcaklıkta yapıldığı ürünün tekstürel yapısını etkilemektedir.

Balık etinin tazeliğinin belirlenmesinde pH ölçümü indikatör bir kalite göstergesi olarak gösterilebilmektedir. Picouet ve diğ., (2011) yaptıkları çalışmada somon balığı pH sınırın 6.38 olarak ölçümü balığın tazeliğine işaret ederken sous vide teknolojisi uygulaması sonrasında bu değer 6.45'e ulaştığı ve 13 günlük soğuk depolama süresi boyunca yüksek basınç uygulamasıyla beraber kombine edilmiş balık filetoalarında bile 6.58 i aşmadığı hatta yüksek basınç uygulaması yapılan ürünün pH değerleri sadece sous vide yapılan so-

mon balığı filetolarının pH değerinden daha yüksek bulunduğu bildirilmektedir. Aynı araştırmacıların bildirişine göre; sous vide teknolojisi balık etine uygulandıktan sonra 400 MPa ile kombine edilen balık filetolarının L* (p < 0,05) değerinin sadece sous vide yapılan ürünün L* değerinden daha yüksek olduğu, ancak a* ve b* değerleri için bir farklılık görülmediği rapor edilmektedir. Bilindiği üzere L* değeri etin siyahtan beyaza doğru renk skalasını tanımlarken, a* değeri pozitif değerde kırmızı negatif değerde yeşil rengi temsil etmektedir. b* değeri ise; negatif değerdeyken mavi, pozitif değerde iken sarı rengi temsil etmektedir (Gerdes ve Santos, 1991). Bu bildirişe göre; sous vide teknolojisi sonrasında balık etine uygulanan yüksek basınç işleminin balık filetosundaki L* değerinde artışa sebebiyet vererek fileto rengindeki parlaklığın giderek artış gösterdiğine işaret etmekte ve dolayısıyla tüketicinin beğeni gösterebileceği ürün olduğu anlamı taşımaktadır.

Gonzalez-Fandos ve diğ., (2004)'e göre çiğ gökkuşağı alabalığına uygulanan sous vide teknolojisi sonrasında balık etinin pH değeri 6.46 iken; soğuk depolama süresi boyunca pH'nın önemli düzeyde değişmediği, su aktivitesi (0.99) değerinin de soğuk depolama boyunca stabil kaldığı bildirilmektedir. Bugüne değin yapılmış mevcut araştırmalardan sous vide su ürünleri için özellikle pH, tekstür, su aktivitesi ve renk parametrelerindeki değişimlere ilişkin birçok çalışmaya ihtiyaç duyulduğu gözlenmektedir.

Sous Vide Teknolojisi ile Muamele Edilen Balık ve Besin Bileşimi İlişkisi

Yapılan araştırma sonuçlarına göre gıdalara uygulanan sous vide teknolojisinin gıdanın daha lezzetli ve besleyici unsurları koruyan bir uygulama olduğu yönündedir (Garcia-Linares ve diğ., 2004). Ghazala ve diğ., (1996)'e göre sous vide teknolojisiyle pişirilen balıkların omega 3 yağ asitleri ve besleyici element düzeylerinin geleneksel yöntemlerle pişirilen balıklara kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Sous vide teknolojisi uygulanmış ürünlerin vitamin içeriklerinin diğer yöntemlerle işlenen ürünlerle kıyaslandığında ve besin içeriğindeki suyunu muhafaza etme başarısının sous vide ürünlerde oransal olarak daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Schellekens, 1996).

Bununla birlikte Gonzalez-Fandos ve diğ., (2004)'nin araştırmasına göre; sous vide teknolojisi uygulanan gökkuşağı alabalığının başlangıçta % 2 olan su içeriğindeki kaybın 45 günlük depolama süresi sonunda % 4'e ulaştığı bildirilmektedir. Sous vide işleminden sonra balık etinin yağ

yüzdesinde artış söz konusu iken; nem içeriğinde de önemli düzeyde düşüş tespit edildiği ve bu değişimin istatistiki açıdan önemli olduğu Gonzalez-Fandos ve diğ., (2004) tarafından ortaya konulmaktadır.

Watier (1988) tarafından yapılan çalışmada; sous vide yapılmış morina ve somon balıklarının vitamin B₁, B₂, B₆, pantotenik asit, B₁₂, biotin ve vitamin A içeriklerini minimum % 63 maksimum % 100 olduğu bildirilmektedir. Ayrıca somon balığının daha yüksek vitamin içeriğine sahip olduğu rapor edilmektedir.

Ramos ve diğ., (2016) yürütmüş oldukları araştırma sonuçlarına göre; sous vide yapılan ve yapılmayan balık filetolarının kül, yağ, protein ve total kalori değerleri arasında istatistiksel fark tespit edilirken, sous vide işleminin balığın nem ve karbonhidrat değerleri üzerinde istatistiksel bir fark oluşturmadığını bildirmektedirler. Ayrıca sous vide yapılan balık filetolarının yağ asit kompozisyonunda istatistiki (p<0.05) fark olduğu rapor edilmektedir. Çiğ balık etisi filetosunun çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) değeri % 29.78 iken; sous vide teknolojisi uygulanan balık filetolarının da bu değer % 14.86 ya düştüğü; bununla birlikte omega 6/omega 3 oranında artış olduğu bildirilmektedir.

Farklı pişirme yöntemlerinin somon balığının besin bileşimi üzerine etkileri Şengör ve diğ. (2013) tarafından incelenmiştir. Pişirme yöntemleri (ızgara, buhar, fırın, mikrodalgada pişirme) yağ asiti kompozisyonunu değiştirmemiş ancak fırınlanan ve ızgara yapılan ürünlerin EPA ve DHA oranının daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca omega 3/omega 6 oranına göre en iyi pişirme yönteminin fırında ve ızgarada pişirme olduğu Şengör ve diğ., (2013) tarafından bildirilmektedir. Ayrıca balık etindeki en fazla su kaybının ızgarada (% 61.07 den % 47.16) pişirme sonucunda tespit edildiği buharda, mikrodalgada ve fırında pişirilen balık etlerinde ise; sırasıyla % 54.11, % 53.16, % 51.17 düzeylerinde olduğu ve tüm pişirme yöntemleri sonucunda önemli düzeyde balık etinden su kaybı olduğu Şengör ve diğ. (2013) tarafından rapor edilmiştir.

Besinlere uygulanan pişirme yöntemlerinin gıdanın besin değeri üzerinde önemli bir rol oynadığı yapılan araştırmalardan gözlenmektedir (Haskaraca ve Kolsarıcı, 2013; Şengör ve diğ., 2013; Babür ve Gürbüz, 2015). Sous vide teknolojisi de bu konuda sunduğu avantaj ile tercih edilebilir bir pişirme tekniği olarak dikkat çekmektedir.

SONUÇ

Su ürünleri besin içeriği yönünden son derece zengin gıdalar arasında yer almaktadır. Ancak sahip olduğu protein, yağ ve nem içerikleri özellikle pişirme prosesinden etkilenebilmektedir. Yağda pişirilen balık ile fırında pişirilen balığın pişirme sonundaki besin içerikleri birbirinden farklı olabilmektedir. Bu noktada sous vide teknolojiyle pişirilen balık ürünlerinin besin bileşiminin korunması açısından önemli avantaj sağladığı açıktır. Sous vide teknolojisi uygulanan balık filetolarının raf ömrü ve tüketici beğenisi, geleneksel yöntemlerle pişirilen balıklarınkinden daha fazla olduğu bilinmektedir. Bu teknoloji ile raf ömrü artışı ve gıda güvenliği bir arada sağlanırken, diğer yandan da geleneksel pişirme yöntemlerine göre ürünün besin içeriğinin de diğer yöntemlere göre daha iyi korunduğu bilinmektedir. Raf ömrü süresince meydana gelen kimyasal, mikrobiyolojik, fiziko-kimyasal ve duyu kalitedeki bozulmaların hızı sınırlandırabilmektedir. Böylece hem gıda güvenliği sağlanırken hem de tüketici beğenilirliği de üst seviyede tutulabilmektedir.

Sonuç olarak sous vide teknolojisi tüketiciye hazır paketi açıp tüketebileceği, daha sağlıklı ve besleyici yönü yüksek balık tüketme fırsatı sunmaktadır. Bu yönü ile diğer su ürünleri çeşitlerinin kalitesi üzerinde de olumlu sonuçlar verebileceği ve sous vide su ürünleri için uygun pişirme süreleri ve sıcaklıklarının tespiti için daha fazla çalışmanın yapılması/denenmesi gerektiği hem endüstri içinde hem de tüketici için fayda sağlayacaktır. Bugüne değin sous vide su ürünlerine ilişkin yapılmış bilimsel araştırmalar çoğunlukla birkaç balık türüyle sınırlı sayıdaki araştırmalardan oluştuğu gözlenmektedir. Tüketime sunulan diğer su ürünlerinde de (eklem bacaklılar, kafadan bacaklılar ve çift kabuklular) bu tür çalışmalara hem bilimsel hem de endüstriyel amaçlı ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Alperden, İ., (1993). Et ve su ürünleri mikrobiyolojisi, Gıda sanayiinde mikrobiyoloji ve uygulamaları. *Tübitak MAM -6*, 101-120, 216, ISBN 975-403- 000
- ACMSF (Advisory Committee on the Microbiological Safety of Foods), (1992). Report on vacuum packaging and associated processes. HMSO, London, ISBN 0113215584

- Antoun, N. & Tsimidou, M., (1997). Gourmet olive oils: stability and consumer acceptability studies, *Food Research International*, 2, 131-136.
- Babür, T.E. & Gürbüz, Ü., (2015). Effects on Quality Meats Traditional Cooking Methods, *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 4(3):58-64.
- Balasundari, S., Abraham, T. J., Jasmine, G. I. & Jeyachandran., (1995). Effect of Temperature, Heating Time and Chemicals on Shucking Edible Oyster, *Fishery Technology*, 32, 99-101.
- Baldwin D.E., (2012). Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy Food Science*, 1, 15-30.
- Baldwin, D.E., (2010). *Sous Vide for the Home Cook*. Paradox Press. ISBN: 978-0-9844936-0-9.
- Belitz, H.D., Grosch, W. & Schieberle, P., (2004). *Food Chemistry*, 3rd Edition. Springer. ISBN 3-540-40818-5.
- Bilici, S., Uyar, F., Beyhan, Y. & Sağlam, F., (2008). Besin Zehirlenmeleri, Nedenleri ve Korunma Yolları, *Klasmat Matbaacılık*, 20, Ankara.
- Casales, M.R., Del Valle, C.E. & Soule, C.L., (1985). Critical Heating Point for Thermal Processing of Mussels in Cans, *Journal of Food Science*, 50, 836-837.
- Can, Ö.P., (2011). Evaluation of the Microbiological, Chemical and Sensory Quality of Carp Processed by the Sous Vide Method, *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*, 5, 8.
- Can, Ö.P. & Harun, P., (2015). Shelf Life of Chicken Meat Balls Submitted to Sous Vide Treatment. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17(2), 137-144.
- Ceylan, Z., Şengör G.F.Ü. & Gönülal O., (2015). The Effects Of Sous Vide Technology Combined With Different Herbs On Sensorial And Physical Quality Of Fish Species Caught In The Northern Aegean Sea And Marmara Sea, *ICFAEST 2015: 17th International Conference on Fisheries, Aquaculture Economics and Seafood Trade*, Prag, Czech Rep., 23-24 March, 1198-1198.

- CFA (Chilled Food Association), (2006). Best practice guidelines for the production of chilled foods, 4th ed. Norwich: The Stationery Office.
- 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*, 10, 151-153.
- Díaz, P., Garrido, M.D. & Bañón, S., (2011). Spoilage of sous vide cooked salmon (*Salmo salar*) stored under refrigeration. *Food Science and Technology International*, 31-37.
- Díaz, P., Nieto, G., Garrido, M.D. & Banon, S., (2009). Determination of shelf life of *sous vide* salmon (*Salmo salar*) based on sensory attributes. *Journal of Food Science*, 74, 287- 292.
- ECFF (European Chilled Food Federation), (2006). Recommendations for the production of pre-packaged chilled foods. European Chilled Food Federation.
- Engle, C.R. & Quagraine, K., (2007). Aquaculture marketing handbook, Ames: Wiley-Blackwell. *Aquaculture International*, 15, 499-500.
- Espinosa, M.C., Diaz, P., Linares, M.B., Teruel, M.R. & Garrido, M.D., (2015). Quality characteristics of sous vide ready to eat seabream processed by high pressure. *LWT-Food Science and Technology*, 64, 657-662.
- Fagan, J.D. & Gormley, T.R., (2005). Effect of sous vide cooking, with freezing, on selected quality parameters of seven fish species in a range of sauces. *European Research and Technology*, 220, 299-304.
- Fellows, P.J., (2000). Food Processing Technology Principles and Practice, 2nd ed., Woodhead Publishing, Cambridge, U.K., ISBN 1-85573-533-4
- Gerdes, D.L. & Santos Valdez, C., (1991). Modified atmosphere packaging of commercial Pacific redbreast (*Sebastes entomelas*, *Sebastes flavidus* or *Sebastes godei*). *Lebensmittel wissenschaft und technologie*, 24, 256-258.
- Ghaly, A.E., Dave, D., Budge, S. & Brooks, M.S., (2010). Fish spoilage mechanisms and preservation techniques. *American Journal of Applied Sciences*, 7, 859-877.
- Ghazala, S., Aucoin, J. & Alkanani, T., (1996). Pasterization effect on fatty acid stability in a Sous Vide product containing seal meat (*Phocaghoenlandica*). *Journal of Food Science*, 61, 520-523.
- Gonzalez-Fandos, E., Garcia-Linares, M.C., Villarino-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.
- Gonzalez-Fandos, E., Villarino-Rodriguez, A., Garcia-Linares, M.C., 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.
- Gormley, T.R., Duell, C. & Tansey, F.S., (2003). Sous vide/freezing of cod and salmon portions. In: Proceedings of the Transatlantic Fisheries Technology Conference (TAFT). The Icelandic Fisheries Laboratories, Reykjavik, Iceland, 66-67.
- Gorris, L.G.M., (1995). The Concept of Combined Processing (Hurdle Technology) for Minimally Processing of Food, Edt.: Oliveira, J. C., Minimal and Combined Processes, Process Optimisation and Minimal Processing of Foods, Porto, Portugal, 1-24.
- Gould, G.W., (1999). Sous vide food: conclusions of an ECFF botulinum working party. *Food Control*, 10, 47-51.
- Haskaraca, G. & Kolsarıcı, N., (2013). Sous Vide Teknolojisi ve Et Teknolojisinde Uygulama Olanakları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8, 39-49.
- Hong, J.H., Ryu, H.S. & Kim, H.B., (1996). Cholesterol Content and Formation of Oxidized Cholesterols in Processed Squids. *Journal of Food Science Nutrition*, 1, 196-202.
- Graham, A.F. and Lund, B.M. (1993). The effect of temperature on the growth of non-proteolytic type B *Clostridium botulinum*. Letters
- Kato, H.C.A., Lourenço, L.F.H., Araújo, E.A.F., Sousa, C.L., Peixoto Joele, M.R.S. & Ribeiro, S.C.A., (2016). Change in physical

- and chemical characteristics related to the binomial time-temperature used in sous pasteurization see Tambaqui (*Colossoma macropomum*). *The Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science)*, 68, 224-232.
- Lee, E.H., Park, H.S., Oh, K.S. & Cha, Y.J., (1985). Preparation and Keeping Quality of Seasoned Smoked-Dried and Vacuum-Packed Squid. *Bulletin of The Korean Fisheries Society*, 18, 316-324.
- Meng, J. & Genigeorgis, C.A., (1994). Delaying toxigenesis of *Clostridium botulinum* by sodium lactate in 'sous-vide' products. *Letters in Applied Microbiology*, 19, 20-23.
- Mohan, C.O., Ravishankar, C.N., Gopal, T.K.S. & Lalitha, K.V., (2010). Sous Vide Processing of Condiment incorporated Indian White Shrimp, In: Coastal Fishery Resources of India: Conservation and Sustainable Utilisation (Meenakumari, B., Boopendranath, M.R., Edwin, L., Sankar, T.V., Gopal, N. & Ninan, G., Eds.), 1-13, Society of Fisheries Technologists (India), Cochin.
- Montero, P. & Gomez-Guillen, M.C., (2005). High pressure applications on myosystems. In G.V. Barbosa-Canovas, M.S. Tapia, & M.P. Cano (Eds.), Novel food processing technologies (311-342). New York: CRC Press.
- National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Food, (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. *Journal of Food Protection*, 71, 1287-1308.
- 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.
- Ötleş, S. & Şengör, G.F., (2005). Effect of Various Technological Processes on The Fatty Acid Composition of Mussel (*Mytilus galloprovincialis*, L.). *International Journal of Food Engineering*, 1, 3, 5.
- Peck, M.W., (1997). *Clostridium botulinum* and the safety of refrigerated processed foods of extended durability. *Trends in Food Science & Technology*, 8, 186-192.
- Peck, M.W., (2006). *Clostridium botulinum* and the safety of minimally heated, chilled foods: an emerging issue?, *Journal of Applied Microbiology*, 3, 556-570.
- Picouet, P.A., Cofan-Carbo, S., Vilaseca, H., Ballbè, L.C. & Castells, P., (2011). Stability of sous-vide cooked salmon loins processed by high pressure. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12, 26-31.
- Ramos, F.C.P., Lúcia, F.H.L., Joele, M.R.S.P. & Consuelo, L.S.C.A., (2016). Tambaqui (*Colossoma macropomum*) sous vide: characterization and quality parameters, *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 1, 117-130.
- Roca, J. & Brugués, S., (2004). La cocina al vacío. Barcelona: Montagud Editores, S.A, 1-189.
- Rosnes, J.T., Kleiberg, H., Bergslein, H. & Vidvei, J., (1999). Microbiological safety of two sous vide fish based meals. In Third European Symposium on Sous-vide Proceedings (G.A. Armstrong and M.A. Sheard, eds.), 195-204, Alma Sous Vide Competence Centre, Leuven, Belgium.
- Schafheitle, J. M., (1990). The sous vide system for preparing chilled meals. *British Food Journal*, 92, 23-27.
- Schellekens, M., (1996). New research issues in sous-vide cooking. *Trends in Food Science and Technology*, 7, 256-262.
- Sebastia, 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.
- Seidler, T. & Bronowski, M., (1987). Effects of Storage time and thermal treatment on the nutritive value of Squid, *Die Nahrung*, 31 (10):949-957.
- Shakila, R.J., Jeyasekaran, G., Vijayakumar, A. & Sukumar, D., (2009). Microbiological quality of sous-vide cook chill fish cakes during chilled storage. *International Journal Food Science Technology*, 11, 2120-2126.
- Slabyj, B.M. & Carpenter, P.N., (1977). Processing Effect on Proximate Composition

- and Mineral Content of Meat of Blue Mussels, *Journal of Food Science*, 42, 1153-1155.
- Souza, M.L.R., (2002). Comparison of Six Filling Methods and their Relation with Fillet Yield and By-products of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Processing. *Brazilian Journal of Animal Science* 31, 1076-1054.
- Şengör, G.F., Gün, H. & Kalafatoğlu, H., (2003). The Determination of Vitamin Content and Sensorial Quality of Liquid and Traditional Smoked Black Mussel (*Mytilus galloprovincialis*) Canned in Different Sauce Content. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 515-520.
- Şengör, G.F., Kalafatoğlu, H. & Gün, H., (2004). The Determination of Microbial Flora, Water Activity and Chemical Analyses in Smoked-Canned Mussels (*Mytilus galloprovincialis*, L.). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28, 793-797.
- Şengör, G.F., Gün, H. & Kalafatoğlu, H., (2008). Determination of Amino Acid and Chemical Compositions of Smoked-Canned Mussels (*Mytilus galloprovincialis*, L.). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 32, 1-5.
- Şengör, G.F.Ü., (2009). Su Ürünlerinin İşlenmesinde Teknolojik İşlemler ve Paketleme. *Infövet Dergisi*, 66, 112-115.
- Şengör, G.F.Ü., Alakavuk, D.Ü. & Tosun, Ş.Y., (2013). Effect of Cooking Methods on Proximate Composition, Fatty Acid Composition, and Cholesterol Content of Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22,160-167.
- Şengör, G.F.Ü., Ceylan, Z. & Alkan, T., (2015). Farklı Baharatlarla İşleme Alınan ve Sous Vide Tekniği ile Pişirilen Somon Balığı'nın (*Salmo Salar*) Raf Ömrünün Belirlenmesi, 18. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 385.
- Tansey, F.S., Gormley, T.R., Bourke, P., O'Beirne, D. & Oliveira, J.C., (2003). Texture, quality and safety of sous vide frozen foods. In: Edwards JSA, Gustafsson, IB (eds) Culinary arts and sciences IV: global and national perspectives. Bournemouth University, UK, 199-207.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), (2013). Su Ürünleri İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu. 61, Ankara. ISSN 1013-6177.
- Ünlüsayın, M., Gümüş, B., Erdilal, R. & Gülyavuz, H., (2011). The Influence of Different Salting Processes on Protein Loss of Cuttlefish. *Ege Journal of Fish Aqua Science*, 28, 71-74.
- Valenzuela, A. & Valenzuela, R., (2013). Omega-3 Docosa hexaenoic Acid (DHA) and Mood disorders, Why and How to Provide Supplementation? <http://dx.doi.org/10.5772/53322> Chapter 10, 242-261.
- Watier, B., (1988). L'incidence des nouveaux proc6dCs sur les teneurs en vitamines des aliments. *Information Dique* 3, 33-38.