

## Zerdeçal (*Curcuma longa L.*) Bitkisindeki Antioksidan Vitaminler ve Glutasyon Miktarları ile Total Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

Ebru ÇÖTELİ<sup>1</sup>, Fikret KARATAŞ<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü

(Alınış / Received: 17.04.2017, Kabul / Accepted: 17.05.2017, Online Yayınlanma / Published Online: 29.08.2017)

**Anahtar Kelimeler** : **Öz:** Bu çalışmada, baharatçılarda toz halinde satılan Zerdeçal (*Curcuma longa L.*) bitkisinin A vitamini, E vitamini,  $\beta$ -karoten, C vitamini, tiamin (*B<sub>1</sub>* vitamini), riboflavin (*B<sub>2</sub>* vitamini), nikotinik asit (*B<sub>3</sub>* vitamini), Glutasyon ve Total pridoksin klorür (*B<sub>6</sub>* vitamini) ve folik asit (*B<sub>9</sub>* vitamini) vitaminleri ile Antioksidan Kapasite indirgenmiş glutasyon (GSH) ve yükseltgenmiş glutasyon (GSSG) miktarları Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile belirlendi. Toplam fenolik ve flavonoit miktarları ise spektrofotometrik olarak ölçüldü. Ekstraktın serbest radikal temizleme etkisi de 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) kullanılarak belirlendi ve sonuçları standart antioksidanlığı bilinen bütilhidroksitoluen (BHT) ile karşılaştırıldı. Toz haline getirilmiş Zerdeçal (*Curcuma longa L.*) bitkisinin A, E,  $\beta$ -karoten, C vitamini, *B<sub>1</sub>*, *B<sub>2</sub>*, *B<sub>3</sub>*, *B<sub>6</sub>* ve *B<sub>9</sub>* vitaminleri ile GSH ve GSSG miktarları sırası ile 10,79±1,09  $\mu\text{g/g}$ ; 14,88±6,80  $\mu\text{g/g}$ ; 30,89±3,23  $\mu\text{g/g}$ ; 46,93±3,68  $\mu\text{g/g}$ ; 28,81±2,52  $\mu\text{g/g}$ ; 0,73±0,09  $\mu\text{g/g}$ ; 17,92±2,12  $\mu\text{g/g}$ ; 5,40±0,95  $\mu\text{g/g}$ ; 33,07±0,20  $\mu\text{g/g}$ ; 73,45±11,31  $\mu\text{g/g}$  ve 287,10±36,99  $\mu\text{g/g}$  olduğu gözlemlendi. Örneklerdeki toplam fenolik miktarı 187,02±5,22 (mg/g gallik asit eşdeğeri), toplam flavonoit miktarı ise 169,66±3,27 (mg/g kuersetin eşdeğeri) olarak belirlendi. Serbest radikal temizleme etkisi ise 85,32 ± 2,95 (%) olarak belirlendi, fakat BHT'ye kıyasla anlamlı fark bulunamadı ( $p>0.05$ ). Sonuç olarak elde edilen bulgulardan Zerdeçal (*Curcuma longa L.*) bitkisinin, A, E, C vitamini, Glutasyon (GSH, GSSG), *B<sub>1</sub>*, *B<sub>3</sub>* ve *B<sub>9</sub>* vitaminleri bakımından iyi bir kaynak olduğu ve içerdiği zengin fenolik ve flavonoit miktarları dikkate alındığında oldukça güçlü bir antioksidan bitki olduğu söylenebilir.

---

## Determination of Amounts of Antioxidant Vitamins and Glutathione with Total Antioxidant Capacity in Plant *Curcuma longa L.*

---

**Key Words :** *Curcuma longa L.*, **Abstract**

Antioxidant vitamins, Glutathione and The total antioxidant capacity.

In this study, the amounts of vitamin A, vitamin E, Beta-carotene, vitamin C, thiamine hydrochloride (vitamin B<sub>1</sub>), riboflavin (vitamin B<sub>2</sub>), nicotinic acid (vitamin B<sub>3</sub>), pyridoxine hydrochloride (vitamin B<sub>6</sub>) and folic acid (vitamin B<sub>9</sub>) with reduced form glutathione (GSH) and oxidized form glutathione (GSSG) in the plant of which sold powdered spice turmeric (*Curcuma longa L.*) were determined by using High Performance Liquid Chromatography. In addition, total phenolic and flavonoid contents in plant content was determined by spectrophotometric measurements. Free radical scavenging effect of the plant extract on 2,2-diphenyl-1-pikrilhidrazil (DPPH) was measured and the results using the known standard antioxidant bütilhidroksitoluen (BHT) were compared. The amount of vitamin A, vitamin E,  $\beta$ -carotene, vitamin C, vitamin B<sub>1</sub>, vitamin B<sub>2</sub>, vitamin B<sub>3</sub>, vitamin B<sub>6</sub>, vitamin B<sub>9</sub> with GSH and GSSG in leaves of *Curcuma longa L.* were obtained to be 10,79 $\pm$ 1,09  $\mu$ g/g; 14,88 $\pm$ 6,80  $\mu$ g/g; 30,89 $\pm$ 3,23  $\mu$ g/g; 46,93 $\pm$ 3,68  $\mu$ g/g; 28,81 $\pm$ 2,52  $\mu$ g/g; 0,73 $\pm$ 0,09  $\mu$ g/g; 17,92 $\pm$ 2,12  $\mu$ g/g; 5,40 $\pm$ 0,95  $\mu$ g/g; 33,07 $\pm$ 0,20  $\mu$ g/g; 73,45 $\pm$ 11,31  $\mu$ g/g and 287,10 $\pm$ 36,99  $\mu$ g/g respectively. The amount of total phenolic the as 187,02 $\pm$ 5,22 (mg/g gallic acid equivalent) and the amount of the total flavanoid the 169,66 $\pm$ 3,27 (mg/g quercetin equivalent) in samples were determined. Free radical scavenging effect of 85,32  $\pm$  2,95 (%) was determined as, but compared to BHT was not significant difference (p> 0.05). It may be concluded from the results that rich, the the *Curcuma longa L.* plant contains of vitamins A, E, C, glutathione (GSH, GSSG), vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub> and B<sub>9</sub>, also amount contains phenolic and flavonoid content a powerful antioxidant.

## 1. Giriş

Zerdeçal zencefil ailesine mensup sarı çiçekleri ve büyük yaprakları olan, çok yıllık ve yumrulu otsu bir bitkidir. Ayrıca zerdeçal, zerdeçöp, safran kökü, sarıboya, zerdeçav, hint safranı ve turmerik olarak da adlandırılmaktadır. Tadı acı olup polifenolik bir bileşiktir [1]. Yaygın olarak Çin ve Hindistan' da yetiştirilmektedir. Özellikle nezle, öksürük, sinüzit, romatizma hastalıkları, deri hastalıklarında kullanıldığı için Hindistan tıbbında zerdeçalın önemli bir yeri vardır [2, 3]. Ayrıca Zerdeçal tonik ve kan temizleyicisi olarak da kullanılmaktadır. Deriyi yumuşatıcı özelliği olduğu için, deri hastalıklarını tedavi etmede kullanılan krem ve banyo sabunlarının üretiminde, kesik ve yaraların iyileştirilmesinde evlerde ilaç olarak kullanılmaktadır. Antimikrobiyal bir madde olarak kullanımı da bilinmektedir. Zerdeçal bitkisinden kurkumin maddesi elde edilmektedir. Kurkuminin Lösemi-lenfoma, gastrointestinal sistemi kanserleri, genitoüriner sistem kanserleri, meme kanseri, over kanseri, baş-boyun kanseri, akciğer kanseri, melanom, nörolojik kanserleri önleyici özelliklerinin olduğu bildirilmiştir [1, 4-6]. Ayrıca Zerdeçal'ın antioksidan ve antiinflamatuvar özelliklerinden dolayı Alzheimer hastalığı, katarakt oluşumu, multipl skleroz, karaciğer hasarı, enfarktüs ve felç gibi daha birçok hastalığın önlenmesinde önemli bir yeri olduğu bildirilmiştir [7-11].

Zerdeçal (*Curcuma longa* L.), bitkisinin; antioksidan vitaminleri (A, E, C ve  $\beta$ -karoten) ve glutatyon miktarları ile ilgili yeterli miktarda araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada toz haline getirilmiş zerdeçal bitkisinin, A vitamini, E vitamini,  $\beta$ -karoten, C vitamini, tiamin klorür (B1 vitamini), riboflavin (B2 vitamini), nikotinik asit (B3 vitamini), pridoksin klorür (B6 vitamini) ve folik asit (B9 vitamini) vitaminleri, indirgenmiş glutatyon (GSH), yükseltgenmiş glutatyon (GSSG) miktarları ile toplam fenolik ve flavanoit miktarları ve serbest radikal temizleme etkisi belirlenerek, halk arasında gıda ve ilaç olarak da bolca tüketilen bu bitki hakkında literatür bilgisine katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Bu çalışmada Elazığ ilinde baharatçılarda toz halinde satılan Zerdeçal (*Curcuma longa* L.) bitkisi kullanıldı. Üç farklı baharatçıda alınan toz halindeki zerdeçal örnekleri, Fırat Üniversitesi Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim dalında teyit ettirildi.

**Materyallerdeki GSH, GSSG, C ve B vitaminlerinin miktarlarının** belirlenmesi için toz halindeki zerdeçal bitkisi örneğinden yaklaşık 0,2 gram tartılarak polietilen tüplere alındı. Her bir tüp üzerine 1 mL 0,5 M HClO<sub>4</sub> ilave edilerek karıştırıldı. Daha sonra bu örneklere 9 mL saf su ilave edilerek tekrar karıştırıldı ve 4500 rpm de 10 dk santrifüjlenip asıltı partiküller çöktürüldü.

**GSH ve GSSG miktarlarını** belirlemek için santrifüjlenen süzütünün üst kısmından 20 µL alınarak HPLC'ye enjekte edildi. HPLC'de SUPELCO Analytical EXSIL 100-5 ODS (5 µm, 4,6 mm x 25cm) kolonu ve hareketli faz olarak da çözücüsü % 0,1 H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> olan 50 mM'lık NaClO<sub>4</sub> çözeltisi kullanıldı. Hareketli fazın akış hızı: 0,7 mL/dk ayarlanarak 215 nm'de GSH ve GSSG tayin edildi [12]. C vitaminin tayini için ise yine santrifüjlenmiş süzütünün üst kısmından 20 µL alınarak HPLC'ye enjekte edildi. HPLC'de hareketli faz: 3,7 mM KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (pH:4, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> ile) Akış hızı: 0.7 mL/dk ve Dalgaboyu: 245 nm'de Inertsil ODS-4 (5 µm, 4.6 mm × 15 cm) kullanılarak C vitamini tayin edildi [13].

**B vitaminlerini** tayin etmek için Glutasyon ve C vitamini analizleri için hazırlanmış süzütünün üst kısmından 20 µL alınarak HPLC'ye enjeksiyon yapıldı. Burada hareketli faz olarak 5 mM heptanosülfonik asidin sodyum tuzu metanolde çözünerek 250 mL'lik A çözeltisi ile % 0,1 trietilamin'in 750 mL'lik B sulu çözeltileri hazırlandı. Daha sonra A ve B çözeltileri 25:75 hacim oranında karıştırıldı, karışımın pH'ı fosforik asitle 2,8'e ayarlanarak kullanıldı. Hareketli fazın akış hızı 0,8 mL/dk'ya ayarlanarak C18-DB kolonun da (5 µm, 4,6 mm x 15 cm) B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> ve B<sub>3</sub> vitamini 260 nm'de, B<sub>6</sub> vitamini ile folik asit 290 nm dalga boyunda tayin edildi [14, 15].

**A, E vitamini, β-karoten** miktarlarının belirlenebilmesi için toz halindeki zerdeçal bitkisi örneğinden yaklaşık 0,8'şer gram tartılarak polietilen tüplere alındı. Her bir tüp üzerine 5 mL etil alkol ilave edilerek vortekslendi ve bu karışım 3500 devirde 3 dk santrifüj edildi. Ardından örnekler üzerine 1 mL n-hekzan ilave edilerek çalkalandı. Böylece A, E vitamini ve β-karoten n-hekzan fazına ekstrakte edilmiş oldu. Bu ekstraksiyon işleminin iki kez tekrarı ile elde edilen n-hekzan ekstraktları birleştirilip azot gazı altında kuruyuncaya kadar buharlaştırılarak uzaklaştırıldı. Tüpteki kalıntı 200 µL metanolle çözülerek HPLC'de analize hazır hale getirildi. A ve E vitamini ile β-karotenin tayinlerinde Supelcosil LC-18 kolonu (5,0 µm, 4,6 mm x 25 cm) ve metanol: su (98:2 v/v) karışımından oluşmuş mobil faz kullanıldı. Mobil fazın akış hızı 1 mL/dk olarak ayarlandı. E vitamini 296 nm, A vitamini 326 nm ve β-karoten ise 465 nm'de tayin edildi [16, 17].

**Bitki ekstraktının hazırlanması;** Toz halindeki zerdeçal bitkisi örneği 1:10 (g/mL) oranında %80'lik etanol içerisinde homojenize edildi. Homojenat ayrıca bir saat ultrasonik su banyosunda bekletildi. Bu süre sonunda homojenat filtre kâğıdı (no:2) ile süzüldü. Filtrat, toplam fenolik ve flavonoid içeriğin belirlenmesinde kullanılmak üzere 4°C'de muhafaza edildi.

**Toplam fenolik ve flavonoit miktarının belirlenmesi;** Toplam fenolik konsantrasyonu Folin-Ciocaltute kullanılarak belirlendi [18]. Bu amaçla, 0,125 mL bitki ekstraktı (son konsantrasyonu 100 mg/mL) üzerine 0,125 mL Folin-Ciocaltute reaktifi ile 0,5 mL distile su ilave edildi ve oda sıcaklığında 6 dk beklendi. Daha sonra bu karışım üzerine 1,25 mL %7'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> eklendi ve distile su ile toplam hacim 3 mL'ye tamamlandı. Reaktif karışımı vortekslendi ve oda sıcaklığında 90 dk inkübasyona bırakıldı. Son olarak preparatın absorbansı 765 nm'de köre karşı okundu. Toplam fenolik miktarı,

gallik asit standart eğrisi kullanılarak hesaplandı ( $r^2=0.999$ ). Sonuçlar mg/g gallik asit eşdeğeri ağırlık olarak ifade edildi. Toplam flavonoid konsantrasyonu Leontowicz ve ark. (1965) metoduna göre spektrofotometre kullanılarak belirlendi [19]. Kısaca, 0,25 mL bitki ekstraktı (son konsantrasyonu 100 mg/g) üzerine 75 µL %5'lik  $\text{NaNO}_2$ , 150 µL %10'luk  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  solüsyonları ve 1,25 mL distile su ilave edildi. Oda sıcaklığında 5 dakika inkübasyondan sonra 0,5 mL NaOH (1M) eklendi ve toplam hacim distile su ile 2,5 mL'ye tamamlandı. Sonuçta preparatın absorbands değeri köre karşı 510 nm'de okundu. Toplam flavonoid miktarı, kuersetin standart eğrisi kullanılarak hesaplandı ( $r^2 =0.997$ ). Sonuçlar mg/g kuersetin eşdeğeri taze ağırlık olarak ifade edildi.

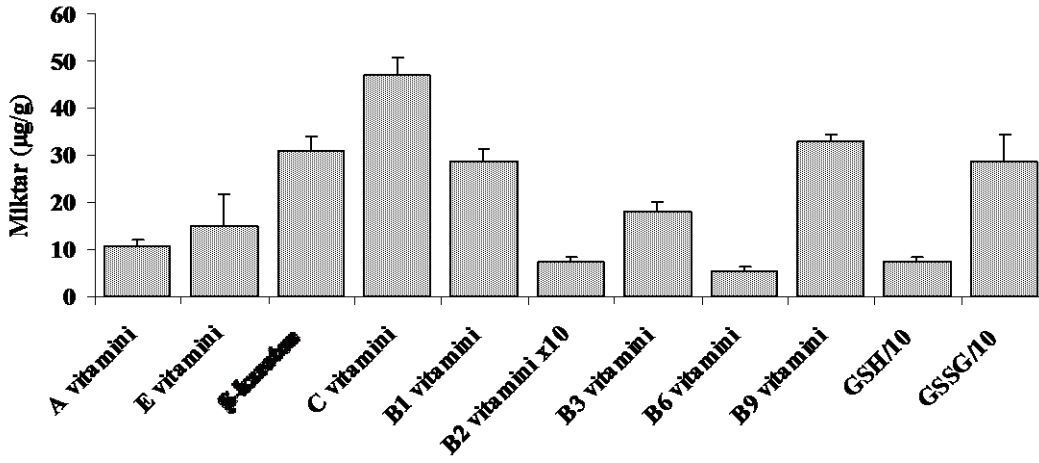
**Serbest Radikal Temizleme Etkisi;** Bitki örneğinin serbest radikal giderme etkisi DPPH serbest radikali kullanılarak belirlendi [20]. Bitki örneği 1:10 (g/mL) oranında metanolde ekstrakte edildi. Serbest radikal olarak 25 mg/L DPPH metanolde hazırlandı. Deney tüpü içerisine 100 µL bitki ekstraktı veya BHT (20 mM) bırakıldıktan sonra üzerine 3,9 mL DPPH çözeltisi ilave edildi. Karışımlar, oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda 30 dakika inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonunda absorbandsları 517 nm'de köre karşı spektrofotometrede okundu. Azalan absorbands, geriye kalan DPPH miktarı serbest radikal temizleme etkisi olarak belirlendi. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre hesaplandı:

$$\% = [(\text{Kontrol}_{\text{ABS}} - \text{Örnek}_{\text{ABS}}) / \text{Kontrol}_{\text{ABS}}] \times 100$$

Çalışmada kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıkta olup Merck firmasından temin edilmiş ve tüm çalışmalarda bidistile su, vitaminlerin analizlerinde ise Cecil 1100 serisi yüksek performanslı sıvı kromatografisi (Cecil 68174 UV dedektörü ve HP 3395 integratörü) kullanıldı.

**İstatistiksel Analiz;** Her bir aktardan alınan zerdeçal örneklerine uygulanan analizler, üç halinde paralel yürütülerek, verilerin aritmetik ortalamaları ile standart sapmaları hesaplandı. İstatistiksel analiz tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapıldı (SPSS v15).  $p$  değeri %5'ten küçük olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

### 3. Bulgular



**Şekil 1.** Toz halindeki Zerdeçal (*Curcuma longa L.*) bitkisinin A, E, C vitamini, β- karoten, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>9</sub> vitaminleri ile GSH ve GSSG miktarları

Bütün parametreleri aynı sütun grafiğinde göstermek için hem B<sub>2</sub> vitamini miktarı hem de standart sapmasının 10 katı alınmıştır. Aynı şekilde GSH ve GSSG miktarları ve standart sapmalarının ise 1/10 değerleri alınarak grafik oluşturulmuştur.

**Tablo 1.** Toz halindeki Zerdeçal (*Curcuma longa L.*) bitkisinin total polifenol ve flavonoit miktarları ile DPPH radikal temizleme etkisi

Ekstrakt & Standart	Serbest Radikal Temizleme Etkisi (%)	Toplam Fenolik Konsantrasyon (mg/g Gallik asit)	Toplam Flavonoit Konsantrasyon (mg/g Kuersetin)
Zerdeçal & BHT	85,32 ± 2,95	187,02 ± 5,22	169,66 ± 3,27
	88,64 ± 1,27	-	-

### 4. Tartışma ve sonuç

Yüzyıllardır insanlar bitkileri hem besin maddesi olarak tüketme hem de koku ve tat verici olarak da kullanabilmektedir. Bu bitkilerden biri olan zerdeçal baharat olarak tüketilen bir gıda maddesi

olmasına ilave olarak kozmetikte renk verici ve halk arasında tedavi edici amaçlarla da kullanıldığı belirtilmektedir [21].

Zerdeçalın hazmı kolaylaştırıcı, kalp hastalıklarını önleyebileceği, kolesterolü azaltıcı, solunum yolları enfeksiyonlarının tedavisi edilmesi, iltihap giderici ve yapısındaki kurkumin maddesinin kansere karşı koruyucu etki göstermesi gibi birçok faydaları vardır [22].

A vitamini büyüme, cilt gelişimi, görme fonksiyonları, üreme, kemik büyümesi, hücre bölünmesi ve farklılaşmasında rolü vardır [23]. E vitamini ise serbest radikallerin oksidasyonuna karşı hücre membranındaki poliansature yağ asitlerini korumada ilk savunma hattını oluşturur. Hidrojen iyonları ile peroksit ve hidroperoksitleri doyurup, peroksit radikallerinin aktivitesini azaltarak otooksidasyonun başlatıcısı olan bu reaksiyonu inhibe eder [24]. A vitaminin öncülü olan  $\beta$ -karoten ise önemli bir antioksidan olup doymamış yağların oksidasyonunu önleyerek serbest radikallerin oluşumunu baskılar [25]. Aynı şekilde C vitaminin de; tokoferoller, peroksidler ve süperoksit gibi reaktif oksijen türlerini indirgelediği, lipid hidroperoksitlerin oluşumunu engellediği ve etkili bir singlet oksijen temizleyicisi olduğu da ileri sürülmektedir [26].

Bulgularımızda toz halindeki zerdeçaldaki A, E vitamini,  $\beta$ -karoten ve C vitamini miktarları sırası ile  $10,79 \pm 1,09 \mu\text{g/g}$ ;  $14,88 \pm 6,80 \mu\text{g/g}$ ;  $30,89 \pm 3,23 \mu\text{g/g}$  ve  $46,93 \pm 3,68 \mu\text{g/g}$  olarak tespit edildi (Tablo 1). Aspir (*Carthamus Persicus Wild*) bitkisinin yapraklarında yapılan bir çalışmada; bitkinin A, E vitamini ile  $\beta$ -karoten ve C vitamini miktarları sırası ile  $5,59 \pm 0,84 \mu\text{g/g}$ ;  $14,41 \pm 1,66 \mu\text{g/g}$ ;  $73,59 \pm 5,70 \mu\text{g/g}$  ve  $32,05 \pm 7,64 \mu\text{g/g}$  olduğu bildirilmiştir [27]. Zerdeçalın C vitamini açısından çok zengin olmadığı, fakat celak ( $14,25 \pm 2,25 \mu\text{g/g}$ ) bitkisi ile kıyaslandığında yeterince C vitamini ihtiva ettiği görülmektedir [28]. Kuşburnunun  $12,80$ - $37,90 \mu\text{g/g}$  arasında  $\beta$ -karoten ihtiva ettiği rapor edilmektedir [23]. Zerdeçal, aspir ile kıyaslandığında A ve C vitamin miktarları bakımından zengin, E vitamini miktarları eşdeğer,  $\beta$ -karoten miktarları açısından ise fakir olduğu görülmektedir.  $\beta$ -karoten açısından kuşburnu ile kıyaslandığında ise zerdeçalın iyi bir kaynak olduğu söylenebilir.

Zerdeçalın B vitaminleri açısından da zengin olduğu belirtilmektedir [22]. Bilindiği üzere  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$  ve  $B_5$  vitaminlerinin enerji metabolizmasında görev aldıkları rapor edilmektedir.  $B_1$  vitamini karbonhidratların glukoza dönüşmesinde etkili olup, sağlıklı bir sinir sistemi için gereklidir.  $B_2$  vitamini karbonhidrat, protein ve yağların enerjiye dönüştürülmesinde görev alır ve kataraktı önler.  $B_3$  vitamini, pellegrayı önler, ayrıca kan dolaşımını düzenler.  $B_6$  vitamini de protein, karbonhidrat metabolizmasında görev alır ve sinir sistemi için gerekli olup, kırmızı kan hücrelerinin oluşumunda rol oynar.  $B_9$  vitamini de kırmızı kan hücrelerinin oluşumu ve sağlıklı cenin gelişimi için gereklidir [29, 30]. Bulgularımızda zerdeçaldaki  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ ,  $B_6$  ve  $B_9$  vitamini miktarlarının sırasıyla  $28,81 \pm 2,52$ ;  $0,73 \pm 0,09$ ;  $17,92 \pm 2,12$ ;  $5,40 \pm 0,95$  ve  $33,07 \pm 1,20 \mu\text{g/g}$  olduğu belirlenmiştir.

Çiriş otundaki (*Asphodelus aestivus* L.) B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub> ve B<sub>9</sub> vitamini miktarlarının ise sırasıyla 26,00±3,48 µg/g; 2,76±0,53 µg/g; 279,67±11,48 µg/g; 21,97±1,78 µg/g ve 8,20±1,23 µg/g olduğu bildirilmiştir [31]. Zerdeçal bitkisinin çiriş otu bitkisine göre B<sub>1</sub> ve B<sub>9</sub> vitaminlerince zengin B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>6</sub> vitamini açısından ise fakir olduğu gözlemlendi.

Zerdeçal (*Curcuma longa* L.)'den izole edilen bileşenlerin güçlü bir antioksidan etki gösterdiği ve lipit oksidasyonu üzerinde oldukça önemli olduğu ve lipit oksidasyonu önlemede vitamin E'den daha etkili olduğu bildirilmiştir [21]. Glutatyon, serbest radikal artışına ve lipid peroksidasyon oluşumu sonucu meydana gelen ürünlerle kolayca reaksiyona girerek, bu zararlı olan ürünlerin metabolizmadan uzaklaştırılmasında görevli güçlü bir antioksidandır [32]. Aspir bitkisinin yaprağındaki GSH miktarının 1203,37±81,02 µg/g; GSSG miktarının ise 358,23±53,67 µg/g olduğu belirtilmektedir [28]. Tablo 1'de görüleceği üzere bulgularımızda zerdeçal bitkisinde GSH miktarının 73,45±11,31 µg/g ve GSSG miktarının ise 287,10±36,99 µg/g olduğu belirlendi. Bulgularımıza göre zerdeçal bitkisindeki GSH ve GSSG miktarının, aspir bitkisindeki GSH ve GSSG miktarlarından daha düşük olduğu belirlendi.

Fenolik bileşikler, suda çözünen antioksidanların en önemli grubudur. Yüksek oranda meyve ve sebzelerde bulunur ve sağlık üzerine olumlu etkileri vardır. Bu fenolik bileşenler, büyüme ve üremede patojenlere, olumsuz iç ve dış koşullara karşı koruyuculuk görevi yaparlar [33]. Fenolik bileşiklerin alt bir grubu flavonoidlerdir. Bunlar uzun süredir bitkisel pigmentler olarak bilinmekte olup, aynı zamanda bir grup önemli antioksidan maddeleri içermektedirler [34]. Zerdeçal bitkisi ekstraktının DPPH serbest radikal temizleme etkisi, toplam fenolik ve flavonoid konsantrasyonları % 79,32±2,95; 187,02±5,22 ve 169,66±3,27 olarak (Tablo 1) ölçülmüştür. Buna göre, zerdeçal bitkisinden elde edilen ekstraktın yüksek serbest radikal temizleme etkisine sahip olduğu belirlendi. Bu etki standart antioksidanlığı bilinen BHT ile kıyaslandığında iki grubun arasında istatistiksel anlamlılık bulunamadı (p>0.05). Yarpuz bitkisi ile yapılan bir çalışmada toplam fenolik konsantrasyonun 136,85±11,39 mg/g (gallik asit eşdeğeri), toplam flavonoid konsantrasyonunun ise 65,20±1,07 mg/g (kuersetin eşdeğeri) olduğu, radikal temizleme etkisinin ise; % 85,94±1,20 olduğu bildirilmiştir [35]. Dolayısı ile zerdeçal bitkisi yarpuz (*Mentha pulegium* L.) ile kıyaslandığında, toplam fenolik ve flavonoid konsantrasyonları bakımından fazla olduğu ancak serbest radikal giderme aktivitesi bakımından daha düşük olduğu görülmektedir. Yapılan literatür çalışmalarında; zerdeçalın antioksidan özelliğinin içerdiği fenolik bileşenlerden kaynaklandığını [36] ve zerdeçalın yapısında bulunan bu fenolik bileşenin, kurkumin olduğu saptanmıştır [37]. Bulgularımızın literatürlerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak, zerdeçal bitkisinin yapraklarının B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub> ve B<sub>9</sub> vitaminleri, β-karoten, A, E, C vitamin miktarları, GSH, GSSG ile serbest radikal temizleme etkisi, toplam fenolik ve flavonoid konsantrasyonları sayesinde total antioksidan kapasitesi bakımından oldukça zengin bir bitki olduğu



söylenbilir. Zerdeçal bitkisinin bu özelliklerinin tespitiyle, bu bitkinin daha iyi tanınacağı, araştırmacıların daha fazla ilgisinin artacağı ve literatür bilgisine katkı sağlayacağı kanaatindeyiz.

## Kaynaklar

1. Surh, Y.J., Cancer chemoprevention with dietary phytochemicals, *Nat Rev Cancer*, 3, 768-80, 2003.
2. Ammon, H.P.T., Anazoda, M.I., Safayhi, H., Dhawan, B.N., Srimal, R.C., Curcumin: A potent inhibitor of Leukotriene B4 formation in rat peritoneal polymorphonuclear neutrophils (PMNL), *Planta Medica*, 58, 26-28, 1992.
3. Miquel, J., Bernd, A., Sempere, J.M., Diaz-Alperi, J., Ramirez, A., The curcuma antioxidants: pharmacological effects and prospects for future clinical use, A review, *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 34, 37-46, 2002.
4. Limtrakul, P., Lipigorngoson, S., Namwong, O., Apisariyakul, A., Dunn, F.W., Inhibitory effect of dietary curcumin on skin carcinogenesis in mice, *Cancer Lett*, 116, 197-203, 1997.
5. Piper, J.T., Singhal, S.S., Salameh, M.S., Torman, R.T., Awasthi, Y.C., Awasthi, S., Mechanisms of anticarcinogenic properties of curcumin: the effect of curcumin on glutathione linked detoxification enzymes in rat liver, *Int J Biochem Cell Biol.*, 30, 445-56, 1998.
6. Anand, P., Sundaram, C., Jhurani, S., Kunnumakkara, A.B., Aggarwal, B.B., (2008) Curcumin and cancer: An “old-age” disease with an “age-old” solution, *Cancer Letters* 267, 133-164
7. Lim, G.P., Chu, T., Yang, F., Beech, W., Frautschy, S.A., Cole, G.M., The curry spice curcumin reduces oxidative damage and amyloid pathology in an Alzheimer transgenic Mouse, *J Neurosci*, 21 (21), 8370-7, 2001.
8. Natarajan, C., Bright, J.J., Curcumin inhibits experimental allergic encephalomyelitis by blocking IL-12 signaling through Janus kinase-STAT pathway in T lymphocytes, *J Immunol*, 168 (12), 6506-13, 2002.
9. Padmaja, S., Raju, T.N., Antioxidant effect of curcumin in selenium induced cataract of Wistar rats, *Indian J Exp Biol.*, 42 (6), 601-3, 2004.
10. Nirmala, C., Puvanakrisnan, R., Protective role of curcumin against isoproterenol induced myocardial infarction., *Mol Cell Biochem*, 159 (2), 85-93, 1996.
11. Thiyagarajan, M., Sharma, S.S., Neuroprotective effect of curcumin in middle cerebral artery occlusion induced focal cerebral ischemia in rats, *Life Sci.*, 74 (8), 969-85, 2004.
12. Dawes, P., Dawes, E., *SGE Chromatography Products Catalog*. pg: 182, 2000.
13. Tavazzi, B., Lazzarino, G., Di-Pierro, D., Giardina, B., Malondialdehyde production and ascorbate decrease are associated to the reperfusion of the isolated postischemic rat heart, *Free Radical Biology & Medicine*, 13, 75-78, 1992.
14. Amidzic, R., Brboric, J., Cudina, O., Vladimirov, S., RP-HPLC Determination of vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, folic acid and B<sub>12</sub> in multivitamin tablets, [Journal of the Serbian Chemical Society](#), 70 (10), 1229-1235, 2005.

15. Markopoulou, C.K., Kagkadis, K.A., Koundourellis, J.E, An optimized method for the simultaneous determination of vitamins B1, B6, B12, in multivitamin tablets by high performance liquid chromatography, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 30, 1403-1410, 2002.
16. Miller, K.W., Lorr, N.A., Yang, C.S., Simultaneous determination of plazma retinol  $\alpha$ -tocoferol, lycopene,  $\alpha$ -carotene, and  $\beta$ -carotene by high performance liquid chromatography, *Analytical Biochemistry*, 138, 340-345, 1984.
17. Supelco Chromatography Products for Analysis & Purification (2005-2006) Sigma- Aldrich Chemie GmbH, Export Department Eschenstraße Taufkirchen, Germany, 169s.
18. Singleton, V.L., Rossi Jr, J.A., Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic acid reagents, *Am. J. Enol. Vitic.*, 16, 144-158, 1965.
19. Leontowicz, M., Gorinstein, S., Leontowicz, H., Krzeminski, R., Lojek, A., Katrich, E., Cyiazy, M., Martin-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R., Haruenkit, R., Trakhtenberg, S., Apple and pear peel and pulp and their influence on plasma lipids and antioxidant potentials in rats fed with cholesterol-containing diets, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 5780-5785, 2003.
20. Brandwilliams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., Use of a free-radical method to antioxidant activity, *Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 28, 25-30, 1995.
21. Jayaprakasha, G.K., Jagan, L., Sakariah, K.K., Chemistry and biological activities of *C. Longa*, *Trends in Food Science & Technology*, 16, 533-548, 2005.
22. [http://www.sabah.com.tr/fotohaber/saglik/zerdecalin\\_faydalari/23127](http://www.sabah.com.tr/fotohaber/saglik/zerdecalin_faydalari/23127), 14.11.2013.
23. Aksoy, M., Beslenme Biyokimyası, Hatipoğlu Basım ve Yayım San. Tic. Ltd. Şti., Ankara, 321-342s, 2000.
24. El-Demerdash, F.M., Yousef, M.I., Kedwany, F.S. 2004. Cadmium-induced changes in lipid peroxidation, blood hematology, biochemical parameters and semen quality of male rats, protective role of vitamin E and carotene. *Food and Chemical Toxicology*, 42, 1562-1571.
25. Handelman, G.J. 2001. The evolving role of carotenoids in human biochemistry. *Nutrition*. 17(10), 818-822.
26. Sies, H., Stahl, W., Sundquist, A.R., Antioxidant function of vitamins. Vitamin E and C, betacarotene and other carotenoidsa, *Ann N Y Acad Sci*, 669, 7-20, 1992.

27. Özdemir, F.A., Aymelek, F., Karataş, F., Aspir (*Carthamus Persicus Wild*) bitkisinde redükte, okside Glutasyon ile A, C, E vitamini ve  $\beta$ -karoten miktarlarının araştırılması, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 23 (2), 71-76, 2011.
28. Tuncer, H., Karataş, F., *Crepis Foetida L. Subsp. Rhoedifolia* (M. Bieb) Çelak bitkisinin yapraklarındaki vitaminler ve glutasyon miktarlarının araştırılması, e-Journal of New World Sciences Academy, 7(3), 115-121, 2012.
29. Baysal, A., Beslenme, Katipoğlu Basım ve Yayım San. Tic. Ltd. Şti., Ankara, s. 237, 1999.
30. Tulum, Y., B kompleks vitaminleri ve biyokimyası, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, Bitirme Tezi, 2007.
31. Karataş, F., Bektaş, İ., Birişik, A., Aydın, Z., Kurtul, A., Çiriş otu'nda (*Asphodelus aestivus L.*) suda çözünen bazı bileşiklerin araştırılması, SDU Journal of Science (E-Journal), 6 (1), 35-39, 2011.
32. Anderson, M.E., Glutathione: an overview of biosynthesis and modulation, Chem. Biol. Interact., 111, 112, 1-4, 1998.
33. Bravo, L., Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance, Nutrition Reviews, 56, 317-333, 1998.
34. Du, Q., Zheng, J., Xu, Y., Composition of anthocyanins in mulberry and their antioxidant activity, Journal of Food Composition and Analysis, 21, 390-395, 2008.
35. Çöteli, E., Erden, Y., Karataş, F., Yarpuz (*Mentha pulegium L.*) bitkisindeki malondialdehit, glutasyon ve vitamin miktarları ile total antioksidan kapasitesinin araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17 (2), 4-10, 2013.
36. Sharma, O.P., Antioxidant activity of curcumin and related compounds. Biochemical Pharmacology, 25, 1811-1812, 1976.
37. Ak, T., Gülçin, İ., Antioxidant and radical scavenging properties of curcumin. Chemico-Biological Interactions 174,27-37,2008.