

## **GAZLI İHLAMUR ÇAYI İÇECEĞİNİN BAZI ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Bige İncedayı\***

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye

Geliş / Received: 28.01.2017; Kabul / Accepted: 28.03.2017; Online baskı / Published online: 04.04.2017

İncedayı, B. (2017). Gazlı ıhlamur çayı içeceğinin bazı özelliklerinin araştırılması. *GIDA* (2017) 42 (4): 355-363  
doi: 10.15237/gida.GD17025

### **Öz**

Bu çalışmada bitki çaylarına alternatif yeni bir bitki çayı içeceği üretimi planlanmış ve elde edilen ürünün fizikokimyasal bileşiminin yanı sıra, toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan kapasitesi ve antioksidanların biyoalınabilirliğinin ortaya konması hedeflenmiştir. Bu amaçla içerisinde %1 oranında ıhlamur içeren ekstrakta, sakkaroz, organik asitler (sitrik asit ve askorbik asit), doğal limon aroması ve koruyucu maddeler (potasyum sorbat ve sodyum benzoat) eklenerek, ıhlamur çayı içeceği (8 briks) üretilmiştir. Elde edilen ürün filtre edildikten sonra 200 mL'lik cam şişelere doldurulmuş ve gazlanarak kapatılmıştır. Bitki çayı içeceğinin diğer minerallere nazaran, K ve Ca mineralleri yönünden daha zengin olduğu ortaya konmuştur. Toplam fenolik madde miktarı yönünden değerlendirildiğinde, hammaddede bulunan polifenollerin, ekstraksiyon sonrasında, yaklaşık %3 düzeyinde içeceğe geçtiği belirlenmiştir. İçeceğin antioksidan kapasitesinin CUPRAC yöntemiyle, antioksidan özellik taşıyan bileşenlerin biyoalınabilirliğinin ise FRAP yöntemiyle daha yüksek düzeyde saptanabildiği ortaya konmuştur. Söz konusu bileşenlerin fizyolojik fonksiyonlara katılması için canlı tarafından alınan miktarının, başlangıç değerine oranı (biyoalınabilirliği) in-vitro koşullarda %1.43-36.08 arasında bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Ihlamur, antioksidan kapasite, biyoalınabilirlik

## **A RESEARCH ON SOME PROPERTIES OF CARBONATED LINDEN HERBAL TEA BEVERAGE**

### **Abstract**

In this research, production of an alternative novel herbal tea beverage was planned and evaluation of physicochemical properties, total phenolics, antioxidant capacity of the product and bioaccessibility of antioxidants was aimed. For this purpose, 1% extract of linden, sucrose, organic acids (citric and ascorbic acids), natural lemon flavor and antimicrobial agents (Na-benzoate and K-sorbate) were used and the brix value of the herbal tea beverage was adjusted to 8°. The mixture was plate filtered, filled into 200 mL glass bottles, then carbonated and sealed. The K and Ca minerals of the beverage were found higher than the others. It was determined that approximately 3% of the polyphenols of dried linden were transferred to the beverage after extraction. The highest antioxidant capacity and bioaccessible antioxidants were obtained in CUPRAC and FRAP assays, respectively. The ratio of final accessed amounts of antioxidants for physical functions to initial dose, under in-vitro conditions (bioaccessibility) were changed between 1.43-36.08%.

**Keywords:** Linden, antioxidant capacity, bioaccessibility

\* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ bige@uludag.edu.tr,

☎ (+90) 224 294 1504,

☎ (+90) 224 294 1402

## GİRİŞ

Ihlamur, *Tiliaceae* familyasından *Tilia* cinsini oluşturan ağaç türüdür. Küçük yapraklı (*Tilia cordata*) ve büyük yapraklı (*Tilia platphyllos*) ihlamur tedavi amaçlı kullanılırken, *Tilia vulgaris* (linden) türü ise daha çok bitki çayı olarak tüketilmektedir (Albayrak vd., 2012). Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda tıbbi ve aromatik bitkilerin içerdiği biyoaktif bileşenlerin sağlık açısından önemli olduğunun vurgulanması, bu bitkilerin tüketimini ve değerini daha da arttırmıştır (Usal ve Özde, 2001; Özgüven vd., 2005; Karakaya ve El, 2006). Ihlamur, sedatif, trankilizan, diüretik, ekspektoran ve terletici, anksiyolitik, antistres, sindirime yardımcı ve spazm giderici ajan olarak kullanılmaktadır (Aydın vd., 1992; Viola vd., 1994; Yıldırım vd., 2000; Federici vd., 2005; Ernest, 2006). Bu etkiler ağırlıklı olarak ihlamurun içerdiği müsilaj, flavonoidler ve yağlardan kaynaklanmaktadır (Toker vd., 2001; Wichtl, 2004; Manuele vd., 2008).

Ihlamur bitkisiyle ilgili yapılan çalışmalar daha çok bitkinin antioksidan kapasitesi (Albayrak vd., 2012; Toydemir vd., 2015), fenolik madde miktarı (Atoui vd., 2005; Horzic vd., 2009), mineral madde içeriği ve ağır metal düzeyi (Bilgic Alkaya vd., 2015; Tercan vd., 2016) ile mikroorganizmalar üzerindeki inhibisyon etkisi (Gönül ve Karapınar, 1987; Albayrak vd., 2012) üzerinedir. Bitkinin çay formuna yönelik yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Literatürde özellikle içecek formunda üretimin yapıldığı ve bileşiminin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bitki çaylarının antioksidan özellik gösteren maddeler yönünden biyoalınabilirliği de, fazla tüketilen bir bitki çayı olması nedeniyle, ihlamur için oldukça önem taşımakta olup, işlenmiş üründe in-vitro biyoalınabilirlik ya da in-vivo biyoyararlılık çalışması bulunmamaktadır. Biyoyararlılık, gıdanın sindirilmesi ile alınan bileşiğin, metabolik ve fizyolojik fonksiyonlar için kullanılan veya depolanan kısmı olarak tanımlanmaktadır. Yani gıdadaki mevcut bileşenlerin sindirim sisteminde emilen miktarıdır (House, 1999). Biyoalınabilirlik ise bir madde ya da elementin fraksiyonlarının bir kısmının vücut tarafından absorbe edilmesi şeklinde ifade edilmektedir. Biyoalınabilirlik ve biyoyararlılık konusunda yapılan güncel çalışmalar, gıdalarla alınan besin öğelerinin tamamının biyolojik olarak kullanılmadığını ortaya koymuştur. Biyoalınabilirlik

gıdanın fiziksel özelliği, kimyasal bileşimi ve bireysel sindirim kapasitesi gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Brun vd., 2001; Sandström, 2001).

Bitkiler yaygın olarak demlenmeye hazır poşetler halinde tüketilmekte ya da aktarlardan kurutulmuş halde alınan bitki yaprak, sap, kök, tohum gibi kısımlardan geleneksel metotlarla çay hazırlanmaktadır. Ancak her bitki çeşidinin demleme yöntem ve parametrelerinin farklılık göstermesi ve yapılan bilinçsiz uygulamalar, beklenen faydaların en aza inmesine, hatta önemli sağlık risklerine neden olabilmektedir. Bu nedenle geleneksel yöntemlerdeki hataları önlemek, üretimi standardize etmek, bitki çaylarının her dönem ve ortamda sevilerek tüketilebilmelerine olanak tanımak, içecek sektörü için yeni ve üreticiler için ise katma değeri yüksek son ürün elde etmek üzere söz konusu çalışma planlanmıştır. Genellikle kış aylarında ve sıcak olarak tüketilen ihlamur çayının içecek formuna getirildikten sonra gazlanarak üretimi, her mevsim tüketiminin sağlanmasının ötesinde, ferahlatıcı ve sindirimi kolaylaştırıcı özelliğinin geliştirilmesine ve ürünün mikrobiyel açıdan güvence altına alınmasına da katkı sağlayacaktır. Elde edilen ürün fizikokimyasal özellikleri, mineral madde miktarı, antioksidan kapasite ve fenolik madde içerikleri ile antioksidanların biyoalınabilirliği açısından irdelenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Bu çalışmada materyal olarak ihlamur ekstraktı kullanılmıştır. Bu bitkinin yapılan ön denemeler sonucunda bitki çayı içeceği üretimine uygun bulunması ve ayrıca ülkemizde ve dünyada bitki çayı olarak en yaygın tüketilen bitkilerden biri olması, materyal olarak seçilmesinin başlıca sebeplerini oluşturmuştur. Ihlamur bitkisi, Bursa'da bitki çayları üreten bir firmadan kurutulmuş şekilde temin edilmiştir.

### Yöntem

Genel olarak bitki ekstraksiyonunda infüzyon (demleme) ve dekoksasyon (kaynatma) yöntemleri uygulanmaktadır. Günlük tüketimde kullanılan poşet çaylarda, poşet içerisinde yer alan bitki/bitki karışımları kaynar su ile demlenmektedir. Bu

yaygın uygulama örneğinden hareketle ihlamurun ekstraksiyonunda tüketiciler tarafından genelde tercih edilen bu yöntem kullanılmıştır. Bitki ekstraktı (%1) eldesini takiben, gazlı bitki çayı içeceği üretilmiştir. Bu amaçla ekstrakta sakkaroz, organik asit, doğal limon aroması ve koruyucu ilave edilerek, bitki çayının suda çözünür kurumadde değeri 8 brikse getirilmiştir. Ürün plakalı filtreden geçirilmiş ve gazlama prosesi öncesi CO<sub>2</sub> gazının çözünürlüğünü arttırmak üzere soğutulmuştur. Daha sonra 200 mL'lik cam şişelere dolum yapılmış, gazlama işlemi gerçekleştirilmiş ve kapatılarak analiz edileceği zamana kadar oda sıcaklığında depolanmıştır. Isıl işlemin yer almadığı gazlı içecek üretiminde kullanılan CO<sub>2</sub> miktarı, ürünün mikrobiyel güvence altına alınması açısından yeterli olmamaktadır. Bu nedenle ürüne antimikrobiyel madde ilave edilmesi gerekmektedir. Söz konusu yaygın uygulamadan hareketle, bu çalışmada da gazlı bitki çayı içeceği üretimi için, koruyucu madde olarak sodyum benzoat (E211) ve potasyum sorbat (E202) kullanılmıştır. Gazlı ihlamur çayı içeceği üretiminde kullanılan girdilerin miktarları, patentli bir ürün olması nedeniyle verilememektedir.

### **Analiz Yöntemleri**

Bitki çayı içeceğinde RA-500 model KEM marka dijital refraktometre ile suda çözünür kuru madde (briks), potansiyometrik yöntemle toplam asitlik, Sevencompact pH/Ion Mettler Toledo marka pH metre ile pH, Shimatzu UV 1208 model spektrofotometre ile askorbik asit, HunterLab Colour Analyzer (MSEZ4500L; HunterLab, Virginia, USA) ile renk (*L,a,b*) ve Hach 2100Q marka türbidimetre ile bulanıklık analizleri yapılmıştır. Ayrıca Fe, Ca, Mg, K ve Na minerallerinin miktarlarının saptanabilmesi için NMKL (2007) metodu kullanılmış ve analiz 7500CX (Agilent, Santa Clara, ABD) model ICP-MS (indüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi) cihazında gerçekleştirilmiştir.

İhlamur bitkisinin ve gazlı ihlamur içeceğinin toplam fenolik madde miktarları Folin-Ciocalteu ayırıcı kullanılarak, örnek absorbansının, kontrol örneğine karşı 725 nm'de okunması ve hazırlanan gallik asit kurvesi ( $R^2=0.9835$ ) yardımıyla elde edilen formülden "gallik asit eşdeğeri (GAE)" cinsinden hesaplanması ile saptanmıştır (Singleton ve Rossi, 1965; Mahdavi vd., 2010).

Antioksidan kapasite tayin yöntemleri, antioksidan maddelerin etkinliğini bir kimyasal reaksiyonu prensip olarak, güvenilir ve çabuk bir şekilde ölçmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda özellikle mevcut koşullarda ve in-vitro koşullarda bir gıdanın antioksidan kapasitesinin belirlenebilmesi için birkaç metodun birlikte kullanılması önerilmektedir (Frankel ve Meyer, 2000). Bu çalışmada antioksidan kapasite tayininde DPPH (Katalinic vd., 2006), FRAP (Benzie ve Strain, 1996) ve CUPRAC (Apak vd., 2006) metotları kullanılmıştır. Buna göre;

DPPH yönteminde, 515 nm'de yapılan spektrofotometrik okuma sonuçlarına göre aşağıdaki eşitlik kullanılarak %inhibisyon değeri saptanmış ve sonuçlar kalibrasyon grafiği yardımıyla µmol troloks/mL örnek cinsinden hesaplanmıştır.

$$\% \text{Inhibisyon} = [(A_{\text{tanık}} - A_{\text{örnek}}) / (A_{\text{tanık}})] \times 100$$

FRAP yönteminde, 595 nm'de saptanan absorbans sonuçlarına göre, kalibrasyon grafiğine ait denklem kullanılarak troloks eşdeğeri cinsinden antioksidan kapasite miktarı saptanmıştır.

CUPRAC yönteminde, 450 nm'de bulunan absorbans değerlerine göre, ilgili denklem kullanılarak µmol troloks/mL örnek cinsinden sonuç belirlenmiştir.

### **Antioksidan Kapasite Tayini için In-vitro Sindirim Prosedürü**

İhlamur çayı içeceğinin biyoalınabilir antioksidan kapasite miktarını saptamak için kullanılan ekstrakt, Glahn vd. (1998)'nin fenolik madde enzimatik ekstraksiyon prosedürüne göre, bazı modifikasyonlar yapılarak hazırlanmıştır. Söz konusu çalışmada belirtildiği üzere, aynı ekstrakt antioksidan maddelerin biyoalınabilirliğini ortaya koymak amacıyla da kullanılmaktadır. Buna göre içecek numunesi laboratuvar koşullarında hazırlanmış yapay mide ve bağırsak ortamlarında bekletilmiş ve gerçekleşen enzimatik ekstraksiyon sonrası elde edilen ekstrakta, antioksidan kapasite yöntemleri uygulanarak, biyoalınabilir miktarlar saptanmıştır.

Bu amaçla 1 mL ihlamur içeceği üzerine, mide ortamını simüle etmek amacıyla, 10 mL saf su ve 0.5 mL pepsin enzimi (20 g/L, 0.1 mol/L HCL'de) ilave edilmiştir. Ortam pH'sı 5 mol/L HCL ile 2'ye ayarlandıktan sonra örnek, 37°C'de 1 saat çalkalamalı su banyosunda inkübe edilmiştir.

Süre sonunda 1M NaHCO<sub>3</sub> ilavesiyle pH 7.2'ye getirilerek mide sindirimi durdurulmuş ve bağırsak ortamının simülasyonuna geçilmiştir. Bunun için 0.5 g pankreatin ve 3 g safra tuzu tartılarak 250 mL'lik ölçü balonuna alınmış, 0.1 M NaHCO<sub>3</sub> çözeltisiyle hacme tamamlanmış ve bu safra/ pankreatin solüsyonundan 2.5 mL alınarak, ortama eklenmiştir. Daha sonra 2.5 mL NaCl (120 mmol/L)/ KCl (5 mmol/L) çözeltilerinden ilave edilerek, karışım 37°C'de 2 saat bekletilmiş ve süre sonunda 3500 rpm' de 10 dakika süresince santrifüjlenmiştir. Elde edilen enzimatik ekstrakt, yukarıda bahsedilen 3 farklı antioksidan kapasite analizine tabi tutulmuştur. Biyoalınabilir antioksidanların oranı (%), in-vitro koşullarda elde edilen enzimatik ekstraktın antioksidan kapasitesinin, başlangıç miktarına oranlanmasıyla hesaplanmıştır.

## SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmada hammadde olarak kullanılan kurutulmuş ıhlamur bitkisinin nem miktarı 9.73±0.04 g/100g olarak bulunmuştur. Akış (2010) yaptığı çalışmada, aynı bitkinin nem içeriğini 7.6±0.35 g/100g olarak saptamıştır. Bulunan değerler TS 3223 (2009) standardında belirtilen limit değere (yapraklı çiçek ıhlamurda en fazla %11) de uygundur.

ıhlamur çayı içeceğine (ıhlamur içeceğine) ait analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 1, Çizelge 2 ve

Çizelge 1. ıhlamur içeceğine ait fizikokimyasal analiz sonuçları

Table 1. Physicochemical analysis results of linden beverage	
Briks (g/100g) <i>Brix</i>	8.00±0.00
Toplam asitlik (g/100mL)* <i>Total acidity</i>	0.22±0.00
pH	3.23±0.11
Askorbik asit (mg/100mL) <i>Ascorbic acid</i>	27.39±0.36
<i>L</i>	14.93±0.30
<i>a</i>	-5.13±0.73
<i>b</i>	4.06±0.11
<i>a/b</i>	-1.26±0.21
Bulanıklık (NTU) <i>Turbidity</i>	2.89±0.14

\*: sitrik asit cinsinden

Çizelge 2. ıhlamur içeceği üretiminde kullanılan su ve ıhlamur ile ürüne ait mineral madde analiz sonuçları

Table 2. Mineral contents of water, linden herb and the product

	Kullanılan su (mg/L) <i>Water used in process (mg/L)</i>	Hammadde (mg/kg) <i>Raw-material (mg/kg)</i>	Ürün (mg/L) <i>Product (mg/L)</i>
Fe	0.03	50.05±0.62	0.21±0.00
Ca	13.0	15300±0.09	42.15±0.57
Mg	1.72	2483.96±55.49	17.61±0.10
K	0.51	14100±0.06	115.14±0.98
Na	14.3	191.53±4.79	18.06±0.06

Çizelge 3'te gösterilmiştir. ıhlamur içeceğinin suda çözünür kurumadde ve toplam asitlik değerleri, üretim sırasında ilave edilen asit ve diğer girdilere bağlı olarak beklenen değerlerde bulunmuştur (Çizelge 1). pH değeri 3.23 olarak saptanmış olup, bu değer Çopur vd. (2016) tarafından ıhlamur çayı içeceklerinde saptanan 3.11 pH değeri ile de benzerlik göstermektedir.

İçeceğin bileşiminde yer alan askorbik asit, antioksidan kaynağı ve koruyucu madde olarak eklenmiş, ayrıca ürünün asitlik değerine de katkı sağlamıştır (Kitchens ve Owens, 2007; Riachi ve De Maria, 2015). Aynı zamanda sitrik asitle birlikte tat-lezzet dengesinin oluşmasına katkıda bulunmuştur. Çopur vd. (2016) pastörize edilmiş ıhlamur içeceklerinde askorbik asit miktarını 15.58±0.17 mg/100mL olarak saptamış olup, sonuç ısıtma işlemi uygulaması sonucu gerçekleşen yıkımla birlikte daha düşük bulunmuştur. Çalışmada saptanan değer, Özcan Sinir vd. (2016) tarafından gazlı funda içeceklerinde bulunan değerle uyum göstermektedir. Costa vd. (2012), yeşil çayın tek kullanımlık poşet formunda ve %100 ekstraktında askorbik asit miktarını sırasıyla 21.4±0.1 mg/100mL ve 15.4±3.0 mg/100mL olarak bildirmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuç, literatürdeki poşet çay verisine yakın bulunmuştur. Tamer vd. (2016), ıhlamur ekstraktıyla zenginleştirdikleri limonatalarda bu değeri 597.9 mg/kg olarak saptamış olup, sonuç, limonatadan gelen askorbik asit miktarıyla birlikte yaklaşık 2 kat daha yüksek çıkmıştır. Çizelge 1'deki renk değerleri (a ve b) incelendiğinde, ıhlamur içeceğinin yeşil-sarı tonlarında olduğu görülmektedir. Üretim sırasında her ne kadar filtrasyon işlemi yapılmışsa da, özellikle depolama süresince içekte bir miktar bulanıklık oluşumu gözlenmiştir. Bu durum polifenollerin zaman içerisinde metaller ve proteinler ile kompleks oluşturmasından kaynaklanabilmektedir (Beveridge, 1997; Cemeroglu vd., 2004; Siebert, 2006; Kola, 2013). Cemeroglu (2009)'a göre bulanıklık düzeyi açısından içecekler;

"parlak berrak, kristal berrak: 0-1.0 NTU, berrak: 1.1-2.0 NTU, opak: 2.1-2.5 NTU, hafif bulanık: 2.6-5.0 NTU, bulanık: 5.1-10 NTU, aşırı bulanık: 20 NTU'dan büyük" olarak sınıflandırılmaktadır. Bu değerlendirmeye göre gazlı bitki çayı içeceği hafif bulanık sınıfta yer almaktadır.

Sembratowicz ve Rusinek-Prystupa (2014), bitkisel hammaddelerin mikro ve makro elementler açısından oldukça zengin olduğunu ve bu bitkilerden elde edilen çayların da mineral içeriğinin yüksek olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle bitki çaylarının diyetle yer alması, günlük mineral alımını desteklemek üzere son derece önem taşımaktadır. Üründe bulunan mineraller, üretimde kullanılan su ve bitkiden kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda ürün formülasyonunda kullanılan düşük miktardaki potasyum sorbat ve sodyum benzoatın da K ve Na içeriğini az da olsa etkileyebileceği düşünülmektedir. İhlamur içeceği'nin özellikle potasyum yönünden oldukça zengin olduğu ve söz konusu mineralin büyük oranda ihlamur bitkisinden geçtiği (kullanılan suda düşük miktarda bulunmaktadır) görülmektedir (Çizelge 2). Potasyum vücutta ozmotik basınç ilişkilerinin ve asit-baz dengesinin sürdürülmesinde rol oynamakta, diğer elementlerle birlikte kas aktivitesine etki etmekte, transfosforilasyon gibi belirli metabolizma tepkimelerinin gerçekleşmesini sağlamakta ve sindirim salgılarının üretiminde yer almaktadır (Samur, 2008). Elde edilen içekte infüzyon oranının %1 olması nedeniyle, mineral içerikleri hammaddeye göre farklı düzeylerde düşüş göstermiştir. Pytlakowska vd. (2012), 10 dk ve 30 dk demleme ile elde edilen ihlamur infüzyonunun Fe içeriğini sırasıyla  $1.52 \pm 0.03$   $\mu\text{g/g}$  ve  $1.12 \pm 0.02$   $\mu\text{g/g}$  (mg/kg kurumadde), Ca içeriğini  $15.8 \pm 0.2$  mg/kg ve  $13.7 \pm 0.2$  mg/kg, Mg miktarını  $56.2 \pm 0.6$  mg/kg ve  $69.5 \pm 0.4$  mg/kg, K miktarı  $398 \pm 2$  mg/kg ve  $689 \pm 8$  mg/kg, Na miktarı  $176 \pm 1$  mg/kg ve  $185 \pm 2$  mg/kg olarak belirlemiştir. Sonuçlar arasındaki farklılık, infüzyon parametrelerinin farklılığına ve kullanılan çeşme suyundan geçebilecek mineral madde miktarına bağlı olabilir. Sembratowicz ve Rusinek-Prystupa (2014), farklı bitki çaylarının Fe içeriklerinin  $83.50-405.43$  mg/kg kurumadde arasında değiştiğini bildirmiştir. %3 oranında bitki içeren ekstraktların yüksek Fe içeriğinin, çaylardaki bitki konsantrasyonunun yüksek olmasından ve

sonucun kurumadde üzerinden verilmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Gıdaların bileşiminde bulunan fenolik maddeler, antioksidan özellik taşımaları nedeniyle beslenme ve sağlık açısından önem taşıyan bileşiklerdir (Javanmardi vd., 2003; Sabela vd., 2012). Bitkisel çaylar fenolik maddelerin alımında önemli kaynaklardır (Shahidi, 2000; Shikanga vd., 2010). İhlamur bitkisinin ve içeceği'nin toplam fenolik madde miktarı sırasıyla  $7415.56 \pm 28.50$  mg GAE/100g ve  $220.96 \pm 7.68$  mg GAE/100mL olarak saptanmıştır. Akış (2010), aynı bitkide toplam fenolik madde miktarını, bu çalışmada elde edilen sonuca yakın ( $5112$  mg GAE/100g) bulmuştur. Özcan Sinir vd. (2016), gazlı funda içeceği'nde bu değeri  $174.06 \pm 24.53$  mg GAE/100mL olarak saptamış olup, sonuçlar birbirine yakın bulunmuştur. Albayrak vd. (2012) ihlamur infüzyonu ve dekoksiyonunda toplam fenolik madde miktarını sırasıyla  $32.36 \pm 0.2$  mg GAE/g ve  $33.49 \pm 0.5$  mg GAE/g olarak belirlemiştir. Sonuçların bu çalışmada elde edilen verilerden daha yüksek bulunmuş olması, ekstrakte edilen ihlamur konsantrasyonunun daha yüksek olmasıyla (%5 ve %10) ilişkilendirilmiştir. Analiz parametreleri arasındaki farklılıklar da sonuçlara yansımış olabilir. Chen vd. (2007) farklı bitki ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarını  $64.95-185.04$  mg GAE/g aralığında bulmuştur. Söz konusu çalışmada saptanan yüksek değerler, ekstrakt oranının %10 ve ekstraksiyon süresinin 30 dk olmasıyla açıklanabilir. Naithani vd. (2006), Hindistan' da tüketilen farklı bitki çaylarının %20 metanollü ekstraktında toplam fenolik madde miktarının  $786-5366$  mg GAE/100 g arasında değiştiğini belirtmiştir. İçerisinde 1-35 adet arasında değişen farklı bitkilerin yer aldığı karışık bitki çaylarında yüksek bulunan bu değer, metanolle ekstraksiyonun daha yüksek verimle gerçekleştirilmesinden ve karışımda yer alan yüksek fenolik içeriğine sahip bitkilerden kaynaklanmış olabilir. Guimarães vd. (2011), melisa, rezene ve nane bitkilerinin karışımından elde ettikleri çayların depolama sürecinde toplam fenolik ve antioksidan potansiyelindeki değişimi araştırmış ve ilk etapta elde edilen çayların toplam fenolik madde miktarını  $236-438$  mg GAE/g arasında bulmuştur. Ekstraksiyon oranının yüksek olması (%1-1.8) ve bitkilerin fenolik içeriklerindeki farklılıklara bağlı olarak, sonuçlar bu çalışmadan daha yüksek çıkmıştır.  $75$  °C' de 3 dk boyunca

Çizelge 3. Ihlamur içeceğine ait antioksidan kapasite analiz sonuçları  
Table 3. Antioxidant capacity results of linden beverage

DPPH ( $\mu\text{mol trolox/mL}$ )	24.44 $\pm$ 0.27	FRAP ( $\mu\text{mol trolox/mL}$ )	30.13 $\pm$ 0.75 ( $\mu\text{mol trolox/mL}$ )	CUPRAC	45.37 $\pm$ 2.52
DPPH Enzimatik Ekstrakt ( $\mu\text{mol trolox/mL}$ ) Enzymatic Extract ( $\mu\text{mol trolox/mL}$ )	0.35 $\pm$ 0.04	FRAP Enzimatik Ekstrakt ( $\mu\text{mol trolox/mL}$ ) Enzymatic Extract ( $\mu\text{mol trolox/mL}$ )	10.87 $\pm$ 0.90	CUPRAC Enzimatik Ekstrakt ( $\mu\text{mol trolox/mL}$ ) Enzymatic Extract ( $\mu\text{mol trolox/mL}$ )	3.61 $\pm$ 1.03
DPPH Biyolojik erişilebilirlik (%) Bioaccessibility (%)	1.43	FRAP Biyolojik erişilebilirlik (%) Bioaccessibility (%)	36.08	CUPRAC Biyolojik erişilebilirlik (%) Bioaccessibility (%)	7.96

ekstrakte edilen %0.8 konsantrasyonundaki yeşil çayda ise toplam fenolik madde miktarı 22.9 mg GAE/100 mL olarak saptanmıştır (Costa vd., 2012). Sonuçların, bu çalışmada elde edilen sonuçtan farklı olması, hammadde ve infüzyon parametreleri arasındaki farklılıktan kaynaklanmış olabilir. Tamer vd. (2016), ihlamur ekstraktıyla zenginleştirdikleri limonatalarda bu değeri 389.48 $\pm$ 3.21 mg GAE/100mL olarak saptamış olup, sonuç, limonata bileşiminde bulunan polifenollerden dolayı bu çalışmadan daha yüksek bulunmuştur.

Bitkisel çayların yararlı etkilerinden en önemlisi, antioksidan aktivite göstermeleri ve içerdikleri polifenoller ile serbest radikalleri uzaklaştırma özellikleridir (Almajano vd., 2008). Gazlı ihlamur içeceğinin antioksidan kapasitesinin, daha çok içerdiği polifenoller ve üretim sırasında eklenen askorbik asitten kaynaklanabileceği düşünülmektedir. İçeceğin antioksidan kapasitesi belirlendikten sonra, ayrıca in-vitro koşullarda gastrointestinal sindirim ortamı oluşturulmuş ve sindirim sonrası antioksidan özellik taşıyan bileşenlerin biyolojik erişilebilirlik düzeyleri de saptanmıştır. Farklı yöntemlerle yapılan antioksidan kapasite analiz sonuçlarına göre, CUPRAC yönteminin antioksidan özellik gösteren bileşenleri analiz etmede daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Söz konusu bileşenlerin fizyolojik ekstraktından elde edilen biyolojik erişilebilirlik değerinin ise FRAP yöntemiyle, diğerlerine göre daha yüksek bulunduğu görülmektedir. Bu durum Özcan Sinir vd. (2016)'nin gazlı funda içeceklerinde bulunduğu biyolojik erişilebilirlik sonuçlarıyla paralellik göstermiştir. Sonuçlar Çopur vd. (2016)'nin bulunduğu değerlerle de uyum içerisindedir. Horzic vd. (2009) 100°C'de infüze ettikleri ihlamur ekstraktının antioksidan kapasitesini DPPH yöntemiyle %67.92 $\pm$ 2.8 olarak saptamıştır. Yıldız (2007),

yapmış olduğu çalışmada, *Tilia rubra* türü ihlamur bitkisinin toplam antioksidan kapasitesini, %70 metanollü ekstrakt ve katı bitki hidrolizatında CUPRAC yöntemiyle sırasıyla 660  $\mu\text{mol trolox/g}$  ve 680  $\mu\text{mol trolox/g}$  bitki olarak bildirmiştir. Ekstraksiyon yöntemindeki farklılığa bağlı olarak sonuç, bu çalışmada elde edilen CUPRAC antioksidan kapasite miktarından daha yüksek bulunmuştur. Albayrak vd. (2012) ihlamur bitkisinde metanol ile hazırlanan ve infüzyon ile dekoksasyon uygulamaları sonucu elde edilen ekstraktlarda DPPH yöntemiyle toplam antioksidan kapasite miktarlarını sırasıyla, 12.08 mg askorbik asit (AA) eş değeri/g, 18.66 mg AA eş değeri/g ve 17.71 mg AA eş değeri/g olarak belirlemiştir. Costa vd. (2012) 75°C' de 3 dk boyunca ekstrakte ettikleri %0.8 konsantrasyonundaki yeşil çayda bu değeri 61.6 mg TE/100mL olarak bulmuştur. Literatür verileri analiz yöntemindeki ve hesaplamadaki farklılıklardan dolayı değişkenlik göstermektedir.

Sonuç olarak, bitki çayları içerdikleri biyoaktif bileşenler ve bunların beslenme ve sağlık üzerine olan olumlu etkilerinden dolayı geniş bir kesim tarafından sıklıkla tüketilmektedir. Bu çayları içecek formuna dönüştürerek tüketime sunmak, hem içecek sektöründeki gazlı ürün portföyüne yeni bir ürün kazandırmak, hem de insanların istediği zaman alternatif yararlı bir içeceğe ulaşabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Çalışma sonuçları içeceğin mineral maddeler, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite ile antioksidanların biyolojik erişilebilirliği yönünden zengin olduğunu ve ürünün günlük ihtiyaçların bir kısmını karşılamak üzere her kesim tarafından istenen dönemde tüketilebileceğini göstermektedir. Bu çalışma benzer ürünlerin üretilmesine ve bu ürünlerin bileşiminde yer alan her bir bileşenin yararlılığı düzeylerinin saptanmasına yönelik gelecek çalışmalara ışık tutacaktır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiş bir projenin (QUAP(Z) - 2012/20) ürünüdür. Ayrıca bu içecek, patent alınarak koruma altına alınmıştır (2012/09534). Her hakkı, patent sahiplerine aittir.

## KAYNAKLAR

1. Akış, T. (2010). Piyasada çay olarak tüketilen bazı bitkilerin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ve fenolik yapılarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, 227 s.
2. Albayrak, S., Aksoy, A., Sagdic, O., Albayrak, S. (2012). Antioxidant and Antimicrobial Activities of Different Extracts of Some Medicinal Herbs Consumed As Tea and Spices in Turkey. *J Food Biochem*, 36 (5), 547-554.
3. Almajano, M.P., Carbo, R., Lopez Jimenez, J.A., Gordon, M.H. (2008). Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chem*, 108, 55-63.
4. Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E., Erçağ, E. (2006). The cupric ion reducing antioxidant capacity and polyphenolic content of some herbal teas. *Int J Food Sci Nutr*, 57 (5-6), 292-304.
5. Atoui, A.K., Mansouri, A., Boskou, G., Kefalas, P. (2005). Tea and herbal infusions; their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chem*, 89, 37-36.
6. Aydın, S., Öztürk, Y., Baser, K.H.C., Kırimer, N., Kurtar Öztürk, N. (1992). Effects of *Alcea pallida* L (A) and *Tilia argentea* Desf Ex Dc infusions on swimming performance in mice. *Phytother Res*, 6, 219-220.
7. Benzie, I.F.F., Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Anal Biochem*, 239, 70-76.
8. Beveridge, T. (1997). Haze and Cloud in Apple Juices. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 37 (1), 75-91.
9. Bilgic Alkaya, D., Karaderi, S., Erdogan, G., Kurt Cucu, A. (2015). Determination of heavy metals in herbal teas marketed in Istanbul. *Marmara Pharm J*, 19 (2), 136-140.
10. Brun, L.A., Maillet, J., Hinsinger, P., Pepin, M. (2001). Evaluation of copper availability to plants in copper-contaminated vineyard soils. *Environ Pollut*, 111, 293-302.
11. Cemeroglu, B. (2009). *Meyve ve sebze işleme teknolojisi: 1*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Bizim Grup Basımevi, Ankara, 707 s.
12. Cemeroglu, B., Yemenicioğlu, A., Özkan, M. (2004). Meyve ve sebzelerin bileşimi. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Cilt I, Cemeroglu, B. (ed.), Bizim Büro Basımevi, Ankara, s. 1-188,
13. Chen, H.Y., Lin, Y.C., Hsieh, C.L. (2007). Evaluation of antioxidant activity of aqueous extract of some selected nutraceutical herbs. *Food Chem*, 104, 1418-1424.
14. Costa, A.S.G., Nunes, M.A., Almeida, I.M.C., Carvalho, M.R., Barroso, M., Alves, R.C., Oliveira, M.B.P.P. (2012). Teas, dietary supplements and fruit juices: A comparative study regarding antioxidant activity and bioactive compounds. *LWT - Food Sci Technol*, 49, 324-328.
15. Çopur, O., Tamer, C., Suna, S., Özcan Sinir, G., İncedayı, B. (2016). Evaluation of Physicochemical Properties, Bioaccessibility of Phenolics and Antioxidant Activity of Linden Herbal Tea Beverage. 16<sup>th</sup> International Nutrition & Diagnostics Conference (INDC). October 3-6, 2016. Prague, *Czech Republic*. p. 27.
16. Ernest, E. (2006). Herbal remedies for anxiety: a systematic review of controlled clinical trials. *Phytomedicine*, 13, 205-208.
17. Federici, E., Multari, G., Gallo, F.R., Palazzino, G. (2005). Herbal drugs: from traditional use to regulation. *Ann Ist Super Sanita*, 41, 49-54.
18. Frankel, E.N., Meyer, A.S. (2000). The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *J Sci Food Agr*, 80, 1925-1941.
19. Glahn, R.P., Lee, O.A., Yeung, A., Goldman, M.I., Miller, D.D. (1998). Caco-2 cell ferritin formation predicts nonradiolabeled food iron availability in an in vitro digestion/Caco-2 cell culture model. *J Nutr*, 128, 1555-1561.
20. Gönül, Ş.E.A., Karapınar, M. (1987). Inhibitory effect of linden flower (*Tilia flower*) on the growth of foodborne pathogens. *Food Microbiol*, 4 (1), 97-100.
21. Guimarães, R., Barros, L., Carvalho, A.M., Ferreira, I.C. (2011). Infusions and decoctions of mixed herbs used in folk medicine: Synergism in antioxidant potential. *Phytother Res*, 25, 1209-1214.

22. Horzic, D., Komes, D., Belscak, A., Ganic, K.K., Ivekovic, D., Karlovic, D. (2009). The composition of polyphenols and methylxanthines in teas and herbal infusions. *Food Chem*, 115 (2), 441-448.
23. House, W.A. (1999). Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. *Field Crops Res*, 60, 115-141.
24. Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E., Vivanco, J.M. (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian Ocimum accessions. *Food Chem*, 83, 547-550.
25. Karakaya, S., El, S.N. (2006). Total Phenols and Antioxidant Activities of Some Herbal Teas and In Vitro Bioavailability of Black Tea Polyphenols. *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 1-8.
26. Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., Jukic, M. (2006). Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chem*, 94, 550-557.
27. Kitchens, M., Owens, B.M. (2007). Effect of carbonated beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the in vitro erosion characteristics of dental enamel. *J Clin Pediatr Dent*, 31, 153-159.
28. Kola, O. (2013). Meyve Suyu, İçecek ve Benzeri Ürünler. Uluslararası 2. Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi. 7-10 Kasım 2013. Adana.
29. Mahdavi, R., Nikniaz, Z., Rafrat, M., Jouyban, A. (2010). Determination and comparison of total polyphenol and vitamin C contents of natural fresh and commercial fruit juices. *Pakistan J Nutr*, 9 (10), 968-972.
30. Manuele, M.G., Ferraro, G., Anesini, C. (2008). Effect of *Tilia x viridis* Flower Extract on the Proliferation of a Lymphoma Cell Line and on Normal Murine Lymphocytes: Contribution of Monoterpenes, Especially Limonene. *Phytother Res*, 22, 1520-1526.
31. Naithani, N., Nair, S., Kakkar, P. (2006). Decline in antioxidant capacity of Indian herbal teas during storage and its relation to phenolic content. *Food Res Int*, 39, 176-181.
32. NMKL (2007). Trace elements - As, Cd, Hg, Pb and other elements. Determination by ICP-MS after pressure digestion. NMKL 186, 2007.
33. Özcan Sinir, G., Suna, S., Tamer, C.E., İncedayı, B., Çopur, Ö.U. (2016). Antioxidant activity, total phenolic content and physicochemical properties of carbonated *Erica arborea* herbal tea beverage. II International Conference on Food Chemistry and Technology. November 14–16, 2016, Las Vegas, NV, USA. p.40.
34. Özgüven, M., Sekin, S., Gürbüz, B., Şekeroğlu, N., Ayanoglu, F., Ekren, S. (2005). Tütün, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretimi ve Ticareti, VI. Teknik Tarım Kongresi Bildiri Kitabı, 3-7 Ocak 2005, Ankara.
35. Pytlakowska, K., Kita, A., Janoska, P., Polowniak, M., Kozik, V. (2012). Multi-element analysis of mineral and trace elements in medicinal herbs and their infusions. *Food Chem*, 135, 494-501.
36. Riachi, L.G., De Maria, C.A.B. (2015). Peppermint antioxidants revisited. *Food Chem*, 176, 72-81.
37. Sabela, M.I., Gumede, N.J., Singh, P., Bisetty, K. (2012). Evaluation of Antioxidants in Herbal Tea with a Laccase Biosensor. *Int J Electrochem Sci*, 7, 4918-4928.
38. Samur, G. (2008). *Vitaminler Mineraller ve Sağlığımız*. Klas Matbaacılık, ISBN: 978-975-590-243-2. Ankara, 32 s.
39. Sandström, B. (2001). Micronutrient interactions: effects on absorption and bioavailability. *Br J Nutr*, 85(2), 181–185.
40. Sembratowicz, I., Rusinek-Prystupa, E. (2014). Effects of Brewing Time on the Content of Minerals in Infusions of Medicinal Herbs. *Pol J Environ Stud*, 23 (1), 177-186.
41. Shahidi, F. (2000). Antioxidants in food and food antioxidants. *Nahrung*, 44, 158-163.
42. Shikanga, E.A., Combrinck, S., Regnier, T. (2010). South African Lippia herbal infusions: total phenolic content, antioxidant and antibacterial activities. *South Afr J Bot*, 76, 567-571.
43. Siebert, K.J. (2006). Haze formation in beverages. *LWT - Food Sci Technol*, 29, 987-994.
44. Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult*, 16, 144-158.
45. Tamer, C.E., Yekeler, F.Z., Çopur, Ö.U., İncedayı, B., Suna, S. (2016). A study of fortification of lemonade with herbal extracts. *Food Sci Technol*, Campinas, DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.06016>, in press.



46. Tercan, H.S., Ayanoglu, F., Bahadirli, N.P. (2016). Determination of Heavy Metal Contents and Some Basic Aspects of Widely Used Herbal Teas in Turkey. *Revista De Chimie*, 67 (5), 1019-1022.
47. Toker, G., Aslan, M., Yeşilada, E., Memişoğlu, M., Ito, S. (2001). Comparative evaluation of the flavonoid content in officinal *Tiliae flos* and Turkish lime species for quality assessment. *J Pharm Biomed Anal*, 26, 111-121.
48. Toydemir, G., Capanoglu, E., Kamiloglu, S., Firatligil-Durmus, E., Sunay, A.E., Samanci, T., Boyacioglu, D. (2015). Effects of Honey Addition on Antioxidative Properties of Different Herbal Teas. *Pol J Food Nutr Sci*, 65 (2), 127-135.
49. TS 3223 (2009). Ihlamur Standardı. 8 s.
50. Usal, G., Özde, A.A. (2001). Türkiye'nin tıbbi bitkiler ihracat potansiyeli. *GIDA*, 10: 78-79.
51. Viola, H., Wolfman, C., Destein, M.L., Wasowski, C., Pena, C., Medina, J.H., Paladini, A.C. (1994). Isolation of pharmacologically active benzodiazepine receptor ligands from *Tiliatomentosa* (tiliceae). *J Ethnopharmacol*, 44, 47-53.
52. Wichtl, M. (2004). *Tiliae flos*. Lime flower. In: Wichtl M (ed) *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals Medpharm*. Scientific Publishers Stuttgart, CRC Press London, New York, 611-613.
53. Yıldırım, A., Mavi, A., Oktay, M., Kara, A.A., Algur, Ö.F., Bilaloğlu, V. (2000). Comparison of Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Tilia* (*Tilia Argentea* Desf Ex DC), Sage (*Salvia Triloba* L.), and Black Tea (*Camellia Sinensis*) Extracts. *J Agric Food Chem*, 48, 5030-5034.
54. Yıldız, L. (2007). Bazı Bitki Örneklerinde Antioksidan Kapasitenin Spektrofotometrik ve Kromatografik Tayini. Yüksek Lisans Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı Analitik Kimya Programı, İstanbul, 130 s.