

Üzüm Çekirdeği, Çörek Otu ve Keten Tohumu Tozlarının Antioksidan, Fenolik ve Flavonoid Madde Miktarları

Abayhan BURAN^{1*}, Aykut TOPDEMİR¹ ve Rabia ÖZTÜRK¹

¹Biyomühendislik Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Fırat Üniversitesi, Türkiye

*(a.buran@firat.edu.tr)

Özet – Bu çalışmada piyasada ticari olarak satılan üzüm (*Vitis vinifera* L.) çekirdeği tozu, Çörek otu (*Nigella sativa*) tozu ve keten (*Linum usitatissimum*) tohumu tozu örneklerinin saf su, etanol ve metanol çözücüleri kullanılarak elde edilen ekstraktlarının toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarları belirlenmesi amaçlanmıştır. Satın alınan toz örnekler çözücüler ile muamele edilmiş ve süzme işlemlerinden sonra elde edilen ekstraktlar analizler için kullanılmıştır. Yapılan analizlere göre siyah üzüm çekirdeği tozunda en yüksek antioksidan madde miktarı $9,49 \pm 0,24$ mmol/g TEAC ile saf su ekstraktından, fenolik madde miktarı ve flavonoid madde miktarı sırasıyla $78,61 \pm 2,55$ mg/g GAE ve $60,95 \pm 2,42$ mg/g QE olmak üzere metanol ekstraktlarından elde edilmiştir. Çörek otu tozunda en yüksek antioksidan madde miktarı $7,41 \pm 0,29$ mmol/g TEAC ile saf su ekstraktından, fenolik ve flavonoid madde miktarı ise sırasıyla $39,18 \pm 0,87$ mg/g GAE ve $43,03 \pm 0,50$ mg/g QE olmak üzere metanol ekstraktlarından elde edilmiştir. Keten tohumu tozunda ise en yüksek antioksidan madde miktarı $5,66 \pm 0,28$ mmol/g TEAC ile saf su ekstraktından, fenolik ve flavonoid madde miktarları ise sırasıyla $33,21 \pm 0,53$ mg/g GAE ve $66,53 \pm 1,19$ mg/g QE olmak üzere etanol ekstraktlarından elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre örneklerin hepsi antioksidan aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Farklı çözücüler ve yüksek verimli ekstraksiyon yöntemleri ile daha verimli sonuçlar elde etmek mümkündür. Doğal olarak antioksidan bileşikler ihtiva eden bitkisel ürünlerin kullanımı ve bu içeriklerin ortaya konması özellikle sıfır atık projesi ve sürdürülebilir tarım açısından oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler – Antioksidan, Çörek Otu, Fenolik, Flavonoid, Keten, Üzüm.

1. GİRİŞ

Serbest radikallerin vücutta yaratacağı olumsuz etkilere karşı antioksidanlara ihtiyaç duyarız. Vücutta üretilmeyen antioksidanları doğal olarak dışarıdan almanın en önemli yolu gıda kaynaklarımızdır. Bu sebeple bitkilerden alınan antioksidanlar gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Üretilen sentetik antioksidanlar yerine bitkiler tarafından üretilen antioksidan bileşikler beslenme yoluyla vücuda alma toplumlar tarafından daha olumlu bir yöntem olarak görülmektedir. Özellikle doğal beslenme ve üretimin dünya çapında yaygınlaştığı bir dönemde doğal içerikli antioksidan katkıları özellikle aranır olmuştur. Bitkisel özlü antioksidanlar, fenolik bileşikler ve flavonoid bileşikler ihtiva eden

kozmetik ürünleri, beslenme katkıları ve ilaçlar ticaret sektöründe de oldukça büyük bir paya sahip olmaktadır. Diyet yoluyla doğal antioksidanları vücudumuza alabileceğimiz gıda çeşitleri arasında sebzeler, meyveler, meyvelerin tohumları, baharatlar ve birçok bitki çeşidi bulunmaktadır.

Vitis vinifera L.(Üzüm), dünya üzerinde uzun sürelerdir çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Üzümün suyundan, meyvesinden, posasından ve çekirdeğinden de faydalanılmaktadır. Üzüm çok eski dönemlerden beri temel besin ögesi olarak kullanılmaktadır. Şarap yapımı için günümüzde dahi binlerce ton özel üzüm üretim yapılmaktadır. Üzüm yüksek besin içeriği ve önemli biyoaktif bileşenlere sahiptir. Dünyada üretilen üzümün

yaklaşık %80 kadarı bu amaçla üretilmektedir. Ülkemizde de bağcılık ve özel üzüm üreticiliği oldukça yaygındır. Üzümün şarap olarak tüketiminin yanında ise atık olarak atılan posa ve çekirdekleri de yüksek oranda biyoaktif bileşenler, antioksidan ve fenolik bileşikler içermektedir. Üzüm çekirdekleri Atık posa kuru ağırlık bakımından incelendiğinde kuru ağırlığın %40-50 arasında bir bölümünü çekirdek oluşturmaktadır.

Nigella sativa (Çörek Otu) tohumlarının tarihi milattan önceki dönemlerde (M.Ö. 1300'ler) Mısır'a kadar uzanmaktadır. İlk olarak firavun Tutankamon'un mezarında rastlanmıştır. Çörek otu yağlı bir tohumdur. Bu yağın, kraliçe Kleopatra tarafından da güzellik ve sağlık amacıyla kullanıldığı yaygın bir inanıştır. Çörek otu modern tıp temellerini atan Hipokrat tarafından çeşitli amaçlarla da kullanılmıştır. Türkiye'de Bursa, Konya, Samsun, Kütahya, Burdur, Isparta, İstanbul, Afyon, Gaziantep, Kahramanmaraş, Nevşehir, Amasya ve Mersin ve diğer çevre ilçelerde çörek otu yetiştiriciliğinin yapıldığı bilinmektedir [1]. Bitkinin hayvan sokmasına karşı, soğuk algınlıklarına ve iltihaplara karşı ve sindirim sistemi rahatsızlıklarına karşı kullanıldığı bilinmektedir [2]. Çörekotu tohumu baş ağrısı, astım, idrar söktürücü, sarılık, çeşitli romatizma ve iltihap hastalıkları ve vb. birçok hastalığın tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Koku verici ve lezzetli olması sebebiyle çörek otu tohumları baharat ve çeşni olarak da kullanılmaktadır [3].

Linum usitatissimum (Keten), kırbaş tohumu, siyelek ve zeyrek tohumu olarak da bilinmektedir. Genel olarak lifi ve tohumundan elde edilen yağ için yetiştirilen ketenin kullanımı M.Ö. 6000'li yıllara kadar uzanmaktadır. Antioksidan kaynağı olmakla birlikte sağlık açısından önemli olan esansiyel yağ asitleri, omega-3 ve 6 yağ asitleri, linoleik asit (LA), α -linolenik asit (ALA) gibi biyoaktif bileşenleri içermektedir. Günlük beslenmede ek gıda takviyesi olarak keten tohumu kullanımının çeşitli hastalıklara karşı koruyucu etki gösterdiği bilinmektedir. Keten tohumu lifler, lignanlar ve mineraller açısından oldukça zengindir. İçerdiği fenolik asitler ile antioksidan, antimikrobiyal ve anti-kanser etkileri, keten tohumunun biyoaktif fonksiyonlarıdır. Sentetik antioksidanların sağlığımız açısından muhtemel toksik etkiler gösterebileceğinin ortaya atılması son

dönemlerde tüketicilerin seçim tercihlerini organik ve doğal tarımsal ürünlere yöneltmiş ve işlenmiş gıdalarda da sağlık, kalite ve güvenlik arayışlarını üst seviyelere çıkarmıştır [4].

Antioksidanlar, lipidlere ve lipid içeren gıdalara eklendiklerinde lipid peroksidasyon sürecini geciktirerek raf ömürlerini artırabilen bileşiklerdir. Bütillenmiş hidroksianisol (BHA) ve bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) gibi sentetik antioksidanlar, kanserojen olduklarından şüphelenildiği için gıdalarda sınırlı kullanıma sahiptir [5]. Sonuç olarak, gıda işleme sırasında elde edilen yan ürünlerden doğal antioksidanlardan yararlanmanın önemi son yıllarda büyük ölçüde artmıştır. Düşük maliyetleri ve hammadde olarak bol miktarda bulunabilmeleri nedeniyle çekici olarak kabul edilmektedirler [6]. Ayrıca antioksidan tanımı; oksidasyonu engelleyen ve serbest radikalleri yakalama ve dengeleme yeteneğine sahip olan ve insan vücudundaki ve gıdalardaki serbest radikallerin olumsuz etkilerini ve oluşumunu durduran veya yok eden maddeler şeklinde de yapılmaktadır. Beta-karoten, C, E vitaminleri, likopen, koenzim Q-10, selenyum, çinko ve manganez gibi organik ve inorganik maddeler günümüzde en çok kullanılan antioksidanlardır [7].

Antioksidanlar; serbest radikalleri bağlayarak ya da kararlı hale getirerek, zincir kırma özellikleri ile serbest radikallerin oluşumuna neden olan kimyasal reaksiyonları durdurarak, onarıcı etki gösterirler. Gösterdikleri bu etki sayesinde lipit, protein ve DNA gibi önemli işlevleri bulunan yapılarda oluşan ya da oluşabilecek hasarları onararak, antioksidan enzimler ile enzimatik olmayan antioksidanların sentezini artırmak suretiyle serbest radikallere ve bu radikallerin organizmadaki zararlarına karşı etki mekanizmaları göstermektedirler [7].

Flavonoidlerin insan sağlığı açısından önemli etkileri bulunmaktadır. Bu doğal ve düşük molekül ağırlıklı bileşikler bitkilerde bulunur ve temel olarak 6 flavonoid sınıfını oluştururlar. Bu 6 sınıfı oluşturan bileşikler; flavonlar, flavononlar, flavonoller, isoflavonoidler, antosiyaninler ve flavanollerdir. Flavonoidler, genç yapraklarda, antioksidanlarda, enzim inhibitörlerinde ve toksik maddelerin öncüllerinde zararlı UV ışınlarına karşı hafif bir ekran görevi görebilir ve patojenlere karşı direnç sağlayabilmektedir [8].

Koruyucu etkiler öncelikle Vitamin C, Vitamin E ve β -karoten gibi iyi bilinen antioksidanlara atfedilse de, bitki fenolikleri de önemli bir rol oynayabilir. Ayrıca, gıdalarda sentetik antioksidanlar BHA ve BHT'nin kullanımına ilişkin kısıtlamalar, doğal olarak oluşan bileşiklerin antioksidanlar olarak kullanılması kavramını daha da güçlendirmektedir [9]. Fenolik bileşikler veya polifenoller, şu anda bilinen 8000'den fazla fenolik yapıya sahip, en çok sayıda ve her yerde bulunan bitki ikincil metabolit gruplarından birini oluşturur. Doğal polifenoller, basit moleküllerden (fenolik asitler, fenilpropanoidler, flavonoidler) yüksek düzeyde polimerize bileşiklere (ligninler, melaninler, tanenler) kadar değişebilir ve flavonoidler en yaygın ve yaygın olarak dağılmış alt grubu temsil etmektedir [10].

Yapılan bu çalışmada saf su, etanol ve metanol çözücülerini ile ticari amaçlı satılan siyah üzüm çekirdeği tozu, çörek otu tozu ve keten tohumu tozu için toplam antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve toplam flavonoid madde miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada kullanılan siyah üzüm çekirdeği, çörek otu ve keten tohumu tozları ticari satın alım ile elde edilmiştir. Ekstraksiyon için saf su, etanol (Merck) ve metanol (Sigma-Aldrich) olmak üzere üç farklı çözücü kullanılmıştır. Etanol ve metanol çözücülerini %99 saflıkta olup eşit miktarda kuru örneğe eşit miktarda çözücü ilave edilmiştir. Çözücüler 0,1 g kuru maddeye karşılık 4 mL çözücü olacak şekilde eklenmiştir.

Kullanılan her bir çözücü için siyah üzüm çekirdeği, çörek otu ve keten tohumu tozlarından örnekler hazırlanmış ve çözücülerini eklenmiştir. Örneklerin etiketlemeleri yapılmış ve elde edilen ekstraktlar 4 °C'de 48 saat boyunca buzdolabında bekletilmiştir. Bekleme süresinin sonunda ekstraktlar Whatman No:1 filtre kâğıdı ile süzülerek analizler için kullanılmıştır.

A. Kullanılan Çözeltiler

Yapılan analizler için 50 mM fosfat tamponu, 7mM ABTS stok çözeltisi, %2'lik $AlCl_3$ ve %7,5'lik Na_2CO_3 çözeltisi hazırlanmıştır. 2 N

Folin-Ciocalteu çözeltisi 10 kat seyreltilerek kullanılmıştır. ABTS stok çözeltisi en az 16 saat karanlık ortamda bekletilmiş ve analizler esnasında metoda göre seyreltilerek kullanılmıştır.

Kalibrasyon grafiklerinin elde edilmesinde gallik asit (0,5 mg/mL), kuersetin (0,5 mg/mL) ve troloks (2,5 mM) stok çözeltileri hazırlanmıştır. Bu stok çözeltiler daha sonra farklı konsantrasyonlara seyreltilerek kalibrasyon denklemi elde etmek için kullanılmıştır.

B. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Ekstraktlara uygulanacak toplam fenolik madde miktarı tayini için Folin-Ciocalteu metodu uygulanmıştır [11]. Analiz esnasında 300 μ L örnek ekstraktı ile 1,5 mL 2 N Folin-Ciocalteu reaktifi (10 kat seyreltilerek) cam tüp içinde vorteks ile karıştırılmıştır. Karıştırma işleminin ardından 1,2 mL %7,5'lik Na_2CO_3 çözeltisi eklenmiş ve 25 °C sıcaklıkta 90 dakika boyunca karanlık ortamda beklemeye bırakılmıştır. Bekleme süresinin sonunda örnekler 765 nm dalga boyunda saf suya karşı spektrofotometrede okunmuştur. Elde edilen absorbanslar hesaplamalarda kullanılmıştır.

Gallik asit stok çözeltisinin 5 farklı konsantrasyona seyreltilmesiyle (0,1-0,2-0,3-0,4-0,5 mg/ml) ölçülen absorbans değerleriyle kalibrasyon grafiği ve denklemi elde edilmiştir. Toplam fenolik madde miktarının hesaplanmasında kullanılmak üzere gallik asit kalibrasyon grafiğinden elde edilen denklemde analizler sonucu ölçülen absorbanslar yerine yazılarak sonuçlar gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak elde edilmiştir.

C. Toplam Flavonoid Madde Miktarı Tayini

Örneklerden elde edilen ekstraktlara uygulanacak toplam flavonoid madde miktarı tayini için metanolik form [12] kullanılmıştır. Analiz esnasında 1 mL örnek ekstraktı ve 1 mL %2'lik $AlCl_3$ çözeltisi karıştırılarak 25°C sıcaklıkta 10 dakika bekletilmiştir. Bekleme süresinden sonra elde edilen karışımın absorbansları 394 nm dalga boyunda %2'lik $AlCl_3$ 'e karşı okunmuştur. Elde edilen absorbanslar hesaplamalarda kullanılmıştır.

Kuersetin stok çözeltisinin 5 farklı konsantrasyona seyreltilmesiyle (0,1-0,2-0,3-0,4-0,5 mg/mL) ölçülen absorbans değerleriyle kalibrasyon grafiği ve denklemi elde edilmiştir. Toplam flavonoid madde miktarının

hesaplanmasında kullanılmak üzere kuersetin kalibrasyon grafiğinden elde edilen denklemde analizler sonucu ölçülen absorbanslar yerine yazılarak sonuçlar kuersetin eşdeğeri (QE) olarak elde edilmiştir.

D. Antioksidan Aktivite Tayini

Örnek ekstraktlarının antioksidan kapasitesini ölçmek amacıyla radikal katyon yakalama yetenekleri göz önüne alınmıştır. ABTS'nin persülfat ile oksidasyonu sonucunda ABTS•+ radikali oluşmaktadır. Örneklerin ekstraktları ile karıştırılan ABTS'deki koyu mavi rengin açılması antioksidan aktivite göstergesi olarak belirtilmektedir [13]. Analiz esnasında ABTS stok çözeltisinin 734 nm dalga boyundaki absorbansı 0,7 civarında sabitlenene kadar hazırlanan fosfat tamponu ile seyreltme işlemi uygulanmıştır. 100 µL örnek ekstraktı ile 1900 µL seyreltilmiş ABTS çözeltisi karıştırılarak 25°C sıcaklıkta 6 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda karışımların 734 nm dalga boyundaki absorbansları ölçülerek hesaplamalarda kullanılmıştır.

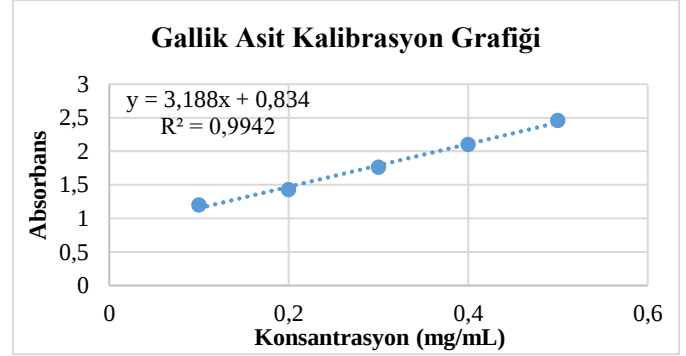
Troloks stok çözeltisinin 5 farklı konsantrasyona (0,05-0,1-0,2-0,3-0,4 mmol/L) seyreltilmesi ile ölçülen absorbans değerleriyle kalibrasyon grafiği ve denklemi elde edilmiştir. Toplam antioksidan aktivite hesaplamalarında kullanılmak üzere troloks kalibrasyon grafiğinden elde edilen denklemde analizler sonucu ölçülen absorbanslar yerine yazılarak sonuçlar troloks eşdeğer antioksidan kapasite (TEAC) olarak elde edilmiştir.

III. BULGULAR

Çalışmadaki tüm analizler 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçların standart sapmaları hesaplanarak sonuçlar standart sapmaları ile birlikte verilmiştir. Yapılan üç ayrı analiz için elde edilen sonuçlar çözücülerin karşılaştırılabilmesi amacıyla grafikler ile gösterilmiştir.

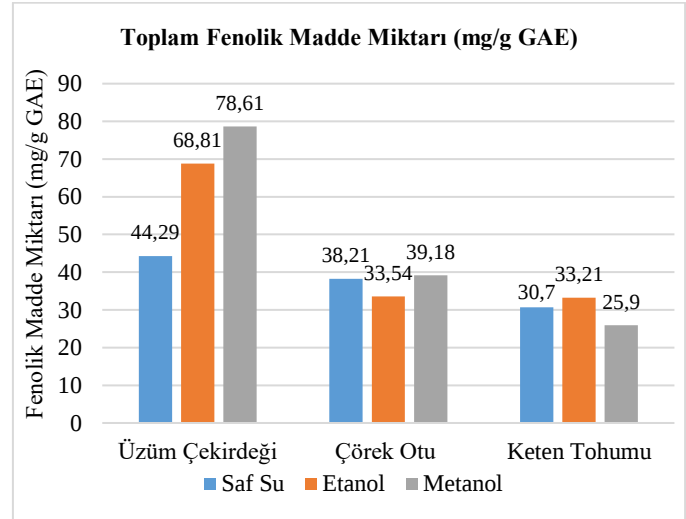
A. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Toplam fenolik madde miktarı hesaplanırken gallik asidin farklı konsantrasyonlarından elde edilen kalibrasyon grafiği (Şekil 1) kullanılmıştır. Bu eğriden elde edilen denklemde absorbanslar yerine yazılarak sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 1. Gallik Asit Kalibrasyon Grafiği

Üzüm çekirdeği, çörek otu ve keten tohumu tozlarına ait toplam fenolik madde miktarları kullanılan farklı çözücülerden elde edilen sonuçlara göre mg/g GAE olarak Şekil 2'de gösterilmiştir.

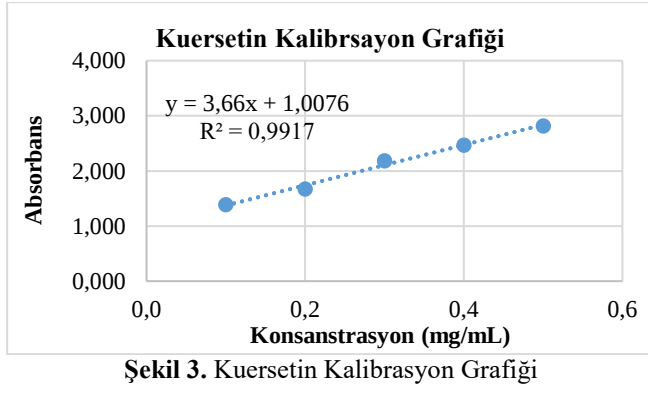


Şekil 2. Toplam Fenolik Madde Miktarı için Çözücülerin Karşılaştırmalı Grafiği

Sonuçlara göre siyah üzüm çekirdeği için en yüksek fenolik madde miktarı metanol ekstraktlarından $78,61 \pm 2,55$ mg/g GAE olarak elde edilmiştir. Çörek otu için en yüksek fenolik madde miktarı metanol ekstraktlarından $39,18 \pm 0,87$ mg/g GAE olarak elde edilmiştir. Keten tohumu örneklerinde ise en yüksek fenolik madde miktarı $33,21 \pm 0,53$ mg/g GAE ile etanol ekstraktlarından elde edilmiştir.

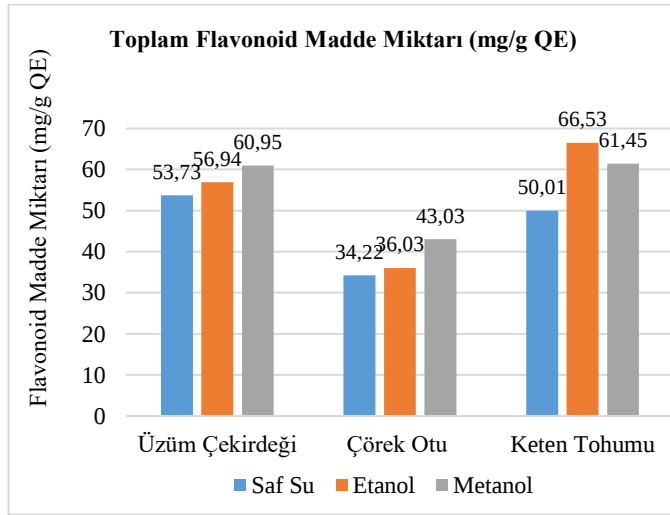
B. Toplam Flavonoid Madde Miktarı

Toplam flavonoid madde miktarı hesaplanırken kuersetinin farklı konsantrasyonlarından elde edilen kalibrasyon grafiği (Şekil 3) kullanılmıştır. Bu eğriden elde edilen denklemde absorbanslar yerine yazılarak sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 3. Kuersetin Kalibrasyon Grafiği

Analizler sonucunda siyah üzüm çekirdeği, çörek otu ve keten tohumu tozlarına ait toplam flavonoid madde miktarları kullanılan farklı çözücülerden elde edilen sonuçlara göre mg/g QE olarak Şekil 4'te gösterilmiştir.



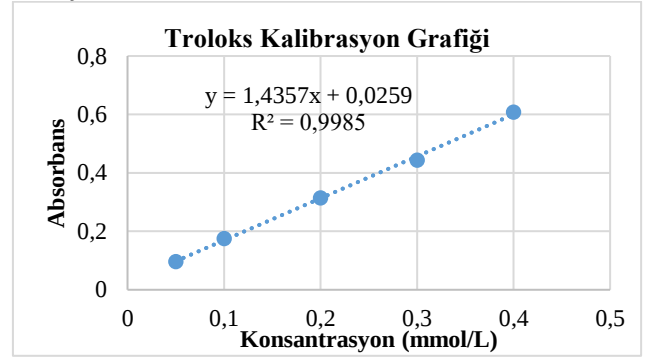
Şekil 4. Toplam Flavonoid Madde Miktarı için Çözücülerin Karşılaştırmalı Grafiği

Elde edilen sonuçlara bakıldığında siyah üzüm çekirdeği için en yüksek flavonoid madde miktarı metanol ekstraktlarından $60,95 \pm 2,42$ mg/g QE olarak elde edilmiştir. Çörek otu için en yüksek flavonoid madde miktarı metanol ekstraktlarından $43,03 \pm 0,50$ mg/g QE olarak elde edilmiştir. Keten tohumu örneklerinde ise en yüksek flavonoid madde miktarı $66,53 \pm 1,19$ mg/g QE ile etanol ekstraktlarından elde edilmiştir.

C. Toplam Antioksidan Aktivite

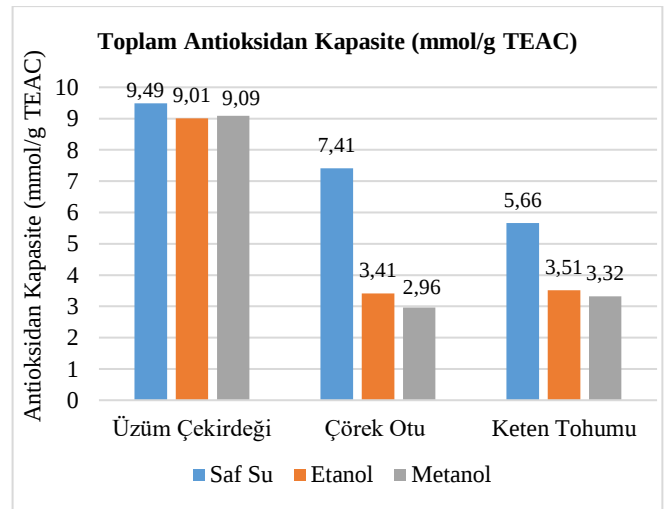
Üzüm çekirdeği, çörek otu ve keten tohumu ekstraktlarının toplam antioksidan aktivitesini hesaplamak için troloksun farklı konsantrasyonlarından elde edilen troloks kalibrasyon grafiğinden (Şekil 5) yararlanılmıştır. Bu eğriden elde edilen denklemde

absorbanslar yerine yazılarak sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 5. Troloks Kalibrasyon Grafiği

Grafik yardımıyla farklı çözücülerden elde edilen toplam antioksidan kapasite sonuçları siyah üzüm çekirdeği, çörek otu ve keten tohumu tozları için mmol/g TEAC olarak Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Toplam Antioksidan Kapasite için Çözücülerin Karşılaştırmalı Grafiği

Grafikteki sonuçlar incelendiğinde siyah üzüm çekirdeği için en yüksek antioksidan kapasite miktarı saf su ekstraktlarından $9,49 \pm 0,24$ mmol/g TEAC olarak elde edilmiştir. Çörek otu için en yüksek antioksidan kapasite miktarı saf su ekstraktlarından $7,41 \pm 0,29$ mmol/g TEAC olarak elde edilmiştir. Keten tohumu örneklerinde ise en yüksek antioksidan kapasite miktarı ise $5,66 \pm 0,28$ mmol/g TEAC ile etanol ekstraktlarından elde edilmiştir.

IV. TARTIŞMA

Literatürde de üzüm çekirdeği, çörek otu ve keten tohumu ekstraktlarının antioksidan bileşikler içerdiğini bildiren çalışmalar mevcuttur.

Antioksidanlar iyi kalitede hammadde, uygun bir üretim tekniği, ambalajlama ve depolama yöntemleri ile birlikte kullanıldığında ürünün kalitesini korumakta ve gıdalardaki oksidasyonla meydana gelebilecek problemlere karşı oldukça etkili olmaktadır [14].

Jayaprakasha ve arkadaşları [15], metanol ve aseton çözücülerini kullanarak elde ettikleri üzüm ekstraktlarının antioksidatif ve antibakteriyal etkilerini araştırmışlar ve her iki çözücünün kullanımıyla da elde edilen ekstraktların belli bakteri gruplarını inhibe edici etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Anastasiadi ve arkadaşları [16], beyaz ve kırmızı üzüm çekirdeklerinden elde ettikleri ekstraktlarla yaptıkları çalışmada en yüksek 33.14 mg/g GAE ve en düşük 8,25 mg/g GAE fenolik madde miktarı elde etmişlerdir. Peng ve arkadaşları [17], üzüm çekirdeği ekstraktlarından faydalanarak ekmeğin antioksidatif özelliklerini artırmayı amaçladıkları bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma neticesinde üzüm çekirdeği ekstraktlarından faydalanarak elde ettikleri ekmeğin örneklerinde daha yüksek stabiliteye sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Kar ve arkadaşları [18], yapmış oldukları bir çalışmada Samsun yöresinde ve Mısır ülkesinde yetiştirilen çörek otu örneklerini antioksidan aktivite bakımından incelemiştir. Farklı çörek otu tohumlarından elde ettikleri ekstraktlardan ve BHA ve BHT gibi endüstride yaygın bir kullanıma sahip olan sentetik antioksidan maddelerinin, DPPH radikal süpürme gücü etkisini % olarak bildirmişlerdir. Singh ve arkadaşları [19], *Nigella sativa*'nın BHA, BHT ve PA gibi ticari olarak satılan ve endüstriyel alanda kullanımı yaygın olan antioksidanlarla karşılaştırılabilecek özellikte olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca tohumların antioksidan özelliklerinin yağa göre daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Oomah ve arkadaşları [20], bir çalışmada keten tohumunun 8-10 g/kg toplam fenolik asit, 5 g/kg esterleşmiş fenolik asit ve 3-5 g/kg eterleşmiş fenolik asit içerdiğini bildirmektedir. Toplam ve esterleşmiş fenolik asitlerin miktarları sırasıyla olmak üzere kabuksuz ve yağsız keten tohumunda ise 81 mg/100 g ve 73,9 mg/100 g'dır. Keten tohumuyla yapılan başka bir çalışmada ise keten tohumunun toplam flavonoid içeriği 35 mg/100 g ile

71 mg/100 g aralığında olduğu bildirilmiştir [21]. Oomah ve Mazza [22] ise başka bir çalışmalarında ferrulik asit eşdeğeri üzerinden keten tohumlarının toplam fenolik madde miktarının 1314 mg/100 g ve yağı alınmış keten tohumunun da 1619 mg/100 g fenolik madde ihtiva ettiğini bildirmişlerdir.

V. SONUÇLAR

Çalışmalarda ekstraksiyon yöntemleri, kullanılan çözücüler, eşdeğer olarak alınan bileşik türleri, materyal temin ve hazırlık şartları gibi değişkenler sonuçları etkilemektedir. Bu çalışmada saf su, etanol ve metanol çözücülerini ticari amaçlı satılan siyah üzüm çekirdeği tozu, çörek otu tozu ve keten tohumu tozu için antioksidan, fenolik ve flavonoid madde miktarları belirlenmiştir. Üzüm çekirdeği için antioksidan aktivite tayininde çözücüler arasında belirgin bir fark görülmezken en iyi sonuç saf su ile hazırlanan ekstraktlardan elde edilmiştir. Fenolik ve flavonoid madde miktarı için metanol çözücüsünde en yüksek değerler elde edilmiştir.

Çörek otu tozu için antioksidan aktivite tayininde en yüksek sonuç saf su çözücüsüyle hazırlanan ekstraktlardan, fenolik madde miktarı ve flavonoid madde miktarı için en yüksek değerler metanol çözücüsüyle hazırlanan ekstraktlardan elde edilmiştir.

Keten tohumu tozu için en yüksek antioksidan madde miktarı saf su ile hazırlanan ekstraktlardan, en yüksek fenolik ve flavonoid madde miktarı ise etanol çözücüsü ile hazırlanan ekstraktlardan elde edilmiştir.

Bitkiler meyve, yaprak tohum vb. yapılarında bile antioksidan bileşikler ihtiva etmektedir. Bu özelliği göz önüne alındığında yüksek oranda antioksidan bileşikler ihtiva eden bitkilerin kullanım alanları da genişlemektedir. Özellikle bitkisel üretim atıklarında kalan bu değerli bileşiklerin kullanımı sıfır atık politikası ve sürdürülebilir tarım açısından büyük önem kazanmıştır. Yüksek verimli ekstraksiyonlarla elde edilecek antioksidan bileşik ihtiva eden ekstraktlar ticari ve endüstriyel alanda büyük bir paya sahip olmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2016, www.tuik.gov.tr

- [2] Kılıç, C. & Arabacı, O. "Çörek Otu (*Nigella sativa* L.)'nda Farklı Ekim Zamanı ve Tohumluk Miktarının Verim ve Kaliteye Etkisi". *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2), 49-56, 2016.
- [3] Koşar, İ. & Abdulhabip, Ö. "Çörekotu (*Nigella sativa* L.) çeşit ve popülasyonlarının karakterizasyonu: I. Tarımsal özellikler". *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4), 533-543, 2018.
- [4] Doğmuş, D. & Durucasu, İ. "Antioxidant Activity of Phenolic Components from N-Butanol Fraction of Flaxseed Varieties". *Celal Bayar University Journal of Science*, 9(1), 47-56, 2013.
- [5] Namiki, M. "Antioxidants/antimutagens in foods" *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 29:273-300, 1990.
- [6] Kong, K.W., Amin, I., Tan, C.P. & Rajab, N.F. "Optimization of oven drying conditions for lycopene content and lipophilic antioxidant capacity in a by-product of the pink guava puree industry using response surface methodology" *LWT – Food Science and Technology*, 43 (5):729-735, 2010.
- [7] Çelik, S. A. & Ayran, İ. "Antioksidan Kaynağı Olarak Bazı Tıbbi ve Aromatik Bitkiler". *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 13(2):115-125, 2020.
- [8] Atınç, M., & Kalkan, İ. "Flavonoidler ve sağlık üzerine etkileri". *Aydın Gastronomy*, 2(1), 31-38, 2018.
- [9] Schilderman, P.A.E.L., ten Vaarwerk, F.J., Lutgerink, J.T., Van Der Wurff, A., ten Hoor F. & Kleinjans, J.C.S. "Induction of oxidative DNA damage and early lesions in rat gastro-intestinal epithelium in relation to prostaglandin H synthase-mediated metabolism of butylated hydroxyanisole." *Food Cosmet. Toxicol.* 33:2:99-109, 1995.
- [10] Bravo, L. "Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance." *Nutrition reviews* 56.11:317-333, 1998.
- [11] Singleton, V.L. & Rossi, J.A. "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents". *Am. J. Enol. Viticul.*, 16(3):144-158, 1965.
- [12] Lamaison, J.L.C. & Carnet, A. "Teneurs en Principaux Flavonoides des fleurs de *Crataegus Monogyna* Jacq et de *Crataegus Laevigata* (Poiret D. C) en Fonction de la Vegetation". *Pharmaceutica Acta Helvetia*, 65, 315-320, 1990.
- [13] Miller N.J., Diplock A.T. & Rice-Evans C.A. "Evaluation of the Total Antioxidant Activity as a Marker of the Deterioration of Apple Juice on Storage". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43 (7), 1794-1801, 1995.
- [14] Pokorny, Jan, Nelly Yanishlieva, and Michael H. Gordon, eds. *Antioxidants in food: practical applications*. CRC press, 2001.
- [15] Jayaprakasha G.K., Selvi T., Sakariah K.K. "Antibacterial and antioxidant activities of grape (*Vitis vinifera*) seed extracts" *Food Research International* 36:117-122, 2003.
- [16] Anastasiadi, M., Chorianopoulos, N. G., Nychas, G.-J. E., & Haroutounian, S. A. "Antilisterial activities of polyphenol-rich extracts of grapes and vinification byproducts". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(2): 457-463, 2009.
- [17] Peng X., Maa J., Cheng K.W., Jiang Y., Chen F., Wang M. "The effects of grape seed extract fortification on the antioxidant activity and quality attributes of bread". *Food Chemistry* 119:49-53, 2010.
- [18] Kar, Y., Sen, N., Tekeli, Y. "Samsun yöresinde ve Mısır ülkesinde yetiştirilen çörekotu (*Nigella sativa* L.) tohumlarının antioksidan aktivite yönünden incelenmesi". *Süleyman Demirel Üniv. Fen Edebiyat Fak. Fen Derg (E-Dergi)* 2: 197-203, 2007.
- [19] Singh, G., Marimuthu, P., Carola, S., Heluani, D. & Catalan, C. "Chemical constituents and antimicrobial and antioxidant potentials of essential oil and acetone extract of *Nigella sativa* seeds". *J Sci Food Agric* 85:2297-2306, 2005.
- [20] Oomah, B. D., Kenaschuk E. O. & Mazza, G., 'Phenolic Acids In Flaxseed', *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43:2016-2019, 1995.
- [21] Oomah, B.D., Mazza, G. & Kenaschuk, E.O. "Flavonoid content of flax seed. Influence of cultivar and environment". *Euphytica* 90: 163-167, 1996.
- [22] Oomah, B.D. & Mazza, G. "Effect of dehulling on chemical composition and physical properties of flaxseed". *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 30:135-140, 1997.