

Karadut (*Morus nigra*) Katkılı Ekmeğin Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Kompozisyonu*

Raciye MERAL¹ İsmail Sait DOĞAN¹

ÖZET: Bu çalışmada, uzun yıllardan beri değişik şekillerde tüketilen karadut, ekmeğe eklenmiş ve karadutun ekmeğin toplam fenolik madde konsantrasyonu, antioksidan özellikleri ve fenolik kompozisyonu üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre, ekmeğe eklenen karadut ekmeğin toplam fenolik madde konsantrasyonunu arttırmıştır. Ekmeğe ilave edilen karadutun antioksidan aktivite üzerine olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Karadut ekmeğe ilave edildiği en düşük seviyede dahi serbest radikallerin inhibisyonunu sağlayarak ekmeğin fonksiyonelliğini arttırmıştır. HPLC analizleri sonucunda, karadut içeren ekmeğelerde gallik asit ve kateşin miktarının arttığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Antioksidan aktivite, ekmeğe, karadut, fenolik kompozisyon



Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Bread Including *Morus nigra*

ABSTRACT: In this study, *Morus nigra* that have been consumed in various forms for many years were added to bread formula and the effects of it on total phenolic content, antioxidant activity and phenolic composition of bread were investigated. According to the results obtained from the study *Morus nigra* increased the total phenolic content and antioxidant activity of the bread. *Morus nigra* was added to the bread increased the functionality of bread by increasing the inhibition of free radicals. As a result of HPLC analysis, it was determined that gallic acid and catechin amount increased in the bread. including *Morus nigra*.

Keywords: Antioxidant activity, bread, *Morus nigra*, phenolic composition

¹ Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Van, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: İsmail Sait DOĞAN, isdogan@yyu.edu.tr

* Bu çalışma YYU-Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı Tarafından 2008-FBE-D015 nolu proje olarak desteklenmiştir

GİRİŞ

Dut bitkisi, *Urticales* takımının *Moraceae* ailesinin *Morus* cinsine dahildir. Dünyanın ılıman iklim bölgelerinde *Morus* cinsinin 100 kadar türü tanımlanmıştır. En çok rastlanan türler, *Morus alba* (Beyaz dut), *Morus nigra* (Karadut) ve *Morus rubra* (Mor dut)'dır (Elmacı ve Altuğ, 2002). Dut, farklı iklim ve toprak şartlarına adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması nedeniyle, ılıman, tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yetişebilen bir meyve türüdür. Birçok meyve türünde olduğu gibi Anadolu, dut meyvesinin de anavatanı ve en eski kültür alanlarından biridir. Ülkemizin çoğu tarım bölgelerinde yetiştirme koşulları çok uygun olduğundan yüksek kalitede dut meyvesi elde edilir (Güngör ve Şengül, 2008). Ülkemizde, 2 210 000 adet meyve veren dut ağacından 55 000 ton ürün elde edilmektedir. Ortadoğu (10 263 ton), Kuzeydoğu (10.134 ton), Orta kuzey (10 043 ton) ve Karadeniz (9 196 ton) dut üretiminin en fazla olduğu tarım bölgelerimizdir (Anonim, 2003).

Dut'un gerek bitkisi gerek meyvesi değişik alanlarda kullanılarak değerlendirilebilmektedir (Polat, 2004). Yapraklarından beden ve zihin gevşetici, rahatlatıcı etkiye sahip çaylar yapılan, meyvesinden de şarap, jöle, reçel, pekmez gibi çeşitli ürünlerin elde edildiği dut, halk arasında bağırsakları düzenlemek, ateşi ve kan basıncını düşürmek, ağız yaralarını tedavi etmek amacıyla kullanılmaktadır. Yüksek oranda antosiyanin içermesi nedeniyle kalp-damar hastalıklarını engellemekte, kansere karşı koruma sağlamaktadır. Dutun biyolojik ve farmakolojik özellikleri hakkında günümüzde çok az bilgiye sahip olunmasına karşın, içecek piyasasında dut ağacının yapraklarından elde edilen içeceklerin önemi artmaktadır (Bae and Suh, 2007).

Dut, şeker, organik asit ve antosiyanin pigmentlerince zengin bir meyvedir. Toplam antosiyanin içeriği 1229-2057 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ arasında değişmektedir. İçerdiği antosiyaninler nedeniyle meyve suyu, şurup ve şarap gibi gıdaların önemli bir bileşeni olarak kullanılmaktadır. Dut meyvesinin antidiabetik, antioksidatif ve antiinflamator etkilerinin olduğu bildirilmektedir. Bu biyolojik etkilere, içerdiği fenolik bileşikler özellikle antosiyaninler nedeniyle sahip olmaktadır. Antosiyanin pigmentlerinin dut meyvesinde oldukça önemli iki rolü vardır. Bunlardan birincisi son ürünün özelliklerini etkileyen ve ürünün duyuşsal özelliklerinin oluşmasında tamamlayıcı rol oynayan çeşitli formları içermesi, ikincisi sağlık üzerindeki etkileridir (Bae and Suh, 2007).

Modern tıpta dutun tek kullanımı karaduttan elde edilen şuruptur (Grieve, 2002). Karadut şurubu gargara olarak ağız ve boğaz hastalıklarına, özellikle de bebeklerde pamukçuklara karşı uygulanır. Karadut kök ve gövde kabukları idrar söktürücü ve tenya düşürücü olarak bilinir. Meyveleri iştah açar. Karadut yapraklarından, hafif kan şekerini düşürücü etkisi nedeniyle faydalanılır (Asımgil, 1997).

Bu çalışmada yüksek fenolik madde içeriğiyle antioksidan aktiviteye sahip olduğu bilinen karadut bitkisi ekmek yapımında kullanılarak fonksiyonel ekmek üretilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla karadut bitkisi kurutulduktan sonra üç farklı seviyede ekmek yapımında kullanılmıştır. Çalışmada, dut katkılı ekmeğin antioksidan özellikleri ve fenolik kompozisyonu ile kontrol grubu ekmeklerin antioksidan özellikleri ve fenolik kompozisyonu karşılaştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Hammadde Temini ve Hammaddenin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan analitik safıktaki kimyasal maddeler Sigma–Aldrich (St. Louis.MO, ABD) ve Merck (Darmstadt, Almanya) firmasından, kullanılan Tip I ekmeklik un, Toprakcan Un sanayinden (Edremit-Van) temin edilmiştir. Karadut Ağustos ayı ortasında yerel bir üreticiden alınmıştır. Karadut 40°C'deki etüvde kurutulduktan sonra laboratuvar tipi çekiçli değirmen (Perten LM 120, İsveç) yardımıyla öğütülmüş ve partikül büyüklüğünün 0.5 mm'ye gelmesi sağlanmıştır.

Ekmek Yapımı

Kontrol ekmeklerinin yapımında Taşan (2008), tarafından belirtilen ve Çizelge 1'de verilen formülasyon kullanılmıştır.

Çizelge 1. Ekmek bileşimi

Bileşen	İlave seviyesi (%)
Un	100
Su	57
Tuz	1.5
Maya (İstant aktif)	1
Ekmek Katkısı	0.8

Ekmek yapımında kullanılan bütün katı bileşenler, optimum süre yoğrulmuş ve yoğurmayı takiben hamur, 30°C'de ve % 90 nisbi nem içeren fermentasyon kabini-nde 45 dk fermentasyona tabi tutulmuştur. Süre sonunda hamur 200 g ağırlıkta kesilerek 10 dk dinlendirilmiş ve şekil verme makinesinde (Şimşek Labortechnik, Ankara) AACC (10-10B)'ye göre fitil şekline getirilmiştir. Şekillendirilen hamurlar 14.29x7.94 cm boyutlarındaki hamur tavalara (Teksan Makine A.Ş. Bursa) yerleştirilerek ve 30 °C'de % 90 nisbi nem içeren fermentasyon kabini-nde ana fermentasyona tabi tutulmuştur. Fermentasyona, hamur yüksekliği tavanın 2 cm üstüne ulaşınca kadar devam edilmiştir. Mayalanan hamurlar 218°C'de konveksiyonel fırında (Özkesoğlu, İstanbul) 21 dk süreyle pişirilmiştir. Ekmek yapımı sırasında hamur formülüne dahil edilen karadut, una % 1, 2 ve 3 seviyesinde ve yer değiştirme prensibine göre ilave edilmiştir. Ekmekler analiz edilmeden önce elektrikli bıçak (Arçelik K8210, İstanbul) kullanılarak 25 mm kalınlığında dilimlenmiş ve 35 °C'de kurutulmuştur. Kurutulmuş ekmekler çekiçli değirmenden geçirilerek analize alınmıştır.

Fenolik Bileşiklerin Ekstraksiyonu

Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda Yemiş ve ark. (2007), Tekeli ve Sezgin (2007) ve Iacopini et al. (2008) tarafından belirtilen yöntemler kombine edilerek kullanılmıştır.

Toplam Fenolik Madde Tayini (TFM)

Deney tüplerine 150 µL örnek ve 3 mL sodyum karbonat (% 2) konulmuş ve yaklaşık 2 dk sonra tüplere, ultra saf su ile 1:1 oranında seyreltilmiş Folin-Ciocalteu belirtecinden 150 µL eklenerek karıştırılmıştır. Bu karışım daha sonra karanlık bir yerde ve oda sıcaklığında 45 dk bekletilerek spektrofotometrede 765 nm'de (PG Instrument T80 UV/VIS Spectrophotometer, Wibtoft, İngiltere) okuma yapılmıştır. Toplam fenolik madde konsantrasyonu galik asit ile oluşturulan kalibrasyon grafiğinden hesaplanmış ve sonuçlar, galik asit eşdeğeri (GAE) olarak ifade edilmiştir (Bae and Suh, 2007).

Toplam Flavonoid İçeriğinin Belirlenmesi (TF)

Ekmek ekstraktlarından 1 mL alınarak deney tüpüne aktarılmış ardından 1 mL % 10' luk alüminyum

klorit (Metanol içinde) eklenerek hızlıca karıştırılmıştır. Karanlık ortamda 10 dk bekletilen örneklerin absorban-sı 510 nm'de okunmuş ve kuersetin standardı ile karşılaştırılmıştır. Flavonoid miktarı kuersetin eşdeğeri/g (KE) örnek cinsinden ifade edilmiştir (Ramamoorthy and Bono, 2007).

Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasitesinin (TEAK) Belirlenmesi

TEAK değerinin belirlenmesi için Kırca ve Özkan (2007) tarafından belirtilen yöntem kullanılmıştır. Antioksidan aktivite değeri µ mol Troloks eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

DPPH radikalini temizleme özelliği

Antioksidan madde içeren ekstraktlar beş farklı konsantrasyonda (100, 250, 500, 750 ve 1000 µL) bir deney tüpüne alınmış ve son hacim metanol ile 1 mL'ye tamamlanmıştır. Örnekler üzerine metanolde günlük olarak hazırlanan % 0.004 konsantrasyondaki 2, 2-difenilpikrilhidrazil (DPPH) çözeltisinden 3 mL eklenerek ve vorteks yardımıyla hızlıca karıştırılmıştır. Karıştırmayı takiben deney tüpleri karanlık bir ortamda 30 dk inkübe edilmiş ve spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Her örneğin radikal temizleme özelliği aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmış ve örnek miktarlarına karşılık gelen % inhibisyon belirlenmiştir (Brand-Williams et al., 1995).

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

A_{kontrol} : DPPH çözeltisi ve metanol içeren numunenin absorban-sı

$A_{\text{örnek}}$: DPPH çözeltisi ve örnek içeren numunenin absorban-sı

HPLC Analizi

Fenolik bileşiklerin HPLC ile ayrılmasında Rodriguez-Delgado et al. (2001) tarafından belirlenen yöntem kullanılmıştır. Kromatografik ayırım, Agilent 1100 (Agilent Tek, USA) HPLC sisteminde, Diode-Array dedektörü (DAD) (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, Amerika) ve 250x4.6 mm, 4 µm ODS kolon (HiChrom, Theale, PA, Amerika) kullanılarak ger-

çekleştirilmiştir. Mobil faz olarak çözücü A Metanol-asetik asit-su (10:2:88), Çözücü B Metanol-asetik asit-su (90:2:8) kullanılmış, akış hızı 1 mL dk⁻¹, enjeksiyon hacmi 20 µL olarak belirlenmiştir.

İstatistik Analiz

İstatistiksel analizler, StatGraphics Centrium 15.1 (StatGraphics, 2006) ve CoStat istatistik programları (CoHort, 2004) kullanılarak yapılmış ve çoklu karşılaştırma testi olarak Student-Newman Keuls (SNK) testi kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Karadut İlavesinin Ekmeğin TFM, TF Kon-santrasyonu ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Et-kileri: Çizelge 2’de kontrol grubu ekmekler ile karadut katkılı ekmeklerin TFM, TF ve TEAK değerleri sunulmuştur. Çizelge 2’nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, ekmeğe dahil edilen karadut TFM içeriğini önemli oranda arttırmıştır TFM içeriği 0.4-0.8 mg GAE 100 g⁻¹ olarak bulunmuştur. En yüksek fenolik madde % 3 karadut içeren ekmeklerde elde edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarında kontrol grubu ekmeklerde de fenolik madde tespit edilmiştir. Bu fenolik maddeler buğdaydan ileri gelmektedir. Buğdayda da fenolik bileşiklerin bulunduğu ve bu bileşiklerin antioksidan aktivite gösterdiği ifade edilmektedir (Yu et al., 2004). Yapılan çok sayıda araştırma sonucunda fenolik bileşenlerin antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. TFM ile antioksidan özellikler arasında pozitif bir ilişki bulunduğundan, antioksidan aktivitenin belirlenmesinde gıda örneğinin içerdiği toplam fenolik maddenin miktarı da belirlenmektedir (Michalska et al., 2008).

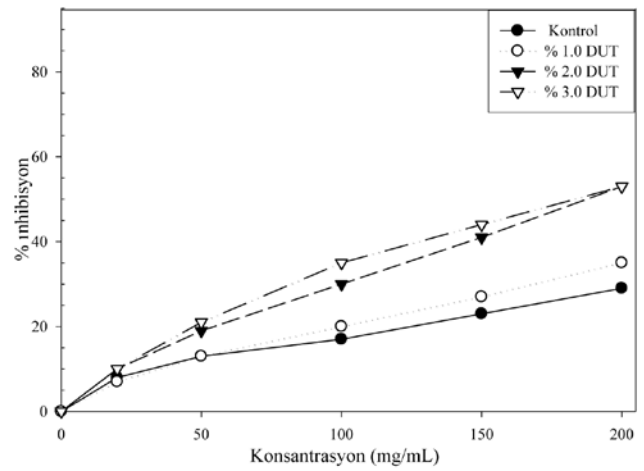
Ortalama±SS. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

TF içeriği 0.1-1.2 mg KE 100 g⁻¹ arasında değişmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre TF değeri 12

kat artış göstermiştir. Flavonoidler, fenolik bileşiklerin geniş bir grubunu oluşturmaktadır ve serbest radikal yakalayıcısı olmaları, enzim aktivitelerini düzenlemeleri, antibiyotik, antiallerjen, antidiyaretik, antiülser ve antiinflamatuvar ilaç gibi hareket etmeleri nedeniyle araştırmacıların ilgisini çekmektedir (Rice-Evans et al., 1996). Santas et al. (2010), TF ile antioksidan aktivite arasında pozitif bir korelasyon bulunduğunu ifade etmektedirler.

Bu çalışmada antioksidan aktivite ölçümü TEAK yöntemi ve DPPH radikalini temizleme yöntemleriyle belirlenmiştir. Ekmeklerde TEAK değerlerinin 1.1-3.7 µmol Trolox arasında değiştiği saptanmıştır. Ekmeğe ilave edilen karadut, ekmeğin TEAK değerini önemli oranda arttırmıştır (P<0.05). Karadutun ilave seviyesinin artmasıyla TEAK değeri de artış göstermiştir.

Şekil 1’de dut katkılı ekmeklerin DPPH inhibisyon grafiği verilmiştir. Kontrol grubu ekmekler DPPH radikalini % 29 oranında inhibe ederken, karadut ilaveli ekmeklerde bu değer önemli bir artış göstermiştir. Karadut katkılı ekmeklerin DPPH inhibisyon yüzdesi sırasıyla % 35, 53 ve 54 olmuştur. Karadut ilavesiyle DPPH inhibisyonu % 17 ve % 46 oranında artış göstermiştir.



Şekil 1. Dut katkılı ekmeklerin metanol ekstraktlarının, farklı konsantrasyonlarının DPPH radikalini inhibe etme oranı.

Çizelge 2. Karadut katkılı ekmeklerin TFM, TF ve TEAK değerleri

İlave seviyesi (%)	TFM (mg GAE.100 g ⁻¹)*	TF (mg KE. 100 g ⁻¹)	TEAK (µ mol Trolox)
0	0.4±0.14 ^c	0.1±0.05 ^d	1.1±0.21 ^c
1.0	0.6±0.14 ^b	0.8±0.03 ^c	3.2±0.04 ^b
2.0	0.7±0.51 ^a	0.9±0.00 ^b	3.3±0.01 ^a
3.0	0.8±0.32 ^a	1.2±0.04 ^a	3.7±0.50 ^a

Çizelge 3. Dut katkılı ekmeklerin fenolik madde profili (mg 100g⁻¹)

Örnek	Seviye (%)	Gallik asit	Kateşin	Pirokateuik asit	Rutin	Kuersetin
KON		0.08±0.0 ^c	14.3±1.0 ^c	Bulunamadı	Bulunamadı	Bulunamadı
Karadut	1.0	0.74±0.2 ^b	31.0±1.4 ^b	Bulunamadı	Bulunamadı	Bulunamadı
Karadut	2.0	1.07±0.1 ^b	31.0±0.2 ^b	0.26±0.0 ^b	1.47±0.0 ^b	2.90±0.3 ^a
Karadut	3.0	1.61±0.2 ^a	37.4±0.5 ^a	0.08±0.0 ^b	5.00±0.3 ^a	3.30±0.0 ^a

Antioksidan aktivite ölçümlerine göre karadut ekmeğın antioksidan aktivitesini önemli oranda arttırmıştır.

Dutun içerdiği antosiyaninler nedeniyle antioksidan özellik gösterdiği ifade edilmektedir. Yapılan bir çalışmada, dut ekstraktlarının linoleik asit sisteminde hızlı ve konsantrasyona bağlı aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Bae and Suh, 2007).

Karadut İlavesinin Ekmeğın Fenolik Profili Üzerine Etkisi: Karadut ilaveli ekmeklerin fenolik profili Çizelge 3’te sunulmuştur. Karadut ilavesiyle ekmeklerin gallik asit ve kateşin miktarı önemli oranda artış göstermiştir. Gallik asit miktarı 9 ile 23 kat, kateşin miktarı ise 2 kat artmış göstermiştir. Karadut içeren ekmeklerde, kontrol ekmeğında bulunmayan pirokateuik asit, rutin ve kuersetin de saptanmıştır. Isabelle et al. (2008), dut meyvesinde önemli miktarda klorojenik asit; Zhang et al. (2008), 14.66 µg g⁻¹ prokateuik asit, 24.72 µg g⁻¹ klorojenik asit, 111.38 µg g⁻¹ rutin ve 3.29 µg g⁻¹ kuersetin tespit etmişlerdir.

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

Kontrol ekmeğında 0.08 mg 100g⁻¹ gallik asit ile 14.3 mg 100g⁻¹ kateşin bulunmaktadır. Gallik asit miktarında karadut ilavesiyle 20 kat bir artış belirlenmiştir. Karadutta bulunan gallik asit, ekmeklerin fenolik profiline yansımıştır. Isıl işlemin gallik asit üzerine önemli bir etkisi olmadığı ve gallik asitin ısı işlem sonucu serbest kalabildiği bu sonuçlardan çıkarılabilir. Ekmeklerdeki kateşin miktarı da kontrole kıyasla önemli artışlar göstermiştir. Kateşin miktarı kontrole kıyasla yaklaşık 3 kat artmıştır. Alvarez-Jubete et al. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada glutensiz ekmek yapımında kullanılan karabuğday tohumu, amarant tohumu ve kinoa tohumunda bulunan fenolik bileşiklerin ısıyla yıkıma uğradığı ancak bu ekmeklerde kontrole kıyasla antioksidan aktivitenin önemli oranda arttığı ifade edilmiştir. Peng et al. (2010), üzüm çekirdeğiyle hazırladıkları ekmeklerin antioksidan aktivitesinin kontrole kıyasla önemli oranda arttığını ancak bu ekmeklerde antioksidan aktivitenin üzüm çekirdeğinin standart solusyon-

larına kıyasla % 30 oranında azaldığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar bu sonucu, proantosiyandinlerle, protein veya nişastanın ısı teşvikli reaksiyon sonucu, deneyde kullanılan ekstraksiyon solventi ile ekstrakte edilemeyen bir takım büyük moleküllerin üretilmesi ve/veya ısının fenolik bileşenleri yıkıma uğratması şeklinde açıklamışlardır. Bu araştırmacılar, ekmeğın fenolik bileşimini incelememişlerdir.

Termal proses, gıdaların işlenmesi sırasında kullanılan en popüler yöntemlerden biridir. Isı muamelesi sırasında gıdanın depolama stabilitesi, duyuşal 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 duyuşal özelliklerini değiştirebilirler. Gıdalara uygulanan ısı işlem sonucunda antioksidan özelliklerin arttığı ifade edilmektedir (Peng et al., 2010). Ayrıca fenolik bileşiklerin depolama boyunca başka bileşiklere depolimerize ve hidrolize olabilecekleri de belirtilmektedir (Isabelle et al., 2008).

SONUÇ

Ekmek beslenmemizin önemli bir kısmını oluşturan temel besin maddelerinden biridir. Bu çalışmada ekmeğın fonksiyonel özelliklerini arttırmak amacıyla ekmeğın bileşimine antioksidan özelliğe sahip olduğu bilinen karadut, üç farklı seviyede eklenerek, karadutun ekmeğın antioksidan özellikleri ve fenolik profili üzerine etkisi araştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlar, ekmeğe çeşitli doğal bileşenler eklenerek, ekmeğe fonksiyonel özellik kazandırabileceğini ve antioksidan özelliğe sahip doğal katkı maddeleri kullanılarak sağlık üzerinde olumlu etkilere sahip ekmeğın üretilebileceğini göstermiştir. Yapılan antioksidan aktivite ölçümlerinde, karadut ilavesiyle antioksidan aktivitenin arttırılabileceği gösterilmiştir ancak bu bileşenle üretilen ekmeklerin vücuda alındıktan son-

ra da antioksidan özellik gösterip gösteremeyeceği bilinmemektedir. Bu nedenle *in vivo* koşullarda da antioksidan aktivitenin belirlenmesi gerekmektedir.

Ekmeklerde fenolik profilinin karadut ilavesiyle değiştirilebileceği belirlenmiştir. Fenolik maddelerin kompleks yapıları nedeniyle, ısıtılmanın fenolik bileşenleri olumlu ve/veya olumsuz bir şekilde etkilediğini kesin bir şekilde söylemek mümkün değildir. Ekstraksiyon solventi, ekstraksiyon metodu ve depolama koşulları gibi deneysel koşullar, metodolojideki farklılıklar, gıda üretim prosesi ve proses sırasında uygulanan çeşitli işlemler, farklı araştırmacılar tarafından yapılan araştırma sonuçlarının farklı olmasına neden olmaktadır. Bazı fenolik bileşenler, ısıtılma sonucunda inaktif olurken bazı fenolik bileşenler serbest hale geçebilmektedirler. Ayrıca fenolik bileşenlerin fonksiyonel gruplarında bulunan daha düşük molekül ağırlığına sahip fenolik bileşikler de ısıtılma sonucunda serbest kalabilmektedir. Bu nedenle, ekmeğin pişirme prosesinin fenolik bileşenler üzerine etkisini belirleyebilmek için daha fazla araştırma yapılmalı ve her bir işlemin, her fenolik bileşen üzerine etkisi açıkça ortaya konulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E.K., Gallagher, E., 2010. Polyphenol composition and *in vitro* antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chemistry*, 119: 770-778.
- Anonim, 2003. Tarımsal yapı (üretim, fiyat, değer) T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayın No:2758, Ankara.
- Asımgil, A., 1997. Şifalı bitkiler. Timaş Yayınları, İstanbul.
- Bae, S.H., Suh, H.J., 2007. Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. *LWT Food Science and Technology*, 40: 955-962.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Science and Technology*, 28(1): 25-30.
- CoHort, 2004. Costat useric guide. CoHort software, Monterey, CA.
- Elmaci, Y., Altug, T., 2002. Flavour evaluation of three black mulberry (*Morus nigra*) cultivars using GC/MS, chemical and sensory data. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 632-635.
- Grieve, M., 2002. Mulberry common. <http://botanical.com/botanical/mgmh/m/mul.com62>. (Erişim tarihi: 10.08.2009).
- Güngör, N., Sengül, M., 2008. Antioxidant activity, total phenolic content and selected physicochemical properties of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits. *International Journal of Food Properties*, 11: 44-52.
- Iacopini, P., Baldi, M., Storchi, P., Sebastiani, L., 2008. Catechin, epicatechin, quercetin, rutin and resveratrol in red grape: Content *in vitro* antioxidant activity and interactions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21: 589-598.
- Isabelle, M., Lee, B.L., Ong, C.N., Liu, X., Huang, D., 2008. Peroxyl radical scavenging capacity, polyphenolics, and lipophilic antioxidant profiles of mulberry fruits cultivated in southern China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 9410-9416.
- Kırca, A., Özkan, M., 2007. Değişik amaçlı bazı test ve analiz yöntemleri. *Gıda Analizleri* (Editör: Bekir Cemeroglu). Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 34, Ankara. 535.
- Michalska, A., Amigo-Benavent, M., Zielinski, H., Doloresdel Castillo, M., 2008. Effect of bread making on formation of Maillard reaction products contributing to the overall antioxidant activity of rye bread. *Journal of Cereal Science*, 48: 123-132.
- Peng, X., Ma, J., Cheng, K.W., Jiang, Y., Chen, F., Wang, M., 2010. The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread. *Food Chemistry*, 119: 49-53.
- Polat, A.A., 2004. Hatay'ın Antakya ilçesinde yetiştirilen bazı dultiplerinin meyve özelliklerinin belirlenmesi. *Bahçe*, 33(1-2): 67-73.
- Rice-Evans, C., Miller, N.J., Paganga, G., 1996. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20: 933-956.
- Rodriguez-Delgado, M.A., Malovana, S., Perez, J.P., Borges, T., Garcia-Montelongo, F.J., 2001. Separation of phenolic compounds by high-performance liquid chromatography with absorbance and fluorimetric detection. *Journal of Chromatography*, 912: 249-257.
- Ramamoorthy, P. K., Bono, A. (2007). Antioxidant activity, total phenolic content and flavonoid content of Morinda citrifolia fruit extracts from various extraction processes. *Journal of Engineering Science and Technology*, 2: 70-80.
- Santas, J., Almajano, M. P., Carbo, R., 2010. Antimicrobial and antioxidant activity of crude onion (*Allium cepa*, L.) extracts. *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 403-409.
- StatGraphics, 2006. StatGraphics Centrium Release 15.1. Warrenton, Virginia: Statpoint Inc.
- Taşan, B., 2008. Unların ekmeçlik kalitesinin belirlenmesinde otomatik ekmeç makinelerinin kullanımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış)*, Van.
- Tekeli, Y., Sezgin, M., 2007. Centaurea carduiformis (peygamber çiçeğı) in antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 2(2): 204-209.
- Yemiş, O., Bakkalbasi, E., Artık, N., 2008. Antioxidant activities of grape (*Vitis vinifera*) seed extracts obtained from different varieties grown in Turkey. *International Journal of Food Science and Technology*, 43: 154-159.
- Yu, L., Haley, S., Perret, J., Haris, M., 2004. Comparison of wheat flours grown at different locations for their antioxidant properties. *Food Chemistry*, 86: 11-16.