

## Araştırma Makalesi

Mersin Üniv Sağlık Bilim Derg 2020;13(3):428-436

doi:10.26559/mersinsbd.711103

### Bolivya'da yetişen Chia (*Salvia hispanica* L.) tohumlarının yağ asidi, sterol, tokoferol ve mineral kompozisyonları; toplam fenol ve flavonoid miktarları ve antioksidan aktivitesi

 Sevda Güzel

Mersin Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı, Mersin

#### Öz

**Amaç:** *Salvia* L. (Lamiaceae) cinsi çeşitli hastalıkların geleneksel tedavisinde eski çağlardan beri kullanılmaktadır. *Salvia hispanica* L. türü Chia olarak bilinmektedir. Chia tohumlarının besin potansiyeli ve insan sağlığı üzerine olumlu etkileri çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir. Özellikle son dönemde Chia tohumları kimyasal içeriği nedeniyle dikkat çekmektedir. Fakat Chia tohumlarının kimyasal bileşimi yetiştiği bölge, iklim şartları, uygulanan tarım teknikleri ve ekstraksiyon yöntemlerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu nedenle bu çalışmada az sayıda araştırmaya konu olan Bolivya'da yetişen Chia tohumlarının yağ asidi, sterol, tokoferol ve mineral kompozisyonlarının, toplam fenol ve flavonoid miktarlarının ve *in vitro* antioksidan aktivitelerinin araştırılması amaçlanmıştır. **Yöntem:** Yağ asidi, sterol, tokoferol ve mineral analizleri kromatografik teknikler kullanılarak yapılmıştır. Toplam fenol ve toplam flavonoid miktar tayinleri sırasıyla Folin-Ciocalteu ve Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> yöntemleri kullanılarak test edilmiştir. Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde DPPH serbest radikal süpürücü aktivite yöntemi kullanılmıştır. **Bulgular:** Tohumlar; α-linolenik asit (%56.09 ± 0.01), beta-sitosterol (%65.77 ± 0.06), gama-tokoferol (480.89 ± 6.53 mg/kg) ve potasyum (8718.4 ± 0.06 µg/g) bakımından zengindir. Toplam fenol ve toplam flavonoid miktarları sırasıyla 0.93 ± 1.15 µg GAE/mg ekstre ve 0.17 ± 0.04 µg QE/mg ekstrelerdir. En yüksek DPPH serbest radikal süpürücü aktivite %74.54 ± 0.62 değeri ile 10mg/mL konsantrasyonda tespit edilmiştir. **Sonuç:** Chia tohumları yağ asidi, sterol, tokoferol, mineral, fenolik ve flavonoid içerikleri ve antioksidan özellikleri nedeniyle biyolojik olarak aktif bileşiklerce zengin bir kaynaktır.

**Anahtar kelimeler:** *Salvia hispanica*, chia tohumları, kimyasal içerik, DPPH radikal süpürücü aktivite

---

Yazının geliş tarihi:30.03.2020

Yazının kabul tarihi:20.08.2020

**Sorumlu yazar:** Doç. Dr. Sevda Güzel, Mersin Üniversitesi, Yenişehir Kampüsü, Eczacılık Fakültesi, Farmakognozi Anabilim Dalı, Yenişehir Mersin, Tel: 0 553 126 36 92, **E-posta:** guzelsevda@mersin.edu.tr

## Fatty acid, sterol, tocopherol, and mineral compositions; total phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity of Chia (*Salvia hispanica* L.) seeds growing in Bolivia

### Abstract

**Aim:** The genus *Salvia* L. (Lamiaceae) has been used in the traditional treatment of various illnesses since ancient times. *Salvia hispanica* L. is known as Chia. Nutritional potential and beneficial effects of Chia seeds on human health have been reported in several studies. Especially recently, Chia seeds attract attention due to their chemical content. However, chemical composition of Chia seeds varies depending on different factors including geographical origin, climatic conditions, applied agricultural techniques, and extraction methods. Therefore, this study aims to investigate fatty acid, sterol, tocopherol, and mineral compositions; total phenolic and flavonoid contents; and *in vitro* antioxidant activity of Bolivian Chia seeds, which are the subject of a few studies. **Methods:** Fatty acids, sterol, tocopherol, and mineral analyses were performed using chromatographic techniques. Total phenolic and total flavonoid contents were tested using Folin-Ciocalteu and Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> methods, respectively. DPPH free radical scavenging activity method was used for determination of antioxidant activity. **Results:** Seeds were rich in  $\alpha$ -linolenic acid (56.09  $\pm$  0.01%),  $\beta$ -sitosterol (65.77  $\pm$  0.06%), gamma-tocopherol (480.89  $\pm$  6.53 mg/kg), and potassium (8718.4  $\pm$  0.06  $\mu$ g/g). Total phenolic and flavonoid contents were 0.93  $\pm$  1.15  $\mu$ g GAE/mg extract and 0.17  $\pm$  0.04  $\mu$ g QE/mg extract, respectively. The highest DPPH free radical scavenging activity was determined as 74.54  $\pm$  0.62% at the concentration of 10 mg/mL. **Conclusion:** Chia seeds are a rich source of biologically active compounds due to their fatty acid, sterol, tocopherol, mineral, phenolic and flavonoid contents, and antioxidant properties.

**Keywords:** *Salvia hispanica*, chia seeds, chemical content, DPPH radical scavenging activity

### Giriş

*Salvia* L. cinsi Lamiaceae familyasına ait yaklaşık 1000 türü içeren<sup>1</sup>; Asya, orta ve güney Amerika, Avrupa ve Afrika'nın da içerisinde olduğu dünyanın çok çeşitli bölgelerinde yayılış gösteren en büyük cinslerinden biridir.<sup>2</sup> *Salvia* cinsine ait türler geleneksel olarak tüberküloz, bronşit, mikrobiyal enfeksiyonlar, inflamasyon<sup>1</sup>, menstural rahatsızlıklar<sup>3</sup>, soğuk algınlığı, öksürük ve yara<sup>4</sup> tedavisinde kullanılmıştır. Cinsin bazı türleri, insan sağlığı üzerine olumlu etkileri ve besleyici potansiyelleri nedeniyle dünya genelinde yaygın olarak kullanılmaktadır.<sup>5</sup> Literatür taramalarında *Salvia* cinsine ait türlerin çeşitli kısımlarında flavonoidler, fenolik asitler<sup>6</sup>, terpenler<sup>7</sup>, aminoasitler<sup>8</sup>, mineraller<sup>3,8</sup>, yağ asitleri<sup>8,9</sup> ve tokoferollerin<sup>10</sup> bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca cinsine ait türler üzerinde yapılan çalışmalarda aralarında antibakteriyel, antifungal, antioksidan, yara iyi edici<sup>11</sup>, antitüberküloz<sup>11,12</sup> ve sitotoksik<sup>12</sup> etkilerinde olduğu pek çok aktivite rapor edilmiştir.

*Salvia hispanica* L., Chia olarak bilinmekte olup tek yıllık otsu bir bitkidir.

Kuzey Guatemala ve güney Meksika'da doğal olarak yetişmekte; ayrıca içerisinde Meksika, Bolivya, Avustralya, Arjantin, Kolombiya, Peru ve Guatemala'nın da bulunduğu birçok ülkede kültürü yapılmaktadır.<sup>5</sup> Aztek ve Maya medeniyetleri döneminden bu yana bilinen Chia'nın son yıllarda çeşitli endüstriyel alanlarda (gıda, hayvan yemi, medikal, kozmetik ve farmasötik endüstriler gibi) kullanımı hızla artmaktadır.<sup>5,13</sup>

Çok eski zamanlardan beri bilinen Chia tohumları günümüze kadar birçok kimyasal ve aktivite çalışmasına konu olmuştur.<sup>5,8,13</sup> Fakat tohumlarda bulunan bileşiklerin kimyasal içeriğinin ve miktarlarının coğrafik köken, iklim şartları, tarımsal yöntem ve ekstraksiyon prosedürü gibi çeşitli değişkenlere göre farklılık gösterdiği gözlenmiştir.<sup>5</sup> Yapılan literatür taramalarında farklı ülkelerde yetiştirilen Chia tohumları üzerinde yapılmış çok sayıda çalışmaya rastlanırken; Bolivya kökenli Chia tohumları ile ilgili az sayıda çalışma olduğu görülmüştür. Bu nedenle çalışmada Bolivya'da yetiştirilen Chia tohumlarının yağ asidi, sterol, tokoferol ve mineral

kompozisyonlarının; toplam fenol ve toplam flavonoit içeriklerinin ve *in vitro* antioksidan aktivitelerinin araştırılması amaçlanmıştır.

## **Yöntem**

### *Kullanılan kimyasallar*

Folin-Ciocalteu çözeltisi, gallik asit ve kersetin Sigma-Aldrich (ABD) firmasından; etanol, hekzan, heptan, tetrahidrofuran (THF), 2, 2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH), butillenmiş hidroksianisol (BHA) ve Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Merck (Almanya) firmasından; Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> ve CH<sub>3</sub>COOK Fluka (Almanya) firmasından satın alınmıştır. Çalışmada kullanılan tüm çözeltiler distile suyla taze olarak hazırlanmıştır.

### *Bitki materyali*

Çalışmada kullanılan ve 2019 yılında Bolivya'da yetiştirilen Chia tohumları yerel bir marketten (Baharatçı Kör Yusuf, Mersin, Türkiye) satın alınmıştır.

### *Ekstraksiyon prosedürü*

Toz haline getirilen tohumlar hekzan ile altı saat Soxhlet cihazında ekstre edilmiş ve çözücü bir vakum-evaporatör (Heidolph-Rotary TLR 1000) yardımıyla uçurularak hekzan ekstresi elde edilmiştir. Elde edilen ekstre kahverengi bir şişede oda sıcaklığında saklanmıştır. Bu ekstre yağ asidi, sterol ve tokoferol analizlerinde kullanılmıştır. Toplam fenol, toplam flavonoit miktarlarının tayini ve DPPH radikal süpürücü aktivitenin test edilebilmesi için tohumlardan etanol ekstresi hazırlanmıştır. Bu amaçla toz edilen tohumlar etanolla (20 mL çözücü, 1 g tohum; %96) oda sıcaklığında bir gece karıştırılarak ekstre edilmiştir (×2). Sonrasında karışım Whatman Grade No.1 süzgeç kâğıdından süzülüş ve süzüntü vakum-evaporatör (Heidolph-Rotary TLR 1000) yardımıyla uçurularak etanol ekstresi elde edilmiştir. Elde edilen ekstre 4°C'de karanlıkta saklanmıştır.

### *Yağ asidi analizi*

Hekzan ekstresi kullanılarak yağ asidi metil esterleri hazırlandıktan sonra kromatografik analizler yapılarak yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Analizler üç tekrarlı yapılmış ve sonuçlar ortalama ± standart sapma (SS) olarak verilmiştir.

Ayrımda FID detektör bağlanmış gaz kromatografi (GC) cihazı (Agilent 7890A) ve DB-Wax kapiler kolon (60 m × 0.25 mm × 0.25 µm) kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz: helyum, enjektör sıcaklığı: 250 °C, enjeksiyon hacmi: 20 µL, akış hızı: 1.5 mL/dak. dır. Yağ asidi metil esterlerinin ileri analizleri GC-MS cihazı kullanılarak, DB-23 kapiler kolonda (60 m × 0.25 mm × 0.25 µm) yapılmıştır.<sup>14</sup>

### *Sterol analizi*

Sterol analizinde internal standart olarak betulin ve 5α-kolestan-3β-ol kullanılmıştır. Kısaca; 1 g numune ve internal standartlar (1,000 ppm; 1 mL) koyu renk cam tüpe konarak bir saat bekletilmiş, sonrasında karışıma NaOH (0.5 N) eklenerek saponifiye edilmiştir. Elde edilen ürün hekzanla (3×5 mL) ekstre edildikten sonra hacmi azot gazı altında 10 mL'ye kadar düşürülmüş ve ekstre susuz Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O ile kurutulmuştur. 60°C'de bis(trimetilsilil) trifloroasetamit/ trimetilklorosilan [4:1 (h:h)] çözeltisi (250 µL) ve kuru saf piridin (250 µL) yardımıyla 0.5 mL ekstre 15 dakika boyunca silillenmiştir. Silillenmiş örnek FID detektörü bağlı GC sistemi (Perkin Elmer) yardımıyla analiz edilmiştir. Ayrımda SE-54 kolon (5%-fenil-1%-vinilmetilpolisiloksan, 30 m × 0.32 mm × 0.25 µm) kullanılmıştır. Analiz şartları; taşıyıcı gaz: helyum, taşıyıcı gazın akış hızı: 0.8 mL/dak., detektör sıcaklığı: 30°C, enjektör sıcaklığı: 280°C. Analizler üç tekrarlı yapılmış ve sonuçlar ortalama ± SS olarak verilmiştir.<sup>14</sup>

### *Tokoferol analizi*

Tokoferol kompozisyonu floresans detektör bağlı yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (Agilent HPLC Series 1100) kullanılarak yapılmıştır. Ayrım normal-faz kolon (5 µm LiCrosorb Si60 25 cm × 4.6 mm.) da yapılmıştır. Kısaca; koyu renk bir tüpte 1 g numune 10 mL heptanla 10 dakika vortekslenerek çözülmüş, sonrasında şırınga filtre kullanılarak (0.45 µm) süzülmüştür. İzokratik mobil faz olarak 3.8 % (h/h) THF içeren heptan kullanılmıştır (akış hızı: 1 mL/dak.). Detektör dalga boyları 270 nm ve 310 nm'ye ayarlanmıştır. Sonuçlar mg/kg ekstre olarak verilmiştir. Analizler üç tekrarlı yapılmış ve sonuçlar ortalama ± SS olarak verilmiştir.<sup>14</sup>

### Mineral analizi

Mineral analizi Başgel ve Erdemoğlu<sup>15</sup>'nda belirtilen yöntemle yapılmıştır. Tohum numunelerinin mikrodalga destekli yakma işlemi için zamanlayıcı ve farklı sıcaklık ayar sistemi bulunan CEM MARS 240/50 (CEM Co.) fırın ve analiz işlemleri için Thermo Scientific™ iCAP Q ICP-MS (Thermo Scientific) cihazı kullanılmıştır. Analiz şartları; oto sampler: Cetac ASX-520, torch: Quartz, Rf kuvveti: 1548.6 W, detektör voltajı: 1189 V, okuma zamanı: 0.01 saniye, gecikme zamanı: 30 saniye, yıkama zamanı: 30 saniye. Sonuçlar µg/g kuru tohum olarak verilmiştir. Analizler üç tekrarlı yapılmış ve sonuçlar ortalama ± SS olarak verilmiştir.

### Toplam fenol miktar tayini

Tohumların toplam fenol miktarı Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılarak çalışılmıştır.<sup>11</sup> Kısaca; 40 µL etanolde çözünmüş ekstre (10 mg/mL), 1160 µL distile su ve 200 µL 2.0 N Folin-Ciocalteu reaktifi karıştırıldıktan sonra 25°C'de 5 dakika bekletilmiş ve üzerine 600 µL %20 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> solüsyonu eklenmiştir. Karışım su banyosunda 40°C de 30 dakika karanlıkta çalkalanmıştır. Sonrasında karışımın absorbansı bir spektrofotometre (Cary 60 UV-Vis, Agilent) yardımıyla 765 nm de ölçülmüştür. Standart kalibrasyon eğrisi gallik asitin (GA) farklı konsantrasyonları (500-50 µg/mL) kullanılarak hazırlanmıştır. Sonuçlar µg GA ekivalanı (GAE)/mg ekstre olarak verilmiştir. Numunenin toplam fenol miktarı, standart GA eğrisinden elde edilen formül ile belirlenmiştir (R<sup>2</sup> = 0.998): A<sub>765 nm</sub> = 0.0029 × [GAE]. Deneyler üç tekrarlı yapılmış ve sonuçlar ortalama ± SS olarak verilmiştir.

### Toplam flavonoit miktar tayini

Tohumların toplam flavonoit miktar tayini Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> yöntemi kullanılarak çalışılmıştır.<sup>11,16</sup> Kısaca; 40 µL etanolde çözünmüş ekstre (10 mg/mL) ve 40 µL kersetin solüsyonunun farklı konsantrasyonları (5, 10, 25, 50, 75 ve 100 µg/mL) içerisinde 40 µL 10% Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>, 40 µL 1.0 M CH<sub>3</sub>COOK ve 1520 µL etanol bulunan farklı tüplere alınmış, karışımlar kuvvetlice çalkalanmış ve oda sıcaklığında 40 dakika

bekletilmiştir. Sonrasında karışımların absorbansı bir spektrofotometre (Cary 60 UV-Vis, Agilent) yardımıyla 412 nm de ölçülmüştür. Standart kalibrasyon eğrisini elde etmek için kersetin kullanılmıştır. Sonuçlar, µg kersetin ekivalanı (KE)/mg ekstre olarak verilmiştir. Numunenin toplam flavonoit miktarı, standart kersetin eğrisinden elde edilen formül ile belirlenmiştir (R<sup>2</sup> = 0.999): A<sub>415 nm</sub> = 0.0102 × [KE]. Deneyler üç tekrarlı yapılmış ve sonuçlar ortalama ± SS olarak verilmiştir.

### Antioksidan aktivite

DPPH serbest radikal süpürücü aktivite yöntemi ile çalışılmıştır.<sup>11,17</sup> Standart olarak BHA kullanılmıştır. Etanol ekstresinin farklı konsantrasyonlarından (1.0-10.0 mg/mL) 1 mL alınarak 1 mL DPPH solüsyonu (0.1 mM) ile karıştırılmış ve karışım kuvvetlice çalkalandıktan sonra oda sıcaklığında 30 dakika karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. Sonrasında solüsyonların absorbansı bir spektrofotometre (Cary 60 UV-Vis, Agilent) yardımıyla 517 nm de ölçülmüştür. DPPH radikal süpürücü aktivite yüzdesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır. DPPH radikal süpürücü aktivite (%) = 100 × [(A<sub>0</sub> - A<sub>1</sub>)/A<sub>0</sub>], (A<sub>0</sub>: test materyali içermeyen kontrolün absorbansı, A<sub>1</sub>: test materyalinin absorbansı).

### Bulgular

Çalışmada elde edilen ekstre verimleri: hekzan ekstresi için %30.97 (a/a) ve etanol ekstresi için % 20.67 (a/a) olarak hesaplanmıştır.

Yağ asidi kompozisyonu Tablo 1'de verilmiş olup Chia tohumlarının dokuz doymuş ve on doymamış yağ asidi içerdiği tespit edilmiştir. Tohumda miktarca en yüksek olan yağ asitleri sırasıyla α-linolenik asit (%56.09), linoleik asit (%21.57), oleik asit (% 8.65), palmitik asit (%7.58) ve stearik asit (%3.66) tir. Ayrıca toplam doymuş yağ asidi, toplam tekli doymamış yağ asidi, toplam çoklu doymamış yağ asidi, toplam doymamış yağ asidi yüzdeleri sırasıyla %11.8, %8.95, %77.97 ve %86.92 olarak belirlenmiştir.

**Tablo 1.** Tohumların yağ asidi kompozisyonu

Yağ asitleri	Miktar (%)
<b>Doymuş</b>	
C <sub>14:0</sub> (miristik asit)	0.05 ± 0.00
C <sub>15:0</sub> (pentadekanoik asit)	0.02 ± 0.00
C <sub>16:0</sub> (palmitik asit)	7.58 ± 0.00
C <sub>17:0</sub> (heptadekanoik asit)	0.05 ± 0.00
C <sub>18:0</sub> (stearik asit)	3.66 ± 0.00
C <sub>20:0</sub> (araşidik asit)	0.27 ± 0.00
C <sub>22:0</sub> (behenik asit)	0.07 ± 0.00
C <sub>23:0</sub> (trikosanoik asit)	0.02 ± 0.00
C <sub>24:0</sub> (lignokerik asit)	0.08 ± 0.00
<b>TDYA</b>	<b>11.8</b>
<b>Tekli Doymamış</b>	
C <sub>16:1</sub> (palmitoleik asit)	0.07 ± 0.00
C <sub>18:1n9c</sub> (oleik asit)	8.65 ± 0.00
C <sub>20:1</sub> ( <i>cis</i> -11-eikosenoik asit)	0.19 ± 0.00
C <sub>22:1n9</sub> (erukik asit)	0.02 ± 0.00
C <sub>24:1</sub> (nervonik asit)	0.02 ± 0.00
<b>TTDYA</b>	<b>8.95</b>
<b>Çoklu Doymamış</b>	
C <sub>18:2n6c</sub> (linoleik asit)	21.57 ± 0.01
C <sub>18:3n3</sub> ( $\alpha$ -linolenik asit)	56.09 ± 0.01
C <sub>18:3n6</sub> ( $\gamma$ -linolenik asit)	0.23 ± 0.00
C <sub>20:2</sub> ( <i>cis</i> -11, 14-eikosadienoik asit)	0.04 ± 0.00
C <sub>20:3n3</sub> ( <i>cis</i> -11, 14, 17-eikosatrienoik asit)	0.04 ± 0.00
<b>TÇDYA</b>	<b>77.97</b>
<b>TDYA</b>	<b>86.92</b>

Sonuçlar ortalama  $\pm$  SS; n = 3; TDYA: toplam doymuş yağ asitleri, TTDYA: toplam tekli doymamış yağ asitleri, TÇDYA: toplam çoklu doymamış yağ asitleri, TDYA: toplam doymamış yağ asitleri

Sterol kompozisyonu Tablo 2'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre tohumda beta-sitosterol (%65.77) miktarı en yüksektir. Bunun dışında kampesterol, delta-5-avenasterol, delta-7-avenasterol, delta-7-stigmastenol, stigmasterol ve delta-7-kampesterol içermektedir. Tohumdaki toplam sterol miktarı ise 6130.97 mg/kg olarak bulunmuştur.

Tokoferol kompozisyonu Tablo 3'de verilmiş olup tohumlar gama-tokoferol (en çok: 480.89 mg/kg), alfa-tokoferol ve delta-tokoferol içermektedir.

**Tablo 2.** Tohumların sterol kompozisyonu

Bileşikler	Sterol kompozisyonu (%)
Kampesterol	13.15 ± 0.06
Stigmasterol	3.39 ± 0.01
Delta-7-kampesterol	1.95 ± 0.07
beta-sitosterol	65.77 ± 0.06
Delta-5-avenasterol	8.31 ± 0.02
Delta-7-avenasterol	4.03 ± 0.04
Delta-7-stigmastenol	3.4 ± 0.07

Sonuçlar ortalama ± SS; n = 3.

**Tablo 3.** Tohumların tokoferol kompozisyonu

Bileşikler	Tokoferol kompozisyonu (mg/kg)
Alfa-tokoferol	11.15 ± 0.08
Gama- tokoferol	480.89 ± 6.53
Delta- tokoferol	24.09 ± 0.06

Sonuçlar ortalama ± SS; n = 3.

Mineral içeriği Tablo 4'de verilmiş olup tohumda on üç mineral (Na, Mg, P, K, Ca, Mn, Fe, Ni, Zn, Cu, Al, Sr ve Mo) tespit edilmiştir. Bunlardan miktarı en yüksek olanlar sırasıyla K (8718.4 µg/g), Ca (6859.2 µg/g) ve P (6706.8 µg/g) dir.

Tohumların toplam fenol ve flavonoit miktarları sırasıyla 0.93 ± 1.15 µg GAE/mg ekstre ve 0.17 ± 0.04 µg KE/mg ekstre olarak

hesaplanmıştır. DPPH serbest radikal süpürücü aktivite sonuçları Şekil 1'de gösterilmiş olup en yüksek aktivite 10 mg/mL konsantrasyonda 74.54 ± 0.62% olarak tespit edilmiştir.

**Tablo 4.** Tohumların mineral içeriği

Mineraller	Miktar(µg/g kuru tohum)
Na	895.5 ± 0.03
Mg	3588.4 ± 0.09
P	6706.8 ± 0.05
K	8718.4 ± 0.06
Ca	6859.2 ± 0.21
Mn	6.19 ± 0.07
Fe	>24.39 ± 0.01
Ni	0.51 ± 0.01
Zn	12.49 ± 0.03
Cu	1.91 ± 0.05
Al	10.66 ± 0.18
Sr	8.96 ± 0.22
Mo	0.14 ± 0.05

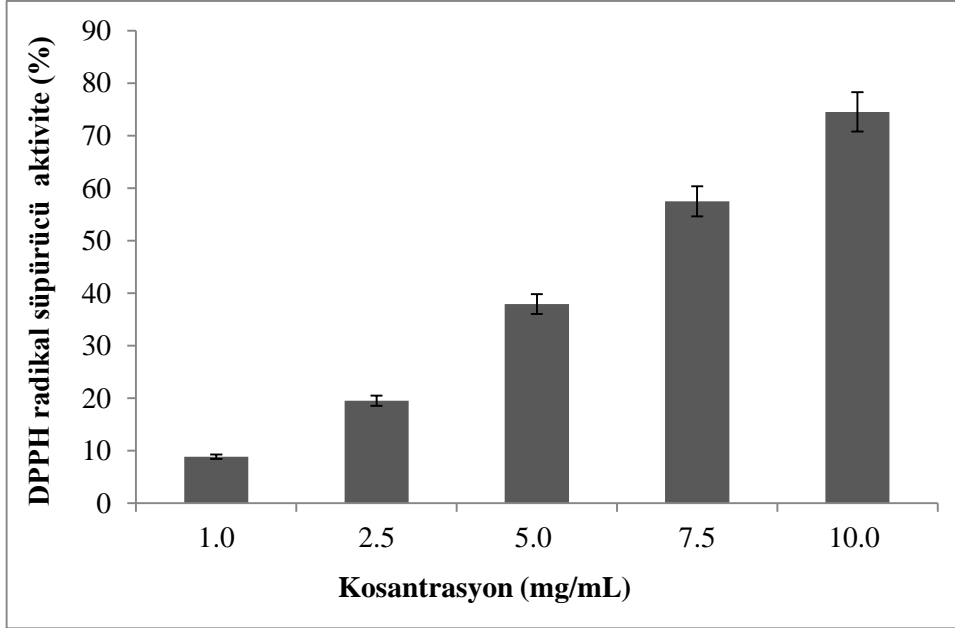
Sonuçlar ortalama ± SS; n = 3.

## Tartışma

Chia tohumları çoklu doymamış yağ asitlerin bakımından zengin bir kaynaktır.<sup>13,18</sup> Beslenmede doymuş yağ asidi kaynaklarından doymamış yağ asidi kaynaklarına yönelme kardiyovasküler hastalıklar, obezite, hipertansiyon ve diyabet riskini gözle görülür şekilde azaltmaktadır.<sup>9</sup> Ayrıca yağ asitlerinin dokular üzerinde stratum korneum epidermal bariyerinin bakımı, trans epidermal su kaybının önlenmesi ve epidermal melanositlerde melanogenezin bozulması gibi etkilerinin olduğu da gösterilmiştir.<sup>19</sup> Çalışmamızda Chia tohumlarında en fazla α-linolenik asit (%56.09), linoleik asit (%21.57), oleik asit (%8.65), palmitik asit (%7.58) ve stearik asit (%3.66) bulunduğu görülmüştür. Ayrıca toplam doymamış yağ asidi oranı 86.92% olarak tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarda

$\alpha$ -linolenik, linoleik, palmitik, oleik ve stearik asit miktarları Bolivya (aralıklar sırasıyla: %58.5-61.8; %19.4-20.4; %6.3-7.1; 7.2-8.9% ve 3.5-4%)<sup>20</sup> ve Şili'de (sırasıyla: %62.8, %18.23, %7.07, %7.04 ve %3.36)<sup>5</sup> yetişen Chia tohumları için bildirilmiştir. Yapılan çalışmalarda  $\alpha$ -linolenik asit içeriği; Brezilya (%62.02), Ekvator (aralık: %64.5-63.3), Meksika (%68.52)<sup>5</sup>, Arjantin (aralık: %60.7-

67.8)<sup>13</sup> ve Avustralya (56.98%)<sup>8</sup> ve linoleik asit içeriği; Brezilya (%17.36), Meksika (%20.40), Peru (%18.82), Arjantin (%20.8)<sup>5</sup> ve Avustralya (%21.51)<sup>8</sup> gibi farklı ülkelerde yetiştirilen Chia tohumları için rapor edilmiştir. Sonuçlarımız literatür bilgileri ile uyumlu olup miktarların coğrafik orijine göre değişkenlik gösterdiği görülmektedir.



**Şekil 1.** Tohumların farklı konsantrasyonlarda DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi (Sonuçlar ortalama  $\pm$  SS; n = 3).

Fitosteroller kardiyovasküler hastalıkları önlemeye yardımcı, antioksidan, antikanser, antifungal ve bakterisidal etkilere sahip önemli bileşiklerdir.<sup>9</sup> Çalışmamızda tohumlarda en çok  $\beta$ -sitosterol (%65.77) bulunduğu toplam sterol miktarının ise 6130.97 mg/kg olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada Meksika'nın iki farklı bölgesinden elde edilen Chia tohumlarında toplam sterol miktarı 8.15 ve 12.6 g/kg olarak bildirilmiş olup  $\beta$ -sitosterol 4.59 ve 7.96 g/kg değerleri ile en çok bulunan bileşik olmuştur.<sup>21</sup>

Tokoferoller, yağın lipid oksidasyonu yoluyla bozulmasında koruyucu rol oynayan antioksidan aktiviteye sahip bileşiklerdir.<sup>5</sup> Çalışmamızda 480.89 mg/kg miktarı ile gama-tokoferol en yüksek miktarda bulunmuştur. Arjantin'de elde edilen tohumlarda toplam tokoferol miktarı 470-

545 mg/kg olarak rapor edilmiştir.<sup>13</sup> Ayrıca Peru, Avustralya ve Arjantin'de yetişen tohumların alfa, delta ve gama-tokoferol içerdiği bildirilmiştir. Arjantin, Guatemala, Peru ve Avustralya'da yetişen tohumlarda gama-tokoferol miktarı 225-489 mg/kg aralığında değişmiştir.<sup>5,13</sup>

Literatür taramalarında Chia tohumlarının K, Mg, Ca, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, Co, Ni, Se<sup>8</sup>, Mo ve P<sup>9</sup> içerdiği; K (13,477.61 mg/100 g), Mg (4963.81 mg/100 g) ve Ca (4221.89 mg/100 g) minerallerinin en yüksek miktarlarda olduğu görülmüştür<sup>8</sup>. Bizim çalışmamızda ise K (8718.4  $\mu$ g/g), Ca (6859.2  $\mu$ g/g) ve P (6706.8  $\mu$ g/g) mineralleri en yüksek miktarlarda bulunmuştur.

Chia tohumları ticari uygulamalarda kullanılabilen antioksidan özelliklere sahip fenolik bileşikler içerir.<sup>13,18</sup> Chia

tohumlarında bulunan fenolik bileşikler obezite ile ilgili hastalıklara ve oksidatif strese karşı etkili bir koruma sağlar, kardiyovasküler hastalık riskini azaltır ve hepatoprotektif etkiye sahiptir. Buna ek olarak antioksidan ve antimikrobiyal ajanlar olarak ve ayrıca gıda teknolojisinde stabilizatör olarak fenolik bileşiklerin kullanımı her geçen gün artmaktadır. Gıda güvenliği nedeniyle fenoliklerin ekstraksiyonunda etanol ve su en uygun çözücülerdir.<sup>18</sup> Bu nedenle çalışmamızda toplam fenol ve flavonoid miktar tayinleri ve DPPH serbest radikal süpürme aktivitesinin değerlendirilmesinde etanol ekstresi kullanılmıştır. Avustralya'da yetişen Chia tohumlarının toplam fenol ve flavonoid içerikleri sırasıyla 239.02 mg GAE/100 g ekstre ve 193.24 mg KE/100 g ekstre olarak bildirilmiştir.<sup>8</sup> Brezilya'da yetişen ve farklı çözücülerle ekstre edilen Chia tohumlarının toplam fenol miktarı ve DPPH serbest radikal süpürme aktivitesi sırasıyla 10.10-60.96 mg GAE/g ekstre ve 10.10-380.53 µmol Troloks ekivalanı/g kuru ekstre olarak bildirilmiştir.<sup>18</sup> Yaptığımız çalışmada Bolivya'da yetişen Chia tohumlarında toplam fenol ve flavonoid miktarı sırasıyla 0.93 µg GAE/mg ekstre ve 0.17 µg KE/mg ekstre olarak bulunmuştur. En yüksek DPPH serbest radikal süpürme aktivitesi ise 10 mg/mL konsantrasyonda %74.54 olarak ölçülmüştür.

Chia tohumu tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Tohumların kardiyovasküler hastalıklar, obezite, kanser ve diyabet gibi kronik hastalıklara yakalanma riskini azalttığı bilinmektedir. Fakat Chia tohumlarında bulunan bileşiklerin içeriği ve miktarı tohumların toplandığı coğrafik orijin, iklim şartları, toplama sırasında yapılan tarımsal uygulamalar ve ekstraksiyon prosedürleri gibi çok sayıda değişkene göre farklılık göstermektedir.<sup>5</sup> Bu çalışmada Bolivya'da yetiştirilen Chia tohumlarının yağ asidi, sterol, tokoferol ve mineral kompozisyonları; toplam fenol ve flavonoid miktarları ve antioksidan aktiviteleri araştırılmıştır. Tohumların doymamış yağ asitleri, steroller, tokoferoller, fenolik bileşikler, flavonoidler ve mineraller bakımından zengin bir kaynak olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar literatür

verileri ile uyumlu olmakla birlikte içerik ve miktar olarak farklılıklar olduğu da gözlenmiştir.

**Yazar katkıları:** Fikir, tasarım, kaynaklar, malzemeler, veri toplama ve/veya işleme, analiz ve/veya yorum, literatür taraması ve yazım yazara aittir.

**Çıkar Çatışması:** Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

**Mali Destek:** Yazar bu çalışma için mali destek almadığını beyan etmiştir.

**Teşekkür:** Analizlerin bir kısmının yapıldığı TÜBİTAK-MAM'a teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

1. Kamatou GPP, Makunga NP, Ramogola WPN, Viljoen AM. South African *Salvia* species: a review of biological activities and phytochemistry. *J Ethnopharmacol* 2008;119:664-672.
2. Polat R, Cakılcıoğlu U, Selvi S, Türkmen Z, Kandemir A. The anatomical and micromorphological properties of three endemic and medicinal *Salvia* species (Lamiaceae) in Erzincan (Turkey). *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology* 2017;151(1):63-73.
3. Guzel S, Kahraman A, Ulger M, Ozay Y, Bozgeyik I, Sarıkaya O. Morphology, myxocarp, mineral content and in vitro antimicrobial and antiproliferative activities of mericarps of the vulnerable Turkish endemic *Salvia pilifera*. *J Res Pharm* 2019;23(4):729-739.
4. Azcan N, Ertan A, Demirci B, Başer KHC. Fatty acid composition of seed oils of twelve *Salvia* species growing in Turkey. *Chem Nat* 2004;40(3):218-221.
5. Falco B, Amato M, Lanzotti V. Chia seeds products: an overview. *Phytochem Rev* 2017;16:745-760.
6. Kırmızıbekmez H, Bardakçı Altan H, Liktör-Busa E, Zana A, Yeşilada E, Hohmann J. Chemical constituents of



- Salvia dichroantha*. *Biochem Syst Ecol* 2012;42:18-20.
7. Temel HE, Demirci B, Demirci F, Celep F, Kahraman A, Doğan M, Başer KHC. Chemical characterization and anticholinesterase effects of essential oils derived from *Salvia* species. *J Essent Oil Res* 2016;28(4):322-331.
  8. Ding Y, Lin H, Lin Y, Yang D, Yu Y, Chen R, Wang S, Chen Y. Nutritional composition in the chia seed and its processing properties on restructured ham-like products. *J Food Drug Anal* 2018;26:124-134.
  9. Ullah R, Nadeem M, Khaliq A, Imran M, Mehmood S, Javid A, Hussain J. Nutritional and therapeutic perspectives of chia (*Salvia hispanica* L.): A review. *J Food Sci Technol* 2016;53(4):1750-1758.
  10. Özkan G, Göktürk RS, Kiralan M, Ramadan MF. Fatty acids and tocopherols of Turkish *Salvia fruticose*, *Salvia tomentosa*, *Stachys aleurites* and *Stachys cretica* subsp. *anatolica* seed oils. *Riv Ital Sostanze Gr* 2018;95:17-21.
  11. Güzel S, Özay Y, Kumaş M, Uzun C, Gökalp Özkorkmaz E, Yıldırım Z, Ülger M, Güler G, Çelik A, Çamlıca Y, Kahraman A. Wound healing properties, antimicrobial and antioxidant activities of *Salvia kronenburgii* Rech. f. and *Salvia euphratica* Montbret, Aucher & Rech. f. var. *euphratica* on excision and incision wound models in diabetic rats. *Biomed Pharmacother* 2019;111:1260-1276.
  12. Topçu G, Türkmen Z, Schilling JK, Kingston DGI, Pezzuto JM, Ulubelen A. Cytotoxic activity of some Anatolian *Salvia* extracts and isolated abietane diterpenoids. *Pharm Biol* 2008;46(3):180-184.
  13. Capitani MI, Spotorno V, Nolasco SM, Tomás MC. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *LWT - Food Sci Technol* 2012;45:94-102.
  14. Ertaş E, Bekiroğlu S, Özdemir I, Demirtaş I. Comparison of fatty acid, sterol, and tocol compositions in skin and kernel of turpentine (*Pistacia terebinthus* L.) fruits. *J Am Oil Chem Soc* 2013;90(2):253-258.
  15. Başgel S, Erdemoğlu SB. Determination of mineral and trace elements in some medicinal herbs and their infusions consumed in Turkey. *Sci Total Environ* 2006;359:82-89.
  16. Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR, Vattone MA. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 2000;71:109-114.
  17. Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 1958;181:1199-1200.
  18. Alcântara MA, Brito Polari IL, Albuquerque Meireles BRL, Alcântara de Lima AE, Silva Junior JC, Andrade Vieira E, Albuquerque dos Santos N, Magalhães Cordeiro AMT. Effect of the solvent composition on the profile of phenolic compounds extracted from chia seeds. *Food Chem* 2019; 275:489-496.
  19. Dorni AI, Amalraj A, Gopi S, Varma K, Anjana SN. Novel cosmeceuticals from plants-An industry guided review. *J Appl Res Med Aromat Plants* 2017; <http://dx.doi.org/10.1016/j.jarmap.2017.05.003>.
  20. Ayerza R. Crop year effects on seed yields, growing cycle length, and chemical composition of chia (*Salvia hispanica* L) growing in Ecuador and Bolivia. *Emir J Food Agric* 2016;28(3):196-200.
  21. Álvarez-Chávez LM, Valdivia-López MA, Aburto-Juárez ML, Tecante A. Chemical characterization of the lipid fraction of Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.). *Int J Food Prop* 2008;11(3):687-697.