



Determination of Total Phenolic Content and Antioxidant Activities of Different Sesame (*Sesamum indicum* L.) Genotypes

Cemal Kurt^{1,a,*}, Burçak Uçar^{2,b}, Murat Reis Akkaya^{2,c}

¹Department of Field Crop, Faculty of Agriculture, Cukurova University, 01330 Adana, Turkey

²Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, 01250 Adana, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 13/04/2020 Accepted : 12/06/2020</p> <p>Keywords: DPPH ABTS Antioxidant Seed color Correlation</p>	<p>Due to a better understanding of its positive effects on nutrition and health, consumer demands for sesame seeds and products have increased steadily in recent years. The aim of the study is to determine the total phenolic content belonging to 17 different sesame genotypes (with different seed color) and the antioxidant content by DPPH and ABTS methods. The total amount of phenolic substance varied between 1.99-6.81 mg GA/g, and the highest amount of phenolic content was obtained from the Libya genotype, while the lowest value was obtained from the Gaziantep-Oğuzeli genotype. While antioxidant activity values obtained according to DPPH method varied between 8.23 and 17.50 mg Trolox/g, antioxidant activity values obtained according to ABTS method ranged between 3.62 and 4.18 (mmol Trolox)/g. According to the correlation analysis, it was determined that there was a statistically significant and positive relationship between antioxidant capacities according to total phenolic content, DPPH and ABTS methods. However, no relation was found between the seed color and these properties.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(8): 1778-1783, 2020

Farklı Susam (*Sesamum indicum* L.) Genotiplerine Ait Toplam Fenolik Madde Miktarları ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 13/04/2020 Kabul : 12/06/2020</p> <p>Anahtar Kelimeler: DPPH ABTS Antioksidan Tohum rengi Korelasyon</p>	<p>Beslenme ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin daha iyi anlaşılmasından dolayı susam tohumlarına ve ürünlerine tüketici taleplerinde son yıllarda sürekli bir artış olmuştur. Çalışmanın amacı, farklı tohum renklerine sahip 17 susam genotiplerinin toplam fenolik madde ile DPPH ve ABTS yöntemleri ile antioksidan içeriğinin belirlenmesidir. Toplam fenolik madde miktarı 1,99 ile 6,81 mg GA/g arasında değişim göstermiş olup, en yüksek fenolik madde miktarı değeri Libya genotipinden elde edil en düşük değer Gaziantep-Oğuzeli genotipinden elde edilmiştir. DPPH yöntemine göre elde edilen antioksidan aktivitesi değerleri 8,23 ile 17,50 mg Trolox/g arasında değişirken, ABTS yöntemine göre elde edilen antioksidan aktivitesi değerleri 3,62 ile 4,18 (mmol Trolox)/g arasında değişmiştir. Yapılan korelasyon analizine göre toplam fenolik madde, DPPH ve ABTS yöntemlerine göre antioksidan kapasiteleri arasında istatistiki olarak önemli ve olumlu bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ancak, tohum rengi ile bu özellikler arasında bir ilişki tespit edilememiştir.</p>

^a ckurt@cu.edu.tr
^c mrakkaya@atu.edu.tr

^b <http://orcid.org/0000-0002-5030-4411>
^c <https://orcid.org/0000-0002-2087-7681>

^b bucar@atu.edu.tr ^c <https://orcid.org/0000-0002-2884-8594>



Giriş

Susam (*Sesamum indicum* L.) Pedaliaceae familyasına ait, diploid yapıda ($2n=26$) bir tür olup ekonomik önemi olan, dünyanın en eski yağ bitkilerinden birisidir. Susam cinsinin yabani türlerinin sadece Afrika'da bulunması, susamın orijininin bu kıta olduğunu düşündürmektedir (Hildebrandt, 1932). Ancak, Bedigian'ın yaptığı çalışmalara göre (2003, 2004) susamın Güney Asya'ya özgü yabani akrabaları olan *S. malabaricum*'dan kültüre alındığı ve M.Ö. 2000 yılından önce Mezopotamya'ya geldiği varsayılmaktadır.

Soya, kolza, yerfıstığı ve ayçiçeği gibi dünyada yaygın olarak yetiştirilen önemli yağ bitkileri arasında susam, en yüksek ve en zengin yağ içeriğine sahip bitkilerden biridir (Pathak ve ark., 2014). Susam tohumları %40-60 oranlarında değişen yağ içeriğine sahiptir (Yermanos ve ark., 1972). Susam yağında her birinin oranı yaklaşık %35-45 arasında değişen oleik ve linoleik asit bulunmaktadır (Arslan ve ark., 2008). Ayrıca, sesamin ve sesamolin gibi ikincil metabolitler nedeniyle susam yağı oksidasyona karşı son derece dirençlidir. Susam bu özelliklerinden nedeniyle genellikle "yağlı tohumların kraliçesi" olarak adlandırılır (Moazzami ve Kamal-Eldin, 2006). Yağı alındıktan sonra geriye kalan küspe (yaklaşık %40-50 protein içeriği), sülfür içeren amino asitlerin, özellikle metiyoninin varlığından dolayı insan tüketimi için bir protein kaynağı olarak çok önemlidir. Susam yağı ayrıca, geniş tıbbi ve farmasötik kullanım alanlarına da sahiptir. Yanıkların iyileştirilmesi, cilt hastalıklarının tedavisi, ülser ve hemeroit için yüzyıllardır halk tıbbi olarak kullanılmaktadır (Erbaş ve ark., 2009; Kapoor, 2001; Rızki ve ark., 2012).

Flavonoidler, flavonoller ve fenolik bileşikler gibi doğal antioksidanlar, çeşitli bitki ürünlerinde bulunmakta ve gıdaların kolayca oksitlenebilir bileşenlerini, oksidasyondan koruduğu bilinmektedir (Jeong ve ark., 2004). Antioksidan moleküller serbest radikal alıcılarıdır ve oksitlenebilir bir substrattan çok daha düşük konsantrasyona sahip olmalarına rağmen oksidasyonu önemli ölçüde geciktirir veya önlerler. Bu nedenle antioksidanlar, gıda ürünlerine, özellikle lipit ve lipit içeren sistemlere eklendiğinde, lipit peroksidasyon sürecini geciktirerek ürünün raf ömrünü artırabilen bileşiklerdir (Yasoubi ve ark., 2007). Beslenmede, gıdaların stabilite sorunlarının üstesinden gelmek için, birçok ülkede gıda katkı maddeleri olarak bütülatlı hidroksianisol (BHA), bütülatlı hidroksitoluen (BHT) gibi sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Ancak, bu bileşiklerin kanser ve karsinogenez dahil olmak üzere birçok sağlık riskinde rol oynayabileceği ortaya çıkmıştır (Prior, 2004). Bu nedenle, son araştırmalar yenilebilir doğal kaynaklardan antioksidanların geliştirilmesi ve kullanılmasına odaklanmıştır (Pathak ve ark., 2020). Susamın insan sağlığını korumak için birçok işlevi olduğu iyi bilinmektedir ve yıllardır susam yağının oksidatif bozulmaya karşı oldukça dirençli olduğu bilinmektedir, bu önemli stabilite özelliği, büyük miktarda endojen antioksidanların varlığından kaynaklanmaktadır (Nagata ve ark., 1987; Halliwell, 1997). Beslenme ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin daha iyi anlaşılmasından ötürü susam tohumlarına ve ürünlerine tüketici taleplerinde son yıllarda sürekli bir

artış olmuştur (Kurt, 2018). Yapılan çalışmalar bitkilerdeki antioksidan aktivitesinin, toplam fenolikleri ile yüksek derecede ilişkili olduğunu göstermiştir (Parr ve ark., 2000; Dewanto ve ark., 2002).

Bu çalışmada farklı susam genotiplerine ait toplam fenolik madde ile DPPH ve ABTS yöntemleri ile antioksidan içeriğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak Myanmar, İsrail, Çin, Sri Lanka, Libya, İran, Afganistan, Yunanistan, Mozambik ve Mısır'dan birer, Türkiye'nin farklı illerinden 6 genotip ile Sarısu çeşidi olmak üzere toplam 17 susam genotipi kullanılmıştır. Susam genotipleri Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Araştırma ve Deneme Alanında 2018 yılı ikinci ürün koşullarında yetiştirilmiştir. Materyal listesi ve tohum kabuğu renkleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan susam genotipleri ve tohum renkleri

Table 1. The list of sesame accessions from different origins

Genotip Adı	Tohum Rengi	Genotip Adı	Tohum Rengi
Myanmar	Siyah	Mısır	Beyaz
İsrail	Gri	Tekirdağ-Şarköy	Sarı
Çin	Siyah	Şanlıurfa-Suruç	Sarı
Sri-Lanka	Koyu Kahverengi	İzmir-Ödemiş	Kahverengi
Libya	Siyah	Gaziantep-Oğuzeli	Sarı
İran	Kahverengi	İzmir-Merkez	Kahverengi
Afganistan	Siyah	Balikesir-Bandırma	Sarı
Yunanistan	Beyaz	Sarısu*	Sarı
Mozambik	Beyaz		

Yöntem

Örnek Hazırlama

Üç g öğütülmüş numune ve 30 ml %80 metanol:su %0,1 formik asit içeren çözgen 3 dakika waring blender ile karıştırılarak ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Karışım 4°C 5000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üstte kalan kısım analizler için kullanılmıştır.

DPPH Yöntemiyle Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi

Trisma-Base (6,1 g) 50 ml suda çözülmüştür. pH 7,4'e HCl ile ayarlandıktan sonra 0,5 ml Tween eklenip 100 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır. 450µL Tris HCl+50µL örnek ekstaktı+ 1 ml DPPH çözeltisi oda sıcaklığında karanlıkta 30 dk bekletildikten sonra 517 nm'de spektrofotometrede absorbans değerleri okunmuştur. Standart eğri için Trolox çözeltisi kullanılmıştır (Dorman ve ark., 2003).

ABTS Yöntemiyle Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi

Örnek ekstraktı (0,1 ml) + 1,9 ml 7 mmol/L ABTS çözeltisinin (2,44 mmol/L potasyum persülfat içerisinde hazırlanmış) verdiği reaksiyonun 6 dakika boyunca kinetik olarak 734 nm'deki absorbans değerinde meydana gelen değişim belirlenmiştir. ABTS çözeltisinin başlangıç absorbans değeri 0,7000 olacak şekilde pH 7,4 75 mmol/L olan fosfatlı tuz tamponu kullanılarak ayarlanmıştır. Standart eğri için Trolox çözeltisi kullanılmıştır (Re ve ark., 1999).

Toplam Fenolik Madde Analizi

Toplam fenol içeriği Singleton ve Rossi (1965) tarafından belirtilen metoda göre Folin-Ciocalteu ayracı kullanılarak belirlenmiştir. 0,2 ml örnek ekstraktı+5 ml saf su+ 0,5 ml % 10 Folin & Ciocalteu's çözeltisi + 1 ml %7,5 Na₂CO₃ çözeltisi+2,5 ml saf su oda sıcaklığında karanlıkta 1 saat bekletildikten sonra 765 nm'de spektrofotometrede absorbans değerleri okutulmuştur. Sonuçlar galik asit (GA) standart eğrisi kullanılarak mg GA g⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

İstatistik Analizi

Araştırma sonucunda elde edilen veriler JUMP 8.0 istatistiksel paket programı kullanılarak, üç tekerrürlü olarak varyans analizine tabi tutulmuş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar ve oluşan gruplar, EGF (%5) testine göre belirlenmiştir. Ayrıca, incelenen özellikler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Farklı susam genotiplere ait toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitelerine ait ortalama değerler Çizelge 2 ve Şekil 1'de sunulmuştur. Toplam fenolik madde miktarı 1,99 ile 6,81 mg GA/g arasında değişim göstermiş olup, en yüksek fenolik madde miktarı değeri Libya genotipinden elde edilirken, en düşük değer ise Gaziantep-Oğuzeli genotipinden elde edilmiştir. Libya genotipini ise sırası ile Sri Lanka (5,34 mg GA/g) ve Mozambik (4,66 mg GA/g) genotipleri izlemiştir. Çalışmada kullanılan susam genotiplerinin ortalama fenolik madde miktarı ise 3,83 mg GA/g'dır. Çalışmada ülkemize ait 6 adet susam genotipi ile 1 adet tescilli çeşide ait ortalama fenolik madde miktarı ise 3,35 mg GA/g olarak belirlenmiştir. Ülkemize ait susam çeşit ve genotipleri arasında en yüksek fenolik madde miktarı ise Sarısu çeşidine aittir (4,29 mg GA/g). Nadeem ve ark., (2004) susamlı kekte çıkarılan toplam fenolik madde miktarının 1,72mg / GAE / kg olduğunu bildirmişlerdir. Shahidi ve ark. (2006) iki susam tohumu çeşidinin (siyah ve beyaz) toplam fenolik madde içeriğinin 29,9±0,6 ve 10,6±1,6 mg kateşin eşdeğeri / kg ham etanolik özü olduğunu bildirmişlerdir. Erbaş ve ark., (2009), 22 farklı susam genotipinde yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde miktarının 2,6 ile 24,5 µmol/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Rizki ve ark. (2012), Fas'ın farklı bölgelerine ait 35 adet susam çeşidine ait toplam fenolik madde miktarının 3,75 ile 3,92 mg/g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bopitiya ve Madhujith (2013), susam yağı metanolik ekstraktlarındaki toplam fenolik madde

içeriğinin 26 mg GAE g⁻¹ olduğunu bildirmişler ve susam yağı özütünün, yaygın olarak bulunan diğer bitkisel yağlara kıyasla daha yüksek fenolikler içerdiği sonucuna varmışlardır. Nigam ve ark. (2015), susamın metanolik ekstraktında 19,48 mg/g toplam fenolik madde olduğunu bildirmişlerdir. Zhou ve ark., (2016), siyah susam çeşitlerinin 4,54 ila 7,32 mg / GAE / kg arasında değişen toplam fenolik madde içeriğine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Lin ve ark. (2017), Çin'e ait altı çeşit beyaz susam genotipinde toplam fenolik madde içeriğini analiz etmiş ve değerlerin 370,5-786,8 mg GAE 100g⁻¹ arasında olduğunu bildirmişlerdir. Khan ve ark. (2019), 6 susam genotipinde yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde içeriğinin 164 ile 332 mg GAE 100 g⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

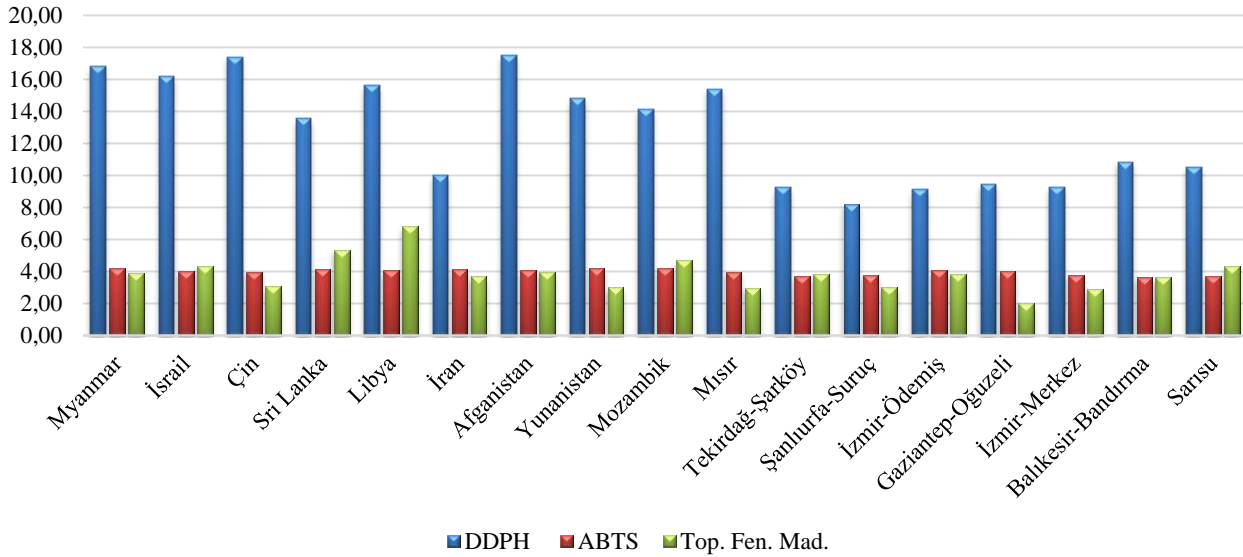
Antioksidan potansiyeli, gıda ürünlerinin sağlık açısından faydalarını belirlemek için önemli bir parametredir (Viapiana ve Marek Wesolowski, 2017). Bu potansiyeli, saptamak için DPPH ve ABTS gibi çeşitli analizler kullanılmaktadır. Her iki test de bitki özlerinin antioksidan aktivitesini ölçmek için basit, hızlı, tekrarlanabilir ve ucuz araçlar olarak önerilmektedir. Bitkilerin kimyasal kompozisyonlarında olduğu gibi, antioksidan kapasitesi de genetik potansiyel, depolama, toprak tipi, agronomik uygulamalar, iklimsel faktörler, yetiştirme dönemindeki stres faktörleri ve teknolojik işlemler gibi birçok dış etkene de bağlıdır (Contessa ve ark., 2013).

Fenolik bileşikler gibi çeşitli fitokimyasal bileşenlerin, antioksidan özelliklerinden sorumlu olduğu belirlenmiştir (Anton ve ark., 2013). Sentetik bir radikal olan DPPH, doğal özütlerin antioksidan/antiradikal kapasitesini belirlemede çok sık kullanılmaktadır (Mot ve ark., 2011). Yöntem, DPPH radikaline bir antioksidan çözelti tarafından hidrojen atomu verilmesi sonucu, DPPH radikalinin indirgenmesi temeline dayanmaktadır (Yıldız ve ark., 2019). DPPH yöntemine göre elde edilen antioksidan aktivitesi değerleri 8,23 ile 17,50 mg Trolox/g arasında değişmiş olup en yüksek değer Afganistan genotipinden elde edilmiştir. Afganistan'ı ise Çin (17,41 mg Trolox/g) ve Myanmar (16,82 mg Trolox/g) takip etmiştir. Khan ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada antioksidan kapasitesinin DPPH yöntemine göre 4,88- 8,81 mg ml⁻¹ arasında değiştiğini, yedi susam genotipinin su ekstraktlarındaki RT-127 genotipinin en düşük IC50 değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, Metanolik ekstraktta RT-103 (5,53 mg ml⁻¹) genotipinin, diğer genotipler arasında en düşük IC50 değerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bopitiya ve Madhujith (2013) susam yağına ait anti oksidan kapasitesinin 0,026 mg ml⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir. Kromojenik bir redoks radikali olan ABTS aynı zamanda kararlı bir radikaldir. Hem suda hem organik çözücülerde çözüldüğünden hem hidrofilik hem de hidrofobik antioksidan aktivite tayininde kullanılabilir (Yıldız ve ark., 2019). ABTS yöntemine göre elde edilen antioksidan aktivitesi değerleri 3,62 ile 4,18 (mmol Trolox) /g arasında değişmiş olup en yüksek değer Mozambik genotipinden elde edilirken, en düşük değer Balıkesir-Bandırma genotipinden elde edilmiştir. Erbaş ve ark. (2009), 22 susam genotipinde ABTS yöntemine göre yaptıkları çalışmada antioksidan kapasitesinin 2,6 ile 24,5 µmol/g (kuru ağırlık) arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Farklı susam genotiplerinde DPPH ve ABTS yöntemlerine göre elde edilen antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarı yönünden elde edilen ortalama değerler ve Duncan (%5) testine göre oluşan gruplar
Table 2. Mean values of antioxidant activity and total phenolic content obtained by DPPH and ABTS methods in different sesame genotypes and groups formed according to Duncan (5%) test

Genotipler	DPPH (mg Trolox/g)	ABTS (mmolTrolox)/g	TFM (mg GAE/g)
Myanmar	16,82 ^{ab}	4,16 ^{ab}	3,89 ^{gh}
İsrail	16,21 ^{abc}	3,97 ^{ab}	4,32 ^d
Çin	17,41 ^a	3,95 ^b	3,06 ⁱ
Sri-Lanka	13,56 ^g	4,15 ^{ab}	5,34 ^b
Libya	15,63 ^{bcd}	4,08 ^{ab}	6,81 ^a
İran	10,03 ^h	4,10 ^{ab}	3,66 ^{gh}
Afganistan	17,50 ^a	4,07 ^{ab}	3,97 ^f
Yunanistan	14,82 ^{def}	4,17 ^a	3,00 ⁱ
Mozambik	14,12 ^{ef}	4,18 ^a	4,66 ^c
Mısır	15,40 ^{bcd}	3,96 ^b	2,97 ⁱ
Tekirdağ-Şarköy	9,23 ^{ij}	3,69 ^c	3,80 ^{gh}
Şanlıurfa-Suruç	8,23 ^j	3,76 ^c	3,02 ⁱ
İzmir-Ödemiş	9,14 ^{ij}	4,08 ^{ab}	3,82 ^{gh}
Gaziantep-Oğuzeli	9,44 ^{ij}	3,99 ^{ab}	1,99 ⁱ
İzmir-Merkez	9,24 ^{ij}	3,76 ^c	2,88 ⁱ
Balıkesir-Bandırma	10,83 ^h	3,62 ^c	3,63 ^h
Sarısu	10,53 ^h	3,73 ^c	4,29 ^e
Ortalama	12,83	3,97	3,83

TFM: Toplam Fenolik Madde



Şekil 1. Farklı susam genotiplerinde DPPH ve ABTS yöntemlerine göre elde edilen antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarı yönünden elde edilen ortalama değerler

Figure 1. Mean values of antioxidant activity and total phenolic content obtained by DPPH and ABTS methods in different sesame genotypes

Çizelge 3. Araştırmada incelenen özellikler arası korelasyon tablosu

Table 3. Correlation among DPPH, ABTS and total phenolic content (TPC)

	Renk	DDPH	ABTS	TFM
Renk	1	-0,229	-0,167	-0,166
DDPH	-	1	0,331*	0,281*
ABTS	-	-	1	0,336*

Korelasyon

Bu çalışmada, toplam fenolik madde, DPPH ve ABTS yöntemlerine göre antioksidan kapasiteleri arasında istatistiksel olarak önemli ve olumlu bir ilişki ($P < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Elde edilen bu

sonuçlar daha önce yapılmış çalışmalar ile uyum göstermektedir (Shahidi ve ark., 2006; Rizki ve ark., 2012). Ancak incelenen özellikler ile tohum rengi arasında istatistiksel olarak bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Literatürde susamın antioksidan aktivitesi veya lignan içeriği ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Shahidi ve ark., (2006), beyaz ve siyah susam tohumu da dahil olmak üzere iki susam çeşidi kullanmışlar ve siyah susam tohumunun beyaz susam tohumundan daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan Moazzami ve Kamal-Eldin (2006), tohumlardaki sesamin ve sesamolin içeriğinin siyah ve beyaz tohumlarda farklı olmadığını bulmuşlardır. Buna ek olarak yapılan bazı çalışmalarda, farklı tohum rengine sahip farklı çeşitlerin lignan içeriği ile tohum rengi arasında bir ilişkinin olmadığı bildirilmiştir (Hemalatha ve Ghafoorunissa, 2004; Moazzami ve ark., 2007). Toplam antioksidan kapasite seviyelerini açıklamak için çeşitlerin morfolojik özellikleri ve bölgesel dağılımı dikkate alınmalıdır.

Sonuç

Bu çalışmada, farklı susam genotiplerinin toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, incelenen özellikler bakımından önemli varyasyonlar olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, ülkemize ait genotiplerin antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarı değerleri diğer ülkelere ait genotiplerden daha düşük düzeydedir. Elde edilen veriler, bu genotiplerden elde edilecek susam ekstraktlarının, yasal sınırlarında yaygın olarak kullanılan sentetik antioksidanların yerine kullanılabilir doğal antioksidan kaynağı olma potansiyeli bulunmaktadır. Ayrıca, fenolik bileşikler susam tohumlarının antioksidan aktivitesinden sorumlu olduğu düşünülmektedir ve bu nedenle susam tohumları insan beslenmede önemli bir antioksidan kaynağı olabilir.

Kaynaklar

- Akhila H, Beevy SS. 2015. Quantification of seed oil and evaluation of antioxidant properties in the wild and cultivated species of *Sesamum* L. (Pedaliaceae). International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences Vol 7, Issue 9
- Anton AM, Pinte AM, Rugina DO, Sconta ZM, Hanganu D, Vlase L, Benedec D. 2013. Preliminary studies on the chemical characterization and antioxidant capacity of polyphenols from *Sambucus*. Dig J Nanomater Bios. 8: 973–980
- Arslan C, Uzun B, Furat S. 2008. Variation of fatty acid composition, oil content and oil yield in a germplasm collection of sesame (*Sesamum indicum* L.). The Journal of American Oil Chemists. Society, Vol.84: 917-920
- Bedigian D. 2003. Evolution of sesame revisited: domestication, diversity and prospects. Genetic Resources and Crop Evolution 50: 779 – 787
- Bedigian D. 2004. History and lore of sesame in southwest Asia. Economic Botany 58 (3) pp. 329-353
- Contessa C, Mellano MG, Beccaro GL, Giusiano A, Botta R. 2013. Total antioxidant capacity and total phenolic and anthocyanin contents in fruit species grown in Northwest Italy. Sci Horticult 160: 351–357
- Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. J Agric Food Chem. 50: 3010-14.
- Dorman HJ, Koşar M, Kahlos K, Holm Y, Hiltunen R. 2003. Antioxidant Properties and Composition of Aqueous Extracts from *Mentha* Species, Hybrids, Varieties, and Cultivars. J Agric Food Chem. Jul 30;51(16): 4563-9
- Erbas M, Sekerci H, Gül S, Furat S, Yol E, Uzun B. 2009. Changes in total antioxidant capacity of sesame (*Sesamum* sp.) by variety. Asian Journal of Chemistry Vol. 21, No. 7: 5549-5555
- Halliwell B. 1997. Antioxidants and human diseases: a general introduction. Nutrition Reviews, 55: S44–S52.
- Hemalatha S, Ghafoorunissa. 2007. Sesame lignans enhance the thermal stability of edible vegetable oils. Food Chem. 105: 1076-1085.
- Jeong SM, Kim SY, Kim DR, Nam KC, Ahn DU, Lee SC. 2004. Effect of seed roasting conditions on the antioxidant activity of defatted sesame meal extracts. J Food Sci 69: 377-81.
- Khan IU, Rathore BS, Syed Z. 2019. Evaluation of Polyphenols, Flavonoids and Antioxidant Activity in different solvent extracts of Sesame (*Sesamum indicum* L.) Genotypes. International J. Seed Spices 9(2): 52-60
- Kurt C. 2018. Variation in oil content and fatty acid composition of sesame accessions from different origins. Grasas Y Aceites 69 (1) January–March, e241
- Kurt C, Kizildağ N, Arioglu H. 2018. Determination of content of micronutrients in some sesame (*Sesamum indicum* L.) accession. Fresenius Environmental Bulletin, Volume 27 – No. 12/2018 pages 8456-8462
- Lin X, Zhou L, Li T, Brennan C, Fu X, Liu HR. 2017. Phenolic content, antioxidant and anti proliferative activities of six varieties of White sesame seeds (*Sesamum indicum* L.). RSC Advances, 10(1): 10.1039/C6RA26596K.
- Moazzami A, Kamal-Eldin A, 2006. Sesame seed is a rich source of dietary lignans, J. Am. Oil. Chem. Soc. 83: 719–723.
- Moazzami AA, Haese SL, Kamal-Eldin A. 2007. Lignan contents in sesame seeds and products. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 109: 1022-1027.
- Mot CA, Dumitrescu SR, Sarbu C. 2011. Rapid and effective evaluation of the antioxidant capacity of propolis extracts using DPPH bleaching kinetic profiles, FT-IR and UV-VIS spectroscopic data, Journal of Food Composite and Analysis, 24: 516-522.
- Nadeem M, Situ C, Mahmud A. 2014. Antioxidant activity of sesame (*Sesamum indicum* L.) cake extract for the stabilization of olein based butter. J. the American Oil Chemists' Society, 91(6): 967-977.
- Nagata M, Osawa T, Namiki M. 1987. Stereochemical structures of antioxidative sesaminol. Agric. Biol. Chem, 51: 1285-1289.
- Nigam D, Singh C, Tiwari U. 2015. Evaluation of in vitro study of antioxidant and antibacterial activities of methanolic seed extract of *Sesamum indicum*. J Pharmacogn Phytochem; 3: 88e92.
- Parr AJ, Bolwell GP. 2000. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. J Sci Food Agric 80: 985-1012.
- Pathak N, Rai AK, Saha S, Walia S, Sen SK, Bhat KV. 2014. Quantitative dissection of antioxidative bioactive components in cultivated and wild sesame germplasm reveals potentially exploitable wide genetic variability. J Crop Sci Biotechnol 17: 127–139
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic Biol Med. 26(9-10): 1231-7.
- Rizki H, Kzaiber F, Elharfi M, Latrache H, Zahir H, Hanine H. 2014. Physicochemical characterization and in vitro antioxidant capacity of 35 cultivars of sesame (*Sesamum indicum* L.) from different areas in Morocco. Int J Sci Res 3: 2306e2311.
- Prior RL. 2004. Absorption and metabolism of anthocyanins: potential health effects. Phytochemical: mechanism of action, 1st edn. CRC Press, Boca Raton, pp : 1–19
- Shahidi F, Liyana-Pathirana CM, Wall DS. 2006. Antioxidant activity of white and black sesame seeds and their hull fractions. Food Chemistry. 99(3): 478-483.

- Singleton VL, Rossi JA. 1965 Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am J Enol Vitic. January 1965 16: 144-158
- Viapiana A, Wesolowski M. 2017. The Phenolic Contents and Antioxidant Activities of Infusions of Sambucus nigra L. Plant Foods Hum Nutr 72: 82-87
- Yasoubi P, Barzegar M, Sahari MA, Azizi MH. 2007. Total phenolic contents and antioxidant activity of Pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extracts. J Agric Sci Technol 9: 35-42
- Yermanos DM, Hemstreet S, Saleeb W, Huszar CK. 1972. Oil content and composition of the seed in the world collection of sesame introductions. J Am Oil Chem Soc 49: 20-23
- Yıldız G, Aktürk C, Özerkan M, Yılmaz Ö. 2019. *Linum arboreum* L. (Linaceae) Türünün Antioksidan İçeriği ve Serbest Radikal Süpürücü Aktivitesi. KSU J. Agric Nat 22(Suppl 1): 16-23,
- Zhou L, Lin X, Abbasi AM, Zheng B. 2016. Phytochemical contents and antioxidant and antiproliferative activities of selected black and white sesame seeds. BioMed Res Int