



Sous Vide Pişirme Yönteminin Sebzelerin Besin Değerleri Üzerine Etkisi

Serap Coşansu*, Özlem Kıymetli

Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 54187 Sakarya, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Geliş 10 Nisan 2016
Kabul 19 Ekim 2016
Çevrimiçi baskı, ISSN: 2148-127X

Anahtar Kelimeler:

Sous vide
Pişirme
Besin değeri
Antioksidan kapasite
Vitamin

*Sorumlu Yazar:

E-mail: scosansu@sakarya.edu.tr

ÖZET

Sous vide gıdanın ısıya dayanıklı poşet içinde vakum paketlenildikten sonra ısı işleme tabi tutulduğu bir pişirme yöntemidir. Bu yöntemle et, tavuk, balık ve sebze pişirilebilir; hatta bunların karışımından oluşan her türlü yemek ön pişirme uygulandıktan sonra vakum paketlenip ısı işleme tabi tutularak dayanıklı hale getirilebilir. Sous vide pişirme aynı zamanda bir muhafaza yöntemi olup, ısı işleminden sonra hızla soğutulan ürün uzun süre soğukta depolanabilir. Bu yöntem ürünün vakum paket içinde aromasını, lezzetini ve besin değerini kaybetmeden pişirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu derlemede sous vide pişirme yönteminin çeşitli sebzelerde antioksidan bileşikler ve vitaminler gibi önemli besin öğeleri üzerine etkilerine değinilecektir.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 4(11): 919-925, 2016

Effect of Sous Vide Cooking Method on Nutritional Values of Vegetables

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 April 2016
Accepted 19 October 2016
Available online, ISSN: 2148-127X

Keywords:

Sous vide
Cooking
Nutritional value
Antioxidant capacity
Vitamin

*Corresponding Author:

E-mail: scosansu@sakarya.edu.tr

ABSTRACT

Sous vide is a cooking method in which food is heat processed after vacuum packaging in heat stable pouches. Meat, chicken, fish and vegetables can be cooked by this method; even meals containing these ingredients can be preserved by heat processing after precooking and vacuum packaging steps. Meanwhile sous vide cooking is a preservation method that the product is cooled rapidly after heat processing and can be stored for long periods. By this method, food can be cooked in vacuum packed without losing its flavour, taste and nutritional value. In this review, the effects of sous vide cooking on the major nutrients of vegetables such as antioxidant compounds and vitamins will be mentioned.

Giriş

Sous vide (SV) yöntemi çiğ veya pişmiş gıdaların vakumlu poşet içerisinde kontrollü sıcaklık ve süre uygulanarak pişirilmesi tekniğidir (Schellekens ve Martens, 1993). Hazır yemek sektöründe ilk uygulamaları 1960'lara dayanan vakum altında pişirme; 1970'li yıllarda Fransa'da geliştirilerek SV yöntemi ortaya çıkmıştır. SV yönteminin ilk kez 1974 yılında Fransız aşçı George Pralus tarafından geliştirildiği pek çok kaynakta yer almakla birlikte, 1971 yılında bir Amerikan şirketi tarafından alınmış olan ve yöntemin temel kavramlarının tanımlandığı bir patent bulunmaktadır (Schellekens ve Martens, 1993; Creed, 1998a).

SV yönteminde ön hazırlık, vakum paketlenme ve kontrollü koşullar altında pişirme aşamalarından sonra ürün 1-8°C'ye soğutulur ve depolanır (Schellekens, 1996;

Mol ve Özturan, 2009; Yılmaz ve Bilici, 2014). Her ürünün tipine göre vakumlanma düzeyi ve pişirme sıcaklığı değişiklik gösterir. Örneğin hassas ürünler ve acı soslar tam vakumlanmaz. Balık ve etler için daha düşük sıcaklık kullanılırken sebzelerde kabul edilebilir tekstür için daha yüksek sıcaklık kullanılır (Schellekens, 1996; Creed, 1998b). Ayrıca bu yöntemde uygulama aşamaları da farklılık gösterebilir. Bazı ürünlerde vakum paketlenmeden önce haşlama işlemi gerekirken bazılarında bu aşamaya gerek yoktur (Vlok, 1998; Rinaldi ve ark., 2013; Stea ve ark., 2007).

SV yöntemi ile pişirilmiş gıdaların raf ömrü geleneksel yöntemlerle pişirilmiş gıdalara göre daha uzundur. Ürün tipine ve uygulanan ısı işleminin şiddetine göre SV ürünlerin raf ömrü 1 haftadan 7 haftaya kadar

değişebilmektedir (Topal ve ark., 1996; Vaudagna ve ark., 2002; Gonzales-Fandos ve ark., 2004; Cosansu ve ark., 2011; 2013; Mol ve ark., 2012a; 2012b). Bu yöntemle pişirilen ürünlerin kabul edilebilirliğini sınırlayan en önemli faktörler ısı ile işlemede uygulanan sıcaklık-süre ile depolama koşullarına bağlı olarak duyuşal özelliklerinde meydana gelen arzu edilmeyen değişimler ve mikrobiyal gelişmedir (El-Ansari ve Bekhit, 2015). Düşük sıcaklıkta uzun süre ısı ile işleme uygulanan SV yöntemi ile pişirilen ürünlerde, sıcaklık-süre kombinasyonu, ürünün başlangıç mikrobiyal yükü, üretim hijyeni, depolama sıcaklığı ve süreye bağlı olarak özellikle *Clostridium botulinum* gibi sporlu anaerobik bakteriler ve *Listeria monocytogenes* risk oluşturabilmektedir (Nyati, 2000; Juneja ve Marner, 1996).

Kontrollü sıcaklıkta gıdanın pişirilmesi ve vakum poşetlerde gerçekleştirilmesi nedeniyle SV yöntemi geleneksel pişirme yönteminden ayrılır (Baldwin, 2012). Bu farklılıkları duyuşal, mikrobiyolojik, organoleptik, fiziksel ve kimyasal analizler gerçekleştirerek ortaya koyan çalışmalar mevcuttur (Petersen, 1993; Werlein, 1998; Garcia-Linares ve ark., 2004; Iborra-Bernad ve ark., 2014; Dos Reis ve ark., 2015a). Bu yöntemde ürün vakumlu poşet içinde pişirilip depolandığı için ısı ile işleme sonrası kontaminasyon riski en aza indirilmiştir. SV yönteminin bir diğer avantajı ürünün oksijenle teması kesildiğinden oksidasyondan kaynaklanan bozulmaların büyük ölçüde engellenmesidir. Pişirme aşamasının ardından hızla soğutulmuş düşük sıcaklıkta depolanan üründe mikroorganizma gelişimi engellenir. Ancak depolama esnasında yüksek sıcaklığa maruz kalması veya işleme esnasında hijyene dikkat edilmemesi durumlarında özellikle anaerobik ve fakültatif anaerobik mikroorganizmalar için uygun ortam oluşacağından gıda zehirlenmesi riski oluşabilir (Baldwin, 2012; Creed, 1998b; Nyati, 2000; Juneja ve Marner, 1996).

SV yöntemi ile pişirmenin genelde besin değerinde meydana gelen kayıpları en aza indirdiği görüşü mevcuttur. Bu görüşün dayandığı temel, geleneksel pişirme yöntemlerinde yüksek sıcaklık nedeniyle yapısı bozulan veya sızma yada oksidasyonla kayba uğrayan vitamin vb. besin öğelerinin SV yöntemi ile pişirmede ılımlı ısı ile işleme nedeniyle daha az zarara uğraması ve ürün içinde veya paket içinde kalan suda tutulmasıdır (Armstrong, 2004).

Çiğ veya işlenmiş meyve ve sebzelerin tüketimi bazı hastalıklara karşı koruyucu etki gösterdiğinden bu ürünler günlük diyetlerimizin vazgeçilmezidir. İşlenmiş meyve ve sebzelerin besin değerinin ve biyoaktif bileşenlerinin korunması istenir. Sebzelere pişirme öncesi uygulanan yıkama, doğrama gibi işlemler ile pişirme sırasında besin değerlerinde önemli kayıplar meydana gelebilir. Söz konusu kayıpların neden ve nasıl gerçekleştiğinin anlaşılması bu kayıpları sınırlandırmak ve gıdanın besin değerini korumak açısından son derece önemlidir (Fabbri ve ark., 2016). Pişirme yönteminin fiziko-kimyasal özellikler ve besin değeri üzerine etkisi sebze türüne bağlı olarak farklılık gösterebildiğinden, her bir sebze için uygun bir pişirme yönteminin seçilmesi önerilmektedir (Miglio ve ark., 2008). SV pişirme yönteminin sebzelerin bileşimine ve fonksiyonel özelliklerine etkileri alt başlıklar halinde incelenmiş ve tartışılmıştır.

Toplam Antioksidan Kapasite

Sebzelerin bileşiminde bulunan fenolik bileşikler, C vitamini, E vitamini ve karotenoidler antioksidan aktiviteleri nedeniyle vücudun oksidatif strese karşı savunma mekanizmasında önemli rol oynarlar. Bu nedenle oksidatif zarara karşı koruyan antioksidanların hastalıkları önlemede önemli işlevleri bulunmaktadır (Podsedek, 2007).

Pişirme yöntemlerinin toplam antioksidan aktivite üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda yöntemlere göre farklı oranlarda olmakla birlikte SV pişirme de dahil olmak üzere genellikle tüm pişirme yöntemlerinin brokoli, karnabahar, havuç, Brüksel lahanası gibi sebzelerin toplam antioksidan kapasitelerini artırdığı belirlenmiştir (Chiavaro ve ark., 2012; Martinez-Hernandez ve ark., 2013a; 2013b; Dos Reis ve ark., 2015b). Martinez-Hernandez ve ark. (2013a) başlangıçta 296,6 mg/kg (taze ağırlık, askorbik asit eşdeğeri) olan toplam antioksidan kapasitesinin vakum haşlama uygulanmış örnek hariç tüm örnek gruplarında arttığını, en fazla artışın SV, mikrodalga ve derin yağda kızartma uygulanan örneklerde olduğunu ve bu örneklerin çiğ brokoliden 3,6 kat daha fazla toplam antioksidan kapasiteye sahip olduklarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar SV yöntemi ile pişirilmiş brokoli örneklerinde toplam antioksidan kapasitesindeki artışa bu yöntemde uygulanan ılımlı ısı ile işleme (90°C/15 dakika) ve oksijen miktarını önemli derecede azaltan vakumlamanın katkıda bulunmuş olabileceğini ifade etmişlerdir. Yine brokoli ile yapılan başka bir çalışmada (Martinez-Hernandez ve ark., 2013b) SV, mikrodalga ve SV-mikrodalga yöntemleri ile pişirilen örneklerde toplam antioksidan kapasitesinde 4,7-5,4 kat artış olduğu saptanmıştır. Organik brokoli ve karnabahar ile yapılan bir çalışmada da (Dos Reis ve ark., 2015b) benzer sonuçlar elde edilmiş olup; haşlama, buharda, mikrodalgada ve SV pişirme yöntemlerinin hepsinin antioksidan kapasitede artış sağladığı ve SV pişirme (90°C/20 dakika) uygulanan örneklerde en yüksek antioksidan kapasite belirlendiği ifade edilmiştir. SV pişirilmiş hindiba kökünde ise çiğ örneklerle karşılaştırıldığında toplam fenol içeriği ve antioksidan aktivitede önemli bir değişiklik olmamıştır (Renna ve ark., 2014). Haşlama hariç olmak üzere SV pişirmenin de dahil olduğu diğer tüm pişirme tekniklerinde antioksidan kapasitedeki artışın olası nedenleri şu şekilde sıralanmıştır (Martinez-Hernandez ve ark., 2013a; Dos Reis ve ark., 2015b):

- Hücre duvarı ve hücre bileşenlerinin sıcaklığın etkisi ile parçalanması ve antioksidan bileşenlerin serbest hale geçmesi,
- Termal kimyasal reaksiyonlar sonucu güçlü radikal yakalayıcıların üretimi,
- Oksidatif enzimlerin termal inaktivasyonu ile antioksidanların oksidasyon kapasitelerinin baskılanması,
- Maillard reaksiyonu ürünleri gibi antioksidan kapasiteye sahip yeni ürünlerin oluşumu.

Toplam Fenolik Madde İçeriği

Sebzelerin SV yöntemi ile pişirilmesi halinde toplam fenolik madde miktarında meydana gelen değişimlerin sebze ve başta sıcaklık ve süre olmak üzere pişirme koşullarına göre değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır. Örneğin brokoliye SV pişirme uygulandığında toplam fenolik madde miktarı taze brokoliye göre yükselmektedir (Martinez-Hernandez ve ark. 2013a, 2013b). SV yöntemi yanında haşlama, buharda pişirme, mikrodalga fırında pişirme gibi farklı pişirme yöntemlerinin brokolinin besin değeri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Martinez-Hernandez ve ark., 2013a), vakum haşlama hariç tüm pişirme tekniklerinde çiğ brokoli örneği ile karşılaştırıldığında toplam fenolik madde içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Çiğ brokoli örneğinde taze ağırlık üzerinden 1148,4 mg/kg olan toplam fenol içeriği SV yöntemi ile pişirilmiş (90°C/15 dakika) brokoli örneğinde 2000 mg/kg değerinin üzerine çıkmıştır. Martinez-Hernandez ve ark. (2013b) tarafından yapılan başka bir çalışmada kaynar suda haşlanan brokolide toplam fenol içeriğinde %40 kayıp meydana geldiği, buna karşın SV pişirme de dahil olmak üzere diğer pişirme yöntemlerinde toplam fenol içeriğinin yükseldiği belirlenmiştir. Benzer şekilde Dos Reis ve ark. (2015a) tarafından da SV pişirilmiş brokolinin toplam fenol içeriğinin taze brokoliye göre %49 oranında daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Chiavaro ve ark. (2012) buharda pişirmenin havuçtaki fenolik bileşikler olumsuz yönde etkilerken, SV pişirme yönteminin bu bileşikler koruduğunu, flavonoid içeriği yanında kafeik ve ferrulik asit içeriğini artırdığını belirlemişlerdir. Buna göre, pişirme sırasında ısı işlemin etkisi ile sebze dokusunda bulunan fenolik maddeler serbest hale geçmekte ve SV pişirme yönteminde uygulanan vakum paketlenme sayesinde serbest hale geçen fenolik maddeler oksidasyondan korunmaktadır. Patras ve ark. (2010) ise sıcak suya daldırılarak (70°C'de 2 dakika) pişirilen havuçlarda fenolik madde içeriğinde kayıp olmazken SV yöntemiyle (90°C'de 10 dakika) pişirilen havuçlarda %29,2 oranında kayıp olduğunu belirlemişler ve bu kadar yüksek oranda kaybın nedeninin SV pişirmenin daha yüksek sıcaklıkta ve daha uzun sürede yapılması olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer yandan depolama sırasında sıcak suda haşlanan havuçlarda 5 gün sonra %83, SV pişirilen havuçlarda ise 20 gün sonra %57 kayıp meydana gelmiştir. SV pişirilmiş havuçta daha az kayıp meydana gelmesinin nedeni ısı işleminin etkisi ile polifenol oksidaz gibi enzimlerin inaktif hale gelmesi, böylece depolama sırasında fenolik bileşiklerin daha az yıkıma uğramasıdır.

SV pişirme yönteminin hindiba (Renna ve ark., 2014) ve taze fasulyede (Baardseth ve ark., 2010) toplam fenol içeriğine etki etmediği, buna karşın Brüksel lahanası (Chiavaro ve ark., 2012), karnabahar (Dos Reis ve ark., 2015a) ve sarı şalgamda (Baardseth ve ark., 2010) toplam fenolik madde miktarının azalmasına neden olduğu gözlenmiştir. Brüksel lahanasında SV pişirme ile taze ve buharda pişirilmiş örnekler göre toplam fenolik madde içeriğinin daha düşük olmasının nedeni olarak pişirme süresinin daha uzun olması ve SV pişirilmiş örnekler uygulanan tekrar ısıtma işlemi gösterilmiştir (Chiavaro ve ark., 2012).

Karotenoid Bileşikler

Karotenoid bileşikler (karotenler ve ksantofiller) pek çok meyve ve sebze bulunan sarı, kırmızı ve turuncu renkteki pigmentlerdir. Genel olarak meyve ve sebzeler uygulanan ısı işlemin karotenoid konsantrasyonunu yükselttiği ileri sürülmektedir (Podsdek, 2007). SV pişirmenin toplam karotenoid miktarı üzerine etkisinin sebze türüne ve pişirme koşullarına göre değiştiği gözlenmektedir. Örneğin brokolide tüm pişirme yöntemlerinin toplam karotenoid içeriğini 1,5-2 kat artırdığı ve taze brokolide 8 mg/kg olan toplam karotenoid miktarının SV pişirme ile 15,1 mg/kg değerine ulaştığı belirlenmiştir (Martinez-Hernandez ve ark., 2013b). Aynı araştırmacılar başka bir çalışmada (Martinez-Hernandez ve ark., 2013c), brokolide başlıca karotenoid bileşik olan luteinin SV pişirme ile taze brokoliye göre 5,2 kat arttığını, buna karşın ızgarada pişirme hariç diğer pişirme yöntemlerinde artışın daha fazla olduğunu saptamışlardır. Buna göre SV pişirme brokolideki toplam karotenoid içeriğinin artışına neden olmakla birlikte diğer pişirme yöntemleri ile karşılaştırıldığında bu açıdan orta düzeyde bir etkisi bulunmaktadır (Martinez-Hernandez ve ark., 2013c, Dos Reis ve ark., 2015a). Diğer yandan organik brokoli ile yapılan bir çalışmada SV pişirme ile lutein miktarının yükseldiği, ancak diğer karotenoid bileşikler yıkıma uğradığından toplam karotenoid miktarının azaldığı ifade edilmiştir (Dos Reis ve ark., 2015b).

Karotenoid bileşikler bakımından zengin olan havuçta ise SV pişirme koşullarına göre farklı sonuçlar elde edilmiştir. Werlein (1998) α ve β -karoten içeriği açısından SV yöntemi ile pişirilen havuç ile kaynar suda havuç örnekleri arasında önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir. Patras ve ark. (2010) SV yöntemi ile (90°C'de 10 dakika) pişirilen havuçta toplam karotenoid içeriğinde %4,1; sıcak suya daldırılarak (70°C'de 2 dakika) pişirilen havuçta ise %42,9 kayıp meydana geldiğini belirlemişlerdir. Iborra-Bernad ve ark. (2015) havucun su ile temas ettiği kaynar suda haşlama gibi pişirme yöntemlerinde çiğ havuca göre daha fazla β -karoten saptadıklarını, SV pişirmede ise kayıp meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Buna karşın başka bir çalışmada (Chiavaro ve ark., 2012) 100°C'de 20 dakika süreyle SV yöntemiyle pişirilen havuçta başta α ve β -karoten olmak üzere lutein dışındaki karotenoid bileşiklerde artış olduğu gözlenmiştir. Araştırmacılar SV pişirilmiş havuçtaki karotenoid bileşiklerin miktarında meydana gelen artışın sebze dokusunda protein ve/veya membran kalıntılarında bulunan kristal haldeki α ve β -karotenin uygulanan ısı işlemin etkisi ile buharda pişirmeye göre daha fazla serbest hale geçmelerinden kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Diğer yandan Patras ve ark. (2010) sıcak suya daldırılarak pişirilen havuçlar 4°C'de 5 gün depolandığında karotenoid bileşikler %83 oranında kayba uğrarken, SV yöntemi ile pişirilen örneklerde 20 günlük depolama periyodu sonunda %53 oranında kayıp meydana geldiğini belirlemişlerdir. Buna göre SV pişirmenin havucun karotenoid içeriği üzerine etkisi konusunda farklı bulgular bulunmakla birlikte, bu yöntem depolama sırasında karotenoid bileşiklerin kaybını

engelleyebilmektedir.

Karnabaharda baskın karotenoid bileşik β -karoten olup, lutein ikinci sırada gelmektedir. SV yöntemi ile pişirilen karnabaharda lutein miktarının %42 oranında yükseldiği, bazı karotenoid bileşiklerde azalma olduğu, buna karşı toplam karotenoid miktarında %15 oranında artış meydana geldiği bildirilmiştir (Dos Reis ve ark., 2015a). Ancak aynı araştırmacılar organik olarak yetiştirilen karnabahar ile yaptıkları başka bir çalışmada (Dos Reis ve ark., 2015b) SV pişirme ile toplam karotenoid içeriğinin önemli oranda azaldığını ifade etmişlerdir.

Brüksel lahanasında ise taze örneklerde karotenoid bileşikler saptanamamasına rağmen, SV yöntemi ile pişirilen örneklerde düşük miktarlarda olmakla birlikte belirlenmiştir (Chiavaro ve ark., 2012). Çünkü SV pişirmede ve sonrasında uygulanan tekrar ısıtma aşamasında sebze dokusunda bulunan karotenoid bileşikler daha iyi ekstrakte olabilir hale gelmiştir. Ayrıca SV pişirilen örneklerde depolama süresince karotenoid bileşiklerin arttığı gözlenmiş olup, bu durum depolama süresince gittikçe yumuşayan sebze dokusundan daha fazla karotenoid bileşiğin salındığı şeklinde açıklanmıştır.

Klorofil

SV pişirmenin klorofil içeriği üzerine etkisi konusunda farklı bulgular söz konusudur. Martinez-Hernandez ve ark. (2013b) SV pişirilmiş brokolide klorofil a ve b'nin haşlama, buharda, mikrodalgada ve ızgarada pişirme yöntemlerine göre daha fazla yıkıma uğradığını belirlemişlerdir. Buna karşın başka bir çalışmada (Dos Reis ve ark., 2015a) kaynar suda haşlama hariç diğer pişirme yöntemleri ile brokolinin toplam klorofil içeriğinin yükseldiği, SV yöntemi ile pişirilen örneklerde mikrodalgada ve buharda pişirilen örnekler göre daha fazla klorofil bulunduğu belirlenmiştir. Organik brokoli ile yapılan benzer bir çalışmada ise toplam klorofil içeriğini korumada SV yönteminin mikrodalgada pişirmeden sonra en etkili ikinci yöntem olduğu ifade edilmiştir (Dos Reis ve ark., 2015b).

Antosiyaninler

Kırmızı lahananın rengi flavonoidler grubunda yer alan antosiyaninlerden kaynaklanmakta olup, yapısında 15 farklı antosiyanin bulunmaktadır (Podsedek 2007). Kırmızı lahanada antosiyanin kaybının haşlanma ile pişirilenlerde SV yöntemi ile pişirilenlere göre iki kat daha fazla olduğu belirlenmiştir (Iborra-Bernad ve ark., 2014). Haşlama ile daha fazla kayıp olmasının başlıca nedeni haşlama suyuna sızma olarak gösterilmektedir. Diğer bir deyişle SV pişirme ile antosiyanin kaybı önemli oranda engellenmektedir. Kaynar suda haşlama ve cook-vide (paketlenmemiş ürünün vakumlu ortamda pişirilmesi) yöntemleri ile karşılaştırıldığında SV pişirmenin mor patateslerde antosiyanin içeriğini muhafaza etmede en etkili yöntem olduğu belirlenmiştir (Iborra-Bernad ve ark., 2015). Sous vide yöntemi ile pişirilen mor patateslerde antosiyanin içeriğinin diğer pişirme yöntemlerine göre daha yüksek çıkmasındaki başlıca etkenler; uzun pişirme süresi nedeniyle daha fazla hücre duvarı yıkımı ve bunun sonucunda antosiyanin ekstraksiyonunun artması ve ekstrakte olan antosiyaninin

pişirme ortamı ile teması engelleyen vakum poşet içinde kalmasıdır.

Glukosinolatlar

Glukosinolatlar brokoli gibi Turpgiller (*Brassicaceae*) familyasında yer alan sebzelerde bulunan, nispeten düşük antioksidan aktiviteye sahip olmakla birlikte hidroliz ürünlerinin antikanserijen etki gösterdiği bilinen bileşiklerdir (Podsedek, 2007; Yemiş ve Artık, 2007). Brokoli SV yöntemi ile pişirildiğinde glukosinolat içeriğinde yaklaşık %80 kayıp meydana geldiği bildirilmiştir (Martinez-Hernandez ve ark., 2013c). Haşlama ile de SV yöntemine benzer oranda yüksek kayıp olmasına karşın düşük basınçlı buharda, mikrodalgada veya mikrodalga ile SV pişirmenin kombine edildiği pişirme işlemlerinde kayıp %40 olarak belirlenmiştir. SV pişirmede gözlenen yüksek glukosinolat kaybının; uzun pişirme süresi nedeniyle glukosinolatların uzun süre yüksek ısıya maruz kalmaları, vakumlama işleminden dolayı bu bileşenlerin hücre dışına çıkmasıyla ısıl işlemin zararlı etkisine karşı korumasız hale gelmeleri ve mirozinaz enzimi ile yıkıma uğramaları gibi nedenlerden kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür.

C Vitamini

Askorbik asit ile oksidasyon ürünü olan dehidroaskorbik asitten oluşan C vitamini başta antioksidan aktivite olmak üzere insan vücudunda çok sayıda biyolojik aktiviteye sahiptir (Podsedek, 2007). Turpgiller (*Brassicaceae*) familyasına dahil brokoli, karnabahar, Brüksel lahanası, lahana, turp gibi sebzeler yüksek miktarda C vitamini içerirler. Tüketici alışkanlıklarına bağlı olarak bu sebzelerin tüketimi günlük C vitamini ihtiyacının yarısını karşılayabilir (Dominguez-Perles ve ark., 2014). Brokoli, yeşil fasulye, havuç gibi sebzelerle yapılan çalışmalar genellikle SV yönteminin C vitamini içeriğinde pişirme ile meydana gelen kayıpları azalttığını, diğer bir deyişle diğer pişirme yöntemlerine göre daha az kayba yol açtığını ortaya koymuştur (Tablo 1).

Sous vide yöntemi ile pişirilen brokolide askorbik asidin muhafazasının paket içindeki vakum düzeyine bağlı olduğu belirlenmiştir (Peterson, 1993). Buna göre, %97 oranında vakum uygulanıp 100°C'de 40 dakika pişirilen örneklerde askorbik asit kaybı önlenirken, vakum oranı %92 olduğunda askorbik asit içeriğinde 1/3 oranında kayıp meydana gelmektedir. Beş dakika süreyle kaynar suda haşlama, buharda pişirme ve SV pişirme işlemi karşılaştırıldığında; haşlama ile brokolinin askorbik asit içeriğinde %36 kayıp meydana gelmiş, buna karşın diğer iki yöntemde kayıp olmamıştır (Peterson 1993). Yakın zamanda yapılan bir çalışmada (Martinez-Hernandez ve ark., 2013c), SV yöntemi ile pişirilen brokolide kaynar suda haşlama, buharda, mikrodalgada ve ızgarada pişirme yöntemlerine göre askorbik asit içeriğinde daha az kayıp meydana gelmiştir. En az kayıp ise mikrodalga ve SV yönteminin kombine edildiği pişirme yönteminde olmuştur. SV yöntemi C vitaminin korunması açısından en uygun yöntem olarak önerilmekle birlikte; uygulanan vakumlama işleminin hücre içi sıvıların sızmasına ve dokunun bozulmasına yol açacağı, bunun sonucunda askorbik asit ve oksidatif enzimler daha

kolay bir araya geleceğinden pişirme sonrası depolama süresince C vitamini yıkımının daha şiddetli olacağına dikkat çekilmektedir.

SV pişirme ile havucun askorbik asit içeriğinde değişiklik gözlenmezken, buharda pişirilen havuçlardaki kayıp oranı %34 olarak saptanmıştır (Chiavaro ve ark., 2012). Askorbik asit içeriğinde meydana gelen kayıp üzerine sebze dokusunun da etkisi olduğu gözlenmiştir. Buna göre SV yöntemi ile pişirilen Brüksel lahanasında aynı yöntemle pişirilen havuç örneklerine göre askorbik asit içeriğinde daha fazla kayıp meydana gelmektedir (Chiavaro ve ark., 2012). Diğer bir deyişle havuç ve Brüksel lahanasının tekstürel farklılıkları bu iki sebzeyi SV pişirmeden farklı düzeyde etkilenmelerine yol açmaktadır. Bu fark özellikle depolama sırasında daha belirgin hale gelmektedir. Brüksel lahanasının depolama sırasında dokuda meydana gelen yumuşama ile askorbik asidin de içinde yer aldığı antioksidan bileşikler serbest hale geçmekte ve yıkıma uğramaları kolaylaşmaktadır. Buna karşın havucun tekstürü gittikçe daha sertleşmekte ve bu moleküllerin korunmasını sağlamaktadır.

SV yöntemi ile pişirilen yeşil fasulyede toplam askorbik asidin %70,7'si muhafaza edilirken, kaynar su içinde haşlanan örneklerde bu oran %50,4'tür (Baardseth ve ark., 2010). SV yöntemiyle pişirilmiş yeşil fasulye ısıtma amacıyla 70°C'deki buhar fırınında 1 saat tutulduğunda askorbik asit içeriğinde bir miktar azalma meydana gelmekle birlikte, kaynar su içinde haşlanarak veya vakum uygulanmadan poşette içinde pişirilen örneklerde yaklaşık 2-3 kat daha fazla kayıp olmaktadır. Iborra-Bernad ve ark. (2015) ise SV ve cook-vide yöntemleri ile pişirilen yeşil fasulyelerin kaynar suda haşlanan örneklerle göre daha fazla C vitamini içerdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, SV ve cook-vide yöntemlerinde kısa pişirme süresi uygulanan örneklerde çiğ yeşil

fasulyeye göre daha fazla C vitamini bulunduğu, bu durumun pişmiş örneklerde nem miktarının azalmasına bağlı olarak meydana gelen konsantrasyon artışından kaynaklanabileceğini ifade edilmiştir.

Folat

Folat; folik asit, 5-metiltetrahidrofolik asit, 5-formiltetrahidrofolik asit gibi pterin türevlerine verilen genel bir isimdir. B grubu vitaminler içinde yer alan folat, özellikle bebeklerde görülen nöral tüp bozukluklarının önlenmesi açısından gebe kadınların günlük diyetlerinde mutlaka almaları gereken bir vitamindir. Ayrıca kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıkların önlenmesinde koruyucu etkiye sahiptir (Delchier ve ark., 2013).

SV yöntemi ile (100°C'de 40 dakika) pişirilen brokolide folat içeriğinde sadece %11 oranında kayıp olurken, yine aynı sıcaklıkta buharda pişirilen brokolide 20 dakikada %26, 40 dakikada ise %41 kayıp olmaktadır (Petersen, 1993). Kaynar suda haşlama, buharda pişirme ve SV yöntemlerinde beşer dakikalık ısı işlem karşılaştırıldığında folat içeriğinde en az kayıp SV yöntemiyle pişirilmiş brokolide olmak üzere sırasıyla %39, %12 ve %3 kayıp meydana gelmiştir. Yine brokoli ile yapılan başka bir çalışmada ise (Stea ve ark., 2007) 90°C'de 7 dakikalık SV pişirme işleminin folat içeriğinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir.

SV yöntemi ile pişirilen soyulmuş patateslerde neredeyse hiç folat kaybı olmazken, çiğ patatese göre kuru madde üzerinden kaynar suda haşlanan soyulmuş patateslerde %59, soyulmadan fırında pişirilen patateslerde %63 oranında folat kaybı olmaktadır (Stea ve ark., 2007).

Tablo 1 SV pişirmenin çeşitli sebzelerde C vitamini içeriği üzerine etkisi

Sebze	SV pişirmenin C vitamini üzerine etkisi	Karşılaştırılan diğer pişirme yöntemleri	Kaynak
Brokoli	100°C'de 40 dakika SV pişirmede: - %97 vakum oranında kayıp yok - %92 vakum oranında yaklaşık %33 kayıp	Isıl işlem süresi 5 dakika olmak kaydıyla; haşlamada %36 kayıp, SV ve buharda pişirmede kayıp yok	Peterson, 1993
Brokoli	%35 kayıp	Kaynar suda haşlama: %61 kayıp Düşük basınç buhar: %39 kayıp Yüksek basınç buhar: %38 kayıp MW (mikrodalga): %37 kayıp SV-MW pişirme: %31 kayıp Izgarada pişirme: %45 kayıp	Martinez-Hernandez ve ark., 2013c
Yeşil Fasulye	%29,3 kayıp	Kaynar suda haşlama: %49,6 kayıp	Baardseth ve ark., 2010
Yeşil Fasulye	80°C'de pişirme süresi 40 veya 50 dakika olduğunda askorbik asit içeriği çiğ örnekten daha yüksek, ancak süre 60 dakika olduğunda bir miktar kayıp meydana gelmekte	Kaynar suda haşlama ile kayıp daha fazla	Iborra-Bernad ve ark., 2015
Havuç	Kayıp yok	Buarda pişirme: %34 kayıp	Chiavaro ve ark., 2012
Brüksel Lahanası	Yaklaşık %50 kayıp	Buarda pişirme: %52 kayıp	Chiavaro ve ark., 2012
Sarı şalgam	%47 kayıp	Kaynar suda haşlama: %66 kayıp	Baardseth ve ark., 2010

B6 Vitamini

Brokoli SV yöntemi ile (100°C'de 40 dakika) pişirildiğinde B6 vitamini içeriğinde %17 oranında kayıp olurken, aynı sıcaklıkta ve aynı sürede buharda pişirilen brokolide %66 kayıp olmaktadır (Petersen, 1993). Pişirme sıcaklığı (100°C) ve süresi (5 dakika) aynı olmak koşuluyla kaynar suda haşlama, buharda pişirme ve SV yöntemiyle pişirmede B6 vitaminindeki kayıp oranları sırasıyla %55, %17 ve %3 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre brokolide B6 vitamini kaybını en aza indirecek yöntemin SV yöntemi olduğu anlaşılmaktadır.

Uçucu Bileşenler

Sebzelerdeki uçucu bileşen kompozisyonunda meydana gelen değişimler son ürünün duyu kalitesini etkilemektedir. Rinaldi ve ark. (2013) uçucu bileşiklerden özellikle terpenlerde SV pişirme ile daha az kayıp meydana geldiğini ve SV yöntemiyle pişirilen havuçların buharda pişirilenlere göre orijinal çiğ havuç aromasını daha iyi koruduğunu belirlemişlerdir.

Tiyosiyanat ve izotiyosiyanat taze Brüksel lahanasında bulunan temel uçucu bileşenler içinde yer almaktadır. Bu bileşikler düşük konsantrasyonlarda hoş ve iştah açıcı etki gösterirler. SV pişirme yöntemi ile Brüksel lahanasındaki tiyosiyanat ve izotiyosiyanat içeriğinin buharda pişirmeye göre daha fazla kayba uğradığı belirlenmiştir (Rinaldi ve ark., 2013). Böylece bu bileşiklerde meydana gelen kayıpla ortaya çıkan lezzet tüketici tarafından tercih edilebileceğinden bu durum SV yönteminin sağladığı bir avantaj olarak değerlendirilebilir.

Falcarinol ve Falcarindiol

Falcarinol ve falcaridiol Maydanozgiller (*Apiaceae* veya *Umbelliferae*) familyasında yer alan pek çok bitkide bulunan ve 20-200 µg/ml konsantrasyonda pek çok küfe ait sporların çimlenmesini önleyen antifungal özellikte bileşiklerdir. Ayrıca bu iki bileşiğin de içinde yer aldığı poliasetilenlerin kanser hücreleri üzerine sitotoksik etki gösterdiği bilinmektedir (Christensen ve Brandt, 2006). Yabani havuç (*Pastinaca sativa*) SV yöntemiyle pişirildiğinde falcarinol ve falcaridiol içeriğinde suya daldırılarak pişirilen örnekler göre daha fazla kayıp meydana geldiği ve bu durumun SV yöntemi ile (90°C'de 10 dakika) pişirilen havuçlara pişirme öncesi uygulanan ilave haşlama işleminden kaynaklandığı bildirilmiştir (Rawson ve ark., 2010). Araştırmacılar SV yöntemi ile poliasetilen içeriğinde daha fazla kayıp meydana gelmekle birlikte, bu yöntemle pişirilen havucun raf ömrünün daha uzun olması nedeniyle tercih edilebileceğini ifade etmişlerdir.

Sonuç

SV yönteminin sebzelerin besin değeri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bugüne kadar yapılan çalışmalar, sebze türü ile pişirmede uygulanan sıcaklık ve süreye bağlı olmak üzere, genellikle bu pişirme tekniğinin sebzelerin besin değerini koruduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle, SV yöntemi diğer pişirme yöntemleri ile karşılaştırıldığında C vitamini, folat ve B₆ vitamininde

meydana gelen kayıpları azaltması ve antosiyanin içeriğini koruması dikkat çekicidir. Kuşkusuz SV yönteminde uygulanan vakum paketlenme işlemi hem oksijenin uzaklaştırılması hem de pişirme sırasında besin öğelerindeki kayıpların önlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Sonuç olarak SV pişirme yöntemi sebzelerin raf ömrünü uzatmak ve duyu kalitelerini korumak yanında besin değerlerinin korunmasına da katkıda bulunmaktadır.

Kaynaklar

- Armstrong GA. 2004. Minimal thermal processing: cook-chill and sous vide technology. In: (Hui YH, Ghazala S, Graham DM, Murrel KD, Nip WK) *Handbook of Vegetable Preservation and Processing*. Marcel Dekker Inc, NY, USA, p 409-423.
- Baardseth P, Bjerke F, Martinsen BK, Skrede G. 2010. Vitamin C, total phenolics and antioxidative activity in tip-cut green beans (*Phaseolus vulgaris*) and swede rods (*Brassica napus* var. *napobrassica*) processed by methods used in cetering. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90: 1245-1255.
- Baldwin DE. 2012. Sous vide cooking: A review. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 1: 15-30.
- Chiavaro E, Mazzeo T, Visconti A, Manzi C, Forliano V, Pellegrini N. 2012. Nutritional Quality of Sous Vide Cooked Carrots and Brussels Sprouts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60: 6019-6025.
- Christensen LP, Brandt K. 2006. Bioactive polyacetylenes in food plants of the Apiaceae family: Occurrence, bioactivity and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 41(3): 683-693.
- Cosansu S, Mol S, Alakavuk DU, Ozturan S. 2011. The effect of lemon juice on bonito (*Sarda sarda*, Bloch, 1793) preserved by sous vide packaging. *International Journal of Food Science and Technology* 46: 395-401.
- Cosansu S, Mol S, Alakavuk DU, Ozturan S. 2013. The effect of lemon juice on shelf life of sous vide packaged whiting (*Merlangius merlangus euxinus*, Nordmann, 1840). *Food and Bioprocess Technology* 6(1): 283-289.
- Creed PG. 1995. The sensory and nutritional quality of 'sous vide' foods. *Food Control* 6 (1): 45-52.
- Creed PG. 1998a. A study of the sensory characteristics of food produced by the sous vide system: the measure of pleasure, Doctoral dissertation, Bournemouth University, 170 p. http://eprints.bournemouth.ac.uk/12040/1/Philip_Creed.pdf, Erişim Tarihi: 8.4.2016
- Creed PG. 1998b. Sensory and nutritional aspects of sous processed foods. In: (Ghazala S) *Sous Vide And Cook Chill Processing For The Food Industry*. Gaithersburg, MD., USA: Aspen Publishers Inc., pp. 57-88, ISBN 0-7514-0433-0/978-07514-0433-3.
- Delchier N, Ringling C, Le Grandois J, Aoudé-Werner D, Galland R, Georgé S, Rychlik M, Renard CM. 2013. Effects of industrial processing on folate content in green vegetables. *Food Chemistry* 139(1): 815-824.
- Domínguez-Perles R, Mena P, Garcia-Viguera C, Moreno DA. 2014. Brassica foods as a dietary source of vitamin C: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 54(8): 1076-1091.
- Dos Reis LC, De Oliveira VR, Hagen ME, Jablonski A, Flores SH, De Oliveira Rios A. 2015b. Effect of cooking on the concentration of bioactive compounds in broccoli (*Brassica oleracea* var. *Avenger*) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Alphina F1*) grown in an organic system. *Food Chemistry* 172: 770-777.

- Dos Reis LCR, de Oliveira VR, Hagen MEK, Jablonski A, Flôres SH, de Oliveira Rios A. 2015a. Carotenoids, flavonoids, chlorophylls, phenolic compounds and antioxidant activity in fresh and cooked broccoli (*Brassica oleracea* var. Avenger) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. Alphina F1). *LWT-Food Science and Technology* 63(1): 177-183.
- El-Ansari A, Bekhit AD. 2015. Processing, Storage and Quality of Cook-Chill or Cook-Freeze Foods. In: (Siddiqui M, Rahman M) *Minimally Processed Foods*. Springer International Publishing, pp. 125-150.
- Fabbri AD, Crosby GA. 2016. A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. *International Journal of Gastronomy and Food Science* <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijgfs.2015.11.001>
- García-Linares M, Gonzalez-Fandos E, Garcia-Fernandez M, Garcia-Arias M. 2004. Microbiological and nutritional quality of Sous Vide or traditionally processed fish: Influence of fat content. *Journal of Food Quality* 27: 371-387.
- Gonzales-Fandos E, Garcia-Linares MC, Villarino-Rodriguez A, Garcia-Arias MT. 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.
- Iborra-Bernad C, García-Segovia P, Martínez-Monzó J. 2015. Physico-Chemical and Structural Characteristics of Vegetables Cooked Under Sous-Vide, Cook-Vide, and Conventional Boiling. *Journal of Food Science* 80(8): 1725-1734.
- Iborra-Bernad C, Tarrega A, Garcia-Segovia P, Martinez-Monzo J. 2014. Advantages of sous vide cooked red cabbage: Structural, nutritional and sensory aspects. *LWT-Food Science and Technology* 56: 451-460.
- Juneja VK, Marner BS. 1996. Growth of *Clostridium perfringens* from spore inocula in sous-vide turkey products. *International Journal of Food Microbiology* 32: 115-123.
- Martinez-Hernandez GB, Artes-Hernandez F, Colares-Souza F, Gomez PA, Garcia-Gomez P, Artes F. 2013a. Innovative cooking techniques for improving the overall quality of a kailan-hybrid broccoli. *Food and Bioprocess Technology* 6: 2135-2149.
- Martinez-Hernández GB, Artés-Hernández F, Gómez PA, Artés F. 2013b. Quality changes after vacuum-based and conventional industrial cooking of kailan-hybrid broccoli throughout retail cold storage. *LWT-Food Science and Technology* 50(2): 707-714.
- Martinez-Hernández GB, Artés-Hernández F, Gómez, PA, Artés F. 2013c. Induced changes in bioactive compounds of kailan-hybrid broccoli after innovative processing and storage. *Journal of Functional Foods* 5(1): 133-143.
- Miglio C, Chiavaro E, Visconti A, Foliano V, Pellegrini N. 2008. Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56: 139-147.
- Mol S, Özturan S. 2009. Sous-vide teknolojisi ve su ürünlerindeki uygulamalar. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 3(1): 68-75.
- Mol S, Ozturan S, Cosansu S. 2012a. Determination of the quality and shelf life of sous vide packaged bonito (*Sarda sarda*, Bloch, 1793) stored at 4 and 12°C. *Journal of Food Quality* 35(2): 137-143.
- Mol S, Ozturan S, Cosansu S. 2012b. Determination of the quality and shelf life of sous vide packaged whiting (*Merlangius merlangus euxinus*, Nordman, 1840) stored at cold (4°C) and temperature abuse (12°C). *Journal of Food Processing and Preservation* 36(6): 497-503.
- 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.
- Patras AP, Brunton N, Butler F. 2010. Effect of water immersion and sous vide processing on antioxidant activity, phenolic, carotenoid content and color of carrots disks. *Journal of Food Processing and Preservation* 34: 1009-1023.
- Petersen MA. 1993. Influence of sous vide processing, steaming and boiling on vitamin retention and sensory quality in broccoli florets. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung* 197(4): 375-380.
- Podszędek A. 2007. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT-Food Science and Technology* 40(1): 1-11.
- Rawson A, Koidis A, Rai DK, Tuohy M, Brunton N. 2010. Influence of sous vide and water immersion processing on polyacetylene content and instrumental color of parsnip (*Pastinaca sativa*) disks. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(13): 7740-7747.
- Renna M, Gonnella M, Giannino D, Santamaria P. 2014. Quality evaluation of cook-chilled chicory stems (*Cichorium intybus* L., Catalogna group) by conventional and sous vide cooking methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94(4): 656-665.
- Rinaldi M, Dall'Asta C, Meli F, Morini E, Pellegrini N, Gatti M, Chiavaro E. 2013. Physicochemical and microbiological quality of sous vide processed carrots and Brussels sprouts. *Food and Bioprocess Technology* 6:3076-3087.
- Schellekens M. 1996. New research issues in sous vide cooking. *Trends in Food Science and Technology* 7(8): 256-262.
- Schellekens T, Martens T. 1993. "Sous vide" cooking. Commission of the European Communities Directorate General XII, Science, Research and Development Publication N EUR 15018 EN.
- Stea TH, Johansson M, Jagerstad M, Frolich W. 2007. 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.
- Topal Ş, Pala M, Saygı B. 1996. Sous vide teknolojisinin geleneksel yemeklerimize uygulanması. *Gıda* 21(2):131-144.
- Vaudagna SR, Sanchez G, Neira MS, Insani EM, Picallo AB, Gallinger MM, Lasta JA. 2002. Sous vide cooked beef muscles: effects of low temperature-long time (LT-LT) treatments on their quality characteristics and storage stability. *International Journal of Food Science and Technology* 37: 425-441.
- Vlok NH. 1998. Effects of heat processing on product quality of sous-vide broccoli packs (Doctoral dissertation). <http://digitalknowledge.cput.ac.za/jspui/handle/11189/909>. Erişim Tarihi: 04.04.2016
- Werlein HD. 1998. Comparison of the quality of sous-vide and conventionally processed carrots. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-forschung A* 207(4): 311-315.
- Yemiş O, Artık N. 2007. Glukosinolatlar ve insan sağlığı. *Gıda* 32(6): 293-303.
- Yılmaz H, Bilici S. 2014. Toplu beslenme hizmetlerinde alternatif pişirme yöntemi: "Sous Vide". *Gıda* 40(3): 163-170.