



**FARKLI TURP (*Raphanus sativus* L.) TİPLERİNİN
ANTIOKSİDAN KAPASİTE VE
BİYOALINABİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Merve SABUNCU



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI TURP (*Raphanus sativus* L.) TİPLERİNİN ANTIOKSİDAN KAPASİTE
VE BİYOALINABİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Merve SABUNCU

Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

TEZ ONAYI

Merve SABUNCU tarafından hazırlanan “Farklı Turp (*Raphanus sativus* L.) Tiplerinin Antioksidan Kapasite ve Biyoalınabilirliklerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN

Başkan : Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
B.U.Ü. Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza



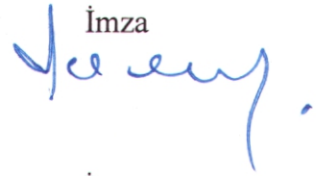
Üye : Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN
B.U.Ü. Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza



Üye : Doç.Dr. Asuman CANSEV
B.U.Ü. Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

İmza



Üye : Dr. Öğr. Üy. Dilek DÜLGER ALTINER
K.O.Ü. Turizm İşletmeciliği ve Otelcilik
Yüksekokulu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN

Enstitü Müdürü

23./2/2019

B. U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

.../.../2019

Merve SABUNCU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI TURP (*Raphanus sativus* L.) TIPLERİNİN ANTIOKSİDAN KAPASİTE VE BİYOALINABİLİRLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Merve SABUNCU

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN

Turp (*Raphanus sativus* L.), *Raphanus* cinsi ve *Brassicaceae* familyasına dahil, başlıca Çin, Japonya, Güney Asya’da yaygın olarak tüketimi yapılan ve besin içeriği zengin bir kök sebzedir. Turp, birçok farklı türde (fındık, kırmızı, beyaz, bayır), ebat ve renklerde bulunabilmektedir. Ülkemizde de genel olarak, sebze olarak tüketiminin yanında turp (*Raphanus sativus* L.), bileşiminde yer alan fitokimyasallar nedeniyle alternatif tıpta da sıklıkla kullanılmaktadır. Turpun başlıca besin içeriğini oluşturan unsurlar; diyet lif, C vitamini, protein ve kükürt bileşikleridir. Turpların bileşiminde yer alan fitokimyasallar, turp tipleri arasında farklılık gösterebildiği gibi yetiştirilme şartları, toprak yapısı, iklim koşulları, hasat zamanı gibi birçok faktöre bağlı olarak da değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada Türkiye’nin 5 farklı lokasyonda (Bursa-Gürsu, Bursa-Orhaneli, Konya, Osmaniye, Antalya) yetiştirilmiş, her bölgeden 6 farklı turp çeşidi (Bayır, kestane, japon, fındık, çin, beyaz turp) örneklerinin kimyasal özellikleri (kurumadde, kül, titre edilebilir asitlik, pH), antioksidan kapasiteleri, toplam fenol içerikleri ve antioksidan özelliklerin biyoalınabilirliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca turpların toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitelerinin saptanmasında iki farklı ekstraksiyon yöntemi (ekstrakte ve hidrolize fraksiyon) uygulanmıştır. Antioksidan kapasitenin belirlenmesi amacıyla 3 farklı antioksidan kapasite belirleme metodu (ABTS, CUPRAC, DPPH), toplam fenol içeriğinin belirlenmesi için Folin-Ciocalteu yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca turp örneklerinin biyoalınabilirliklerinin belirlenmesi için laboratuvar ortamında yapay bir mide-bağırsak sistemi oluşturularak *in-vitro* enzimatik ekstraksiyon metodu uygulanmıştır. Sonuç olarak turp örneklerinin toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitelerinin bölge ve türe bağlı olarak değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Özellikle antioksidan özelliği ve biyoalınabilirliği yüksek olan turp tiplerinin, günlük diyetlerde yer alması ile insan sağlığı üzerinde olumlu etkiler gösterebileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Raphanus sativus* L., turp, toplam fenol içeriği, antioksidan kapasite, biyoalınabilirlik

2019, ix + 90 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF ANTIOXIDANT CAPACITY AND BIOAVAILABILITY OF DIFFERENT TYPES OF RADISH

Merve SABUNCU

Bursa Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN

Radish (*Raphanus sativus* L.), belongs to *Raphanus* genus and *Brassicaceae* (*Cruciferae*) family, mainly used in China, Japan, South Asia, it is a root vegetable which is widely consumed and rich in nutrient content. Radish vegetables can be found in many different types (nuts, red, white, black), sizes, and colors. In addition to its consumption as vegetables in our country, radish is widely used in alternative medicine because of its high content of phytochemicals. The main nutritional content of radish; dietary fiber, vitamin C, protein and sulfur compounds. Radishes phytochemical substances in the composition may vary between radish varieties such as it can change depending on many factors as cultivation conditions, soil structure, climatic conditions, harvest time. The aim of this study was to investigate chemical properties (dry matter, ash, titratable acidity, pH), total phenolic content, antioxidant capacity and their bioaccessibility of six radish genotypes (black, chestnuts, Japanese, nuts, china, white radish) obtained from five locations (Bursa-Gürsu, Bursa-Orhaneli, Konya, Osmaniye, Antalya) in Turkey. Also, the assays of total phenol content and antioxidant capacity were prepared two different extractions (extractable and hydrolyzable fraction) methods. Total phenolic content was analyzed using Folin–Ciocalteu assay and antioxidant capacities were used 3 different (CUPRAC, ABTS, DPPH) methods. Also, for the determination of bioaccessibility, radishes were processed by an in vitro digestive enzymatic extraction that mimics the conditions in the gastrointestinal tract. As a result, total phenol content, and antioxidant capacity of radish samples were determined to vary depending on region and genotypes. The obtained data were evaluated statistically and it was determined that the radish samples with high nutritional properties and high bioavailability could have positive effects on health.

Keywords: *Raphanus sativus* L., radish, total phenol content, antioxidant capacity, bioaccessibility

2019, ix + 90 sayfa.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca her zaman yanımda olan, değerli bilgilerini benimle paylaşan, tez çalışması aşamasında desteğini esirgemeyen ve sadece tez çalışmamda değil bu süre zarfında hayatımın her anında danışmanım olan sevgili hocam Doç. Dr. Yasemin ŞAHAN'a,

Hayatım boyunca ihtiyaç duyduğum her an her türlü imkânı bana sağlayan, bu günlere gelmemin en büyük mimarı olan ve evlatları olmaktan gurur duyduğum canım babam Yılmaz ATEŞ, canım annem Filiz ATEŞ ve bu süreçteki en büyük destekçim kardeşim Mine Ateş'e,

Ve hayatıma girdiğı günden beri onu güzelleştiren, sabırla, sevgiyle her zaman yanımda olan eşim Süleyman SABUNCU' ya sonsuz teşekkürler.

Merve SABUNCU

.../.../2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ	1
2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1.Turp (<i>Raphanus sativus</i> L.).....	4
2.1.1.Turpun morfolojik özellikleri ve ekolojik istekleri.....	4
2.1.2. Türkiye’de turp yetiştiriciliği	5
2.1.3. Turpun besin içeriği ve sağlık üzerine etkileri.....	6
2.2. Serbest radikaller.....	10
2.3. Antioksidan bileşikler	12
2.4. Fenolik bileşikler.....	15
2.5. Biyoalınabilirlik	17
2.6. Toplam fenol içeriği.....	18
2.7. Antioksidan kapasite yöntemleri.....	19
2.7.1.ABTS yöntemi	21
2.7.2.CUPRAC yöntemi.....	22
2.7.3.DPPH yöntemi	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM	25
3.1. Materyal	25
3.2. Yöntem.....	26
3.2.1. Kuru madde tayini.....	26
3.2.2. Kül miktarı tayini	26
3.2.3. Titre edilebilir asitlik tayini.....	26
3.2.4. pH tayini.....	27
3.2.5. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu	27
3.2.6 Toplam fenol içeriğinin belirlenmesi	29
3.2.7 Antioksidan kapasitenin belirlenmesi	30
3.2.8. İstatistik analiz	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	34

4.1. Kurumadde tayini.....	34
4.2. Kül miktarı tayini	35
4.3. pH tayini.....	36
4.4. Titre edilebilir asitlik tayini.....	36
4.5. Toplam fenol içeriği	38
4.6. Antioksidan kapasite sonuçları	43
4.6.1. ABTS yöntemi	43
4.6.2. CUPRAC yöntemi.....	49
4.6.3. DPPH yöntemi	54
4.7. Biyoalınabilirlik	60
5. SONUÇ	68
KAYNAKLAR	69
EKLER.....	69
EK 1 Kurumadde Miktarı (%) ANOVA tablosu.....	77
EK 2 Kül Miktarı (%) ANOVA tablosu.....	77
EK 3 pH değerleri ANOVA tablosu.....	78
EK 4 Titre Edilebilir Asitlik (%) ANOVA tablosu.....	78
EK 5 Ekstrakte edilebilir fraksiyonlar için toplam fenol içeriği (mg GAE/100g) ANOVA tablosu.....	79
EK 6 Hidrolize edilebilir fraksiyonlar için toplam fenol içeriği (mg GAE/100g) ANOVA tablosu.....	79
EK 7 Toplam fenol içeriği (mg GAE/100g) ANOVA tablosu.....	80
EK 8 Ekstrakte edilebilir fraksiyonların ABTS yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu.....	80
EK 9 Hidrolize edilebilir fraksiyonların ABTS yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu.....	81
EK 10 ABTS yöntemine göre toplam antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu.....	81
EK 11 Ekstrakte edilebilir fraksiyonların CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu.....	82
EK 12 Hidrolize edilebilir fraksiyonların CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu.....	82

EK 13 CUPRAC yöntemine göre toplam antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu.....	83
EK 14 Ekstrakte edilebilir fraksiyonların DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu.....	83
EK 15 Hidrolize edilebilir fraksiyonların DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu.....	84
EK 16 DPPH yöntemine göre toplam antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu.....	84
EK 17 Biyoalınabilir fraksiyonların toplam fenol içeriği (mg GAE/100g) ANOVA tablosu.....	85
EK 18 Biyoalınabilir fraksiyonların ABTS yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu.....	85
EK 19 Biyoalınabilir fraksiyonların CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu.....	86
EK 20 Biyoalınabilir fraksiyonların DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu.....	86
EK 21 Toplam fenol içeriği %biyoalınabilirlik ANOVA tablosu.....	87
EK 22 ABTS yöntemine göre %biyoalınabilirlik ANOVA tablosu.....	87
EK 23 CUPRAC yöntemine göre %biyoalınabilirlik ANOVA tablosu.....	88
EK 24 DPPH yöntemine göre %biyoalınabilirlik ANOVA tablosu.....	88
ÖZGEÇMİŞ	89

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde Değer
°C	Santigrat Derece
μ g	Mikrogram
μ L	Mikrolitre
μ mol	Mikromol
g	Gram
mg	Miligram
mL	Mililitre

Açıklama

Kisaltmalar

ABTS	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite
DPPH	% Serbest radikal yakalama aktivitesi
CUPRAC	Bakır (II) indirgeyici antioksidan kapasite
LSD	Least Significant Difference (En küçük önemli fark)
Max	Maksimum
Min	Minimum
Dk	Dakika
Ort.	Ortalama
SD	Standart sapma

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Antioksidanların sınıflandırılması	14
Şekil 2.2. Biyoyararlılığı etkileyen faktörler.....	18
Şekil 2.3. ABTS molekülünün kimyasal yapısı	21
Şekil 2.4. Troloks molekülünün kimyasal yapısı	22
Şekil 2.5. Cu(II)-neokuproin [Cu(II)-Nc] reaktifinin antioksidanla tepkimesi.....	22
Şekil 2.6. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalinin formülü	23
Şekil 3.1. Kullanılan turp tipleri.....	25
Şekil 4.1. Ekstrakte edilebilir fraksiyonlar için kalibrasyon grafiği	38
Şekil 4.2. Hidrolize edilebilir fraksiyonlar için kalibrasyon grafiği	38
Şekil 4.3. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre ekstrakte edilebilir fraksiyonların toplam fenol içeriği (mg GAE/100g).	39
Şekil 4.4. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre hidrolize edilebilir fraksiyonların toplam fenol içeriği (mg GAE/100g).	40
Şekil 4.5. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre toplam fenol içeriği (mg GAE/100g)....	41
Şekil 4.6. Ekstrakte edilebilir fraksiyonlar için ABTS yöntemine ait kalibrasyon grafiği	44
Şekil 4.7. Hidrolize edilebilir fraksiyonlar için ABTS yöntemine ait kalibrasyon grafiği	44
Şekil 4.8. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre ekstrakte edilebilir fraksiyonlarının ABTS yöntemine ait antioksidan kapasite değerleri.	45
Şekil 4.9. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre hidrolize edilebilir fraksiyonlarının ABTS yöntemine ait antioksidan kapasite değerleri.	46
Şekil 4.10. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre ABTS yöntemine ait toplam antioksidan kapasite değerleri.	47
Şekil 4.11. Ekstrakte edilebilir fraksiyonlar için CUPRAC yöntemine ait kalibrasyon grafiği	49
Şekil 4.12. Hidrolize edilebilir fraksiyonlar için CUPRAC yöntemine ait kalibrasyon grafiği	50
Şekil 4.13. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre ekstrakte edilebilir fraksiyonlarının CUPRAC yöntemine ait antioksidan kapasite değerleri.	54
Şekil 4.14. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre hidrolize edilebilir fraksiyonlarının CUPRAC yöntemine ait antioksidan kapasite değerleri.	54
Şekil 4.15. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre CUPRAC yöntemine ait toplam antioksidan kapasite değerleri.	52
Şekil 4.16. Ekstrakte edilebilir fraksiyonlar için DPPH yöntemine ait kalibrasyon grafiği	54
Şekil 4.17. Hidrolize edilebilir fraksiyonlar için DPPH yöntemine ait kalibrasyon grafiği	54
Şekil 4.18. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre ekstrakte edilebilir fraksiyonlarının DPPH yöntemine ait antioksidan kapasite değerleri.	55
Şekil 4.19. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre hidrolize edilebilir fraksiyonlarının DPPH yöntemine ait antioksidan kapasite değerleri.	56
Şekil 4.20. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre DPPH yöntemine ait toplam antioksidan kapasite değerleri.	57

Şekil 4.21. Turp tiplerinin toplam antioksidan kapasitelerinin farklı antioksidan kapasite yöntemlerine göre değişimi	59
Şekil 4.22. Toplam fenol içeriğinin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği.....	61
Şekil 4.23. ABTS yönteminin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği	61
Şekil 4.24. CUPRAC yönteminin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği	62
Şekil 4.25. DPPH yönteminin biyoalınabilirliğine ait kalibrasyon grafiği	62
Şekil 4.26. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre toplam fenol içeriğine ait % biyoalınabilirlik değerleri.	64
Şekil 4.27. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre ABTS yöntemine ait % biyoalınabilirlik değerleri.	64
Şekil 4.28. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre CUPRAC yöntemine ait % biyoalınabilirlik değerleri.	65
Şekil 4.29. Turp tiplerinde tiplere ve lokasyonlara göre DPPH yöntemine ait % biyoalınabilirlik değerleri.	65



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Türkiye’de turp tiplerine göre üretim miktarları.....	6
Çizelge 2.2. Turpun besin içeriği	7
Çizelge 2.3. Turpların mineral ve vitamin içerikleri ile ilgili çalışmalar.....	9
Çizelge 2.4. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması	16
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan turp tipleri.....	25
Çizelge 4.1. Turp örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları	37
Çizelge 4.2. Turp tiplerinin toplam fenol içeriği.....	40
Çizelge 4.3. ABTS yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları	48
Çizelge 4.4. CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları	53
Çizelge 4.5. DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları.....	58
Çizelge 4.6. Turp tiplerinin antioksidan özelliklerinin biyoalınabilirlikleri	63

1.GİRİŞ

İnsanoğlu yaşamını devam ettirebilmek için çeşitli bileşenleri içeren gıdalar tüketmek zorundadır. Bu gıdalar insan vücudunda gerçekleşen kimyasal tepkimeler için gerekli enerjiyi sağlamanın yanında, vücut hücrelerinin oluşması ve yenilenmesi için gerekli olan bileşenleri de sağlamaktadır. Bu gıdaların yeterli alınması hastalıkların oluşumunu engellemenin yanında bazı hastalıkları tedavi edici özelliklerinden de yaygın olarak faydalanılmaktadır. Sağlığın korunması amacıyla meyve ve sebzelerden yararlanmak insanlık tarihi kadar eski bir geçmişe sahiptir. Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization- WHO) raporları, insanların zamanları ve ekonomik güçlerinin önemli bir kısmını sağlıksız beslenme sonucu oluşan hastalık ve sorunlarını çözebilmek için harcadıklarını bildirmektedir. Bu raporlar sağlıklı ve zinde bir yaşam için taze sebze ve meyvelerin tüketilmesini önermektedir.

Vücuttaki fizyolojik dengenin sağlanmasında çok önemli rol oynayan ve beş ana besin grubu içerisinde yer alan meyve ve sebzeler içerdikleri vitamin, diyet lif, protein, mineral madde, antioksidan bileşikler ve prebiyotikler bakımından insan beslenmesinde önemli etkiye sahiptir. Birçok araştırmacıya göre, meyve ve sebzelerin insanlar üzerindeki hastalıklara karşı olan olumlu etkileri başlıca bileşimlerinde bulunan antioksidan bileşiklerden özellikle de fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Orak 2007). Fenolik bileşiklere ve diğer antioksidanlara karşı olan ilgi, son yıllarda kayda değer bir şekilde artmıştır (Silva ve ark. 2007). Bitkisel kimyasallar olarak adlandırılan, meyve ve sebzelerde bulunan fitokimyasalların (ikincil metabolitler) dengeli ve yeterli alımının insan sağlığına olan olumlu etkileri herkes tarafından kabul görmektedir (Chiang ve ark. 1998, Trenerry ve ark. 2006). Organizmanın fizyolojik fonksiyonu sırasında oluşan reaktif oksijen ürünlerinin neden olduğu yan etkiler bitkisel kaynaklardan yeterli antioksidan alımı ile geciktirilebilir. Bu nedenle doğal antioksidan kaynaklarının daha sık tüketimine dair çalışmalar giderek artmıştır (Contini ve ark. 2012).

Ülkemizde yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan turp çeşitleri yüksek besleyici değerlerinin yanında hastalıklara karşı olan koruyucu etkileriyle de bilinmektedir. Türkiye’de birçok turp türü yetiştirilmekle birlikte en çok yetiştirilen türler fındık turpu, kestane turpu, japon turpu ve bayır turpudur. Devlet İstatistik Enstitüsü verilerine göre Türkiye’de turp üretim

miktarı yıllara göre farklılık göstermekle birlikte ortalama 190 000 ton civarındadır (TÜİK 2018).

Turp, ülkemizde çiğ olarak sıklıkla tüketilen bir serin iklim sebzesidir. Turpun kuru madde miktarı birçok faktöre bağlı olarak oldukça farklılık göstermektedir. Bu farklılık turp çeşitlerine göre değiştiği gibi, yetiştirme zamanı, yetiştirme yeri gibi yetiştirme koşullarından da kaynaklanabilir. 100 g taze turpta ortalama %5-10 kuru madde, %0.6-0.8 protein ve %4.4-6.8 karbonhidrat bulunmaktadır. Şeker oranı bazı çeşitlerde %3-4'e kadar çıkabilmektedir (Kaymak 2006).

Turpun, beslenme yanında insan sağlığı açısından büyük önemi vardır. Turp, mide ve bağırsakları çalıştırarak sindirimi kolaylaştırmaktadır. Ayrıca üst solunum yolu hastalıklarında sıklıkla kullanılan bayır turpu suyu iyi bir balgam söktürücüdür. Ayrıca öksürük şuruplarının çoğunun içine beyaz turp suyu ekstraktı bulunmaktadır. Turpun diğer etkilerinin yanında mesane hastalıkları, romatizma, migren ve cinsel gücü artırma amaçlarıyla kullanıldığı da bilinmektedir (Günay 2005a).

Gıdaların içerdiği toplam antioksidan miktarından çok, bu antioksidan bileşiklerin vücudumuz tarafından kullanılma oranı yani biyoyararlılıkları önemlidir. Çünkü sebze ve meyvelerde bulunan antioksidan bileşiklerinin tamamı vücut tarafından alınamamakta ve metabolik reaksiyonlara katılamamaktadır. Biyoyararlılık gıdalarda var olan besin maddelerinin mide-bağırsak sisteminde çözülebilen, bağırsak tarafından emilebilen ve vücut fonksiyonlarında kullanılabilen miktarıdır (Rebelleto ve ark. 2015). Ancak biyoyararlılık analizleri oldukça zahmetli, masraflı ve *in-vivo* koşullarda gerçekleştirildiği için etik kaygılar taşımaktadır. Bu nedenle biyoyararlılık analizinin belirlenmesinde yol gösterici olması amacıyla biyoalınabilirlik analizleri yapılmaktadır. Biyoalınabilirlik; besin maddelerinin, laboratuvar koşullarında yapay olarak oluşturulan sindirim sisteminden (GI) geçirildikten sonra bağırsaklardan emilebilme potansiyelindeki bileşenlerin belirlenmesidir. Kısacası besin maddesinin bağırsaktan emilen miktarıdır.

Besleyici değeri yüksek sebzeleri araştırmaya yönelik çalışmalar gün geçtikçe büyük önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'de yetiştirilmesi son derece kolay ve yaygın olan turp çeşitlerinin kimyasal bileşimi, toplam fenol içerikleri ve antioksidan

kapasitelerinin belirlenmesinin yanında bunların biyoalınabilirliklerinin de saptanması ve elde edilen veriler ile tipler arası kıyaslama yapılması amaçlanmıştır. Ülkemizde birçok bölgede yetiştirilmesine rağmen, turp tiplerinin kimyasal bileşimi ve antioksidan özellikleri ile ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bunun yanında biyoalınabilirlikleri ile ilgili ise bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle turpun antioksidan kapasitesini belirlemede ABTS (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit), CUPRAC (bakır iyon indirgeme antioksidan kapasitesi), DPPH (2,2'-difenil-1-pikrilhidrazil) metodları olmak üzere 3 farklı troloks eşdeğeri antioksidan kapasite tayin yöntemi (TEAC) kullanılarak yöntemler arası kıyaslama yapılmıştır.



2.KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Turp (*Raphanus sativus* L.)

Turp (*Raphanus sativus* L.), çoğunlukla etli gevrek kökleri çiğ olarak salatalarda, kurutulmuş veya konservesi yapılarak tüketilen ve botanik olarak *Brassicaceae* (*Cruciferae*) familyasının *Raphanus* cinsi ve *sativus* türüne ait dünya genelinde bilinen bir kök sebzedir. Turpgiller (*Cruciferae*) familyası marul, lahanası, brokoli, brüksel lahanasının da dahil olduğu 338 cins ve 3700 türün yer aldığı ekonomik öneme sahip zengin bir familyadır (Al-Shehbaz ve ark. 2006; Hanlon ve Barnes 2011).

Turpun ana vatanı tam olarak bilinmemekle birlikte Orta Asya, Hindistan ve Doğu Asya olduğu düşünülmektedir (Coogan ve ark. 2001). Yetiştiriciliği ise dünya genelinde daha çok Çin, Japonya, Kore’de yaygın olarak yapılmaktadır. Avrupa’da ise Asya’dakinden daha sonraki yıllarda tüketimi ve yetiştiriciliği yaygınlaşmıştır. Turp ülkemizde çoğunlukla yemeklerle birlikte çiğ veya salatalara karıştırılarak tüketilmekte ancak Güneydoğu Asya ve Avrupa ülkelerinde ise çiğ tüketimin yanında daha çok konservesi ve pişirilerek sebze yemeği olarak da kullanılmaktadır.

2.1.1.Turpun morfolojik özellikleri ve ekolojik istekleri

Cruciferae familyasının bir üyesi olan turpların kök kısımları farklı renk ve şekillere sahiptir. Turpların şekli yuvarlak olabildiği gibi ince uzun silindirik-konik yapıda ve rengi ise beyaz, siyah, pembe, erguvani ve karışık renklerde olabilir. Genel olarak, diğerlerine göre nispeten daha küçük ve kırmızı-pembe köklere sahip olanlar fındık turpu, yuvarlak beyaz renkte olanlara kestane turpu; silindirik yapılı ince uzun beyaz kestane turpuna japon turpu, büyük yuvarlak siyah renkte olanlar ise bayır turpu olarak bilinmektedir (Vural ve ark. 2000).

Turpların ebatları yetiştirildiği bölgenin iklimine ve toprak koşullarına göre farklılıklar gösterebildiği gibi ekim sırasındaki tohumların sıklık aralıklarına göre de ebatları oldukça farklılık göstermektedir (Pakyürek ve ark. 1994; Duman ve Tuncay 1996). Ortalama

findık turplarında çap 3-6 cm, uzunluğu 2-3 cm'dir. Bayır turplarında ise çap 5-15 cm, boy 5-20 cm arasında olabilmektedir. Ülkemizde yetiştirilen findık turplarında ağırlık küçük yuvarlaklarda 5-40 g; uzun tiplerde 120-150 g; kestane turplarında 100-150 g; bayır turplarında ise 200-2000 g arasında değişebilmektedir (Anonim 2017).

Turplar, *Cruciferae* familyasında olduğu gibi ılık ve serin iklim sebzesidir. Genellikle ılıman ortamlarda, kısa sürede yetişen turpun ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ekimi yapılmaktadır. Turplar yüksek sıcaklık ve soğukta gelişemezler, tohumların ekimden sonraki çimlenme aşamasında sıcaklığın optimum 12-15 °C, çimlenme sonrası gelişme dönemlerinde ise 14-15 °C olması gerekmektedir. Kuru madde oranının en uygun olacağı sıcaklık ise 14-16 °C'dir. Gün uzunluğunun da turp oluşumu ve çiçeklenme üzerinde etkisi vardır. Uzun gün şartları bitkide çiçeklenmeyi teşvik ederken kök oluşumunu geciktirmekte hatta hiç kök oluşturmamaktadır (Kang ve Wan 2005; Balooch ve ark. 2014).

Turp, toprak istekleri bakımından seçicidir, genelde derin, geçirgen, hafif toprakları sevmektedir. Toprak yapısının ağırlaşması turpta şekil bozukluklarına, çatlama ve acılaşmaya neden olabilmektedir. Bu nedenle killi ve ağır topraklar yetiştiricilik için kullanılamaz. Turp yetiştirilecek toprağın pH derecesi 6.0–7.4 arasında olmalı ve toprakta yeterli suyun bulunması gerekmektedir. Turp su ihtiyacı açısından *Cruciferae* familyasındaki sebzeler içinde en yüksek olanıdır. Sulamanın düzenli yapılması gereklidir ve suyun yetersiz olduğu durumlarda turpta çatlama meydana gelmektedir. (Park ve Fritz 1984; Anonim 2009).

2.1.2. Türkiye’de turp yetiştiriciliği

Dünya’da turp üretimi ortalama 7 milyon ton/yıl civarında olup üretimi tüm sebze üretimi içerisinde %2’lik bölümünü oluşturmaktadır (Kopta ve Pokluda 2013). Türkiye’de ise turp üretim miktarı yıllara göre farklılık göstermekle birlikte ortalama 190 000 ton civarındadır (Çizelge 2.1). Türkiye’de hemen her bölgesinde turp yetiştiriciliği yapılmakla birlikte; üretim ağırlıklı olarak Akdeniz bölgesinde Osmaniye,

Kahramanmaraş, Hatay ve Konya illerinde yoğunlaşmıştır. Ülkemizdeki turp üretiminin %65-70'i Osmaniye'de (Kadirli) gerçekleşmektedir (TÜİK 2018).

Çizelge 2.1.Türkiye’de turp tiplerine göre üretim miktarları (TÜİK 2018)

Yıllar	Turp Üretim Miktarı (ton)			Toplam
	Turp (Bayır)	Turp (Kırmızı)	Turp (Beyaz)	
2014	21.938	169.935	1.115	192.988
2015	14.944	179.660	5.645	200.249
2016	14.109	179.353	5.826	199.288
2017	14.444	178.344	5.913	198.701
2018	14.003	177.067	5.914	196.984

2.1.3. Turpun besin içeriği ve sağlık üzerine etkileri

Turp (*Raphanus sativus* L.), insanların sebze tüketimini karşılamada önemli yer tutan ve besin içeriği bakımından zengin bir sebzedir (Wang ve He 2005). Turpların kimyasal içeriği Çizelge 2.2’de görülmekte olup, tipler arasında farklılıklar göstermekle birlikte yetiştirilme şartları, iklim koşulları, hasat zamanı ve tohum çeşidi gibi birçok faktöre bağlı olarak da değişmektedir (Ramulu ve Rao 2003). Turpun yüksek askorbik asit, folik asit, potasyum, magnezyum ve kalsiyum içeriğinin yanında iyi bir riboflavin ve B₆ vitamini kaynağı olduğu bildirilmektedir (Zohary ve Hopf 2000). Turpların kurumadde miktarı kalitesini doğrudan etkilemektedir (Ramulu ve Rao 2003). Kuru madde miktarı çeşitler arası farklılık gösterse de ortalama %5-9 arasında değişmektedir. Fındık turpunda yapılan bir çalışmaya göre titre edilebilir değeri %0.06-0.09 aralığında olduğu bildirilmiştir (Akan ve ark. 2012).

Ayrıca farklı turp çeşitleri ile yapılan çalışmada 100 g turpta %90-95 su, %5-10 kuru madde, 17 Kcal enerji, 1 g protein, 0.1 g yağ, 3.6 g karbonhidrat, 10 IU A vitamini, 26 mg C vitamini, 0.03 mg tiamin, 31 mg fosfor, 322 mg potasyum bulunduğunu bildirmiştir (Kaymak 2006).

Çizelge 2.2.Turpun besin içeriği (Anonim 2019)

Besin içeriği	Besin Değeri
Enerji	16 kcal/100g
Su	95.27 mg/100g
Karbonhidrat	3.40 g
Protein	0.68
Toplam Yağ	0.10
Kolesterol	0 mg
Diyet Lif	1.6 g
Toplam Şeker	1.86 g
Mineraller	
Kalsiyum, Ca	25 mg
Demir, Fe	0.34 mg
Magnezyum, Mg	10 mg
Fosfor, P	20 mg
Potasyum, K	233 mg
Sodyum, Na	39 mg
Çinko, Zn	0.28 mg
Vitaminler	
Askorbik asit, C	14.8 mg
Tiamin	0.012 mg
Riboflavin	0.039 mg
Niasin	0.254 mg
Piridoksin, B6	0.071 mg
Folik asit	25 µg
Vitamin A, IU	7 IU
Vitamin E (alfa-tokoferol)	0 mg
Vitamin K1 (filokinon)	1.3 µg

Günay (2005a) 100 g turpta kalori değerinin 14-32 g olduğunu, 30 IU A vitamini, 0.05-0.06 mg B1 vitamini, 0.02-0.04 mg B2 vitamini, 0.1-0.4 mg Niasin, 17-20 mg C vitamini, 196 mg magnezyum, 20 mg fosfor, 10 mg potasyum, 0.68 mg çinko, 0.15 mg manganez bulunduğunu belirtmiştir.

Kartal (2007) ayrıca turpun şeker oranının bazı çeşitlerde %3-4'e kadar çıkabildiğini, 100 g turpta 30 IU A vitamini, 0.05-0.06 mg B1 vitamini, 0.02-0.04 mg B₂ vitamini, 17-20 mg C vitamini, 0.15 mg Mn, 0.68 mg Zn olduğunu ifade etmiştir.

Turpun mineral ve vitamin içeriği ile ilgili yapılan birçok çalışma bulunmaktadır (izelge 2.3). Yapılan çalışmalara göre taze olarak tükettiğimiz turp aynı zamanda yüksek oranda vitamin ve mineral kaynağı olduğu görülmektedir (Akan ve ark. 2013).

Turpun insan sağlığına olan etkileri çok eski zamanlardan beri bilinmektedir. Tmr (1991) eski kayıtları incelemiş ve turpun halk hikyelerindeki yerinden bahsetmiştir. Hikyelerden birinde: Lokman Hekim gezgin hekimlik yaptığı sıralarda Turfan'a gelmiş ve Turfan'ın her yerinde turp ekili olduğunu görünce; "Bu yurdun insanları hastalanmaz çünkü burada turp çok, o yüzden burada kalıp hekimlik yapamam gerek yok" diyerek gittiği anlatılmıştır.

Son yıllarda turpun alternatif tedavi olarak kullanımına yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Turpun; sindirim sistemi düzenleyici, mide rahatsızlarını giderici ve iştah açıcı özelliği bulunduğu bildirilmiştir (Nadkarni 1976; Kapoor 1990). Mide ve bağırsak rahatsızlıklarında sindirimi kolaylaştırdığı, diyet lif içeriği ile kabızlığa da iyi geldiği de rapor edilmiştir (Ramulu ve Rao 2003). İltihap sökücü ve enfeksiyon giderici özelliklerinden dolayı astım semptomları üzerinde oldukça etkili sonuçlar vermektedir ayrıca bu özelliklerinden dolayı öksürük şuruplarına beyaz turp ekstraktlarının katıldığı bilinmektedir (Lu ve ark. 2008). Romatizma, damar sertliği ve migren gibi hastalıklara da etki ettiği belirlenmiştir (Günay 2005b).

Çizelge 2.3.Turplarin mineral ve vitamin içerikleri ile ilgili çalışmalar

Bileşen	Miktarı (mg/100 g)	Kaynak
Potasyum	0.26-0.33	Kopta ve Pokluda (2013)
	0.25	Matportalen (2006)
	0.36	Jurica (2008)
	0.32	Kopec (1998)
Sodyum	13.90-23.80	Kopta ve Pokluda (2013)
	32.00	Kopec (1998)
	18.00	Kaymak (2006)
	63.50	Günay (2005a)
	13.50-16.40	Jurica (2008)
Kalsiyum	12.60-15.70	Kopta ve Pokluda (2013)
	17.60	Jurica (2008)
	22.00	Matportalen (2006)
	30.00	Kaymak (2006)
	30.00-50.00	Kartal (2007)
	51.60	Kopec (1998)
Magnezyum	8.70-11.70	Kopta ve Pokluda (2013)
	Kas.80	Jurica (2008)
	26.00	Kopec (1998)
Demir	1.00	Kaymak (2006)
Çinko	0.68	Kartal (2007)
	14.16	Lu ve ark. (2008)
	17.50	Kopec (1998)
	8.70-34.70	Koudela ve Petrikova (2008)
	30.80-31.70	Heinonen ve ark. (1989)
B vitamini	0.05-0.06	Kartal (2007)
β-karoten	0.072	Heinonen ve ark. (1989)
Niasin	0.10-0.40	Günay (2005a)
	0.10	Kartal (2007)
Riboflavin	0.03	Kaymak (2006)

Oksidatif kaynaklı hasarı önemli düzeyde azalttığı, DNA sarmal kırılmalarını önlediği ve bu etkilerinden dolayı mesane kanseri gibi bazı kanser türlerini önleyici etkisi kabul edilmiştir (Hammond ve ark. 1997; Günay 2005a). Ayrıca turp ekstraktından elde edilen bileşenlerin kanserli hücre hatlarında potansiyel kemoterapik etkiye sahip olduğu ve ilgili genleri devreye sokarak hücre ölümünü uyardığı belirlenmiştir (Beevi ve ark. 2010).

Turplarda etken olan glukozinolat, ‘glucoraphasatin (GRH)’, total glukozinolatların büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Araştırmalar ‘raphasatinin’ maddesinin, detoksifikasyon enzimlerini uyardığını (Hanlon ve ark. 2007), antioksidan olarak görev yaptığını (Papi ve ark. 2008), çoklu kanser hatlarında kemoterapi etkisi yaptığını (Barillari ve ark. 2008) ve antimutajenik etkileri olduğu bildirilmiştir (Nakamura ve ark. 2001). Turp ve çin lahanası tüketmenin; menopoz sonrası dönemdeki kadınlarda meme kanser riskini önemli derecede azalttığı saptanmıştır. Hâla Güney Asya’da mide ve bağırsak, dolaşım sistemi, safra, karaciğer ve solunum sistemi rahatsızlıklarında geleneksel tedavi edici bir sebze olarak turptan faydalanılmaktadır (Nadkarni 1976; Vargas ve ark. 1999; Akan ve ark. 2013).

2.2. Serbest Radikaller

Serbest radikaller/oksidanlar, dış orbitallerinde bir veya daha fazla eşlenmemiş elektron taşıyan, kısa ömürlü, reaktif atom veya moleküller olup eşlenmemiş elektronları nedeniyle kararlı duruma geçmek isteyen moleküllerdir. Bu nedenle, kararlı bileşiklerden elektron alarak onları da radikallere dönüştürmektedirler (Choi ve ark. 2004; Gökpınar ve ark. 2006). Molekül alabilir veya molekül verebilirler böylece hücre yıkımına yol açarak önemli moleküllere de zarar verebilirler. Tüm hücrelere zarar verebilme potansiyeline sahip olmasıyla beraber başlıca hedefleri; lipitler, nükleik asitler ve proteinlerdir (Mohammed ve ark. 2015). Başka moleküller ile çok kolay bir şekilde elektron alışverişine girebilen bu maddelere oksidan moleküller veya reaktif oksijen partikülleri de denilmektedir (Çavdar ve ark. 1997). Serbest radikaller genel olarak reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif nitrojen türleri (RNS) olmak üzere oksijen ve nitrojen kaynaklı olabilmektedirler (Karabulut ve Gülay 2016).

Reaktif oksijen türleri (ROS)

- Hidrojen radikali (H[•])
- Hidroksil radikali ([•]OH)
- Hidrojen peroksit (H₂O₂)
- Süperoksit (O₂^{•-})
- Peroksil (ROO[•])

Reaktif nitrojen türleri (RNS)

- Nitrojen Oksit (NO)
- Nitrojen Dioksit ($\cdot\text{NO}_2$)
- Peroksi nitrit (ONOO^-) (Wiseman ve Halliwell 1996).

Yaklaşık %1-3 oksijen, vücutta reaktif oksijen türlerine dönüştürülebilmektedir. Mitokondri tarafından, büyüyen hücrelerde sürekli olarak üretilen üç önemli reaktif oksijen türü, süperoksit radikali, hidrojen peroksit ve hidroksil radikali normal metabolik ürünlerdir. Ayrıca vücudumuzda hücresel koşullarda gerçekleşen birçok biyokimyasal tepkimede de ciddi miktarlarda radikaller üretilmektedir.

Radikaller başlıca 3 temel mekanizma ile oluşmaktadır (Kılınç ve Kılınç 2002; Seifried ve ark. 2007). Bunlar;

- Kovalent bağlı normal bir molekülün, her bir parçasında ortak elektronlardan birisinin kalarak homolitik bölünmesi
- Normal molekülden tek bir elektronun kaybı veya bir molekülün heterolitik bölünmesi. Heterolitik bölünmede kovalent bağı oluşturan her iki elektron, atomların birinde kalır
- Normal bir moleküle tek bir elektronun eklenmesi

Biyolojik sistemlerde serbest radikaller, en fazla elektron transferi sonucu meydana gelmektedirler (Akkuş 1995). Radikallerin reaktivitesi oldukça değişkendir fakat radikaller, radikal olmayan yapılara göre daha az kararlıdır ve serbest radikaller oluşuktan sonra hem başka radikallerle hem de başka moleküllerle reaksiyona girebilirler. Bu reaksiyonların hızı ve seçiciliği, radikal yoğunluğu, moleküldeki zayıf bağların varlığı gibi etkenlere bağlı olarak değişmektedir (Gümüş 2007). Bu türde vücudumuzda biyokimyasal olaylar sonucu meydana gelen serbest radikallere endojen kaynaklı serbest radikaller denmektedir.

Düzensiz beslenme, hava kirliliği, pestisitler, sigara ve alkol kullanımı, stres halinde vücutta artan katekolamin oksidasyonu, manyetik alan, radyasyon gibi bazı faktörler belirli düzeyde serbest radikal oluşumuna sebep olmaktadır (Gilbert ve Colton 2002;

Choe ve Min 2006). İyonize ve non-iyonize radyasyon, metal iyonları, sisplatin, bleomisin, siklosporin gibi antineoplastik ilaçlar ve bunun gibi daha pek çok kimyasal madde canlı organizmada serbest radikal oluşturan eksojen kaynaklardır (Drisko ve ark. 2003; Von Sonntag 2006).

Serbest radikallerin elektronları, hücredeki diğer kararlı veya kararsız moleküllerle etkileşime girerek oksidatif stres (oksidatif hasar) meydana getirirler. Oksidatif stres, kısaca organizmadaki pro-oksidan ve antioksidan dengenin bozulması olarak tanımlanmaktadır. Serbest radikaller vücut hücrelerindeki lipitlere, proteinlere özellikle de DNA sarmalı üzerindeki nükleik asitlere zarar vermekte ve bunun sonucunda kronik hastalıklar, diyabet, karaciğer hastalıkları ve tahribatı, kanser gibi birçok hastalıklara yol açmaktadır (Velioğlu 2000).

2.3. Antioksidan Bileşikler

Reaktif oksijen türlerinin oluşumunu ve bu maddelerin meydana getirdiği hasarları engellemek ve detoksifikasyonu sağlamak üzere vücutta farklı mekanizmalarda görev yapan savunma sistemi bileşiklerine “antioksidanlar” adı verilmektedir (Şener ve Berrak 2009). Antioksidanlar, hücrelere zarar vermeden, düşük konsantrasyonda bile ortamdaki radikallerle oldukça hızlı bir şekilde reaksiyona girerek otooksidasyon/ peroksidasyon tepkimelerinin gerçekleşmesini veya ilerlemesini engelleyebilme özelliğine sahiptir (Dündar ve Aslan 1999; Young ve Woodside 2001; Yadav ve ark. 2016). Antioksidanların rolleri arasında serbest radikalleri etkisizleştirmek, serbest radikallerin toksik etkilerine karşı hücreleri korumak ve hastalıkları önlemede katkı sağlamak sayılabilir (Pham-Huy ve ark. 2008).

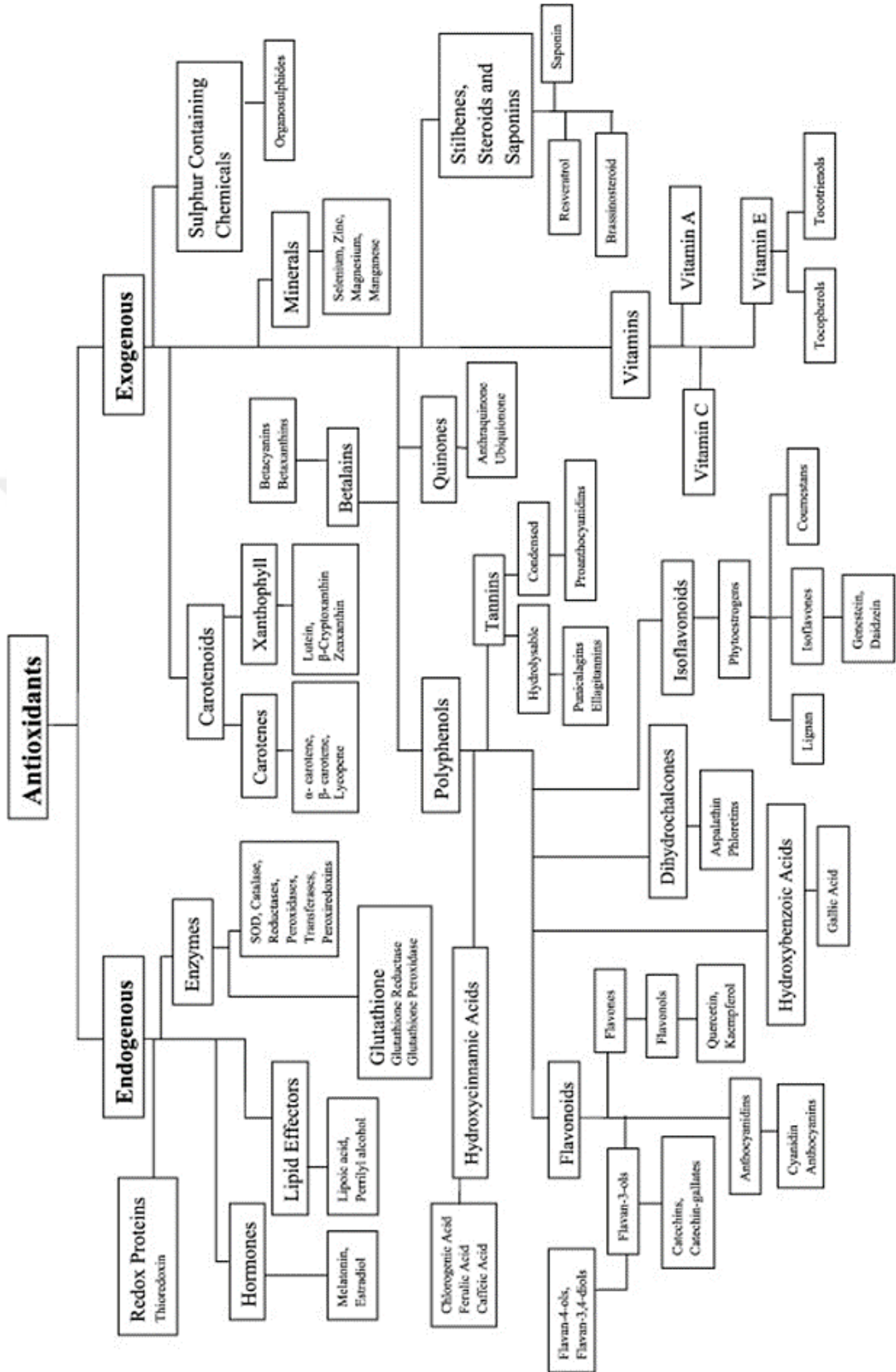
Antioksidan bileşikler vücutta üretilmediği gibi dışarıdan diyetle de alınabilmektedir (Şekil 2.1). Vücudumuz tarafından sentezlenen antioksidan bileşiklere “endojen kaynaklı antioksidan bileşikler”, dışarıdan aldığımız antioksidanlara ise “eksojen kaynaklı antioksidan bileşikler” adı verilmektedir (Akagün 2009).

Bu antioksidan maddelerin etkinlik potansiyelleri değerlendirilirken göz önüne alınan başlıca özellikleri şunlardır;

1. Emilim ve vücut tarafından kullanılabilirlik
2. Etkin ve güvenli kullanım miktarı ile toksik doz
3. Serbest radikal oluşumunu engelleme
4. Reaktif metabolitleri toplayabilme
5. Oluşan oksidatif hasarı onarabilme
6. Oksidan metabolitleri detoksifiye etme özelliği
7. Metal bağlama aktivitesi
8. Hücresel antioksidanlar ve oksidan enzimlerle ilişkisi (Bagchi ve ark. 2000)

Antioksidanların, oksidatif stresi ortadan kaldırma yolları;

1. Temizleme: Enzimler tarafından oksidasyona sebep olan serbest radikal moleküllerini zayıflatarak, ortamdaki oksijenle reaksiyona girerler ve oksidasyonun gerçekleşmesine sebep olacak serbest oksijeni ortadan kaldırır.
2. Baskılama: Bu mekanizma, oksidanlara bir hidrojen (H) molekülü verilerek hidroksil radikali yapısında yer alan hidrojen atomları ile bağ oluşturabilecek maddelerin ortamdaki temizlenmesini, böylece oksidasyon reaksiyonlarının başlamasını engellemektir. Çoğu fitokimyasal ajan (vitaminler, flavanoidler ve mannitol) antioksidan özelliklerini bu mekanizma şeklinde gerçekleştirmektedir.
3. Onarma: Serbest radikallerin meydana getirdikleri moleküler hasarlar onararak oksidatif ortam ve radikallerin zararları ortadan kaldırılır.
4. Zincir koparma: Ortamdaki oksijen ve serbest reaktif ürünleri bağlayarak veya fonksiyonlarını engelleyerek serbest radikal üretim sürecini bozar ve oksidasyon işlem basamaklarının gerçekleşmesini engeller. Zincir kırma fitokimyasalların ikinci en önemli mekanizmalarıdır. Bu şekilde etki gösteren antioksidanların başında α -tokoferoller, fenolik bileşikler, aromatik aminler yer almaktadır (Wang ve ark. 2006).



Şekil 2.1. Antioksidanların sınıflandırılması (Wotton-Beard ve Ryan 2011)

2.4. Fenolik Bileşikler

Fenolik bileşikler, bir veya daha fazla hidroksil grubu ile benzen halkası içeren sekonder metabolitler olarak tanımlanmaktadır. Bitkilerin metabolizmalarında görevleri tam olarak bilinmeyen yaklaşık 8000 çeşit fenolik bileşik ürettiği bilinmektedir. Bundan dolayı sebze ve meyvelerin fenolik içerikleri oldukça yüksektir. Bu fenolik bileşikler meyve ve sebzelerin kendilerine özgü buruk tad ve rengin oluşmasında etkilidir (Evcimen ve Aslan 2015). Fenolik bileşikler; antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri ve enzim inhibisyonuna neden olmalarında dolayı oldukça önemlidirler. Antioksidan aktivite özellikleri serbest radikalleri bağlama veya demir indirgeme gücüne dayanmaktadır (Yoshino ve Murakami 1998; Pulido ve ark. 2000). Fenolik bileşiklerin diyetle alınan 1g'nın vitamin C tüketimine oranla 10 kat daha fazla antioksidatif etki gösterdiği saptanmış, ayrıca aynı derişimde *in-vitro* olarak α -tokoferolden daha etkin antioksidan özellik gösterdikleri ispatlanmıştır. Bu sebeple fenolik bileşiklerin güçlü birer antioksidan olduğu kabul edilmiştir (Rice-Evans ve ark. 1997; Scalbert ve ark. 2005).

Fenolik bileşiklere, beslenme fizyolojisindeki olumlu etkilerinden dolayı "biyoflavanoid" ve dolaşım sisteminde kılcal damar üzerindeki geçirgenliği düzenleyerek kan basıncını düşürücü etkisinden dolayı P faktörü (permeabilitie faktörü) veya P vitamini adı da verilmektedir (Kasnak ve Palamutoğlu 2015).

Fenolik bileşikler genel olarak; fenolik asitler ve flavanoidler olmak üzere iki ana başlıkta toplanmakla birlikte Fenolik bileşiklerin alt sınıflandırmaları Çizelge 2.4.'te görülmektedir.

Çizelge 2.4. Fenolik bileşiklerin sınıflandırılması (Ardağ 2008)

Alt sınıflar	Açıklama
Fenoller ve fenolik asitler	Hemen hemen tüm bitkilerde bulunurlar
Flavonlar ve flavonoller	Genellikle glikozidik formda birçok meyve sebze de bulunur
Minor Flavonoidler	Flavanonlar ve dihidroflavonoller
İzoflavonoidler	Baklagillerin karakteristik kimyasalları
Antosiyantinler	Kırmızı ve mavi renkli pigmentler
Proantosiyanidinler	Fındık ve ağaç kabuğunda sıkça görülür
Fenolik ketonlar	Eğrelti ve şerbetçi otunda belirgin bir şekilde bulunur
Fenilpropanoidler	Birçok meyve sebze de bulunur
Kinonoidler	Benzokinonlar, naptokinonlar ve antrakinonlar
Stilbenoidler	Dihidrofenantrenleri de içerir
Tanninler	Kondanse ve hidrolizlenebilir formda bulunurlar
Ksantonlar	Başlıca <i>Gentianaceae</i> ve <i>Guttiferae</i> ailesinde bulunur
Antoklorlar	Sarı renkli çiçek pigmentleri
Benzofuranlar	Bitki ve likenlerde bulunur
Kromonlar	Tedavi edici önemi olan küçük bir grup bileşik Bitkilerde yaygın olarak görülen 700'den fazla kimyasal yapısı vardır
Kumarinler	
Lignanlar	Genellikle odun ve ağaç kabuğunda bulunurlar

Fenolik asitler: Aromatik karboksilik asitlerin hidroksi türevleri olarak tanımlanmaktadır. Bunlar benzen halkası üzerinde bulunan hidroksil karbonların pozisyonları ve farkları nedeniyle yapısal değişiklikler gösterebilmektedir. Fenolik asitler tahıllarda serbest veya bağlı formda bulunabilmektedir. Fenolik asitler hidroksisinamik asitler (kumarik, kafeik, sinapik, ferulik asit) ve hidroksibenzoik asitler (gallik, vanilik, *p*-hidroksibenzoik asit) olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadırlar (Dykes ve Rooney 2007). Bitkiler tarafından doğal olarak meydana gelen bu bileşiklerin kanser, kardiyovasküler hastalıklar ve kronik birçok rahatsızlığa sebep olan serbest radikallere karşı güçlü antioksidatif etki gösterdiği, ayrıca bağışıklık sistemini ve kan dolaşımını güçlendirici etkileri olduğu yapılan epidomolojik çalışmalarda gösterilmiştir (Andreasen ve ark. 2001; Yu ve ark. 2002; Yu ve ark. 2003; Ravichandran ve ark. 2012).

Flavanoidler: üçlü karbon bağları ile iki aromatik benzen halkası içeren ve bitkiler tarafından sekonder metabolit olarak üretilen bileşiklerdir. Fenolik bileşikler içinde en

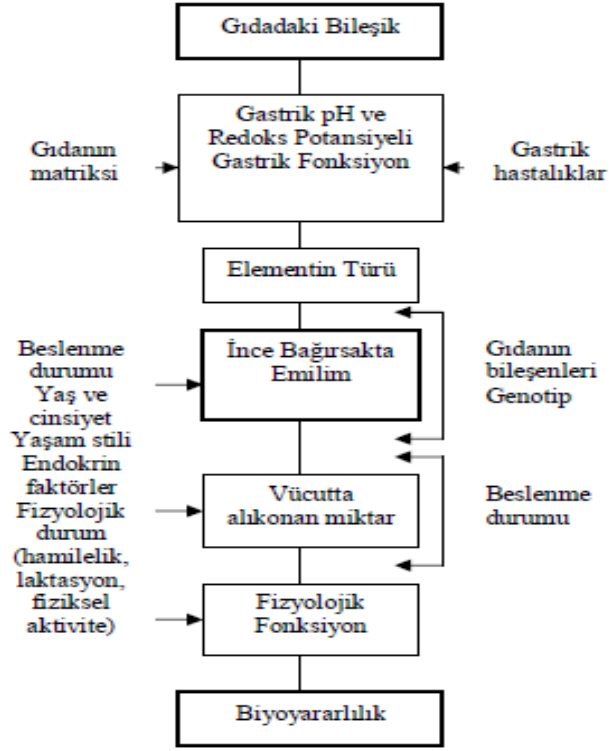
önemli grubu oluşturan flavan türevi olan flavanoidler; antosiyaninler, flavanoller (kateşinler), flavanonlar, flavonlar, flavononlar olarak gruplandırılmaktadır. Doğada 5000'den fazla flavanoid bulunduğu bilinmektedir (Dykes ve Rooney 2007; Konak 2018).

2.5. Biyoalınabilirlik

Biyoyararlılık; gıdada var olan besinsel öğelerin gastrointestinal (GI) şartlarda çözünerek bağırsakta emilebilen ve vücut fonksiyonlarında kullanılabilen miktarıdır. Emilim ince bağırsak villuslarından başlamakta ve emilim süreci besin öğelerinin ince bağırsaktan geçerek doku organlarına taşınması ile sonuçlanmaktadır (House 1999). Buradan elde edilen besin öğeleri vücutta depolanarak metabolik fonksiyonlar için kullanılmaktadır. Bu sebeple biyoyararlılık, mikrobelerin eksikliğine bağlı oluşan hastalıklar için çok önemli bir parametre olmaktadır. Yapılan çalışmalar göstermektedir ki gıdalardan alınan besinlerin çok az bir miktarı emilerek depolanabilmekte ve daha sonra vücut tarafından kullanılabilir (Fernandez-Garcia ve ark. 2009).

Biyoyararlılık birçok farklı unsuru (sindirim, emilim, taşınım) içinde barındıran karmaşık bir süreçtir ve doğal koşullarda (*in-vivo*) tam olarak ölçülmesi mümkün değildir. Ayrıca biyoyararlılık besin, yaş, cinsiyet, kişinin sağlık durumu ve yapısal bazı faktörlerden de etkilenmektedir. Biyoyararlılık çalışmalarındaki bu nedenlerden dolayı, çalışmalara yol göstermesi amacıyla biyoalınabilirlik çalışmaları yapılmaktadır.

Biyoalınabilirlik, besin maddelerinin, laboratuvar koşullarında yapay olarak oluşturulan sindirim sisteminden (GI) geçirildikten sonra bağırsaklardan emilebilme potansiyelindeki bileşenlerin belirlenmesidir. Kısacası besin maddesinin bağırsaktan emilen miktarıdır. Biyoalınabilirlik çalışmaları, biyoyararlılığı etkileyen faktörleri içinde barındırmadığı için tam olarak yeterli bilgiyi sağlayamamakta ancak gıda bileşenin kendine özgü matriks yapısı, gıdanın çözünübilirliği ve luminal (pH ve enzimler) faktörler hakkında bize detaylı bilgi sağlamaktadır. Ayrıca bu çalışmalar canlı üzerinde yapılan *in-vivo* çalışmalara nazaran daha ucuz, hızlı ve deneysel farklılıkların kontrol edilebilme olanakları daha kolaydır (Etcheverry ve ark. 2012). Şekil 2.2'de biyoyararlılığı etkileyen faktörler görülmektedir.



Şekil 2.2. Biyoyararlılığı etkileyen faktörler (Walczyk 2001)

2.6. Toplam fenol içeriği

Meyve ve sebzelerin toplam fenol içeriklerinin belirlenmesi amacıyla, 1927’ de Folin spektrofotometrik metodu ilk defa Folin ve Ciocalteu tarafından kullanılmıştır. Bu yöntem daha sonra Singleton ve Rossi tarafından modifiye edilerek daha güvenilir sonuçlar veren bir metod haline getirilmiştir (Chen ve ark. 2015). Bu yöntem fenolik ve polifenolik antioksidanların kolorimetrik tayininde kullanılmaktadır (Singleton ve ark. 1999).

Toplam fenol içeriğinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan Folin reaktifi yöntemi, fosfomolibdat ve fosfotungstat karışımı olan folin reaktifinin, alkali fenol çözeltisinde oksidasyon gerçekleştirmesi ve test edilen materyalin reaktifin oksidasyonunu inhibe etmesi için gerekli miktarının ölçülmesi esasına dayanmaktadır (Vinson ve ark. 2005).

Folin ve Ciocalteu kolorimetrik metodu farklı bir cihaza ihtiyaç duyulmayan, kullanışlı, hızlı ve kolay uygulanabilir bir metottur (Chen ve ark. 2015). Bu avantajlarının yanında, fenolik olmayan ve kolay okside olabilen indirgen maddelerin (aromatik aminler, askorbik asit, vb) de Folin reaktifi ile kolay bir şekilde reaksiyona girmesi yöntemin en büyük dezavantajıdır. Bundan dolayı elde edilen toplam fenol içeriği sonuçlarının, yapılan antioksidan kapasite yöntemlerinin sonuçları ile birlikte değerlendirilmesi daha doğru sonuçlar vermektedir (Rover ve ark. 2013). Bu dezavantajına rağmen Folin-Ciocalteu reaktifi ile toplam fenol içeriği tayini hemen hemen tüm antioksidan çalışmalarda örneğin fenolik içeriğinin analizinde kullanılan standart bir yöntemdir.

2.7. Antioksidan Kapasite Yöntemleri

Gıdaların antioksidan kapasitelerini oluşturan bileşikler çok çeşitli olmakla birlikte, serbest radikal bağlayıcı, indirgeyici ajan ve singlet oksijen tutucu mekanizmalardan bir veya birkaçı ile antioksidan etki göstermektedirler (Güleşçi ve Aygül 2016). Bu nedenle, gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde tek bir test metodunun kullanılması yeterli gelmemekte ve materyal ile ilgili sınırlı bilgi vermektedir. Ayrıca, gıda örneklerinde farklı antioksidan kapasite tayin yöntemlerine ait sonuçların karşılaştırılması ile hem daha doğru sonuçlara ulaşılabilen hem de gıdaya uygun analiz metotları belirlenmektedir (Ardağ 2008).

Antioksidan kapasite tayin yöntemleri, kullanılan kimyasal reaksiyon açısından temel olarak iki sınıfta toplanabilir:

- I. Hidrojen atomu transferi reaksiyonuna dayananlar (HAT)
- II. Tek elektron transferi reaksiyonlarına dayananlar (ET)

HAT-esaslı analiz yöntemlerinin çoğunda yarışmalı reaksiyon kinetiği izlenir ve kantasyon kinetik eğrilerden türetilir. HAT- esaslı yöntemler genellikle bir sentetik serbest radikal oluşturucu, bir oksitlenebilen prob ve bir antioksidandan oluşmaktadır. ET esaslı yöntemler reaksiyon sonunun indikatörü olarak bir redoks reaksiyonunu içermektedir. HAT ve ET esaslı yöntemler bir örneğin koruyucu antioksidan kapasitesi yerine radikal süpürücü kapasitesini ölçmektedir. Bu yöntemlerin çoğu kinetik esaslıdır,

yani antioksidan ile radikal reaksiyonunun termodinamik etkileşiminden ziyade, daha fazla oranı ile ilgilidir (Apak ve ark. 2007).

HAT reaksiyonuna dayanan analiz yöntemlerinin çoğu azo bileşiklerinin bozunması sonucu termal olarak oluşan peroksil radikallerinin antioksidan ve substrat tarafından yarışmalı bir şekilde giderilmesi prensibine dayanmaktadır (Apak ve ark. 2007).

HAT analiz yöntemleri:

- İndüklenmiş düşük yoğunluklu lipoprotein otooksidasyon,
- Oksijen radikal absorbans kapasitesi (ORAC)
- Total radikal yakalama antioksidan kapasitesi (TRAP)
- Radikal yakalayıcı ABTS (2,2'- azinobis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonat)
- Crocin bleaching (krosin ağartma) metodlarıdır.

ET esaslı analiz yöntemleri, antioksidan maddenin indirgenmesinde renk değiştiren bir oksidan maddeyi indirgeme kapasitesinin ölçümüne dayanmaktadır ve renk değişiminin derecesi örnekteki antioksidan derişimi ile bağlantılıdır.

ET esaslı analiz yöntemleri:

- Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) ile toplam fenolik madde analizi
- Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC)
- Ferrik iyonu indirgeme antioksidan gücü (FRAP)
- Serbest radikal yakalayıcı (DPPH)
- Bakır (II) İndirgeyici Antioksidan Kapasite (CUPRAC) olarak sıralanabilir (Huang ve ark. 2005).

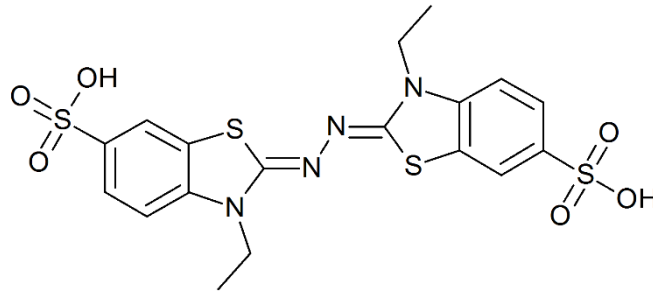
Antioksidan kapasitenin belirlenmesi amacıyla standart bir yöntem bulunmamaktadır. Yöntemlerin prensipleri ve gerçekleşme koşulları birbirlerinden farklılık göstermektedir. Antioksidan kapasitenin ölçümü için literatürde verilen yirmiden fazla yöntem bulunmaktadır. Antioksidan kapasite belirleme yöntemi seçilirken, çok çeşitli antioksidan bileşiklere yanıt verebilen (hidrofilik, lipofilik), seçici, duyarlı ve tekrarlanabilir özellikte olmasına ayrıca cihazlarla uygulanabilen bir yöntem seçilmelidir. Fakat bu kadar özelliğin bir arada bulunduğu spesifik bir antioksidan kapasite belirleme yöntemi bulunmadığından dolayı tek bir yöntemin kullanımı gıda maddesi hakkında bize doğru

bir sonuç vermeyecektir. Bu nedenle yapılan analizlerde gıda maddesinin özelliklerine ve analiz koşullarına göre belirlenmiş olan en az iki antioksidan kapasite belirleme yöntemi kullanılması tavsiye edilmektedir (Büyüktüncel ve ark. 2014).

Bu çalışmada kullanılan antioksidan kapasite belirleme yöntemlerinin prensipleri aşağıda açıklanmaktadır.

2.7.1. ABTS yöntemi

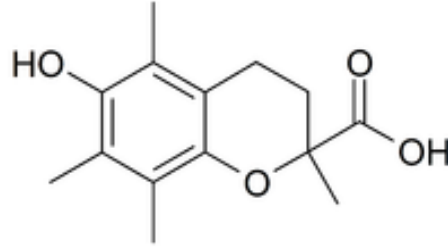
Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi olarak ifade edilen TEAC/ABTS yöntemi, ilk defa Miller ve arkadaşları tarafından uygulanmıştır. ABTS, peroksidatif reaksiyonda hidrojen peroksit varlığında, oksitlendiğinde kendine özgü absorpsiyon spektrumuna sahip metabolitler üreten bir peroksidaz substratıdır. Oldukça yüksek stabiliteye ve yüksek suda çözünürlüğe ayrıca geniş spektrum aralığında çalışabilme özelliklerine sahiptir. ABTS (Şekil 2.3) katyonu genel olarak sulu karışımların, saf bileşiklerin ve içeceklerin antioksidan kapasite miktarının ölçümünde kullanılmaktadır. Metodun en önemli avantajı hem hidrofilik hem lipofilik bileşiklere uygulanabilir olması olarak bildirilmiştir (Huang ve ark. 2005). ABTS yönteminde 415-645 nm dalga boyu aralığında okuma alınabilmesine karşılık bitkiler ile çalışırken pigment girişiminden dolayı en uygun dalga boyu 734 nm'dir.



Şekil 2.3. ABTS molekülünün kimyasal yapısı

Troloks [(±)-6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit] (Şekil 2.4), E vitamininin suda çözünür eşdeğeridir (Re ve ark. 1999). Troloks canlı sistemlerde doğal olarak bulunan bir bileşik olmamakla birlikte pek çok antioksidan aktivite tayin yönteminde standart olarak kullanılmaktadır. Genellikle belli bir derişim aralığında

Troloks antioksidan olarak kullanılarak bir kalibrasyon grafiği hazırlanmakta ve bilinmeyen antioksidanın aktivitesi bu grafikten Troloks eşdeğeri olarak belirlenmektedir.

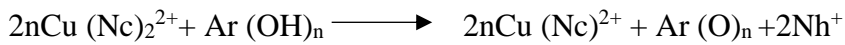


Şekil 2.4. Troloks molekülünün kimyasal yapısı

2.7.2.CUPRAC yöntemi

Cu(II)-neokuproin [Cu(II)-Nc] reaktifi kullanarak fenolik bileşiklerin, vitamin C ve α -tokoferolün antioksidan kapasitesinin belirlenmesi amacıyla Apak ve ark. (2004)'ları tarafından geliştirilmiş bir yöntemdir. Bakır (II) iyonlarını indirgeme özelliğine sahip olduğu için bu yöntem Bakır(II) indirgeyici antioksidan kapasite (CUPRAC) adı verilmiştir.

Bu yöntem pH 7 amonyum asetat sulu tampon çözeltisi ortamında, ekstraktın üzerine bakır (II) klorid ve neokuproin çözeltisi eklenerek 30 dakika sonunda 450 nm'de absorbansın ölçülmesi esasına dayanmaktadır (Apak ve ark. 2004).



Şekil 2.5. Cu(II)-neokuproin [Cu(II)-Nc] reaktifinin antioksidanla tepkimesi

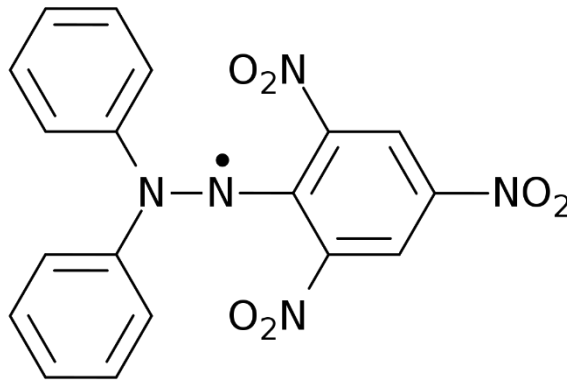
CUPRAC yöntemi, spektrofotometre ile uygulanan diğer kolorimetrik yöntemlere (ABTS ve DPPH) kıyasla çok daha stabildir ve uygun çözücüyle hem hidrofilik, hem de lipofilik antioksidanların tayininde kullanılabilir. [Cu(II)-Nc]-neokuproin reaktifi (Şekil 2.5) ile oluşan bileşiğin nem, gün ışığı, ortam sıcaklığı gibi birçok parametreye karşı dayanıklı olmasından dolayı bu yöntem uygulanabilirlik açısından da oldukça

kullanılıdır. CUPRAC yönteminde bir karışımı oluşturan çeşitli bileşenlerden gelen absorbanslar toplamsal olduğundan yöntemin doğrusallığı ve tekrarlanabildiği oldukça iyidir (Apak ve ark. 2005; Güçlü ve ark. 2006).

2.7.3.DPPH yöntemi

DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) fenolik antioksidanların aktiviteleri üzerindeki etkisini çalışmak için kullanılan ilk sentetik antioksidanlardandır. Etanoldeki çözeltisi mor renklidir ve 515 nm’de maksimum absorbans vermektedir. Yöntemin esası DPPH içeren çözelti ile hidrojen atomu verme eğilimi olan bir antioksidan molekülü çözeltisinin karıştırılması sonucu DPPH radikalinin indirgenmesine ve çözeltinin başlangıçta mor olan renginin kaybolmasına dayanmaktadır. Ortamdaki serbest radikallerin antioksidan tarafından indirgenme konsantrasyonu arttıkça rengi mordan sarıya dönmektedir, indirgeme konsantrasyonu arttıkça bu sarı renk de ortadan kaybolmaktadır (Frankel ve Meyer 2000).

DPPH metodu ile polar ve az polar maddelerin aktivite tayini yapılabilmektedir. Ayrıca fenolik madde miktarı ile DPPH aktiviteleri arasında pozitif korelasyon olduğu belirtilmektedir (Sroka ve Cisowski 2003). DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalinin formülü Şekil 2.6’da verilmiştir.



Şekil 2.6. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikalinin formülü

DPPH radikali herhangi bir özel hazırlamaya gerek duymamasının yanında sadece organik çözücülerde çözünmektedir. Işıktan, oksijenden ve reaksiyon ortamının pH değerinden etkilenmesi yöntemin stabilitesini azalttığı için bu önemli bir dezavantajdır (Sharma ve Bhat 2009). Bu yöntemin diğer önemli bir dezavantajı da, büyük antioksidan moleküllerin sterik engellenmeye maruz kalmaları nedeniyle inaktif olarak test edilmeleridir. Bu yöntemde, antioksidan molekülün yapısı ve boyutu test sonucunu etkilemektedir. Yine de yöntem, radikal temizleme aktivite tayinlerinde kolaylığı ve kısa sürmesi nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

Bu çalışmada kullanılan turp örnekleri, Türkiye'nin 5 farklı lokasyonundan (Bursa-Gürsu, Bursa-Orhaneli, Konya, Osmaniye, Antalya) temin edilmiş ve her lokasyondan 6 farklı turp çeşidi örneği (bayır, kestane, japon, fındık, çin, beyaz turp) alınmıştır. Satın alınan turp örnekleri polietilen torbalara konularak analiz edileceği laboratuvara getirilmiştir. Turp tiplerinin tayini Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümünde yapılmıştır. Analizlerde kullanılacak turp örnekleri önce yıkanmış daha sonra kabukları soyularak, sapları ve yaprakları temizlenmiştir. Daha sonra kesilerek kilitli plastik poşetlerde analizler yapıncaya kadar -18 °C de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Çalışmada kullanılan farklı turp tipleri ve görünüşleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan turp tipleri

Turp Tipleri	Kodlar	Fiziksel Özellikleri
Kestane Turpu	A	Pembe-İçi Beyaz
Bayır Turpu	B	Kara Turp
Beyaz Turp	C	Dışı Beyazlı Morlu
Çin Turpu	D	Dışı Beyazlı Yeşil-İçi Pembe
Japon Turpu	E	Beyaz Uzun
Fındık Turpu	F	Minik Pembe



Şekil 3.1. Kullanılan turp tipleri

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Kuru madde Tayini

Örneklerin kuru madde tayini, Cemeroğlu (2013) kuru madde tayini belirtleme yöntemine göre yapılmıştır.

3.2.2. Kül Miktarı Tayini

Turp örneklerinde kül miktarı tayini, AOAC Metot No:950.49'a göre yapılmıştır (Anonim 1990).

3.2.3. Titre Edilebilir Asitlik Tayini

Örnekler, cam rendeden geçirilerek homojen hale getirilmiş ve buradan 1 g alınarak 100 mL'lik ölçü balonuna aktarılmıştır. Ölçü balonunda örnek iyice çalkalandıktan sonra, balonun ölçü çizgisine kadar damıtık su ile tamamlandıktan sonra filtre edilmiştir. Filtrattan alınarak 20 mL alınarak, fenolftalein indikatörlüğünde, 0,1 N NaOH çözeltisi ile açık pembe renge kadar titre edilmiş ve kullanılan NaOH sarfiyatı aşağıdaki formülde yerine konularak % cinsinden asitlik miktarı hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2013).

$$\% \text{ Titrasyon Asitliği (\%TA)} = \frac{a \times N \times \text{meq} \times F}{\text{Ö}} \times 100 \quad (3.1)$$

a = Titrasyonda kullanılan 0,1 N NaOH çözeltisi (mL)

N= Titrasyonda kullanılan NAOH normalitesi

F= Titrasyonda kullanılan NAOH faktörü

Ö = Örnek miktarı

meq= Organik asidin meq ağırlığı (sitrik asit cinsinden: 0,064 meq)

3.2.4. pH Tayini

Cam rendede püre haline getirilen turp örneklerinden 10 g behere alınarak üzerine 100 mL damıtılmış saf su ilave edilmiş, homojenize olana kadar karıştırılmıştır. pH-metre (Hanna) kullanılarak pH ölçümü yapılmıştır (Cemeroğlu 2013).

3.2.5. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu

Ekstrakte edilebilir fraksiyon

Turp örneklerinin ekstrakte edilebilir fraksiyonların ekstraksiyonu, Vitali ve ark. (2009) metodu modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Örneklerden 2 g alınarak üzerine 20 mL ekstraksiyon çözeltilisi (HCl_{kons} /metanol/su 1:80:10) eklenmiş ve 2 saat 20°C de çalkalayıcı su banyosunda çalkalanmıştır. Süre sonunda 3500 rpm de 10 dakika santrifüj edilmiştir (Sigma 3K30, Germany). Santrifüj sonunda elde edilen üstteki berrak faz ayrılmış ve analiz yapılma kadar -18°C saklanmıştır.

Hidrolize edilebilir fraksiyon

Bu amaçla, Vitali ve ark. (2009) metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. Ekstrakte edilebilir fraksiyonların ekstraksiyonundan kalan residu ağzı kapaklı pyrex tüplere aktarılıp üzerine 20 mL ekstraksiyon çözeltilisi (metanol/ H_2SO_{4kons} 10:1) eklenmiş ve 20 saat 85°C de çalkalayıcı su banyosunda çalkalanmıştır. Süre sonunda 3500 rpm de 10 dakika santrifüj (Sigma 3K30, Germany) edilmiştir. Santrifüj sonunda elde edilen berrak üst faz ayrılmış ve analiz yapılmaya dek -18°C saklanmıştır.

Biyoalınabilir fraksiyon

Turp örneklerinin biyoalınabilir fraksiyonlarının belirlenmesi Vitali ve ark. (2009) ve Naczk ve Shahidi (2004) metodlarına göre yapılmıştır. Bu amaçla, laboratuvar ortamında yapay mide ve bağırsak ortamı oluşturulmuştur. Turp örneklerinin bu yapay mide bağırsak sisteminden geçirilmesinden sonra, elde edilen ekstraktlara toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasite yöntemleri (ABTS, CUPRAC, DPPH) uygulanmış ve

biyoyalınabilirlikleri belirlenmiştir. Ekstraksiyon işlemi aşağıda belirtildiği şekilde yapılmıştır.

- | | |
|----------------|--|
| Mide
Ortamı | <ol style="list-style-type: none">1. 1 g örnek (taze ağırlık)2. 10 ml saf su ve 0.5 mL pepsin (20 g/L , 0.1 mol/l HCL) çözeltisi örnek üzerine eklenmiştir.3. 5 mol/L HCL kullanılarak pH 2 'ye ayarlanmıştır.4. 37 °C'de 1 saat çalkalamalı su banyosunda tutulmuştur. |
|----------------|--|

Pepsin çözeltisi; 2 g pepsin tartılmış, 100 mL ölçü balonuna konulmuş ve hazırlanan 0.1 mol/L HCl asit çözeltisi (100 mL 0.1 mol/L HCl çözeltisi için 0.83 ml HCl 100 mL saf su ile tamamlanmıştır) ile çizgisine tamamlanmıştır.

- | | |
|--------------------|--|
| Bağırsak
Ortamı | <ol style="list-style-type: none">5. 1 M NaHCO₃ eklenerek pH 7.2'ye ayarlanmıştır.6. 2.5 mL bile/pankreatin solüsyonu,7. 2.5 mL NaCl/KCl eklenmiştir.8. 37 °C'de 2.5 saat çalkalamalı su banyosunda tutulmuştur. |
|--------------------|--|

Bile/pankreatin solüsyonu; 250 mL 0.1 M NaHCO₃ için 2.1 g NaHCO₃ tartılarak ölçü balonuna alınmış ve saf suyla çizgisine tamamlanmıştır. 0.5 g pankreatin ve 3 g bile tuzu tartılarak 250 mL ölçü balonuna alınmış ve çizgisine 0.1 M NaHCO₃ çözeltisiyle tamamlanmıştır.

NaCl/KCl solüsyonu; 100 mL için 0.7 g NaCl ve 100 mL için 0.04 g KCl tartılmış ve ayrı ayrı çizgilerine saf su ile tamamlanmıştır. Daha sonra homojen şekilde balonjojede karıştırılmıştır.

Süre sonunda örnekler 3500 rmp' de 10 dakika Sigma 3K30, Germany marka santrifüj ile santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonunda elde edilen berrak üst faz ağzı kapaklı falkon

tüplerine aktarılmıştır. Hazırlanan biyoalınabilir ekstraktlar toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasite yöntemleri (ABTS, UPRAC, DPPH) kullanılarak analiz edilmiştir.

3.2.6 Toplam fenol içeriğinin belirlenmesi

Elde edilen ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve biyoalınabilir farksiyonlar Apak ve ark. (2008)'a göre analiz edilmiştir. Bu amaçla, Folin Ciocalteu çözeltisi kullanılarak 750 nm dalga boyunda spektrofotometrik okuma yapılmıştır. Kullanılan çözeltiler aşağıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır:

Lowry A çözeltisi ve Lowry B çözeltisi 50:1 (v/v) oranında karıştırılarak Lowry C çözeltisi hazırlanır.

Lowry A çözeltisi; 0.1 mol/L NaOH ve %2'lik Na₂CO₃ (0.40g NaOH + 2.00 g Na₂CO₃ 100 mL saf su ile ölçü çizgisine tamamlanır) karıştırılarak hazırlanır.

Lowry B çözeltisi; %1'lik NaKC₄H₄O₆ ve %0.5 CuSO₄ (0.50g CuSO₄ + 1.00g NaKC₄H₄O₆ tartılır, 100 mL saf su ile çizgisine tamamlanır) karıştırılarak hazırlanır.

Standart: Gallik asit (0.1 g gallik asit tartılır, 100 mL metanol ile çizgisine tamamlanır).

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi için bölüm 3.2.5'de verilen yöntemle göre hazırlanan ekstraktlara aşağıda belirtilen analiz yöntemi uygulanmıştır:

1. Deney tüplerine x mL örnek/standart eklenmiştir. Saf su ile örnek/standart 2 mL'ye tamamlanmıştır.
2. 2.5 mL Lowry C ilave edilerek karıştırılıp, 10 dk beklenmiştir.
3. Süre sonunda Folin Ciocalteu reaktifinden (1:3 oranında su ile seyreltilmiş) 0.25 mL ilave edilerek karıştırılmış ve karanlık ortamda, oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiştir.
4. Süre sonunda oluşan mavi renkli örneklerin/standartların absorbans değerleri spektrofotometrede (Optizen 3220 UV-Mecasys) 750 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır.
5. Toplam fenol tayini çalışmalarında standart madde olarak gallik asit kullanılmış, 5-50 mg/L konsantrasyon aralıklarında standart çözeltileri hazırlanmış ve 30

dakika sonunda 750 nm de okuma alınmıştır. En küçük kareler yöntemi ile doğru denklemi hesaplanmıştır.

6. Ekstraktlar için toplam fenol miktarları hesaplanan kalibrasyon denklemi kullanılarak mg gallik asit/ 100 g örnek (mg GAE/g örnek) cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.7 Antioksidan kapasitenin belirlenmesi

Gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar incelendiğinde birçok yöntem kullanıldığı görülmektedir. Antioksidanlar, etkilerini oksidasyon tepkimesi süresince farklı tepkimeler ve mekanizmalar kullanarak göstermektedir. Bundan dolayı yapılan çalışmalarda tek bir metoda bağlı kalmak, analiz edilen gıdanın antioksidan kapasitesi hakkında yeterli bilgi vermemektedir (Konak ve ark. 2017). Ayrıca bir örnek üzerinde çalışılan farklı antioksidan kapasite yöntemlerinin sonuçlarının karşılaştırılması, gıdanın antioksidan gücünün ve diğer mekanizmalarının ortaya konulması hakkında tek bir yöntemle kıyasla daha fazla bilgi vermektedir (Ardağ 2008). Bu nedenle turp örneklerinin antioksidan kapasitesinin belirlenmesi amacıyla ABTS (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit), CUPRAC (bakır iyon indirgeme antioksidan kapasitesi) ve DPPH (2,2'-difenil-1-pikrilhidrazil) metotları olmak üzere 3 farklı tayin yöntemi kullanılmış ve yöntemler arası kıyaslama da yapılmıştır. Örnekler spektrofotometrik olarak analiz edilmiş ve sonuçlar gram ağırlık başına mikromol troloks eşdeğeri olarak ($\mu\text{mol Trolox /g}$) hesaplanmıştır (Apak ve ark. 2004).

ABTS yöntemi

ABTS yönteminde, bölüm 3.2.5'de verilen yöntemle göre hazırlanmış olan ekstraktlar Apak ve ark. (2004)' a göre analiz edilmiştir. Çözeltiler aşağıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır:

ABTS stok çözeltisi: 7mM ABTS çözeltisi için: 0.1920 g ABTS tartılır ve üzerine ayrı bir yerde saf suda çözdürülmüş olan 0.0331 g $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ile ilave edilerek karıştırılmıştır. Daha sonra çözelti 12-16 saat karanlıkta oda sıcaklığında bekletilmiştir. Elde edilen

ABTS stok çözeltisi %96'lık etanolle 1:10 oranında seyreltilerek analizde kullanmaya hazır ABTS çözeltisi haline getirilmiştir.

Standart: Troloks (0.0242 g troloks tartılmış ve metanol ile 100 mL çizgisine tamamlanmıştır).

Ekstraktlara aşağıda belirtilen analiz yöntemi uygulanmıştır:

1. Analizde 4 mL etanol ve üzerine 1 mL ABTS karıştırılarak oda sıcaklığında ve karanlıkta 6 dakika bekletilmiştir.
2. Süre sonunda 734 nm dalga boyunda kör örnek için absorbans değeri okunmuştur ($A_{kör}$).
3. Ardından her bir örnek için belirlenen miktarda x ml örnek alınıp üzerine (4-x) ml etanol ve 1 ml ABTS eklenerek 6 dk sonunda 734 nm de ansorbans değeri (Optizen3220 UV-Mecasys) spektrofotometrede okunmuştur ($A_{örnek}$). Ölçümler sonucunda hem örneklerin hem de standartların % inhibisyon değerleri aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır.

$$\text{İnhibisyon} = \frac{A_{kör} - A_{örnek}}{A_{kör}} \times 100 \quad (3.2)$$

4. Analizde hazırlanan standart troloks çözeltisinden 10-100 μ l arasında belirli konsantrasyonlarda alınarak okumalar gerçekleştirilmiş ve buna göre kalibrasyon grafiği çizilmiştir. Çizilen grafikten yararlanılarak örneklerin antioksidan kapasiteleri μ mol Troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.

CUPRAC yöntemi

CUPRAC yönteminin uygulanmasında bölüm 3.2.5'de verilen yöntemle hazırlanmış olan ekstraktlarda Apak ve ark. (2008)'nin geliştirdiği metod kullanılmıştır. Çözeltiler aşağıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır:

1.0×10^{-2} M Bakır klorür çözeltisi: 0.4262 g bakır (II) klorür (CuCl_2), 100 mL' ye saf su ile çizgisine tamamlanmıştır.

7.5×10^{-3} M Neokuproin çözeltisi: 0.0390 g neokuproin ($\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{N}_2$), 25 ml ye %96'lık etanol ile çizgisine tamamlanmıştır.

1M Amonyum asetat tampon çözeltisi: 19.27 g amonyum asetat (NH_4Ac), 250 ml ye saf su ile çizgisine tamamlanmıştır.

Standart: Troloks (0.0242 g troloks tartılmış ve metanol ile 100 mL çizgisine tamamlanmıştır).

Ekstraktlara aşağıda belirtilen analiz yöntemi uygulanmıştır:

1. Hazırlanan standart troloks çözeltisinden 10 ile 500 μL (0.00252-0.125 mg troloks) arasında belirli konsantrasyonlardan alınıp bunlar toplam hacim (1-x) mL olacak şekilde saf su eklenmiştir. Standartların farklı konsantrasyonda oluşturdukları yeşil renk tonlarına göre yapılan örnek denemeleri sonucu belirlenen x mL örnek miktarı, deney tüpüne alınmış ve (1-x) mL olacak şekilde üzerine saf su eklenmiştir.
2. Çözeltilerin üzerine 1 mL neokuproin çözeltisi ve 1 mL amonyum asetat çözeltileri eklenmiş ve çözelti vortex cihazı (WiseMix WM-10) ile iyice karıştırılmıştır.
3. Deney tüpleri oda sıcaklığında karanlıkta 30 dakika bekletilmiştir.
4. Süre sonunda hem standart hem de örneklerin spektrofotometrede (Optizen 3220 UV-Mecasys) 450 nm dalga boyunda absorbans okumaları yapılmıştır.
5. Kalibrasyon grafiği için (0.00252-0.125 mg aralığında) troloks değerleri kullanılarak kalibrasyon grafiği çizilmiş ve en küçük kareler yöntemi ile doğru denklemi hesaplanmıştır. Çizilen grafikten yararlanılarak örnekler için antioksidan kapasite değerleri μmol Troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.

DPPH yöntemi

Bu amaçla, bölüm 3.2.5'de verilen yöntemle hazırlanmış olan ekstraktlarda Apak ve ark. (2008)'nin geliştirdiği metot kullanılmıştır. Çözeltiler aşağıda belirtildiği şekilde hazırlanmıştır:

Stok DPPH (1mM): (1×10^{-3} M DPPH çözeltisi): 0.039 g DPPH 100 mL'ye metanol ile çözdürülerek seyreltilmiştir.

6×10^{-5} M DPPH çözeltisi: 6 ml 1mM'lık stok DPPH çözeltiden alınıp 100 ml'ye metanol ile çizgisine tamamlanmıştır.

Standart: Troloks (0.0242 g troloks tartılmış ve metanol ile 100 mL çizgisine tamamlanmıştır).

Ekstraktlara aşağıda belirtilen analiz yöntemi uygulanmıştır:

1. 0.1 ml ekstrakt deney tüpüne alınmıştır.
2. Üzerine 3.9 mL DPPH (6×10^{-5} M) eklenmiş ve karanlıkta 30 dakika bekletildikten sonra okuma yapılmıştır (Yapılan ön çalışmalarda 5, 10, 20, 30, 45 dakika sonunda okumalar gerçekleştirilmiş ve absorbans sonuçlarına göre değişmeyen maksimum absorbans veren dakika 30 dakika olarak belirlenmiştir).
3. Spektrofotometrede (Optizen 3220 UV-Mecasys) 515 nm dalga boyunda absorbanslar belirlenmiştir.

$$\% \text{ inhibisyon} = \frac{A_{\text{tanık}} - A_{\text{örnek}}}{A_{\text{kör}}} \times 100 \quad (3.3)$$

4. Hazırlanan standart troloks çözeltisi % inhibisyon değerleri ve troloks çözeltisinin 10-100 μ L karşılık gelen (0.00252-0.0252 mg troloks) mg değerleri kullanılarak standart kalibrasyon grafiği çizilmiş ve doğru denklemi hesaplanmıştır. Çizilen grafikten yararlanılarak örnekler için antioksidan kapasite değerleri μ mol Troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.

3.2.8. İstatistik analiz

Analizler sonucunda elde edilen veriler istatistiksel olarak SPSS 23.0 programı kullanılarak turp örneklerinin tip ve lokasyon arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen ortalama değerler arasındaki istatistiksel farklı grupların belirlenmesinde $p < 0.05$ olasılık düzeyinde Duncan testi kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Farklı lokasyonlardan alınmış turp tiplerinin toplam kurumadde, kül, pH, titre edilebilir asitlik gibi fiziko kimyasal özellikler yanında toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasiteleri belirlenmiş, ayrıca antioksidan özelliklerin biyoalınabilirlikleri tespit edilmiştir.

4.1. Kurumadde Tayini

Turp tiplerine ait fiziko-kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’de görülmektedir. Tiplere göre değerlendirme yapıldığında, bayır turpunun (%10.32) diğer turp tiplerine göre daha yüksek kurumadde miktarına sahip olduğu görülmekte ve bunu çin turpu (%9.78) takip etmektedir. En düşük kurumadde miktarına sahip turp tipi ise beyaz turp (%6.54) olarak tespit edilmiştir.

Lokasyonlara göre değerlendirildiğinde ise, Antalya’dan alınan örneklerde (%10.17) daha yüksek kurumadde miktarı tespit edilmiştir. Daha sonra sırasıyla Osmaniye (%9.79), Gürsu (%8.03), Konya’dan alınan örnekler (%7.34) takip etmektedir. En düşük kurumadde miktarı ise Orhaneli’den alınan örneklerde (%6.73) belirlenmiştir.

Tüm örneklerde, Çin turpu tipinde Gürsu’dan alınan örneklerde (%11.79) en yüksek kurumadde miktarı; en düşük ise Fındık turpu tipinde Orhaneli’den alınan örneklerde (%4.39) belirlenmiştir. Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Ek-1).

Turp üzerinde yapılan araştırmalarda kuru madde miktarları, Kaymak ve ark. (2006) göre %5-%10 ve Gupta ve ark. (2005) na göre %5 ile %27 olarak değiştiği ifade edilmiştir. Decoteau (2000) sülfür içeren sebzeler üzerine yaptığı çalışmaya göre 100 g yenilebilir kısımda turpun 5.5 g kurumadde içerdiğini bildirmiştir. Goyeneche ve ark. (2015) fındık turbu üzerinde yaptığı çalışmada ortalama kuru madde miktarını %4.76 olarak belirtirken, Lu ve ark. (2008) Çin kırmızı turpunun kuru madde içeriğinin 29.7- 88.2 g/kg arasında olduğunu bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar literatür ile benzerlik göstermektedir.

Sonuçlar arasındaki farklılıklar turpun yetiştirilmiş olduğu yerin iklim koşullarına, çeşide, yetiştirme şartlarına, olgunluk seviyesine, taşıma ve depolama gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Yağışlı havalar veya fazla sulama kuru maddeyi azaltırken, kurak havalar artırmaktadır (Cemeroğlu 2004).

4.2. Kül Miktarı Tayini

Turp örneklerinde tiplere ve lokasyonlara göre kül miktarı tayini sonuçları Çizelge 4.1’de görülmektedir. Tiplere göre değerlendirme yapıldığında, Çin turpu (%0.82) ve Bayır turpu (%0.80) en yüksek kül içeriğine sahip tip olarak tespit edilirken, bunu Fındık turpu (%0.65) takip etmiştir. En düşük kül miktarı ise, Beyaz turp (%0.59) ve Japon turpunda (%0.60) tespit edilmiştir.

Lokasyonlara göre ise, Osmaniye’den (%0.72) ve Gürsu’dan alınan örneklerde (%0.70) daha yüksek kül miktarı tespit edilmiştir. Daha sonra sırasıyla Orhaneli’den (%0.67) ve Antalya’dan (%0.67) alınan örnekler takip etmektedir. En düşük kül miktarı ise Konya’dan alınan örneklerde (%0.63) belirlenmiştir.

Tüm örneklerde, en yüksek kül miktarı Bayır turpu tipinde Gürsu’dan alınan örneklerde (%0.92); en düşük ise Beyaz turp tipinde Orhaneli’den alınan örneklerde (%0.54) belirlenmiştir. Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Ek-2).

Decoteau (2000) turpun %0.8 g kül içerdiğini bildirirken, Gupta ve ark. (2005) Hindistan’da yetişen bazı sebzeler üzerine yaptıkları çalışmada turp örneklerini kül miktarının %0.77-3.54 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

4.3. pH Tayini

Turp örneklerinde tiplere ve lokasyonlara göre pH tayini sonuçları Çizelge 4.1'de görülmektedir.

Tiplere göre değerlendirme yapıldığında, Beyaz turp (7.30) ve Çin turpu (7.29) en yüksek pH değerine sahip tip olarak tespit edilirken, bunu Japon turpu (7.15) ve Fındık turpu (7.12) takip etmiştir. En düşük pH değeri ise, Kestane turpunda (%6.89) tespit edilmiştir.

Lokasyonlara göre ise, Orhaneli'den alınan örneklerde (7.17) daha yüksek pH değeri tespit edilmiştir. Daha sonra sırasıyla Osmaniye'den (7.15) ve Antalya'dan (7.15) alınan örnekler takip etmektedir. En düşük pH değeri ise Konya'dan (7.13) ve Gürsu'dan (7.12) alınan örneklerde belirlenmiştir.

Tüm örneklerde, en yüksek pH değeri Beyaz turp tipinde Antalya'dan alınan örneklerde (7.45); en düşük ise Kestane turpu tipinde yine Antalya'dan alınan örneklerde (6.85) belirlenmiştir. Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon interaksiyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Ek-3).

Okçu (2010) yaptığı çalışmada Brassica familyasında yer alan bazı sebzelerin pH değerlerini; turp 5.95, brokoli 6.53, karnabahar 5.62, lahana 6.24 ve şalgam 5.55 olarak bildirmiştir. Çalışmamızda elde edilen pH değerleri daha yüksek olmakla birlikte bu farklılığın kullanılan turp tipi, uygulanan yetiştirilme koşulu ve iklim koşullarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.4. Titre Edilebilir Asitlik Tayini

Turp örneklerinde tiplere ve lokasyonlara göre titre edilebilir asitlik sonuçları % sitrik asit cinsinden Çizelge 4.1.'de görülmektedir. Tiplere göre değerlendirme yapıldığında, Bayır turpu (%0.089) ve Çin turpu (%0.085) en yüksek titre edilebilir asitliğe sahip tipler olarak tespit edilirken, bunu Japon turpu (%0.082) ve Beyaz turp (%0.071) takip etmiştir. En düşük titre edilebilir asitliğe sahip turp tipleri ise, Fındık turpu (%0.060) ve Kestane turpu (%0.056) olarak tespit edilmiştir.

Lokasyonlara göre ise, Konya'dan (%0.076), Gürsu'dan (%0.075) ve Osmaniye'den (%0.072) alınan örneklerde daha yüksek titre edilebilir asitlik tespit edilmiştir. En düşük titre edilebilir asitlik ise Antalya'dan (%0.072) ve Osmaniye'den alınan örneklerde (%0.070) belirlenmiştir.

Tüm örneklerde, Bayır turpu tipinde Konya'dan alınan örneklerde (%0.095) en yüksek titre edilebilir asitlik; en düşük ise Kestane turpu tipinde Gürsu'dan alınan örneklerde (%0.050) belirlenmiştir. Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Ek-4).

Okçu (2010) yaptığı çalışmada titrasyon asitliği miktarı turpta %0.06 olduğunu belirtirken, Solmaz (2017) kara turp türü üzerine yaptığı çalışmada titre edilebilir asitlik değerini %0.075 olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar literatür ile benzer sonuçlar vermiştir.

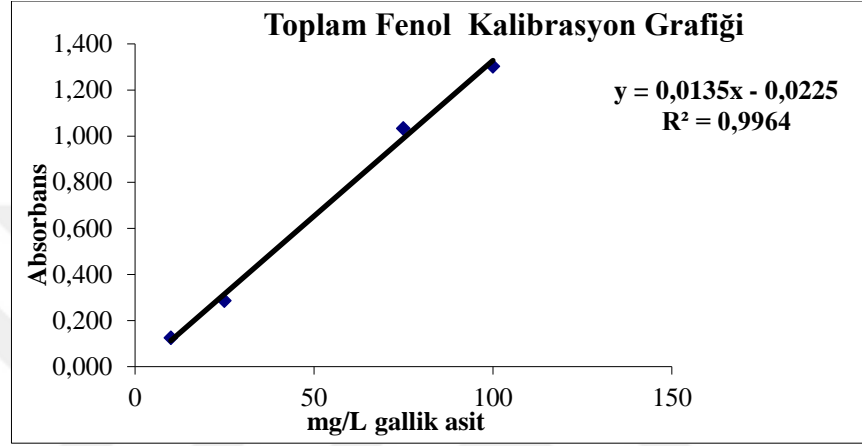
Çizelge 4.1. Turp örneklerine ait kimyasal analiz sonuçları

Değişkenler	Kurumadde (%)	Kül (%)	pH	Titre edilebilir asitlik (%)
Tip				
Kestane Turpu	8.90 ^z	0.62 ^{bc}	6.89 ^d	0.056 ^d
Bayır Turpu	10.32 ^a	0.80 ^a	7.10 ^c	0.089 ^a
Beyaz Turp	6.54 ^f	0.59 ^e	7.30 ^a	0.071 ^c
Çin Turpu	9.78 ^b	0.82 ^a	7.29 ^a	0.085 ^{ab}
Japon Turpu	6.72 ^e	0.60 ^c	7.15 ^b	0.082 ^b
Fındık Turpu	8.22 ^d	0.65 ^b	7.12 ^{bc}	0.060 ^d
Lokasyon				
Gürsu	8.03 ^c	0.70 ^{ab}	7.12 ^b	0.075 ^a
Orhaneli	6.73 ^e	0.67 ^{bc}	7.17 ^a	0.075 ^a
Konya	7.34 ^d	0.63 ^c	7.13 ^b	0.076 ^a
Osmaniye	9.79 ^b	0.72 ^a	7.15 ^{ab}	0.070 ^b
Antalya	10.17 ^a	0.67 ^{bc}	7.15 ^{ab}	0.072 ^b
ANOVA				
Tür*Lokasyon	*	*	*	*

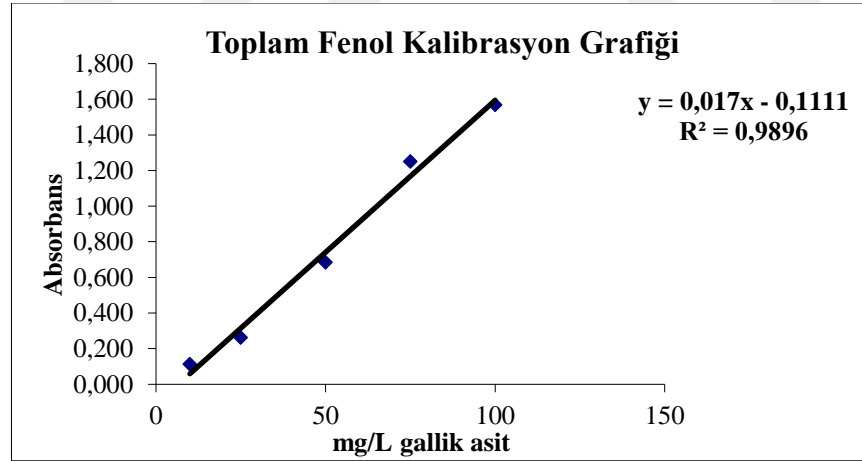
^zAynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0.05$). *İstatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli.

4.5. Toplam Fenol İçeriği

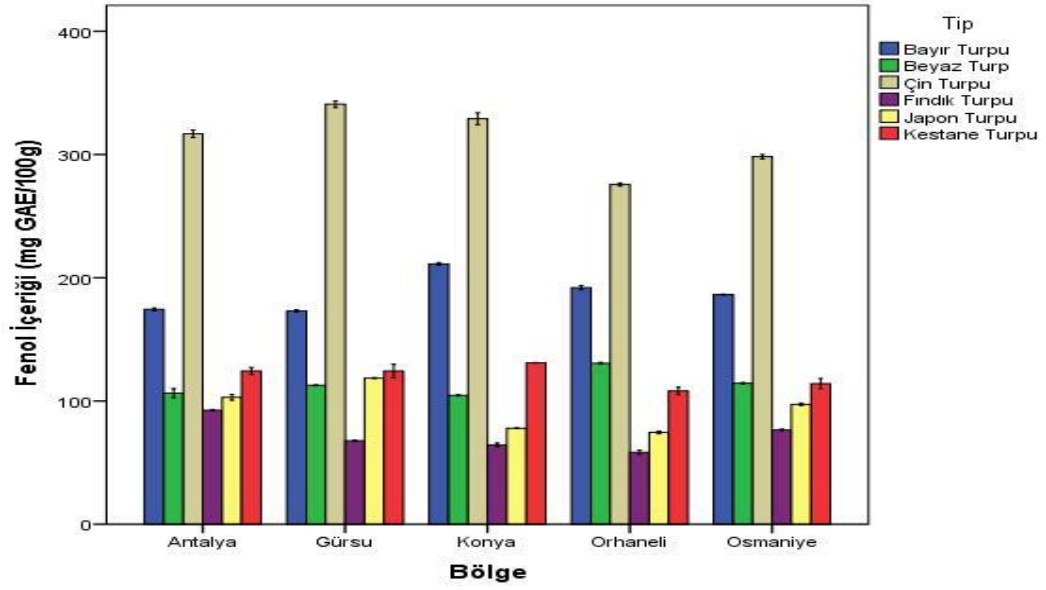
Turp örneklerinde tiplere ve bölgelere göre ekstrakte edilebilir fraksiyonlarının fenol içeriği Şekil 4.3 ve Çizelge 4.2’de, hidrolize edilebilir fraksiyonlarının fenol içeriği Şekil 4.4 ve Çizelge 4.2’de görülmektedir. Standart madde olarak gallik asit (mg/L) kullanılmış ve kalibrasyon grafikleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Ekstrakte edilebilir fraksiyonlar için kalibrasyon grafiği



Şekil 4.2. Hidrolize edilebilir fraksiyonlar için kalibrasyon grafiği

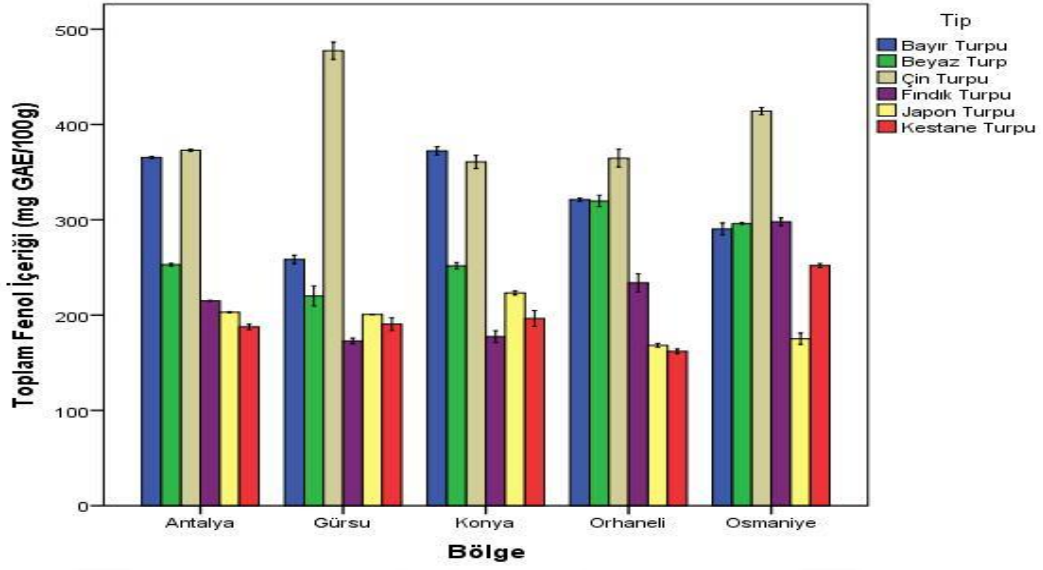


Şekil 4.3. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre ekstrakte edilebilir fraksiyonların toplam fenol içeriği (mg GAE/100g). Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'lerini göstermektedir.

Ekstrakte edilebilir fraksiyonlarda turp tiplerine göre değerlendirme yapıldığında, Çin turpunun (312.10 mg GAE/100g) diğer turp tiplerine göre daha yüksek toplam fenol içeriğine sahip olduğu görülmekte (Çizelge 4.2) ve bunu Bayır turpu (187.41 mg GAE/100g) takip etmektedir. En düşük toplam fenol içeriğine sahip turp tipi ise Fındık turpu (71.90 mg GAE/100g) olarak belirlenmiştir.

Lokasyonlara göre ise, Gürsu'dan alınan örneklerin ortalama 156.19 mg GAE/100g ile daha yüksek toplam fenol içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). En düşük toplam fenol içeriğine sahip lokasyon ise ortalama 139.88 mg GAE/100g ile Orhaneli olarak belirlenmiştir.

Tüm örneklerde en yüksek toplam fenol içeriğine, Gürsu'dan alınan Çin turpu örneklerinin (340.79 mg GAE/100g) sahip olduğu belirlenirken; en düşük toplam fenol içeriğinin ise Orhaneli'den alınan Fındık turpu örneklerinde (58.39 mg GAE/100g) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Ek-5).

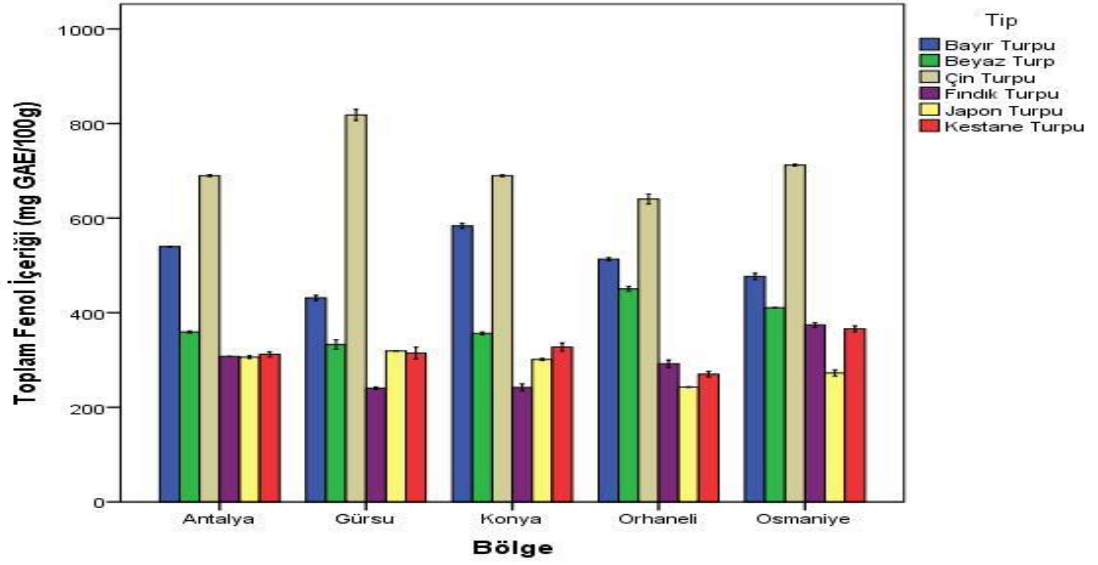


Şekil 4.4. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre hidrolize edilebilir fraksiyonların toplam fenol içeriği (mg GAE/100g). Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'lerini göstermektedir.

Hidrolize edilebilir fraksiyonlarda turp tiplerine göre değerlendirme yapıldığında, Çin turpunun ortalama 397.94 mg GAE/100g ile diğer turp tiplerine göre daha yüksek toplam fenol içeriğine sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). En düşük toplam fenol içeriğine sahip turp tipi ise ortalama 194.10 mg GAE/100g Japon turpu olarak tespit edilmiştir.

Lokasyonlara göre değerlendirildiğinde, Osmaniye'den alınan örneklerin (287.58 mg GAE/100g) en yüksek toplam fenol içeriğine sahip olduğu (Çizelge 4.2), Orhaneli'den alınan örneklerin ise (161.50 mg GAE/100g) en düşük toplam fenol içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Tüm örneklerde en yüksek toplam fenol içeriğine, Çin turpu tipinde Gürsu'dan alınan örnekler (477.35 mg GAE/100g) sahip iken; en düşük toplam fenol içeriğine ise Kestane turpu tipinde Orhaneli'den alınan örneklerin (161.50 mg GAE/100g) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4). Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur (Ek-6).



Şekil 4.5. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre toplam fenol içeriği (mg GAE/100g). Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'lerini göstermektedir.

Turp tiplerine göre değerlendirme yapıldığında, Çin turpunun ortalama 710.05 mg GAE/100g ile diğer turp tiplerine göre daha yüksek toplam fenol içeriğine sahip olduğu (Çizelge 4.2) ve bunu Bayır turpunun ortalama 508.94 mg GAE/100g ile takip ettiği görülmektedir. En düşük toplam fenol içeriğine sahip turp tipleri ise Japon turpu (288.35 mg GAE/100g) ve Fındık turpu (291.31 mg GAE/100g) tespit edilmiştir.

Lokasyonlara göre ise, Osmaniye'den alınan örneklerin (435.40 mg GAE/100g) daha yüksek toplam fenol içeriğine sahip olduğu tespit edilmiş (Çizelge 4.2), bunu sırasıyla Antalya'dan (419.06 mg GAE/100g), Konya'dan (416.71 mg GAE/100g), Gürsu'dan (409.51 mg GAE/100g) alınan örnekler takip etmiştir. En düşük toplam fenol içeriğine sahip örneklerin bulunduğu lokasyon ise Orhaneli (401.48 mg GAE/100g) olarak belirlenmiştir.

Tüm örneklerde, Çin turpu tipinde Gürsu'dan alınan örneklerde (818.15 mg GAE/100g) en yüksek toplam fenol içeriği saptanırken; en düşük toplam fenol içeriği ise Fındık turpu tipinde Gürsu'dan alınan örneklerde (240.56 mg GAE/100g) belirlenmiştir (Şekil 4.5). Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Ek-7).

Çizelge 4.2. Turp tiplerinin toplam fenol içeriği

Toplam Fenol İçeriği (mg GAE/100g)			
Değişkenler	Ekstrakte edilebilir fraksiyon	Hidrolize edilebilir fraksiyon	Toplam fenolik içerik
Tip			
Kestane Turpu	120.38 ^{cZ}	197.72 ^e	318.11 ^d
Bayır Turpu	187.41 ^b	321.53 ^b	508.94 ^b
Beyaz Turp	113.73 ^d	268.11 ^c	381.85 ^c
Çin Turpu	312.10 ^a	397.94 ^a	710.04 ^a
Japon Turpu	94.25 ^e	194.10 ^e	288.35 ^e
Fındık Turpu	71.90 ^f	219.41 ^d	291.31 ^e
Lokasyon			
Gürsu	156.19 ^a	253.31 ^c	409.51 ^c
Orhaneli	139.88 ^d	261.60 ^b	401.48 ^d
Konya	153.03 ^b	263.68 ^b	416.71 ^b
Osmaniye	147.82 ^c	287.58 ^a	435.40 ^a
Antalya	152.89 ^b	266.17 ^b	419.06 ^b
ANOVA			
Tip*Lokasyon	*	*	*

^ZAynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p<0.05$). *İstatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli.

Pushkala ve ark. (2013) kırmızı turp üzerine yaptıkları çalışmada turp örneklerinin toplam fenol içeriğinin 122 mg GAE/100 g olduğunu bildirmiştir. Tsouvaltzis ve Brecht (2014), ve Goyenche ve ark. (2015) çalışmalarında fındık turpu ve kestane turpu örneklerinin toplam fenol içeriğini sırası ile 240 mg GAE/100 g ve 341.45 mg GAE/100g olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızdaki turp tiplerinin toplam fenol içeriği Fındık turpunda 291.31 mg GAE/100g ve Kestane turpunda 318.11 mg GAE/100g arasında belirlenmiş ve yukarıda verilen değerlerle paralellik göstermektedir.

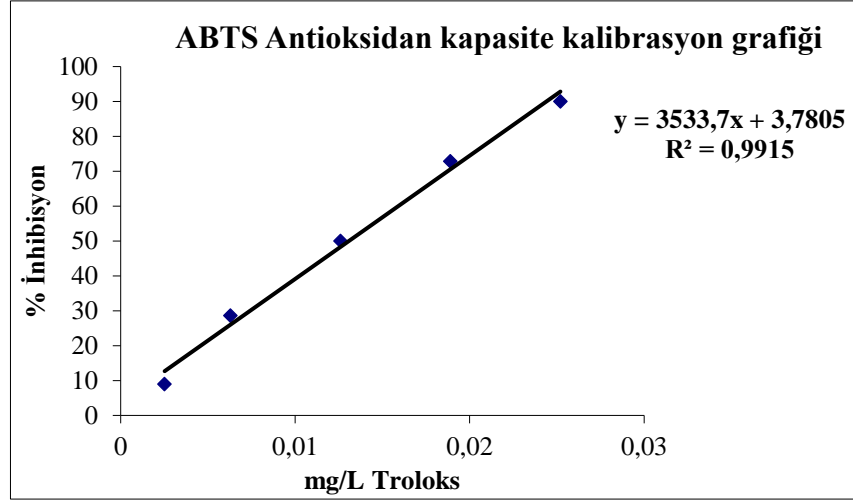
Solmaz (2017) Bayır turbu üzerine yaptığı çalışmasında farklı çözücülerin toplam fenolik içeriğe olan etkisi incelenmiş ve çözücü olarak su kullanılan ekstraktların toplam fenol içeriği 37.23 mg GAE/100g, metanol ve etil alkol ile hazırlanan ekstraktların toplam fenolik içeriklerinin sırası ile 17.79 mg GAE/100g ve 31.33 mg GAE/100g olduğu bildirmiştir. Bu değerler, çalışmamızdan elde edilen bayır turpu tipindeki verilerle (508.94 mg GAE/100g) karşılaştırıldığında oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Çeşitli *Brassica* familyasından olan sebzelerin toplam fenolik bileşen miktarlarının sebzenin yetiştirilme şartları ve yetiştiği toprağın yapısı, hasat olgunluğu ve hasat sonrası depolama faktörlerinden dolayı farklılıklar gösterebileceğini belirtilmiştir (Bahorun ve ark. 2004; Sánchez-Aguayo ve ark. 2004; Franke ve ark. 2004; Wang ve ark. 2011; Zhang ve Hamauzu 2004; Chu ve ark. 2002; Holden ve ark. 1999).

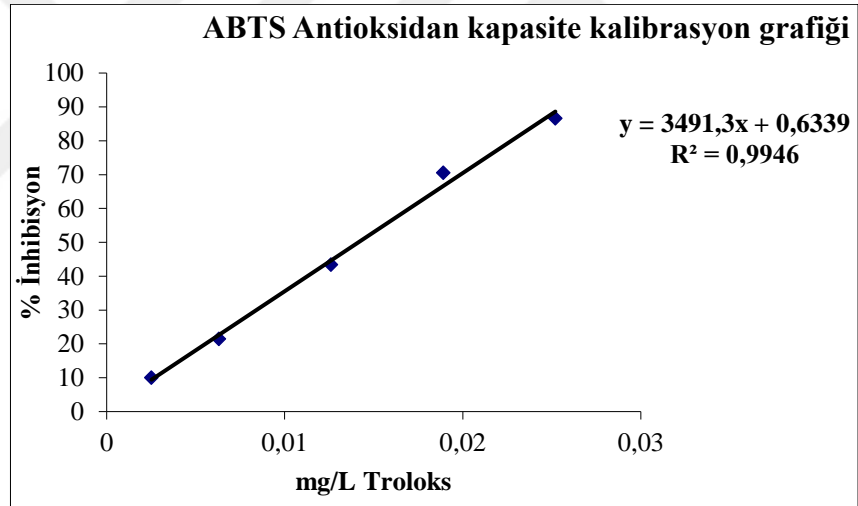
4.6. Antioksidan Kapasite Sonuçları

4.6.1. ABTS yöntemi

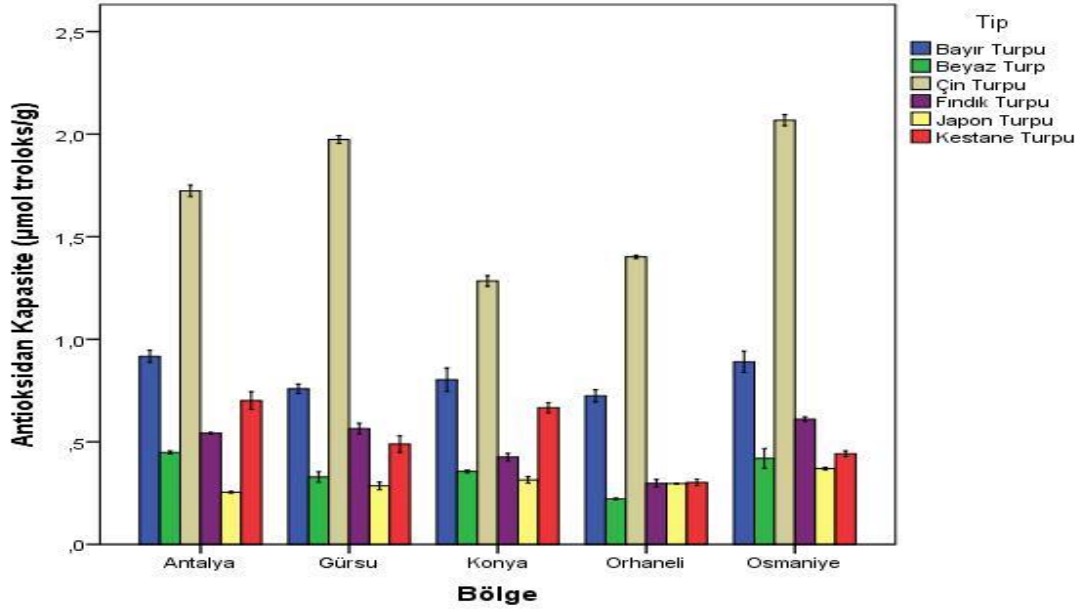
Turp örneklerinin hazırlanan ekstraktları kullanılarak antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde madde 3.2.7’de belirtilen ABTS yöntemi kullanılmıştır. Turp örneklerinde tiplere ve lokasyonlara göre ekstrakte edilebilir fraksiyonlarının antioksidan kapasite değeri Şekil 4.8 ve Çizelge 4.3’de, hidrolize edilebilir fraksiyonlarının antioksidan kapasite değeri Şekil 4.9 ve Çizelge 4.3’de görülmektedir. Kalibrasyon grafiği 0.00252-0.0252 mg aralığında troloks çözeltisi çizilmiş ve Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Sonuçlar μmol troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.6. Ekstrakte edilebilir fraksiyonlar için ABTS yöntemine ait kalibrasyon grafiği



Şekil 4.7. Hidrolize edilebilir fraksiyonlar için ABTS yöntemine ait kalibrasyon grafiği

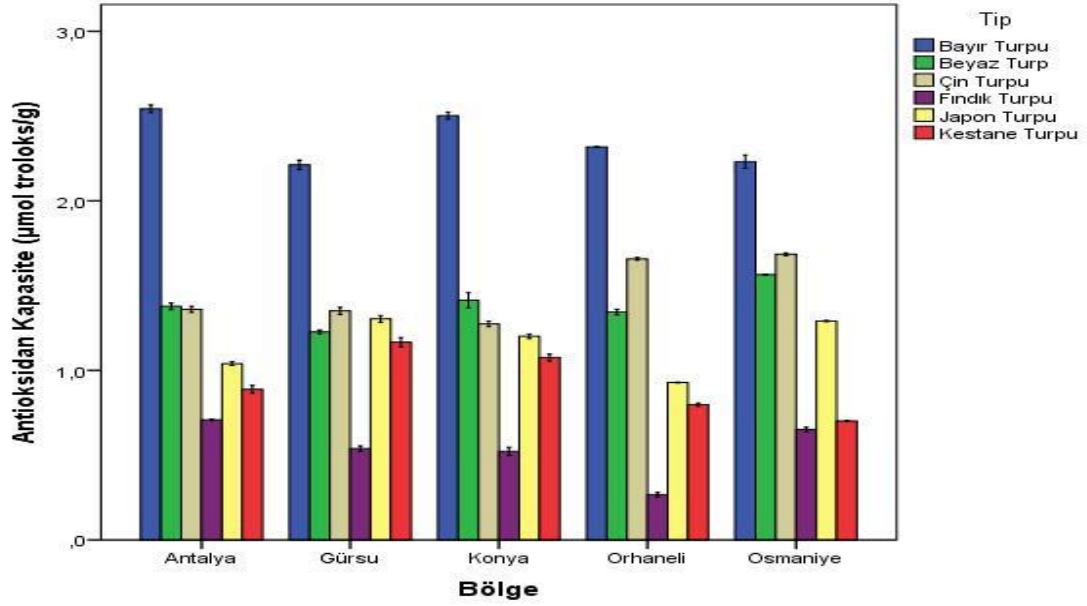


Şekil 4.8. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre ekstrakte edilebilir fraksiyonlarının ABTS yöntemine ait antioksidan kapasite değerleri. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'larını göstermektedir.

ABTS yöntemi kullanılarak yapılan antioksidan kapasite sonuçlarına göre ekstrakte edilebilir fraksiyonlar, turp tiplerine göre değerlendirildiğinde, Çin turpunun ($1.69 \mu\text{mol troloks/g}$) diğer turp tiplerine göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3). Bunu Bayır turpu ($0.81 \mu\text{mol troloks/g}$) takip etmektedir. En düşük antioksidan kapasiteye sahip turp tipi ise Japon turpu ($0.30 \mu\text{mol troloks/g}$) olarak tespit edilmiştir.

Lokasyonlara göre değerlendirme yapıldığında ise, Osmaniye'den alınan örneklerin ortalama $0.79 \mu\text{mol troloks/g}$ ile daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). En düşük antioksidan kapasite değerine sahip lokasyon ise Orhaneli ($0.54 \mu\text{mol troloks/g}$) olarak belirlenmiştir.

Tüm örneklerde değerlendirme yapıldığında, en yüksek antioksidan kapasite Çin turpu tipinde Osmaniye'den alınan örneklerde ($2.07 \mu\text{mol troloks/g}$); en düşük ise Beyaz turp tipinde Orhaneli'den alınan örneklerde ($0.22 \mu\text{mol troloks/g}$) tespit edilmiştir (Şekil 4.8). Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon etkileşimini istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Ek-8).

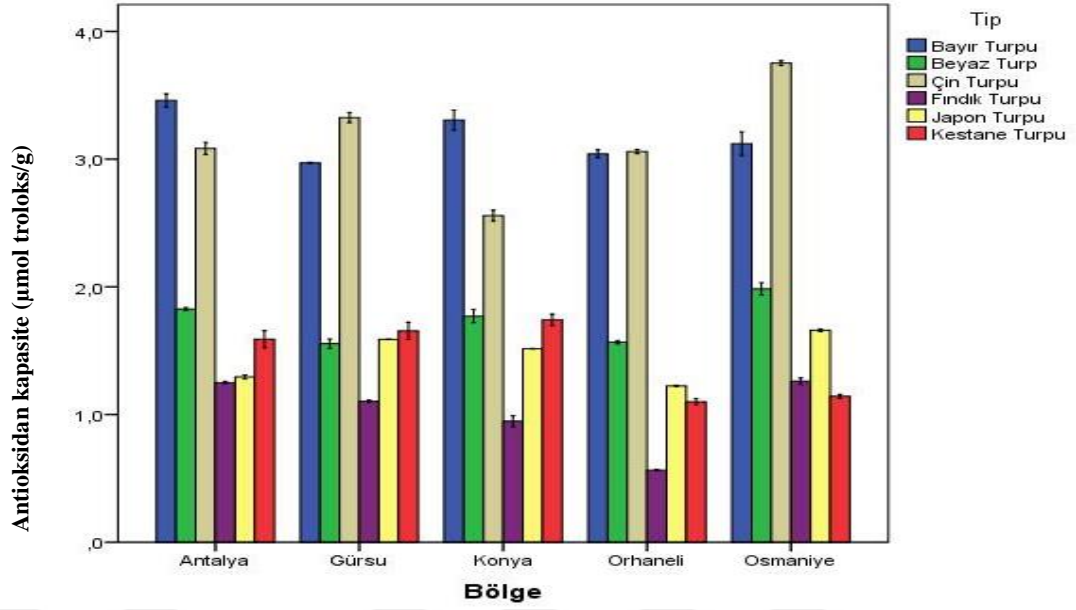


Şekil 4.9. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre hidrolize edilebilir fraksiyonlarının ABTS yöntemine ait antioksidan kapasite değerleri. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'larını göstermektedir.

Turp tipleri, hidrolize edilebilir fraksiyonlar açısından ABTS yöntemi kullanılarak yapılan antioksidan kapasite sonuçlarına göre Bayır turpunun ($2.36 \mu\text{mol trolox/g}$) diğer turp tiplerine göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3). Bu değeri Çin turpu ($1.46 \mu\text{mol trolox/g}$) takip etmektedir. En düşük antioksidan kapasiteye sahip turp tipi ise Fındık turpu ($0.53 \mu\text{mol trolox/g}$) olarak tespit edilmiştir.

Lokasyonlara göre değerlendirme yapıldığında ise, Osmaniye'den ($1.35 \mu\text{mol trolox/g}$) ve Konya'dan alınan örneklerin ($1.33 \mu\text{mol trolox/g}$) daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.3). En düşük antioksidan kapasite değerine sahip lokasyon ise Orhaneli ($1.21 \mu\text{mol trolox/g}$) olarak belirlenmiştir.

Tüm örneklerde değerlendirme yapıldığında, en yüksek antioksidan kapasite ortalama $2.54 \mu\text{mol trolox/g}$ ile Bayır turpu tipinde Antalya'dan alınan örneklerde; en düşük ise ortalama $0.27 \mu\text{mol trolox/g}$ ile Fındık turp tipinde Orhaneli'den alınan örneklerde belirlenmiştir (Şekil 4.9). Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon etkileşimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Ek-9)



Şekil 4.10. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre ABTS yöntemine ait toplam antioksidan kapasite değerleri. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'lerini göstermektedir.

ABTS yöntemi kullanılarak yapılan toplam antioksidan kapasite sonuçları Turp tiplerine göre değerlendirildiğinde, Bayır turpunun ($3.17 \mu\text{mol trolox/g}$) ve Çin turpunun ($3.15 \mu\text{mol trolox/g}$) diğer turp tiplerine göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu, en düşük antioksidan kapasiteye sahip turp tipinin ise Fındık turpu ($1.02 \mu\text{mol trolox/g}$) olduğu tespit edilmiştir.

Lokasyonlara göre değerlendirme yapıldığında, Osmaniye'den alınan örneklerin ($2.15 \mu\text{mol trolox/g}$) daha yüksek toplam antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). En düşük toplam antioksidan kapasite değerine sahip lokasyon ise Orhaneli'den alınan örneklerde ($1.75 \mu\text{mol trolox/g}$) belirlenmiştir.

Tüm örneklerde değerlendirme yapıldığında, Bayır turpu tipinde Antalya'dan alınan örneklerde ($3.46 \mu\text{mol trolox/g}$) en yüksek antioksidan kapasite; en düşük ise Fındık turp tipinde Orhaneli'den alınan örneklerde ($0.56 \mu\text{mol trolox/g}$) belirlenmiştir (Şekil 4.10). Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur (Ek-10).

Çizelge 4.3. ABTS yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları

Antioksidan Kapasite (μmol troloks/g)			
Değişkenler	Ekstrakte edilebilir fraksiyon	Hidrolize edilebilir fraksiyon	Toplam antioksidan kapasite
Tip			
Kestane Turpu	0.52 ^{cz}	0.92 ^e	1.44 ^c
Bayır Turpu	0.81 ^b	2.36 ^a	3.17 ^a
Beyaz Turpu	0.35 ^d	1.38 ^c	1.74 ^b
Çin Turpu	1.69 ^a	1.46 ^b	3.15 ^a
Japon Turpu	0.30 ^e	1.15 ^d	1.45 ^c
Fındık Turpu	0.48 ^c	0.53 ^f	1.02 ^d
Lokasyon			
Gürsu	0.73 ^b	1.29 ^c	2.03 ^c
Orhaneli	0.54 ^d	1.21 ^d	1.75 ^e
Konya	0.64 ^c	1.33 ^{ab}	1.97 ^d
Osmaniye	0.79 ^a	1.35 ^a	2.15 ^a
Antalya	0.76 ^b	1.31 ^{bc}	2.08 ^b
ANOVA			
Tip*Lokasyon	*	*	*

^zAynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p<0.05$). *İstatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli.

Literatürde turp tiplerinde ABTS yöntemi kullanılarak yapılan antioksidan kapasite çalışmasına rastlanılmamıştır. Sikora ve ark. (2008), ABTS yöntemi kullanılarak yaptığı çalışmada antioksidan kapasite değerlerini, turp ile aynı familyadan olan kara lahanada 36.285 μmol troloks/g, brokolide 26.285 μmol troloks/g, karnabaharda 20.985 μmol troloks/g ve brüksel lahanasının da 32.185 μmol troloks/g taze ağırlık olarak bulunduğunu rapor etmiştir.

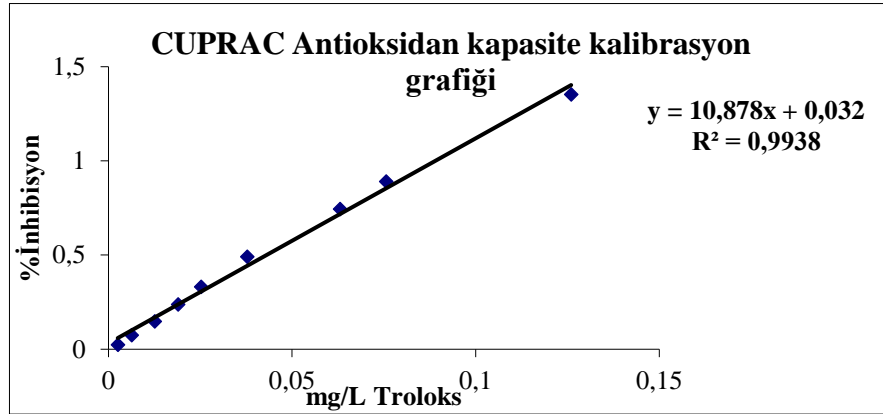
Khanam ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada ise ıspanak ve marul sebzelerinin ABTS yöntemine göre antioksidan kapasitesini farklı standart maddeler (troloks, quersetin, askorbik asit) kullanarak belirlemiştir. Buna göre ıspanak (40.09 $\mu\text{g/g}$ troloks, 35.64 $\mu\text{g/g}$

quersetin, 25.75 $\mu\text{g/g}$ askorbik asit taze ağırlık) ve marul (50.31 $\mu\text{g/g}$ troloks, 43.3 $\mu\text{g/g}$ quersetin, 31.23 $\mu\text{g/g}$ askorbik asit taze ağırlık) olarak bulunmuştur.

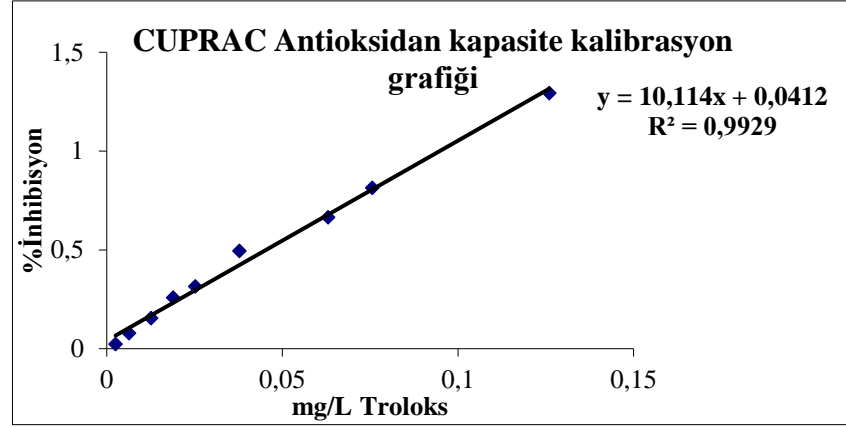
Yapılan çalışmada turp tiplerinin tiplere ve lokasyonlara göre ABTS yöntemi kullanılarak elde edilen toplam antioksidan kapasite sonuçları 1.02-3.17 μmol troloks/g aralığında bulunmuş ve yukarıda verilen Sikora ve ark. (2008) yaptığı çalışmadaki diğer *Brassicaceae* ailesinden olan sebzelerden daha düşük sonuçlar vermiştir.

4.6.2. CUPRAC yöntemi

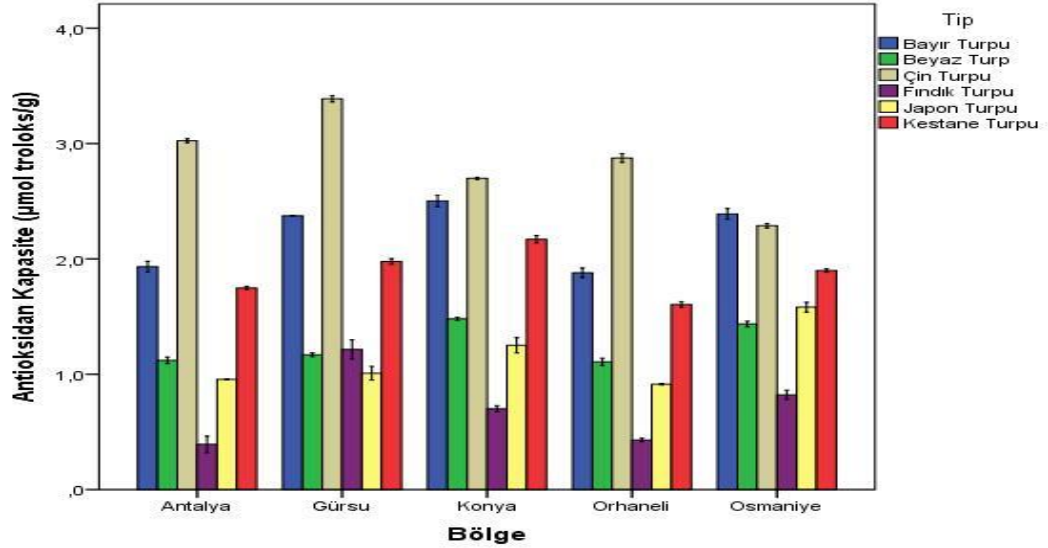
Turp tiplerinin hazırlanan ekstraktları kullanılarak antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde madde 3.2.7’de belirtilen CUPRAC yöntemi kullanılmıştır. Turp örneklerinde tiplere ve lokasyonlara göre ekstrakte edilebilir fraksiyonlarının antioksidan kapasite değeri Şekil 4.13 ve Çizelge 4.4’de, hidrolize edilebilir fraksiyonlarının antioksidan kapasite değerleri Şekil 4.14 ve Çizelge 4.4’de görülmektedir. Kalibrasyon grafiği 0.0063-0.063 mg aralığında troloks çözeltisi çizilmiş ve Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de gösterilmiştir. Sonuçlar μmol troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.11. Ekstrakte edilebilir fraksiyonlar için CUPRAC yöntemine ait kalibrasyon grafiği



Şekil 4.12. Hidrolize edilebilir fraksiyonlar için CUPRAC yöntemine ait kalibrasyon grafiği

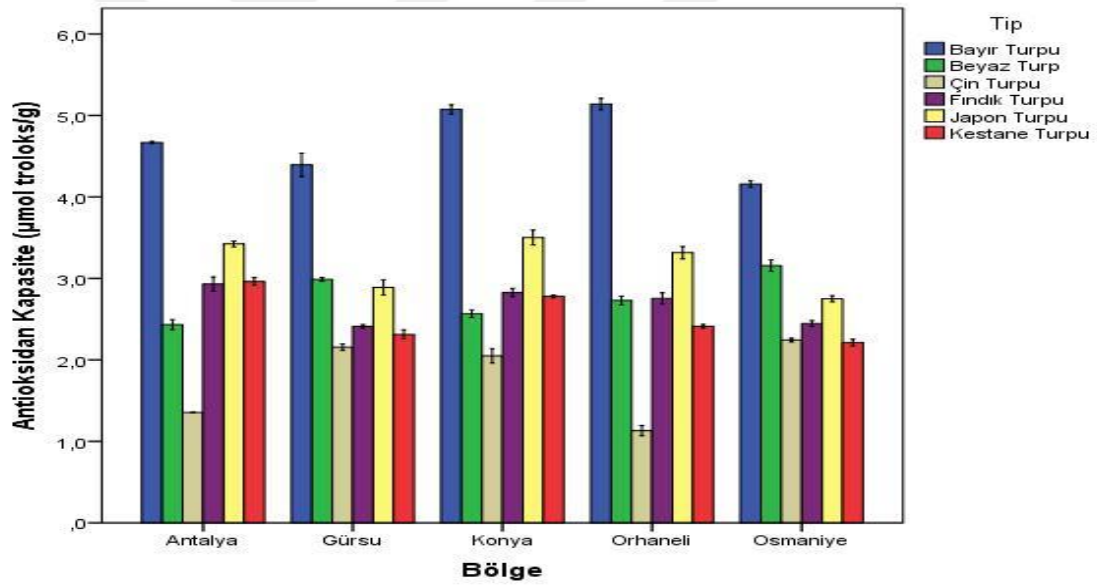


Şekil 4.13. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre ekstrakte edilebilir fraksiyonlarının CUPRAC yöntemine ait antioksidan kapasite değerleri. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'larını göstermektedir.

CUPRAC yöntemi kullanılarak yapılan antioksidan kapasite sonuçlarına göre, ekstrakte edilebilir fraksiyonlar, turp tiplerine göre değerlendirildiğinde, Çin turpunun ortalama $2,85 \mu\text{mol trolox/g}$ ile diğer turp tiplerine göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir. En düşük antioksidan kapasiteye sahip turp tipi ise ortalama $0,71 \mu\text{mol trolox/g}$ ile Fındık turp olarak saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Lokasyonlara göre değerlendirme yapıldığında ise, Gürsu'dan alınan örneklerin (1.85 μmol troloks/g) daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Daha sonra sırasıyla Konya, Osmaniye ve Antalya'dan alınan örnekler gelmektedir. En düşük antioksidan kapasite değerine sahip lokasyon ise Orhaneli (1.46 μmol troloks/g) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Tüm örneklerde değerlendirme yapıldığında, en yüksek antioksidan kapasite Çin turpu tipinde Gürsu'dan alınan örneklerde (3.39 μmol troloks/g); en düşük ise Fındık turpu tipinde Antalya'dan alınan örneklerde (0.39 μmol troloks/g) saptanmıştır (Şekil 4.13). Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon interaksiyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur (Ek-11).

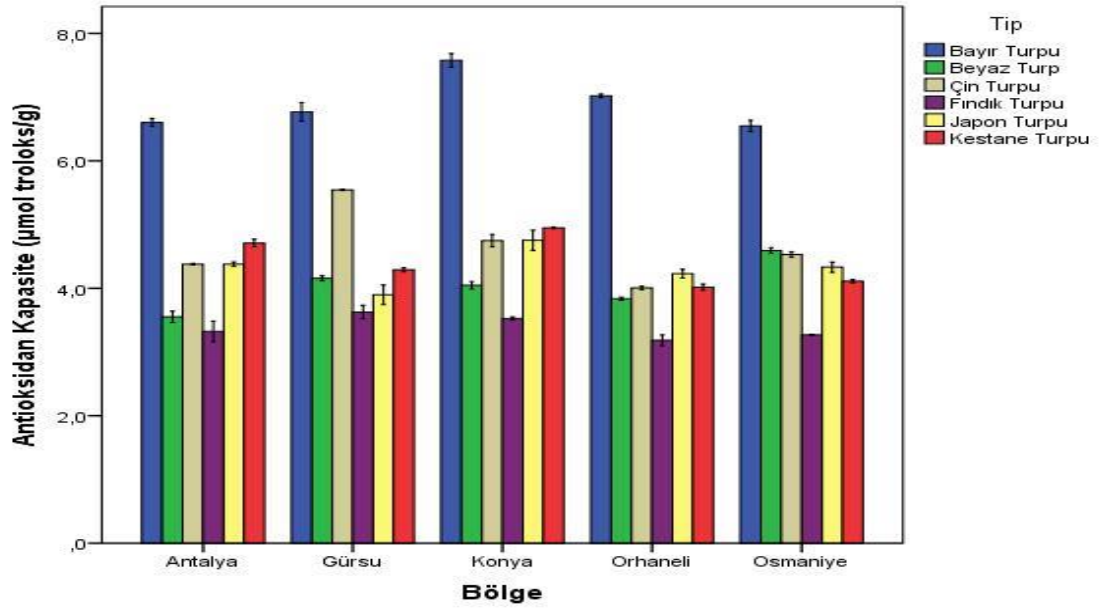


Şekil 4.14. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre hidrolize edilebilir fraksiyonlarının CUPRAC yöntemine ait antioksidan kapasite değerleri. Dikey barlar tekerrürlerin $\pm\text{SD}$ 'lerini göstermektedir.

Hidrolize edilebilir fraksiyonlar turp tiplerine göre değerlendirildiğinde, CUPRAC yöntemi kullanılarak yapılan antioksidan kapasite sonuçlarına göre Bayır turpunun (4.68 μmol troloks/g) diğer turp tiplerine göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu ve Çin turpunun (1.78 μmol troloks/g) ise en düşük antioksidan kapasiteye sahip turp tipinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Lokasyonlara göre değerlendirme yapıldığında ise, Konya'dan alınan örneklerin ($3.13 \mu\text{mol troloks/g}$) daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). En düşük antioksidan kapasite değerine sahip lokasyon ise Osmaniye olarak ($2.82 \mu\text{mol troloks/g}$) belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Tüm örneklerde değerlendirme yapıldığında, en yüksek antioksidan kapasite Bayır turpu tipinde Orhaneli'den alınan örneklerde ortalama $5.14 \mu\text{mol troloks/g}$ ile; en düşük ise Çin turpu tipinde yine Orhaneli'den alınan örneklerde ortalama $1.13 \mu\text{mol troloks/g}$ ile belirlenmiştir (Şekil 4.14). Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Ek-12).



Şekil 4.15. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre CUPRAC yöntemine ait toplam antioksidan kapasite değerleri. Dikey barlar tekerrürlerin $\pm\text{SD}$ 'lerini göstermektedir.

Turp tiplerine göre değerlendirildiğinde, CUPRAC yöntemi kullanılarak yapılan toplam antioksidan kapasite sonuçlarına göre Bayır turpunun ($6.90 \mu\text{mol troloks/g}$) diğer turp tiplerine göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.4). Bunu Çin turpu ($4.64 \mu\text{mol troloks/g}$) takip ederken, en düşük antioksidan kapasiteye sahip turp tipinin ise Fındık turpu ($3.38 \mu\text{mol troloks/g}$) olduğu tespit edilmiştir.

Lokasyonlara göre değerlendirme yapıldığında ise, Konya'dan alınan örneklerin (4.93 μmol troloks/g) daha yüksek toplam antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Daha sonra sırasıyla Gürsu, Osmaniye ve Antalya lokasyonları gelmektedir. En düşük toplam antioksidan kapasite değerine sahip lokasyon ise Orhaneli (4.38 μmol troloks/g) olarak belirlenmiştir.

Tüm örneklerde en yüksek antioksidan kapasite, Bayır turpu tipinde Konya'dan alınan örneklerde (7.58 μmol troloks/g); en düşük ise Fındık turp tipinde Orhaneli'den alınan örneklerde (3.18 μmol troloks/g) belirlenmiştir (Şekil 4.15). Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Ek-13).

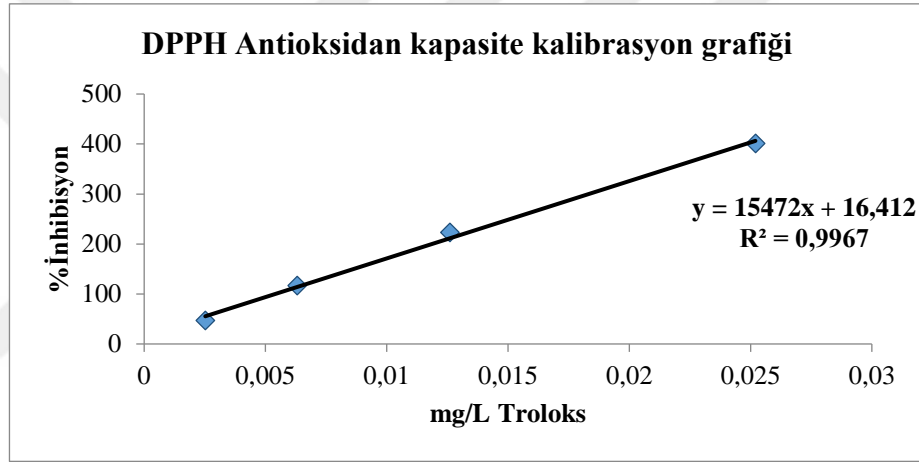
Çizelge 4.4. CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları

Antioksidan Kapasite (μmol troloks/g)			
Değişkenler	Ekstrakte edilebilir fraksiyon	Hidrolize edilebilir fraksiyon	Toplam antioksidan kapasite
Tip			
Kestane Turpu	1.87 ^{cz}	2.53 ^e	4.41 ^c
Bayır Turpu	2.21 ^b	4.68 ^a	6.90 ^a
Beyaz Turp	1.26 ^d	2.77 ^c	4.03 ^d
Çin Turpu	2.85 ^a	1.78 ^f	4.64 ^b
Japon Turpu	1.14 ^e	3.17 ^b	4.31 ^c
Fındık Turpu	0.71 ^f	2.67 ^d	3.38 ^e
Lokasyon			
Gürsu	1.85 ^a	2.85 ^{cd}	4.71 ^b
Orhaneli	1.46 ^e	2.91 ^{bc}	4.38 ^d
Konya	1.80 ^b	3.13 ^a	4.93 ^a
Osmaniye	1.73 ^c	2.82 ^d	4.55 ^c
Antalya	1.52 ^d	2.96 ^b	4.49 ^c
ANOVA			
Tip*Lokasyon	*	*	*

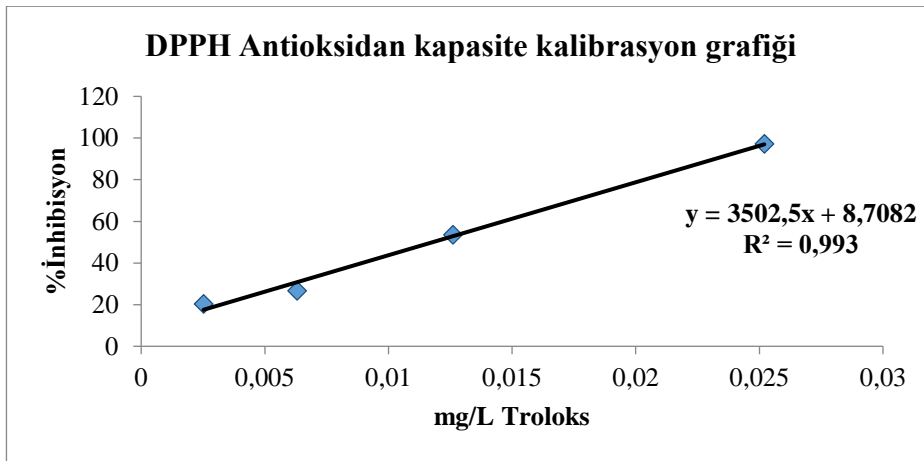
^zAynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p < 0.05$). *İstatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli.

4.6.3. DPPH yöntemi

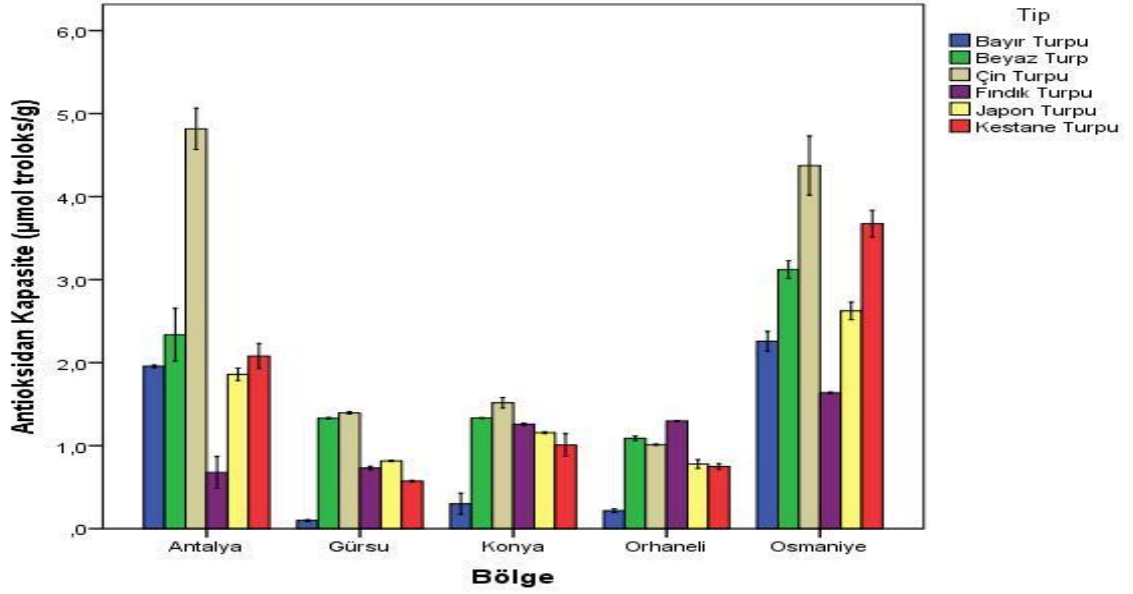
Turp örneklerinin hazırlanan ekstraktları kullanılarak antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde madde 3.2.7’de belirtilen DPPH yöntemi kullanılmıştır. Turp örneklerinde tiplere ve lokasyonlara göre ekstrakte edilebilir fraksiyonlarının antioksidan kapasite değeri Şekil 4.18 ve Çizelge 4.5’de, hidrolize edilebilir fraksiyonlarının antioksidan kapasite değeri Şekil 4.19 ve Çizelge 4.5’de görülmektedir. Kalibrasyon grafiği 0.00252-0.0252 mg aralığında troloks çözeltisi çizilmiş ve Şekil 4.16 ve Şekil 4.17’de gösterilmiştir. Sonuçlar μmol troloks/g örnek olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.16. Ekstrakte edilebilir fraksiyonlar için DPPH yöntemine ait kalibrasyon grafiği



Şekil 4.17. Hidrolize edilebilir fraksiyonlar için DPPH yöntemine ait kalibrasyon grafiği

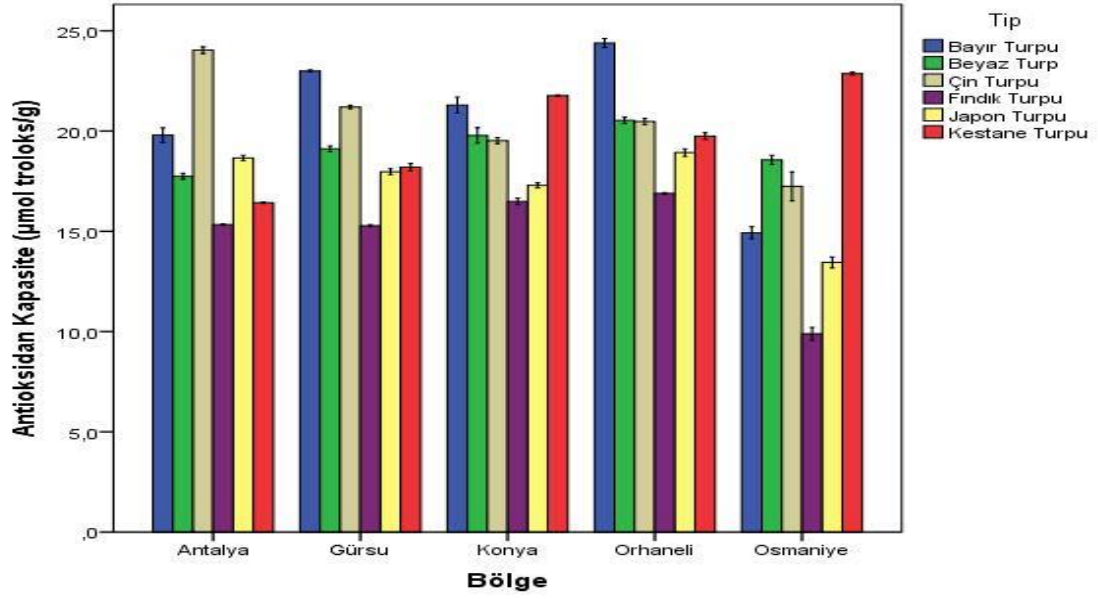


Şekil 4.18. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre ekstrakte edilebilir fraksiyonlarının DPPH yöntemine ait antioksidan kapasite değerleri. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'larını göstermektedir.

DPPH yöntemi kullanılarak yapılan antioksidan kapasite sonuçlarına göre, ekstrakte edilebilir fraksiyonlar turp tiplerine göre değerlendirildiğinde, Çin turpunun ortalama $2.62 \mu\text{mol trolox/g}$ ile diğer turp tiplerine göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Bu değeri Beyaz turp ($1.84 \mu\text{mol trolox/g}$) takip etmektedir. En düşük antioksidan kapasiteye sahip turp tipleri ise ortalama $0.96 \mu\text{mol trolox/g}$ ile Bayır turpu ve $1.11 \mu\text{mol trolox/g}$ ile Fındık turpu olarak tespit edilmiştir.

Lokasyonlara göre değerlendirme yapıldığında ise, Osmaniye'den alınan örneklerin ($2.94 \mu\text{mol trolox/g}$) daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). En düşük antioksidan kapasite değerine sahip lokasyonlar ise Gürsu ($0.82 \mu\text{mol trolox/g}$) ve Orhaneli ($0.54 \mu\text{mol trolox/g}$) olarak belirlenmiştir.

Tüm örneklerde değerlendirme yapıldığında en yüksek antioksidan kapasite, Çin turpu tipinde Antalya'dan alınan örneklerde ($4.82 \mu\text{mol trolox/g}$), en düşük ise Bayır turpu tipinde Gürsu'dan alınan örneklerde ($0.10 \mu\text{mol trolox/g}$) belirlenmiştir (Şekil 4.18). Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Ek-14).

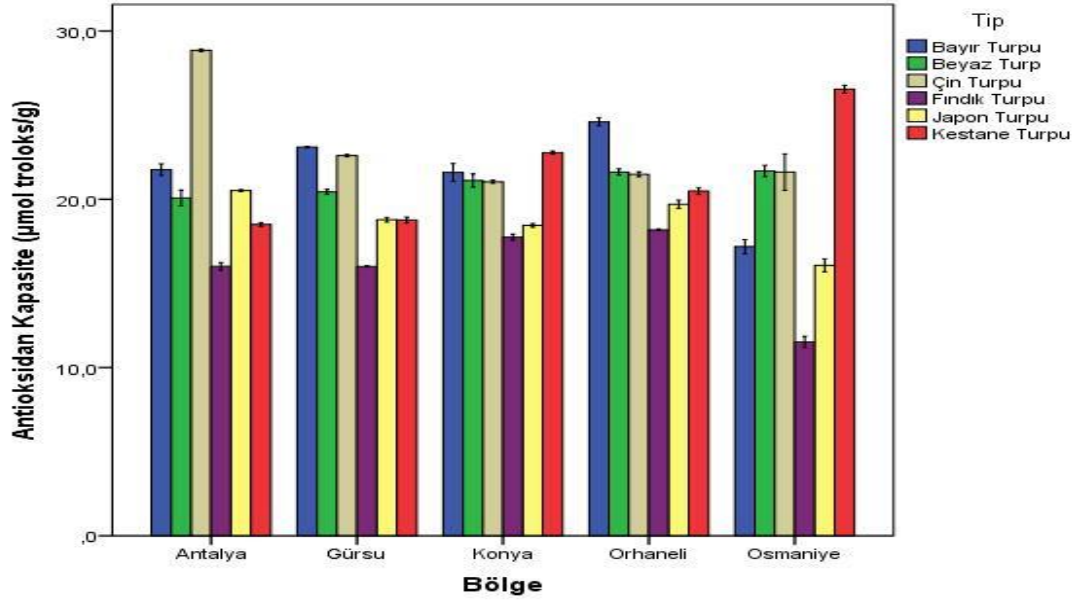


Şekil 4.19. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre hidrolize edilebilir fraksiyonlarının DPPH yöntemine ait antioksidan kapasite değerleri. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'larını göstermektedir.

DPPH yöntemi kullanılarak yapılan antioksidan kapasite sonuçlarına göre, hidrolize edilebilir fraksiyonlar turp tiplerine göre değerlendirildiğinde, Bayır turpunun ($20.68 \mu\text{mol trolox/g}$) ve Çin turpunun ($20.49 \mu\text{mol trolox/g}$) diğer turp tiplerine göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.5). Bu değeri Kestane turpu ($19.79 \mu\text{mol trolox/g}$) takip etmektedir. En düşük antioksidan kapasiteye sahip turp tipi ise Fındık turpu ($14.77 \mu\text{mol trolox/g}$) olarak tespit edilmiştir.

Lokasyonlara göre değerlendirme yapıldığında ise, Orhaneli'den alınan örneklerin ($20.15 \mu\text{mol trolox/g}$) daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). En düşük antioksidan kapasite değerine sahip lokasyon ise Osmaniye ($16.15 \mu\text{mol trolox/g}$) olarak belirlenmiştir.

Tüm örneklerde değerlendirme yapıldığında, en yüksek antioksidan kapasite, Bayır turpu tipinde Orhaneli'den alınan örneklerde ($24.39 \mu\text{mol trolox/g}$), en düşük ise Fındık turp tipinde Osmaniye'den alınan örneklerde ($9.88 \mu\text{mol trolox/g}$) belirlenmiştir (Şekil 4.19). Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon etkileşimi istatistik olarak önemli bulunmuştur (Ek-15).



Şekil 4.20. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre DPPH yöntemine ait toplam antioksidan kapasite değerleri. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'lerini göstermektedir.

Turp tiplerine göre değerlendirildiğinde, DPPH yöntemi kullanılarak yapılan toplam antioksidan kapasite sonuçlarına göre Çin turpunun ($23.11 \mu\text{mol trolox/g}$) diğer turp tiplerine göre daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu, en düşük antioksidan kapasiteye sahip turp tipinin ise Fındık turpu ($15.89 \mu\text{mol trolox/g}$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Lokasyonlara göre değerlendirme yapıldığında, Orhaneli'den ($21.01 \mu\text{mol trolox/g}$) ve Antalya'dan alınan örneklerin ($20.95 \mu\text{mol trolox/g}$) diğer lokasyonlara göre daha yüksek toplam antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Osmaniye ($19.10 \mu\text{mol trolox/g}$) ise en düşük toplam antioksidan kapasite değerine sahip lokasyon olarak belirlenmiştir.

Tüm örneklerde değerlendirme yapıldığında, en yüksek antioksidan kapasite Çin turpu tipinde Antalya'dan alınan örneklerde ($28.85 \mu\text{mol trolox/g}$), en düşük ise Fındık turpu tipinde Osmaniye'den alınan örneklerde ($11.52 \mu\text{mol trolox/g}$) belirlenmiştir (Şekil 4.20). Tip ve Lokasyon arasındaki Tip*Lokasyon etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Ek-16).

Çizelge 4.5. DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları

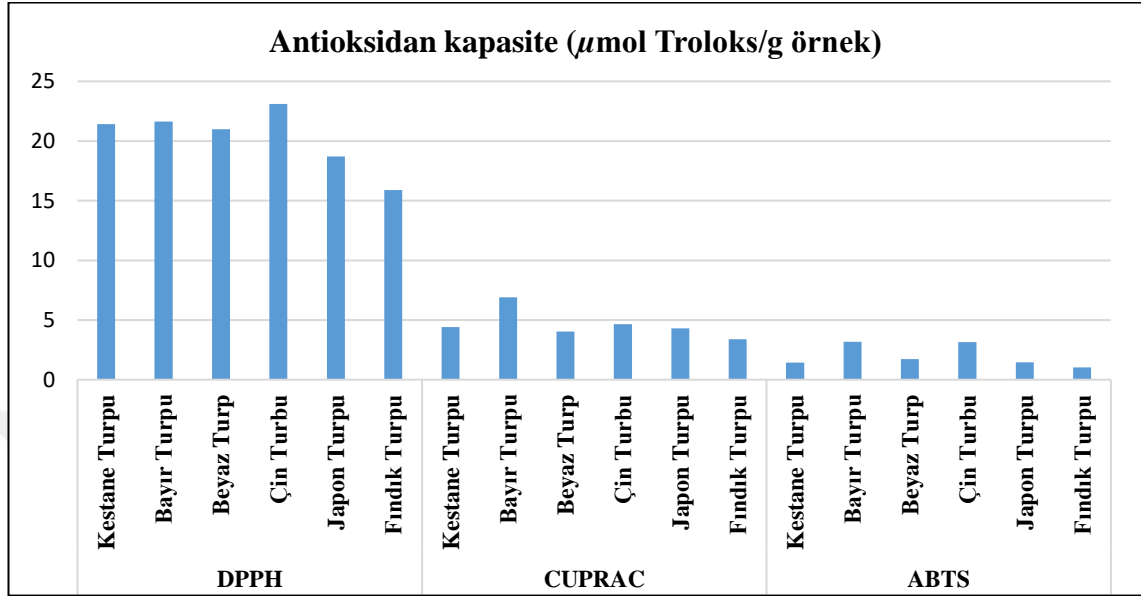
Antioksidan Kapasite (μmol troloks/g)			
Değişkenler	Ekstrakte edilebilir fraksiyon	Hidrolize edilebilir fraksiyon	Toplam antioksidan kapasite
Tip			
Kestane Turpu	1.61 ^{cZ}	19.79 ^b	21.41 ^b
Bayır Turpu	0.96 ^c	20.68 ^a	21.64 ^b
Beyaz Turp	1.84 ^b	19.14 ^c	20.98 ^c
Çin Turpu	2.62 ^a	20.49 ^a	23.11 ^a
Japon Turpu	1.44 ^d	17.25 ^d	18.70 ^d
Fındık Turpu	1.11 ^e	14.77 ^c	15.89 ^e
Lokasyon			
Gürsu	0.82 ^d	19.12 ^b	19.94 ^c
Orhaneli	0.85 ^d	20.15 ^a	21.01 ^a
Konya	1.09 ^c	19.35 ^b	20.45 ^b
Osmaniye	2.94 ^a	16.15 ^d	19.10 ^d
Antalya	2.28 ^b	18.66 ^c	20.95 ^a
ANOVA			
Tip*Lokasyon	*	*	*

^ZAynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p<0.05$). *İstatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli.

DPPH radikali giderme yöntemi kullanılarak, Goyeneche ve ark. (2015) kırmızı turpun antioksidan kapasitesini $1.36 \mu\text{mol}$ troloks/100g taze ağırlık ve Solmaz (2017) kara turpun antioksidan kapasitesini 0.49 (mg/ml) olarak bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Beevi (2010) ise turpun IC50 değerini $42 (\mu\text{g/ml})$ olarak bulmuştur. Bu literatür verileri, çalışmamızda elde edilen sonuçlardan ($11.52-28.85 \mu\text{mol}$ Troloks/g) daha düşük olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların çalışılan turp tiplerindeki, yetiştirilme yerindeki, uygulanan tarımsal uygulamalardaki ve coğrafi koşullardaki farklılıklara bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir.

Turp tiplerinin toplam antioksidan kapasitelerinin farklı antioksidan kapasite yöntemlerine göre değişimi Şekil 4.21’de verilmiştir.



Şekil 4.21. Turp tiplerinin toplam antioksidan kapasitelerinin farklı antioksidan kapasite yöntemlerine göre değişimi

Antioksidan kapasite sonuçları, analiz edilecek örneğin kimyasal bileşimi, içerdiği aktif bileşikler, reaksiyon koşulları, analizde kullanılan kimyasallar ve analizin çalışma prensibi gibi birçok parametreden etkilenmektedir. Bu nedenle gıda örneklerinin antioksidan kapasitesini belirlenmesinde tek bir standart antioksidan kapasite belirleme yöntemi bulunmamaktadır. Ayrıca bitkilerde birçok doğal antioksidatif bileşik bulunduğu ve antioksidan kapasitenin bu bileşiklerden iki veya daha fazlasının sinerjistik etkileşiminden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Zin ve ark. 2002). Yapılan çalışmanın sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi için birden fazla antioksidan kapasite belirleme metodu kullanılarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması sonucunda turp tiplerinin antioksidan kapasitesinin belirlenmiş olduğu sınırlı sayıda kaynak bulunabildiğinden, elde edilen sonuçların literature büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Literatürde karşılaşılan çalışmalarda, analiz yöntemleri, kullanılan materyal, ekstraksiyon ve kullanılan standart maddeler açısından farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle

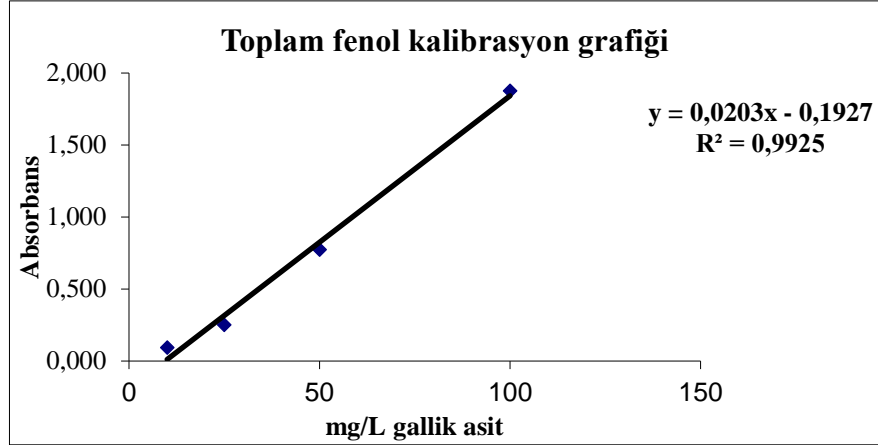
Frankel ve ark. (2000) farklı yöntemlerin sonuçlarının karşılaştırılmasının ve kıyaslanmasının zor olduğunu rapor etmişlerdir. Bununla beraber, bu sorunları ortadan kaldırmak amacıyla, antioksidan kapasiteyi belirleyebilen yeni yöntemler de her geçen gün literatüre ilave edilmektedir (Giovanelli ve Buratti 2001; Cervellati ve ark. 2001).

Bir başka çalışmada, Malatya bölgesinde yetişen kayısılar ile çalışma yapılmış ve bu çalışmada antioksidan kapasite belirlenme metodlarından CUPRAC, ABTS ve Folin fenol içeriği karşılaştırılmıştır. ABTS ve Folin metodunun CUPRAC metodu ile uyumlu sonuçlar verdiği ve flavonoidlerin kalibrasyon eğrileri arasında paralellik olduğu gösterilmiştir (Güçlü ve ark. 2006).

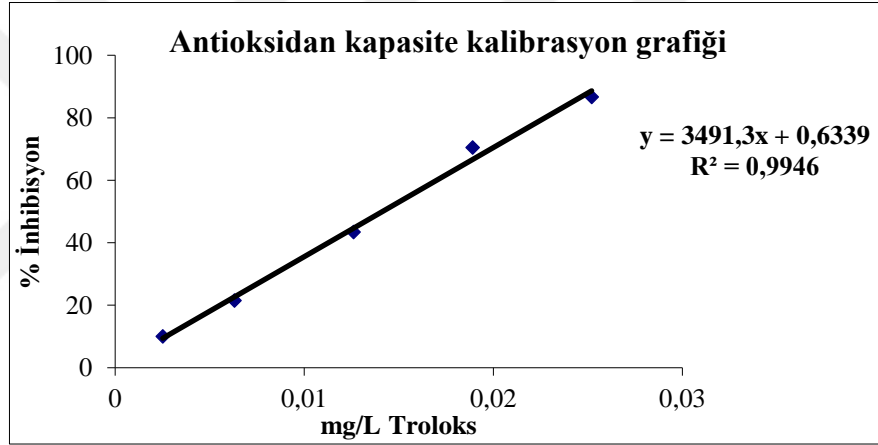
Bunlara ilave olarak, yapılan çalışmada turp örneklerinin toplam fenol içeriği ile antioksidan kapasiteleri arasında önemli bir lineer ilişki olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, Cai ve ark. (2004) Çin'e özgü geleneksel 112 bitkinin toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitelerinin birbiri ile doğru orantılı olduğunu ve toplam fenol içeriği yüksek örneklerin antioksidan kapasitelerinde yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

4.7. Biyoalınabilirlik

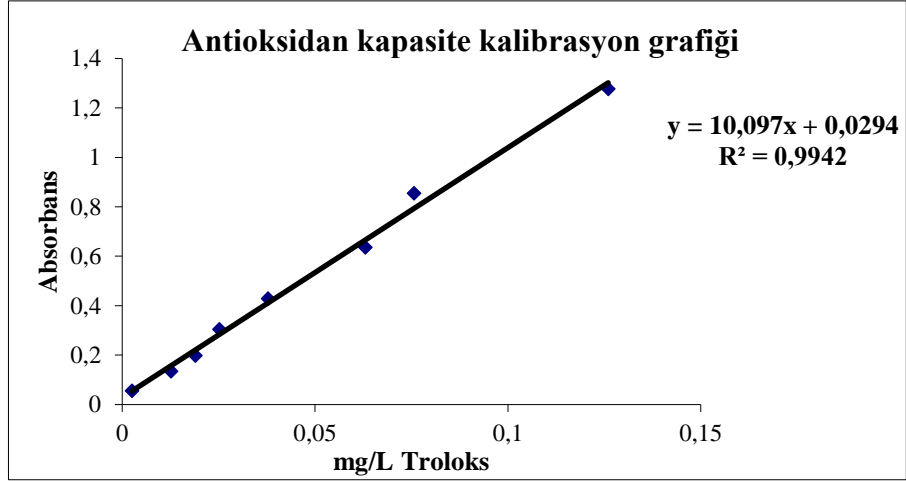
Turp tiplerinin toplam fenol içeriklerinin ve antioksidan kapasitelerinin (ABTS, CUPRAC ve DPPH) biyoalınabilirlikleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Toplam fenol içeriğine ait kalibrasyon grafiği Şekil 4.22' de ve antioksidan kapasite belirleme yöntemlerinde kullanılan ABTS, CUPRAC, DPPH'ın biyoalınabilirliğine dair kalibrasyon grafikleri ise sırasıyla Şekil 4.23, 4.24 ve 4.25'de görülmektedir.



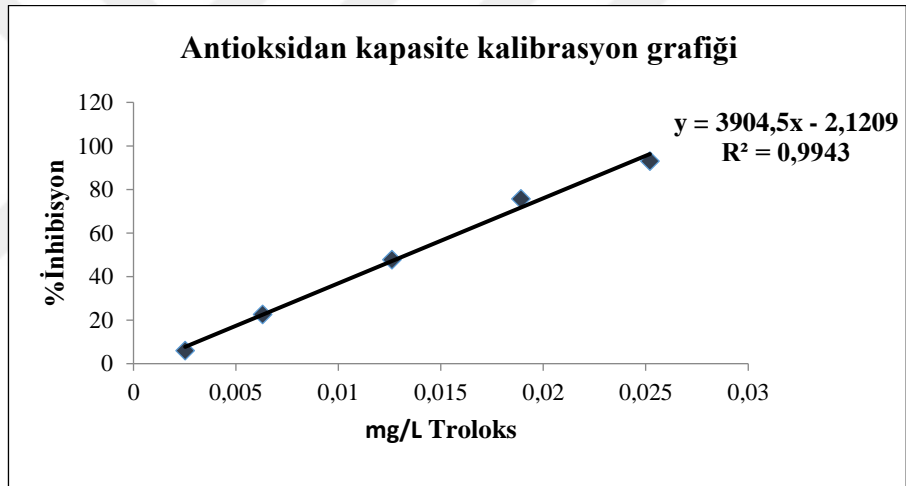
Şekil 4.22. Toplam fenol içeriğinin biyoalnabilirliğine ait kalibrasyon grafiği



Şekil 4.23. ABTS yönteminin biyoalnabilirliğine ait kalibrasyon grafiği



Şekil 4.24. CUPRAC yönteminin biyoalnabilirliğine ait kalibrasyon grafiği



Şekil 4.25. DPPH yönteminin biyoalnabilirliğine ait kalibrasyon grafiği

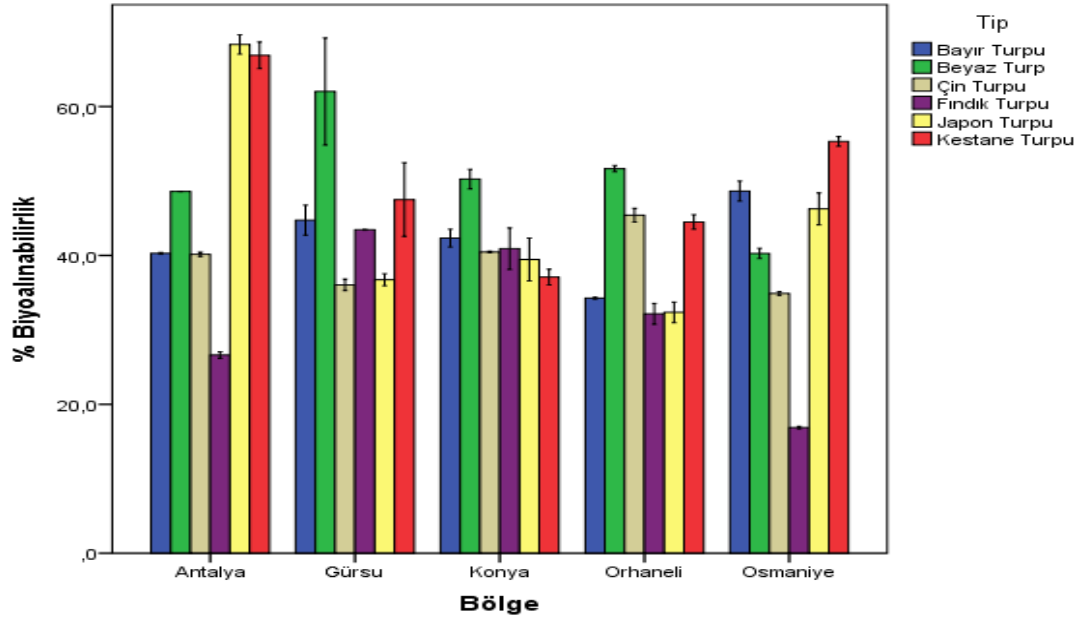
Toplam fenol içeriği biyoalnabilir fraksiyonlar açısından turp tiplerine göre değerlendirildiğinde, Çin turpu ortalama 278.03 mg GAE/100g ile diğer turp tiplerine oranla daha yüksek sonuçlar vermiştir. En düşük toplam fenol içeriği Fındık turpu (88.55 mg GAE/100g) örneğinde tespit edilmiştir. ABTS, CUPRAC ve DPPH yöntemi kullanılarak yapılan antioksidan kapasite sonuçlarına göre ise yine Çin turpu tüm yöntemlerde en yüksek antioksidan kapasiteye sahip tip olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Lokasyonlara göre değerlendirme yapıldığında ise, Antalya'dan alınan örneklerin toplam fenol içeriği ve tüm antioksidan kapasite yöntemlerinde en yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). En düşük antioksidan kapasite değerine sahip lokasyon ise Orhaneli olarak belirlenmiştir.

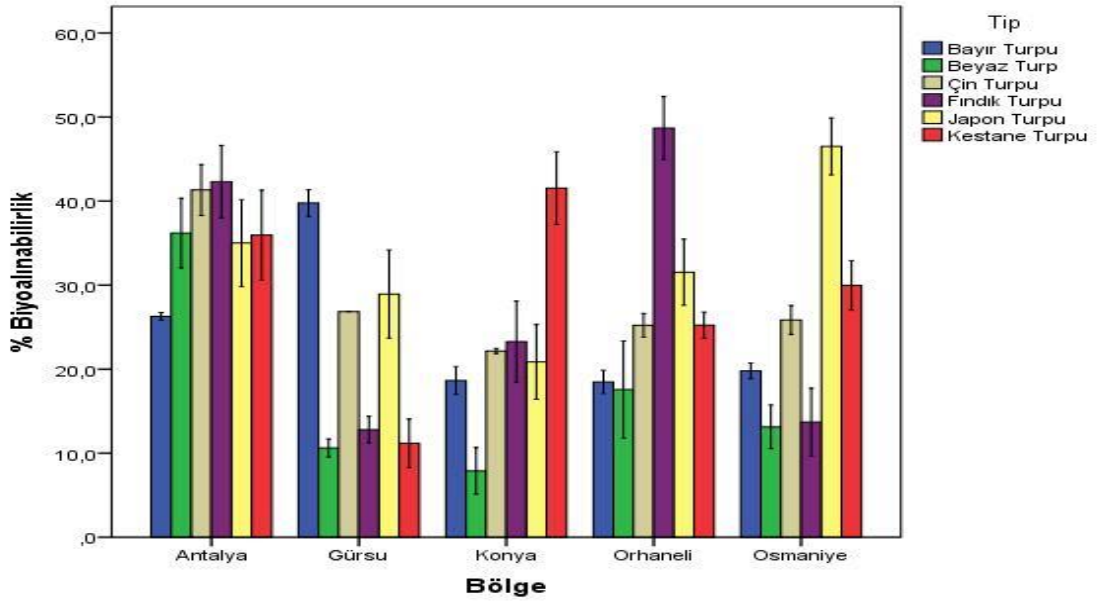
Çizelge 4.6. Turp tiplerinin antioksidan özelliklerinin biyoalınabilirlikleri

Değişkenler	Toplam fenol içeriği (mg GAE/100g)	Antioksidan kapasite (μ mol troloks/g)		
		ABTS	CUPRAC	DPPH
Tür				
Kestane Turpu	160.32 ^{dZ}	0.41 ^c	1.56 ^c	15.81 ^b
Bayır Turpu	213.00 ^b	0.77 ^b	1.83 ^b	16.97 ^{ab}
Beyaz Turp	191.47 ^c	0.30 ^d	1.45 ^c	16.16 ^b
Çin Turpu	278.03 ^a	0.89 ^a	2.34 ^a	18.76 ^a
Japon Turpu	129.94 ^e	0.47 ^c	0.68 ^d	14.94 ^b
Fındık Turpu	88.51 ^f	0.26 ^d	1.32 ^c	9.57 ^c
Bölge				
Gürsu	177.40 ^b	0.50 ^b	1.41 ^{bc}	14.12 ^b
Orhaneli	165.28 ^c	0.42 ^c	1.34 ^c	16.63 ^a
Konya	174.11 ^b	0.42 ^c	1.57 ^{abc}	16.48 ^a
Osmaniye	172.84 ^b	0.52 ^b	1.62 ^{ab}	12.74 ^b
Antalya	194.76 ^a	0.73 ^a	1.70 ^a	16.88 ^a
ANOVA				
Tür*Bölge	*	*	*	*

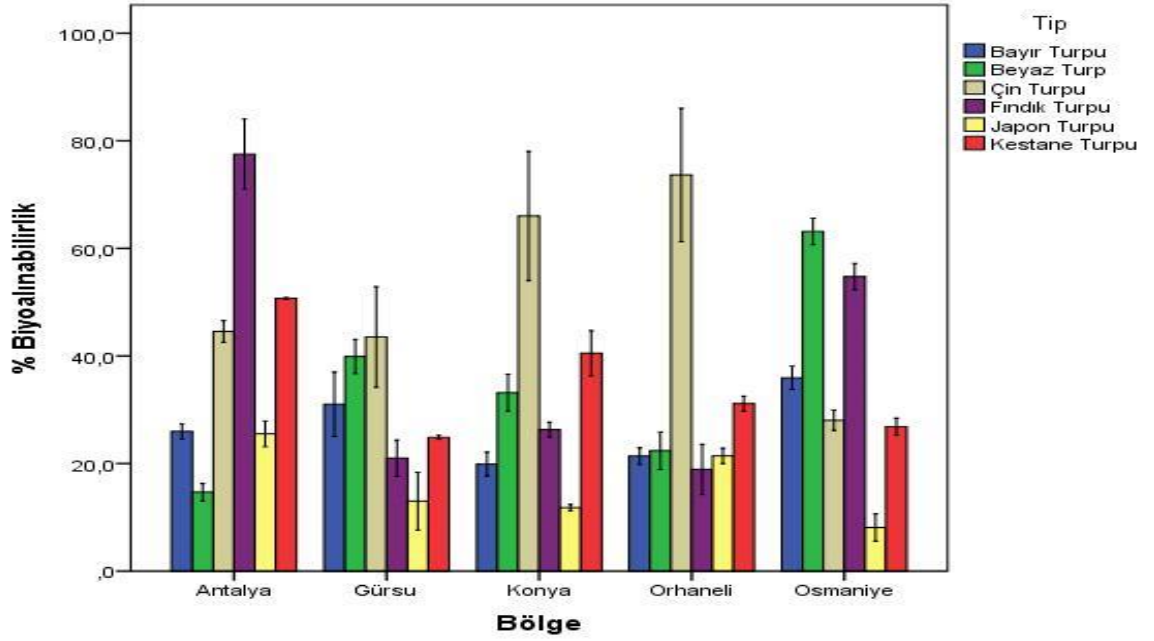
^ZAynı sütun ve değişkenlerde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmaktadır ($p<0.05$). *İstatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli.



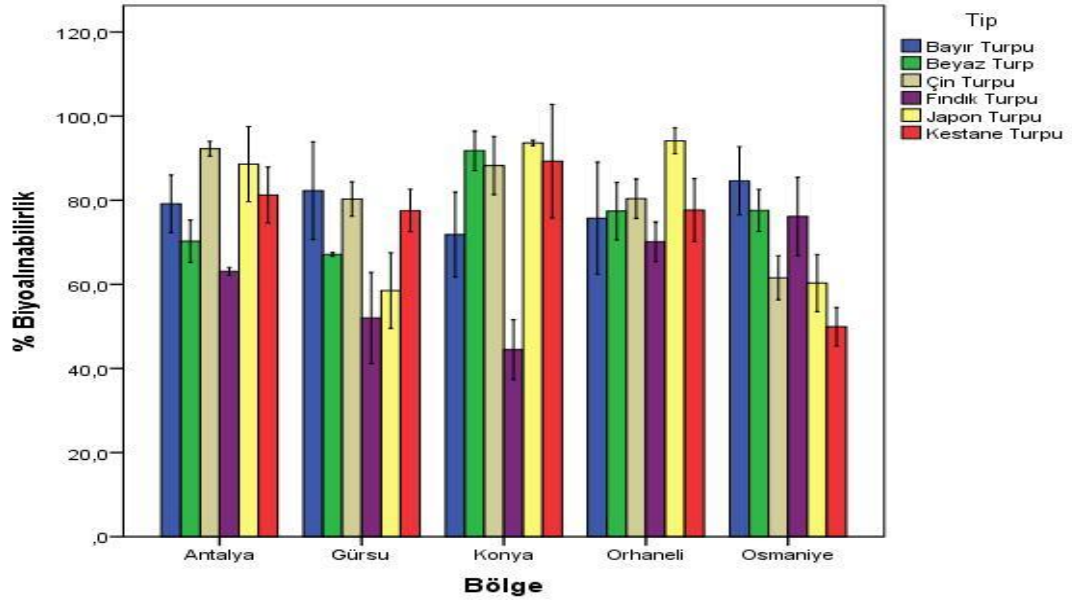
Şekil 4.26. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre toplam fenol içeriğine ait % biyoalınabilirlik değerleri. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'larını göstermektedir.



Şekil 4.27. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre ABTS yöntemine ait % biyoalınabilirlik değerleri. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'larını göstermektedir.



Şekil 4.28. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre CUPRAC yöntemine ait % biyoalnabilirlik değerleri. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'larını göstermektedir.



Şekil 4.29. Turp tiplerine ve lokasyonlara göre DPPH yöntemine ait % biyoalnabilirlik değerleri. Dikey barlar tekerrürlerin \pm SD'larını göstermektedir.

Turp tiplerine ve lokasyonlara göre, toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasitenin (ABTS, CUPRAC ve DPPH) % biyoalınabilirlik değerleri sırası ile Şekil 4.26, 4.27, 4.28 ve 4.29'da bulunan grafiklerde verilmiştir.

Tiplere göre değerlendirme yapıldığında, toplam fenol içeriği açısından % biyoalınabilirliği en yüksek beyaz turpu (%50.55) ve en düşük Fındık turpu (%31.99) olarak belirlenmiştir. Lokasyonlara göre değerlendirecek olursak Antalya'dan alınan örneklerin (%48.47) en yüksek sonucu verdiği bunu sırasıyla Gürsu (%45.08), Konya (%41.75), Osmaniye'den (%40.37) alınan turp örneklerinin takip ettiği saptanmıştır. En düşük % biyoalınabilirlik değerini veren lokasyon ise Orhaneli (%40.05) olarak belirlenmiştir (Ek-17).

ABTS yöntemi kullanılarak belirlenen % biyoalınabilirlik sonuçlarına göre, turp tiplerine göre değerlendirildiğinde en yüksek % biyoalınabilirlik değerini Japon turpu (%32.57) tipinin, en düşük değeri ise Beyaz turp (%17.07) tipinin verdiği belirlenmiştir (Ek-18).

CUPRAC yöntemi kullanılarak belirlenen % biyoalınabilirlik sonuçlarına göre, turp tiplerine göre değerlendirildiğinde en yüksek % biyoalınabilirlik değerini Çin turpu (%51.16) tipinin, en düşük değeri ise Japon turpu (%15.97) tipinin verdiği belirlenmiştir (Ek-19).

DPPH yöntemi kullanılarak belirlenen % biyoalınabilirlik sonuçlarına göre, % biyoalınabilirlik değerinin Fındık turpu (%61.16) haricindeki diğer turp tipleri arasında (%75.12-%80.54) istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır ($p<0.05$) (Ek-20).

Lokasyonlara göre değerlendirildiğinde, uygulanan tüm antioksidan kapasite belirleme yöntemlerine göre en yüksek % biyoalınabilir antioksidan kapasite Antalya'dan alınan turp tiplerinde belirlenmiştir.

Biyoalınabilirlik besin maddelerinin, laboratuvar koşullarında yapay olarak oluşturulan sindirim sisteminden (GI) geçirildikten sonra bağırsaklardan emilebilme potansiyelindeki bileşenlerin belirlenmesidir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda gıdada bulunan besin öğelerinin ve biyoaktif bileşenlerin tamamının kullanılmadığı, belirli bir kısmının vücut tarafından kullanılabildiğini göstermiştir (Dülger 2012, Sahan ve ark. 2017, Konak 2018).

Antioksidan kapasiteyi oluşturan bileşikler tüm turp tiplerine ve lokasyonlara göre % biyoalınabilirlik açısından incelendiğinde, toplam fenol içeriği bakımından en iyi sonucu Antalya'dan alınan Japon turpu tipi vermiştir (Şekil 4.22), ABTS yöntemi ile elde edilen antioksidan bileşiklerin % biyoalınabilirliklerinde en iyi sonucu Orhaneli'den alınan Fındık turpu tipi (Şekil 4.23), CUPRAC yöntemi ile elde edilen antioksidan bileşiklerin % biyoalınabilirliklerinde en iyi sonucu Antalya'dan alınan Fındık turpu tipi (Şekil 4.24) ve DPPH yöntemi ile elde edilen antioksidan bileşiklerin % biyoalınabilirliklerinde en iyi sonucu Orhaneli'den alınan Japon turpu tipi (Şekil 4.25) vermiştir (Ek-21, Ek-22, Ek-23, Ek-24).

5. SONUÇ

Bu çalışmada, beş farklı lokasyondan alınmış olan altı farklı turp tipi, toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasite (ABTS, CUPRAC ve DPPH) açısından üç farklı ekstraksiyon yöntemi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen verilere göre, altı farklı turp tipinin toplam fenol içerikleri istatistiksel olarak farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Gürsu'dan alınan Çin turpu tipi 818.15 mg GAE/100g ile diğer turp tiplerine göre daha yüksek toplam fenolik içeriğe sahip olduğu bulunmuştur. En düşük toplam fenol içeriğine sahip turp tipi ise yine Gürsu'dan alınan Fındık turpu tipinde 240.56 mg GAE/100g bulunmuştur.

Turp örneklerinin toplam fenol içerikleri ve antioksidan kapasiteleri ekstraksiyon yöntemleri açısından karşılaştırıldığında, her üç antioksidan belirleme yönteminde de, hidrolize edilebilir fraksiyonların ekstrakte edilebilir fraksiyonlara göre daha yüksek değerler verdiği gözlemlenmiştir. Antioksidan kapasite belirleme yöntemlerine göre Bayır turpu ve Çin turpu tipleri ABTS yöntemine göre, yine Bayır turpu CUPRAC metoduna göre ve Çin turpu DPPH metoduna göre en yüksek antioksidan kapasiteye sahip türler olarak tespit edilmiştir. Yöntemler arasında toplu değerlendirme yapılacak olursa DPPH yöntemi diğer antioksidan kapasite belirleme yöntemi olan ABTS ve CUPRAC yöntemlerine göre daha yüksek sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Turpların antioksidan özellikleri % biyoalınabilirlik açısından incelendiğinde ise, turp tiplerinin toplam fenol içeriği ortalama %31-50 arasında değişmektedir. Antioksidan kapasite yöntemlerinden DPPH yöntemi %61-80 biyoalınabilir değerleri ile turp örneklerinin biyoalınabilirliklerinin belirlenmesine en uygun yöntem olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak tüm turp tipleri, yüksek toplam fenol içeriği ve antioksidan kapasiteye sahip olmasından ve biyoalınabilirliğinin nispeten yüksek olmasından dolayı insan sağlığına birçok fayda sağlayabilecek potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akan, S., Veziroğlu, S., Bilgin, S., Taşan, İ., Özgün, Ö., Ceceloğlu, F., Çakırer, G., Ellialtıoğlu, Ş., Halloran, N. 2012.** Örtüaltında Yetiştirilen ve Farklı Zamanlarda Hasatı Yapılan Fındık Turplarının Bitkisel ve Kalite Özelliklerinin Karşılaştırılması. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu, 12-14 Eylül 2012, Konya, s:358-362.
- Akan, S., Veziroğlu, S., Özgün, Ö., Ellialtıoğlu, Ş. 2013.** Turp (*Raphanus sativus* L.) sebzесinin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(3):289-295.
- Akagün, G. 2009.** Alabaş (*Brassica oleracea* var. *Gongylodes*) bitkisinin antioksidan aktivitesinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akuş, I. 1995.** Serbest radikaller ve fizyopatolojik etkileri. Mimoza yayınları, 13–25.
- Al-Shehbaz, I.A., Beilstein, M.A., Kellogg, E.A. 2006.** Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. *Plant. Syst. Evol.*, 259:89–120.
- Anonim, 2009.** Mesleki eğitim ve öğretim sisteminin güçlendirilmesi projesi bahçecilik-turp yetiştiriciliği. http://hbogm.meb.gov.tr/modulerprogramlar/kursprogramlari/bahcecilik/moduller/turp_yetistirciligi.pdf (Erişim tarihi: 12.03.2019).
- Anonim 2017.** Tarım Vadisi Organik Tarım Yetiştiriciliği. <http://www.tarimvadisi.com/turp/turp-yetiştiriciligi.html> (Erişim tarihi:24.03.2019).
- Anonim, 2019.** Nutrient data for 11429, Radishes, raw. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/> USDA National Nutrient database. National Nutrient Database for Standard Reference Release 25 (Erişim Tarihi: 13.04.2019).
- Andreasen, M.F., Kroon, P.A., Williamson, G., Garcia-Conesa, M.T. 2001.** Intestinal release and uptake of phenolic antioxidant diferulic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 31:304–314.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E. 2004.** A novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols, vitamin C and E using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52:7970-7981.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, E.S., Bektaşoğlu, B.K., Berker, İ., Özyurt. 2007.** Comparative evaluation of total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds and the CUPRAC Assay. *Molecules*, 12:1496-1547.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E., Altun, M. 2005.** Total antioxidant capacity assay of human serum using copper (II)-neocuproine as chromogenic oxidant: The CUPRAC method. *Taylor & Francis*, 39(9):949-961.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Bektaşoğlu, B.K. 2008.** Antioksidan tayin yöntemleri ve Cuprac yöntemine güncel katkılar. IV. Ulusal Analitik Kimya Kongresi Bildirisi, 25-27 Haziran 2008, s5, Elazığ,
- Ardağ, A. 2008.** Antioksidan Kapasite Tayin Yöntemlerinin Analitik Açından Karşılaştırılması. Yayımlanmamış *Yüksek Lisans Tezi*. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü. 54s.
- AOAC. 1990.** Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Washington, DC, USA.

- Bagchi, D., Bagchi, M., Stohs, S.J., Das, D.K., Ray, S.D., Kuszynski, C.A., Joshi, S.S., Pruess, H.G. 2000.** Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. *Toxicology*, 148:187-197.
- Balooch, P. A., Uddin, R., Nizamani, F.K., Solangi, A.H., Siddique, A.A. 2014.** Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on growth and yield characteristics of radish (*Raphanus sativus L.*). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 14(6):565- 569.
- Barillari, J., Iori R., Papi, A., Orlandi, M., Bartolini, G., Gabbanini S., Pedulli G.F., Valgimigli L. 2008.** Kaiware Daikon (*Raphanus sativus L.*) extract: A naturally multipotent chemopreventive agent. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(17): 7823-7830.
- Beevi, S., Mangamoori, L.N., Subathra, M., Edula, J.R. 2010.** Hexane Extract of *Raphanus sativus L.* Roots Inhibits Cell Proliferation and Induces Apoptosis in Human Cancer Cells by Modulating Genes Related to Apoptotic Pathway. *Plant Foods Hum Nutr.*, 65:200-209.
- Bahorun, T., Luximon-Ramma, A., Crozier, A., Aruoma, O.I. 2004.** Total phenol, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin C levels and antioxidant activities of Mauritian vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84:1553-1561.
- Büyüktuncel, E., Porgalı, E., Çolak, C. 2014.** Comparison of total phenolic content and total antioxidant activity in local red wines determined by spectrophotometric methods. *Food and nutrition sciences*, 5(17):1660.
- Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., Corke, H. 2004.** Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life sciences*, 74(17):2157-2184.
- Cemeroğlu, B., Özkan, M. 2004.** Kurutma teknolojisi. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, 2, 479-618.
- Cemeroğlu, B. S. 2013.** Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Cilt1. *Nobel Akademi*. 728p.
- Cervellati, R., Höner, K., Furrow, S. D., Neddens, C., Costa, S. 2001.** The Briggs-Rauscher reaction as a test to measure the activity of antioxidants. *Helvetica Chimica Acta*, 84(12):3533-3547.
- Chen, L. Y., Cheng, C. W., Liang, J. Y. 2015.** Effect of esterification condensation on the Folin–Ciocalteu method for the quantitative measurement of total phenols. *Food chemistry*, 170:10-15.
- Chiang, W. C. K., Pusater, D. J., Leitz, R. E. A. 1998.** Gas Chromatography/Mass Spectrometry Method for the Determination of Sulforaphane and Sulforaphane Nitrile in Broccoli. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 46:1018-1021.
- Choe, E, Min, D.B. 2006.** Chemistry and reactions of reactive oxygen species. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(1):1-22.
- Choi, W., Benzig F., Collins, A., Hannigon, M., Strain, J. 2004.** Acute interactive effects on biomarkers of antioxidant defence and oxidative stress. *Mutation Research*, 551:109-117.
- Chu, Y.F., Sun, J., Wu, X., Liu, R.H. 2002.** Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50:6910-6916.
- Contini, M., Baccelloni, S., Frangipane, M. T., Merendino, N., Massantini, R. 2012.** Increasing espresso coffee brew antioxidant capacity using phenolic extract recovered from hazelnut skin waste, *Journal of Functional Foods*, 4:137-146.
- Coogan, R. C., Wills, R. B. H., Nguyen, V. Q. 2001.** Pungency levels of white radish (*Raphanus sativus L.*) grown in different seasons in Australia. *Food Chemistry*, 72:1-3.

- Çavdar, C., Sifil, A., Çamsarı, T. 1997.** Reactive Oxygen Particles and Antioxidant Defence. *Office Journal of the Turkish Nephrology, Association*; 3-4: 92-95.
- Decoteau, D.R. 2000.** Vegetable Crops. Upper Rever Company. New Jersey, USA.
- Drisko, J.A., Chapman, J., Hunter, V.J. 2003.** The use of antioxidant therapies during chemotherapy. *Gynecol Oncol*, 88:434-439.
- Duman, İ., Tuncay, Ö., 1996.** Ege Bölgesi Koşullarında Taze Soğan (Gal Soğanı) Üretimi için Uygun Tohum Ekim Zamanı ve Ekim Sıklığının Belirlenmesi. GAP I. Sebze Tarımı Sempozyumu, 58-63, İzmir.
- Dülger, D. 2012.** *Cnicus benedictus*'un besleyici ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, BUÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- APham-Huy LA, He H, Pham-Huy C. 2008.** Free Radicals, Antioxidants in Disease and Health. *Int J Biomed Science*, 4(2):89-96.
- Dykes, L., Rooney, L. W. 2007.** Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. *Cereal foods world*, 52(3):105-111.
- Etcheverry, P., Grusak, M. A., Fleige, L. E. 2012.** Application of *in-vitro* bioaccessibility and bioavailability methods for calcium, carotenoids, folate, iron, magnesium, polyphenols, zinc, and vitamins B6, B12, D, and E. *Frontiers in physiology*, 3:317.
- Evcimen, M., Aslan, R. 2015.** Yaygın Kullanıma Sahip Tıbbi Aromatik Bitkilerdeki Bazı Antioksidan Fitokimyasalların Fizyolojik Etkileri. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 8(2):65-78.
- Fernández-García, E., Carvajal-Lérida, I., Pérez-Gálvez, A. 2009.** *In-vitro* bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. *Nutrition research*, 29(11):751-760.
- Franke, A.A., Custer, L.J., Arakaki, C., Murphy, S.P. 2004.** Vitamin C and flavonoid levels of fruits and vegetables consumed in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17:1-35.
- Frankel, E., Meyer, A.S. 2000.** The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80:1925-1941.
- Gilbert, D.L., Colton, C.A. 2002.** Reactive Oxygen Species in Biological Systems: An Inter disciplinary Approach: Kluwer academic publishers.
- Giovanelli, G., Buratti, S. 2009.** Comparison of polyphenolic composition and antioxidant activity of wild Italian blueberries and some cultivated varieties. *Food Chemistry*, 112(4):903-908.
- Goyeneche, R., Roura, S., Ponce, A., Vega-Gálvez, A., Quispe-Fuentes, I., Uribe, E., Di Scala, K. 2015.** Chemical characterization and antioxidant capacity of red radish (*Raphanus sativus* L.) leaves and roots. *Journal of functional foods*, 16:256-264.
- Gökpınar, Ş., Koray, T., Akçiçek, E., Göksan, T., Durmaz, Y. 2006.** Algal antioksidanlar, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23:85-89.
- Gupta, S., Lakshmi, A. J., Manjunath, M. N., Prakash, J. 2005.** Analysis of nutrient and antinutrient content of underutilized green leafy vegetables. *LWT-Food Science and Technology*, 38(4):339-345.
- Güçlü, K., Altun, M., Özyürek, M., Karademir, S. E., Apak, R. 2006.** Antioxidant capacity of fresh, sun-and sulphited-dried Malatya apricot (*Prunus armeniaca*) assayed by CUPRAC, ABTS/ TEAC and folin methods. *International Journal of Food Science and Technology*, 41:76-85.

- Güleşçi, N., Aygül, İ. 2016.** Beslenmede yer alan antioksidan ve fenolik madde içerikli cerezler. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(1):109-129.
- Gümüş, A. 2007.** Isırgan Otu (*Urtica dioica* L.) Tohumu ekstreinin, akut karbon tetraklorür uygulanan albino sıçanlarda plazma ve karaciğer lipid peroksidasyonu ile glutasyon düzeylerine etkisi. M.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Günay, A., 2005a.** Sebze Yetiştiriciliği, Cilt I, (C), 531s.
- Günay, A., 2005b.** Sebze Yetiştiriciliği, Cilt II, (A), 502s.
- Hammond, P.W., Lively, T. N., Cech, T. R. 1997.** The anchor site of telomerase from *Euplotes aediculatus* revealed by photo-cross-linking to single- and double-stranded DNA primers. *Molecular and cellular biology*, 17(1):296-308.
- Hanlon, P.R., Webber, D.M., Barnes, D.M. 2007.** Aqueous extract from Spanish black radish (*Raphanus sativus* L. var. *niger*) induces detoxification enzymes in the HepG2 human hepatoma cell line. *J. Agric Food Chem.*, 55(16):6439-46.
- Hanlon, P.R., Barnes, D. M. 2011.** Phytochemical composition and biological activity of 8 varieties of radish (*Raphanus sativus* L.) sprouts and mature taproots. *Journal of Food Science*, 76(1):185-192.
- Heinonen, M.I., Ollilainen, V., Linkola, E.K., Varo, P.T., Koivistoinen, P.E. 1989.** Carotenoids in Finnish foods: vegetables, fruits, and berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37:655-659.
- Holden, J.M., Eldridge, A.L., Beecher, G.R. et al. 1999.** Carotenoid content of U.S. foods: an update of the database. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12:169-196.
- House, W.A. 1999.** Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc, *Field Crops Research*, 60:115-141.
- Huang, D.B., Prior, R.L. 2005.** The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:1841-1856.
- Jurica, M. 2008.** Nutritional value of broccoli and radish grown by organic and conventional methods. Eylül 3-5, In: Sarapatka B, Samsonova P, Bioacademy Proceedings. *New Developments in Science and Research on Organic Agriculture*, 146-149.
- Kang, Y., Wan, S. 2005.** Effect of soil water potential on radish (*Raphanus sativus* L.) growth and water use under drip irrigation. *Scientia Horticultural*, 106: 275-292.
- Kapoor, L.D. 1990.** Handbook of Ayurvedic medicinal plants. Boca Raton7 CRC (In Press).
- Karabulut, H., Gülay, M. Ş. 2016.** Antioksidanlar. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 1(1): 65-76.
- Kartal, E. 2007.** Balcalı Turp Çeşidinin Verim ve Yuru Kalitesi Üzerine Tohum Miktarı ile Ekim Yönteminin Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Kasnak, C., Palamutoğlu, R. 2015.** Doğal antioksidanların sınıflandırılması ve insan sağlığına etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(5):226-234.
- Kaymak, H.Ç. 2006.** Turp (*Raphanus sativus* L.)'ta Bazı Gelişme Özellikleri ve Verimin Vernalizasyon Süresi, Gün Uzunluğu, Ekim ve Hasat Zamanı ile İlişkisi. *Doktora Tezi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Khanam, U. K. S., Oba, S., Yanase, E., Murakami, Y. 2012.** Phenolic acids, flavonoids and total antioxidant capacity of selected leafy vegetables. *Journal of Functional Foods*, 4(4):979-987.

- Kılınç, K., Kılınç, A., 2002.** Oksijen toksisitesinin aracı molekülleri olarak oksijen radikalleri. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 33:110-118.
- Konak, M. 2018.** Bebek ek gıdalarının antioksidan kapasitelerinin ve biyoalınabilirliğinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, BUÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Konak, M., Ates, M., Şahan, Y. 2017.** Yenilebilir Yabancı Bitki Gundelia tournefortii'nin Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31(2):101-108.
- Kopec, K. 1998.** Tables of nutritional values of fruits and vegetables. UZPI,72, Prague.
- Kopta, T., Pokluda, R. 2013.** Yields, quality and nutritional parameters of radish (*Raphanus sativus*) cultivars when grown organically in Czech Republic. *Horticultural Science*, 40:16-21.
- Koudela, M., Petrikova, K. 2008.** Nutritional compositions and yield of sweet fennel cultivars. *Horticultural Science*, 35:1-6.
- Lu, Z., Liu, L., Li, X., Gong, Y., Hou, X., Zhu, X., Yang, J., Wang L. 2008.** Analysis and Evaluation of Nutritional Quality in Chinese Radish (*Raphanus sativus* L.). *Agricultural Sciences in China*, 7(7):823-830.
- Matportalen, 2006.** The Norwegian Food Composition Table. The Norwegian Food Safety Authority. www.matportalen.no/matvaretabellen (Erişim tarihi: 14.02.2019).
- Mohammed, M. T., Kadhim, S. M., Jassimand, A. M. N., Abbas, S. I. 2015.** Free radicals and human health. *Int J Innov Sci Res.*, 4(6):218-23.
- Nacz, M., Shahidi, F. 2004.** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054:95-111.
- Nadkarni, K., Nadkarni, A. K. 1976.** Indian Materia Medica, Popular Prakashan Pvt. Ltd., Bombay, 1:799.
- Nakamura, Y., Iwahashi, T., Tanaka, A., Koutani, J., Matsuo, T., Okamoto, S., Sato, K., Ohtsuki, K. 2001.** 4-(Methylthio)-3-butenyl isothiocyanate, a principal antimutagen in daikon (*Raphanus sativus*; Japanese white radish). *J. Agric. Food. Chem.*, 49:5755-5760.
- Okçu, Z. 2010.** Bazı teknolojik işlemlerin turpgil sebzelerinin sülforafan içeriklerine etkisi. *Doktora Tezi*. AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Erzurum.
- Orak, H. H. 2007.** Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations, *Scientia Horticultural*, 111: 235-241.
- Pakyürek, A.Y., Abak, K., Sarı, N., Güler, H.Y., 1994.** Effects of sowing dates and plant densities on the yield and quality of some onion varieties in Southeast Anatolia. *Acta Horticulturae*, 371:209-214.
- Papi, A., Orlandi, M., Bartolini, G., Barillari, J., Iori, R., Paolini, M., Ferroni, F., Grazia Fumo, M., Pedulli, G.F., Valgimigli, L. 2008.** Cytotoxic and antioxidant activity of 4-methylthio-3-butenyl isothiocyanate from *Raphanus sativus* L. (Kaiware Daikon) sprouts. *J Agric Food Chem.*, 56(3):875-883.
- Park, K. W., Fritz, D. 1984.** Effects of fertilization and irrigation on the quality of radish (*Raphanus sativus* L. var. *niger*) grown in experimental pots. *Acta Horticultural*, 45:129-137.
- Pham-Huy, L. A., He, H., Pham-Huy, C. 2008.** Free radicals, antioxidants in disease and health. *International journal of biomedical science: IJBS*, 4(2):89.

- Pulido, R., Bravo, L., Saura-Calixto, F. 2000.** Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *J Agr Food Chem.*, 48:3396-3402.
- Pushkala, R., Raghuram, P. K., Srividya, N. 2013.** Chitosan based powder coating technique to enhance phytochemicals and shelf life quality of radish shreds. *Postharvest biology and technology*, 86:402-408.
- Ramulu, P., Rao, P. 2003.** Total insoluble and soluble dietary fiber contents on Indian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16:677-685.
- Ravichandran, K., Ahmed, A.R., Knorr, D., Smetanska. 2012.** The effect of different processing methods on phenolic acid content and antioxidant activity of red beet. *Food Research International*, 48:16-20.
- Re, R., Pellegrini, N., Protrggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999.** Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Madicine*, 26:1231-1237.
- Rebellato, A. P., Pacheco, B. C., Prado, J. P., Pallone, J. A. L. 2015.** Iron in fortified biscuits: A simple method for its quantification, bioaccessibility study and physicochemical quality. *Food Research International*, 77:385-391.
- Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., Paganga G. 1997.** Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2:152-159.
- Rover, M. R., Brown, R. C. 2013.** Quantification of total phenols in bio-oil using the Folin–Ciocalteu method. *Journal of analytical and applied pyrolysis*, 104:366-371.
- Sahan, Y., Gurbuz, O., Guldaz, M., Degirmencioglu, N., Begenirbas, A. 2017.** Phenolics, antioxidant capacity and bioaccessibility of chicory varieties (*Cichorium* spp.) grown in Turkey. *Food chemistry*, 217:483-489.
- Sánchez-Aguayo, I., Rodríguez-Galán, J. M., García, R., Torreblanca, J., Pardo, J. M. 2004.** Salt stress enhances xylem development and expression of S-adenosyl-L-methionine synthase in lignifying tissues of tomato plants. *Planta*, 220(2):278-285.
- Scalbert, A, Johnston, I.T, Saltmarsh, M. 2005.** Polyphenols: antioxidants and beyond. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81:215-217.
- Seifried, H. E., Anderson, D. E., Fisher, E. I., Milner, J. A. 2007.** A review of the interaction among dietary antioxidants and reactive oxygen species. *The Journal of nutritional biochemistry*, 18(9):567-579.
- Sharma, O. P., Bhat, T.K. 2009.** DPPH antioxidant revisited. *Food Chemistry*, 113(4):1202-1205.
- Sikora, E., Cieřlik, E., Leszczyńska, T., Filipiak-Florkiewicz, A., Pisulewski, P. M. 2008.** The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. *Food Chemistry*, 107(1):55-59.
- Silva, H. M., Souza J. N. S., Rogez H., Rees, J.F., Larondelle, Y. 2007.** Antioxidant activities and polyphenolic contents of fifteen selected plant species from the Amazonian region, *Food Chemistry*, 101:1012-1018.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R. M. 1999.** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299:152-178.
- Sroka, Z., Cisowski, W. 2003.** Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and anti-radical activity of some phenolic acids. *Food and Chemical Toxicology*, 41(6):753-758.
- Solmaz, M. 2017.** Kara turpun (*Raphanus sativus* L. *niger*) bazı biyoaktif bileşenlerinin ekstraksiyonu. *Yüksek Lisans Tezi*, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.

- Şener, G., Yeğen Berrak, Ç. 2009.** İskemi Reperfüzyon Hasarı. *Klinik Gelişim Dergisi*. 2009; 22:5-13.
- Tömür, İ. 1991.** Rivayetler. *Bulak*, 4(37):139.
- Trenerry, V. C., Caridi, D., Elkins, A., Donkor O., Jones R. 2006.** The determination of glucoraphanin in broccoli seeds and florets by solid phase extraction and micellar alactrokinetic capillary chromatography. *Food Chemistry*, 98:179-187.
- Tsouvaltzis, P., Brecht, J. K. 2014.** Changes in Quality and Antioxidant Enzyme Activities of Bunched and Topped Radish (*Raphanus sativus* L.) Plants during Storage at 5 or 10 °C. *Journal of food quality*, 37(3):157-167.
- TÜİK 2018.** Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://tuik.gov.tr/bitkiselapp/tarimdenge> (Erişim Tarihi: 27.05.2019).
- Vargas, R., Perez, R.M., Perez, S., Zavala, MA., Perez, C. 1999.** Antirolithiatic activity of *Raphanus sativus* aqueous extract on rats. *J. Ethnopharmacol.*, 68: 335-338.
- Velioğlu, S. 2000.** Doğal Antioksidanların İnsan Sağlığına Etkileri. *Gıda*, 25:167-176.
- Vinson, J., Zubik, L., Bose, P., Sammon, N., Proch, J. 2005.** Dried fruits: excellent in vitro and in vivo antioxidants. *Journal of the American College of Nutrition*, 24(1):44-50.
- Vitali, D., Vedin Dragojevic, I., Šebecic, B. 2009.** Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 114:1462-1469
- Von Sonntag, C. 2006.** Free-Radical-Induced DNA Damage and Its Repair. Verlag Berlin Heidelberg New York: Springer, 116.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. 2000.** Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 440, Bornova-İzmir.
- Walczyk, T. 2001.** The potential of inorganic mass spectrometry in mineral and trace element nutrition research, *Fresenius Journal Analytical Chemistry*.
- Wang, L.Z., He, Q.W. 2005.** Chinese Radish. Scientific and Technical Documents Publishing House, Beijing., 292-370.
- Wang, Y., Chien, Y., Pan, T. 2006.** Effect of dietary supplementation of caretenoids on survival, growth, pigmentation, and antioxidant capacity of characins, *Hypssobrycon callistus*, *Aquaculture.*, 261:641-648.
- Wang, H., Wu, J., Sun, S., Liu, B., Cheng, F., Sun, R., Wang, X. 2011.** Glucosinolate biosynthetic genes in *Brassica rapa*. *Gene*, 487(2):135-142.
- Wiseman, H., Halliwell, B. 1996.** Damage to DNA by reactive oxygen and nitrogen species: role in inflammatory disease and progression to cancer. *Biochem J.*, 313:17-29.
- Wotton-Beard, P.C., Ryan, L. 2011.** Improving public health? The role of the antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. *Food Research International*, 44:3135-3148.
- Yadav, A., Kumari, R., Yadav, A., Mishra, J. P., Srivatva, S., Prabha, S. 2016.** Antioxidants and its functions in human body-A Review. *Research in Environment and Life Sciences*, 9(11):1328-1331.
- Yoshino, M., Murakami, K. 1998.** Interaction of iron with polyphenolic compounds: application to antioxidant characterization. *Anal Biochem.*, 257:40-44.
- Young, I.S., Woodside, J.V. 2001.** Antioxidants in Health and Disease. *J Clin Pathol.*, 54(3):176-186.
- Yu, L, Haley, S., Perret, J., Harris, M., Wilson, J., Qian, M. 2002.** Free radical scavenging properties of wheat extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50:1619-1624.

Yu, L., Perret, J., Harris, M., Wilson, J., Haley, S. 2003. Antioxidant properties of bran extracts from “Akron” wheat grown at different locations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51:1566-1570.

Zhang, D., Hamazu, Y. 2004. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry*, 88(4):503-509.

Zin, Z. M., Abdul-Hamid, A., Osman, A. 2002. Antioxidative activity of extracts from Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) root, fruit and leaf. *Food Chemistry*, 78(2):227-231.

Zohary, D., Hopf, M. 2000. Domestication of Plants in the Old World (3rd ed.). Oxford: University Press.



EKLER

EK 1 Kurumadde Miktarı (%) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	299,032 ^a	29	10,311	1732,531	,000
Kesişme	4251,258	1	4251,258	714297,123	,000
Tip	121,567	5	24,313	4085,157	,000
Lokasyon	109,592	4	27,398	4603,437	,000
Tip * Lokasyon	67,872	20	3,394	570,194	,000
Hata	,179	30	,006		
Toplam	4550,469	60			
Düzeltilmiş Toplam	299,211	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 2 Kül Miktarı (%) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	,802 ^a	29	,028	11,581	,000
Kesişme	27,907	1	27,907	11693,061	,000
Tip	,060	4	,015	6,253	,001
Lokasyon	,530	5	,106	44,425	,000
Tip * Lokasyon	,212	20	,011	4,436	,000
Hata	,072	30	,002		
Toplam	28,781	60			
Düzeltilmiş Toplam	,873	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 3 pH değerleri ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	1,560 ^a	29	,054	32,055	,000
Kesişme	3065,777	1	3065,777	1826679,564	,000
Tip	,019	4	,005	2,878	,040
Lokasyon	1,111	5	,222	132,335	,000
Tip * Lokasyon	,430	20	,022	12,820	,000
Hata	,050	30	,002		
Toplam	3067,388	60			
Düzeltilmiş Toplam	1,610	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 4 Titre Edilebilir Asitlik (%) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	,012 ^a	29	,000	18,729	,000
Kesişme	,327	1	,327	15096,077	,000
Tip	,009	5	,002	86,662	,000
Lokasyon	,000	4	8,167E-5	3,769	,013
Tip * Lokasyon	,002	20	,000	4,738	,000
Hata	,001	30	2,167E-5		
Toplam	,339	60			
Düzeltilmiş Toplam	,012	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 5 Ekstrakte edilebilir fraksiyonlar için toplam fenol içeriği (mg GAE/100g)
ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	403604,172 ^a	29	13917,385	1411,304	,000
Kesişme	1349380,271	1	1349380,271	136835,028	,000
Tip	390769,322	5	78153,864	7925,258	,000
Lokasyon	1956,618	4	489,155	49,603	,000
Tip * Lokasyon	10878,232	20	543,912	55,156	,000
Hata	295,841	30	9,861		
Toplam	1753280,284	60			
Düzeltilmiş Toplam	403900,013	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 6 Hidrolize edilebilir fraksiyonlar için toplam fenol içeriği (mg GAE/100g)
ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	409107,780 ^a	29	14107,165	258,702	,000
Kesişme	4260446,373	1	4260446,373	78129,501	,000
Tip	324962,439	5	64992,488	1191,854	,000
Lokasyon	7803,045	4	1950,761	35,774	,000
Tip * Lokasyon	76342,296	20	3817,115	70,000	,000
Hata	1635,917	30	54,531		
Toplam	4671190,070	60			
Düzeltilmiş Toplam	410743,697	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 7 Toplam fenol içeriği (mg GAE/100g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	1498365,153 ^a	29	51667,764	724,654	,000
Kesişme	10405225,389	1	10405225,389	145935,983	,000
Tip	1376883,417	5	275376,683	3862,229	,000
Lokasyon	7657,389	4	1914,347	26,849	,000
Tip * Lokasyon	113824,347	20	5691,217	79,821	,000
Hata	2138,998	30	71,300		
Toplam	11905729,540	60			
Düzeltilmiş Toplam	1500504,151	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 8 Ekstrakte edilebilir fraksiyonların ABTS yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μ mol troloks/g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	14,899 ^a	29	,514	365,004	,000
Kesişme	29,056	1	29,056	20642,584	,000
Tip	13,477	5	2,695	1914,857	,000
Lokasyon	,528	4	,132	93,718	,000
Tip * Lokasyon	,895	20	,045	31,797	,000
Hata	,042	30	,001		
Toplam	43,998	60			
Düzeltilmiş Toplam	14,942	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 9 Hidrolize edilebilir fraksiyonların ABTS yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	20,386 ^a	29	,703	947,568	,000
Kesişme	102,129	1	102,129	137666,952	,000
Tip	19,044	5	3,809	5134,107	,000
Lokasyon	,129	4	,032	43,561	,000
Tip * Lokasyon	1,213	20	,061	81,734	,000
Hata	,022	30	,001		
Toplam	122,537	60			
Düzeltilmiş Toplam	20,408	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 10 ABTS yöntemine göre toplam antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	47,244 ^a	29	1,629	521,109	,000
Kesişme	240,134	1	240,134	76812,632	,000
Tip	1,085	4	,271	86,752	,000
Lokasyon	43,472	5	8,694	2781,110	,000
Tip * Lokasyon	2,687	20	,134	42,980	,000
Hata	,094	30	,003		
Toplam	287,472	60			
Düzeltilmiş Toplam	47,338	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 11 Ekstrakte edilebilir fraksiyonların CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troluks/g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	35,203 ^a	29	1,214	432,091	,000
Kesişme	168,872	1	168,872	60110,050	,000
Tip	31,073	5	6,215	2212,064	,000
Lokasyon	1,393	4	,348	123,989	,000
Tip * Lokasyon	2,737	20	,137	48,718	,000
Hata	,084	30	,003		
Toplam	204,159	60			
Düzeltilmiş Toplam	35,288	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 12 Hidrolize edilebilir fraksiyonların CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troluks/g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	53,353 ^a	29	1,840	249,436	,000
Kesişme	518,297	1	518,297	70270,811	,000
Tip	46,986	5	9,397	1274,063	,000
Lokasyon	,693	4	,173	23,474	,000
Tip * Lokasyon	5,675	20	,284	38,472	,000
Hata	,221	30	,007		
Toplam	571,871	60			
Düzeltilmiş Toplam	53,575	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 13 CUPRAC yöntemine göre toplam antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	79,585 ^a	29	2,744	218,121	,000
Kesişme	1278,863	1	1278,863	101645,250	,000
Tip	72,060	5	14,412	1145,473	,000
Lokasyon	2,202	4	,550	43,746	,000
Tip * Lokasyon	5,324	20	,266	21,158	,000
Hata	,377	30	,013		
Toplam	1358,825	60			
Düzeltilmiş Toplam	79,963	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 14 Ekstrakte edilebilir fraksiyonların DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	35,203 ^a	29	1,214	432,091	,000
Kesişme	168,872	1	168,872	60110,050	,000
Tip	31,073	5	6,215	2212,064	,000
Lokasyon	1,393	4	,348	123,989	,000
Tip * Lokasyon	2,737	20	,137	48,718	,000
Hata	,084	30	,003		
Toplam	204,159	60			
Düzeltilmiş Toplam	35,288	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 15 Hidrolize edilebilir fraksiyonların DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	583,298 ^a	29	20,114	176,846	,000
Kesişme	20963,708	1	20963,708	184318,983	,000
Tip	260,424	5	52,085	457,945	,000
Lokasyon	110,610	4	27,653	243,130	,000
Tip * Lokasyon	212,264	20	10,613	93,314	,000
Hata	3,412	30	,114		
Toplam	21550,418	60			
Düzeltilmiş Toplam	586,711	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 16 DPPH yöntemine göre toplam antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	651,826 ^a	29	22,477	112,496	,000
Kesişme	24711,840	1	24711,840	123682,750	,000
Tip	334,286	5	66,857	334,620	,000
Lokasyon	30,216	4	7,554	37,808	,000
Tip * Lokasyon	287,324	20	14,366	71,903	,000
Hata	5,994	30	,200		
Toplam	25369,660	60			
Düzeltilmiş Toplam	657,820	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 17 Biyoalınabilir fraksiyonların toplam fenol içeriği (mg GAE/100g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	270939,242 ^a	29	9342,732	153,987	,000
Kesişme	1877238,892	1	1877238,892	30940,731	,000
Tip	220355,237	5	44071,047	726,381	,000
Lokasyon	5741,576	4	1435,394	23,658	,000
Tip * Lokasyon	44842,429	20	2242,121	36,955	,000
Hata	1820,163	30	60,672		
Toplam	2149998,297	60			
Düzeltilmiş Toplam	272759,404	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 18 Biyoalınabilir fraksiyonların ABTS yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μ mol troluks/g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	5,602 ^a	29	,193	36,535	,000
Kesişme	16,347	1	16,347	3091,654	,000
Tip	3,327	5	,665	125,849	,000
Lokasyon	,757	4	,189	35,815	,000
Tip * Lokasyon	1,518	20	,076	14,351	,000
Hata	,159	30	,005		
Toplam	22,108	60			
Düzeltilmiş Toplam	5,761	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 19 Biyoalınabilir fraksiyonların CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	36,727 ^a	29	1,266	14,906	,000
Kesişme	141,396	1	141,396	1664,231	,000
Tip	15,116	5	3,023	35,583	,000
Lokasyon	1,101	4	,275	3,239	,025
Tip * Lokasyon	20,510	20	1,025	12,070	,000
Hata	2,549	30	,085		
Toplam	180,672	60			
Düzeltilmiş Toplam	39,276	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 20 Biyoalınabilir fraksiyonların DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite sonuçları (μmol troloks/g) ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	980,797 ^a	29	33,821	7,363	,000
Kesişme	14179,520	1	14179,520	3086,913	,000
Tip	486,574	5	97,315	21,186	,000
Lokasyon	163,238	4	40,809	8,884	,000
Tip * Lokasyon	330,985	20	16,549	3,603	,001
Hata	137,803	30	4,593		
Toplam	15298,120	60			
Düzeltilmiş Toplam	1118,600	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 21 Toplam fenol içeriği %biyoalınabilirlik ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	6901,933 ^a	29	237,998	29,624	,000
Kesişme	111702,315	1	111702,315	13903,976	,000
Tip	2472,523	5	494,505	61,553	,000
Lokasyon	616,936	4	154,234	19,198	,000
Tip * Lokasyon	3812,474	20	190,624	23,728	,000
Hata	241,015	30	8,034		
Toplam	118845,263	60			
Düzeltilmiş Toplam	7142,948	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 22 ABTS yöntemine göre %biyoalınabilirlik ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	7483,931 ^a	29	258,067	11,673	,000
Kesişme	42372,571	1	42372,571	1916,572	,000
Tip	1403,173	5	280,635	12,694	,000
Lokasyon	1655,802	4	413,950	18,724	,000
Tip * Lokasyon	4424,957	20	221,248	10,007	,000
Hata	663,256	30	22,109		
Toplam	50519,758	60			
Düzeltilmiş Toplam	8147,187	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 23 CUPRAC yöntemine göre %biyoalnabilirlik ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	19482,698 ^a	29	671,817	15,828	,000
Kesişme	68768,230	1	68768,230	1620,170	,000
Tip	7039,545	5	1407,909	33,170	,000
Lokasyon	863,730	4	215,933	5,087	,003
Tip * Lokasyon	11579,423	20	578,971	13,640	,000
Hata	1273,352	30	42,445		
Toplam	89524,280	60			
Düzeltilmiş Toplam	20756,050	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

EK 24 DPPH yöntemine göre %biyoalnabilirlik ANOVA tablosu

Kaynak	Kareler Toplamı	SD	Ortalama Kareler Toplamı	F	Ö.D
Düzeltilmiş Model	10317,686 ^a	29	355,782	3,354	,001
Kesişme	339630,540	1	339630,540	3201,765	,000
Tip	2552,174	5	510,435	4,812	,002
Lokasyon	1575,911	4	393,978	3,714	,014
Tip * Lokasyon	6189,601	20	309,480	2,918	,004
Hata	3182,282	30	106,076		
Toplam	353130,507	60			
Düzeltilmiş Toplam	13499,968	59			

SD: Serbestlik Derecesi, Ö.D: Önem Derecesi (%5)

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Merve SABUNCU
Doğum Yeri ve Tarihi : Osmangazi, 12.03.1994
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Nuri Nihat Aslanoba Anadolu Lisesi, 2009-2012
Lisans : Celal Bayar Üniversitesi, 2012–2016
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, 2016–2019

Çalıştığı Kurum : -
İletişim : merve-ates@outlook.com
Yayımlar :

Ates, M., Konak, M., Sahan, Y., 2017. Antioxidant activities, total phenolic contents and their bioaccessibilities of *Rumex acetosella* L.. International Symposium on Biodiversity and Edible Wild Species (Poster presentation), 3-5 April, Antalya, Turkey.

Ates, M., Yılmaz, S., Sahan, Y., Erdemir, Ü., Gucer, S., 2017. Evaluation of Bioaccessible Antioxidant Properties from Commercial Baby Foods". 17th Int. Nutrition and Diagnostics Conference (Oral presentation), 9-12 October, Prague, Czech Republic.

Dundar, A.N., Cınar, A., Ates, M., Gocmen, D., 2017. Potential Healthy Food Ingredient: *Inula Viscosa*. 17th Int. Nutrition and Diagnostics Conference, (Oral presentation), 9-12 October, Prague, Czech Republic.

Guldas, M., Gürbüz, O., Yıldız, E., Ates, M., 2017. *Spirulina platensis* as Food Supplement and its Healthy Benefits. 3th Int. Conference of Food Chemistry and Technology (Oral Presentation), 2-4 November 2017, Baltimore, MD, USA.

Yıldız E., Gungor G., Ates M., Goçmen, D., 2017. Functional Properties of Crackers Supplemented with Turmeric (*Curcuma Longa L.*) and Mahaleb (*Prunus Mahaleb L.*) Powders. 3th Int. Conference of Food Chemistry and Technology (Oral Presentation), 2-4 November 2017, Baltimore, MD, USA.

Ates, M., Yılmaz, S., Yörük, G., Sahan, Y., Erdemir, Ü., Gucer, S., 2017. Bazı Bebek Ek Gıdalarının Antioksidan Özellikleri ve Biyoalınabilirlikleri. 10. Gıda Mühendisliği Kongresi (Poster Bildiri), 9-11 Kasım, Antalya.

Yılmaz, S., Ates, M., Yörük, G., Sahan, Y., Erdemir, Ü., Gucer, S., 2017. Pirinç Unlarının Antioksidan Özellikleri ve Biyoalınabilirlikleri. 10. Gıda Mühendisliği Kongresi (Poster Bildiri), 9-11 Kasım, Antalya, Turkey.

Konak, M., Ateş, M., Şahan, Y. 2017. Yenilebilir Yabancı Bitki *Gundelia tournefortii*'nin Antioksidan Özelliklerinin belirlenmesi. Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, 31(2), 101-108.

Dülger Altiner, D., Sahan, Y., Ates, M., Yılmaz, S., 2018. The Effect of Using Carob Flour in Noodle Production on Antioxidant Capacity, Total Phenolic Contents and Their Bioaccessibility. 11 th Int. Aegean Analytical Chemistry Days (Oral presentation), 25-29 September 2018, Chania, Crete, Greece

Çağlak, S., Dülger Altiner, D., Sahan, Y., Ates, M., 2018. Functional ingredient with high dietary fiber: Coffee silverskin. 3th International Congress on Food Technology (Oral Presentation), 10-12 October, Kapadokya, Turkey.

Dülger Altiner, D., Çağlak, S., Sahan, Y., Ates, M., Yılmaz, S., Aroufai, I. A., 2018. Determination of antioxidant properties of raw, roasted coffee and coffee silverskin from different coffee beans. 3th International Congress on Food Technology (Oral Presentation), 10-12 October, Kapadokya, Turkey.

Sabuncu, M., Dülger Altiner D., Sahan, Y., 2019. Determination of Some Chemical and Antioxidative Properties of Pumpkin Seeds (*Cucurbita pepo* L.) Grown in Turkey. 3. International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences (Oral Presentation), 16-18 April 2019, Trabzon, Turkey.

Sabuncu, M., Sahan Y., 2019. Antioxidant Capacity, Total Phenolic Contents and Their Bioaccessibilities of Kohlrabi (*Brassica oleracea* L. var. *gonglodes*) Genotypes. 3. International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences (Oral Presentation), 16-18 April 2019, Trabzon, Turkey.