

Dut Sirkesi Oluşum Sürecinde İleri Analitik Tekniklerle Toplam Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Bileşenleri

Nilgün H. BUDAK

Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Meslek Yüksekokulu Eğirdir/ISPARTA
nilgunbudak@sdu.edu.tr (Sorumlu Yazar)

Özet

Ülkemizin sahip olduğu ekolojik koşullar sayesinde meyve çeşitliliği fazladır. Farklı iklim ve toprak koşullarına adaptasyon yeteneğinin yüksek olması nedeniyle, ılıman, tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yetişebilen beyaz dut (*Morus alba*) taze tüketiminin yanı sıra pekmez, reçel, pestil, dut ezmesi, meyveli dondurma, cevizli sucuk ve meyve suyu konsantresi gibi ürünlere de işlenmektedir.

Dut meyvesinden sirke üretimi ve üretim aşamalarının antioksidan ve fenolik bileşen özelliklerinin belirlenmesi bu çalışmanın hedefi olmuştur. Isparta ilinden mevsiminde toplanan beyaz dut meyvesinden sirke üretilmiştir. Sirke üretim aşamalarındaki dut suyu, dut şarabı ve dut sirkesinden örnek alınmıştır. Örneklerde ORAC (Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi) ve TEAC (Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite) yöntemleri ile antioksidan aktiviteleri ve Folin-Ciocalteu yöntemi ile toplam fenolik bileşen ve HPLC kullanılarak fenolik bileşenler tespit edilmiştir. Dut sirkesinin titrasyon asitliği, pH ve briks değerleri sırasıyla %5.72, 3.08, %3.10 bulunmuştur. ORAC değerleri dut suyunda 17.01 $\mu\text{mol/ml}$; dut şarabında 18.04 $\mu\text{mol/ml}$ ve dut sirkesinde 1.068 $\mu\text{mol/ml}$ olarak tespit edilmiştir. Dut sirkesinin TEAC değeri 7.72 mM iken toplam fenolik madde değeri 972.708 mg GAE/L olarak bulunmuştur. Dut sirkesinde gallik ve klorojenik asit önemli fenolik bileşenlerdendir.

Anahtar Kelimeler: Beyaz dut (*Morus alba*), antioksidan aktivite, ORAC, fenolik bileşenler

Total Antioxidant Activity and Phenolic Contents with Advanced Analytical Techniques in the Mulberry Vinegar Formation Process

Abstract

Our country has more variety of fruit due to the ecological conditions. White mulberry (*Morus alba*) can be grown in temperate, tropical and subtropical climate region owing to its high adaptability to different climatic and soil conditions. White mulberry (*Morus alba*) can be consumed fresh as well as jams, fruit pulp, berry butters, fruit ice cream, walnut sausage, fruit juice.

This study has been target of the production of mulberry vinegar and determination of antioxidant properties and phenolic compounds in the fermentation production stage. Vinegar was made from season white mulberry fruit collected from Isparta. The sample was taken from mulberry juice, mulberry wine and mulberry vinegar in vinegar production stage.

It was identified antioxidant activity by ORAC and TEAC assays; total phenolic substances by Folin-Ciocalteu assay; phenolic compounds by using HPLC. Titratable acidity, pH and Brix° of mulberry vinegar was 5.72%, 3.08; 3.10%, respectively. ORAC values was determined 17.01 mmol/mL, 18.04 mmol/mL, 19.06 mmol/mL in mulberry juice, wine, vinegar, respectively. TEAC value of mulberry vinegar was 7.72 mM while the value of total phenolic compound was 972.71 mg GAE/L. Chlorogenic acid and gallic acid were the major phenolic components in mulberry vinegar.

Keywords: White mulberry (*Morus alba*), antioxidant activity, ORAC, phenolic compounds

1. Giriş

Dut (*Morus spp.*) *Urticales* takımının *Moraceae* familyasının *Morus* cinsine dahil edilmektedir. Ülkemizde meyvesinden yararlanılan ve yaygın olarak yetiştirilen dut türleri *Morus alba* (beyaz dut), *M. nigra* (kara dut) ve *M. rubra* (mor dut) olarak çeşitlendirilmektedir (Karadeniz ve Şişman, 2003). Dut toprak ve iklim koşulları bakımından seçici olmadığından ülkemizin hemen hemen her ilinde yetişmektedir. Ülkemizde ye-

tiştiriciliği yapılan ipek böcekçiliğinde tek gıda dut yaprağı olduğu için dut ağacının ülke ekonomisinde önemli bir yeri vardır. Dut yaprağı ipek böceği besini olmasının yanında iyi protein içeriği ve kolay sindirilebilmesi sayesinde büyükbaş, küçükbaş hayvanlarla balıklar için yem olarak kullanılmaktadır (Trujillo, 2002; Huo, 2002). Günümüzde taze tüketiminin yanı sıra işlenmiş ürünlerinin de besleyici özelliği sayesinde dut önemli bir potansiyele sahiptir. Yetiştigi yörelerde meyvesinden pekmez, reçel, pestil,

dut ezmesi, meyveli dondurma, cevizli sucuk, sirke, meyve suyu konsantresi, ispirto gibi ürünler yapılmaktadır. Ürün çeşitliliğinin geniş olmasının yanı sıra endüstriyel üretimi yaygınlaşmıştır.

Meyvelerin antioksidan aktivitesinin başlıca fenolikler ve flavonoidlerden kaynaklandığı bildirilmektedir. Flavonoidler enfeksiyon giderici, alerji önleyici, virüslere karşı etkili, yaşlanmayı geciktirici ve kanser önleyici özelliklere sahiptir (Kuhnau, 1976). Fenolik bileşenlerin ise beyin hücrelerini koruyucu (Conte et al., 2003), anti-inflamatuvar (Subbaramaiah et al., 1998), anti-karsinojenik (Kuroda and Hara, 1999), kalbi koruyucu (Visioli et al., 2000) ve kronik hastalıkları önleyici (Ames et al., 1995) etkilerinin olduğu belirtilmiştir.

Bu çalışmada Isparta ilinden mevsiminde toplanarak temin edilen beyaz dut meyvesinden sirke üretilmiş; dut suyu, dut şarabı ve dut sirkesinin antioksidan özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Isparta ilinden mevsiminde toplanarak temin edilen beyaz dut meyvesinden sirke üretilmiş; dut suyu (DSU), dut şarabı (DŞA) ve dut sirkesi (DSR) aşamalarında örnek alınmış ve analizlenmiştir. Çalışma 2 paralel olarak tekrarlanmıştır.

2.1. Kimyasal analizler

Dut suyu, dut şarabı ve dut sirkesi örneklerine titrasyon asitliği, pH, çözünür kuru madde (brix) ve toplam kuru madde analizleri uygulanmıştır (AOAC, 1992; Cemeroglu, 2007).

2.2. Toplam fenolik madde

Dut suyu, dut şarabı ve dut sirkesi örneklerinin toplam fenolik madde değerleri spektrofotometrik bir yöntem olan Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiştir. Standart olarak gallik asit kullanılmış ve toplam fenolik bileşenlerin miktarı mg GAE/L cinsinden bulunmuştur (Singleton et al., 1999).

2.3. Toplam antioksidan aktivite analizleri

Örneklerin toplam antioksidan aktivite değerleri Oksijen radikal absorpsiyon kapasitesi (ORAC) ve Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC) analizleri ile tespit edilmiştir.

2.4. Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi-TEAC (2,2'-azinobis (3-ethylbenzthiazoline)-6-sulfonic acid) yöntemi

Örneklerin toplam antioksidan aktivitesinin belirlenmesi amacıyla 7 mM 2,2'-azinobis (3-ethylbenzotiazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu (ABTS) stok solüsyonu ve 2.45 mM potasyum persülfat çözeltisi karanlıkta 12-16 saat reaksiyona sokulmuş ve ABTS+ radikal katyonu elde edilmiştir. Antioksidanların radikalle reaksiyonu radikalın 734 nm deki absorpsiyonunun düşürülmesi ile ölçülmüştür. Sonuçlar trolox eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) mM olarak ifade edilmiştir (Re et al., 1999).

2.5. Oksijen radikal absorpsiyon kapasitesi (ORAC) yöntemi

Antioksidan aktivite ölçümü kinetik olarak Biotech Synergy™ HT Multi-Detection Mikroplaka Okuyucu (Winooski, Vermont, USA) cihazında gerçekleştirilmiştir. Reaksiyon süresinin her dakikasında 485 – 520 nm egzitasyon-emisyon dalga boyunda floresans okuma yapılarak Gen 5TM bilgisayar yazılım programına kaydedilmiştir. Örneklerin ORAC değerleri, Trolox standart kurve oluşturularak hesaplanmış ve Trolox eşdeğeri (µmol/mL of sample) olarak ifade edilmiştir (Huang et al., 2002).

2.6. Fenolik bileşen analizi

Örneklerdeki fenolik maddelerin miktarının tespiti HPLC'de (Shimadzu SCL-10A, Scientific Instruments, Inc., Tokyo, Japonya) gerçekleştirilmiştir. HPLC cihazı; LC-20AD pompa, SPD-M 20A DAD dedektör, CTO-10ASVP kolon fırını ve DGU-20A3 gaz ayırıcı sistem kısımlarından oluşmaktadır. Fenolik bileşenlerin ayrımı Inertsil ODS-3 (250 mm x 4.6 mm I.D., 5 µm) boyutlarındaki kolon ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler için kromatografik koşullar: akış hızı 0.8 mL/min; enjeksiyon hacmi 20 µL; kolon sıcaklığı 30 °C olarak belirlenmiştir. Tüm bileşenler 278 nm de dedekte edilmiştir. Analizde kullanılan mobil faz pH 4.50±0.05 da 20:80 asetonitril su karışımı ve 50 mM o-fosforik asit ile hazırlanmıştır.

2.6. İstatistiksel analiz

Araştırma sonuçları, tekrarlı ölçümler ve tek yönlü varyans analizi kullanılarak, Tukey HSD testi ile incelenmiştir. Farklılıklar arasında $p < 0.05$ anlamlı olarak kabul edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Dut suyu örneğinde titrasyon asitliği % 0.83 olarak belirlenmiş ve dut sirkesi örneğinde değer 5.72 olarak önemli yükselme göstermiştir ($p<0.05$). Beyaz, mor ve kara dut örneklerinde Brix %15.27-30.80, pH 3.60-5.65 ve asitlik değerleri %0.17-2.40 aralığında tespit edilmiştir. (Aslan, 1998; Cam, 2000; Lale ve Özçağırın, 1996; Özdemir ve Topuz, 1998). Sirke üretiminde ise üzüm sirkesinde %8.59-12.29, elma sirkesinde %5.51-7.38 olarak belirlenmiştir. Üzüm sirkesinde pH 2.87-2.90, elma sirkesinde pH 2.87-3.21, nar sirkesinde pH 2.87-2.96 olarak tespit edilmiştir (Budak, 2010; Budak vd., 2011; Budak, 2015). Yaptığımız araştırma sonuçlarında belirlenen titrasyon asitliği ve pH değerleri literatür ile uyumluluk göstermiştir.

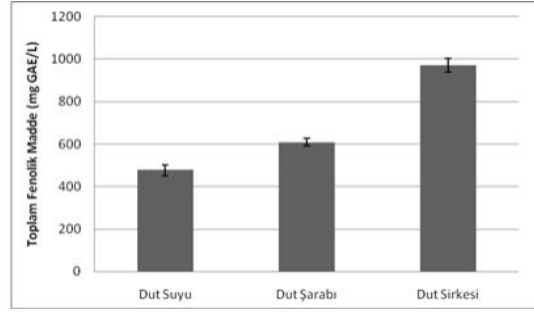
Ercişli ve Orhan (2007)'in yapmış olduğu çalışmada nem düzeyi %71.5 (beyaz dut), %72.6 (mor dut), %74.6 (kara dut); pH 5.60 (beyaz dut), pH 3.52 (mor dut), pH 4.04 (kara dut); Brix° % 20.4 (beyaz dut), %16.7 (mor dut), %15.9 (kara dut) olarak belirlenmiştir. Meyvelerdeki asitlik, pH ve Brix° değerleri çeşit, tür, anaç, iklim, çevre ve bitkinin beslenme koşullarına göre farklılık göstermektedir. Sirke oluşumunda ortamdaki şeker önce alkol fermentasyonu ile etanole (Treck and Teuber, 2002; De Ory et al., 2002), sonra asetik asit fermentasyonu ile etanol asetik asite dönüşmektedir. Araştırmada da dut suyunun çözünür KM ve toplam KM değerleri fermentasyon işleminin başlaması ile giderek azalmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Dut sirkesi üretim aşamaları kimyasal analiz sonuçları
Table 1. Chemical analysis results of mulberry vinegar production stage

Örnekler	Titrasyon Asitliği (%)	pH	Brix (°B)	Kuru madde
Dut Suyu (DSU)	0.83±0.02 ^{a*}	6.04±0.14 ^a	13.5±0.24 ^a	12.07±0.28 ^a
Dut Şarabı (DŞA)	0.78±0.01 ^a	5.15±0.17 ^b	5.90±0.18 ^b	3.68±0.16 ^b
Dut Sirkesi (DSR)	5.72±0.12 ^b	3.08±0.09 ^c	3.10±0.09 ^b	2.90±0.08 ^b

*Sirke üretim aşamaları arasında aynı harfle simgelenmemiş ortalamalar birbirinden farklıdır ($p/6.61$).

Dut suyu örneğindeki toplam fenolik madde düzeyi 477.83 mg GAE/L iken dut şarabında 609.17 mg GAE/L, dut sirkesinde 972.71 mg GAE/L önemli düzeyde yükselmiştir (Şekil 1). Butkhup et al. (2013) yaptıkları çalışmada dut

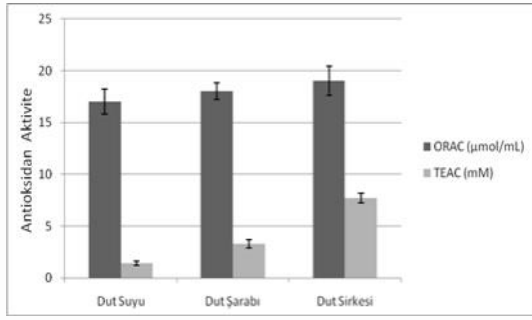


Şekil 1. Dut sirkesi üretim aşamalarının toplam fenolik madde içerikleri

Figure 1. Total phenolic content of mulberry vinegar production stages

örneklerinin antioksidan aktivite değerlerini 104.78-213.53 mg GAE/100 g aralığında tespit etmişlerdir. Kara dut örneğinde toplam fenolik madde 1826-2483 mg GAE/kg iken mor dut örneğinde bu değer, 1584-1789 mg GAE/kg olarak tespit edilmiştir. Aynı örneklerde antioksidan aktivite, FRAP yöntemi ile kara dut örneğinde 12.26-14.11 $\mu\text{mol/g}$; mor dut örneğinde 4.93-8.12 $\mu\text{mol/g}$; DPPH yöntemi ile kara dut örneğinde 16.22-21.17 $\mu\text{mol/g}$; mor dut örneğinde 9.22-12.15 $\mu\text{mol/g}$ olarak belirlenmiştir (Ercişli vd., 2010). Farklı dut çeşitlerinin toplam fenolik madde içeriği 150-257 mg/100g tespit edilmiştir (Bae and Suh, 2007; Lin and Tang, 2007; Hojjatpanah et al., 2011). Isparta bölgesinden toplanan beyaz dut örneğinin antioksidan aktivitesi ORAC yöntemine göre 17.01 $\mu\text{mol/mL}$, TEAC yöntemine göre 1.43 mM olarak bu çalışma ile belirlenmiştir. Yaptığımız çalışmada dut suyunun fermentasyona tabii tutulması ile elde edilen dut şarabı ve dut sirkesi örneklerinin antioksidan aktivite değerinde artma (Şekil 2) tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Dut örneklerinde gallik asit, klorojenik asit, kateşin, sirinjik, epikateşin ve kumarik fenolik bileşenleri tespit edilmiştir (Çizelge 2). Fenolik bileşenler içinde önemli düzeyde tespit edilen bileşenler gallik asit ve klorojenik asittir. Gallik asit en yaygın fenolik asittir ve şeker esterleri ile bağlı olarak bulunur (Macheix et al., 1990). Etanol fermentasyonu sonucu şarap oluşumuyla dut örneğinde şeker bağlı olarak bulunan gallik asit açığa çıkmış ve dut şarabı örneğinde değeri artmıştır (Sugihara



Şekil 2. Dut sirkesi üretim aşamalarının antioksidan aktivite değerleri

Figure 2. Antioxidant activity values of mulberry vinegar production stages

Çizelge 2. Dut sirkesi üretim aşamalarının fenolik bileşen içerikleri

Table 2. Phenolic compounds contents of mulberry vinegar production stage

	Gallik Asit (mg/L)	Klorojenik asit (mg/L)	Kateşin (mg/L)	Sirinjik (mg/L)	Epikateşin (mg/L)	Kumarik (mg/L)
Dut Suyu	7.56±2.50 ^{a*}	5.78±1.95 ^a	0.57±0.01 ^a	4.52±0.10 ^a	0.43±0.02 ^a	0.00±0.00 ^a
Dut Şarap	18.48±1.20 ^b	21.18±1.15 ^b	0.19±0.02 ^a	1.57±0.06 ^b	0.65±0.01 ^a	0.03±0.01 ^b
Dut Sirke	16.65±0.95 ^b	14.83±0.42 ^c	2.44±0.08 ^b	2.77±0.08 ^b	0.00±0.00 ^b	0.22±0.01 ^c

*Sirke üretim aşamaları arasında aynı harfle simgelenmemiş ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05).

et al., 1999; Crozier et al., 2009). Gallik asit dut suyunda 7.56 mg/L olarak tespit edilmiştir. Dut şarabı ve dut sirkesi örneklerinde gallik asit değerleri sırasıyla 18.48-16.65 mg/L olarak belirlenmiştir (p<0.05).

Klorojenik asit dut suyunda 5.78 mg/L olarak belirlenmiş ve dut şarabı ve dut sirkesinde sırasıyla 21.18 mg/L ve 14.83 mg/L olarak önemli düzeyde artış gözlenmiştir (p<0.05). Klorojenik asit *in vitro* koşullarda DNA hasarını önlemekte (Kasai et al., 2000; Shibata et al., 1999), LDL'nin oksidasyonunu inhibe ederek kardiovasküler hastalıklara karşı koruyucu etki göstermektedir (Laranjinha et al., 1994; Nardini et al., 1994).

4. Sonuç

Farklı iklim ve toprak koşullarına adaptasyon yeteneğinin yüksek olması nedeniyle, ılıman, tropik ve subtropik iklim bölgelerinde yetişebilen Beyaz dut (*Morus alba*) taze tüketiminin yanı sıra pekmez, reçel, pestil, dut ezmesi, meyveli dondurma, cevizli sucuk, meyve suyu konsantresi, ispirto gibi ürünlerin yapımında kullanılmaktadır. Ancak dut meyvesinden sirke üretimi

henüz mevcut değildir. Yapmış olduğumuz bu araştırma ile dut meyvesinden elde edilen dut sirkesinin antioksidan aktivitesi ve fenolik bileşen içeriğinin oldukça yüksek olduğunu tespit edilmiştir. Fenolik bileşenlerce zengin olan doğal ürünlerin beyin hücrelerini koruyucu, anti-inflamatuar, antikarsinojenik, kalbi koruyucu, kronik hastalıkları önleyici etkilerinin olduğu bilinmektedir. Bu özellikleri sebebi ile dut sirkesi sağlıklı bir ürün olması yanı sıra ülke ekonomisine olan katkı sağlaması açısından önemli bir ürün niteliğindedir.

Kaynaklar

Ames BN, Gold LS, Willett WC, 1995. The Causes and Prevention of Cancer. Proc. Natl. Acad. Sci. 92: 5258-5265.

AOAC, 1992. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis, 15th edition. AOAC, Washington DC.

Aslan MM, 1998. Malatya, Elazığ, Erzincan

ve Tunceli Bölgesinden Ümitvar Dut Genotiplerinin Seleksiyonu. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 69s, Adana.

Bae SH, Suh HJ, 2007. Antioxidant Activities of Five Different Mulberry Cultivars in Korea. LWT-Food Science and Technology 40: 955-962.

Budak HN, 2010. Elma ve Üzümünden Üretilen Sirkelerin Bileşenleri ve Fonksiyonel Özellikleri Üzerine Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 190s, Isparta.

Budak NH, 2015. Antioxidant Activity and Phenolic Contents Pomegranate Vinegar. Agro FOOD Industry Hi Tech (in press).

Budak NH, Doguc KD, Savaş ÇM, Seydim AC, Taş TK, Çiriş MI, Guzel-Seydim ZB, 2011. Effects of Apple Cider Vinegars Produced with Different Techniques on Blood Lipids in High-Cholesterol-Fed Rats. J Agr Food Chem. 59: 6638-6644.

- Butkhuip L, Samappito S, 2008. Analysis of Antihocyanin, flavonoids and Phenolic Acids in Tropical Bignay Berries. *International Journal of Fruit Science*, 8: 15-34.
- Cam I, 2000. Edremit ve Gevaş Bölgelerinden Ümitvar Dut Genotiplerinin Seçilmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 53s, Van.
- Cemeroğlu B, 2007. Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları, Biltav Yayınları, Ankara.
- Conte A, Pellegrini S, Tagliazucchi D, 2003. Synergistic Protection of PC12 Cells from b-amyloid Toxicity by Resveratrol and Catechin. *Brain Research Bulletin* 62: 29-38.
- Crozier A, Jaganath IB, Clifford MN, 2009. Dietary Phenolics: Chemistry, Bioavailability and Effects on Health. *Dietary Phenolics: Chemistry, Bioavailability and Effects on Health. Natural Product Reports* 26 (8): 1001-1043.
- De Ory I, Romeo LE, Cantero D, 2002. Optimum Starting-up Protocol of a Pilot Plant Scale Acetifier for Vinegar Production. *Journal of Food Engineering* 52: 31-37.
- Ercişli S, Orhan E, 2007. Chemical Composition of White (*Morus alba*), Red (*Morus rubra*) and Black (*Morus nigra*) Mulberry Fruits. *Food Chemistry* 103: 1380-1384.
- Ercisli S, Tosun M, Duralija B, Voca S, Sengul M, Turan M, 2010. Phytochemical Content of Some Black (*Morus nigra* L.) and Purple (*Morus rubra* L.) Mulberry Genotypes. *Food Technology and Biotechnology* 48 (1): 102-106.
- Hojjatpanah G, Fazaeli M, Emam-Djomeh Z, 2011. Effects of Heating Method and Conditions on the Quality Attributes of Black Mulberry (*Morus nigra*) Juice Concentrate. *International Journal of Food Science & Technology* 46 (5): 956-962.
- Huang D, Ou B, Hampsch-Woodill M, Flanagan J, Prior R, 2002. High-Throughput Assay of Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) Using a Multichannel Liquid Handling System Coupled with a Microplate Fluorescence Reader in 96-Well Format. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 4437-4444.
- Huo Y, 2002. Mulberry Cultivation and Utilization in China: Mulberry for Animal Production. *FAO Animal Production and Health Paper*, 147: 11-44.
- Karadeniz T, Şişman T, 2003. Beyaz ve Karadutun Meyve Özellikleri ve Çelikle Çoğaltılması. I. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 23-25 Ekim 2003, 428-432, Ordu.
- Kasai H, Fukada S, Yamaizumi Z, Sugie S, Mori H, 2000. Action of Chlorogenic Acid in Vegetables and Fruits as an Inhibitor of 8-hydroxydeoxyguanosine Formation *In Vitro* and in a Rat Carcinogenesis Model. *Food and Chemical Toxicology* 38: 467-471.
- Kuroda Y, Hara Y, 1999. Antimutagenic and Anticarcinogenic Activity of Tea Polyphenols. *Mutation Research* 436: 69-97.
- Lale H, Ozcagiran R, 1996. A Study on Pomological, Phenologic and Fruit Quality Characteristics of Mulberry (*Morus sp.*) Species. *Derim* 13 (4): 177-182.
- Laranjinha JA, Almeida LM, Madeira VM, 1994. Reactivity of Dietary Phenolic Acids with Peroxyl Radicals: Antioxidant Activity upon Low Density Lipoprotein Peroxidation. *Biochemical Pharmacology* 48: 487-494.
- Lin JY, Tang CY, 2007. Determination of Total Phenolic and Flavonoid Contents in Selected Fruits and Vegetables, as well as Their Stimulatory Effects on Mouse Splenocyte Proliferation. *Food Chemistry* 101 (1): 140-147.
- Macheix JJ, Fleuriet A, Billot J, 1990. *Fruit Phenolics*. CRC, Boca Raton, FL, 1-25.
- Nardini M, D'Aquino M, Tomassi G, Gentili V, Di-Felice M, Scaccini C, 1995. Inhibition of Human Low-Density Lipoprotein Oxidation by Caffeic Acid and other Hydroxycinnamic Acid Derivatives. *Free Radical Biology and Medicine* 19: 541-552.
- Özdemir F, Topuz A, 1998. Some Chemical Composition of Mulberries Grown in Antalya. *Derim* 15 (1): 30-35.