

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Yaygın Kullanılan Isıl İşlemlerin Beyaz Lahanelerin Yüzey Rengi, Toplam Fenolik Madde İçeriği ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi

Zuhal AKTAŞ, Emre BAKKALBAŞI*

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye
*e-posta: ebakkalbasi@gmail.com; Tel:+90 432 444 5065-21151; Fax:+90 432 225 1730

Özet : Besinsel ve ekonomik olarak önemli bir ürün olan lahanalar Dünya'nın hemen her bölgesinde gıda olarak yaygın bir şekilde tüketilmektedirler. Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan ısıl işlemlerin (buharda pişirme, suda kaynatma, mikrodalga ve kızartma) beyaz lahanaların yüzey rengi, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Beyaz lahanaların toplam fenolik madde içeriğinin 12975.47 mg gallic asit eşdeğeri (GAE)/kg kuru madde (KM) olduğu ve bağlı fenoliklerin toplam fenolik madde içindeki oranının %38.56 olduğu tespit edilmiştir. Buharda pişirme işlemi hariç tüm ısıl işlemler beyaz lahanaların serbest ve toplam fenolik madde içeriğinde önemli azalmalara neden olmuştur. Serbest fenolik içeriğindeki en büyük azalma suda kaynatma işleminde görülürken, bağlı fenolik içeriğindeki en büyük azalma kızartma işleminde görülmüştür. Sonuçlar beyaz lahanaların besinsel kalitesini korumak için en uygun ısıl işlemin buharda pişirme olduğunu göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Antioksidan aktivite, Beyaz lahana, Serbest ve bağlı fenolik içeriği, Pişirme yöntemleri

Effect of Widely Used Thermal Processes on Surface Color, Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of White Cabbage

Abstract: Cabbage is an economically and nutritionally important vegetable. Cabbage are widely consumed in almost every region of the world as a food. In this study, we investigated the effect of domestic cooking methods (steaming, boiling, microwave and stir-frying) on the surface color, total phenolic content and antioxidant activity of white cabbage. Total phenolic content of white cabbage was 12975.47 mg gallic acid eq. kg⁻¹ DW, and bound phenolics comprise a 38.56% of total phenolic content. All cooking methods, except steaming method, cause significant reduction in free and total phenolic contents of white cabbage (p<0.05). The highest decrease have been observed in free phenolic content of boiled cabbage samples, and bounded phenolic content of stir-fried cabbage samples. The results show that to preserve the nutritional quality of white cabbage during cooking, steaming is the best procedure.

Keywords: Antioxidant activity, Bounded and free phenolic content, Cooking methods, White cabbage

Giriş

Brassicaceae familyası içindeki *Brassica oleracea* türleri; karnabahar, brokoli, kıvırcık lahana, Brüksel lahanası, lahana gibi yaygın olarak yetiştirilen sebzeleri kapsamaktadır. Bu sebzeler arasında, lahana dünyadaki farklı iklim ve çevre koşullarında yetiştirilmesi ve yaygın olarak tüketilmesi nedeniyle hem beslenme hem de ekonomik açıdan son derece önemli bir üründür. Lahana grubu sebzeler ülkemizde yılın bir iki ayı hariç bütün yıl boyunca üretilebilmektedir (Vural ve ark. 2000). FAO 2012 yılı verilerine göre ülkemizde diğer *Brassicaceae* üyeleri ile birlikte lahana üretiminin 701465 ton/yıl olduğu bildirilmiştir (FAO 2016). Son yıllarda lahanalar üzerine olan ilgi, lahanaların sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle gittikçe artmaktadır. Lahana tüketiminin bazı kanser türleri, kalp-damar hastalıkları ve diyabet gibi bir çok hastalığa karşı koruyucu etki gösterdiği bilinmektedir (Watson ve Preedy 2010; Pokorny ve ark. 2001). Lahanaların sağlık üzerine bu olumlu etkileri içerdikleri çeşitli fitokimyasallardan kaynaklanmaktadır. Lahanalar yapısında fenolik bileşikler, çeşitli vitaminler ve glukozinolatları içerir ve bu bileşikler nedeniyle güçlü antioksidan ve antibakteriyel aktiviteye sahiptirler.

Ülkemizde birçok lahanaya çeşidi üretilmesine karşılık en yaygın üretilen ve tüketilen lahanaya çeşidi beyaz lahanalardır. Ülkemizde beyaz lahanaların iç yaprakları genellikle salata, turşu ve çeşitli pişmiş ürünlerle işlenerek tüketilmektedirler (Vural ve ark. 2000). Bu tüketim tipleri içinde beyaz lahanaların pişirilerek tüketimi önemli bir yer tutmakta, kapuska, etli ve zeytinyağlı sarma, corti ve daha birçok geleneksel ürün bu şekilde hazırlanmaktadır. Pişirme teknikleri içinde suda kaynatma, buharda pişirme, mikrodalga uygulaması ve kızartma en yaygın kullanılan ısı teknikleridir. Özellikle suda kaynatma ve kızartma ülkemizde en yaygın kullanılan tekniklerdir. Isıl uygulamaların ürünlerin kimyasal bileşiminde özellikle biyoaktif bileşenlerin miktarında ve biyoyararlılığında önemli değişikliklere yol açtığı bilinmektedir. Isı uygulamalarının Brassica sebzelerinin biyoaktif bileşikleri ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisine ilişkin farklı çalışmalar bulunmaktadır. Xu ve ark. (2014) yaygın ısı işlemlerin (buhar, mikrodalga, kaynatma, kızartma) kırmızı lahananın renk ve besinsel kalitesine etkisini inceledikleri çalışmada, ısı işlemlerin sadece b* değerlerinde belirgin farklılığa neden olduğunu bildirmişlerdir. Toplam fenolik madde ve DPPH radikalini tarama aktivitesinde ise kızartma, suda kaynatma ve mikrodalga uygulaması belirgin kayıplara yol açarken, buhar işlemi önemli bir kayba neden olmamıştır. Pellegrini ve ark. (2010) suda kaynatma, mikrodalga, buharda pişirme ve fırında buğulamanın farklı Brassica sebzelerinin (brokoli, brüksel lahanası ve karnabahar) flavanol içerikleri üzerine etkisini belirledikleri çalışmada, brokolinin flavanol içeriğindeki en yüksek kayıp sırasıyla mikrodalga uygulaması ve suda kaynatma işleminde görüldüğünü bildirmişlerdir. Diğer yandan tüm pişirme işlemlerinin bürüksel lahanasının flavonoid içeriğinde artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir. İlyasoğlu ve Burnaz (2015) kara lahananın toplam fenolik içeriğinin 12690 mg GAE/kg KM olarak tespit etmişler ve kara lahanaların toplam fenolik madde içeriğinde en fazla kayba suda kaynatmanın neden olduğunu ve bunu sırasıyla buharda pişirme ve mikrodalganın izlediğini bildirmişlerdir.

Brassica gurubu sebzeler üzerine ısı işlemlerin etkisine ilişkin yayınlanmış çeşitli literatürler bulunmasına karşın, ülkemiz ve bölgemiz için ekonomik ve beslenme açısından önemli bir ürün olan beyaz lahanaların toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine ısı işlemlerin etkisini konu alan herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada dört yaygın ısı işlemin (suda kaynatma, buharda pişirme, mikrodalga ve kızartma) beyaz lahanaların yüzey rengi, toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan beyaz lahanalar 2014 yılı aralık ayı başında Muş ilindeki yerel bir üreticiden temin edilmiştir. Hasat edilen beyaz lahanalar doğrudan laboratuara getirilip dış yaprakları ve göbek kısmı uzaklaştırılmıştır. Kalan kısım bıçak ile 3 cm X 3 cm homojen parçalar halinde kesilmiştir. Kesilen lahanalardan ısı işlem uygulamaları için rastgele örnek alınmıştır.

Isıl İşlem Denemeleri

Çalışmada dört farklı pişirme yöntemi (suda kaynatma, buharda pişirme, mikrodalga ve kızartma) 3 tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Suda kaynatma işlemi için 200 g homojen doğranmış beyaz lahanaya 800 ml kaynar suyun içine daldırılmış ve burada 5 dakika tutulmuştur. Buharda pişirme işlemi için 200 g homojen doğranmış beyaz lahanaya örneği ağzı kapalı bir kap içinde 300 ml kaynar suyun üzerinde 5 dakika süresince askıda tutulmuştur. Mikrodalga uygulaması için 200 g lahanaya örneği cam tabak üzerinde mikrodalgaya yerleştirilmiş ve mikrodalga fırını içinde 600 Watt ta 5 dakika tutulmuştur. Kızartma uygulamasında ise bir kızartma tavası üzerine 15 ml ayçiçek yağı dökülerek tava 3 dakika ön ısıtmaya tabi tutulmuştur. Ön ısıtma işlemi tamamlanan tavanın içine 200g lahanaya örneği konulmuş ve 5 dakika süresince elle mümkün olduğunca homojen bir şekilde karıştırılarak kızartılmıştır. Isıtma işlemi tamamlanan örnekler laboratuvar ortamında oda sıcaklığına kadar soğutulup polietilen torbalar içine alınmış ve daha sonra dondurarak kurutulmuştur. Kuru örnekler amber renkli cam şişelere alınmış ve kimyasal analizler yapılncaya kadar -20°C'de muhafaza edilmişlerdir.

Renk Ölçümü

Hunter renk değerleri L (100 beyazlık /0 koyuluk), a (+ kırmızılık/-yeşillik) ve b (-mavilik/+sarılık) Lovibond Tintometre (Model RT 300, The Tintometer Ltd., Salisbury, UK) cihazı ile belirlenmiştir. Cihaz D-65 ışık kaynağı ile 10°'lik ölçüm açısı modunda kullanılmıştır.

Kuru Madde, Suda Çözünür Kuru Madde, pH, Titrasyon Asitliği, Kül ve Protein İçeriği

Kuru madde, suda çözünür kuru madde, pH, titrasyon asitliği, kül ve protein içeriği AOAC (2003)'e göre belirlenmiştir.

Serbest ve Bağlı Fenolik Madde Ekstraktlarının Hazırlanması

Örneklerin serbest fenolik madde ekstraktlarının hazırlanması için Xu ve ark. (2014) tarafından bildirilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Dondurarak kurutulmuş beyaz lahanalar örneklerinden 0.5 g bir santrifüj tüpüne tartılarak alınmış ve üzerine çözücü olarak 7ml 80:20 (V/V) aseton:su karışımı eklenmiştir. Tüp oda sıcaklığında ve karanlıkta 175 rpm'de 2 saat çalkalayıcıda tutulmuştur. Daha sonra tüp içeriği 4°C'de 8000 g'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda kalan rezidü 2 kez benzer işlemlerden geçirilmiştir. Santrifüj işlemlerinden elde edilen berrak sıvılar birleştirilmiş ve ekstraksiyon solventi ile 25 mL'ye tamamlanmıştır. Elde edilen bu ekstraktlar serbest fenolik madde tespitinde kullanılmıştır.

Santrifüj tüplerinde kalan residü üzerine 30 mL 2.6 M NaOH (%53'lük metanolde hazırlanmış) eklenmiş ve karışım 20 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Süre sonunda HCl ile karışımın pH'sı 1-2'ye ayarlanmış ve daha sonra whatman No:1 filtre kağıdından filitre edilmiştir. Elde edilen ekstrakt bağlı fenolik madde tespitinde kullanılmıştır (Park ve ark. 2014).

Toplam Fenolik Madde

Bağlı ve serbest fenolik ekstraktların toplam fenolik madde miktarları Singleton ve Rossi (1965)'e göre belirlenmiştir. Uygun oranda seyreltilmiş 0.2 ml ekstrakt alınarak üzerine 1 ml 1/10 oranında su ile seyreltilmiş Folin-Ciocalteu ve 0.8ml %7.5 sodyum karbonat çözeltisi eklenmiştir. Reaksiyon karışımı 1 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra spektrofotometrede 765 nm'de okuma yapılmıştır. Sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir ($Y=0.0063x+0.049$).

DPPH: Pyo ve ark. (2004) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. 3.7 mL DPPH solüsyonu (0.025 g/L metanol) 0.3 mL ekstrakt ile karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 120 dakika karanlıkta tutulmuştur. Süre sonunda örnek absorbansları 515 nm de ölçülerek, DPPH radikalinin inhibisyon oranı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = (\text{Abs}_{\text{kontrol}} - \text{Ab}_{\text{örnek}}) / \text{Abs}_{\text{kontrol}} \times 100$$

ABTS: ABTS analizleri Re ve ark. (1999) tarafından bildirilen metoda göre yapılmıştır. Öncelikle 7 mM ABTS ile 2.45 mM potasyum persulfatın oda sıcaklığında karanlıkta 12-16 saat reaksiyonu sonucunda ABTS⁺ radikal katyonu oluşturulmuştur. Elde edilen ABTS⁺ radikal katyonu 734 nm'de 0.700±0.05 absorbans verecek şekilde etanol ile seyreltilmiştir. 1980 µL seyreltilmiş ABTS⁺ radikal katyonu 20 µL ekstrakt ile karıştırılmıştır. Karışım oda sıcaklığında 6 dakika tutulduktan sonra 734 nm'de absorbans ölçülmüştür. Sonuçlar Troloks eşdeğeri (mmol Troloks eş./g KM) olarak verilmiştir.

İstatistik Analizler

Tüm pişirme denemeleri 3 tekerürlü olarak yapılmıştır. Elde edilen veriler SPSS paket programı (15,0 versiyonu) kullanılarak one-way ANOVA ile analiz edilmiştir. Önemli farklılıklar Duncan's çoklu karşılaştırma testleri ile belirlenmiştir ($p<0.05$).

Bulgular ve Tartışma

Beyaz Lahanaların Kimyasal Bileşimi

Isıl işlemlerde kullanılan beyaz lahanalara ait bazı kimyasal özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Beyaz lahanalar düşük titrasyon asitliği ve kül içeriği ile dikkat çekmektedir. Wills ve ark. (1984) Çin beyaz lahanalarının besinsel bileşimi üzerine yaptıkları çalışmada beyaz lahanaların protein içeriğini %1.1 ve kül içeriğini %0.7 olarak tespit etmişlerdir. Protein için bildirilen değer bizim sonuçlarımızdan düşükkün kül için bildirilen değer bizim sonuçlarımızdan yüksektir. Mattila ve Hellström (2007) Finlandiya'da

marketten temin edilen beyaz lahanaların kuru madde içeriğinin %6.5 olduğunu belirtmişlerdir. Podsedek ve ark. (2006) 3 farklı lahana çeşidinde kuru madde miktarının %6.51 ile 8.09 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tavalı ve ark. (2014) beyaz lahanalarda pH değerini 6.94 olarak tespit etmişlerdir. Literatürde verilen kuru madde ve pH değerleri incelendiğinde bizim sonuçlarımıza yakın ancak biraz düşük olduğu görülmektedir. Sonuçlar arasındaki bu farklılıklar çeşit özellikleri, coğrafik koşullar, yetiştirme teknikleri ve iklimsel özelliklerdeki değişiklikler ile açıklanabilir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan beyaz lahanalara ait bazı kimyasal özellikler

Özellikler	
Kuru Madde (%)	8.85±1.27
Suda Çözünür Kuru Madde (%)	7.72±0.53
pH	6.47±0.16
Titasyon Asitliği (mg/100g)	0.24±0.04
Kül (%)	0.66±0.17
Protein (%) (N=6.25)	2.30±0.31

Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

Farklı Isıl İşlemlerin Yüzey Renk Değeri Üzerine Etkisi

Çalışmada kullanılan lahanalar için hunter renk değerlerinden beyazlık göstergesi olan L 76.98 olarak, yeşil renk göstergesi olan a -5.72 olarak ve sarı renk göstergesi olan b değeri 24,15 olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Malezyada yetiştirilmiş dış yaprakları ve göbek kısmı uzaklaştırılmış beyaz lahana yapraklarının Hunter renk değerlerinden L 73.32, a -1.67 ve b 14.05 olarak tespit edilmiştir (İbrahim ve ark. 2004). Elde edilen renk değerleri incelendiğinde beyaz lahanalara uygulanan ısıl işlemlerin beyazlık göstergesi olan L değerinde önemli azalmalara neden olurken, yeşilliğin göstergesi olan -a değerinde bir miktar artmaya ve b değerinde ise hem artış hemde azalış yönünde düzensiz bir etkiye neden olduğu görülmektedir. Isıl işlem sonucunda L değerindeki azalma beklenen bir durumken, b değerindeki farklı yönlü eğilimler ölçümlerde örneğin farklı kısımlarının denk gelmesinin etkisinden kaynaklanabilir. Örneklerde görülen bu renk değişimleri ısıl işlemlerin ışığın bitki yüzeyine penetrasyon miktarını ve bitki yüzeyinin ışığı yansıtma özelliğini değiştirmesinden kaynaklanmaktadır (Türkmen ve ark. 2006). Isıl işlem sonunda beyaz lahana örneklerinde tespit edilen yeşil renk değerindeki artış, literatürde farklı sebzeler için de bildirilmiştir. Türkmen ve ark. (2006) mikrodalga ile ısıl işlem görmüş ıspanak ve bezelyelerde yeşil renk değerinin arttığını tespit etmişlerdir. Bu artışın ısıl işlemin hücre membranını tahrip etmesi sonucunda hücreler arasındaki boşluklarda hücre özsuyunun hava ile yer değiştirerek opaklığı düşürmesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Farklı ısıl işlemlerin beyaz lahanaların yüzey renk değerleri üzerine etkisi

	Hunter Renk Değerleri		
	L	a	b
Taze	76.98±1.27 ^a	-5.72±0.46 ^a	24.15±1.49 ^{ab}
Buharda Pişirme	61.21±1.37 ^c	-5.72±0.76 ^a	25.88±2.00 ^a
Suda Kaynatma	54.92±1.39 ^d	-7.56±0.86 ^b	22.89±0.25 ^b
Mikrodalga	66.89±3.49 ^b	-6.39±0.35 ^{ab}	25.51±0.50 ^a
Kızartma	61.23±1.11 ^c	-6.24±0.39 ^a	22.51±0.32 ^b

Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. Aynı kolon içindeki farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre önemli farklılıkları göstermektedir (P<0.05).

Farklı Isıl İşlemlerin Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi

Taze ve işlenmiş beyaz lahanaların toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktiviteleri Çizelge 3'te verilmiştir. Taze beyaz lahanaların toplam fenolik madde içeriği 12975.47 mg GAE/kg KM olarak bulunmuştur. Lahanaların bu fenolik madde içeriğinin %61.44'ü serbest fenolik madde içeriğinden oluşurken, %38.56'sının bağlı fenolik içeriğinden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Yee ve ark. (2007) Malezyadaki lahana örneklerinde toplam fenolik madde içeriğinin 85 mg GAE/100 g yaş ağırlık olduğunu bildirmişlerdir. Polonyada haziran ve ekim aylarında hasat edilen beyaz lahana örneklerinin toplam fenolik madde içeriklerinin ise 20.81 ile 29.70 mg GAE/100 g yaş ağırlık arasında değiştiğini bildirmişlerdir (Podsedek ve ark. 2006). Heimler ve ark. (2006) İtalyada şubat ayında hasat edilen beyaz lahana örneklerinde toplam fenolik madde içeriğini 5.31 mg GAE/g KM olarak tespit etmişlerdir. Literatürde beyaz lahanaların toplam fenolik madde içeriğine ait çeşitli veriler bulunmasına karşın, serbest ve bağlı fenolik madde içeriğine ait herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Çalışmamızda buharda pişirme hariç uygulanan diğer ısıl işlemler serbest ve toplam fenolik madde içeriğinde önemli bir azalmaya neden olurken, bağlı fenolik madde içeriğinde sadece kızartma önemli bir azalmaya neden olmuştur (P<0.05). Beyaz lahanaların serbest fenolik madde içeriğinde en yüksek kayıp suda kaynatma işleminde gerçekleşmiştir (%44.51). Bu işlemde kaybın yüksek olması serbest fenoliklerin proses sırasında suya geçmesi ile açıklanabilir. Bağlı ve toplam fenolik madde içeriğinde ise en yüksek kayıplar kızartma işleminde gerçekleşmiştir (sırasıyla %49.34 ve %35.35). Mikrodalga işleme tekniği ise beyaz lahanaların serbest fenolik madde içeriğinde düşük bir azalmaya neden olurken, bağlı fenolik madde içeriğinde yüksek oranda kayba neden olmuştur. Bu durum mikrodalga işlemi süresince bağlı fenoliklerin hücre bileşenleri ve hücre duvarından ayrılarak serbest hale gelmesinden kaynaklanabilir. Toplam fenolik madde içeriğinde en yüksek kayıp kızartma işleminde tespit edilirken bunu sırasıyla suda kaynatma, mikrodalga ve buharda pişirme işlemleri takip etmiştir.

Farklı ısıl işlemlerin beyaz lahanaların antioksidan aktivitesi üzerine etkisi incelendiğinde, DPPH analizi sonuçlarındaki değişimin fenolik madde analiz sonuçlarındaki değişim ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Serbest ekstraktların % inhibisyon değerindeki en büyük kayıp suda kaynatmada görülürken bağlı ekstraktların % inhibisyon değerindeki en büyük kayıp kızartma işleminde tespit edilmiştir. Toplam % inhibisyon değerlerinde en yüksek azalma kızartmada (%47.75) görülürken bunu sırasıyla mikrodalga(%31.69), suda kaynatma (%26.87) ve buharda pişirme (%14.80) takip etmiştir. Antioksidan aktivite yöntemlerinden ABTS analiz değerlerinin farklı ısıl işlemlerle değişimi ise fenolik madde ve DPPH analiz değerlerindeki değişimden bazı farklılıklar göstermiştir. Tüm ekstraktlarda ABTS değerindeki en yüksek kayıp kızartma işleminde görülmüştür. Toplam ABTS değerlerindeki kayıplar büyükten küçüğe doğru kızartma>mikrodalga>suda kaynatma>buharda pişirme şeklinde gerçekleşmiştir. Podsedek ve ark. (2006) taze beyaz lahanalarda TEAC değerlerinin 1.34 ile 1.81 μmol Troloks /g yaş ağırlık arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bildirilen bu değerler bizim bulduğumuz değerlerden oldukça yüksektir. Bu durum çeşit, hasat zamanı, coğrafik koşullar, iklim ve yetiştirme tekniklerindeki farklılıkların bitkilerin antioksidan bileşimi üzerine etkisinden kaynaklanabilir.

Sonuç

Çalışma sonuçları uygulanan ısıl işlemlerin beyaz lahanaların yüzey renginde beyazlık değerinin azalmasına yeşil renk değerinin ise artmasına neden olmuştur. Ayrıca çalışma sonuçları beyaz lahanaların sağlık üzerine olumlu etkileri olan fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi yüksek ürünlerden biri olduğunu göstermiştir. Beyaz lahanaların toplam fenolik madde içeriğinin %61.44'ü serbest fenolik maddelerden oluşurken, %38.56'sı bağlı fenolik maddelerden oluşmaktadır. Çalışmada uygulanan tüm ısıl işlemler beyaz lahanaların fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesinde kayıplara yol açmıştır. Bağlı ve toplam fenolik madde içeriğinde en büyük kayıplar kızartma işleminde görülürken, serbest fenolik maddelerde en yüksek kayıp suda kaynatma işleminde görülmüştür. Fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitede en düşük kayıplar ise buharda pişirme işleminde görülmüştür. Sonuçlar beyaz lahanaların fenolik madde içeriği ve anti oksidan aktivitesini korumak için en uygun ısıl işlemin buharda pişirme olduğunu göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimince desteklenmiştir (Proje no: 2015-FBE-YL204)

Çizelge 3. Beyaz lahanaların toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteleri üzerine farklı pişirme metodlarının etkisi

Pişirme Metodu	Toplam Fenolik Madde (mg GA eq./kg)			DPPH (% inhib.)			ABTS (mMol Trol. eq./g)		
	Serbest	Bağlı	Toplam	Serbest	Bağlı	Toplam	Serbest	Bağlı	Toplam
Taze	7972.38±611.5 ^a	5003.10±295.6 ^a	12975.47±359.5 ^a	32.55±0.78 ^a	38.61±2.48 ^a	71.16±3.46 ^a	24.33±4.23 ^a	48.05±5.57 ^a	72.37±1.34 ^a
Buharda Pişirme	7710.32±226.98 ^a	4823.18±62.50 ^a	12533.5±303.52 ^a	30.07±3.13 ^a	30.56±1.88 ^{ab}	60.63±4.07 ^{ab}	22.92±0.69 ^a	33.78±4.37 ^{ab}	56.70±3.58 ^{ab}
Suda Kaynatma	4423.47±880.61 ^c	4840.79±695.72 ^a	9264.26±1104.65 ^c	17.73±3.15 ^b	34.32±1.58 ^a	52.04±2.16 ^b	17.41±1.68 ^{ab}	37.60±11.59 ^{ab}	55.01±10.73 ^{ab}
Mikrodalga	7015.08±908.02 ^b	3846.67±585.22 ^a	10861.75±322.80 ^b	29.43±5.91 ^a	19.18±13.85 ^b	48.61±5.51 ^{bc}	21.63±2.77 ^{ab}	22.54±7.20 ^b	44.17±9.96 ^{bc}
Kızartma	5854.80±729.05 ^{bc}	2534.44±417.31 ^b	8389.24±1146.36 ^c	20.75±4.28 ^b	16.44±6.72 ^{bc}	37.18±12.72 ^c	14.68±5.81 ^b	18.07±6.72 ^b	32.76±12.53 ^c

Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir. Aynı kolon içindeki farklı harfler Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre önemli farklılıkları göstermektedir (P<0.05)

Kaynaklar

- AOAC (2003). Official Methods of Analysis, Assoc. of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- FAO (2016). <http://faostat.fao.org/> (Erişim tarihi: 02 Temmuz, 2016).
- Heimler D, Vignolini P, Dini MG, Vincieri FF, Romani A (2006). Antiradical activity and polyphenol composition of local Brassicaceae edible varieties. *Food Chem.* 99: 464-469.
- Ibrahim R, Osman A, Saari N, Rahman RA (2004). Effects of anti-browning treatments on the storage quality of minimally processed shredded cabbage. *J. Food Agric. Environ.* 2(2): 54-58.
- İlyasoğlu H, Burnaz NA (2015). Effect of domestic cooking methods on antioxidant capacity of fresh and frozen kale. *Int. J. Food Prop.* 18: 1298-1305.
- Mattila P, Hellström J (2007). Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. *J. Food Compos. Anal.* 20: 152-160.
- Park S, Arasu MV, Jiang N, Choi SH, LimYP, Park JT, Al-Dhabi NF, Kim SJ (2014). Metabolite profiling of phenolics, anthocyanins and flavonols in cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). *Ind. Crops Prod.* 60: 8-14.
- Pellegrini N, Chiavaro E, Gardana C, Mazzeo T, Contino D, Gallo M, Riso P, Fagliano V, Porrini M (2010). Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration, and antioxidant capacity of raw and frozen *Brassica* vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 58: 4310-4321.
- Podsedek A, Sosnowska D, Redzynia M, Anders B (2006). Antioxidant capacity and content of Brassica oleracea dietary antioxidants. *Int. J. Food Sci. Tech.* 41(Supplement 1): 49-58.
- Pokorny J, Yanishlieva N, Gordon M (2001). Antioxidants in Food, 1th ed., CRC press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- Pyo YH, Lee TC, Logendra L, Rosen RT (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of swiss chard (*Beta vulgaris* Subspecies *cycla*) extracts. *Food Chem.* 85: 19-26.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Bio. Med.* 26: 1231-1237.
- Singleton VL, Rossi JA (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16: 144-158.
- Tavalı İE, Maltaş AŞ, Uz İ, Kaplan M (2014). Vermikompostun beyaz baş lahananın (*Brassica oleracea* var. *Alba*) verim, kalite ve mineral beslenme durumu üzerine etkisi. *Mediterr. Agric. Sci.* 27(1): 61-67.
- Turkmen N, Poyrazoglu ES, Sari F, Velioglu YS (2006). Effects of cooking methods on chlorophylls, pheophytins and colour of selected green vegetables. *Int. J. Food Sci. Tech.* 41: 281-288.
- Vural H, Eşiyok D, Duman I. (2000). Kültür Sebzeleri. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Watson RR, Preedy VR (2010). Bioactive Foods in Promoting Health, Fruits and Vegetables, 1th ed., Elsevier, San Diego, CA.
- Wills RBH, Wong AWK, Scriven FM, Greenfield H (1984). Nutrient composition of Chinese vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 32(2): 413-416.
- Xu F, Zheng Y, Yang Z, Cao S, Shao X, Wang H (2014). Domestic cooking methods affect the nutritional quality of red cabbage. *Food Chem.* 161: 162-167.
- Yee LW, Ikram EHK, Jalil AMM, Ismail A (2007). Antioxidant capacity and phenolic content of selected commercially available cruciferous vegetables. *Mal. J. Nutr.* 13(1): 71-80.