

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

Farklı Sıcaklık Derecelerinin Uşkun Bitkisinin Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Profili Üzerine Etkisi

Raciye MERAL

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye
*e-posta: raciyemeral@yyu.edu.tr; Tel: +90 (432) 444 50 65 / 21156

Özet: Uşkun, *Polygonacea* familyasına ait çok yıllık bir bitkidir. Lübnan, İran, Irak ve ülkemizin Doğu bölgeleri bu bitkinin yetiştiği yerler arasındadır. Ülkemizde çoğunlukla Van, Erzurum, Bitlis, Tunceli, Sivas, Muş, Hakkari, Kars ve Sivas'ta yetişmektedir. Uşkun, C vitamini yönünden oldukça zengin bir bitkidir. Daha önce yapılan çalışmalara göre, uşkunun yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu ve serbest radikalleri yüksek oranda bağladığı belirlenmiş ve antioksidan özellikleri nedeniyle fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak rahatlıkla kullanılabilmesi ortaya konmuştur. Bu çalışma; farklı sıcaklık derecelerinde kurutmanın, uşkunun antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşikler üzerine etkisini belirlemek için planlanmıştır. Yapılan bu araştırmada, piyasadadan alınan uşkun bitkisi güneşte, 50°C ve 80°C'de kurutulmuş ve kurutulan örneklerin toplam fenolik madde (TFM), troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAK) ve 2,2-difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) indirgeme kapasiteleriyle; fenolik profili incelenmiştir. Elde edilen verilere göre; kurutma sırasında uygulanan sıcaklığın artışıyla uşkun örneklerinin TFM içerikleri ve antioksidan aktivitesinin azaldığı belirlenmiştir. Örneklerin; *p*-kumarik asit, ferulik asit, rutin ve kuersetin içeriğinin ısı işlem sıcaklığının artmasıyla azaldığı; gallik asit, *o*-kumarik asit, phloridzin, pirokateuik asit ve kafeik asit miktarının ise arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Antioksidan aktivite, Fenolik bileşenler, Isıl işlem, Uşkun, *Rheum ribes*

The Effect of Different Temperatures on Antioxidant Activity and Phenolic Profile of the *Rheum ribes*

Abstract: *Rheum ribes* is a perennial plant belonging to Polygonacea family. Lebanon, Iran, Iraq and east regions of Turkey are among the places this plant grows. This plant mostly grows Van, Erzurum, Bitlis, Tunceli, Sivas, Muş, Hakkari, Kars and Sivas. *Rheum ribes* is rich vitamin C. Also, according to made studies *Rheum ribes* has high TFC and it is free radical scavengers and it can be used as a functional food ingredient due to its high antioxidant activity. This study was planned to determine the effects of drying on antioxidant activity and phenolic profile of *Rheum ribes*. In this study, uşkun obtained from Van market was dried at naturally air, 50°C and 80°C. TFC, TEAC, DPPH scavenger effect and phenolic profiles of dried samples were examined. It was determined TFC and antioxidant activity of *Rheum ribes* decreased with increased temperature. While *p*-coumaric acid, ferulic acid, rutin and quercetin contents of samples decreased with increased heat treatment temperature; gallic acid, *o*-coumaric acid, phloridzin, pirocateuic acid and caffeic acid contents of samples increased.

Keywords: Antioxidant activity, Phenolic compounds, Thermal treatment, *Rheum ribes*

Giriş

Uşkun, Lübnan, İran, Irak ve ülkemizin Doğu bölgelerinde yetişen *Polygonacea* familyasına ait çok yıllık bir bitkidir. Van, Erzurum, Bitlis, Tunceli, Sivas, Muş, Hakkari, Kars ve Sivas bu bitkinin yetiştiği yerler olup, ışgın, uşkun, uçkun gibi adlarla anılmaktadır (Tosun ve Kızılay 2003). Uşkun, Kürtçe revas, Arapça ravent olarak ta anılmaktadır (Alaaddin ve ark. 2007). Uşkun, kırsal kesimlerde dağlık bölgelerde Nisan-Haziran aylarında yetişmekte, bitkinin uzunluğu 150 cm'e kadar ulaşmaktadır (Andiç ve ark. 2009). Uşkun, yeşil renkli, kabukları soyularak yenen ve düşük pH değeri (3.56) nedeniyle ekşi tada sahip bir bitkidir.

Uşkunun gövde kısmı, taze iken dış kabuğu soyularak yenilmektedir. Bitlis bölgesinde bitkinin gövde kısmı sindirimi kolaylaştırıcı olarak anılmakta, toprak altındaki kısımları ise hemoroid ve diyabet tedavisinde kullanılmaktadır. Uşkunun genç kökleri ve gövdeleri, kızamık, çiçek hastalığını önleyici ve safra söktürücü olarak kullanılmaktadır. Kökleri, diabeti tedavi edici, ülser, mide rahatsızlığını düzeltici etkiye sahiptir (Özbek ve ark. 2002; Tosun ve Kızılay 2003). Uşkunun genç sürgünlerinde, krizofanol, fiskiyon ve emodol antrakinonlarıyla, kuersetin, 5-dezoksikuersetin, kuersetin 3-O-ramnozid, kuersetin 3-O-galaktozid ve kuersetin 3-O-rutinozid flavonoidleri bulunmaktadır (Tosun ve Kızılay 2003). Uşkunda bulunan, antrokinonların antibakteriyel özelliğe sahip olduğu vurgulanmaktadır (Bazzaz ve ark. 2005; Alaaddin ve ark. 2007). Uşkun C vitamini yönünden oldukça zengin bir bitkidir. Aynı zamanda yapılan çalışmalara göre, uşkunun yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu ve serbest radikalleri yüksek oranda bağladığı belirlenmiş ve antioksidan özellikleri nedeniyle fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak rahatlıkla kullanılabilceği ortaya konmuştur (Meral, 2011).

Uşkun, %5.59 kuru madde, %0.63 toplam kül, %1.3 protein, 3.75 µg/g demir, 1.13 µg/g çinko, 0.5 µg/g bakır ve 0.423 µg/g mangan (Andiç ve ark. 2009), 0.255 µg/g A vitamini, 0.614 µg/g E vitamini ve 98.6 µg/g selenyum içermektedir (Munzuroğlu ve ark. 2000). Uşkun ayrıca yüksek oranda lif içerir. Bu özelliği dolayısıyla kırsal kesimlerde laksatif olarak kullanılmaktadır. Özcan ve ark. (2007), değişik yörelerde yetişen uşkunlardaki ham lif miktarının %20.5-37 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Naqishbandi ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, uşkun ekstraktlarının kan glikoz seviyesini düşürdüğü belirlenmiştir. Kullanılan in vitro modelde uşkunun su ekstraktlarının, hücrelerden insülin salınımını kolaylaştırdığı tespit edilmiştir. Tanış ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışma sonucunda uşkun ekstraktlarının antibakteriyel özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada, uşkunun üç farklı çözücü (kloroform, heksan, etanol) ile elde edilen ekstraktlarının G(+) ve G(-) bakterilere karşı antibakteriyel aktivitesi disk difüzyon yöntemiyle araştırılmıştır. Çalışma sonucunda etanol ekstraktının heksan ve kloroform ekstraktlarına göre daha geniş spektrumlu etkiye sahip olduğu görülmüştür.

Isıl işlem, gıdaların işlenmesi sırasında kullanılan en popüler yöntemlerden birisidir. Isı muamelesi sırasında gıdanın depolama stabilitesi, duyuşsal özellikleri, besinsel özellikleri gibi kalite özelliklerini değiştiren bir takım kompleks olaylar meydana gelir. Isıl işlem ile bazı gıda bileşenleri yıkıma uğrarken, bazı bileşenler serbest hale geçebilmekte ve yeni bileşenler oluşabilmektedir. Bu bileşenler gıdanın özellikle renk ve tat gibi duyuşsal özelliklerini değiştirebilirler. Genel olarak ısıl işlem ile antioksidan aktivitenin ve toplam fenolik madde miktarının azalması beklenmektedir. Ancak gıdalara uygulanan ısıl işlem sonucunda bağlı halde bulunan fenolik bileşenlerin serbest hale geçebileceği ve Maillard reaksiyonu ara ürünlerinin antioksidan aktiviteyi artırabileceği belirtilmektedir. Meral (2011) tarafından yapılan bir çalışmada uşkun kurutulmuş ekmek formülüne üç farklı oranda eklenmiş ve uşkun katkılı ekmeklerin antioksidan aktivitesi ve fenolik profili incelenmiştir. Yapılan çalışmada uşkun katkısının artmasıyla birlikte bazı fenolik bileşenlerin miktarının azaldığı ve gallik asit miktarında önemli bir artış olduğu ortaya konmuştur. Bu çalışmada uşkunun gıdaların fonksiyonel özelliklerini artırmak için fonksiyonel bir bileşen olarak rahatlıkla kullanılabilceği ifade edilmiştir. Çalışmada ayrıca bitkinin kısa vejetasyon dönemi nedeniyle kurutulmuş kullanılması daha uygun olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışma, farklı sıcaklık derecelerinde kurutmanın, uşkunun antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşenler üzerine etkisini belirlemek için planlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada analitik saflıkta kimyasal maddeler kullanılmıştır. Uşkun, Mayıs ayında Van piyasasından satın alınmıştır. Yetiştirme döneminde temin edilen uşkun bitkisinin kabukları soyularak küçük parçalara bölünmüştür. Uşkun güneşte, 50 °C ve 80 °C ye ayarlı iki ayrı etüvde kurutulmuş ve güneşte kurutulan örnekler; G, 50 °C ve 80 °C de kurutulan örnekler ise sırasıyla E ve S olarak kodlanmıştır. Kurutulan örnekler, laboratuvar tipi çekiçli değirmen (Perten LM 120, İsveç) yardımıyla öğütülerek partikül büyüklüğünün 0.5 mm' ye gelmesi sağlanmıştır. Uşkunun toplam fenolik madde, içeriğini belirlemek ve HPLC ile fenolik madde profilini ortaya koymak amacıyla örneklerden, fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu yapılmış ve fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda Meral ve Doğan (2013) tarafından belirtilen yöntem kullanılmıştır. HPLC analizi için ekstrakte edilen her örnek 0.45 µ gözenek çapına sahip selüloz filtrelerden (Milipore) geçirilerek amber renkli viallere alınmış ve örnekler analiz edilinceye kadar -20 °C'de bekletilmiştir.

Toplam Fenolik Maddenin (TFM) Belirlenmesi

TFM'nin belirlenmesi amacıyla deney tüplerine 150 µL örnek ve 3 mL Na₂CO₃ (%2) konulmuş ve yaklaşık 2 dk sonra tüplere, ultra saf su ile 1:1 oranında seyreltilmiş Folin-Ciocalteu belirtecinden 150 µL eklenmiştir. Bu karışım vorteks yardımıyla karıştırıldıktan sonra karanlık bir yerde ve oda sıcaklığında 45 dk bekletilmiştir. Bu süre sonunda spektrofotometrede 765 nm'de (T80 UV/VIS, PG Instrument, UK) okuma yapılmış ve TFM gallik asit ile oluşturulan kalibrasyon grafiğinden hesaplanmıştır. Sonuçlar, gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir (Meral ve Doğan, 2013).

DPPH radikali temizleme özelliği

Antioksidan madde içeren ekstraktlar beş farklı konsantrasyonda (50, 100, 250, 500 ve 1000 µL) bir deney tüpüne alınarak son hacim metanol ile 1 mL'ye tamamlanmıştır. Örnekler üzerine metanolde günlük olarak hazırlanan %0.004 konsantrasyondaki DPPH çözeltisinden 3 mL eklenmiş ve vorteks yardımıyla hızlıca karıştırılmıştır. Karıştırmayı takiben deney tüpleri karanlık bir ortamda 30 dk bekletilmiş ve spektrofotometrede (T80 UV/VIS, PG Instrument, UK) 517 nm dalga boyunda kuartz küvet kullanılarak kontrol örneğine karşı (1mL metanol ve 3 mL DPPH çözeltisi içeren örnek) okuma yapılmıştır. Ölçümler iki tekerrürlü yapılmış ve her örneğin radikal temizleme özelliği aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Meral ve Doğan, 2013).

$$\% \text{İnhibisyon} = \frac{A_{\text{kontrol}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kontrol}}}$$

A_{kontrol}: DPPH çözeltisi ve metanol içeren numunenin absorpsansı

A_{örnek}: DPPH çözeltisi ve örnek içeren numunenin absorpsansı

Örnek miktarlarına karşılık gelen % inhibisyon belirlenmiştir.

Trolaks eşdeğeri antioksidan kapasitesinin (TEAK) belirlenmesi

TEAK değerinin belirlenmesi için Meral ve Doğan (2013) tarafından kullanılan yöntem kullanılmıştır.

HPLC Denemesi

Kromatografik ayırım, Agilent 1100 (Agilent Tek, USA) HPLC sisteminde, Diode-Array dedektörü (DAD) (Agilent Tek., USA) ve 250x4.6 mm, 4 µm ODS kolon (HiChrom, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak çözücü A Metanol-asetik asit-su (10:2:88), Çözücü B Metanol-asetik asit-su (90:2:8) kullanılmış ve Çizelge 1' de sunulan gradient elusyon programı uygulanmıştır. Ayırım 254 ve 280 nm de gerçekleştirilmiş ve akış hızı 1 mL/dk, enjeksiyon hacmi 20 µL olarak belirlenmiştir (Meral ve Doğan, 2013).

Çizelge 1. Gradient elusyon programı

Zaman (dk)	Çözücü A(%)	Çözücü B(%)
0	100	0
15	85	15
25	50	50
35	15	85
45	0	100

İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizler, StatGraphics Centrium 15.1 (StatGraphics 2006) ve istatistik programı kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Uşkun örneklerinin TFM ve TEAK değerleri

Uşkun örneklerinin TFM ve TEAK sonuçları Çizelge 2 ve Şekil 1'de sunulmuştur.

Çizelge 2. Uşkun örneklerinin TFM ve TEAK sonuçları

Örnek	TFM (mg GAE/100 g)	TEAK (µmol/g)
G	236±4.9 ^a	3.2±0.0 ^a
E	156±5.7 ^b	3.0±0.0 ^a
S	86±5.7 ^c	2.4±0.1 ^b

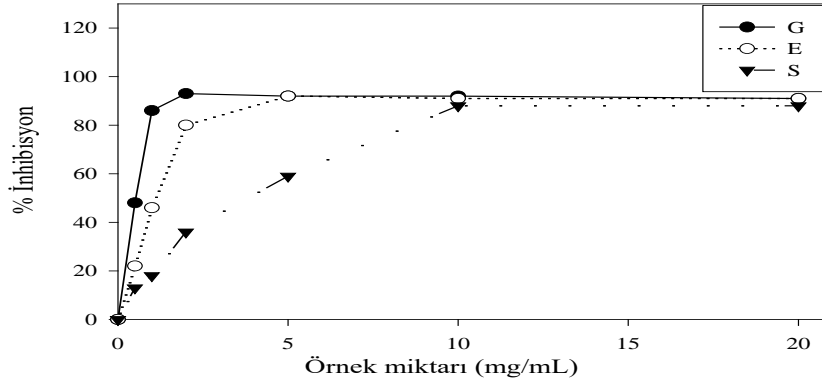
Ortalama±SS. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05) .

Buna göre TFM sonuçları 86-236 mg/100 g arasında değişmiştir. En yüksek toplam fenolik madde güneşte kurutulan örneklerde, en düşük toplam fenolik madde ise 80°C’de kurutulan örneklerde elde edilmiştir. Sıcaklığın artmasıyla birlikte TFM miktarı önemli oranda azalmıştır (p<0.05). Bu sonuçlardan; ısıl işlem sonucu fenolik maddelerin yıkıma uğramış olduğu sonucu çıkarılabilir. Isıl işlem sırasında, ısıya duyarlı fenolik bileşikler gibi bazı biyoaktif bileşenlerin yıkımı nedeniyle gıdanın besin değerinin önemli oranda azaldığı ifade edilmektedir (Choi ve ark. 2006).

TEAK sonuçları 2.36-3.18 µmol/g örnek arasında değişmiştir. Güneşte kurutulan örneklerin TEAK değerleri en yüksek değere sahipken, sıcaklığın artışıyla birlikte TEAK değerinde önemli bir azalma meydana gelmiştir (p<0.05). Sıcaklık artışına paralel olarak TEAK değeri azalmıştır.

Uşkun örneklerinin DPPH değerleri

Uşkun örneklerinin DPPH radikalini inhibe etme oranları Şekil 1’de gösterilmiştir. G örnekleri DPPH radikalini %52-91; E örnekleri 23-91; S örnekleri %11-87 arasında inhibe etmiştir. Örnek miktarının artmasına bağlı olarak antioksidan aktivite artmıştır ve örnekler en yüksek antioksidan aktiviteyi 20 mg/mL örnek konsantrasyonunda göstermiştir. Meral (2011) tarafından yapılan bir çalışmada uşkunun DPPH radikalini %90-92 oranında inhibe ettiği belirlenmiştir.



Şekil 1. Uşkun örneklerinin DPPH radikalini inhibe etme oranı

Güneşte kurutulan uşkunların 0.5 mg/mL örnek konsantrasyonunda DPPH radikalini %52 oranında inhibe ettiği belirlenmiştir. Sıcaklığın artmasıyla birlikte 0.5 mg/mL örnek konsantrasyonundaki DPPH inhibisyonu, düşük örnek konsantrasyonlarında, güneşte kurutulan uşkunların antioksidan özelliklerinin daha iyi olduğu çalışma sonucunda ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlardan; güneşte kurutma yöntemiyle antioksidan aktivitenin daha iyi korunduğu sonucu çıkarılabilir. Öztürk ve ark. (2007), uşkunun kök ve gövdelerinin iki farklı çözücüyle elde ettikleri ekstraktlarının antioksidan aktivitelerini araştırdıkları çalışmalarında, uşkun kök ve gövdelerinin metanol ekstraktlarının DPPH temizleme gücünün BHT’den yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Reaksiyon ortamına daha fazla ekstrakt eklendiğinde inhibisyonun arttığını, ekstrakt konsantrasyonunun 100 µg/mL’ye çıkarılmasıyla uşkun gövdelerinin metanol ve kloroform ekstraktlarının DPPH inhibisyon oranının %87 ve %51 olduğunu ifade etmişlerdir.

Uşkun örneklerinin fenolik madde profili

Çizelge 3’te uşkun örneklerinin fenolik madde profili verilmiştir. Örneklerin gallik asit miktarları 34.5-353.5; mg/100 g; p-kumarik asit miktarları 0-6.9 mg/100 g; ferulik asit miktarları 24.1-52.6 mg/100 g; o-

kumarik asit miktarları 0-447 mg/100 g; phloridizin miktarları 6.6-71.7 mg/100 g; rutin miktarları 68.8-163.8 mg/100 g; pirokateuik asit miktarları 1.8-2.8 mg/100 g; kuersetin miktarları 0-1.9 mg/100 g; kafeik asit miktarları ise 0-40.7 mg/100 g arasında değişmiştir. Meral (2011), uşkunun rutin, gallik asit, ferulik asit, kateşin, pirokateuik asit ve kuersetin içerdiğini belirtmiştir.

Çizelge 3. Uşkunun fenolik madde profili (mg/100 g)

Örnek	Gallik asit	p-kumarik asit	Ferulik asit	o-kumarik asit	Phloridizin	Rutin	Pirokateuik asit	Kuersetin	Kafeik asit
G	34.5±1.2 ^c	6.9±0.2	52.6±0.3 ^a	-	6.6±2.5 ^c	163.8±2.0 ^a	1.8±0.0 ^c	1.9±0.2 ^a	-
E	58.2±1.2 ^b	-	48.5±1.9 ^b	23.0±2.5 ^b	21.9±4.7 ^b	125.1±1.3 ^b	1.9±0.0 ^b	0.5±0.3 ^b	-
S	353.5±2.4 ^a	-	24.1±1.0 ^c	44.7±1.7 ^a	71.7±2.1 ^a	68.8±0.4 ^c	2.8±0.0 ^a	-	40.7±0.6

Ortalama±SS. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

Çizelge 3 incelendiğinde p-kumarik asit, ferulik asit, rutin ve kuersetin miktarlarında sıcaklığın artmasıyla önemli oranda azalma olduğu; gallik asit, o-kumarik asit, phloridizin, pirokateuik asit miktarlarında ise sıcaklığın artmasıyla önemli oranda bir artış olduğu görülebilir. Uygulanan sıcaklığın artmasıyla birlikte p-kumarik asit ve kuersetin yıkıma uğramıştır. Ayrıca 80°C'de kurutulan örneklerde, diğer örneklerde görülmeyen kafeik asitin ortaya çıktığı belirlenmiştir. Bu durum; hücre duvarında ısı etkisiyle parçalanma oluşması ve bağlı haldeki kafeik asitin serbest hale geçmesi şeklinde açıklanabilir. Gallik asit ve phloridizin miktarında sıcaklığın artmasıyla birlikte yaklaşık 10 katlık bir artış meydana gelmiştir. Meral (2011) tarafından yapılan bir çalışmada; ekmecek bileşimine uşkun eklenmiş ve kontrol ekmecekleriyle uşkun katkılı ekmeceklerin fenolik profili incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; uşkun katkısıyla, ekmeceğin gallik asit miktarı önemli oranda artış göstermiştir. Uşkun ilavesiyle gallik asit miktarı kontrole kıyasla 112 kat artış göstermiştir.

HPLC sonuçlarından elde edilen verilere göre; ısı işleminin gallik asit üzerine önemli bir etkisi olmadığı ve gallik asitin ısı işlem sonucu serbest kalabildiği söylenebilir. Xie ve Dixon (2005), çeşitli rheum türlerinden 3-*o*-galloyl-epikateşin-(4β→8)-epikateşin-3-*o*-gallat ve 3-*o*-galloyl-epikateşin-(4β→6)-epikateşin-3-*o*-gallat gibi gallat türevleri izole edildiğini ifade etmektedirler. Elde edilen verilerden, doğal bileşenlerde bulunan bazı gallat türevlerinin ısı etkisiyle gallik asite dönüştüğü ve gallik asit miktarındaki bu artışa katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Gallat türevlerinin ısı etkisiyle parçalanarak gallik aside dönüştüğü ifade edilmektedir (Velioğlu 2006).

Gıda üretiminde kullanılan prosesler, gıdanın fenolik bileşimini ve antioksidan özelliklerini farklı şekillerde modifiye edebilmektedir. Isıl işlem sonucu bazı fenoliklerin serbest hale geçtiği, bazılarının ise yıkıma uğradığı ifade edilmektedir. Ayrıca gıda üretimi sırasında kullanılan çeşitli bileşenler, fenolik maddelerin serbest kalmasını sağlayabildiği gibi bazı fenoliklerin yıkımına da neden olabilmektedir (Gelinas ve McKinnon 2006). Termal proses, gıdaların işlenmesi sırasında kullanılan en popüler yöntemlerden biridir. Isı muamelesi sırasında gıdanın depolama stabilitesi, duyuşsal özellikleri, besinsel özellikleri gibi kalite özelliklerini değiştiren bir takım kompleks olaylar meydana gelir. Bazı gıda bileşenleri termal proses sırasında yıkıma uğrarken, ısı işlem sonucu bazı bileşenler serbest hale geçebilmekte ve yeni bileşenler oluşabilmektedir. Bu bileşenler gıdanın özellikle renk ve tat gibi duyuşsal özelliklerini değiştirebilirler. Gıdalara uygulanan ısı işlem sonucunda antioksidan özelliklerin arttığı ifade edilmektedir (Peng ve ark. 2010). Ayrıca fenolik bileşiklerin depolama boyunca başka bileşiklere depolimerize ve hidrolize olabilecekleri de belirtilmektedir (Isabelle ve ark. 2008). Bununla birlikte, gıdanın yapısında bulunan bileşenlerin ve oranlarının, bunların birbirleriyle ve fenolik bileşenlerle etkileşiminin ve termal proses sonucu oluşan bir takım reaksiyonların gıdanın antioksidan özelliklerini ve fenolik madde profilini değiştirebildiği belirlenmiştir (Meral 2011).

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre;

- Uşkun bitkisinin antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve çok sayıda fenolik bileşen içerdiği,
- Uşkunun kurutulması sırasında uygulanan sıcaklığın artışıyla, uşkunun TFM içeriğinin ve antioksidan aktivitesinin azaldığı; güneşte kurutma yönteminin TFM içeriği ve antioksidan aktivitenin korunması açısından en iyi yöntem olduğu,
- Antioksidan aktivitede azalma meydana gelmesine rağmen serbest bir radikal olan DPPH'in hala %87 oranında inhibe edildiği,

- Isıl işlem sıcaklığının artmasıyla birlikte uşkunda bulunan bazı fenolik bileşenlerin yıkıma uğradığı; bazı fenolik bileşenlerin serbest kaldığı ve bazılarının ise daha düşük molekül ağırlıklı fenolik bileşenlere depolimerize olabildiği belirlenmiştir.

Sonuç

Uşkun, kısa vejetasyon dönemine sahip olması nedeniyle genellikle taze olarak tüketilen bir bitkidir. Yapılan çalışmalar içerdiği fenolik bileşenler, besinsel lif ve sahip olduğu yüksek antioksidan aktivite nedeniyle değerlendirilmesi gereken bir bitki türü olduğunu ortaya koymuştur. Uşkunun bu değerli özelliklerinden faydalanabilmek, bitkinin kısa yetiştirme dönemi nedeniyle, uşkunun kurutulularak saklanmasıyla mümkün olmaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre TFM içeriği ve antioksidan aktivitenin korunması açısından en iyi kurutma yönteminin güneşte kurutma yöntemi olduğu belirlenmiş ayrıca yüksek sıcaklıklarda kurutmaya rağmen antioksidan aktivitenin hala yüksek olduğu da saptanmıştır.

Teşekkür

Bu projeyi, 2015-HIZ-MİM-047 nolu proje olarak destekleyen YYU Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Alaaddin AM, Al-Khateb EA, Jager AK (2007). Antibacterial activity of Iraqi Rheum ribes root. *Pharm. Biol.* 45(9): 688-690.
- Andiç S, Tunçtürk Y, Ocak E, Köse Ş (2009). Some chemical characteristic of edible wild rhubarb species (*Rheum ribes* L.). *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 5(6): 973-977.
- Bazzaz BS, Khajenkaramadin M, Shokoheizadeh HR (2005). In vitro antibacterial activity of Rheum ribes extract obtained from various plant parts against clinical isolates of gram negative pathogens. *Iran J Pharm Res.* 2: 87-91.
- Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J (2006). Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem.* 99: 381-387.
- Gelinas, P., McKinnon, C.M., 2006. Effects of wheat variety, farming site, and bread baking on total phenolics. *Int. J. Food Sci. Technol.* 41: 329-332.
- Isabelle M, Lee BL, Ong CN, Liu X, Huang D (2008). Peroxyl radical scavenging capacity, polyphenolics, and lipophilic antioxidant profiles of mulberry fruits cultivated in southern China. *J. Agric. Food Chem.* 56: 9410-9416.
- Munzuroğlu Ö, Karataş, F, Gür N (2000). Işgın (*Rheum ribes* L.) bitkisindeki A, E ve C vitaminleri ile selenyum düzeylerinin araştırılması. *Turk J. Biol.* 24: 397-404.
- Nagishbandi AM, Josefsen K, Pedersen ME, Jager AK (2009). Hypoglycemic activity of Iraqi Rheum ribes root extract. *Pharm. Biol.* 47(5): 380-383.
- Meral (2011). Fonksiyonel Önem Sahip Doğal Bileşenlerin Hamur ve Ekmek Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. (doktora tezi, yayınlanmamış). YYÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Meral R, Doğan İS (2013). Grape seed as a functional food ingredient in bread-Making. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 64(3): 372-379
- Özbek H, Ceylan E, Kara M, Özgökçe F, Koyuncu M (2002). Rheum ribes (Uşkun) kökü ekstresinin sağlıklı ve diyabetli farelerdeki hipoglisemik etkisi. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 29-31 Mayıs, Eskişehir.
- Özcan MM, Dursun N, Arslan M (2007). Some nutritional properties of Prongos ferulacae (L.) lindl and Rheum ribea L. Stems growing wild in Turkey. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 58(2): 162-167.
- Öztürk M, Aydoğmuş-Öztürk F, Duru ME, Topçu G (2007). Antioxidant activity of stem and root extract of Rhubarb (*Rheum ribes*): An edible medicinal plant. *Food Chem.* 103: 623-630.
- StatGraphics (2006). StatGraphics Centrium Release 15.1. Warrenton, Virginia: Statpoint Inc.
- Peng X, Ma J, Cheng KW, Jiang Y, Chen F, Wang M (2010). The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread. *Food Chem.* 119: 49-53.
- Taniş H, Karcioğlu L, Dıraz E, Aygan A (2010). Kahramanmaraş bölgesinde yetişen Işgın (*Rheum ribes* L.)'ın antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bil Derg.* 13(2): 12-16.

R. MERAL

- Tosun F, Akyüz Kızılay Ç (2003). Anthraquinones and flavanoids from *Rheum ribes*. Ankara Ecz. Fak. Derg, 32(1): 31-35.
- Xie DY, Dixon RA (2005). Proanthocyanidin biosynthesis-still more questions than answers. *Phytochemistry*, 1-18.
- Velioğlu S (2006). Antioksidanlar (Ders notları, yayınlanmamış). A.Ü. Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. Ankara.