



## Farklı Kurutma Tekniklerinin *Smilax excelsa* Genç Sürgünlerinin Antioksidan Aktivitesi ve Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Elif Feyza TOPDAŞ<sup>1,a,\*\*</sup>  Muhammet DEMİRBAŞ<sup>2,b</sup>  Memnune ŞENGÜL<sup>1,c</sup>   
İhsan Güngör ŞAT<sup>1,d</sup> 

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

<sup>2</sup>Giresun Üniversitesi, Şebinkarahisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Giresun, Türkiye

\*\*Sorumlu yazar e-mail: [efeyza.topdas@atauni.edu.tr](mailto:efeyza.topdas@atauni.edu.tr)

doi: 10.17097/ataunizfd.816887

Geliş Tarihi (Received): 28.10.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 15.09.2021 Yayın Tarihi (Published): 26.09.2021

**ÖZ:** Dünyada tropik ve ılıman bölgelerde yetişen *Smilax* cinsi, Smilacaceae familyasından tırmanıcı dallara sahip, dikenli gövdeli çok yıllık bitkilerdir. *Smilax excelsa* L., Türkiye'nin özellikle Karadeniz Bölgesi'nde beslenme ve tıbbi özelliklerinden dolayı halk hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada *S. excelsa* L.'nin yeşil ve kırmızımsı rengine sahip olan genç sürgünleri kullanılmıştır. Bu iki grup, liyofilizatörde (5 mm-Hg basınç, -50°C, 20 sa), mikrodalga fırında (500 W, 5 dk), gölgede (25±2°C, 7 gün) ve kurutma fırınında (50°C, 4 sa) olmak üzere dört farklı yöntem ile kurutulmuştur. Taze ve kurutulmuş yeşil ve kırmızımsı sürgünlerin toplam fenolik madde miktarları, toplam monomerik antosiyanin miktarları ve antioksidan aktiviteleri ile nem ve renk değerleri belirlenmiştir. Antioksidan aktivite, DPPH serbest radikali giderme aktivitesi ve Fe<sup>3+</sup> indirgeme kapasitesi (FRAP) yöntemleri ile tespit edilmiştir. Kurutulmuş sürgünlerin nem içerikleri %10.11- %19.09 aralığında değişim göstermiştir. Uygulanan tüm kurutma yöntemleri sürgünlerin L\* değerlerini önemli düzeyde (p<0.05) artırmıştır. Kurutulmuş bitkilerin a\* değerleri yeşil grupta -3.24 ile 7.75 aralığında, kırmızımsı grupta ise 7.17-11.65 aralığında değişim göstermiştir. Tüm gruplarda b\* değerlerinin taze örneklerden yüksek olduğu belirlenmiştir (p<0.05). En düşük ΔE değerleri liyofilize edilmiş sürgünlerde tespit edilirken en yüksek değerler fırında kurutulanlarda saptanmıştır. Kurutulmuş örnekler arasında en yüksek toplam fenolik madde ve toplam monomerik antosiyanin miktarları liyofilize edilmiş kırmızımsı sürgünlerde sırasıyla 33.58 mg gallik asit eşdeğeri/g kuru ağırlık ve 0.46 mg siyanidin-3-glikozit/g kuru ağırlık olarak belirlenmiştir. Kurutulmuş örneklerin DPPH radikal giderme aktivitesi (IC<sub>50</sub>) ve Fe<sup>3+</sup> indirgeme kapasitesi değerleri sırasıyla; 1.88- 3.65 mg/g kuru ağırlık ve 2.51-5.76 gallik asit eşdeğeri/g kuru ağırlık aralığında tespit edilmiştir. Genel olarak tüm kurutma yöntemlerinin antioksidan aktiviteyi önemli düzeyde azalttığı saptanmıştır (p<0.05). Uygulanan kurutma yöntemleri arasında antioksidan aktivitenin en iyi korunduğu yöntemin liyofilize kurutma olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Smilax excelsa*, Antioksidan aktivite, Toplam monomerik antosiyanin, Kurutma, Renk

### The Effect of Different Drying Techniques on the Antioxidant Activity and Some Physicochemical Properties of *Smilax excelsa* Young Shoots

**ABSTRACT:** *Smilax* genus, which grows in tropical and temperate regions in the world, is a perennial plant with climbing branches and spiny stems from the Smilacaceae family. *Smilax excelsa* L. is widely used in the Black Sea region of Turkey for diet and folk medicine due to its medicinal properties. In this study, green and reddish young shoots of *S. excelsa* L. were used. These two groups were dried by four different drying methods including lyophilization (5 mm-Hg, -50°C, 20 h), microwave drying (500 W, 5 min), shade drying (25±2°C, 7 d), and drying in a drying oven (50°C, 4 h). Total phenolic contents, total monomeric anthocyanin contents, antioxidant activities, moisture contents, and color values of fresh and dried green and reddish shoots were determined. Antioxidant activity was determined by DPPH free radical scavenging activity and Fe<sup>3+</sup> reducing capacity (FRAP) methods. The moisture content of the dried shoots varied between 10.11% and 19.09%. All applied drying methods increased L\* values of the shoots significantly (p<0.05). a\* values of the dried plants varied between -3.24 and -7.75 in the green group and between 7.17 and 11.65 in the reddish group. b\* values were higher in all groups than fresh samples (p<0.05).

**Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article:** Topdas, E.F., Demirbas, M., Sengul, M., Sat, I.G., 2021. Farklı Kurutma Tekniklerinin *Smilax excelsa* Genç Sürgünlerinin Antioksidan Aktivitesi ve Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (3): 314-324. doi: 10.17097/ataunizfd.816887

<sup>a</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3778-3654> <sup>b</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3962-6804>

<sup>c</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3909-2523> <sup>d</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9868-0208>



While the lowest  $\Delta E$  values were determined in lyophilized dried groups, the highest values were in oven-dried groups. Among the dried samples, the highest amounts of total phenolic substance and total monomeric anthocyanin were determined in the lyophilized dried red group as 33.58 mg gallic acid equivalent/ g dry weight and 0.46 mg cyanidin-3-glucoside/ g dry weight, respectively. The DPPH radical scavenging activity (as  $IC_{50}$ ) and  $Fe^{3+}$  reduction capacity values of the dried samples were determined in the range of 1.88-3.65 mg/ g dry weight and 2.51-5.76 gallic acid equivalent/ g dry weight, respectively. In general, all drying methods were found to decrease antioxidant activity significantly ( $p<0.05$ ). Among the applied drying methods, lyophilized drying was determined as the best antioxidant activity protective method.

**Keywords:** *Smilax excelsa*, Antioxidant activity, Total monomeric anthocyanin, Drying, Color

## GİRİŞ

Dünyanın tropik ve ılıman bölgelerinde yetişen ve 'sarsaparilla' olarak adlandırılan *Smilax* cinsi Smilacaceae (Raúl et al., 2017) familyasından olup yaklaşık 350 türden oluşmaktadır. Bu bitkiler uzun, ince ve dikenli bir gövdenin yanı sıra diğer bitki ve nesnelere tutunmak için tırmanıcı dallara da sahiplerdir (Raúl et al., 2017). *Smilax* türleri fenilpropanoid glikozitler (Chen et al., 2000), antosiyaninler (Longo and Vasapollo, 2006), flavonoid glikozitler (Li et al., 2007; Chen et al., 2007) ve steroid saponinler (Ivanova et al., 2009) içermektedir. Ozsoy et al. (2008), *Smilax excelsa* yaprak ve sürgünlerinin yüksek düzeyde fenolik ve flavanoidler-içerdiğini, lipid peroksidasyonunu inhibe ettiğini, radikal temizleme ve demir şelatlama aktiviteleri gösterdiğini ve dolayısıyla önemli bir doğal antioksidan kaynağı olarak görülebileceğini ifade etmiştir. *Smilax* cinsine ait bazı türlerin in vivo ve in vitro şartlarda antioksidan (Lee et al., 2001; Cox et al., 2005; Ivanova et al., 2006), antimutajenik (Kuo et al., 2005), anti-inflamatuar, anti-nosiseptif (Shu et al., 2006) ve hepatoprotektif (Chen et al., 1999) etki gösterdikleri belirlenmiştir.

Ülkemizde Özdiken, Zimbilaçi, Boylu gıcır, Zimilaci, Zimilas, Melocan, Diken gözü, Mervecen, Silcan, Melvocan, Kırçan ve Diken ucu isimleri ile bilinen *S. excelsa*; Karadeniz, Marmara, Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yetişmekte (Babac et al., 2002), özellikle Karadeniz Bölgesi'nde çiğ olarak, turşu şeklinde veya kavurması yapılarak tüketiminin yanı sıra tıbbi amaçlarla da kullanılmaktadır (Baytop, 1999).

*S. excelsa*, diğer bitkilerde olduğu gibi, yılın belirli dönemlerinde yetişmekte, fiziksel yapısı ve yüksek nem içeriği nedeniyle hızla bozulmaktadır. Dolayısıyla, yıl boyunca yeterli miktarlarda bulunamamakta ve bu durum tüketiminin sınırlandırılmasına neden olmaktadır. Çeşitli bitkilerin, meyvelerin, sebzelerin ve bazı gıdaların bozulmalarının önlenmesi ve mevsimi dışında da tüketilebilmeleri için birçok muhafaza yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden birisi de kurutmadır. Bitkiler kurutulmuş mikroorganizma gelişimi ve enzimatik aktivitenin inhibe edilmesi sağlanabilmekte (Prosapio and Norton, 2017), böylece raf ömürleri uzatılabilmekte ve aynı zamanda organoleptik özelliklerinde istenmeyen

değişikliklerin de oluşumu en düşük düzeye indirgenebilmektedir. Kurutma esnasında sıcaklığa bağlı olarak meydana gelebilen oksidasyon ve ısıya hassas bazı bileşenlerin kaybolmasıyla bitkilerin besin değerleri ile fiziksel ve kimyasal bileşimlerinde oluşabilen bazı değişiklikler bir dezavantaj olarak görülmektedir. Ancak, genel olarak kurutma işlemi birçok besin ögesinin konsantrasyonunun nispi olarak artmasını sağlamaktadır (Babu et al., 2018). Kurutulmuş yaprakların taze yapraklara kıyasla üç-dört kat daha fazla besin değerine sahip oldukları rapor edilmektedir (Navale et al., 2014; Joshi and Mehta, 2010). Ayrıca kurutma işlemi sayesinde nakliye, depolama ve ambalajlama maliyetleri de azalmaktadır (De Bruijn et al., 2016).

Kurutma yöntemlerinden biri olan gölgede kurutma işleminde, tepsilere serilen veya demetler halinde asılan bitkiler güneşe maruz kalmaksızın kurumaktadırlar. Diğer kurutma yöntemlerine kıyasla gölgede kurutmada süre oldukça uzun olmasına rağmen askorbik asit (Abdullah et al., 2012), toplam fenolik madde ve rosmarinik asit gibi bazı biyoaktif bileşenlerin (Sejali and Anuar, 2011) daha iyi korunduğu belirlenmiştir. Fırında kurutma, bitki yapraklarını kurutmak için en yaygın kullanılan kurutma yöntemi olup, uygulanması oldukça kolaydır. Diğer bir kurutma yöntemi olan dondurarak kurutma işlemi, ürünün dondurulmasından sonra süblimasyon yolu ile nemin uzaklaştırılması prensibine dayanmaktadır. Bu yöntem, bitki kalitesi ve yapısını diğer kurutma yöntemlerine kıyasla daha iyi korumakta ancak yüksek enerji maliyeti ve uzun işlem süresi kullanımını sınırlandırmaktadır (Bhatta et al., 2020). Mikrodalga kurutma, hızlı ve maliyeti düşük bir işlem olup üründe bazı olumsuz duyuşsal değişikliklere neden olmaktadır (Changrue et al., 2006).

Literatürde *S. excelsa*'nın yaprak veya kök kısımlarının farklı ekstraktlarının antioksidan (Ozsoy et al., 2008),  $\alpha$ -amilaz ve  $\alpha$ -glukozidaz (Dehghan et al., 2016), antimikrobiyal ve sitotoksik (Ivanova et al., 2010) özelliklerinin incelendiği çalışmalar mevcuttur; ancak *S. excelsa* sürgünlerinin antioksidan aktivitesi üzerine farklı kurutma yöntemlerinin etkilerinin incelendiği herhangi bir çalışma henüz mevcut değildir. Bu çalışmada taze, gölgede, liyofilize, kurutma fırını ve mikrodalgada kurutulan *S. excelsa* sürgünlerinin nem içeriği, renk,

toplam fenolik madde ve toplam monomerik antosiyanin miktarları ile antioksidan aktiviteleri belirlenerek kurutma yöntemlerinin bahsedilen özellikler üzerine etkisi araştırılmıştır.

#### MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan *S. excelsa* bitkisinin sürgünleri 2016 yılı ağustos ayında Rize ili Pazar ilçesi Elmalık köyünden toplanmıştır. Bitkinin toplandığı bölgeye ait koordinatlar; 41°07'00.1"N

40°54'00.0"E şeklindedir. Toplanan bitki örnekleri ivedilikle temizlenerek toz, toprak ve böcek kalıntıları gibi yabancı unsurlardan arındırılmış ve ardından yeşil ve kırmızımsı renge sahip olan sürgünler ayrılarak 2 grup oluşturulmuştur (Şekil 1). Taze sürgünler analiz edilinceye ve kurutma işlemlerine kadar 4±1°C'de 1 gün muhafaza edilmiştir.



**Şekil 1.** Taze yeşil ve kırmızımsı *S. excelsa* sürgünleri  
**Figure 1.** Fresh green and reddish *S. excelsa* shoots

#### *Smilax excelsa* sürgünlerinin kurutulması:

Her yöntem için ayrı ayrı 50 g olarak tartılan yeşil ve kırmızımsı taze bitki sürgünleri, aşağıda belirtilen yöntemler ile kurutulmuştur.

**Fırında kurutma:** Bitkiler ince bir tabaka halinde ızgaralara serilerek kurutma fırınında (Memmert, Almanya) 50°C'de 4 saat kurutulmuştur (Youssef and Mokhtar, 2014).

**Mikrodalga kurutma:** Bitkiler ince bir tabaka halinde eşit olarak yayılarak mikrodalga fırında (MD599, Arçelik, Türkiye) 500 W güçte 5 dakika kurutulmuştur (Li et al., 2011).

**Liyofilize kurutma:** Bitkiler -20°C'de dondurulmuş ve ardından 5 mm-Hg basınç ve -50°C'de 20 saat liyofilizatörde (Christ alpha 1-2 LD plus, Germany) kurutulmuştur (Yılmaz et al., 2009).

**Gölgede kurutma:** Bitkiler tepsiye ince bir tabaka halinde yayılarak laboratuvar ortamında ortalama 25±2°C sıcaklık ve doğal hava akışında 7 gün süreyle kurutulmuştur (Roshanak et al., 2016).

Kurutma işlemi her bir yöntem için 3 defa tekrarlanmıştır. Kurutulan bitkiler bir parçalayıcı (Waring, Germany) yardımıyla öğütülerek toz haline

getirilmiş ve analizler yapılana kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir.

#### Nem analizi:

Numunelerin nem içeriği AOAC (2000) 934.01 no'lu metoda göre belirlenmiştir.

#### Renk ölçümleri:

Taze ve kuru örneklerin renk ölçümleri Minolta kolorimetre CR-200 (Japan) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kolorimetre, standart beyaz plaka ile kalibre edilmiş ve  $L^*$  (parlaklık; 0: siyah-100:beyaz),  $a^*$  (-60: yeşil- +60: kırmızı),  $b^*$  (-60: mavi- +60: sarı) değerleri ölçülmüştür. Tüm numuneler için renk farklılığı,  $\Delta E = ((L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2)^{1/2}$  formülü yardımıyla hesaplanmıştır.

#### Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite tayinleri için ekstraktların hazırlanması:

Taze ve kurutulmuş örneklerin liyofilize su ekstraktları Kalin et al. (2015)'a göre hazırlanmıştır. Bu amaçla örneklerden 25'er g alınarak üzerine 400 ml kaynar halde deiyonize su eklenip orbital

çalkalayıcıda (Orbital Shaker SSL1, UK ) 15 dak karıştırılarak ekstraksiyon yapılmıştır. Su ekstraktları filtre kâğıdı (Whatman No:1) yardımıyla süzüldükten sonra elde edilen süzüntü, -20°C'de dondurulmuş ve -50°C'de liyofilize edilmiştir. Stok ekstrakt çözeltileri, liyofilize ekstraktlar kullanılarak 1 mg/ml konsantrasyonlarda hazırlanmış ve toplam fenolik madde miktarı, DPPH radikal giderme aktivitesi ve Fe<sup>+3</sup> indirgeme kapasitesi analizlerinde kullanılmıştır.

#### Toplam fenolik madde tayini:

Toplam fenolik madde miktarı, Slinkard and Singleton (1977) tarafından geliştirilen yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak tespit edilmiştir. Bu amaçla, tüp içerisine konulan 1 ml stok çözeltiliye 1 ml Folin&Ciocalteu's reaktifi ilave edilerek vortekslenmiş ve karışım oda sıcaklığında 1 dakika bekletildikten sonra üzerine 1 ml %2'lik sodyum karbonat çözeltisi eklenerek karanlıkta 1 saat süreyle karıştırılmıştır. Absorbanslar, 760 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. İşlem her bir örnek için 3 kere tekrarlanmıştır. Numunelerin toplam fenolik madde miktarları, farklı konsantrasyonlarda gallik asit çözeltisi kullanılarak hazırlanan standart grafikten elde edilen denklem yardımıyla ( $y=0.0105x-0.2685$   $R^2=0.9908$ ) mg Gallik Asit Eşdeğerleri (GAE)/ g olarak belirlenmiştir.

#### DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) serbest radikal giderme aktivitesi:

Numunelerin DPPH serbest radikal giderme aktiviteleri Balaydın et al. (2010)'a göre belirlenmiştir. Serbest radikal çözeltisi olarak DPPH'nin etanolde hazırlanan 1 mM'lık çözeltisi kullanılmıştır. Bu amaçla 3'er paraleli olarak dizilen deney tüplerine 10, 20 ve 30 µg/µl konsantrasyon oluşturulacak şekilde stok ekstrakt çözeltilerinden aktarıldıktan sonra toplam hacim etanol ile 3 ml'ye tamamlanmıştır. Stok DPPH çözeltisinden her bir tüpe 1'er ml ilave edildikten sonra vortekslenmiş ve karanlıkta yarım saat inkübasyona bırakılmışlardır. Absorbanslar 517 nm dalga boyunda köre karşı ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Ölçülen absorbans değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla numuneler ve standart antioksidanların (BHA, BHT, Trolox) %inhibisyon (% DPPH radikal giderme aktivitesi) değerleri belirlenmiştir.

$$\% \text{ DPPH radikal giderme aktivitesi} = \left[ \frac{A_{\text{DPPH-AE}}}{A_{\text{DPPH}}} \right] \times 100$$

Burada,  $A_{\text{DPPH}}$ : DPPH kontrol grubunun absorbans değeri ve  $A_E$ : Örnek ekstraktının absorbans değeri ifade etmektedir.

% DPPH radikal giderme aktivitesi değerlerine karşı örnek konsantrasyonları ile çizilen grafikten linear regrasyon ile elde edilen denklemler yardımıyla IC<sub>50</sub> (radikalin %50'sinin inhibisyonunu sağlayan konsantrasyon) değerleri hesaplanmıştır.

#### Fe<sup>+3</sup> indirgeme kapasitesi (FRAP):

Fe<sup>+3</sup> indirgeme kapasitesi analizi Bayan ve Genç (2016) tarafından tarif edilen prosedürün modifiye edilmiş versiyonu kullanılarak belirlenmiştir. Deney tüplerine 10 mg konsantrasyon oluşturulacak şekilde stok ekstrakt eklenmiş ve hacim saf su ile 0.75 ml'ye tamamlanarak üzerine 1 ml 0.2 M fosfat tamponu (pH 6.6) ile 1 ml (%1) potasyum ferrisiyanür [K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>] çözeltisi ilave edilmiştir. Bu karışım 50°C'de 20 dakika bekletilmiştir. Ardından karışıma 1 ml trikloroasetik asit (TCA) (%10) ve 0.25 ml FeCl<sub>3</sub> (%0.1) çözeltileri ilave edilmiştir. Absorbanslar, 700 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve kaydedilmiştir. İşlem her bir örnek için 3 kere tekrarlanmıştır. Numunelerin Fe<sup>+3</sup> indirgeme kapasitesi, farklı konsantrasyonlarda gallik asit kullanılarak hazırlanan standart grafikten elde edilen denklem kullanılarak ( $y=0.0337x+0.3445$   $R^2=0.9927$ ) mg Gallik Asit Eşdeğerleri (GAE)/ g olarak belirlenmiştir.

#### Toplam monomerik antosiyanin tayini:

Numunelerin toplam monomerik antosiyanin içerikleri, Giusti and Wrolstad (2001) tarafından uygulanan pH diferansiyel yöntemi ile belirlenmiştir. Taze ve kurutulmuş öğütülmüş *S. excelsa* örneklerinden 25'er g tartılmış ve santrifüj tüplerine aktarılarak üzerine 20'şer ml asitleştirilmiş metanol (99/1: metanol/HCl: v/v) ilave edilmiştir. Tüpler 6000 rpm'de 15 dakika santrifüjlenmiş ve süpernatant Whatman No: 1 filtre kağıdı yardımıyla süzülerek ayrılmıştır. Tüpte kalan çökelti kısımları ile aynı işlem prosedürü 4 kere daha tekrarlanmıştır. Elde edilen ekstraktlar, pH 1.0 ve 4.5' te tamponlarla seyreltilmiş ve UV-VIS spektrofotometre (Beckman Coulter, DU-370 Lifescience, Germany) ile 520 nm ve 700 nm'de absorbans değerleri belirlenerek  $A = (A_{520-A700})_{\text{pH}1.0} - (A_{520-A700})_{\text{pH}4.5}$  eşitliği yardımıyla toplam monomerik antosiyanin miktarları belirlenmiştir. Numunelerin toplam monomerik antosiyanin miktarları Siyanidin-3-glikozit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir.

#### İstatistiksel analizler:

İstatistiksel analizler SPSS 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Verilere Çoklu Karşılaştırma testlerinden Duncan testi uygulanmıştır. Sonuçlar ortalamal± standart sapma olarak ifade edilmiş ve  $p<0.05$  olan tüm örnekler istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Ayrıca değişkenler arası ilişki korelasyon testi ile belirlenmiştir.

#### BULGULAR VE TARTIŞMA

Kurutulmuş ve taze *S. excelsa* sürgünlerinin nem içerikleri Çizelge 1'de görülmektedir. Taze yeşil ve taze kırmızımsı grupların nem içerikleri

birbirlerine oldukça yakın olup sırasıyla %87.90 ve %87.67 olarak belirlenmiştir. Kurutulan örneklerin nem içerikleri uygulanan yöntemle göre %10.11- %19.09 aralığında değişmektedir. Yani tüm örneklerin kuru madde içeriği %80.91'in üzerindedir. Çizelge 1 incelendiğinde, gölgede kurutulan numuneler en yüksek nem içeriğine sahip iken, en düşük nem içeriği mikrodalga yöntemi ile elde

edilmiştir. Frank and Heather (2012)'a göre küf oluşum riskinin önlenmesi ve dolayısıyla gıdanın bozulmadan saklanabilmesi için nem içeriklerinin %15'in altında olması gerekmektedir. Bu açıdan uygulanan yöntemler değerlendirildiğinde gölgede kurutma ve fırında kurutma işlemlerinde yeterli bir kuruma sağlanmadığı görülmektedir.

**Çizelge 1.** Taze ve kurutulmuş *Smilax excelsa* sürgünlerinin nem içerikleri (%) ve bazı renk değerleri  
**Table 1.** Moisture contents (%) and some color values of fresh and dried *Smilax excelsa* shoots

Numune	Nem (%)	L*	a*	b*	AE
TY	87.90±0.26 <sup>e</sup>	42.72±0.19 <sup>a</sup>	-9.68±0.14 <sup>a</sup>	28.34±0.12 <sup>a</sup>	-
TK	87.67±0.34 <sup>e</sup>	33.48±0.10 <sup>A</sup>	6.99±0.09 <sup>A</sup>	14.31±0.16 <sup>A</sup>	-
FY	16.15±0.18 <sup>c</sup>	47.12±0.24 <sup>b</sup>	-3.24±0.24 <sup>d</sup>	35.76±0.15 <sup>d</sup>	10.77± 0.13 <sup>c</sup>
FK	16.17±0.17 <sup>c</sup>	36.52±0.12 <sup>B</sup>	11.65±0.15 <sup>C</sup>	23.41±0.14 <sup>D</sup>	10.67±0.14 <sup>D</sup>
MY	10.12±0.15 <sup>a</sup>	47.56±0.18 <sup>bc</sup>	-5.45±0.25 <sup>c</sup>	35.34±0.20 <sup>d</sup>	9.50±0.20 <sup>b</sup>
MK	10.11±0.10 <sup>a</sup>	37.13±0.15 <sup>B</sup>	10.75±0.20 <sup>BC</sup>	21.65±0.18 <sup>C</sup>	9.02±0.17 <sup>C</sup>
LY	11.32±0.16 <sup>b</sup>	50.01±0.13 <sup>d</sup>	-7.75±0.17 <sup>b</sup>	30.13±0.20 <sup>b</sup>	7.75±0.16 <sup>a</sup>
LK	11.31±0.17 <sup>b</sup>	40.93±0.12 <sup>C</sup>	7.17±0.15 <sup>A</sup>	14.00±0.13 <sup>A</sup>	7.46±0.13 <sup>A</sup>
GY	19.09±0.19 <sup>d</sup>	48.32±0.17 <sup>c</sup>	-6.13±0.12 <sup>c</sup>	34.12±0.21 <sup>c</sup>	8.80±0.16 <sup>b</sup>
GK	19.00±0.16 <sup>d</sup>	40.14±0.19 <sup>C</sup>	9.96±0.22 <sup>B</sup>	17.75±0.15 <sup>B</sup>	8.23±0.18 <sup>BC</sup>

\*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir (n=3). Renk değerlerinde, aynı sütundaki farklı <sup>a-d</sup> ve <sup>A-D</sup> üst simgeleri sırasıyla yeşil ve kırmızı örnekler için ortalamaların önemli düzeyde farklı olduğunu gösterir ( $p<0.05$ )

\*\* Nem değerlerinde aynı sütunda farklı üst simgeler ortalamaların önemli düzeyde farklı olduğunu gösterir ( $p<0.05$ )

\*\*\* TY: Taze yeşil, TK: Taze kırmızısı, FY: Fırında kurutulmuş yeşil, FK: Fırında kurutulmuş kırmızısı, MY: Mikrodalga ile kurutulmuş yeşil, MK: Mikrodalga ile kurutulmuş kırmızısı, LY: Liyofilize yeşil, LK: Liyofilize kırmızısı, GY: Gölgede kurutulmuş yeşil ve GK: Gölgede kurutulmuş kırmızısı *S.excelsa* sürgünlerini ifade etmektedir.

Renk ve görünüş, bir ürünün albenisi ve tüketilmesi ya da bozulmuş ürünün kalitesinin olumsuz değerlendirilmesi hususunda tüketicilerin fikir sahibi olmasını sağlayan önemli özelliklerdir (Meng et al., 2017). Taze ve kurutulmuş *S. excelsa* sürgünlerinin renk değerleri Çizelge 1' de verilmiştir. Kurutulmuş sürgünlerin L\*, a\* ve b\* değerlerinin taze sürgünlerden farklı olduğu görülmektedir. Bu durum *S. excelsa*'nın renginin kurutma yöntemlerinden etkilendiğini göstermektedir. Uygulanan kurutma yöntemleri, örneklerin L\* değerlerini istatistiki olarak önemli düzeyde artırmıştır ( $p<0.05$ ). Yani kurutulmuş bitkilerin renkleri, tazelerine göre daha parlaktır. Kurutulan örnekler arasında en yüksek L\* değerleri liyofilize kurutma uygulanmış örneklerde yeşil ve kırmızısı gruplar için sırasıyla 50.01 ve 40.93 olarak belirlenirken en düşük değerler 47.12 ve 36.52 değerleri ile fırında kurutulan örneklere aittir. L\* değerlerindeki artış, kurutma ile bitkiden uzaklaştırılan su ve diğer bileşenlerde meydana gelen değişiklikler nedeniyle ışık yansımadaki farklılıktan kaynaklanmaktadır (Braga et al., 2018).

Taze ve kurutulmuş *S. excelsa* sürgünlerinin a\* değerlerinde istatistiki olarak önemli düzeyde

( $p<0.05$ ) farklılık gözlenmiştir. Kurutulmuş bitkilerin a\* değerleri yeşil grupta -3.24 ile -7.75 aralığında, kırmızısı grupta ise 7.17-11.65 aralığında değişim göstermiştir. +a\* değeri kırmızı rengin göstergesi olup, kurutulmuş kırmızısı ve yeşil gruplar kendi içlerinde değerlendirildiğinde; en yüksek değerlerin her iki grupta da fırında kurutulan örneklerde belirlendiği görülmektedir. a\* değerindeki düşüş yeşil renk yoğunluğunun artışı ifade etmektedir. Bitkilerin doğal yeşil rengi, direkt olarak magnezyum içeren klorofilden kaynaklanmaktadır. Kurutma sırasında uygulanan yüksek sıcaklık ile magnezyum molekülleri, pirofeofitin ve feofitin olarak değişmekte (Buchaillet et al., 2009) ve yeşil renk yoğunluğu azalmaktadır. Bu durum, diğer kurutma yöntemlerine kıyasla daha yüksek sıcaklıkta gerçekleşen fırında kurutma uygulamasında yeşil renk yoğunluğunun azalmasının nedeni olarak düşünülmektedir. Çizelge 1' de en düşük a\* değerinin gözlemlendiği grup, taze kırmızısı ve yeşil örneklere en yakın değerlere sahip olan liyofilize kurutulmuş örneklerdir. Dolayısıyla kurutulmuş *S. excelsa* sürgünlerinin doğal yeşil renginin en iyi korunduğu uygulamanın liyofilize kurutma olduğu görülmektedir.

Sarı rengin göstergesi olan  $b^*$  değeri, kurutulmuş örneklerde taze örneklerden daha yüksek olarak belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Bu durum, daha önce de belirtildiği gibi kurutma işlemi sırasında ısının etkisiyle klorofilin parçalanmasından kaynaklanmaktadır. Kurutulan yeşil ve kırmızımsı gruplar kendi içlerinde değerlendirildiğinde en sarı renk fırında kurutulmuş örnekleri (35.76, 23.41) takiben mikrodalga ile kurutulmuş örneklerde tespit edilmiştir (35.34, 21.65). Taze örneklerle en yakın  $b^*$  değerleri liyofilize kurutulmuş örneklerde yeşil grupta 30.13, kırmızımsı grupta ise 14.00 değerleri ile diğer kurutma yöntemlerine kıyasla en düşük olarak belirlenmiştir.

Zhou et al. (2009) kontrol grubuna göre renkte meydana gelen değişimin derecesini ifade eden  $\Delta E$  değerinin 2'den büyük olması durumunda değişimin açık ve gözle görülebilir olduğunu ifade etmektedir. Çizelge 1'de görüldüğü gibi farklı kurutma yöntemleri *S. excelsa* sürgünlerinin rengi üzerinde oldukça etkilidir ( $p<0.05$ ). En düşük  $\Delta E$  değerleri liyofilize gruplarda (7.75 ve 7.46) en yüksek değerler ise fırında kurutulan gruplarda (10.77 ve 10.67) tespit edilmiştir. Kurutmada uygulanan sıcaklık arttıkça  $\Delta E$  değerlerinin yükseldiği belirgindir. Diğer yöntemlere kıyasla fırında kurutma ve mikrodalga kurutma yöntemlerinde  $\Delta E$  değerlerinin yüksek oluşu, numunelerin maruz kaldığı yüksek sıcaklığın proteinler ve karbonhidratlar gibi ısıya duyarlı bileşenler üzerindeki etkisinden (Chen, 2008) kaynaklanabildiği gibi, gıdalarda bulunan pigmentlerin parçalanmasından da kaynaklanabilir (López et al., 2013). Liyofilize kurutma uygulanan grupların  $\Delta E$  değerlerinin düşük oluşu, liyofilizasyonun diğer kurutma yöntemlerine kıyasla renk pigmentlerini daha iyi koruduğunun göstergesi olabilir. Liyofilize kurutma işlemi, düşük sıcaklıklarda ve yüksek vakumda gerçekleştiği için termal olarak hassas ve oksidasyona yatkın bileşikler içeren bitki bazlı gıdaların kurutulmasında diğer yöntemlere kıyasla daha kaliteli nihai ürün sağlamaktadır (Bhatta et al., 2020).

Taze ve kurutulmuş *S. excelsa* sürgünlerinin toplam monomerik antosiyanin (TMA) miktarları Çizelge 2'de verilmiştir. TMA miktarları siyanidin-3-glikozit baz alınarak kuru ağırlık üzerinden hesaplanmıştır. Uygulanan tüm kurutma işlemlerinde taze yeşil ve kırmızımsı sürgünlere göre toplam monomerik antosiyanin miktarlarında önemli düzeyde azalma olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Kurutulmuş örneklerde toplam monomerik antosiyanin miktarları yeşil grupta 0.24-0.37 mg/g aralığında, kırmızımsı grupta ise 0.27-0.46 mg/g aralığında değişim göstermektedir. En yüksek kayıp fırında kurutulan örneklerde olup; yeşil ve kırmızımsı gruplar için sırasıyla %41.46 ve %44.90 düzeyindedir. Bu durum, sıcaklığın etkisiyle

antosiyaninlerin parçalanmasından kaynaklanmaktadır. Toplam monomerik antosiyanin miktarının en iyi korunduğu kurutma yönteminin liyofilizasyon olduğu görülmektedir. Düşük sıcaklıkta gerçekleşen bu işlemde, sınırlı termal ve kimyasal bozunma nedeniyle antosiyaninler gibi antioksidan bileşikler daha fazla korunabilmektedir (Mphahlele et al., 2016). Örneklerin TFM miktarları ile antosiyanin miktarları arasında  $p<0.01$  düzeyinde pozitif korelasyon ( $r=0.884$ ) tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada tespit edilen toplam monomerik antosiyanin miktarları ile Ozsoy et al. (2008) tarafından *S. excelsa* kurutulmuş yapraklarında belirlenen antosiyanin miktarı (0.32 mg/g) ile örtüşmektedir. Manetas (2006), antosiyaninlerin muhtemelen yeşil yapraklarda her yerde bulunduğunu, ancak klorofilin rengini maskeleyemeyen düşük miktarlarda olduğundan fark edilemediğini ifade etmektedir. Bu durum, kırmızımsı gruplara kıyasla daha düşük düzeyde olsa da yeşil gruplarda da antosiyaninlerin tespit edilmesini desteklemektedir. Ayrıca, aynı bitkinin sürgünlerinin bir kısmının kırmızımsı bir kısmının ise yeşil renkte olması Van Mohl' un ışıktan korunma hipotezi ile açıklanabilir. Bu hipoteze göre; genç sürgünlerin kırmızı olarak renklenmesi, içerdikleri yeni oluşan klorofilin ışıkla parçalanmaya yatkın olması ve antosiyaninlere dönüşerek bitkiyi ışığa karşı korumaya çalışmasından kaynaklanmaktadır (Haberlandt, 1914). Bu durumda, *S. excelsa* sürgünlerinin güneşli alanlarda yetişen sürgünlerinin kırmızımsı, gölgede yetişen sürgünlerinin ise yeşil renkte olduğu ifade edilebilir.

Antioksidanlar koruyucu etkilerini oksidasyon sürecinin farklı aşamalarında ve farklı mekanizmalarla göstermektedirler. Farklı analiz metotları antioksidan aktivite hakkında özel fakat sınırlı bilgi verdiklerinden, tek bir antioksidan üzerinde farklı antioksidan testlerinin sonuçlarının karşılaştırılması metotların etkinliği hakkında bilgi vereceği gibi antioksidanın farklı koruyucu etkilerini de ortaya çıkarabilmektedir. Antioksidan kapasite tayin yöntemleri, gerçekleşen reaksiyon açısından farklılıklar gösterebilmektedir. Elektron transferi (ET) esaslı analiz yöntemleri, antioksidan maddenin indirgendiğinde renk değiştiren bir oksidan maddeyi indirgeme kapasitesinin ölçümüne dayanmaktadır. Renk değişiminin derecesi örnekteki antioksidan derişimi ile ilişkilendirilmektedir (Ardağ, 2008). Bu çalışmada örneklerin ET esaslı analiz yöntemlerinden Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) ile toplam fenolik madde miktarı, demir iyonu indirgeme kapasitesi (FRAP) ve DPPH serbest radikali giderme aktivitesi belirlenerek, taze ve farklı yöntemlerle kurutulmuş örneklerin antioksidan aktiviteleri arasındaki farklılıklar tespit edilmiştir.

**Çizelge 2.** *Smilax excelsa* sürgünlerinin TMA ve TFM içerikleri üzerine farklı kurutma yöntemlerinin etkileri  
**Table 2.** Effects of different drying methods on TMA and TFM contents of *Smilax excelsa* shoots

Numune	TMA	TFM
TY	0.41±0.01 e	32.81±0.39 g
TK	0.49±0.01 g	34.86±0.4 ı
FY	0.24±0.01 a	18.39±0.18 a
FK	0.27±0.02 ab	19.32±0.15 b
MY	0.30±0.01 b	28.20±0.2 e
MK	0.34±0.02 c	29.72±0.28 f
LY	0.37±0.02 d	32.79±0.35 g
LK	0.46±0.03 f	33.58±0.45 h
GY	0.27±0.01 ab	24.23±0.2 c
GK	0.33±0.02 c	26.33±0.12 d

\*TFM: Toplam fenolik madde miktarı, mg gallik asit eşdeğeri/g kuru ağırlık; TMA: Toplam monomerik antosiyanin miktarı, mg siyanidin 3-glikozit /g kuru ağırlık

\*\*Değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir (n=3). Aynı sütunda farklı üst simgeler ortalamaların önemli düzeyde farklı olduğunu gösterir ( $p<0.05$ )

\*\*TY: Taze yeşil, TK: Taze kırmızımsı, FY: Fırında kurutulmuş yeşil, FK: Fırında kurutulmuş kırmızımsı, MY: Mikrodalga ile kurutulmuş yeşil, MK: Mikrodalga ile kurutulmuş kırmızımsı, LY: Liyofilize yeşil, LK: Liyofilize kırmızımsı, GY: Gölgede kurutulmuş yeşil ve GK: Gölgede kurutulmuş kırmızımsı *S.excelsa* sürgünlerini ifade etmektedir.

Antioksidanlar koruyucu etkilerini oksidasyon sürecinin farklı aşamalarında ve farklı mekanizmalarla göstermektedirler. Farklı analiz metotları antioksidan aktivite hakkında özel fakat sınırlı bilgi verdiklerinden, tek bir antioksidan üzerinde farklı antioksidan testlerinin sonuçlarının karşılaştırılması metotların etkinliği hakkında bilgi vereceği gibi antioksidanın farklı koruyucu etkilerini de ortaya çıkarabilmektedir. Antioksidan kapasite tayin yöntemleri, gerçekleşen reaksiyon açısından farklılıklar gösterebilmektedir. Elektron transferi (ET) esaslı analiz yöntemleri, antioksidan maddenin indirgenmişinde renk değiştiren bir oksidan maddeyi indirgeme kapasitesinin ölçümüne dayanmaktadır. Renk değişiminin derecesi örnekteki antioksidan derişimi ile ilişkilendirilmektedir (Ardağ, 2008). Bu çalışmada örneklerin ET esaslı analiz yöntemlerinden Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) ile toplam fenolik madde miktarı, demir iyonu indirgeme kapasitesi (FRAP) ve DPPH serbest radikali giderme aktivitesi belirlenerek, taze ve farklı yöntemlerle kurutulmuş örneklerin antioksidan aktiviteleri arasındaki farklılıklar tespit edilmiştir.

Çizelge 2’de görüldüğü gibi taze ve kurutulmuş sürgünlerin toplam fenolik madde (TFM) miktarlarının 18.39-34.86 mg GAE/g kuru ağırlık arasında değiştiği görülmektedir. Taze *S. excelsa* örneklerinin en yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu ve genel olarak uygulanan kurutma yöntemlerinin fenolik madde miktarlarında önemli düzeyde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). TFM miktarları taze yeşil ve kırmızımsı örneklerde sırasıyla 32.81 ve 34.86 mg GAE/g kuru

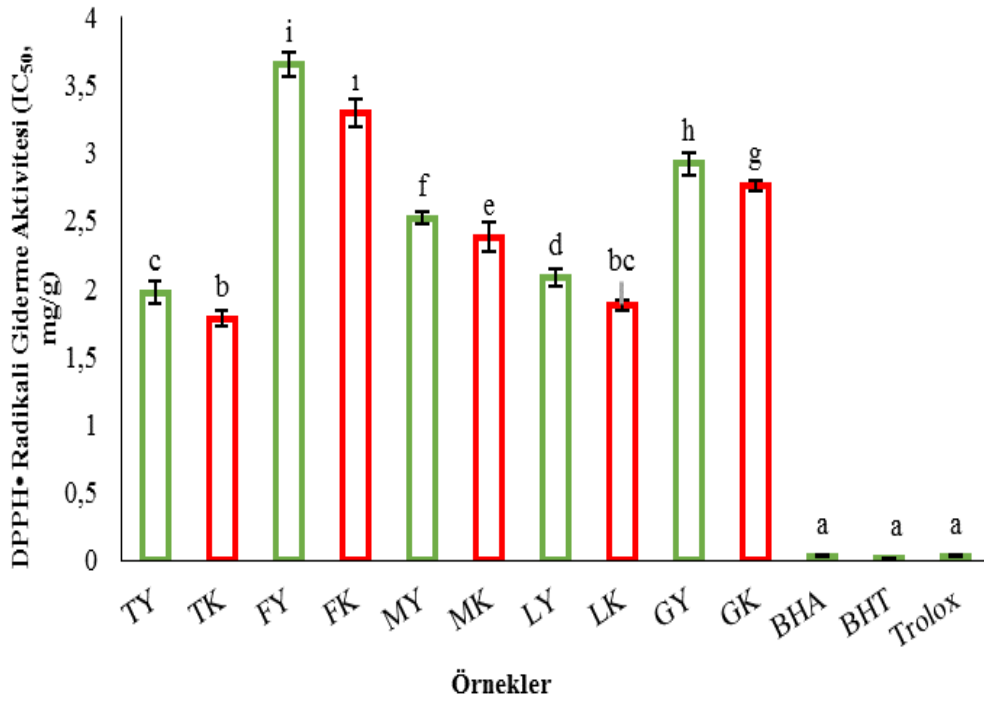
ağırlık olarak belirlenirken; fırında kurutulan örneklerde azalmış ve 18.39-19.32 mg GAE/g kuru ağırlık olarak tespit edilmiştir. Taze örneklerle en yakın TFM değerleri 32.79 ve 33.58 mg GAE/g kuru ağırlık ile liyofilize kurutulmuş örneklerde belirlenmiştir. Bu durum, diğer kurutma yöntemlerine kıyasla fenolik maddelerin en iyi korunduğu yöntemin liyofilizasyon olduğunu göstermektedir. Orphanides et al. (2013)’da nane (*Mentha viridis*) sapları ve yapraklarının kurutulduğu çalışmalarında TFM miktarlarının en iyi korunduğu kurutma yönteminin liyofilize kurutma olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca aynı çalışmada, güneşte ve gölgede kurutma gibi geleneksel yöntemlerle kurutulan nanelerin TFM miktarlarının fırında kurutulan örneklerden yüksek olduğu da belirtilmektedir. Yapılan çalışmada tespit edilen TFM miktarları (18.39-34.86 mg GAE/g kuru ağırlık), Ozsoy et al. (2008) tarafından farklı *S. excelsa* ekstraktları için belirlenen toplam fenolik madde miktarları (8.8-35.7 GAE mg/g) ile uyumludur.

*S. excelsa* sürgünlerinin DPPH radikal giderme aktivitesi bulguları Şekil 2’de verilmiştir. Taze ve kurutulmuş örneklerde DPPH radikal giderme aktivitesi (IC<sub>50</sub>) 1.78-3.65 mg/g aralığında değişim göstermektedir. En yüksek DPPH radikali giderme aktivitesi taze örneklerle ait iken (yeşil grup için 1.97 mg/g, kırmızımsı grup için 1.78 mg/g); uygulanan kurutma işlemlerinin tüm örneklerde DPPH radikali giderme aktivitesini önemli düzeyde düşürdüğü belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Fırında kurutulan örneklerin IC<sub>50</sub> değerleri kırmızımsı ve yeşil gruplar için



sırasıyla; 3.29 mg/g ve 3.65 mg/g düzeylerine kadar yükselmiştir. IC<sub>50</sub> değerindeki artış radikal giderme aktivitesinin ve dolayısıyla antioksidan aktivitenin azaldığını göstermektedir. Tüm örneklerin IC<sub>50</sub> değerleri standart antioksidanlar olan BHA (0.029 mg/g), BHT (0.018 mg/g) ve Troloxun (0.029 mg/g) IC<sub>50</sub> değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kurutulan örnekler kendi aralarında kıyaslandığında, DPPH radikal giderme aktivitesinin en iyi korunduğu

yöntemin liyofilize kurutma olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızdaki sonuçlara benzer bulguların elde edildiği Wojdyło et al. (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da, çilek meyvesinin DPPH radikal giderme aktivitesinin en iyi korunduğu kurutma yönteminin liyofilize kurutma olduğu ve antioksidan aktivitenin en fazla kayba uğradığı yöntemin fırında kurutma olduğu ifade edilmektedir.



**Şekil 2.** Farklı kurutma yöntemlerinin *Smilax excelsa* sürgünlerinin DPPH radikal giderme aktivitesi üzerine etkileri

**Figure 2.** The effects of different drying methods on DPPH radical scavenging activity of *Smilax excelsa* shoots

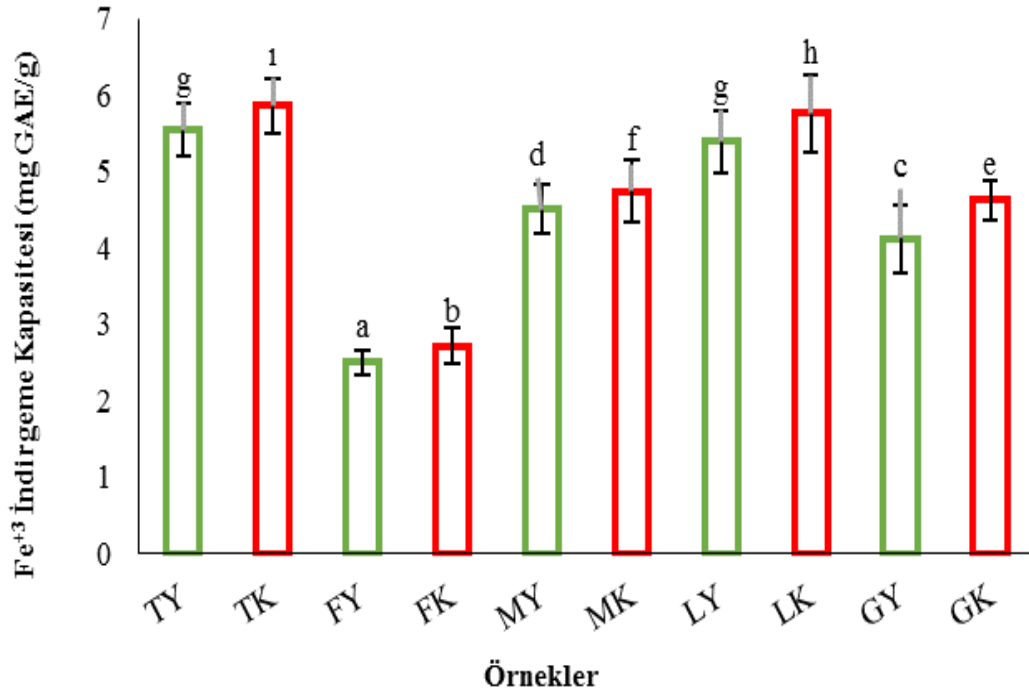
\*Sütunlar üzerinde yer alan farklı küçük harfler  $p < 0.05$  düzeyinde farklı olarak kabul edilmiştir.

\*\*TY: Taze yeşil, TK: Taze kırmızımsı, FY: Fırında kurutulmuş yeşil, FK: Fırında kurutulmuş kırmızımsı, MY: Mikrodalga ile kurutulmuş yeşil, MK: Mikrodalga ile kurutulmuş kırmızımsı, LY: Liyofilize yeşil, LK: Liyofilize kırmızımsı, GY: Gölgede kurutulmuş yeşil ve GK: Gölgede kurutulmuş kırmızımsı *Smilax excelsa* sürgünlerini ifade etmektedir.

Kırmızımsı ve yeşil *S. excelsa* L. örneklerinin demir indirgeme kapasitesi miktarları Şekil 3'de görülmektedir. Taze örneklerin demir indirgeme kapasitesi 5.54 mg GAE/g ve 5.86 mg GAE/g olarak belirlenmiştir. Kurutma işlemleri sonrası TFM miktarları ve DPPH radikal giderme kapasitesinde olduğu gibi örneklerin demir indirgeme kapasitelerinde de önemli düzeyde azalma tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Kurutulan kırmızımsı ve yeşil grupların demir indirgeme kapasitelerinin liyofilize kurutma (5.76 ve 5.39 mg GAE/g)>mikrodalga

kurutma (4.74 ve 4.50 mg GAE/g)>gölgede kurutma (4.63 ve 4.12)>fırında kurutma (2.72 ve 2.51) olarak sıralandığı görülmektedir. Fe<sup>+3</sup> iyonu indirgeme kapasitesi ile toplam fenolik madde miktarı arasında  $p < 0.01$  düzeyinde pozitif korelasyon ( $r = 0.984$ ) bulunmuştur. *S. excelsa* yapraklarının antioksidan aktivitesi üzerine yapılan sınırlı sayıda çalışmalardan biri olan, Yıldız et al. (2019) tarafından yapılan çalışmada demir iyonu indirgeme kapasitesi 62.28-64.07 mmol.Fe<sup>+2</sup>/kg aralığında bulunmuştur.





**Şekil 3.** Farklı kurutma yöntemlerinin *Smilax excelsa* sürgünlerinin Fe<sup>3+</sup> indirgeme kapasitesi üzerine etkileri  
**Figure 3.** The effects of different drying methods on the Fe<sup>3+</sup> reducing capacity of *Smilax excelsa* shoots

\*Sütunlar üzerinde yer alan farklı küçük harfler  $p < 0.05$  düzeyinde farklı olarak kabul edilmiştir.

\*\*TY: Taze yeşil, TK: Taze kırmızımsı, FY: Fırında kurutulmuş yeşil, FK: Fırında kurutulmuş kırmızımsı, MY: Mikroalga ile kurutulmuş yeşil, MK: Mikroalga ile kurutulmuş kırmızımsı, LY: Liyofilize yeşil, LK: Liyofilize kırmızımsı, GY: Gölgede kurutulmuş yeşil ve GK: Gölgede kurutulmuş kırmızımsı *S. excelsa* sürgünlerini ifade etmektedir.

## SONUÇLAR

Taze ve tüm kurutulmuş örneklerde kırmızımsı sürgünlerin yeşil sürgünlere göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda, kırmızımsı sürgünlerin yeşil gruptaki sürgünlerden daha yüksek oranda antosiyanin içerdiği belirlenmiştir. Liyofilize kurutma yönteminin *S. excelsa* sürgünlerinin antioksidan özelliklerini en iyi koruyan yöntem olduğu belirlenmiştir. Kurutmanın düşük sıcaklık derecelerinde gerçekleştirilmesi ve ortamda suyun olmaması sebebiyle liyofilize kurutma yöntemi, meyve ve sebzelerde nihai ürünlerin biyoaktif bileşenlerinin korunması açısından en iyi tercih olarak görülmektedir. Liyofilizasyon sonrası taze materyale kıyasla antioksidan aktivite veya renk gibi özelliklerde bazı kayıplar olsa da bu yöntem diğer kurutma yöntemlerinden daha başarılıdır.

## TEŞEKKÜR

Çalışmada kullanılan *Smilax excelsa* bitkisinin teşhisini yapan Prof. Dr. Mehmet Nuri Aydoğan (Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Erzurum, Türkiye)'a teşekkür ederiz.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Yazar Katkıları

EFT ve MD araştırmanın tasarlanması, laboratuvar çalışmaları, istatistiki analizlerinin yapılması ve makalenin yazılmasında yer almıştır. MŞ ve İGŞ çalışmanın yürütülmesi ve makalenin yazım aşamasında gerekli kontrolleri yapmıştır. Tüm yazarlar makalenin son halini okuyup onaylamıştır.

## KAYNAKLAR

- Abdullah, S., Shaari, A.R., Azimi, A., 2012. Effect of drying methods on metabolites composition of misai kucing (*Orthosiphon stamineus*) leaves. APCBEE Procedia, 2: 178-182.
- AOAC, 2000. Official method of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Ardağ, A., 2008. Antioksidan Kapasite Tayin Yöntemlerinin Analitik Açısından Karşılaştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi

- Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 53 s.
- Babac, M.T., Uslu, E., Yasin B., 2002. Turkish Plants Data Service. Taxon page of *Smilax excelsa*, [http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax\\_id=8812](http://194.27.225.161/yasin/tubives/index.php?sayfa=1&tax_id=8812) (Erişim Tarihi: 21 Ağustos 2020).
- Babu, A.K., Kumaresan, G., Raj, V.A.A., Velraj, R., 2018. Review of leaf drying: Mechanism and influencing parameters, drying methods, nutrient preservation, and mathematical models. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, 90: 536-556.
- Balaydın, H.T., Gülçin, İ., Menzek, A., Göksu, S., Şahin, E., 2010. Synthesis and antioxidant properties of diphenylmethane derivative bromophenols including a natural product. *J. Enzym İnhib. Med. Chem.*, 25 (5): 685-695.
- Bayan, Y., Genç, N., 2016. *Salvia verticillata* subsp. *amasiaca*'nın toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi. *Nevşehir Bil. Tekn. Derg.*, 5 (2): 158-166.
- Baytop, T., 1999. *Therapy with Medicinal Plants in Turkey Past and Present*. 2nd Edition, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 342 p.
- Bhatta, S., Stevanovic Janezic, T., Ratti, C., 2020. Freeze-drying of plant-based foods. *Foods*, 9 (1): 87.
- Braga, M.C., Vieira, E.C.S., de Oliveira, T.F., 2018. *Curcuma longa* L. leaves: Characterization (bioactive and antinutritional compounds) for use in human food in Brazil. *Food Chem.*, 265: 308-315.
- Buchaillot, A., Caffin, N., Bhandari, B., 2009. Drying of lemon myrtle (*Backhousia citriodora*) leaves: retention of volatiles and color. *Dry Technol.*, 27 (3): 445-450.
- Changrue, V., Raghavan, V.G., Orsat, V., Vijaya Raghavan, G., 2006. Microwave drying of fruits and vegetables. *Stewart Postharvest Rev.*, 2 (6): 1-7.
- Chen, L., Yin, Y., Yi, H., Xu, Q., Chen, T., 2007. Simultaneous quantification of five major bioactive flavonoids in *Rhizoma smilacis glabrae* by high-performance liquid chromatography. *J. Pharm. Biomed.*, 43 (5): 1715-1720.
- Chen, T., Li, J. X., Xu, Q., 2000. Phenylpropanoid glycosides from *Smilax glabra*. *Phytochemistry*, 53 (8): 1051-1055.
- Chen, T., Li, J., Cao, J., Xu, Q., Komatsu, K., Namba, T., 1999. A new flavanone isolated from rhizoma *Smilacis glabrae* and the structural requirements of its derivatives for preventing immunological hepatocyte damage. *Planta Med.*, 65 (1): 56-59.
- Chen, X., 2008. Food drying fundamentals. In: Chen X.D., Mujumdar, S. (eds) *Drying technologies in food processing*, 1st edn. Wiley, New York, pp. 1-52.
- Cox, S.D., Jayasinghe, K.C., Markham, J.L., 2005. Antioxidant activity in Australian native sarsaparilla (*Smilax glycyphylla*). *J. Ethnopharmacol.*, 101 (1-3): 162-168.
- De Bruijn, J., Rivas, F., Rodriguez, Y., Loyola, C., Flores, A., Melin, P., Borquez, R., 2016. Effect of vacuum microwave drying on the quality and storage stability of strawberries. *J. Food Process. Preserv.*, 40 (5): 1104-1115.
- Dehghan, H., Sarrafi, Y., Salehi, P., 2016. Antioxidant and antidiabetic activities of 11 herbal plants from Hyrcania region, Iran. *J. Food Drug Anal.*, 24 (1): 179-188.
- Frank, A.P., Heather, Y.P., 2012. *A Handbook of Food Packaging*. 2nd Edition, Springer Science & Business Media, Germany, 511 p.
- Giusti, M.M., Wrolstad, R.E., 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Curr. Protocols Food Anal. Chem.*, (1):1-2.
- Haberlandt, G.F.J., 1914. *Physiological Plant Anatomy*, 2nd Edition, MacMillan Co., London, 777 p.
- Ivanova, A., Marinova, E., Toneva, A., Kostova, I., Yanishlieva, N., 2006. Antioxidant properties of *Smilax excelsa*. *Riv. Ital. Sostanze Grasse*, 83 (3): 124-128.
- Ivanova, A., Mikhova, B., Kostova, I., Evstatieva, L., 2010. Bioactive chemical constituents from *Smilax excelsa*. *Chem. Nat. Compd.*, 46 (2): 295-297.
- Ivanova, A., Serly, J., Dinchev, D., Ocsovszki, I., Kostova, I., Molnar, J., 2009. Screening of some saponins and phenolic components of *Tribulus terrestris* and *Smilax excelsa* as MDR modulators. *In vivo*, 23 (4): 545-550.
- López, J., Vega-Gálvez, A., Torres, M.J., Lemus-Mondaca, R., Quispe-Fuentes, I., Di Scala, K., 2013. Effect of dehydration temperature on physico-chemical properties and antioxidant capacity of goldenberry (*Physalis peruviana* L.). *Chil. J. Agric. Res.*, 73 (3): 293-300.
- Joshi, P., Mehta, D., 2010. Effect of dehydration on the nutritive value of drumstick leaves. *J. Metabolomics Syst. Biol.*, 1 (1): 5-9.
- Kalin, P., Gülçin, İ., Gören, A.C., 2015. Antioxidant activity and polyphenol content of cranberries (*Vaccinium macrocarpon*). *Rec. Nat. Prod.*, 9 (4): 496.
- Kuo, Y.H., Hsu, Y.W., Liaw, C.C., Lee, J.K., Huang, H.C., Kuo, L.M.Y., 2005. Cytotoxic phenylpropanoid glycosides from the stems of *Smilax china*. *J. Nat. Prod.*, 68 (10): 1475-1478.

- Lee, S.E., Ju, E.M., Kim, J.H., 2001. Free radical scavenging and antioxidant enzyme fortifying activities of extracts from *Smilax china* root. *Exp. Mol. Med.*, 33 (4): 263-268.
- Li, Y. L., Gan, G. P., Zhang, H.Z., Wu, H.Z., Li, C.L., Huang, Y.P., Liu, Y.W., Liu, J.W., 2007. A flavonoid glycoside isolated from *Smilax china* L. rhizome in vitro anticancer effects on human cancer cell lines. *J. Ethnopharmacol.*, 113 (1): 115-124.
- Li, Z.R., Wang, B., Zhang, Q.H., Huang, F.F., Ma, J.H., 2011. Microwave-assisted extraction and the antioxidant activity of water-soluble polysaccharide from *Palmaria palmata*: Extraction process and antioxidant activity of polysaccharide from *Palmaria palmate*. 5th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, 10-12 May 2011, Wuhan, China, pp: 1-5.
- Longo, L., Vasapollo, G., 2006. Extraction and identification of anthocyanins from *Smilax aspera* L. berries. *Food Chem.*, 94 (2): 226-231.
- Manetas, Y., 2006. Why some leaves are anthocyanic and why most anthocyanic leaves are red?. *Flora-Morphology, Distribution, Func. Ecol. Plants*, 201 (3): 163-177.
- Meng, Q., Fan, H., Li, Y., Zhang, L., 2018. Effect of drying methods on physico-chemical properties and antioxidant activity of *Dendrobium officinale*. *J. Food Meas. Charact.*, 12 (1): 1-10.
- Mphahlele, R.R., Fawole, O.A., Makunga, N.P., Opara, U.L., 2016. Effect of drying on the bioactive compounds, antioxidant, antibacterial and antityrosinase activities of pomegranate peel. *BMC Complement. Altern. Med.*, 16 (1): 143.
- Navale, S.R., Supriya, U., Harpale, V.M., Mohite, K.C., 2014. Effect of solar drying on the nutritive value of fenugreek leaves. *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, 4 (2): 133-136.
- Orphanides, A., Goulas, V., Gekas, V., 2013. Effect of drying method on the phenolic content and antioxidant capacity of spearmint. *Czech J. Food Sci.*, 31 (5): 509-513.
- Ozsoy, N., Can, A., Yanardag, R., Akev, N., 2008. Antioxidant activity of *Smilax excelsa* L. leaf extracts. *Food Chem.*, 110 (3): 571-583.
- Prosapio, V., Norton, I., 2017. Influence of osmotic dehydration pre-treatment on oven drying and freeze drying performance. *LWT*, 80: 401-408.
- Raúl, S.C., Beatriz, H.C., Joseoziel, L.G., Francenia, S.S.N., 2017. Phenolic compounds in genus *Smilax* (Sarsaparilla). In: Soto-Hernández M (ed) *Phenolic Compounds: Natural Sources, Importance and Applications*, 1st edn. Intech Open Book, pp. 233.
- Roshanak, S., Rahimmalek, M., Goli, S.A.H., 2016. Evaluation of seven different drying treatments in respect to total flavonoid, phenolic, vitamin C content, chlorophyll, antioxidant activity and color of green tea (*Camellia sinensis* or *C. assamica*) leaves. *J. Food Sci. Tech.*, 53 (1): 721-729.
- Sejali, S.N.F., Anuar, M.S., 2011. Effect of drying methods on phenolic contents of neem (*Azadirachta indica*) leaf powder. *J. Herbs Spices Med. Plants*, 17 (2): 119-131.
- Shu, X.S., Gao, Z.H., Yang, X.L., 2006. Anti-inflammatory and anti-nociceptive activities of *Smilax china* L. aqueous extract. *J. Ethnopharmacol.*, 103 (3): 327-332.
- Slinkard, K., Singleton, V.L., 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *Am. J. Enol. Vitic.*, 28 (1): 49-55.
- Wojdyło, A., Figiel, A., Oszmianski, J., 2009. Effect of drying methods with the application of vacuum microwaves on the bioactive compounds, color, and antioxidant activity of strawberry fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 57(4): 1337-1343.
- Yıldız, Ö.Ş., Ayanoğlu, F., Bahadır, N.P., Türkmen, M., 2019. Determination of some morphological and chemical characteristics of Sarsaparilla (*Smilax aspera* L. and *Smilax excelsa* L.). *J. Agric. Food Environ. Sci.*, 73 (1): 26-35.
- Yilmaz, K.U., Ercisli, S., Zengin, Y., Sengul, M., Kafkas, E. Y., 2009. Preliminary characterisation of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes for their physico-chemical properties. *Food Chem.*, 114 (2): 408-412.
- Youssef, K.M., Mokhtar, S.M., 2014. Effect of drying methods on the antioxidant capacity, color and phytochemicals of *Portulaca oleracea* L. leaves. *J. Nutr. Food Sci.*, 4 (6).
- Zhou, L., Wang, Y., Hu, X., Wu, J., Liao, X., 2009. Effect of high pressure carbon dioxide on the quality of carrot juice. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 10 (3): 321-327.