



**ARTVIN KAVUT UNUNUN TOPLAM FENOLİK MADDE
ANTIOKSİDAN KAPASİTE VE
BİYOALINABİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Emel ÖZDEMİR



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ARTVİN KAVUT UNUNUN TOPLAM FENOLİK MADDE ANTİOKSİDAN
KAPASİTE VE BİYOALINABİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Emel ÖZDEMİR
Orcid No:0000-0001-7016-0788

Prof. Dr. Vildan UYLAŞER
Orcid No:0000-0002-5532-5203
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA - 2020
Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Emel ÖZDEMİR tarafından hazırlanan “ARTVİN KAVUT UNUNUN TOPLAM FENOLİK MADDE ANTIOKSİDAN KAPASİTE VE BİYOALINABİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Vildan UYLAŞER

Başkan: Prof. Dr. Vildan UYLAŞER
Orcid No:0000-0002-5532-5203
Bursa.Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı




İmza

Üye: Prof. Dr. Duygu GÖÇMEN
Orcid No:0000-0001-6797-1985
Bursa.Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



İmza

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Elif SAVAŞ
Orcid No:0000-0002-4878-0013
Balıkesir Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı



İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN

Enstitü Müdürü

16/01/2020

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

- 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.**

16/01/2020

E. Özdemir

Emel ÖZDEMİR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ARTVIN KAVUT UNUNUN TOPLAM FENOLİK MADDE ANTIOKSİDAN KAPASİTE VE BİYOALINABİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Emel ÖZDEMİR

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Vildan UYLAŞER

Geleneksel ürünler ülke ekonomisinde önemli bir yere sahiptir. İklimi ve sahip olduğu bitki örtüsü ile birçok tarımsal ürünün yetiştirilmesine olanak sağlayan Artvin ve ilçeleri de, geleneksel ürünleri ile öne çıkan şehirlerimiz arasında yer almaktadır. Söz konusu bu ürünler, yöre halkının ekonomik ve sosyal gelişimine katkı sağlarken aynı zamanda tanıtımına da yardımcı olmaktadır. Bileşiminde arpa, buğday, mısır, kabak çekirdeğinin yer aldığı, geleneksel olarak yıllardır üretimi yapıp tüketilen ve Artvin ili ile birlikte anılan kavut unu da, bu tür ürünlerdendir. Bileşimi nedeniyle besin değeri oldukça yüksek olan kavut unu, bereketin simgesi olarak da kabul edilmektedir. Çalışmada, geleneksel olarak üretimi devam ettirilen ancak, tüketimi giderek azalan ve kullanımı yöre ile sınırlı kalan kavut ununun fiziko-kimyasal ve fonksiyonel özellikleri belirlenmiştir. Bunun için Artvin ilinin 10 farklı yöresinden temin edilen geleneksel olarak üretilmiş kavut unları kullanılmıştır. Örneklerin antioksidan kapasite (ABTS, CUPRAC, FRAP ve DPPH) ve ekstrakte edilebilir, hidrolize edilebilir ve toplam fenolik madde miktarları belirlenmiştir. Sonuç olarak analiz edilen kavut unlarının, fiziko-kimyasal özelliklerinin oldukça iyi, fonksiyonel özelliklerinin kabul edilebilir düzeyde olduğu ve bu özelliklerin yöresel üretim farklılıklarından önemli derecede etkilendiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kavut unu, Artvin, fenolik madde, antioksidan kapasite, biyoalınabilirlik

2020, viii + 56 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINATION OF TOTAL PHENOLIC CONTENT ANTIOXIDANT CAPACITY AND BIOAVAILABILITY OF ARTVIN KAVUT FLOUR

Emel ÖZDEMİR

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

Supervisor: Prof. Dr. Vildan UYLAŞER

Traditional products have an important place in the national economy. Artvin and its districts, which enable the cultivation of many agricultural products with its climate and vegetation, are also among the cities that stand out with their traditional products. While these products contribute to the economic and social development of the local people, they also help to promote them. These products include barley, wheat, corn, and pumpkin seeds, which are traditionally produced and consumed for years Kavut flour, which has a high nutritional value due to its composition, is also accepted as a symbol of fertility. In this study, the physico-chemical and functional properties of melon flour, traditionally continued production, but whose consumption is gradually decreasing and usage is limited to the region, were determined. For this purpose, traditionally produced 1kavut flours obtained from 10 different regions of Artvin were used. Antioxidant capacity (ABTS, CUPRAC, FRAP and DPPH) and the extractable, hydrolysable portions and total phenolic content of the samples were determined. As a result, it was observed that the physico-chemical properties of the analyzed cavities were quite good, their functional properties were acceptable and these properties were significantly influenced by regional production differences.

Key words: Kavut flour, Artvin, total fenolic content, antioxidant capacity, bioavailability

2020, viii + 56 pages.

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitim sürecimin en büyük yol göstericisi olan çok değerli Bölüm Başkanım Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR'a

Lisansüstü eğitimim süresince, ilgi ve desteğiyle her zaman yanımda olan, tez çalışmam boyunca değerli bilgilerini ve kıymetli zamanını benimle paylaşan çok değerli hocam Prof. Dr. Vildan UYLAŞER'e,

BESAŐ Kalite Yöneticisi Yardımcısı Ayla GÜR'e,

Çalışmalarım boyunca desteklerini esirgemeyen sevgili Yüksek Lisans arkadaşlarım Cansu Saadet ATLI, Esra DOĞANGÜN, Hatice Damla GÜLER, Sinem YILMAZ ve Yasin ÖZTÜRK'e

Tez çalışmam boyunca maddi ve manevi destek gösteren sevgili annem, babam ve kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

Emel ÖZDEMİR
16/01/2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ.....	2
2.1.Kavut Unu.....	2
2.2.Serbest Radikaller.....	4
2.3.Antioksidan Bileşikler.....	6
2.4.Fenolik Maddeler.....	7
2.5.Antioksidan Kapasite Tayin Yöntemleri.....	9
2.5.1.ABTS Yöntemi.....	11
2.5.2.CUPRAC Yöntemi.....	13
2.5.3.FRAP Yöntemi.....	13
2.5.4.DPPH Yöntemi.....	14
2.5.5.Biyoalınabilirlik.....	15
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1.Materyal.....	17
3.2.Yöntem.....	17
3.2.1.Nem Miktarı Tayini.....	17
3.2.2.Kül Miktarı Tayini.....	17
3.2.3.Protein Miktarı Tayini.....	18
3.2.4.Titre Edilebilir Asit (TEA) Tayini.....	18
3.2.5.pH Tayini.....	18
3.2.6.Renk Analizi.....	19
3.2.7.Fenolik Madde Ekstraksiyonu.....	19

3.2.8.Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini.....	19
3.2.9.Antioksidan Kapasite Tayini.....	21
3.2.10.Biyoalınabilirlik.....	24
3.2.11.Duyusal Analiz.....	26
3.2.12.İstatistiksel Analiz.....	26
4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	27
4.1.Kavut Unu Örneklerinin Kimyasal Bileşimleri.....	27
4.2.Kavut Unu Örneklerinin pH Değerleri.....	30
4.3 Kavut Unu Örneklerinin Renk Değerleri.....	32
4.4.Kavut Unu Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları.....	33
4.5.Kavut Unu Örneklerinin Antioksidan Kapasite Değerleri.....	35
4.5.1.ABTS Değerleri.....	35
4.5.2.CUPRAC Değerleri.....	37
4.5.3.FRAP Değerleri.....	39
4.5.4.DPPH Değerleri.....	42
4.6. Kavut Unu Örneklerinin Biyoalınabilirlik Değerleri.....	44
4.7.Kavut Unu Örneklerinin Duyusal Özellikleri.....	47
5.SONUÇ.....	48
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ.....	56

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Açıklama

%	Yüzde değer
°C	Santigrat derece
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
µmol	Mikromol
nm	Nanometre
W	Watt

Kısaltmalar

Açıklama

ABTS	[2,2'-azino-bis(3ethylbenzothiazoline-6-sülfonikasit)] Radikal
CUPRAC	Yakalayıcı Krosin Ağartma Yöntemi
FRAP	Bakır (II) İndirgeyici Antioksidan Kapasite
DPPH	Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite
TEA	2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil
GAE	Titre Edilebilir Asitlik
Max	Gallik Asit Eşdeğerliği
Min	Maksimum
Ort.	Minimum
SD	Ortalama
	Standart Sapma

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1.ABTS molekülünün kimyasal yapısı.....	11
Şekil 2.2.ABTS radikal kation oluşumu reaksiyon denklemi.....	12
Şekil 2.3.Troloks molekülünün kimyasal yapısı.....	12
Şekil 2.4.Fe(III)-TPTZ kompleksinin, Fe(II) formuna indirgenmesi.....	14
Şekil 2.5.DPPH radikali.....	15
Şekil 4.4.Standart gallik asit kalibrasyon eğrisi.....	33
Şekil 4.5. ABTS troloks kalibrasyon eğrisi.....	36
Şekil 4.6.CUPRAC troloks kalibrasyon eğrisi.....	38
Şekil 4.7. FRAP troloks kalibrasyon eğrisi.....	40
Şekil 4.8. DPPH troloks kalibrasyon eğrisi.....	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1.Reaktif oksijen türleri (ROS).....	4
Çizelge 2.2.Reaktif nitrojen türleri (RNS).....	5
Çizelge 4.1.Kavut unu örneklerinin kimyasal bileşimi.....	31
Çizelge 4.2.Kavut unu örneklerinin renk değerleri.....	32
Çizelge 4.3.Kavut unu örneklerinin duyuşal özellikleri.....	36
Çizelge 4.4.Kavut unu örneklerinin fenolik madde miktarları.....	34
Çizelge 4.5.Kavut unu örneklerinin ABTS kapasite değerleri.....	36
Çizelge 4.6.Kavut unu örneklerinin CUPRAC kapasite değerleri.....	39
Çizelge 4.7.Kavut unu örneklerinin FRAP kapasite değerleri.....	41
Çizelge 4.8.Kavut unu örneklerinin DPPH kapasite değerleri.....	43
Çizelge 4.9.Biyoyalınabilir toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri.....	46

1. GİRİŞ

Ekolojik çevre, dinsel inanç, kültürel edinimler, sosyal ve etnik durum, eğitim düzeyi ve kültürel miraslar, damak zevkleri ve yemek kültürünün çeşitlenip özelleşmesindeki etkenlerdir (Şahin 2012). Uzun bir tarihi geçmişi olan ülkemizde bu etkenler çerçevesinde şekillenmiş ve uzun yıllardır üretimleri halen devam eden, fonksiyonel özellikleri oldukça fazla olan, birçok geleneksel ürün bulunmaktadır. Türk beslenme kültürünün oluşumunda etkili olan bu geleneksel ürünler, Türk Mutfağına zenginlik katarken, aynı zamanda Dünya Mutfakları arasında ayrı ve önemli bir yerde olmasını, kabul görmesini sağlamaktadır. Söz konusu geleneksel ürünlerin bir bölümü tüm Türkiye’de, hatta bazıları ülke sınırları dışında tanınırken, bazıları da sadece üretildikleri yörede tanınmaktadır.

Anadolu’ya yerleşen ve İslamiyet’i seçen Türklerin geleneksel gıdaları, günlük hayat veya inançları, Türklerin ilk yurtlarından Anadolu’ya kadar taşınmıştır. Fakat değişen coğrafya, kültür ve inanç sistemleriyle birlikte bu taşınan değerlerin bir kısmı tamamen hayattan çıkarıldığı gibi büyük bir kısmı da çeşitli değişikliklere uğramıştır. Günümüzde gıdaların besleyici özellikleri, işlevsel özellikleri kadar önem kazanmıştır. Tüketicilerin giderek artan bilinç düzeyleri ve hayat kalitesi, sağlıklı gıdaya ulaşma çabalarını etkilemektedir. Sağlıklı yaşam üzerine sağlıklı beslenmenin yararlı etkisi, yeni sağlıklı ürün geliştirmeye olan yönelimi artırmaktadır. Bu da besleyici ve doğal materyallere ek, istenen fonksiyonel karakteristiklere sahip yeni kaynakların bulunmasını gerekli kılmaktadır. Dünya ekonomilerinde özellikle 1980 sonrasında yaşanan küreselleşme olgusuyla birlikte artan rekabetin ortaya çıkardığı değişim, farklı olmayı, farklılaşmayı, kısaca inovasyonu gündeme getirmiştir. Hem firmaların, hem ülkelerin sürdürülebilirlikleri, bu yeni ekonomik düzen içerisinde inovasyonla ilişkili bir hal almıştır (Kuşat 2012). Bu durum, yerel, yöresel ve geleneksel yaşam tarzıyla biçimlenmiş geleneksel gıda ürünlerinin tüketimine yönelik talepleri artırmaktadır. Geleneksel gıdaların tüketimi; tüketicilerin cinsiyeti, eğitimi, hanedeki birey sayısı, aylık geliri, yerleşim yeri, aile büyüklerinin geleneksel gıda tüketimi, geleneksel gıdaların besleyici olması ve sağlıklı olması ile merak uyandırmasına bağlı olarak değişmektedir (Onurlubaş ve Taşdan 2016).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kavut Unu

Toplumların beslenme ihtiyaçlarını karşılama şekli, yaşanılan yer ve yaşam biçimine göre gelişmektedir. Bu gelişmeler, son dönemlerde geleneksel ürünlere olan ilgiyi arttırmış, bu ürünlerin tüketimi ve sağlıkla olan ilişkileri hakkındaki söylemleri, popüler hale getirmiştir. Özellikle Avrupa ülkelerinde, geleneksel ürünlerin önemini vurgulamak ve tüketimlerini arttırmak için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde de, bu konudaki çalışmalar giderek artmakta ve ilgi çekmektedir. Ancak ülkemizde uzun yıllardır üretilen birçok geleneksel ürün olmasına rağmen, bu konuda yapılmış çalışma sayısı henüz yeterli düzeye ulaşamamış olup, hiç araştırılmamış ya da çok az araştırılmış, unutulmaya yüz yüztutmuş birçok geleneksel ürünümüz bulunmaktadır.

İslamiyet'ten önceki Türk'ler tarafından farklı bileşenlere ve kullanım şekillerine sahip haliyle tüketilmiş olan ve Divan-ü Lügati't Türk'te adı geçen kavut unu da (Albayrak ve Kılıç 2012), üzerinde çok fazla araştırma yapılmamış, daha çok belirli illerde tanınan (Konya, Erzurum, Erzincan, Gümüşhane, Bayburt ve Artvin), hatta bu illerde bile giderek unutulmaya başlanmış, geleneksel ürünlerimiz arasındadır. Artvin, kavut unu üretim ve tüketiminin halen yaygın olduğu illerimizin başında yer almaktadır.

Kavut unu, buğday, arpa, kabak çekirdeği ve mısırın yörelere göre farklı oranlarda karıştırıldıktan sonra taş değirmenlerde öğütülüp kavrulmasıyla elde edilen bir un çeşitidir. Tatlı ve kurabiye yapımında da kullanılan Kavut unu, hazır çorbalar gibi soğuk su ile karıştırılıp pişirildikten sonra, tuz ve tereyağı ilavesi ile tatlandırılarak çorba şeklinde tüketilmektedir.

Kavutunun beslenme kültürümüzdeki yeri çok eski yıllara dayanmaktadır. Hz. Peygamber döneminde, Ebu Süfyan'ın sefere çıkarken yanına kavrulmuş un (kavut/sevîk) aldığı bilinmektedir (Algül ve ark. 2013). Kavutunun su ile karıştırılarak tava içinde helva gibi pişirilmiş haline "Sevîk" denilmektedir (Peköz, 2018). Uygur Türk'lerinin, yeni doğum yapan kadınlara kavut ununu yağ ve şekerle

karıştırıp yedirdikleri bilinirken (İnayet, 2006), Evliya Çelebi Seyahatname'sinde dağlık bölgelerde halkın darıdan yapılan gavut (kavut) yemeğini yediğinden bahsetmektedir (Türk Patent ve Marka Kurumu 2018). Selçuklularda “Kavutu olan pekmeze katar, aklı olan öğüt tutar” deyişi, kavut ununu helva yapımında kullanıldığını göstermektedir (Baysal 1997). Osmanlı döneminde ise kavutunun; nohut, burçak, bakla, bal ve sirke karışımından meydana gelen sıcak şerbet ile macun haline getirilip yakı olarak kullanıldığı belirtilmektedir (Acıduman ve ark. 2007). Kavut unu aynı zamanda Ardahan Türkmen'leri tarafından bereketin simgesi olarak da kullanılmıştır (Yılmaz 2010). Yakın dönemde de Refik Halit KARAY savaşların hiçbir ülkeye yarar sağlamayacağını vurgularken kavutu örnek göstererek “ Harp zaten, Nasrettin Hoca'nın at üstünde kavut denilen şekerli unu yemesi gibi bir şeydir, ağzına atmadan çoğunu yel alır, götürür” demiştir (Ünal 2016).

Bu çalışmada; bileşiminde yer alan maddeler nedeniyle besleyici değeri oldukça yüksek olan ve katkı maddesi kullanılmadan bazı yöresel tahıllardan ve tamamen doğal olarak elde edilen kavutunun, fiziko-kimyasal özellikleri ile fenolik madde miktarı, antioksidan kapasite ve biyoalınabilirliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Kavut unu üretim aşaması:

Ayıklama- Seçme

(Sap, taş ve uygun olmayan taneler (böcek yeniği, bozulmuş vb.))

Değirmende öğütme

%50 buğday, %50 arpa, %25 kabak çekirdeği ve %25 mısır taş değirmende öğütülür.

Kavurma işlemi

Belli oranlarda alınan ürünler sürekli karıştırılarak kavrulur.

Ürünlerin depolanması

Ürünler serin ve kuru yerde muhafaza edilir.

2.2. Serbest Radikaller

Atomik yörüngesinde tamamlanmamış elektron içeren, bağımsız hareket edebilme yeteneğine sahip moleküller serbest radikaller olarak tanımlanmaktadır. Çoğu radikal tamamlanmamış elektron varlığının bir sonucu olarak, stabil değildir ve yüksek reaktiviteye sahiptir. Oksidant veya redüktant olarak hareket ederek, diğer moleküllerden elektron alabilir veya elektron verebilirler. Serbest radikaller homeostatik yıkım ve hücre hasarına yol açarak, önemli makromoleküllere ve vücutta bulunan bütün hücrelere zarar verebilirler. Başlıca hedefleri; lipidler, nükleik asitler ve proteinlerdir (Mohammed ve ark. 2015).

Serbest radikaller oksijen ve nitrojen kaynaklı olabilirler. Oksijen kaynaklı olanlar, reaktif oksijen türleri (ROS) ve nitrojen kaynaklı olanlar, reaktif nitrojen türleri (RNS) olarak adlandırılmaktadır (Karabulut ve Gülay 2016). Reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif nitrojen türleri (RNS), sırasıyla, Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Reaktif oksijen türleri (ROS) (Mohammed ve ark. 2015)

Radikaller		Nonradikaller	
Süperoksit	O ₂	Hidrojen peroksit	H ₂ O ₂
Hidroksil	OH	Hipokloröz asit	HOCl
Peroksit	ROO	Hipobromöz asit	HOBr
Alkoksil	RO	Singlet oksijen	O ₂
Hidroperoksil	HO ₂	Ozon	O ₃
Lipit peroksit	LOO		

Serbest radikaller, normal hücrel solunum metabolizmasının bir sonucu olmakla birlikte, biyolojik sistemlerde, ksanobiyotikler ve bazı hastalık süreçleri tarafından tetiklenen anormal reaksiyonlar sonucunda da üretilmektedirler (Kehrer ve Klotz 2015).

Aerobik organizmaların tümü, fizyolojik olarak ROS üretmektedirler. Reaktif oksijen türleri, otooksidasyon reaksiyonları sırasında, ksantin oksidaz (XO) ve nikotinamid

adenin dinükleotid fosfat (NADPH) oksidaz gibi enzimlerle, endoplazmik retikulumda sitokrom p450 sisteminde meydana gelen elektron kaçaklarından oluşabilmektedirler. Zihinsel veya vücut yorgunluğundan kaynaklanan stres, toksik yan ürün olarak serbest radikal üretebilmektedir. Ayrıca kortizol ve kateşolamin gibi hormonlar, vücutta stres reaksiyonlarına neden olabilirken, aynı zamanda bu hormonların kendileri de, serbest radikallere dönüşebilir ve immun sistem hücreleri patojenlere yanıt olarak, ROS ve oksidatif radikaller üretebilirler (Karabulut ve Gülay 2016).

Çizelge 2.2. Reaktif nitrojen türleri (RNS) (Mohammed ve ark. 2015)

Radikaller		Nonradikaller	
Nitrik oksit	NO	Nitrik asit	HNO ₂
		Nitrosil katyonu	NO ⁺
		Nitroksil anyonu	NO ⁻
		Dinitrojentetroksit	N ₂ O ₄
		Dinitrojen trioksid	N ₂ O ₃
Nitrojen dioksit	NO ₂	Peroksinitrit	ONOO ⁻
		Peroksinitrik asit	ONOOH
		Nitronyumkatyonu	NO ₂ ⁺
		Nitril klorid	NO ₂ Cl
		Alkil peroksinitrit	ROONO

Yukarıda belirtilen endojen kaynaklara ek olarak; UV, X-ray, gamma ve mikrodalga ışınları, pişirme sırasında organik maddelerin yakılması, orman yangınları, volkanik faaliyetler, asbest, benzen, karbonmonoksit, formaldehit, ozon ve toluen gibi hava kirleticileri, temizlik ürünleri, tutkal, boya, tiner, parfümler ve böcek ilaçları gibi kimyasallar, kloroform ve diğer trihalometanlar gibi su kirletici maddeler, alkol ve sigara kullanımı, sigara dumanı, egzoz dumanı gibi eksojen kaynaklar da, serbest radikal oluşuna neden olan diğer faktörlerdir (Karabulut ve Gülay 2016).

2.3. Antioksidan Bileşikler

Antioksidanlar, yükseltgenebilen substratlara göre, düşük konsantrasyonlarda bile, bu substratın oksidasyonunu önemli ölçüde geciktiren veya inhibe eden madde olarak tanımlanabilmektedir (Young ve Woodside 2001).

Antioksidanlar doğal ve yapay olarak sınıflandırılmaktadır. Doğal antioksidanlar; lipid radikalleri, Reaktif Oksijen Türleri (ROS) ve Reaktif Nitrojen Türleri (RNS) ile reaksiyona giren ve onları daha stabil ürünlere dönüştüren, zincir kırıcı özellikteki antioksidanlar olarak bilinirler. Bu grup antioksidanlar, çoğunlukla fenolik yapıdaki bileşiklerdir. Bütilendirilmiş hidroksianisol (BHA), bütilendirilmiş hidroksitoluen (BHT), gallatlar, metal şelat ajanı (EDTA), tersiyer bütilhidroksikinon (TBHQ), eritorbik asit ve sodyum eritorbat ise yapay antioksidanlar grubunda yer almaktadır (Karadeniz ve ark. 2005).

Antioksidanlar hücrelere zarar vermeden, serbest radikalleri etkisiz hale getirilmekte ya da stabilize etmektedirler (Yadav ve ark. 2016). Ayrıca sağlığın devamı için kritik ve serbest radikallere karşı koruma sağlayan bileşenler olduğu düşünülmektedir. Serbest radikaller, vücuttaki sağlıklı hücrelere zarar vererek onların yapı ve fonksiyonlarının değişmesine hatta yok olmasına neden olmaktadır. Bu tehlikeli bileşiklerin varlığı, sağlıklı bir yaşam için antioksidan bileşikleri ve enzimleri önemli kılmaktadır (Cao ve Prior 1998, Sroko ve Cisovski 2003).

Dünyada yaklaşık 5000 bitki fenoliği bulunduğu bilinmekte ve model çalışmalar, bu bileşiklerden çoğunun antioksidan kapasiteye sahip olduğunu göstermektedir (Karadeniz ve ark. 2005).

2.4. Fenolik Maddeler

Bitkiler, doğal antioksidan bileşiklerin kaynağını oluşturmaktadır. Fenolik maddeler de doğal antioksidanların en önemli gruplarıdır. Bunlar bitkilerin tüm kısımlarında görülen polifenolik bileşenlerdir. En yaygın bitkisel fenolik antioksidanların, flavonoidler başta olmak üzere, sinnamik asit türevleri, kumarinler, tokoferoller ve fenolik asitler olduğu belirtilmektedir (Shahidi ve Naczki 1995, Bilaloğlu ve Harmandar 1999, Harborne ve Williams 2000, Silva ve ark. 2000, Merken ve ark. 2001).

Fenolik maddeler; hidroksil grubu ile birlikte en az bir benzen halkası ve diğer kompleks aromatik bileşikler içerir (Crozier ve ark. 2009). Benzenin diğer adı fenolün en basit fenolik madde olduğu, başka fenolik maddelerin ise fenolden türediği bildirilmektedir (Baysal ve Yıldız 2003).

Düşük konsantrasyona sahip fenolik maddeler, besinleri oksidatif bozulmalara karşı korumaktayken, yüksek konsantrasyonları ise çökerek üründe renk bozulmalarına neden olmaktadır. Ortam pH'sı 4'ün üzerine çıktığında, fenolikler ağır metal tuzlarıyla tepkimeye girerek, mavi-griden, mavi-siyaha doğru farklı tonlarda renk değişikliğine ve metalik tadın oluşmasına etki etmektedir (Shahidi ve Naczki 1995).

Flavonoidler, üçlü karbon bağıyla bağlanan iki aromatik halkayı içeren $C_6C_3C_6$ yapılı ve düşük molekül ağırlıklı bileşiklerdir. Flavonoidler, antosiyaninler, flavanoller, flavonlar, flavanonlar ve flavonoller olarak gruplandırılmaktadır. Doğada birçoğu yaprak, çiçek ve kökte bulunan 5.000'den fazla flavonoid bulunduğu bilinmektedir. Aynı zamanda flavonoidlerin antioksidan, antikanser, antialerjik, antiinflamatuar, antikarsinojenik ve mide koruyucu özelliklere sahip olduğu da belirtilmektedir (Dykes ve Rooney 2007).

Bitkisel ürünlerde bulunan fenolik maddelerin, nitelik ve nicelik açısından, bitki varyasyonları, yetiştirme ortamı koşulları, hasat sırasındaki olgunluk derecesi, hasat sonrası işlemler, muhafaza koşulları, bölge, çeşit ve kültürel işlemlere göre değişiklik gösterdiği (Garcia ve ark. 2004, Mitjavila ve Moreno 2012), fenolik asit, tanen, flavanoid ve stilben olarak gruplandırılan fenolik maddelerin ise bitkisel kaynaklı

gıdaların görünüş, tat, koku ve oksidatif stabilitelerini etkilediği bildirilmektedir (Dykes ve Rooney 2007).

Proantosiyandinler veya prosiyadinler olarak da adlandırılan tanenler, polimerize flavanol birimlerinden oluşmakta ve buldukları gıdalara buruk bir tat vermektedir. Tanenler, protein, karbonhidrat ve minerallere bağlanarak, bunların sindirilebilirliğini azaltıcı yönde etki gösterirler. İn vitro şartlarda monomerik fenolik bileşenlerle kıyaslandığında, yüksek antioksidan kapasiteye sahiptirler. Buna ek olarak bu bileşenlerin, antikarsinojenik, antikardiyovasküler ve kolesterol düşürücü özelliklere sahip olduğu da bildirilmektedir (Dykes ve Rooney 2007).

Birçok çalışmada, fenolik maddelerin, kandaki glikoz ve yağ oranını azalttığı, karbonhidrat, protein, yağ ve DNA gibi makromoleküller üzerine zararlı etkileri olan oksidatif sürece karşı koruma sağladığı, kalp hastalıkları ve diyabeti önlemede önemli ölçüde etkili olduğu bildirilmiştir (Liu ve ark. 2002, Hu 2003, Mozaffarian ve ark. 2003, Pereira ve ark. 2004, Atoui ve ark. 2005, Crozier ve ark. 2009, Thilakarathna ve ark. 2013). İn vitro çalışmalarda ise fenolik maddelerin, serbest radikal süpürücü, enzimatik aktiviteyi düzenleyici, hücre proliferasyonunu inhibe edici, antibiyotik, antialerjik, antidiyareik, antiülseratif ve antiinflamatuvar etki gösterdikleri belirlenmiştir (Uyar ve ark. 2013).

Yapılarında aromatik halka yerine, hidroksil grup ile birlikte 1,2-difeniletilen içeren yapılara, "stilben" denilmektedir. Stilbenlerin monomer veya oligomer formunda bulunabilen yapılarından en iyi bilinenleri, trans-resveratrol olup trihidroksistilben iskelet yapısına sahiptir. Başlıca stilben kaynakları üzüm, şarap, soya, fıstık ve fıstık ürünleridir (Özcan ve ark. 2014).

2.5. Anioksdan Kapasite Tayin Yöntemleri

Gıdalarda bulunan antioksidan maddeler okside olabilen substratlara oranla düşük konsantrasyonlarda bulunan ve substratların oksidasyonunu önleyen veya geciktiren maddelerdir (Becker ve ark. 2004).

Gıdaların antioksidan kapasitesi ve antioksidanların biyoyararlılığı, gıda maddelerinin cinsine, hasat zamanı ve hasat yöntemlerine, depolama ve muhafaza ortamının sıcaklığına ve ışıklanma durumuna, iklime, neme, gıdanın hazırlanma yöntemine, bunun yanında kişi ve toplumun tüketim alışkanlıklarına göre de değişebilmektedir. Gıda bileşenlerinin kompleks yapıda olması ve bileşimindeki antioksidan maddelerin birçok fonksiyonel özelliğe sahip olması nedeniyle, antioksidan kapasiteyi ölçmek üzere çok sayıda metot geliştirilmiştir (Albayrak ve ark. 2010). Bir gıdanın antioksidan kapasitesinin belirlenmesinde, farklı oksidasyon koşullarında ve farklı oksidasyon ürünlerinin tayini için birkaç metodun birlikte kullanılması önerilmektedir (Frankel ve Meyer 2000).

Antioksidan kapasite tayini için kullanılan yöntemler iki temel prensibe dayanmaktadır. Bunlardan ilki ‘‘Hidrojen Atom Transferini’’ (HAT) temel alan analizler, ikincisi ise ‘‘Elektron Transferini’’ (ET) temel alan analizlerdir (Ardağ 2008). Genel olarak HAT reaksiyonları, çözücü pH etkisinden kısmi olarak bağımsız ve çok kısa bir sürede gerçekleşirken, ET reaksiyonları; çözücü pH'ya bağlı olarak ve daha yavaş şekilde gerçekleşmektedir (Apak ve ark. 2007).

Hidrojen atom transferi reaksiyonuna dayanan analiz yöntemlerinin çoğu azo bileşiklerinin bozulması sonucu oluşan peroksil radikallerinin antioksidan ve substrat tarafından giderilmesi prensibine dayanmaktadır (Ardağ, 2008).

HAT bazlı yöntemler (Apak ve ark. 2007):

- İndüklenmiş düşük yoğunluklu lipoprotein otooksidasyonu
- Oksijen radikal absorban kapasitesi (ORAC)

- Total radikal yakalama antioksidan kapasitesi (TRAP)
- ABTS radikal yakalayıcı krosin ağartma yöntemidir.

Elektron transferini temel alan analiz yöntemleri ise antioksidan maddenin indirgenğinde renk değiştiren bir oksidan maddeyi indirgeme kapasitesinin ölçümüne dayanmaktadır. Renk değişiminin derecesi örnekteki antioksidan derişimi ile ilişkilendirilmektedir (Ardağ 2008).

ET bazlı yöntemler (Apak ve ark. 2007):

- Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) metodu
- Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi (TEAC)
- Ferrik indirgeyici antioksidan güç (FRAP)
- 2,2-difenil 1-1-pikril hidrazil (DPPH) serbest radikal yakalayıcı
- Bakır (II) indirgeyici antioksidan kapasite (CUPRAC)

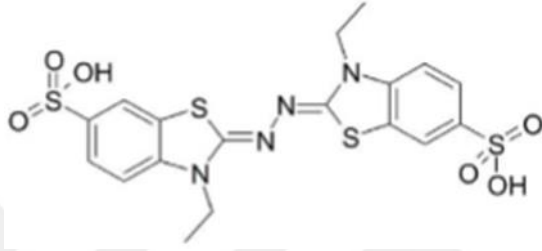
Hidrojen Atom Transferini ve Elektron Transferini temel alan analiz yöntemlerinin antioksidan kapasitenin belirlenmesinde kullanılması mümkündür. Örneklerde bulunan antioksidan maddelerin moleküler çeşitliliği, kullanılan yöntemler arasında doğrusal ilişki oluşmasını engelleyebilmektedir. Bu nedenle birden fazla yöntem kullanılarak gıdaların antioksidan kapasitesi hakkında karar vermek daha uygun olmaktadır (Frankel ve Meyer 2000, Ardağ 2008).

Antioksidan kapasite, kullanılan analiz yöntemlerine bağlı olup, tespit edilen antioksidan kapasite ile ekstraktların toplam fenolik madde miktarı arasında tam bir korelasyon bulunmayabilmektedir (Dorman ve ark. 2003, Trouillas ve ark. 2003, Miliauskas ve ark. 2004). Bu nedenle çalışmamızda 4 farklı antioksidan kapasite tayin yöntemi kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin prensipleri aşağıda açıklanmıştır.

2.5.1. ABTS yöntemi

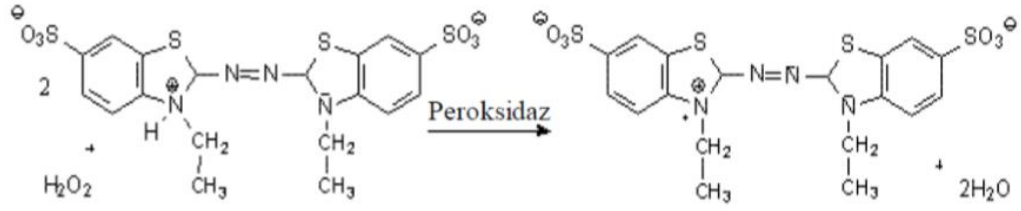
ABTS [2,2'-azino-bis(3ethylbenzothiazoline-6-sülfonikasit)], hidrojen peroksit varlığında, oksitlendiğinde karakteristik absorpsiyon spektrumuna sahip ürün üreten, bir peroksidaz substratıdır. ABTS, kimyasal stabilitesinin, suda çözünürlüğünün ve UV-VIS absorpsiyon spektrumunun yüksek olması nedeniyle, içecekler, sulu karışımlar ve saf maddelerin çözeltilerinin toplam antioksidan kapasitelerinin ölçümü için sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. ABTS molekülünün kimyasal yapısı Şekil 2.1.'de görülmektedir. (Cano ve ark. 1998).



Şekil 2.1. ABTS molekülünün kimyasal yapısı

Yöntem; ABTS eşliğinde radikal kation üretmek için hidrojen peroksit ile metmyoglobin aktivasyonuna dayanmaktadır. Dezavantajı ise yöntemin uygulanması sırasında, hızlı tepki veren bazı antioksidanların, aynı zamanda ferril myoglobin radikalini indirgeyebilecek olmasıdır (Ree ve ark. 1999).

ABTS yönteminde, ABTS ve potasyum persülfat arasındaki reaksiyon sonucu oluşan mavi-yeşil ABTS kromofonunun absorpsiyon değeri ölçülmesi esastır. ABTS yönteminde 645 nm, 734 nm ve 815 nm'lerde maksimum absorpsiyon gerçekleşmektedir. ABTS radikal kation oluşumunun reaksiyon denklemi Şekil 2.2'de verilmiştir (Ree ve ark. 1999).

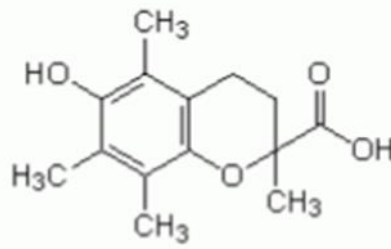


Şekil 2.2. ABTS radikal kation oluşumu reaksiyon denklemi

Önceden oluşturulmuş radikal kationa antioksidan ilavesi, antioksidanın aktivitesine, konsantrasyonuna ve reaksiyon süresine bağlı olarak, ABTS'yi bir dereceye kadar ve zaman ölçüğünde azaltmaktadır. Böylece renk giderme derecesinin, konsantrasyonun ve zamanın bir fonksiyonu olarak, ABTS radikal kationunun yüzde inhibisyonu belirlenir ve standart olarak troloksun reaktivitesine göre hesaplanır (Ree ve ark.1999).

Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi olarak ifade edilen TEAC/ABTS yönteminde, 415 ve 645 nm gibi dalga boyları kullanılmasına rağmen, bitki pigmentlerinde 734 nm dalga boyu sıklıkla kullanılmaktadır (Apak ve ark. 2007).

Troloks, oksidatif reaksiyonlara karşı sıvı çözeltilerde koruma sağlamaktadır. Aynı zamanda insanlarda DNA hasarını önlediği, yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Diaz ve ark. 2018). Troloks molekülünün yapısı, Şekil 2.3.'te görülmektedir. (Ree ve ark. 1999).



Şekil 2.3. Troloks molekülünün kimyasal yapısı

2.5.2. CUPRAC yöntemi

Bu yöntem, bir numunedeki antioksidanlar tarafından Cu(II)'nin, Cu(I)'e indirgenmesi temeline dayanmaktadır. Apak ve ark. (2004) tarafından geliştirilen bu yöntemde, 2,9-dimetil-1,10fenantrolin (Neokuproin veya Nc)'in Cu(II) ile oluşturduğu bakır(II)-neokuproin kompleksinin (Cu(II)-Nc), 450 nm'de maksimum absorbans veren bakır(I) neokuproin [Cu(I)-Nc] kelatına indirgenme yeteneğinden yararlanarak, antioksidan kapasite hesaplanmaktadır. Fenantrolin kompleksleri, suda çok düşük çözünürlüğe sahiptirler ve %95'lik etanol gibi organik çözücülerde çözünmeli ve seyreltilmelidirler (Apak ve ark. 2005).

Avantajları: Fenantrolin veya tripiridilriazin türü ligandlarla, bağlı demire göre daha düşük redoks potansiyeline sahiptir. Basit şekerler ve sitrik asit, CUPRAC reaktifiyle okside olmaz. CUPRAC reaktifi, tiyol tipi antioksidanları okside etmek için yeterince hızlıdır (Apak ve ark. 2004).

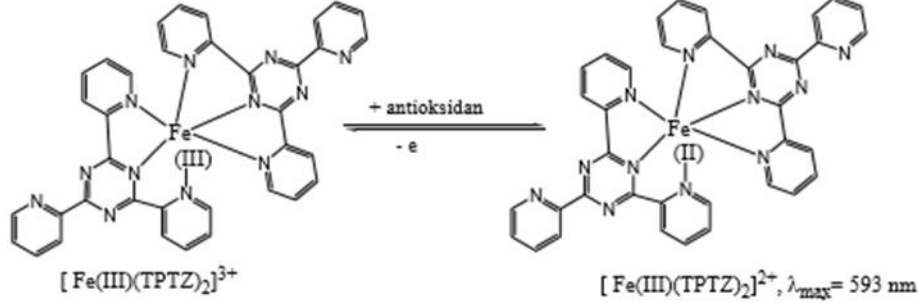
Dezavantajları: CUPRAC yöntemi askorbik asit, ürik asit, gallik asit ve kersetin için birkaç dakika içinde tamamlanırken, daha kompleks moleküller için bu süre 30-60 dakikayı bulmaktadır. CUPRAC yöntemi kompleks antioksidan karışımında uygun reaksiyon zamanını seçme açısından problemlidir (Prior ve ark. 2005).

Bakır (II)-neokuproin (Cu(II)-Nc) reaktifinin antioksidan ile reaksiyonu Şekil 2.4'de görülmektedir (Apak ve ark. 2004).

2.5.3. FRAP yöntemi

Benzie ve Strain, (1996) tarafından geliştirilen bu yöntemde, oksidan olarak Fe^{3+} kullanılmaktadır. Bu yöntemde Fe^{3+} -tripridilriazin (Fe^{3+} -TPTZ) kompleksi, asidik pH ortamında (pH 3,6), indirgen özellik gösteren antioksidan bir madde ile Fe^{2+} -tripridilriazin (Fe^{2+} -TPTZ) kompleksine indirgenmekte (Şekil 2.5) ve Fe^{2+} -TPTZ kompleksi şiddetli bir mavi renk vermektedir. Oluşan Fe^{2+} -TPTZ kompleksinin 593

nm’de absorbansı ölçülerek, elektron verici antioksidanların indirgeme gücü belirlenmektedir (Benzei ve Strain 1996).



Şekil 2.4. Fe(III)-TPTZ kompleksinin, Fe(II) formuna indirgenmesi

FRAP yöntemi basit ve ucuz bir yöntem olup, renkli bir bileşik oluşturarak antioksidanların indirgeyebilme yeteneğini ölçmektedir (Prior ve ark. 2005). Yöntemin asidik pH’larda çalışması, protonlarını vermemiş bazı antioksidanların kolay yükseltgenememesine ve toplam antioksidan kapasitesinin olduğundan düşük bulunmasına yol açabilmektedir. Ayrıca bu yöntemin diğer bir dezavantajı da, plazma antioksidanlarını dolaylı olarak ölçerken, in vivo koşullarda önemli bir antioksidan olan glutatyon (-SH) ile reaksiyon vermemesidir (Tufan 2012).

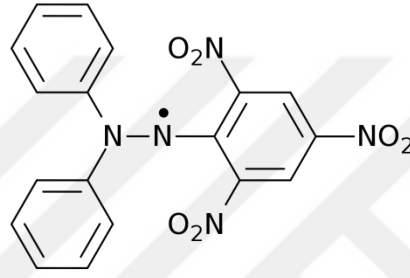
2.5.4. DPPH yöntemi

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) yöntemi, antioksidanların kararlı bir serbest radikal olan DPPH radikalini süpürücü etkilerini ölçmeye dayalı bir yöntemdir. 517 nm’de maksimum absorpsiyon vermektedir. Etanol veya metanollü DPPH çözeltisine antioksidanın ilave edilmesiyle, absorbansta düşüş meydana gelir ve antioksidanların varlığıyla, radikalın rengi kırmızıdan sarıya döner. Bu yöntem, antioksidanların radikal süpürme kabiliyetlerini değerlendiren, kolay ve geçerli bir yöntem olarak bilinmektedir (Sanchez ve ark. 1998).

DPPH yöntemi hızlı ve basit olmasına rağmen, bazı bileşenlerin (özellikle karotenoidler) 515 nm’de DPPH ile çakışık spektrum vermesi, analizin yorumunu

güçleştirmektedir. Ayrıca çoğu antioksidan, sterik engellemeden dolayı, DPPH ile yavaş reaksiyona girmektedir. Bu nedenle yöntem; DPPH ile reaksiyona giren antioksidanların antioksidan kapasitesi hakkında doğru bir değerlendirme veremeyebilmektedir. Ayrıca DPPH'nin rengi, ışık, hava oksijeni, rutubet ve pH'ya oldukça duyarlıdır. Bu durum, tekrarlanabilir sonuçların eldesini güçleştirmektedir (Tufan 2012).

DPPH radikalinin yapısı Şekil 2.6'de görülmektedir (Pokorny ve ark. 2001).



Şekil 2.5.DPPH radikali

2.5.5. Biyoalnabilirlik

Bir gıdanın sağlık üzerindeki etkileri ve hastalık riskini azaltmada ne kadar etkili olduğu biyoaktivite çalışmalarına göre belirlenebilmektedir. Her bir sağlık yararı için özel yaklaşımlar içeren biyoaktivite çalışmaları için kullanılan in vivo, ex vivo ve in vitro deneysel modeller bulunmaktadır. Biyoaktiviteyi ölçmek için kullanılan deneysel prosedürler, belirlenecek özelliğe yönelik olup, oldukça spesifiktir. Bu nedenle herbir özelliği tespit eden ortak bir sistem bulunmamaktadır. Biyoaktiviteyi tanımlamak için geliştirilen in vitro metotlar, antioksidan, antiinflamatuvar, antitümör gibi farklı aktivitelerin belirlenmesini içermektedir. Bu metotlar, biyoaktivite ölçümlerinin pratik ve ekonomik potansiyeline büyük bir destek sağlamaktadır (Fernandez-Garcia ve ark. 2009).

Bir gıdadaki biyoyararlılık terimi; organizmada depolanmak ya da fizyolojik fonksiyonlarda kullanılmak için var olan biyoaktif besin ögesini ifade etmektedir. Diğer bir deyişle, gıdada var olan besin ögelerinin gastrointestinal şartlarda çözünebilen forma dönüşen miktarının bağırsakta emilen ve vücut fonksiyonları için kullanılan miktarıdır (Rebelleto ve ark. 2015). Biyoyararlılık, mikronutrient eksikliklerinde kilit noktadır. Çünkü gıdadan alınan ve metabolik fonksiyonlar için kullanılan toplam bileşenlerden çok azı emilmekte ve depolanmaktadır (Fernandez-Garcia ve ark. 2009). Biyoyararlılık; sindirim, gıda yapısından ayrılabilme, bağırsak hücreleri tarafından alınma ve vücut hücrelerine taşınma süreçleriyle alakalıdır. Ancak biyoyararlılığın in vitro (yapay koşullarda) metotlarla tam olarak ölçülmesi olanaksızdır. Besin durumu, yaş, genotip, fizyolojik durum (hamilelik, laktasyon, obezite gibi), kronik ve akut enfeksiyon hastalık durumları, hidroklorik ve gastrik asit salgıları ya da yapısal faktörler gibi besin emilimini etkileyen faktörlerin, in vitro olarak değerlendirilebilmesi ise mümkün değildir. Fakat in vitro biyoyararlılık/biyoalınabilirlik metotları, besin maddeleri ve gıda bileşenleri arasında olabilecek etkileşimler, luminal faktörlerin (pH ve enzimler) etkisi, gıda matriksinin kendine özgü yapısı hakkında bilgi sağlamak için yararlıdır. Aynı zamanda in vitro metotlar, hayvanlar ve insanlar üzerinde yapılan çalışmalara nazaran daha ucuz, hızlı ve deneysel farklılıkların daha iyi kontrol edilebilmesine olanak sağlamaktadır (Etcheverry ve ark. 2012).

Biyoyararlılık çalışmaları oldukça zahmetli çalışmalar olup in-vivo koşullarda yürütülmektedir. Bu nedenle biyoyararlılık çalışmalarına yol gösterici olması nedeniyle, biyoalınabilirlik çalışmaları yapılmaktadır. Biyoalınabilirlik, sindirim sisteminde gıda yapısından ayrılan ve bağırsaklarda emilim için hazır hale gelen bileşenlerin miktarı olarak tanımlanmaktadır. Biyoalınabilirlik; gıdanın, vücut tarafından özümsenebilen şekle dönüştürülene kadar olan sindirim olaylarının tümünü ve bağırsak epitel hücreleri tarafından emilimini kapsamaktadır. Biyoalınabilirlik analizleri besinsel içerikle ilgili iddiaların tümüne adapte olabilen ve bütün gıda tipleri için ortak genel deneysel teknikler kullanılarak yapılmaktadır (FernándezGarcía ve ark. 2009)

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3. 1. Materyal

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan kavut unları Artvin ilinin on farklı yöresinden temin edilerek Bursa Uludağ Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümüne getirilmiş ve numaralandırılmıştır (1.Altıparmak, 2.Boyalı, 3.Pamukçular, 4.Balalan, 5.Dokumacılar, 6.Çevreli, 7.Alanbaşı, 8.Esenyaka, 9.Esendal, 10.Yeniköy). Analizde kullanılıncaya kadar buzdolabı şartlarında (+4°C) hava almayan plastik ambalaj içerisinde muhafaza edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Nem Miktarı Tayini

Darası alınmış kurutma kaplarına yaklaşık 5 g kavut unu tartılmış ve 130-3 dereceye ayarlı etüvde sabit ağırlığa gelene kadar (2 saat) kurutulmuştur. Daha sonra kurutma kabı ve örnek desikatörde 30-40 dakika soğutulup, tartılmış ve ağırlık kaybından yararlanılarak örneklerin nem miktarı g/100g olarak hesaplanmıştır. Analiz her örnek için üç tekrarlı olarak yapılmıştır (Uylaşer ve Başoğlu, 2014).

3.2.2. Kül Miktarı Tayini

Darası alınmış porselen krozelere kavut unundan yaklaşık 2,5 g tartılıp, üzerine 2 mL etil alkol eklenmiş ve 900°C'ye ayarlı kül fırınında içerik beyazlaşmıncaya kadar (2 saat) yakılmıştır. Daha sonra kroze ile örnek desikatörde 30-40 dakika soğutulup, hassas terazide 0,0001 g hassasiyetinde tartılmıştır. Örneklerin kül miktarları, kuru madde üzerinden hesaplanarak yüzde olarak ifade edilmiştir. Analiz her örnek için üç tekrarlı olarak yapılmıştır (Uylaşer ve Başoğlu, 2014).

3.2.3. Protein Miktarı Tayini

Kavut unlarının toplam azot miktarları, AACC Metot No: 46-12.01'e göre belirlenmiş (AACC 1999) ve bulunan değer 5,7 faktörü ile çarpılarak, kuru madde üzerinden toplam protein miktarı (%) hesaplanmıştır. Analiz her örnek için üç tekrarlı olarak yapılmıştır.

3.2.4. Titre Edilebilir Asit (TEA) Tayini

Kavut unlarının TEA tayini için 10 g kavut unu tartılıp, üzerine 50 mL %90'lık etil alkol ilave edilerek 2 saat bekletilmiştir. Süre sonunda içerik filtre edilmiş, filtrattan 25 mL alınarak 100 mL'lik erlene aktarılmıştır. Üzerine 3 damla fenolftalein damlatılarak, 0,1 N NaOH ile hafif pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. TEA miktarı (%), sülfirik asit cinsinden hesaplanmıştır (Uylaşer ve Başoğlu 2014). Analiz her örnek için üç tekrarlı olarak yapılmıştır.

$$\% \text{ Titre Edilebilir Asitlik (\%TEA)} = \frac{a \times N \times \text{meq} \times F}{\ddot{O}} \times 100 \quad (3.2.4.)$$

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

Ö = Örnek miktarı

N= Titrasyonda kullanılan NAOH normalitesi

F= Titrasyonda kullanılan NAOH faktörü

meq= Organik asidin meq ağırlığı (sülfirik asit cinsinden: 0,049 meq)

3.2.5. pH Tayini

Kavut unu örneklerinin pH tayini için yaklaşık 5 g kavut unu 100 mL damıtık su ile 3 dakika süreyle homojenizer ile karıştırılmıştır. Süre sonunda Whatman No:30 filtre kâğıdından süzölmüş ve Hanna marka pH metre ile ölçüm yapılmıştır. (Cemeroğlu, 2013). Analiz her örnek için üç tekrarlı olarak yapılmıştır.

3.2.6. Renk Analizi

Kavut unlarının renk analizleri, MSEZ-4500L, HunterLab, Virjinya, ABD renk ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır. Örneklerin renk ölçümleri yapılmadan önce standart beyaz ve siyah plaka ile cihaz kalibrasyonu yapılmıştır. CIE Renk Değerleri (L^*, a^*, b^*)'nden oluşan üçlü skalada $L^*=100$ beyaz, $L^*=0$ siyah; pozitif a^* kırmızı, negatif a^* yeşil; pozitif b^* sarı ve negatif b^* mavi olarak değerlendirilmiştir.

3.2.7. Fenolik Madde Ekstraksiyonu

Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizlerinde kullanılacak ekstraktlar, Vitali ve ark. (2009)'nın bildirdiği metodun modifikasyonu ile elde edilmiştir. Bu amaçla falkon tüpü içerisine her bir örnekten 3 paralel olacak şekilde 2 g kuru örnek tartılıp, üzerine 20 mL 1:80:10 oranında HCL (kons/methanol/su) karışımı eklenmiş ve orbital çalkalayıcıda 20°C'de 2 saat boyunca çalkalanmıştır. Bu işlem tamamlandıktan sonra, 3500 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonrası ayrılan supernatantlar, **ekstrakte edilebilir (çözünür, serbest) fenoller**i içermektedir. Supernatantlar analiz edilinceye kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir. Arta kalan kalıntı üzerine 20 mL methanol/H₂SO₄kons 10:1 oranında eklenerek, 85°C'deki su banyosunda 20 saat çalkalanarak tutulmuştur. Daha sonra örnekler oda sıcaklığına soğutulmuş ve 3500 rpm'de 20 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonrasında ayrılan berrak kısım, **hidrolize edilebilir (çözünmez bağlı) fenolik maddeler** olarak ayrılmış ve analiz aşamasına kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

3.2.8. Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Örneklerinin içerdiği ekstrakte ve hidrolize edilebilir fenolik maddeler, Naczki ve Shahidi (2004) ve Vitali ve ark. (2009)'nın uyguladığı yöntemlere göre belirlenmiştir. Toplam fenolik madde tayini için ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fenolik madde ekstraktları ve aşağıda belirtilen çözeltiler kullanılmıştır.

Lowry A: 0,1 mol/L NaOH (sodyum hidroksit) içinde %2 (v/w)'lik Na₂CO₃ olacak şekilde (sodyum karbonat) çözüldürülerek hazırlanmıştır. 2 g Na₂CO₃ tartılarak 0,1 mol/L NaOH ile 100 mL' ye tamamlanmıştır.

Lowry B: %1 (v/w)'lik NaKC₄H₄O₆ (Potasyum Sodyum Tartarat) içerisinde %0,5 CuSO₄ (bakır sülfat) olacak şekilde çözüldürülerek taze olarak hazırlanmıştır. 0,5 g CuSO₄ tartılarak %1 (v/w)'lik NaKC₄H₄O₆ ile 100 mL' ye tamamlanmıştır.

Lowry C: 50:1 (v/v) oranında *Lowry A* ve *Lowry B* karışımından elde edilmiştir.

Reaktif: 1:3 oranında damıtık su ile seyreltilmiş Folin-ciocalteu kullanılmıştır.

Standart: Gallik asit (5-50 mg/L)

Analizde kullanılacak örnek miktarı, renk denemesi yapılarak belirlenmiştir. Falkon tüplerine x mL örnek ve standart konulup, üzerine (2-x) mL damıtık su ve 2,5 mL Lowry C karışımı eklenip karıştırılmış, 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra 1:3 oranında damıtık su ile seyreltilmiş, Folin-ciocalteu reaktifinden 0,25 mL ilave edilerek karıştırılmış ve karanlık bir yerde oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir. Örneklerde oluşan mavi rengin aralığına göre, spektrofotometrede okuma yapılacak örnek miktarına karar verilmiştir. Karar verilen örnek miktarıyla, aynı işlemler tekrarlanmıştır. Ayrıca, kalibrasyon grafiği (5-50mg/L) gallik asit çözeltileri ile çizilmiştir. Örnek ve standart çözeltilerinin absorbans değerleri spektrofotometrede (Shimadzu UV 1208, Japonya) 750 nm dalga boyunda okunmuştur. Kalibrasyon eğrisi oluşturmak için 5-50 mg/L konsantrasyon aralığındaki gallik asit (C₆H₂(OH)₃COOH) çözeltileri kullanılmıştır. Her bir konsantrasyon için okunan değerlerden kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Ekstraktların fenolik madde miktarları bu kalibrasyon eğrisinin regresyon eşitliğinden uyarlanarak hesaplanmış ve sonuçlar mg GAE (Gallik Asit Eşdeğeri)/100 g örnek olarak verilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı, ekstrakte ve hidrolize edilebilir fenolik madde miktarları toplamından bulunmuştur.

3.2.9. Antioksidan Kapasite Tayini

Antioksidan kapasitenin belirlenmesinde, ABTS, CUPRAC, FRAP ve DPPH yöntemleri kullanılmış ve spektrofotometrik olarak analiz edilmiştir.

ABTS Yöntemi

ABTS yönteminde, Apak ve ark. (2004)'nın kullandığı metod uygulanmış ve 3.2.9.'da belirtildiği şekilde örneklerden elde edilen *ekstrakte edilebilir ve hidrolize edilebilir fenol ekstraktları* kullanılmıştır.

Örneklere ait antioksidan aktivite ile ait fenol dervatları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

ABTS çözeltisinin hazırlanışı: 7 mM ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6sulphonic acid)] ile 2,45 mM K₂S₂O₈ (potasyum persülfat)'ın karıştırıldıktan sonra karanlık bir ortamda yaklaşık olarak 12-16 saat bekletilmiştir. Elde edilen ABTS çözeltisi %96'luk etanol ile 1:10 oranında seyreltilmiştir.

Falkon tüplerine x mL örnek ekstraktı, (4-x) mL etanol ve 1 mL ABTS çözeltisi ilave edilerek karıştırılmış, 6 dk oda sıcaklığında bekletilmiş ve süre sonunda spektrofotometrede (Shimadzu UV 1208, Japonya) 734 nm'de absorbans değeri okunmuştur (A_{örnek}). Aynı şekilde 4 mL etanol ve 1 mL ABTS karıştırılarak 6. dk sonunda aynı dalga boyunda şahit deneme için absorbans değeri okunmuştur (A_{şahit}). Ölçümler sonucunda ekstraktlar için % inhibisyon değerleri aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(A_{\text{şahit}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{şahit}}] \times 100$$

Ekstraktların antioksidan kapasite değerleri (ABTS), 0,00-0,03 mg aralığındaki troloks (6-Hydroxy-2,5,7,8 tetramethylchromane-2-carboxylic acid) çözeltisi kullanılarak elde edilen kalibrasyon eğrisinden hesaplanmıştır (µmol TE/g).

CUPRAC Yöntemi

Örneklerden elde edilen ekstraktların antioksidan aktivite değerlerinin CUPRAC yöntemi ile belirlenmesinde, Apak ve ark. (2004) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır.

CUPRAC yönteminde kullanılan çözeltiler:

1,0x10⁻² M *Bakır (II) Klorür Çözeltisi*: 0,4262 g Bakır (II) Klorür (CuCl₂) tartılmış, damıtık su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır.

7,5x10⁻³ M *Neokuproin Çözeltisi*: 0,0390 g neokuproin (C₁₄H₁₂N₂) tartılmış, %96'lık etanol ile 25 mL'ye tamamlanmıştır.

1 M *Amonyum Asetat (CH₃COONH₄) Tampon Çözeltisi*: 19,27 g amonyum asetat tartılmış, damıtık su ile 250 mL'ye tamamlanmıştır.

Analiz için bir falkon tüpü içerisine hazırlanan çözeltilerin her birinden 1'er mL alınmış, üzerine x mL örnek ekstraktı ve (4-x) mL damıtık su ilave edilmiştir. Karışım 30 dk bekletilmiş ve süre sonunda absorbans değerleri spektrofotometre (Shimadzu UV 1208, Japonya) ile 450 nm'de ölçülmüştür. Aynı işlemler şahit deneme için örnek kullanılmaksızın tekrarlanmıştır. Kalibrasyon eğrisi için 0,00-0,03 mg aralığında hazırlanan troloks çözeltisi ile çizilmiş ve kalibrasyon (doğru) denklemi en küçük kareler yöntemi kullanarak elde edilmiştir. Ekstraktların CUPRAC antioksidan kapasite değerleri, kalibrasyon denklemi kullanılarak µmol troloks eşdeğeri/g örnek olarak hesaplanmıştır.

DPPH Yöntemi

Ekstraktların DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) antioksidan aktivite değerleri, Brand ve Williams ve ark. (1995) tarafından belirtilen yöntemde bazı değişiklikler yapılarak belirlenmiştir. Bu amaçla ekstrat üzerine 0,1 mL troloks ve 3,9 mL DPPH

(6×10^{-5}) eklenmiş ve vorteks ile karıştırıldıktan sonra, absorbansın sabitlenmesi için 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda absorbans (A) değerleri saf metanole karşı 515 nm’de ölçülmüştür. Sonuçlardan % inhibisyon değeri, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(A_{\text{tanık}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{tanık}}] \times 100$$

Bu amaçla 0,0394 g DPPH radikali metanol ile 100 mL’ye tamamlanmıştır (1mM Stok DPPH Çözeltisi). Analizlerde kullanılacak 6×10^{-5} M DPPH çözeltisi için, stok çözülden 6 mL alınarak metanol ile 100 mL’ye tamamlanmıştır.

FRAP Yöntemi

FRAP yönteminde kullanılan çözeltiler:

0,3 M Asetat Tampon (pH:3.6) Çözeltisi: 3,1 g sodyum asetat trihidrat ($\text{CH}_3\text{COONa}_3\text{H}_2\text{O}$) tartılmış, üzerine 16 mL asetik asit eklenmiş ve damıtık su ile 1L’lik ölçü balonunda çizgisine tamamlanmıştır.

0,002 M $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Çözeltisi: 0,325 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ tartılarak damıtık su ile 100 mL’lik ölçü balonunda çizgisine tamamlanmıştır.

0,004 M HCl içinde 0,01 M TPTZ Çözeltisi: 0,33 mL derişik HCl damıtık su ile 100 mL’lik ölçü balonunda çizgisine tamamlanmıştır (0,04 M HCl). Daha sonra 0,312 g TPTZ 100 mL’lik ölçü balonuna alınmış ve hazırlanan 0,04 M HCl ile çizgisine tamamlanmıştır.

FRAP Çözeltisi: Yukarıda belirtilen 3 çözeltinin sırasıyla 10:1:1 oranında karıştırılmasıyla elde edilmiştir. Çözelti analizden hemen önce taze olarak hazırlanıp su banyosunda 37°C’ye getirilmiştir.

Ekstraktların FRAP antioksidan aktivite değerlerinin belirlenmesinde, Benzie ve Strain (1996) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu amaçla 100 µL örnek ekstraktı üzerine 3 mL FRAP çözeltisi ilave edilmiş ve içerik vorteks ile karıştırılmıştır. Örnekler 37°C'ye ayarlı su banyosunda 10 dakika bekletildikten sonra absorbans değerleri spektrofotometrede (Shimadzu UV 1208, Japonya) 595 nm'de damıtık suya karşı okunmuştur.

Kalibrasyon eğrisi 0,00-0,03 mg aralığında hazırlanan troloks çözeltileri kullanılarak oluşturulmuş ve kalibrasyon denklemi en küçük karaler denklemi ile hesaplanmıştır. Sonuçlar µmol troloks eşdeğeri/g örnek olarak ifade edilmiştir.

3.2.11. Biyoalnabilirlik

Bu amaçla falkon tüpü içerisine 2 g örnek tartılmış ve laboratuvar koşullarında mide ve bağırsak ortamlarının simüle edilmesi ile hazırlanan sistemde ekstrakte edilmiştir (Vitali ve ark. 2009). Elde edilen ekstraktlara toplam fenol ve antioksidan kapasite yöntemleri uygulanarak, biyoalnabilirlikleri belirlenmiştir. Mide ve bağırsak ortamı için hazırlanan çözeltiler aşağıda verilmiştir.

Mide ortamı

0,1 Mol/L *Hidroklorik Asit Çözeltisi*: 0,83 mL hidroklorik asit (HCl) 100 mL'lik ölçü balonuna konularak damıtık su ile çizgisine tamamlanmıştır.

0,5 mL *Pepsin Çözeltisi*: 2 g pepsin tartılıp 100 mL'lik ölçü balonuna alınmış ve 0,1 mol/L hidroklorik asit (HCl) çözeltisi ile çizgisine tamamlanmıştır.

5 Mol/L *Hidroklorik Asit Çözeltisi*: 42,6 mL hidroklorik asit (HCl) 100 mL'lik ölçü balonuna konulmuş ve damıtık su ile çizgisine tamamlanmıştır.

Bağırsak ortamı

1 M *Sodyum Bikarbonat çözeltisi*: 8,4 g Sodyum Bikarbonat (NaHCO_3) tartılıp 100 mL'lik ölçü balonuna konulmuş ve damıtık su ile çizgisine tamamlanmıştır.

2,5 mL *Bile/Pankreatin Solüsyonu*: 0,2 g pankreatin ve 1,2 g bile tuzu tartılıp 100 mL'lik ölçü balonuna konulmuş ve 0,1 M sodyum bikarbonat (NaHCO_3) çözeltisi ile çizgisine tamamlanmıştır.

2,5 mL *Sodyum Klorür/Potasyum Klorür Çözeltisi*: 0,7 g Sodyum Klorür (NaCl) ve 0,04 g Potasyum Klorür (KCl) tartılıp 100 mL'lik ölçü balonlarına konulmuş ve damıtık su ile çizgisine tamamlanmıştır.

Ekstraksiyon:

2 gram örnek ilk önce mide ortamı oluşturmak için, 10 mL saf su ve 0,5 mL pepsin (20 g/L, 0,1 mol/l HCL) ile karıştırılmış ve çalkalamalı su banyosunda 37°C 'de 1 saat tutulmuştur. Daha sonra örnekler su banyosundan alınmış ve üzerlerine, sindirimin ikinci aşaması olarak, bağırsak ortamı oluşturmak için 1 M NaHCO_3 eklenerek pH'ları 7,2'ye ayarlanmıştır. Daha sonra 2,5 mL safra tuzu/pankreatin solüsyonu (0,5 g pankreatin ve 3 g safra tuzu tartılarak 250 mL ölçü balonuna alınmış ve çizgisine 0,1 M NaHCO_3 çözeltisiyle tamamlanmıştır) ve 2,5 mL NaCl/KCl eklenmiştir (100 mL için 0,7 g NaCl ve 100 mL için 0,04 g KCl tartılmış ve ayrı ayrı çizgilerine saf su ile tamamlanmıştır). Çözeltiler örneklerin üzerine eklenerek, 37°C 'de 2,5 saat bekletilmiştir. Süre sonunda örnekler, 3500 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Daha sonra üstte kalan berrak kısım alınarak, 1:3 oranında trikloroasetik asit (% 20 w/w) ile muamele edilerek proteinlerin ayrılması sağlanmıştır. Üstteki berrak kısım alınarak, analiz aşamasına kadar -20°C 'de muhafaza edilmiştir. Daha sonra bu ekstraktlarda, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasite tayinleri (madde 3.2.9. ve 3.2.10) yapılmıştır.

3.2.11. Duyusal Analiz

Kavut unlarının duyusal özelliklerini belirlemek üzere kavut çorbası hazırlanmıştır. Bu amaçla 100 g kavut ununa, 1000 mL (20°C) su ilave edilerek kaynama sıcaklığına gelinceye kadar sürekli karıştırılarak ısıtılmıştır. Kaynama sıcaklığına geldiğinde 10 g tereyağı ve 8 g tuz ilave edilerek, karışım orta derece sıcaklıkta, 5 dakika boyunca sürekli karıştırılarak kaynatılmıştır. Kavut çorbası örnekleri 70°C'ye soğutularak duyusal analize sunulmuş ve 10 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Örnekler, harf verilme suretiyle kodlanıp, panelistlere rastgele sunum yapılmış, aydınlık oda şartlarında su ve ekmele servis edilmiştir. Örnekler renk, tat, koku, ağızdaki hissiyat ile genel beğeni açısından, 9'lu hedonik skalaya göre (en çok beğenilen kavut çorbasına 9 puan, en az beğenilene ise 1 puan verilmiştir) değerlendirilmiştir.

3.2.12. İstatistiksel Analiz

Kavut unlarının analiz sonuçları, Minitab 18 Statistical Software programı kullanılarak istatistiki analize tabi tutulmuştur. Tüm analizler 3 tekrarlı olarak yapılmış ve analiz sonuçları ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. Elde edilen ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde, $p \leq 0,05$ olasılık düzeyinde Tukey's çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Kavut Unlarının Kimyasal Bileşimleri

Artvin ilinin farklı yörelerinden alınan kavut unlarının toplam nem miktarına ait sonuçlar Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi kavut unu örneklerinin toplam nem miktarları %5,35-9,02 arasında değişmiştir. En yüksek nem miktarının (%9,02) 5 numaralı örneğe ait olduğu görülürken ($p>0,05$), en düşük nem miktarının (%5,35) ise 8 numaralı örneğe ait olduğu tespit edilmiştir. Kavut unlarının nem miktarlarındaki farklılıklar, istatistiksel olarak ($p<0,05$) düzeyinde önemli bulunmuştur.

Karaoğlu ve Kotancılar (2005)'in dört farklı un kombinasyonu (%100 buğday, %75 buğday + %25 arpa, %50 buğday + %50 arpa, %25 buğday + %75 arpa), iki farklı yağ (tereyağı ve margarin) ve 250 °C'de üç farklı kavurma zamanı (1, 1,5 ve 2 dk) kullanarak kavut için en iyi yöntem ve formülasyonu araştırmıştır. Yapılan bu çalışmada arpa unu oranının artmasına bağlı olarak kavut ununun toplam nem miktarının azaldığı rapor edilmiştir.

Verwimp ve ark. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada buğday unlarının toplam nem miktarını sırasıyla %13,4 ve %14,12 olarak bildirmiştir.

Prabhasankar ve Rao (2001) iki farklı çeşit tam buğday unu ile yaptıkları farklı bir çalışmada ise toplam nem miktarı değerleri %9,5 ve %9,2 olarak tespit edilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen bazı literatürlerle benzer olduğu görülürken, bazılarının sonuçları ile gözlenen farklılıkların, arasındaki farklılıkların hammadde ve yöresel özelliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bilindiği üzere mevsimsel faktörler, yetiştirme koşulları, hammadde bileşimi üzerine etkili olan parametreler arasında yer almaktadır. Ayrıca, bu farkların oluşumunda, aynı yöreye ait farklı lokasyonlarda yaşayanların geleneksel alışkanlıkları dışında kendi duyuşsal kabul edişlerine bağlı

olarak, farklı işlem sıcaklığı ve farklı işlem süresi parametrelerini uygulayarak geliştirdikleri reçetelerden de kaynaklandığı düşünülmektedir.

Artvin ilinin farklı yörelerinden alınan kavut unu örneklerinin toplam kül miktarına ait sonuçlar Çizelge 4.1'de verilmiştir. Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi kavut unu örneklerinin toplam kül miktarı %1,59-2,28 olarak bulunmuştur. En yüksek kül miktarı (2,28) 1 ve 10 numaralı örneklerde ($p>0,05$), en düşük toplam kül miktarı (%1,59) ise 6 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Kavut unu örneklerinin toplam kül miktarlarındaki farklılıklar, istatistiksel olarak $p\leq 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Karaoğlu ve Kotancılar (2005)'ın yaptıkları bir çalışmada arpa unu oranının artmasına bağlı olarak kavut ununun toplam kül miktarının artırdığı ifade edilmiştir.

Türkiye'de farklı buğday çeşitleri ile yapılan bir çalışmada ekmeklik buğday çeşitlerinden elde edilen unlarda kül miktarları, %0,39-0,44 olarak bulunmuştur (Ünal ve ark. 1996).

Ekinci ve Ünal (2001)'in değişik bölgelere ait çeşitli buğday unları ile yapmış oldukları bir çalışmada, toplam kül miktarının, %0,46-0,96 arasında olduğu rapor edilmiştir.

Benzer ürün pirinç unu ile yapılan bir çalışmada ise toplam kül miktarının %0,47-1,57 arasında olduğu bildirilmiştir (Kraithong ve ark.20018).

Çalışmamızda elde edilen sonuçların diğer araştırmacıların sonuçlarından yüksek değerlerde olduğu söylenebilir. Kullanılan ürün miktarı, çeşit, depolama koşulları, iklim ve yöre farklılıklarının analiz sonuçlarımızda etkili olduğu söylenebilir.

Kullanılan hammadde çeşidi, miktarı ve yöre farklılıkları da göz önünde bulundurulduğunda, çalışmamızda elde edilen sonuçların, diğer araştırma sonuçlarından yüksek olduğu görülmektedir.

Kavut unlarının toplam protein miktarına ait sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir. En yüksek protein miktarı (%12) 2 numaralı, en düşük protein miktarı (%8.88) ise 3 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Örneklerinin protein miktarlarındaki farklılıklar, istatistiksel olarak ($p \leq 0,05$) önemli bulunmuştur.

Menteş ve Yılmaz (2011)’ın yaptığı bir çalışmada, buğday çeşitlerinde toplam protein miktarının %10,9-17,4 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Değişik bölgelere ait çeşitli buğday unları ile yapılan bir çalışmada, buğday unlarının toplam protein miktarının %8,4-10,8 arasında olduğu ifade edilmiştir (Ekinci ve Ünal 2001).

Türkiye’de farklı buğday çeşitleri ile yapılan bir başka çalışmada, ekmeçlik buğday çeşitlerinden elde edilen unların protein miktarlarının %10,9 ile %12,5 arasında olduğu belirtilmiştir (Ünal ve ark. 1996).

Benzer ürün olan pirinç unu ile yapılan bir çalışmada ise, toplam protein miktarının %6,51-7,61 arasında olduğu ifade edilmiştir (Kraithong ve ark.2018).

Sonuçlar arasındaki farklılıkların, arpa unu oranının artmasına bağlı olarak protein miktarının artması, depolama koşulları, kullanılan ürünlerin çeşitliliği ve öğütme aşamasındaki nem kaybından kaynaklandığı söylenebilir.

Örneklerin toplam protein miktarına ait sonuçlar Çizelge 4.1’de verilmiştir. Kavut unu örneklerinin toplam asitliği miktarı sülfürik asit cinsinden hesaplanmıştır. Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi kavut unu örneklerinin toplam asitliği %0,024-0,114 g/100g olarak bulunmuştur. En yüksek toplam asitlik (%0,114) 10 numaralı örnekte, en düşük toplam asitlik (%0,024) ise 5 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Kavut unu örneklerinin toplam asit miktarlarındaki farklılıklar, istatistiksel olarak ($p \leq 0,05$) düzeyinde önemli bulunmuştur.

Rehman (2006), yaptığı bir çalışmada, 25°C ve 45°C'de 6 ay depolanan buğday örneklerinin asitlik değerlerinde artış olduğunu tespit etmiştir.

Tanenin içerdiği nem oranı ve depo koşullarının, tahıl ürünlerinin toplam asit miktarında bazı değişikliklere neden olabileceği ifade edilmiştir (Rehman ve Shah 1999).

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıkların, depolama koşulları ve yöre farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.2. Kavut Unu Örneklerinin pH Değerleri

Kavut unlarının toplam pH miktarına ait sonuçlar, Çizelge 4.1'de verilmiştir. Örneklerin pH değerleri, 3,42-7,83 arasında değişmekte olup, en yüksek pH değeri 8 numaralı örnekte, en düşük pH değeri ise 3 numaralı örnekte tespit edilmiştir. Kavut unu örneklerinin pH değerlerindeki farklılıklar, istatistiksel olarak ($p \leq 0,05$) önemli düzeyde bulunmuştur.

Rehman ve Shah (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, tanenin içerdiği nem oranı ve depo koşullarının tahıl ürünlerinin pH içeriğinde bazı değişikliklere neden olabileceği ifade edilmiştir.

Rehman'ın (2006) yaptığı bir çalışmada ise, 25°C ve 45°C'de 6 ay depolanan buğday örneklerinin pH değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar incelendiğinde asitlik ile pH arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Ürünün rutubet oranı, depolama koşulları ve sıcaklıktan etkilenmiş olabileceği düşünülmektedir.

Örneklerin pH değerlerindeki farklılığın tanenin içerdiği nem oranı, depolama koşulları ve sıcaklığının etkili olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.1.Kavut unu örneklerinin kimyasal bileşimleri

Örnekler	Nem (%)	Kül(%)	Protein (%)	Asitlik(%)	pH
1	7,20±0,051 ^d	2,28±0,014 ^a	10,06±0,137 ^{de}	0,06±0,02 ^e	6,85±0,02 ^b
2	8,83±0,018 ^a	1,78±0,007 ^e	12,00±0,438 ^a	0,03±0,02 ^g	5,87±0,00 ^d
3	8,42±0,094 ^b	2,01±0,021 ^c	8,88±1,518 ^e	0,03±0,01 ^f	3,42±0,01 ⁱ
4	7,15±0,177 ^{de}	2,14±0,014 ^b	10,07±0,060 ^{de}	0,08±0,01 ^c	6,36±0,01 ^c
5	9,02±0,014 ^a	1,74±0,014 ^f	11,48±0,212 ^{abc}	0,02±0,01 ^h	5,87±0,01 ^d
6	7,51±0,009 ^c	1,59±0,028 ^g	10,89±0,786 ^{cd}	0,03±0,03 ^g	5,38±0,02 ^e
7	7,34±0,024 ^d	2,02±0,014 ^c	11,15±0,595 ^{abc}	0,08±0,01 ^c	4,89±0,03 ^f
8	5,35±0,170 ^g	1,91±0,014 ^d	11,89±0,341 ^{ab}	0,10±0,02 ^b	7,83±0,02 ^a
9	6,74±0,006 ^f	2,26±0,007 ^a	9,59±0,613 ^e	0,07±0,01 ^d	4,28±0,01 ^h
10	7,03±0,052 ^e	2,28±0,007 ^a	10,96±0,511 ^{bcd}	0,11±0,01 ^a	4,40±0,00 ^g
Ort.±SD	7,46±0,06	2,00±0,014	10,69±0,52	0,06±0,015	5,51±0,013

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır.

4.3. Kavut Unu Örneklerinin Renk Değerleri

Kavut unu örneklerine ait L^* , a^{**} ve b^{***} değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2’den de görüleceği üzere örneklerin L^* değeri 79,37-64,10, a^{**} değeri 8,91-4,75 ve b^{***} değeri 27,18-19,43 arasında olduğu belirlenmiştir. Örneklerin L^* , a^{**} ve b^{***} değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0,05$).

Çizelge 4.2.Kavut unu örneklerinin renk değerleri

Örnekler	Renk		
	L^*	a^{**}	b^{***}
1	71,26±0,355 ^f	5,44±0,015 ^d	20,73±0,098 ^g
2	74,40±0,372 ^d	6,02±0,066 ^c	23,10±0,127 ^e
3	78,14±0,488 ^b	5,16±0,112 ^e	19,43±0,305 ^h
4	64,10±0,645 ^g	8,91±0,313 ^a	27,18±0,423 ^a
5	71,26±0,355 ^f	5,44±0,015 ^d	20,73±0,098 ^g
6	75,94±0,660 ^c	5,93±0,231 ^c	22,00±0,538 ^f
7	79,37±0,255 ^a	5,23±0,090 ^{de}	26,24±0,246 ^b
8	73,68±0,308 ^{de}	6,11±0,052 ^c	23,80±0,115 ^d
9	72,98±1,075 ^e	6,73±0,040 ^b	25,61±0,209 ^c
10	77,57±0,567 ^b	4,75±0,090 ^f	19,91±0,457 ^h
Ort.±SD	73,87±0,508	5,97±0,0,102	22,87±0,261

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır.

Karaoğlu ve Kotancılar’ın (2005) kavut unu için en iyi proses metodunu ve formülasyonunu araştırdıkları bir çalışmada, arpa ununun kepek içeriği yüksek olduğu için kavurma işleminden daha fazla etkilendiği ve arpa unu oranının artmasıyla birlikte, unun renginde kararın olduğu belirtilmiştir.

Bilgiçli ve İbanoglu (2007) tarafından yapılan bir başka çalışmada, tarhanada katkı maddesi olarak kullanılan buğday ruşeymi ve kepeğin, tarhananın L^* , a^{**} ve b^{***} değerini düşürerek esmer renk oluşumuna neden olduğunu ifade etmişlerdir.

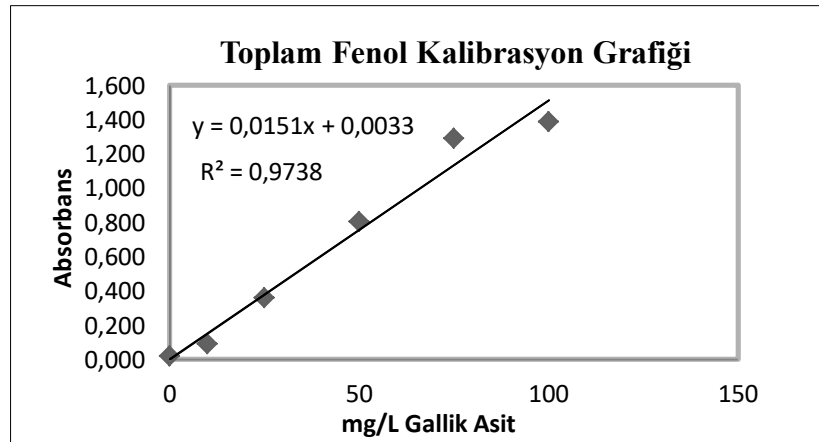
Elgün ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada ise randımanı yüksek unların, düşük randımanlı unlara göre daha esmer ve koyu renge sahip olduğu belirtilmiştir.

Yıldız (1993)'ın yaptığı başka bir çalışmada, buğdayın çeşidine ve öğütülen unun randımanına bağlı olarak, rengin değişebildiği, sert buğday unlarının genelde sarımtırak, yumuşak buğday unlarının ise daha beyaz olduğu belirtilmiştir.

Literatür sonuçları ile çalışmamızda elde edilen sonuçlar kıyaslandığında örnekler arasındaki farklılığın, işleme aşamalarındaki farklılıklardan (işlem süresi ve işlem sıcaklığı) ve depolama özelliklerinden kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

4.4. Kavut unu Örneklerinin Toplam Fenolik Madde Miktarları

Kavut unu örneklerine ait ekstrakte ve hidrolize edilebilir ekstraktların toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge 4.4'ten de görülebileceği gibi örneklerin ekstrakte edilebilir fenolik madde miktarları 144,4-248,6 mg GAE/100 g arasında, hidrolize edilebilir fenolik madde miktarları ise 480,9-625,7 mg GAE /100g arasında bulunmuştur. Hidrolize edilebilir fenolik madde miktarlarının, ekstrakte edilebilirlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Örnekler hidrolize edilebilir fenolik madde miktarları açısından incelendiğinde, en yüksek değere 6 numaralı örneğin, en düşük değere ise 9 numaralı örneğin sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.4. Standart gallik asit kalibrasyon eğrisi

Çizelge 4.4. Kavut unu örneklerinin fenolik madde miktarları

Örnekler	Ekstrakte Edilebilir	Hidrolize Edilebilir
	Fenol İçeriği (mg GAE /100 g ağırlık)	Fenol İçeriği (mg GAE /100 g ağırlık)
1	155,9±24,8 ^{cd}	526,3±6,66 ^{abc}
2	158,6±10,2 ^{cd}	570,4±54,9 ^{abc}
3	156,6±9,87 ^{cd}	600,9±10,6 ^{ab}
4	144,4±4,51 ^d	573,0±43,4 ^{abc}
5	171,1±4,04 ^{bc}	606,3±27,8 ^a
6	184,5±12,4 ^b	625,7±11,9 ^a
7	190,1±19,6 ^b	497,3±40,7 ^c
8	155,9±3,61 ^{cd}	562,7±44,3 ^a
9	181,9±9,29 ^b	480,9±51,4 ^c
10	248,6±4,36 ^a	483,7±103,4 ^{bc}
Min-Max	144,4±4,51 ^d - 248,6±4,36 ^a	480,9±51,4 ^c - 625,7±11,9 ^a
Ort±SD	174,7±10,2	552,7±39,5

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır.

Uysal (2018)'in yaptığı bir çalışmada farklı buğday çeşitlerine ait toplam fenolik madde miktarının 117,2-406,0 mg GAE/100g arasında olduğu, kepek örneklerinde ise un ve tam buğday örneklerinden fazla olduğu tespit edilmiştir.

Yiğit (2015) 46 adet ekmeklik buğday çeşidinde toplam fenolik madde miktarlarının 102,45-211,85 µg GAE/g arasında olduğunu saptamıştır.

Kilici (2012)'in yaptığı benzer bir çalışmada ise buğday unlarının toplam fenolik madde miktarı 580,68 mg GAE/100g bulunmuştur.

Okarter ve ark. (2010) farklı buğday çeşitlerinde yaptıkları çalışmada buğdayların ekstrakte edilebilir fenolik madde miktarının 255-499 µmol GAE/100g, hidrolize edilebilir fenolik madde miktarının ise 582-662 µmol GAE/100g olduğu saptanmıştır.

Vaher ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, tam buğdayın ve unun toplam fenolik madde miktarları sırasıyla, 168-459 mg GAE/g ve 44-140 mg GAE/g arasında tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada toplam fenolik madde miktarı buğday tanesinde 1859-2276 mg GAE/kg, buğdayın öğütülmesinden sonucu elde edilen kalın kepekte 4422-5385 mg GAE/kg, ince kepekte 1439-2673 mg GAE/kg, unda ise 624,53-827,81 mg GAE/kg bulunmuştur. Buğdayın iç kısmından kabuk kısmına doğru gidildikçe toplam fenolik madde miktarının arttığı ve fenolik maddelerin daha çok, kabuk kısmında olduğu saptanmıştır (Menteş ve Yılmaz 2011).

Çalışmamızdaki kavut unu örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarının, buğday unundaki ile benzer olduğu görülmektedir.

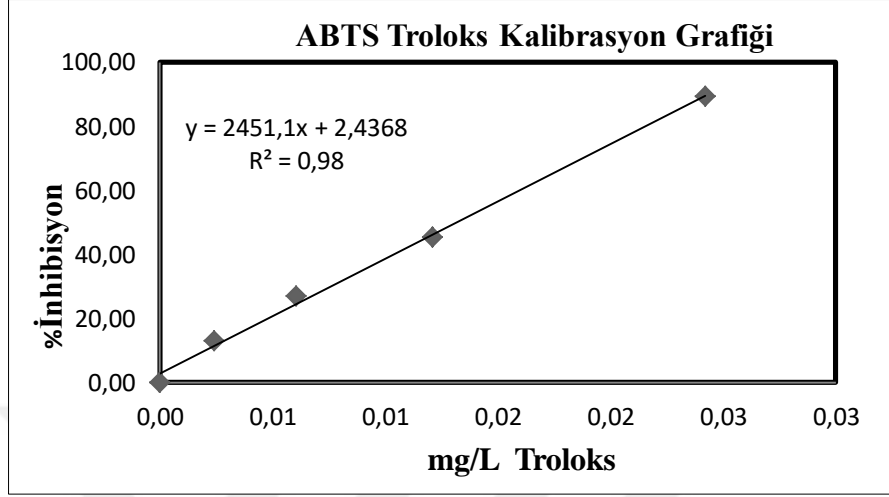
4.5. Kavut Unu Örneklerinin Antioksidan Kapasite Değerleri

4.5.1. ABTS Değerleri

Örneklerin antioksidan kapasiteleri, ABTS yöntemi kullanılarak madde 3.2.11.1.'de belirtildiği şekilde belirlenmiştir. Kalibrasyon eğrisi 0-0,03 mg aralığında troloks çözeltileri ile Şekil 4.5'te gösterildiği gibi çizilmiş ve bu grafiklerden yararlanılarak, $\mu\text{mol TE/g}$ örnek olarak hesaplanmıştır. Ekstrakte ve hidrolize edilebilir bileşenlerin ABTS yöntemi ile tayin edilen antioksidan kapasite değerleri, Çizelge 4.5'te verilmiştir.

ABTS yöntemine göre ekstrakte edilebilir bileşenlerin antioksidan kapasiteleri ortalama $0,882 \pm 0,129 \mu\text{mol TE/g}$ hidrolize edilebilir bileşenlerin ise ortalama $43,673 \pm 0,726 \mu\text{mol TE/g}$ olarak tespit edilmiştir. ABTS yöntemine göre ekstrakte edilebilir bileşenlerin antioksidan kapasiteleri, 0,458-1,302 $\mu\text{mol TE/g}$ arasında, hidrolize edilebilir bileşenlerin ise 31,81-56,87 $\mu\text{mol TE/g}$ arasında bulunmuştur. En yüksek değer 7 numaralı kavut unu örneğinde, en düşük değer ise 9 numaralı kavut unu örneğinde belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Örnekler hidrolize edilebilir antioksidan kapasite

açısından incelendiğinde, en yüksek değer 9 numaralı örnekte, en düşük değer ise 4 numaralı örnekte saptanmıştır (Çizelge 4.5).



Şekil 4.5. ABTS troloks kalibrasyon eğrisi

Çizelge 4.5. Kavut unu örneklerinin ABTS antioksidan kapasite değerleri

ABTS Antioksidan Kapasite (µmol TE/g)		
Örnekler	Ekstrakte Edilebilir	Hidrolize Edilebilir
1	0,494±0,232 ^d	45,88±0,494 ^{abc}
2	0,858±0,186 ^{bc}	44,47±0,358 ^{abc}
3	0,972±0,047 ^b	37,88±1,347 ^{bc}
4	1,258±0,101 ^a	31,81±0,700 ^c
5	1,218±0,165 ^a	43,59±0,040 ^{abc}
6	0,820±0,146 ^{bc}	49,75±1,119 ^{ab}
7	1,302±0,123 ^a	43,77±0,432 ^{abc}
8	0,667±0,008 ^{cd}	38,41±0,421 ^{bc}
9	0,458±0,141 ^d	56,87±0,488 ^a
10	0,782±0,145 ^{bc}	44,30±1,870 ^{abc}
Min-Max	0,458±0,141 ^d - 1,302±0,123 ^a	31,81±0,700 ^c - 56,87±0,488 ^a
Ort+SD	0,882±0,129	43,673±0,726

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır.

Kavut unlarının benzer bir ürün tarhana ile kıyaslaması yapıldığında Kilci (2012) tarhana örneklerinde troloks eşdeğeri cinsinden ekstrakte edilebilir fenolik maddelerin antioksidan kapasitelerinin (ABTS), 2,21-3,05 µmol TE/g, hidrolize edilebilir fenollerin ABTS değerlerinin ise 134,02- 206,95 µmol TE/g arasında olduğu tespit edilmiştir.

Zielinska ve ark. (2007) tarafından karabuğday örneğinde yapılan bir çalışmada antioksidan aktivite değeri (ABTS) 129,9 mg TE/100 g bulunmuştur.

Yalçın (2005)'ın yaptığı bir çalışmada karabuğday ununa ait ABTS değerleri ekstrakte edilebilir fenoliklerde 77,10±0,49 mg TE/100 g, hidrolize edilebilir fenoliklerde ise 78,14±0,38 mg TE/100 g olduğu belirtilmiştir.

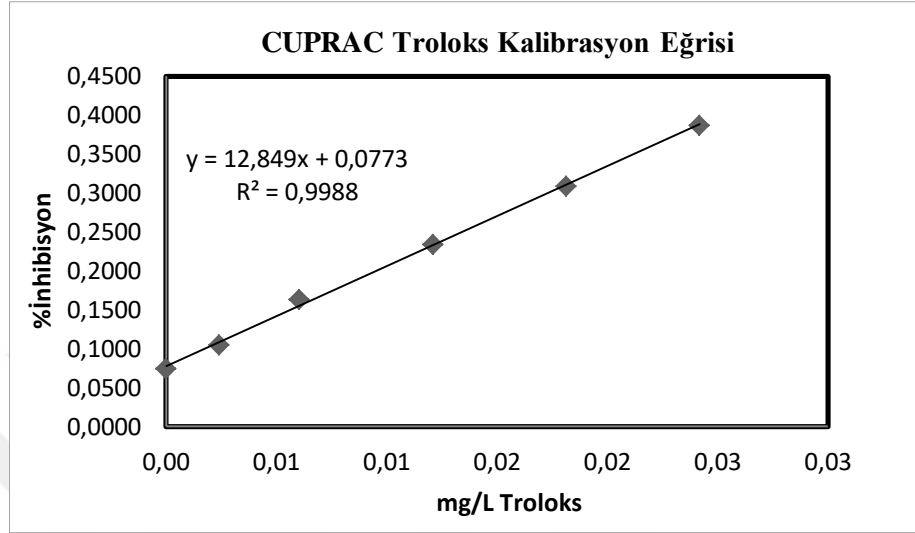
Bu çalışmadaki ABTS antioksidan kapasite değerleri ile çalışmamızda elde ettiğimiz ekstrakte edilebilir bileşenlerin antioksidan kapasite değerleri kıyaslandığında, sonuçların paralellik gösterdiği, Kilci (2012)'nin hidrolize edilebilir bileşenlerinin antioksidan kapasite değerleri ile kıyaslandığında ise kavut unu örneklerine ait değerlerin daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumun kavut unu bileşiminde yer alan hammaddelerden kaynaklandığı söylenebilir.

Örneklerin hidrolize edilebilir bileşenlerinin ABTS antioksidan kapasitelerinin, ekstrakte edilebilir bileşenlerinin ABTS antioksidan kapasitelerine kıyasla, daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Örneklerin ABTS yöntemi ile elde edilen antioksidan kapasite değerleri kıyaslandığında istatistiksel olarak önemli farklılık ($p \leq 0,05$) bulunmuştur.

4.5.2. CUPRAC Değerleri

Örneklerin antioksidan kapasiteleri, CUPRAC yöntemi kullanılarak madde 3.2.11.2.'de belirtildiği şekilde belirlenmiştir. Ayrıca 0,0-0,03 mg aralığında troloks çözeltisi kullanılarak kalibrasyon eğrisi Şekil 4.6'de gösterildiği gibi hazırlanmış, sonuçlar bu grafikten yararlanılarak, µmol TE/g örnek olarak hesaplanmıştır.

CUPRAC yöntemine göre antioksidan kapasite, ekstrakte edilebilir örneklerde ortalama $0,179 \pm 0,005$ $\mu\text{mol TE/g}$ hidrolize edilebilir örneklerde ortalama $9,14 \pm 0,087$ $\mu\text{mol TE/g}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6).



Şekil 4.6. CUPRAC troloks kalibrasyon eğrisi

Örneklerin, CUPRAC yöntemine göre ekstrakte edilebilir antioksidan kapasiteleri incelendiğinde en yüksek değer 4 numaralı kavut unu örneğinde, en düşük değer ise 9 numaralı kavut unu örneğinde belirlenmiştir. Örnekler hidrolize edilebilir antioksidan kapasite açısından incelendiğinde, en yüksek değer 1 ve 6 numaralı kavut unu örneğinde, en düşük değer ise 7 numaralı kavut unu örneğinde belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Kilci (2012) ve Xu ve ark. (2009)'nın yulaf üzerine yaptıkları çalışmalarda CUPRAC değerleri incelendiğinde hidrolize edilebilir bileşenlerin antioksidan kapasitelerinin, ekstrakte edilebilir bileşenlerin antioksidan kapasitesinden oldukça fazla olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.6.Kavut unu örneklerinin CUPRAC antioksidan kapasite değerleri

CUPRAC Antioksidan Kapasite (µmol TE/g)		
Örnekler	Ekstrakte Edilebilir	Hidrolize Edilebilir
1	0,162±0,010 ^{de}	10,48±0,117 ^a
2	0,183±0,004 ^b	9,98±0,027 ^{ab}
3	0,181±0,007 ^{bc}	9,06±0,094 ^{ab}
4	0,247±0,010 ^a	8,81±0,046 ^{ab}
5	0,188±0,001 ^b	9,05±0,074 ^{ab}
6	0,166±0,010 ^{de}	10,07±0,131 ^{ab}
7	0,236±0,006 ^a	7,57±0,031 ^b
8	0,170±0,003 ^{cd}	8,90±0,123 ^{ab}
9	0,108±0,003 ^f	8,52±0,059 ^{ab}
10	0,155±0,005 ^e	9,04±0,168 ^{ab}
Min-Max	0,108±0,003 ^f - 0,247±0,010 ^a	7,57±0,031 ^b - 10,48±0,117 ^a
Ort+SD	0,179±0,005	9,14±0,087

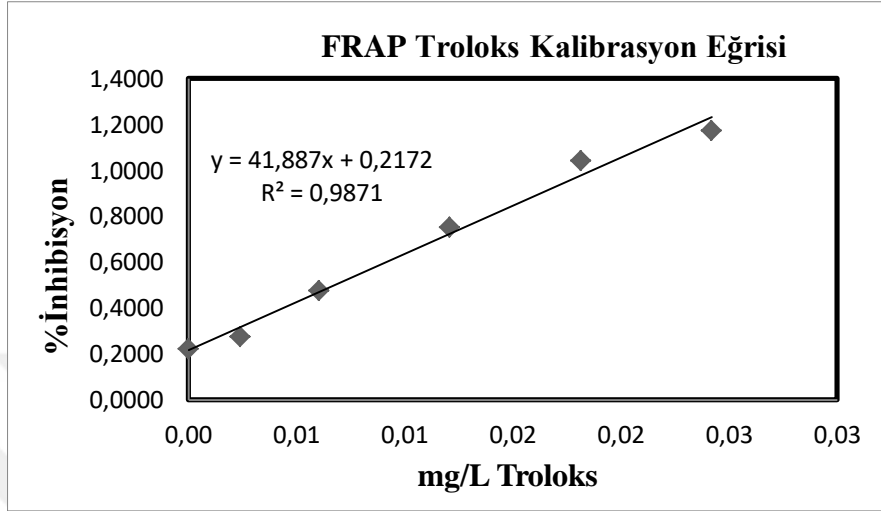
Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır.

Örneklerin hidrolize edilebilir bileşenlerinin antioksidan kapasiteleri ($p < 0,05$), ekstrakte edilebilir bileşenlerinin antioksidan kapasitelerine kıyasla daha yüksek olduğu saptanmıştır. Örneklerin CUPRAC yöntemi ile elde edilen antioksidan kapasite değerleri kendi aralarında kıyaslandığında, istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmuştur ($p \leq 0,05$). Bu durumun kavut unlarının işleme yöntemlerinin (sürelerinin ve sıcaklıklarının) farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.5.3. FRAP Değerleri

Örneklerin antioksidan kapasiteleri, FRAP yöntemi kullanılarak madde 3.2.11.3.'de belirtildiği şekilde belirlenmiştir. Ayrıca 0,0-0,03 mg aralığında troloks çözeltileri kullanılarak kalibrasyon grafikleri Şekil 4.7'de gösterildiği gibi hazırlanmış ve sonuçlar bu grafikten yararlanılarak µmol TE/g örnek olarak hesaplanmıştır.

FRAP yöntemine göre antioksidan kapasite, ekstrakte edilebilir örneklerde ortalama $0,658 \pm 0,044$ $\mu\text{mol TE/g}$ hidrolize edilebilir örneklerde ortalama $8,68 \pm 1,086$ $\mu\text{mol TE/g}$ olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7).



Şekil 4.7.FRAP troloks kalibrasyon eğrisi

Örneklerin, FRAP yöntemine göre ekstrakte edilebilir antioksidan kapasiteleri incelendiğinde, en yüksek değer 5 numaralı kavut unu örneğinde, en düşük değer ise 9 numaralı kavut unu örneğinde belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Örnekler hidrolize edilebilir antioksidan kapasite açısından incelendiğinde, en yüksek değer 6 ve 8 numaralı kavut unu örneğinde, en düşük değer ise 9 numaralı kavut unu örneğinde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7).

Kilci (2012)'nin yaptığı çalışmada, buğday ununun ekstrakte edilebilir FRAP değerinin $0,61$ $\mu\text{mol TE/g}$, hidrolize edilebilir FRAP değerinin ise $1,03$ $\mu\text{mol TE/g}$ olduğunu belirtilmiştir. Aynı çalışmada, tarhana örneklerinin ekstrakte edilebilir FRAP değerleri, $1,71$ - $3,75$ $\mu\text{mol TE/g}$, hidrolize edilebilir FRAP değerleri ise $1,47$ - $4,43$ $\mu\text{mol TE/g}$ bulunmuştur.

Çizelge 4.7.Kavut unu örneklerinin FRAP antioksidan kapasite değerleri

FRAP Antioksidan Kapasite (µmol TE/g)		
Örnekler	Ekstrakte Edilebilir	Hidrolize Edilebilir
1	0,629±0,074 ^c	8,450±2,370 ^{ab}
2	0,633±0,014 ^{bc}	8,340±1,820 ^b
3	0,621±0,066 ^c	7,852±0,577 ^b
4	0,722±0,034 ^{ab}	9,054±0,359 ^{ab}
5	0,762±0,015 ^a	7,920±0,709 ^b
6	0,621±0,028 ^c	10,70±0,975 ^a
7	0,753±0,048 ^a	8,520±0,323 ^{ab}
8	0,652±0,028 ^{bc}	10,636±0,113 ^a
9	0,576±0,116 ^c	7,043±1,228 ^b
10	0,613±0,017 ^c	8,300±2,390 ^b
Min-Max	0,576±0,116 ^c - 0,762±0,015 ^a	7,043±1,228 ^b - 10,70±0,975 ^a
Ort+SD	0,658±0,044	8,68±1,086

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır.

Pellegrini ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada ise beyaz mısırın toplam antioksidan kapasitesi belirlenerek, troloks eşdeğeri antioksidan kapasite (TEAC) değeri 3,0 µmol TE/kg, demir (III) iyonu indirgenmesine dayalı antioksidan gücü (FRAP) değeri ise 11,5 µmol Fe²⁺/kg olarak bildirilmiştir.

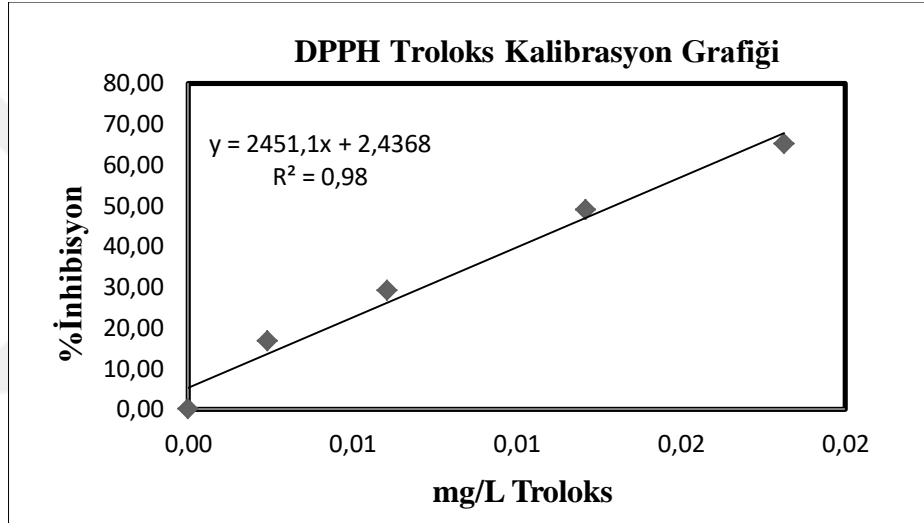
Örneklerin FRAP yöntemi ile elde edilen antioksidan kapasite değerleri kendi aralarında kıyaslandığında, istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$).

Çalışmamızdaki kavut unu örneklerinden elde edilen ekstrakte edilebilir bileşenlere ait FRAP antioksidan kapasite değerlerinin Kilci (2012)'nin belirlediği değerler ile karşılaştırıldığında, paralellik gösterdiği görülmüştür. Örnekler arasındaki söz konusu farklılığın işleme teknoloji, hammaddenin hasat dönemi ve yıllara bağlı bileşim özelliklerinin değişimi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

4.5.4. DPPH Değerleri

Örneklerin antioksidan kapasiteleri, DPPH yöntemi kullanılarak madde 3.2.11.4.'de belirtildiği şekilde belirlenmiştir. Ayrıca 0,0-0,02 mg aralığında troloks çözeltileri kullanılarak kalibrasyon eğrisi Şekil 4.8'de gösterildiği gibi hazırlanmış ve sonuçlar bu grafikten yararlanılarak µmol troloks/100 g örnek olarak hesaplanmıştır.

DPPH yöntemine göre antioksidan kapasite, ekstrakte edilebilir fenoliklerde ortalama $1,478 \pm 0,438$ hidrolize edilebilir örneklerde ortalama $8,438 \pm 0,43$ µmol TE/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8)



Şekil 4.8.DPPH troloks kalibrasyon eğrisi

Örneklerin, DPPH yöntemine göre ekstrakte edilebilir antioksidan kapasiteleri incelendiğinde kavut unlarına ait en yüksek değere 9 numaralı örnekte, en düşük değere ise 3 numaralı örnekte olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Örnekler DPPH yöntemine göre hidrolize edilebilir antioksidan kapasiteleri açısından incelendiğinde ise en yüksek değere 10 numaralı kavut unu örneğinde, en düşük değere ise 6 numaralı kavut unu örneğinde belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8.Kavut unu örneklerinin DPPH antioksidan kapasite değerleri

Antioksidan Kapasite Miktarı (µmol TE/g)		
Örnekler	Ekstrakte Edilebilir	Hidrolize Edilebilir
1	1,438±0,403 ^{ab}	8,221±0,182 ^{bc}
2	1,383±0,617 ^{ab}	8,275±0,371 ^{bc}
3	0,990±0,135 ^b	8,359±0,619 ^{bc}
4	1,821±0,119 ^{ab}	8,130±0,560 ^{cd}
5	1,237±0,586 ^{ab}	8,661±0,451 ^{bc}
6	1,191±0,316 ^b	7,354±0,208 ^d
7	1,785±0,487 ^{ab}	8,294±0,487 ^{bc}
8	1,264±0,385 ^{ab}	8,504±0,369 ^{bc}
9	2,032±0,454 ^a	8,972±0,695 ^{ab}
10	1,648±0,880 ^{ab}	9,610±0,438 ^a
Min-Max	0,990±0,135 ^b - 2,032±0,454 ^a	7,354±0,208 ^d - 9,610±0,438 ^a
Ort+SD	1,478±0,438	8,438±0,43

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır.

Tufan (2012) yaptığı çalışmada DPPH antioksidan kapasite değerlerinin buğdayda $4,63 \pm 0,57$ ve arpada $10,04 \pm 1,37$ µmol TE kg⁻¹ olduğunu tespit etmiştir.

Inglett ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada karabuğdayın antioksidan aktivitesinin (DPPH) 230,28-251,18 mg TE/100 g arasında olduğu bildirilmiştir.

Yıldız (2015)'ın Türkiye'de yetiştirilen karabuğday çeşitlerinden elde edilen un örneklerinde DPPH değerleri, 0,54-0,64 µmol TE/kg ve 0,13-0,58 µmol troloks/kg arasında bulunmuştur.

Çalışmamızda, kavut unu örneklerine ait hidrolize edilebilir fenoliklerin DPPH antioksidan kapasite değerleri ($p > 0,05$), ekstrakte edilebilir fenoliklerin DPPH antioksidan kapasite değerlerinden ($p \leq 0,05$) daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca analiz sonuçlarımızın Tufan (2012) tarafından buğday için verilen değerlerden yüksek,

arpa için verilen değerlerden ise düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 4.8). Örneklerin DPPH yöntemi ile elde edilen antioksidan kapasite değerleri kıyaslandığında, sonuçlar arasında istatistiksel olarak önemli farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Bu durumun yöresel farklılıklar, hammaddenin hasat dönemi, depolama koşulları ve işleme yöntemi farklılığı ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Literatür taramalarında da görülebileceği üzere antioksidan aktiviteyi belirlemek için birçok yöntem (ABTS, CUPRAC, FRAP, DPPH) bulunmasına rağmen en çok kullanılan DPPH yöntemidir. Ancak bu yöntemin, en doğru sonucu veren en iyi yöntem olduğunu söylemek, pek doğru olmayacaktır. Antioksidan kapasitenin belirlenmesinde yukarıda bahsedilen tüm yöntemlerin kullanılması mümkün olmakla birlikte, örneklerdeki antioksidan maddelerin moleküler çeşitliliğinin, bahsedilen yöntemler arasında her zaman doğrusal bir ilişki oluşmasını engelleyebildiği ifade edilmiştir. Bu nedenle antioksidan kapasite hakkında karar verirken birçok yöntem kullanmanın daha uygun olduğu ifade edilmektedir (Ardağ 2008). Kullandığımız dört farklı yöntemde de hidrolize edilebilir fenolik maddelerin antioksidan kapasiteleri, ekstrakte edilebilir fenolik maddelerin antioksidan kapasitelerinden daha yüksek değerler vermiştir. Ancak yöntemler kendi içinde değerlendirildiğinde en yüksek değerlerin ABTS yöntemiyle elde edilen hidrolize edilebilir fenolik maddelerden elde edildiği görülmüştür. CUPRAC yöntemiyle elde edilen ekstrakte edilebilir fenolik madde içerikleri arasında ise istatistiksel olarak önemli farklılığın olduğu görülmektedir ($p \leq 0,05$).

Yöntemlerin birbirine göre avantaj ve dezavantajları olduğu bir gerçektir ve yöntem seçiminde, analiz edilecek örnek de önemli rol oynamaktadır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında, ABTS yönteminin kavut unu örnekleri için daha uygulanabilir olduğu düşünülmektedir.

4.6. Kavut Unu Örneklerinin Biyoalınabilirlik Değerleri

Örneklere ait biyoalınabilir fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri Çizelge 4.10'da görülmektedir.

Örneklerin biyoalınabilir ABTS antioksidan kapasite değerlerinin 429,0-836,7 $\mu\text{mol TE/g}$ aralığında değiştiği gözlenirken, CUPRAC yönteminde 118,3-192,7 $\mu\text{mol TE/g}$, FRAP yönteminde 528,6-1147,5 $\mu\text{mol TE/g}$ ve DPPH yönteminde ise 763,5-870,3 $\mu\text{mol TE/g}$ aralığında değiştiği görülmektedir (Çizelge 4.10). Antioksidan kapasiteyi belirlemek için yapılan tüm analiz sonuçları, örnekler yöntemler içerisinde birbiriyle kıyaslandığında, aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p \leq 0,05$). Bu durumun, kullanılan tüm yöntemlerin farklı bileşiklere duyarlı olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Çalışma sonucunda en yüksek biyoyararlılığa sahip örneklerin kullanılan yöntemlere göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Literatürde kavut unu örneklerinin biyoyararlılığına dair bir çalışmaya rastlanılmadığı için bununla ilgili bir karşılaştırma yapılamamıştır.

Çizelge 4.9. Biyoalınabilir toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerleri

Örnekler	Biyoalınabilir Antioksidan Kapasite ($\mu\text{mol TE/g}$)				Biyoalınabilir Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg/100 g GAE^*)
	ABTS	CUPRAC	FRAP	DPPH	
1	429,0 \pm 1,33 ^{ab}	173,3 \pm 0,52 ^{ab}	1137,0 \pm 3,58 ^a	816,4 \pm 2,05 ^a	870,7 \pm 81,2 ^{ab}
2	675,2 \pm 4,23 ^{ab}	169,4 \pm 0,30 ^{ab}	760,8 \pm 2,28 ^a	774,5 \pm 0,21 ^a	900,7 \pm 23,9 ^{ab}
3	576,1 \pm 1,09 ^b	129,6 \pm 0,32 ^{ab}	613,2 \pm 4,23 ^a	807,2 \pm 0,71 ^a	920,6 \pm 69,3 ^{ab}
4	801,3 \pm 1,08 ^a	165,8 \pm 0,39 ^{ab}	1147,5 \pm 6,15 ^a	794,9 \pm 1,02 ^a	931,3 \pm 90,6 ^{ab}
5	514,2 \pm 3,86 ^{ab}	188,8 \pm 0,22 ^a	767,4 \pm 2,15 ^a	836,3 \pm 1,55 ^a	1176,0 \pm 87,8 ^{ab}
6	656,6 \pm 2,70 ^{ab}	118,3 \pm 0,11 ^{ab}	528,6 \pm 1,54 ^a	827,6 \pm 0,92 ^a	1108,9 \pm 41,3 ^b
7	635,0 \pm 2,00 ^{ab}	143,5 \pm 0,19 ^{ab}	799,3 \pm 1,62 ^a	851,0 \pm 1,05 ^a	873,3 \pm 40,8 ^{ab}
8	461,8 \pm 1,55 ^{ab}	154,4 \pm 0,34 ^{ab}	709,1 \pm 2,33 ^a	870,3 \pm 1,20 ^a	963,0 \pm 63,4 ^a
9	830,5 \pm 0,23 ^a	192,7 \pm 0,21 ^a	814,6 \pm 0,56 ^a	763,5 \pm 1,48 ^a	926,9 \pm 19,3 ^{ab}
10	836,7 \pm 3,04 ^a	128,6 \pm 0,30 ^{ab}	1039,5 \pm 2,85 ^a	768,7 \pm 0,70 ^a	1103,8 \pm 86,2 ^b
Min-	429,0 \pm 1,33 ^{ab}	118,3 \pm 0,11 ^{ab}	528,6 \pm 1,54 ^a	763,5 \pm 1,48 ^a	870,7 \pm 81,2 ^{ab}
Max	836,7 \pm 3,04 ^a	192,7 \pm 0,21 ^a	1147,5 \pm 6,15 ^a	870,3 \pm 1,20 ^a	1176,0 \pm 87,8 ^{ab}
Ort \pm SD	641,6 \pm 2,11	156,4 \pm 0,29	831,7 \pm 2,72	811,0 \pm 1,08	977,4 \pm 60,4

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $p \leq 0,05$ oranında istatistiki olarak önemli fark bulunmaktadır.

4.7. Kavut Unu Örneklerinin Duyusal Özellikleri

Kavut unu örneklerinden hazırlanan çorbaların duyusal analizlerine ait sonuçlar Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelge 4.3'ten de görülebileceği gibi, kavut unu örneklerinden hazırlanan çorbaların renk değerlerine ait sonuçlar 5,5-8,0 arasında, tat değerlerine ait sonuçlar 6,5-8,5 arasında, koku değerlerine ait sonuçlar 6,0-8,0 arasında, ağızdaki hissiyat değerlerine ait sonuçlar 6,5-8,5 arasında ve genel beğeni değerlerine ait sonuçlar ise 6,1-8,2 arasında olduğu belirlenmiştir. Kavut çorbalarına ait en yüksek genel beğeni değeri 9 numaralı örnekte, en düşük genel beğeni değerinin ise 4 numaralı örnekte olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Kavut unu örneklerinin duyusal özellikleri

Örnekler	Renk	Tat	Koku	Ağızdaki Hissiyat	Genel Beğeni
1	6,5±0,7	7,0±0,0	7,0±0,0	6,5±0,7	6,7±0,7
2	7,5±0,7	8,0±0,0	7,5±0,7	8,5±0,7	7,8±0,5
3	7,0±0,0	7,0±0,0	6,5±0,7	7,5±0,7	7,0±0,7
4	5,5±0,7	6,5±0,7	6,0±0,0	6,5±0,7	6,1±0,5
5	7,0±0,0	7,5±0,7	7,5±0,7	8,0±0,0	7,5±0,7
6	7,5±0,7	8,0±0,0	7,5±0,7	8,0±0,0	7,7±0,7
7	6,0±0,0	7,0±0,0	6,5±0,7	7,5±0,7	6,7±0,7
8	6,5±0,7	7,0±0,0	7,0±0,0	7,5±0,7	7,0±0,7
9	8,0±0,0	8,5±0,7	8,0±0,0	8,5±0,7	8,2±0,7
10	7,5±0,7	7,5±0,7	7,0±0,0	8,0±0,0	7,5±0,7

Karaoğlu ve Kotancılar (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, en iyi tatın %50 buğday ve %50 arpa unu karışımı ile yapılan kavut ununda olduğu ifade edilmiştir. Kavut unu çorbalarının hepsi, tüm parametrelerden, 6 ve üzeri puan almış ve kabul edilebilir oldukları tespit edilmiştir. Kavut çorbalarının genel beğeni sonuçları arasındaki farkın, örneklerin içermiş olduğu hammadde çeşit ve miktarı ile yöresel farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Çalışmamızda, Artvin ilinde yaygın olarak tüketimi devam eden kavut unu örneklerinde toplam fenolik madde, antioksidan kapasite, biyoalnabilirlik ve fiziko-kimyasal özelliklerindeki farklılıklar araştırılmıştır. Çalışmada Artvin ilinin on farklı yöresinden temin edilen çeşitli kavut unları kullanılmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde, kullanılan yöntemlere göre bulunan sonuçlar arasında tam bir korelasyon görülmesede, toplam fenolik madde miktarı yüksek olan örneklerin aynı zamanda yüksek antioksidan kapasite ve biyoalnabilirlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Yapılmış çalışmalarla kıyaslandığında, kavut ununun antioksidan kapasite bakımından oldukça zengin olduğu, bu nedenle kavut ununun antioksidan aktivitesinin dahada artırılarak fonksiyonel özelliğine geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Tekstür analizleri ile desteklenecek ürün bazlı çalışmalarla, istenilen özelliklerde uygun ve üstün kalitede ürün eldesi çalışmalarının yapılması da, geleneksel ürünümüzün geliştirilmesi açısından önemlidir. Çalışmamız sonucunda, bu alandaki eksik literatüre katkı yapılması sağlanmıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutacağını umut ediyoruz.

KAYNAKLAR

- AACC, 1995.** Approved Methods of AACC, 9th Edition, St. Paul, MN, ABD.
- AACC, 1999.** Official methods of American Association of Cereal Chemists St. Paul, MN, USA.
- Acıduman, A., Er, U., Belen, D. 2007.** Osmanlı Döneminden Yazarı Bilinmeyen Cerrahname ve Nöroşirürji ile İlgili Bölümleri. *Türk Nöroşirürji Dergisi*, 2007, Cilt: 17, Sayı: 3, 162-169.
- Albayrak, A., ve Kılıç, S, 2012.** İslamiyetten Önce Türklerde Yiyecek Ve İçecekler, Turkish Studies International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic Volume 7/2 Spring 2012, p.707-716 , Ankara/Turkey
- Algül, H., Yiğit, İ., Savaş, R., Demircan, A., Avcı, C. 2013.** İlk Dönem İslam Tarihi. Anadolu Üniversitesi İlahiyat Önlisans Programı, Eskişehir.
- AOAC, 1990.** Official methods of association of analysis of AOAC international, 18th d. AOAC international, gaithersburg, MD.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E. 2004.** Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method. *J Agr Food Chem*; 52:7970-81.
- 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. *Free Radical Research*, 39: 949-961.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S.E., Bektaşoğlu, B., berker, K.I., Özyurt, D. 2007.** Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 12:1496–1547.
- Ardağ, A. 2008.** Antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin analitik açıdan karşılaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Adnan menderes Üniversitesi FBE Kimya ABD, Aydın.
- Atoui, A. K., Mansouri, A., Boskou, G., Kefalas, P. 2005.** Tea and herbal infusions: Their antioksidant activity and phenolic profile, *Food Chemistry*, 89: 27-36.
- Baysal, A. 1997.** Türk mutfağında pekmez ve ürünleri. V. Milletlerarası Türk Halk Kültürü Kongresi, Maddi Kültür Seksiyon Bildirileri. T.C. Kültür Bakanlığı Yayınları: 1904, Halk Kültürünü Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları: 249, Seminer Kongre Bildirileri Dizisi: 56, Ankara: THK Basımevi İşletmeciliği. 118–124.
- Baysal, T., Yıldız, H. 2003.** Bitkisel fenoliklerin kullanım olanakları ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7(14): 29-35.
- Becker, E.M., Nissen, L.S. Skibsted, L.H. 2004.** Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects. *European Food Research and Techonology*, 219: 561–571.
- Benzie, I. F.F., Strain, J.J. 1996.** Ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power; the FRAP assay, *Analytical Biochemistry*, 239, 70-76.

- Bilaloğlu, G.V., Harmandar, M. 1999.** Flavonoidler, Bakanlar Matbaacılık Ltd. Şti. s:336-343, İstanbul.
- Bilgiçli, N., İbanoğlu, S. 2007.** Effect of wheat germ and wheat bran on the fermentation activity, phytic acid content and colour of tarhana, a wheat flour-yoghurt mixture. *J. of Food Eng.*, 78(2): 681-686.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., and Berset, C. 1995.** Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie*, 26: 25-30.
- Cano, A., Canovas, G., Acosta, M., Arnao, M. B. 1998.** An end-point method for estimation of the total antioxidant activity in plant material. *Phytochemical Analysis*, 9: 196-202.
- Cao, G., Prior, R.L. 1998.** Comparison of different analytical methods for assesing total antioxidant capacity of human serum, *Clinical Chemistry*, 44, 1309-1315.
- Cemeroğlu, B. 2013.** Gıda Analizleri. Bizim Grup Basımevi. 3.baskı. s:1-40. ISBN: 978-605-63419-3-9.
- Crozier, A., Jaganath, I. B., Clifford, M. N. 2009.** Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *Natural Product Reports*, 26: 1001-1043.
- Demir, M.K. 2018.** Geleneksel Tarhana Üretiminde Tam Buğday Unu Kullanımı. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Meram, Konya. 57. İnik Gıda 16(2) (2018) 148-155, DOI: 10.24323/akademik-gida.449606.
- Diaz, Z., Colombo, M., Mann, K. K., Su, H., Smith, K. N., Bohle, D. S., Schipper H.M., Miller Jr, W. H. 2018.** Trolox selectively enhances arsenic-mediated oxidative stress and apoptosis in APL and other malignant cell lines. *Blood*, 105: 1237-1246.
- Dorman, H.J.D., Peltoketo, A., Hiltunen, R., Tikkanen, M.J. 2003.** Characterization of the antioxidant properties of de-odorized aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. *Food Chemistry*, 83(2): 255-262.
- Dykes, L., Rooney, L. 2007.** Phenolic Compounds in Cereal Grains and Their Health Benefits. *Cereal Foods World*, 52: 105-111.
- Ekinci, R., Ünal, S.S. 2001.** Tükiyenin farklı bölgelerinde üretilen değişik un tiplerinin tiamin ve riboflavin miktarları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(3):343-348.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G. 1999.** Tahıl Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. A.Ü. Ziraat Fak., Yay. No: 335, Erzurum.
- Erinç, H., Çiftçi, S. 2018.** Maraş Tarhanası Üretiminde Kefir Kullanımının Son Ürün Üzerine Etkileri. *GIDA* (2018) 43 (1): 114-121 doi: 10.15237/gida.GD17105.
- 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 B 6, B 12, D, and E. *Frontiers in Physiology*, 3: 1-22.

- Fernández-García, E., Carvajal-Lérida, I., Pérez-Gálvez, A. 2009.** In vitro bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. *Nutrition Research*, 29: 751–760.
- Frankel, E.N., 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.
- Garcia, E., Rom, C.R., Murphy, J.B. 2004.** Title Comparison of phenolic content of 'Liberty' apple (*Malus × domestica*) on various rootstocks. *AntiCounterfeiting Trade Agreement Horticulturae*, No:658, United States, 57-60p.
- Harborne J.B., Williams C.A. 2000.** Advances in Flavonoid Research Since 1992. *Phytochem*, 55: 481.
- Hu, F.B. 2003.** Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview. *Am. J. Clin. Nutr.*, 78: 544-551.
- Inglett, G. E., Chen, D., Berhow, M. and Lee, S. 2011.** Antioxidant activity of commercial buckwheat flours and their free and bound phenolic compositions. *Food Chemistry* 125: 923–929.
- İnayet, A. 2006.** *Divanü Lügati't Türk'te Doğumla İlgili Örf Adet ve Ritüeller*. *Divanü Lugat-it-Türk*, Cilt. III, s. 163.
- Karabulut, H., Gülay, M.Ş. 2016.** Serbest Radikaller. *MAKÜ Sag. Bil. Enst. Derg.*, 4:50-59.
- Karadeniz, F., Burdurlu, H.S., Koca, N., Soyer, Y. 2005.** Antioxidant Activity of Selected Fruits and Vegetables Grown in Turkey. *Turk J Agric For*, 29: 297–303.
- Karaoğlu, M.M., Kotancilar, H.G. 2005.** Kavut, a traditional Turkish cereal product: production method and some chemical and sensorial properties. *Int Food Sci Technol*, 40:1-9.
- Kehrer, J. P., Klotz, L.O. 2015.** Free radicals and related reactive species as mediators of tissue injury and disease: implications for Health. *Critical Reviews in Toxicology*, 45: 765-798.
- Kilci, A.Y. 2012.** *Yulaf Katkısının Tarhana Kalitesine Etkisi*. Bursa Uludağ Üniversitesi *Yüksek Lisans Tezi*.
- Kraithong, S., Lee, S., Rawdkuen, S. 2018.** Physicochemical and functional properties of thai organic rice flour. *Journal of Cereal Science*, 79(2019): 259-266.
- Kuşat, N. 2012.** Bölgesel Kalkınmada Geleneksel Gıda Ürünlerinin Rolü ve Geleneksel Gıdalarda İnovasyon Belirleyicileri Üzerine Bir Çalışma: Afyon Örneği. *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Cilt:19 Sayı:2, MANİSA*
- Liu, S., Buring, J.E., Sesso, H.D., Rimm, E.B., Willett, W.C. and Manson, J.E. 2002.** A prospective study of dietary fiber intake and risk of cardiovascular disease among women. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 39: 49.56.
- Menteş-Yılmaz, Ö. 2011.** *Türkiyede Yetiştirilen Başlıca Buğday Çeşitlerinin Antioksidan Aktivitelerinin ve Fenolik Asit Dağılımlarının Belirlenmesi ve Ekmeğin Nar Kabuğu Ekstraktı ile Zenginleştirilmesi*. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Doktora Tezi*, Ankara, 80s.

- Merken, H.M., Merken, C.D., Beecher, G.R. 2001.** Kinetics Method for the Quantitation of Anthocyanins, Flavonol and Flavones in Food. *J. Agric. Food Chem.*, 49: 2727-2732.
- Miliauskas, G., Venskutonis, P. R., van Beek, T. A. 2004.** Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*, 85 (2): 231-237.
- Mitjavila, M.T., Moreno, J. J. 2012.** The effects of polyphenols on oxidative stress and the arachidonic acid cascade, implications for the prevention/treatment of high prevalence diseases. *Biochemical Pharmacology*, 84 (9): 1113-1122.
- Mohammed, M. T., Kadhim, S. M., Jassimand, A. M. N., Abbas, S. I. 2015.** Free radicals and human health. *International Journal of Innovation Sciences and Research*, 4: 218–223.
- Mozaffarian, D., Kumanyika, S.K., Lemaitre, R.N., Olson, J.L., Burke, G.L. and Siscovick, D.S. 2003.** Cereal, fruit, and vegetable fiber intake and the risk of cardiovascular disease in elderly individuals. *J. Am. Med. Assoc.*, 289: 1659-1666.
- Nacz, M., Shahidi, F. 2004.** Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054: 95–111.
- Okarter, N., Liu., Sorrells, M.E. and Liu, R.H. 2010.** Phytochemical content and antioxidant activity of six diverse varieties of whole wheat. *Food Chem.*, Vol. 119, pp. 249-257.
- Onurlubaş E., Taşdan K. 2016.** Geleneksel ürün tüketimini etkileyen faktörler üzerine bir araştırma. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2017, Cilt:17, Yıl:17, Sayı: 17, 17: 115-132.
- Özcan, T., Akpınar-Bayızit, A., Yılmaz-Ersan, L., Delikanlı, B. 2014.** Phenolics in Human Health. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 5: 393–396.
- Peköz, E. 2018.** Asr-ı Saâdette Müslümanlığın Medeniyete Hizmetleri. İğdır Üniversitesi İlahiyat Fakültesi, İğdır. *Journal of Islamic Research* 2018;29(1):117-29
- Pellegrini, N., Serafini, M., Salvatore, S., Rio, D.D., Bianchi, M., Brighenti, F. 2006.** Total Antioxidant Capacity Of Spices, Dried Fruits, Nuts, Pulses, Cereals And Sweets Consumed In Italy Assessed By Three In Vitro Assays. *Molecular Nutrition and Food Research*; 50: 1030-1038.
- Pereira, M.A., O'Reilly, E., Augustsson, K., Fraser, G.E., Goldbourt, U., Heitman, B.L., Hallmans, G., Knekt, P., Liu, S., Pietinen, P., Spiegelman, D., Stevens, J., Virtamo, J., Willett, W.C. and Ascherio, A. 2004.** Dietary fiber and risk of coronary heart disease. *Arch. Int. Med.*, 164: 370.376.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N. And Gordon, M. 2001.** Antioxidants in food, CRC Press, USA.
- Prior, R., Wu, X., Schaich, K. 2005.** Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 4290-4302

- 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.
- Ree, 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 Medicine*, 26: 1231-1237.
- Rehman, Z.U., Shah, W.H. 1999.** Biochemical changes in wheat during storage at three temperatures. *Plant Foods for Human Nutrition*, 54: 109–117.
- Rehman, Z.U. 2006.** Storage effects on nutritional quality of commonly consumed cereals. *Food Chemistry*, 95: 53-57.
- Prabhasankar, P., Rao, P. 2001.** Effect of different milling methods on chemical composition of whole wheat flour. *European Food Research and Technology*, 213(6):465-469.
- Sanchez, M.C., Larrauri, J.A., Saura, C.F. 1998.** A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76, 270-276.
- Shahidi, F., Naczk, M. 1995.** *Food Phenolics, Sources, Chemistry Effect Applications.* Technomic Publication, USA.
- Silva, F.A.M., Borges, F., Guimaraes, C., Lima JLFC, Matos C, Reis, S. 2000.** Phenolic Acids and Derivatives; Studies on the Relationship among Structure, Radical Scavenging Activity and Physicochemical Parameters. *J. Agric. Food Chem.* 48: 2122-2126.
- Sroka, Z., Cisowski, W. 2003.** Hydrogen peroxide scavenging, antioxidant and anti-radical activity of some phenolic acids, *Food and Chemical Toxicology*, 41, 753-758.
- Şahin, K. 2012.** “Geleneksel Gıdalara Antropolojik Bir Yaklaşım: Sürkün Üretimi, Dönüştürme ve Saklama Süreci”. III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 10-12 Mayıs 2012, (ss: 71-73). Konya.
- Türk Patent ve Marka Kurumu, 2018.** Turkish Patent and Trademark Office. Resmi Coğrafi İşaret ve Geleneksel Ürün Adı Bülteni Official Geographical Indication, Designation of Origin and Traditional Speciality Guaranteed Bulletin Sayı:24 Hipodrom Cad. No:Yenimahalle/ANKARA.
- TGK, 2013.** Resmi Gazete, 23614. Türk Gıda Kodeksi- Buğday Unu Tebliği.
- Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği 2013.** Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- Thilakarathna, S. H., Vasantha Rupasinghe, H. P. 2013.** Flavonoid bioavailability and attempts for bioavailability enhancement. *Nutrients*, 5: 3367–3387.
- Trouillas, P., Calliste, C.A., Allais, D.P., Simon, A., Marfak, A., Delage, C., Duroux, J.L. 2003.** Antioxidant, anti-inflammatory and antiproliferative properties of sixteen water plant extracts used in the Limousin countryside as herbal teas. *Food Chemistry*, 80(3): 399-407.
- Tufan, A.N. 2012.** Tahıllarda Spektrofotometrik Toplam Antioksidan Kapasite Tayini Ve Antioksidan Bileşenlerin Kapiler Elektroferezle Saptanması. İstanbul üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. *Yüksek lisans tezi.*

- Uyar, B. B., Gezmen-Karadağ, M., Şanlier, N., Günyel, S. 2013.** Determining the Amount of Total Phenolic Compounds of Some Vegetables Frequently. *Gıda*, 38: 23–29.
- Uysal, A. 2018.** Kabuk Soymanın Buğdayın Bazı Kalite Özellikleri ile Toplam Fenolik Madde Ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Şanlıurfa, 51s.
- Uyulaşer, V., Başoğlu, F. 2014.** Temel Gıda Analizleri. Dora Yayıncılık, Bursa, 125 s.
- Ünal, S.S., Olçay, M., Özer, Ç. 1996.** Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Kalite Niteliklerinin Belirlenmesi. *Gıda*, 21 (6): 451-456.
- Ünal, Y. 2016.** Refik Halit Karay'ın Eserlerinde Batı İmgesi. *Bartın Üniversitesi. Çağdaş Türkiye Tarihi Araştırmaları Dergisi Journal Of Modern Turkish History Studies XVI/33 (2016-Güz/Autumn)*, ss. 307-324.
- Vaher, M., Matso, K., Levandi, T., Helmja, K., Kaljurand, M. 2010.** Phenolic compounds and the antioxidant activity of the bran, flour and whole grain of different wheat varieties. *Procedia Chem.*, Vol. 2, pp. 76-82.
- Verwimp, T., Vandeputte, G.E., Marrant, K., Delcour, J.A. 2004.** Isolation and characterisation of rye starch. *Journal of Cereal Science*,39(1):85-90.
- Vitali, D., Vedrina 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.
- Yaday, A., Council, S. S. U. P., View, L., View, S. D., Srivastava, S. 2016.** Antioxidants and its functions in human body - A Review. *Res. Environ. Life Sci.*, 9: 1328-1331.
- Yalçın, S. 2005.** Glutensiz Erişte Üretimi Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek lisans tezi*, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldız, G. 1993.** Sivas Đlinde Kullanılan Unların Bildirilen Tipleri ile Gerçek Tipleri Arasındaki Farklar ve Bazı Kimyasal Bileşimlerinin Buğday Unu Standartlarına Uygunluğu Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek lisans tezi*, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas.
- Yıldız, N. 2015.** Türkiye’de Geliştirilen Karabuğday (*Fagopyrum Esculentum Moench*) Çeşitlerinin Bazı Kimyasal Özellikleri, Fenolik Bileşik İçeriği Ve Antioksidan Aktivitesinin İncelenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Bolu.
- Yılmaz, B. 2010.** Ardahan Türkmenleri Müzik Geleneği. İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Yiğit, A. 2015.** Türkiye’de Yaygın Olarak Yetiştirilen Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum*) Çeşitlerinin Protein, Aminoasit Dağılımı ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Aydın, 129s.
- Young, I. S. and Woodside, J. V. 2001.** Antioxidants in health and disease. *Journal of Clinical Pathology*, 54: 176-186.
- Zielinska, D., Szawara-Nowak, D. and Zielinski, H. 2007.** Comparison of Spectrophotometric and Electrochemical Methods for the Evaluation of the Antioxidant

Capacity of Buckwheat Products after Hydrothermal Treatment. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 55 (15): 6124-6131.

Xu, J.G., Tian, C.R., Hu, Q.P., Luo, J.Y., Wang, X.D., Tian, X.D. 2009. Dynamic Changes in Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Oats (*Avena nuda* L.) during Steeping and Germination. *J. Agric. Food Chem.*, 57: 10392–10398.



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Emel ÖZDEMİR
Doğum Yeri ve Tarihi :Yusufeli, 07.01.1993
Yabancı Dil :İngilizce, İtalyanca, Çekçe

Eğitim Durumu

Lise :Ardeşen Anadolu Lisesi, 2004-2010
Lisans :Atatürk Üniversitesi, 2010-2014
Yüksek Lisans :Bursa Uludağ Üniversitesi 2017-2020

İletişim (e-posta) :emelozdemir339@gmail.com