

**TÜRKİYE’DE GELİŞTİRİLEN KARABUĞDAY
(*Fagopyrum esculentum* Moench) ÇEŞİTLERİNİN BAZI KİMYASAL
ÖZELLİKLERİ, FENOLİK BİLEŞİK İÇERİĞİ VE ANTİOKSİDAN
AKTİVİTESİNİN İNCELENMESİ**

NESLİHAN YILDIZ

ŞUBAT 2015

**AN INVESTIGATION OF SOME CHEMICAL PROPERTIES,
PHENOLIC COMPOUND CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF
COMMON BUCKWHEAT (*Fagopyrum esculentum* Moench)
CULTIVARS BREEDDED IN TURKEY**



NESLİHAN YILDIZ

FEBRUARY 2015

**TÜRKİYE’DE GELİŞTİRİLEN KARABUĞDAY
(*Fagopyrum esculentum* Moench) ÇEŞİTLERİNİN BAZI KİMYASAL
ÖZELLİKLERİ, FENOLİK BİLEŞİK İÇERİĞİ VE ANTİOKSİDAN
AKTİVİTESİNİN İNCELENMESİ**

NESLİHAN YILDIZ

**ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALINDA
YÜKSEK LİSANS
DERECESİ İÇİN GEREKLİ ÇALIŞMALARI YERİNE GETİREREK
ONAYA SUNULAN TEZ**

ŞUBAT 2015

Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Onayı

.....
Prof. Dr. Duran Karakaş

Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak gerekli çalışmaları yerine getirdiğini onaylarım.

.....
Prof. Dr. Ömer Zorba

Bölüm Başkanı

Okuduğumuz bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak onaylanması, düşüncemize göre, amaç ve kalite olarak tamamen uygundur.

.....
Doç. Dr. Erkan Yalçın

Tez Danışmanı

Jüri Üyeleri:

İmza

1. Doç. Dr. Hande Selen Erge

.....

2. Doç. Dr. Erkan Yalçın

.....

3. Yrd. Doç. Dr. M. Tuğrul Masatcioğlu

.....

ÖZET

TÜRKİYE'DE GELİŞTİRİLEN KARABUĞDAY (*Fagopyrum esculentum* Moench) ÇEŞİTLERİNİN BAZI KİMYASAL ÖZELLİKLERİ, FENOLİK BİLEŞİK İÇERİĞİ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİNİN İNCELENMESİ

Yıldız,Neslihan

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Erkan Yalçın

Şubat 2015, 85 sayfa

Bu araştırmada, Türkiye’de geliştirilen ve 2011 ve 2013 yıllarında hasat edilen iki farklı karabuğday çeşitinin kavuzlu ve kavuzsuz olarak öğütülen unlarının bazı kimyasal özellikleri, suda çözünürlük, su bağlama kapasitesi, toplam fenolik madde (TFM) miktarları ve antioksidan aktiviteleri (AA) incelenmiştir. Karabuğday unlarının bazı kimyasal özelliklerinden rutubet, kül, ham yağ, protein, titre edilebilir asitlik, analizleri yapılmıştır. Ayrıca, 2013 yılında hasat edilen karabuğdaylarda rutin ve kuersetin flavonoidleri HPLC metodu ile belirlenmiştir. TFM miktarları üç farklı çözücü ile ayrı ayrı belirlenmiş ve kuru madde üzerinden (kmü) verilmiştir. Kavuzlu unlardaki TFM miktarı 0.72-2.51 mg GA/g un, kavuzsuz unlarda 0.52-1.93 mg GA/g un arasında değişmiştir. Kavuzlu unlardaki TFM miktarı, kavuzsuz unlara göre daha yüksektir. AA, DPPH ve TEAC yöntemlerine göre belirlenmiştir. DPPH yöntemi ile belirlenen AA değerleri, TEAC yöntemine göre belirlenenlerden daha yüksektir. DPPH yöntemi ile belirlenen kavuzlu unlardaki AA değeri 0.51-0.68 mmolTroloks/ kg un (kmü), kavuzsuz unlarda ise 0.13-0.57 mmolTroloks/ kg un (kmü) arasında değişmiştir. TEAC yöntemine göre kavuzlu unlardaki AA 0.11-0.19 mmolTroloks/ kg un (kmü), kavuzsuz unlarda 0.08-0.12 mmolTroloks/ kg un (kmü) arasında değişmiştir. DPPH ve TEAC yöntemlerinin her ikisinde, kavuzlu unlardaki AA, kavuzsuz unlardan daha yüksektir. Karabuğdaylardaki rutin miktarı kavuzlu unlarda 75.72-78.23 mg/ 100 g un(kmü), kavuzsuz unlarda 9.42-9.60 mg/ 100 g un (kmü) arasında belirlenmiştir. Kavuzlu unlardaki rutin miktarı kavuzsuz unlara göre önemli düzeyde yüksektir. Kuersetin, kavuzlu unlarda 10.46-11.14 mg/ 100 g un(kmü), kavuzsuz unlarda 11.06-11.39 mg/ 100 g un (kmü) arasında saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karabuğday, Fenolik Bileşikler, Antioksidan Aktivite; Rutin, Kuersetin, HPLC Analizi

ABSTRACT

AN INVESTIGATION OF SOME CHEMICAL PROPERTIES, PHENOLIC COMPOUND CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF COMMON BUCKWHEAT (*Fagopyrum esculentum* Moench) CULTIVARS BREEDDED IN TURKEY

Yıldız,Neslihan

M.Sc.,Department of FoodEngineering
Supervisor: Assoc. Prof. Dr.Erkan Yalçın
February 2015, 85pages

In this research, some chemical properties (such as moisture, ash, crude oil, protein, titratable acidity), water solubility, water binding capacity, total phenolic compound (TPC) contents and antioxidant activities (AA) of two different buckwheat cultivars (BWC) developed in Turkey and harvested in 2011 and 2013 were investigated in the forms of flours with hull (WH) and without hull (WOH).The rutin and quercetin flavonoid contents of the BWC harvested in 2013 were determined using HPLC method. TPC contents were determined using three different solvents separately. All results were given on dry weight basis (dwb).TPC contents of the flours WH and WOH were changed in the ranges of 0.72-2.51 mg gallic acid (GA)/g flour and 0.52-1.93 mg GA/g flour, respectively.TPC contents were higher in buckwheat flours WH than the flours WOH. AA was determined according to the DPPH and TEAC methods.AA values determined with DPPH method were higher than that of the TEAC methods. AA values determined with DPPH method in buckwheat flours WH and WOH were changed in the ranges of 0.51-0.68 mmolTrolox/ kg flour and 0.13-0.57 mmolTrolox/ kg flour, respectively. AA values determined with TEAC method in buckwheat flours WH and WOH were changed in the ranges of 0.11-0.19 mmolTrolox/ kg flour and 0.08-0.12 mmolTrolox/ kg flour, respectively.In both DPPH and TEAC methods, AA of the buckwheat flours WH was higher than that of the flours WOH. Rutin contents in buckwheat flours WH and WOH were determined in the ranges of 75.72-78.23 mg/ 100 g flour and 9.42-9.60 mg/ 100 g flour, respectively. Rutin contents of buckwheat flours WH were significantly higher than that of the flours WOH. Quercetin contents in buckwheat flours WH and WOH were determined in the ranges of 10.46-11.14 mg/ 100 g flour and 11.06-11.39 mg/ 100 g flour, respectively.

Keywords: Buckwheat, PhenolicCompound, AntioxidantActivity; Rutin, Quercetin, HPLC Analysis

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında yakın ilgi ve desteğini gördüğüm değerli tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Erkan YALÇIN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca,

'Türkiye'de Geliştirilen Karabuğday Çeşitlerinin Bazı Kimyasal, Fenolik Bileşik ve Antioksidan Özelliklerinin İncelenmesi' isimli proje (Proje No: 2014.09.04.745) kapsamında tez çalışmama maddi destek sağlayan Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na (BAP),

Karabuğday çeşitlerinin geliştirilmesinden sorumlu ve tarafımıza temin edilmesindeki katkılarından dolayı Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde görevli Dr. Ahmet GÜNEŞ'e ve değerli Kurumu'na,

Çalışmamızın HPLC analizleri aşamasında bize HPLC cihazında analiz yapma fırsatı veren Yenilikçi Gıda Teknolojileri Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi(YENİGIDAM) Müdürlüğü'neve değerli personeline,

Çalışmalarımız sırasında yardımlarını esirgemeyen Gıda Mühendisliği Bölümü'nün ve Fakültemizin değerli teknik ve idari personeline,

Bana her konuda destek olan değerli arkadaşlarım Serap Balaban, Esra Belge, Esra Güler Şirin, Derya Atalay ve Nilay Kayın'a,

Hoşgörü, sevgi, maddi ve manevi desteklerini her zaman gösteren Değerli Aileme en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Neslihan YILDIZ

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
EKLER DİZİNİ.....	xii
BÖLÜM 1	
1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
2. LİTERATÜR ÖZETİ	5
2.1. Karabuğday	5
2.2. Karabuğdayın Kimyasal ve Besinsel Özellikleri	7
2.2.1. Karabuğday Karbonhidratları	8
2.2.2. Karabuğday Proteinleri	9
2.2.3. Alerjik Etki.....	10
2.2.4. Karabuğday Lipidleri	11
2.2.5. Karabuğday Mineralleri.....	11
2.2.6. Karabuğday Vitaminleri	12
2.2.7. Karabuğday Flavonoidleri	12
2.3. Karabuğdayın Teknolojik Özellikleri	19

BÖLÜM 3

3. MATERYAL VE METOT	27
3.1. Materyal	27
3.1.1. Karabuğday Unu.....	27
3.1.2. Kimyasallar	28
3.2. Metod	29
3.2.1. Kimyasal Analizler	29
3.2.1.1. Rutubet Miktarı Tayini	29
3.2.1.2. Kül Miktarı Tayini	29
3.2.1.3. Ham Yağ Miktarı Tayini.....	29
3.2.1.4. Protein Miktarı Tayini	29
3.2.1.5. Titre edilebilir asitlik (TEA) tayini.....	29
3.2.2. Suda Çözünen Madde (%) ve Su Bağlama Kapasitesi (%) Tayini.....	29
3.2.3. Toplam Fenolik Madde Tayini	30
3.2.3.1. Dimetilsülfoksit (DMSO) ile Toplam Fenolik Madde Tayini	30
3.2.3.2. Etil Alkol ile Toplam Fenolik Madde Tayini.....	32
3.2.3.3. Metil Alkol ile Toplam Fenolik Madde Tayini	33
3.2.4. Antioksidan Aktivite Tayini.....	34
3.2.4.1. Antioksidan Aktivitenin DPPH (2,2-diphenyl-1 picrylhydrazyl) Radikalini Yakalama Aktivitesi Üzerinden Belirlenmesi	34

3.2.4.2. TEAC Yöntemi ile Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi	36
3.2.5. Fenolik Bileşiklerden Rutin ve Kuersetinin HPLC ile Analizi ...	39
3.2.5.1. HPLC İçin Örnek Ekstraksiyonu.....	42
3.2.6. İstatistiksel Analiz	42
BÖLÜM 4	
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	43
4.1. Karabuğday Unlarının Bazı Kimyasal Özellikleri.....	43
4.2. Karabuğday Unlarının Suda Çözünürlük (%) ve Su Bağlama Kapasitesi (%) Sonuçları.....	49
4.3. Farklı Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karabuğday Unlarında Toplam Fenolik Madde Üzerine Etkisi.....	52
4.4. Karabuğday Unlarında Antioksidan Aktivite Tayini	55
4.5. Karabuğday Flavonoidlerinden Rutin ve Kuersetinin HPLC'de Analizi	60
BÖLÜM 5	
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	64
6. KAYNAKLAR	71
7. EKLER	79
ÖZGEÇMİŞ	85

Çizelge 2.1.	Karabuğday ununun (kepeksiz) nem, protein, ham yağ ve kül miktarı bakımından diğer gıdalar ile karşılaştırılması.....	7
Çizelge 2.2.	Karabuğdayın ortalama mineral ve vitamin içerikleri.....	13
Çizelge 3.1.	Karabuğday çeşitlerinin hasat yılına göre yetiştirme özellikleri.....	28
Çizelge 3.2.	HPLC analizlerindeki mobil faz gradiyent sistemi.....	40
Çizelge 4.1.	2011 ve 2013 yıllarında hasatları yapılan karabuğday unlarının bazı kimyasal özellikleri.....	44
Çizelge 4.2.	Kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarının bazı kimyasal özellikleri.....	46
Çizelge 4.3.	2011 ve 2013 yıllarında hasatları yapılan karabuğday unlarının suda çözünürlük (%) ve su bağlama kapasitesi (%) sonuçları.....	50
Çizelge 4.4.	Kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarının suda çözünürlük (%) ve su bağlama kapasitesi (%) sonuçları.....	51
Çizelge 4.5.	2011 ve 2013 yıllarında hasatları yapılan karabuğday unlarının farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak belirlenen toplam fenolik madde (TFM, mg gallik asit/g un) miktarları.....	54

Çizelge 4.6.	2011 ve 2013 yıllarında hasatları yapılan karabuğday unlarının toplam fenolik madde (TFM, mg gallik asit/g un) miktarlarının istatistiksel olarak farklı ekstraksiyon yöntemleri ile karşılaştırılması	55
Çizelge 4.7.	2011 ve 2013 yıllarında hasatları yapılan karabuğday unlarının antioksidan aktiviteleri.....	57
Çizelge 4.8.	Kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarının antioksidan aktiviteleri	59
Çizelge 4.9.	2013 yılında hasatı yapılan karabuğday unlarının rutin ve kuersetin içerikleri.....	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1.	Karabuğday bitkisi ve tohumunun genel görünümü	6
Şekil 2.2.	Kuersetin kimyasal yapısı.....	16
Şekil 2.3.	Rutin kimyasal yapısı	17
Şekil 3.1.	DMSO ile ekstrakte edilen fenolik maddelerin tespitinde kullanılan gallik asit standart doğrusu	32
Şekil 3.2.	Etil alkol ile ekstrakte edilen fenolik maddelerin tespitinde kullanılan gallik asit standart doğrusu	33
Şekil 3.3.	Metil alkol ile ekstrakte edilen fenolik maddelerin tespitinde kullanılan gallik asit standart doğrusu	34
Şekil 3.4.	Troloks'a ilişkin % inhibisyon standart doğrusu.....	36
Şekil 3.5.	ABTS için Troloks standart doğrusu.....	39
Şekil 3.6.	Rutin standardı için kalibrasyon grafiği.....	41
Şekil 3.7.	Kuersetin standardı için kalibrasyon grafiği.....	41

EK A. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış rutin standardına ait HPLC kromatogramları (350 nm).....	79
EK B. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kuersetin standardına ait HPLC kromatogramları (330 nm).....	81
EK C. 2013 yılında hasat edilen kavuzlu karabuğday örneklerinin rutin (350 nm) ve kuersetin (330 nm) bileşiklerine ait kromatogramları DMSO için gallik asit standart eğrisi.....	83
EK D. 2013 yılında hasat edilen kavuzsuz karabuğday örneklerinin rutin (350 nm) ve kuersetin (330 nm) bileşiklerine ait kromatogramları Metil alkol için gallik asit standart eğrisi.....	84

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) dünyanın birçok ülkesinde yetiştirilen, önemi gün geçtikçe artan, uluslararası ticaretteki yeri giderek gelişen, tahıl benzeri (*pseudocereal*), tek yıllık bir bitkidir. Karabuğday tarımı Orta Asya'da başlamış ve buradan da Orta ve Doğu Avrupa'ya yayılmıştır. Günümüzde karabuğday 2.5 milyon hektar alanda yetiştirilmekte ve 2 milyon ton kadar üretilmektedir (Schoenlechner *et al.*, 2008). FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations)'ın 2011 yılı raporunun (FAOSTAT, 2011) karabuğday üretim verilerine göre, en çok karabuğday üretimini Rusya Federasyonu gerçekleştirmiştir. Ülkemizde ise ilk defa Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün ıslah çalışmaları sonucu geliştirdiği ve tescilleterek üretim izni aldığı Güneş ve Aktaş karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) çeşitleri yetiştirilmek üzere çiftçimize sunulmuştur.

Dünya'da insanların sağlıklı gıda talepleri ile birlikte karabuğdayın önemi giderek artmaktadır (Biacs *et al.*, 2002). En yaygın üretilen karabuğday türü, *Fagopyrum esculentum* Moench olmakla birlikte bazı dağlık bölgelerde *Fagopyrum*

tartaricum Gaertner'a da rastlanabilir (Li and Zhang, 2001). Karabuğdaylar yüksek besleyici değerlere sahip olup beslenmemiz için çok önemli protein kaynaklarıdır. Proteinleri ideal amino asit dizilimine sahiptir; nişasta, besinsel lif, vitamin, temel (Zn, Cu, Mn, Mg) ve iz elementleri içerirler. Ayrıca, karabuğdaylar, rutin, orientin, viteksin, kuersetin, izoviteksin, kaempferol-3-rutinozid, izoorientin ve kateşin gibi fenolik bileşikler yüksek miktarda içerirler (Im *et al.*, 2003; Min *et al.*, 2010; Panda *et al.*, 2010; Sedej *et al.*, 2012; Yıldız ve Yalçın, 2013).

Karabuğday tohumu proteinleri diğer tahıllara göre dengeli ve besinsel açıdan üstün bir amino asit kompozisyonuna sahiptir (Tang *et al.*, 2009; Radovic *et al.*, 1996). Karabuğday proteinleri ekmeklik buğday proteinleri ile kıyaslandığında glutamin ve prolin hariç bütün amino asitleri yüksek yada benzer miktarlarda içerirler. Glutamin ve prolin amino asitleri karabuğdayda çok az bulunur. Özellikle sınırlı miktarda bulunan lizin amino asiti ekmeklik buğday ununa göre 2.5 kat daha fazladır (Schoenlechner *et al.*, 2008). Karabuğday çölyak hastaları için toksik etkili olan prolamin proteinlerini önemsiz miktarda içerdiğinden dolayı glutensiz ürünlerde alternatif bir ürün olarak kullanılabilir. Avrupa'da karabuğday kullanılarak 3 farklı glutensiz bisküvi çeşidi önerilmiştir (Schoenlechner *et al.*, 2008). Yaygın olarak tarımı yapılan karabuğday unundan erişte, krep, gözleme, kek, kraker, kahvaltılık gevrek, ekmek ve bisküvi yapılabilir (Panda *et al.*, 2010). Ayrıca, karabuğday katkılı ürünlerde fenolik bileşik miktarı ve antioksidan aktivitenin de arttığı ifade edilmiştir. Yapılan bir çalışmaya göre de karabuğdayın prebiyotik etki gösterebileceği de saptanmıştır.

Karabuğday polifenolik bileşikler açısından zengindir ve diğer tahıllarda bulunmayan ve kalp-damar hastalıklarında tedavi amaçlı kullanılabilen önemli

bir fenolik bileşik olan rutin maddesini içermektedir. Rutin ve diğer flavanoidlerin insan sağlığı açısından birçok faydalı etkisi vardır. Rutinin kalp damar hastalıklarına karşı koruyucu etkisinin de olmasının yanı sıra kansere karşı koruyucu, yüksek kan basıncını dengeleyici ve daha birçok yararı mevcuttur. Diğer önemli bir fenolik bileşik olan kuersetinin en önemli görevi ise; metabolizmayı hızlandırmaktır. Bu sayede vücuttaki yağların yakılmasını ve vücudun toksinlerden arındırılmasını sağlar. Ayrıca, rutin ve kuersetin antioksidan aktiviteye de sahip olup, çoklu doymamış yağ asitlerini içeren karabuğdayı oksidatif bozulmalara karşı korur (Yıldız ve Yalçın, 2013). Yapılan bir çalışmaya göre karabuğdayın antioksidan aktivitesi diğer tahıllarla kıyaslandığında; en yüksek aktiviteyi karabuğday göstermiştir, bunu sırasıyla arpa ve yulaf izlemiştir, daha sonra gelen buğday ve çavdarın antioksidan aktivitesi birbirine benzer bulunmuştur (Sedej *et al.*, 2010). Bu çalışmamızda, karabuğdayın en önemli fenolik bileşiklerinden rutin ve kuersetin miktarları kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarında HPLC tekniği ile belirlenmiştir.

Bu araştırma, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü ile Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün bir ortak çalışmasıdır. Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen ve tescilletilen karabuğday çeşitlerinin (Güneş ve Aktaş) kimyasal, toplam fenolik bileşik ve antioksidan özelliklerinin incelenmesi ilk defa bu proje kapsamında yapılmıştır. Araştırmamız, ülkemizde geliştirilen karabuğday çeşitlerinin toplam fenolik madde, antioksidan özellikler ve bazı fenolik bileşiklerinin ilk kez belirlenmesi bakımından özgündür. Bu çalışmada kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarının toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve bazı önemli fenolik bileşikleri

incelendiğinden ülkemizdeki glutensiz gıda teknolojisi araştırma-geliştirme çalışmalarına destek vereceğı ve hızlandıracağı düşünölmektedir. Buğday, arpa ve çavdar tahıllarını tüketemeyen çölyak hastalarının antioksidan aktivite ve fenolik bileşiklerce zengin, alternatif glutensiz gıda ürünlerine ihtiyaçları vardır. Çalışmamızın bu bakımdan sosyal ve ekonomik boyutu da önemlidir.



BÖLÜM 2

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Karabuğday

Karabuğday tarımı Orta Asya'da başlamış ve buradan da Orta ve Doğu Avrupa'ya yayılmıştır. 13. yüzyıl içerisinde karabuğday tarımı, diğer tahılların tarımına bağlı olarak düşüş göstermesine rağmen, Almanya, Avusturya ve İtalya da önem kazanmıştır. Günümüzde karabuğday 2.5 milyon hektar alanda yetiştirilmekte ve 2 milyon ton kadar üretilmektedir (Schoenlechner *et al.*, 2008). FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations)'ın 2011 yılı raporunun (FAOSTAT, 2011) karabuğday üretim verilerine göre, en çok karabuğday üretimini 800.380 ton ile Rusya Federasyonu gerçekleştirmiştir. Bunu sırasıyla 720.000 ton ile Çin ve 292.985 ton ile Polonya izlemiştir (Yıldız ve Yalçın, 2013).

Dünya'da insanların sağlıklı gıda talepleri ile birlikte karabuğdayın önemi giderek artmaktadır (Biacs *et al.*, 2002). En yaygın üretilen karabuğday türü, *Fagopyrum esculentum* Moench olmakla birlikte bazı dağlık bölgelerde *Fagopyrum tartaricum* Gaertner'a da rastlanabilir (Li and Zhang, 2001). Gıda tüketiminde ise en çok *Fagopyrum esculentum* ve *Fagopyrum tartaricum* (Tataristan karabuğdayı) karabuğdayları kullanılır (Panda *et al.*, 2010).

Yaygın olarak tarımı yapılan karabuğday tatlı bir tada sahiptir ve genellikle Asya, Avrupa, Kuzey Amerika, Güney Afrika ve Avustralya'da tüketilmektedir. Tataristan karabuğdayı ise çok az acı tada sahip olduğu için gıda olarak tüketimi azdır (Liu *et al.*, 2008).

Karabuğday, *Polygonaceae* ailesine ait “tahıl benzeri (*pseudocereal*)” bitki olarak adlandırılır (Biacs *et al.*, 2002). Karabuğday tarlada hızla büyüyen, geniş yapraklı, tek yıllık bir bitkidir. Mart sonunda veya Nisan başında 20-25 cm ara ile ekilen ve tohumları Eylül-Ekim aylarında hasat edilen karabuğday bitkisinin boyu yetiştirme koşullarına göre 60-120 cm arasında değişir. Bitkiler tek köke sahip olup üzerinde daha küçük dallar bulunur. Yapraklar düz olmayan üçgen şeklinde bir görünüme sahiptir. Çiçekler ise beyaz, pembe veya kırmızıdır (Dizlek *ve ark.*, 2008). Karabuğday tohumu ve bitkisi Şekil 2.1 'de gösterilmiştir. Tarımı ılık iklimlerde yapılır. Gelişimi sırasında sıcaklık değişimlerine karşı hassastır. Çimlenme aşamasında ve büyüme mevsiminin sonunda, don olaylarına ve düşük sıcaklıklara karşı hassaslık gösterir. Filizlenme için toprak sıcaklığının 8-10°C olması ve yüksek nem seviyeleri gereklidir (Biacs *et al.*, 2002).



Şekil 2.1. Karabuğday bitkisi ve tohumunun genel görünümü (Anonymous, 2015)

2.2. Karabuğdayın Kimyasal ve Besinsel Özellikleri

Karabuğdaylar yüksek besleyici değerlere sahip olup beslenmemiz için çok önemli protein kaynaklarıdır. Proteinleri ideal amino asit dizilimine sahiptir; nişasta, besinsel lif, vitamin, temel (Zn, Cu, Mn, Mg) ve iz elementleri içerirler. Ayrıca, karabuğdaylar, rutin, orientin, viteksin, kuersetin, izoviteksin, kaempferol-3-rutinozid, izorientin ve kateşin gibi fenolik bileşikler yüksek miktarda içerirler (Im *et al.*, 2003; Min *et al.*, 2010; Panda *et al.*, 2010; Sedej *et al.*, 2012). Karabuğdayın nem, protein, ham yağ ve kül içeriği bakımından bazı gıdalar ile karşılaştırılması Çizelge 2.1 'de gösterilmiştir (Biacs *et al.*, 2002). Kavuzsuz karabuğday tanesi, 550 mg/g nişasta, 120 mg/g protein, 70 mg/g toplam besinsel lif, 40 mg/g ham yağ, 20 mg/g çözünür karbonhidrat ve 180 mg/g diğer bileşenleri (organik asit, fenolik bileşikler, tannin, nükleotid ve nükleik asitler) bulundururken (Bonafaccia *et al.*, 2003), karabuğday tohumu ise 100-125 mg/g protein, 650-750 mg/g nişasta, 20-25 mg/g ham yağ ve 20-25 mg/g mineral içerir (Li and Zhang, 2001).

Çizelge 2.1. Karabuğday ununun (kavuzsuz) nem, protein, ham yağ ve kül miktarı bakımından diğer gıdalar ile karşılaştırılması (Biacs *et al.*, 2002; Yıldız ve Yalçın, 2013).

Gıda Örneği	Nem (%)	Protein ^b (%)	Ham Yağ (%)	Kül (%)
Karabuğday Unu	11.02	10.03	2.02	1.64
Mısır kırmısı	11.43	8.37	1.02	0.60
Buğday unu ^a	11.81	13.21	0.93	0.47
Yağsız süt tozu	3.04	35.82	0.42	nd.

^aSert kırmızı yazlık buğday unu

^bKarabuğday ve Mısır kırmısı (N x 6.25), Buğday unu (N x 5.70), Yağsız süt tozu (N x 6.38) nd: Belirlenmemiştir.

2.2.1. Karabuğday karbonhidratları

Karabuğdayın toplam karbonhidrat içeriği %67-70 arasında değişir. Bunun %54.5'ini nişasta oluşturur (Steadman *et al.*, 2001a). Karabuğdayın nişasta granülleri, yüzeyinde bazı boşluklar ve çukurlar bulunan poligonal şekle sahiptir. Ayrıca, nişasta granülleri 2-14 µm boyutunda ve 6.5 µm çapına sahip küçük partiküllerdir (Acquistucci and Fornal, 1997; Qian *et al.*, 1998).

Yapılan bazı çalışmalara göre karabuğday nişastasının amiloz içeriği %46'dan fazladır. Ayrıca, diğer tahıl nişastaları gibi amiloz içeriğinin %21.1-27.4 arasında değiştiğini gösteren çalışmalar da vardır (Noda *et al.*, 1998). Karabuğday nişastası yüksek miktarda, uzun zincirli dallanmış amilopektinleri içerir. Uzun zincirli amilopektin polimeri daha çok bulunmasına rağmen (ağırlıkça %12-13), amiloz ve kısa zincirli amilopektinin dağılımı buğday ve arpa nişastaları ile benzerlik gösterir (Schoenlechner *et al.*, 2008). Genellikle karabuğday nişastaları diğer tahıl nişastalarına göre daha yüksek jelatinizasyon sıcaklıklarına sahiptir (Zheng *et al.*, 1998). Kavuzu ayrılmış ham karabuğday %73.5-76.0 oranında nişasta içerir. Bunun da %33.5-37.8'ini enzime dirençli nişasta oluşturur (Skrabanja and Kreft, 1998). Karabuğday nişastası, mısır ve buğday nişastası ile kıyaslandığında, yüksek amiloz içeriğine, su bağlama kapasitesine ve pik viskozitesine sahiptir (Qian *et al.*, 1998). Ayrıca, karabuğday karbonhidratları diğer tahılların karbonhidratlarına göre daha yavaş sindirilirler (Mariotti *et al.*, 2008).

Karabuğdaydaki besinsel lif, tohumu en dıştan saran tabakada bulunur. Kavuzu alınmış karabuğday tohumundaki besinsel lif oranı yaklaşık %7 civarındadır.

Kavuzu alınmış karabuğdaydaki çözünür ve çözünmez besinsel lif oranı yulaf ve buğday ile benzerlik gösterir. Karabuğdayda çözünmez lif oranı %2.2 oranında bulunurken, çözünür lif %4.8 oranında bulunmaktadır (Wijngaard and Arendt, 2006).

2.2.2. Karabuğday proteinleri

Karabuğdayın protein içeriği türüne göre %8.51-18.87 arasında değişim gösterir (Tang *et al.*, 2009). Yaygın olarak tarımı yapılan karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) tohumlarındaki başlıca depo proteinleri seyreltik tuz çözeltilerinde çözünebilen 8S ve 13S globulinlerinin ve suda çözünebilen 2S albüminlerinin karakterizasyonu üzerinde çalışılmıştır (Choi and Ma, 2006; Milisavljevic *et al.*, 2004; Radovic *et al.*, 1996; Radovic *et al.*, 1999; Tang *et al.*, 2009). Karabuğday proteinleri, temel olarak 13S legümin benzeri globulin protein subünitesi tarafından temsil edilir ve toplam depo proteinlerinin %43'ünü oluştururlar (Choi and Ma, 2006; Milisavljevic *et al.*, 2004; Radovic *et al.*, 1996). Minör subünitelerle (8S vicilin benzeri globulinler) birlikte depo globulinler, toplam tohum proteinlerinin %70'ini oluşturur. Milisavljevic *et al.* (2004)'in bildirdiğine göre 8S globulinler, 13S karabuğday leguminine göre biyoteknolojik çalışmalarda daha ilgi çekici olmuştur (Radovic *et al.*, 1999). Karabuğday proteinleri ekmeklik buğday proteinleri ile kıyaslandığında glutamin ve prolin hariç bütün amino asitleri yüksek ya da benzer miktarlarda içerirler. Glutamin ve prolin amino asitleri karabuğdayda çok az bulunur. Özellikle sınırlı miktarda bulunan lizin amino asiti ekmeklik buğday ununa göre 2.5 kat daha fazladır (Schoenlechner *et al.*, 2008). Karabuğday tohumu proteinleri diğer tahıllara göre dengeli ve besinsel açıdan üstün bir amino asit kompozisyonuna sahiptir (Tang

et al., 2009; Radovic *et al.*, 1996). Karabuğday proteinlerinin belirgin özelliklerinden birisi de sindiriminin kısmen düşük olmasına karşın proteinlerinin biyolojik değerinin yüksekliğidir. Ayrıca karabuğday proteinleri safra taşının oluşumunu engeller ve izole edilmiş soya proteinlerine kıyasla kolesterolü ciddi oranda düşürürler. Karabuğday proteininin fonksiyonel özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, suda çözünürlüğün pH 2-10 arasında soya protein izolatından, pH 2-7 arasında ise kazein proteininden yüksek; emülsiyon stabilitesinin pH 7-10 arasında soya protein izolatı ve kazeinden düşük; yağ absorpsiyon kapasitesi ise her iki proteinden yüksek bulunmuştur (Tomotake *et al.*, 2002). Karabuğday proteinlerinin fonksiyonel özellikleri ve *in vitro* sindiriminin lipid ve kül içeriği ile ilişkili olduğu, ekstraksiyondan sonra kurutma şeklinin fonksiyonel özellikleri etkilediği belirtilmiştir (Tang, 2007).

2.2.3. Alerjik etki

Karabuğday, çölyak hastaları için toksik etkili prolamin proteinlerini çok az (önemsiz) miktarda içerir (Schoenlechner *et al.*, 2008). Diğer taraftan bazı hassas hastalarda karabuğdayın (prolamin hissedilmemesine rağmen) alerjen etkilere yol açtığı bildirilmiştir (Radovic *et al.*, 1999). Özellikle karabuğdayın fazla tüketildiği Asya ülkelerinde, karabuğday alerjenik gıdalar arasındadır (Nordlee *et al.*, 2011). Karabuğdayın prolamin içeriği 3.8-5.2 mg/100 g tohumdur. Tam karabuğday unundan elde edilen bütün ürünlerdeki prolamin miktarı, glutensiz ürünler için izin verilen miktarın altındadır (Radovic *et al.*, 1999). Bir ürünün glutensiz sayılabilmesi için gluten (prolamin proteinleri) miktarının 20 mg/kg'den az olması gerekmektedir. Bazı ülkelerde ise bu değer <100 mg/kg'dir (Taylor, 2010).

Karabuğday, immünoglobulin-E (IgE; tip I immün reaksiyonu) ile bağlanan 24 kDa moleköl ağırlığına sahip proteini içerir ve bundan dolayı yüksek gıda alerjeni potansiyeline sahip olduğu ifade edilmiştir (Li and Zhang, 2001). Eğer hastalar karabuğday spesifik IgE antikoruna 1.26 kU_A/L seviyesinde veya daha üstünde sahip olurlarsa, çok küçük bir miktar karabuğdayın solunumla veya ağızla alınması sonucu tehlikeli alerjik reaksiyonlar meydana gelebilir (Sohn *et al.*, 2003). Aynı zamanda Tataristan karabuğday (*Fagopyrum tartaricum* Gaertn) tohumundan da bu protein izole edilmiştir (Wang *et al.*, 2004).

2.2.4. Karabuğday lipidleri

Karabuğdayda bulunan lipidler embriyoda yoğunlaşmıştır ve öğütme sonucunda kepek lipidce en zengin kısmı oluşturur. Karabuğday tohumundaki toplam lipid miktarı %2.48 (dwb)' dir ve bunun %2.41'i serbest lipidler, %1.09'u ise bağlı lipidlerdir. Karabuğday tohumu ayrıca %1.01 glikolipid, %0.47 fosfolipid içerir (Schoenlechner *et al.*, 2008). Embriyoda bulunan lipid konsantrasyonu 70-140 mg/g'dır ve lipid açısından en yoğun kısmı oluşturur. En düşük lipid miktarı 4-9 mg/g ile kavuzda bulunur. Yaygın olarak tarımı yapılan karabuğdaydaki en temel yağ asitleri: palmitik, oleik, linoleik, stearik, linolenik, araşidik, behenik ve lignoserik (lignoceric) asittir (Ahmed *et al.*, 2013).

2.2.5. Karabuğday mineralleri

Karabuğday tohumundaki mineral içeriği ekmeklik buğdaya göre daha düşüktür. Diğer taraftan (kalsiyum hariç) besinsel öneme sahip mineralleri diğer tahıllara (örneğin; pirinç, sorgum, millet ve mısır) göre fazla miktarda içerirler (Schoenlechner *et al.*, 2008). Tataristan karabuğdayı ile yaygın olarak ekimi yapılan karabuğdayı kıyaslayacak olursak; Tataristan karabuğdayı 2-3 kat daha

fazla Se, Zn, Fe, Co ve Ni elementlerini içerir (Bonafaccia *et al.*, 2003). Mineraller genel olarak karabuğdayın kepek kısmında yoğunlaşmıştır. Ca ve Zn mineralleri kavuzda daha yoğun bulunurken, kavuzun ayrılması ile birlikte P, K, Mg miktarlarında kuru maddede artış gözlenir (Steadman *et al.*, 2001b).

2.2.6. Karabuğday vitaminleri

Karabuğday tohumunun toplam folik asit miktarı 30 µg/100g'dır. Ayrıca karabuğday, çavdar unu (29 µg/100g), kavuzu ayrılmamış arpa (21 µg/100 g) ve ekmeklik buğday ununa (19-20 µg/100g) göre daha yüksek miktarda folik asit içerir. Karabuğday tohumları riboflavin ve piridoksin vitaminlerine de sahiptirler (Fabjan *et al.*, 2003). Ayrıca, Tataristan karabuğdayında yaygın olarak ekilen karabuğdaya göre toplam B vitamini içeriği daha yüksektir ve genellikle en fazla B vitamini karabuğdayın kepek kısmında yoğunlaşmıştır (Krkošková and Mrázová, 2005). Karabuğdayın ortalama mineral ve vitamin içeriği Çizelge 2.2 'de gösterilmiştir.

2.2.7. Karabuğday flavonoidleri

Karabuğdaydaki flavonoid içeriği ve bileşimi, karabuğdayın yetiştirme koşullarına göre farklılık gösterir (Li and Zhang, 2001). Karabuğday polifenol açısından zengindir ve altı farklı flavonoid çeşidini içerir. Bunlar: rutin, kuersetin, orientin, viteksin, izoorientin ve izoviteksindir (Zhang *et al.*, 2012).

Çizelge 2.2. Karabuğdayın ortalama mineral ve vitamin içerikleri (Biacs *et al.*, 2002; Yıldız ve Yalçın, 2013).

Mineraller	Miktarı (mg/100g)	Vitaminler	Miktarı (mg/1000g)
Kalsiyum	11.0-11.6	Tiamin	3.3
Demir	4.0-17.5	Riboflavin	10.3
Mağnezyum	173-390	Pantotenikasit	11.0
Fosfor	330-426	Kolin	440
Potasyum	450	Niasin	18.0
Bakır	0.95	Piridoksin	1.5
Mangan	3.37-14.3	Tokoferoller	40.0
Çinko	0.87-2.8		

Genellikle, karabuğdaydaki polifenoller kepekte yoğunlaşmıştır ve endospermde çok az bulunurlar. Kepek, yüksek konsantrasyonda tanen (sıvılaşmamış tanen 0.4 g/100 g ve sıvı tanen 1.7 g/100 g) ve diğer polifenoller (toplam polifenoller: 1.2 g kateşin eşdeğeri/100 g) içerir (Steadman *et al.*, 2001b). Karabuğdaydaki en temel flavonoid rutindir, diğer pseudo-tahıllarda rutin bileşiğine rastlanmaz (Hsu *et al.*, 2008; Schoenlechner *et al.*, 2008). Orientin, viteksin, kuersetin ve izoorientin kavuzda daha çok bulunurken; rutin ve izoviteksin hem kavuz hem de tohumda bulunur. Kavuzdaki rutin miktarı kavuzu alınmış taneye göre daha yüksektir (Gallardo *et al.*, 2006; Krahel *et al.*, 2008).

Fagopirin (Fagopyrin) karabuğdayda bulunan kompleks bir polifenoldür. Bu bileşik güneş ışığına maruz kalmış açık tenli hayvanlarda ışığa karşı duyarlılık oluşturmaktadır. Bundan dolayı bu hastalığa fagoprizim (Fagopyrism) de denilmektedir. Karabuğday tohumu çok az miktarda fagopirin içerirken, kurutulmuş ya da yeşil haldeki bütün karabuğday bitkisi besi hayvanlarında ciddi

toksik problemlere sebep olabilmektedir (Wijngaard and Arendt, 2006). Diğer taraftan ise fagopirin bileşikleri, Tip 2 diyabet hastalarının tedavisinde kullanılmaktadır (Krkoskova and Mrazova, 2005).

Karabuğdayın kavuzundan elde edilen fenolik bileşikler ve flavonoidler antioksidan aktiviteye sahiptir. Bunun yanında karabuğday fenolik asit, tokoferol, indirgenmiş glutatyon, inositol fosfat ve melatonin gibi antioksidan bileşiklerini de içerir (Schoenlechner *et al.*, 2008; Zielinski *et al.*, 2009). Antioksidan maddeler, çoklu doymamış yağ asitlerini içeren karabuğdayı oksidatif bozulmalara karşı korur (Watanabe *et al.*, 1997).

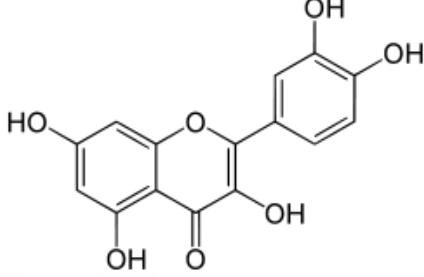
Karabuğday da bulunan rutin ve diğer flavonoidler insan sağlığı açısından birçok faydalı etkiye sahiptir. Bu bileşikler içerisinde sağlık açısından en çok yararı bulunan bileşik ise rutindir. Rutinin iltihap söktürücü ve kanser önleyici etkisi kanıtlanmıştır (Fabjan *et al.*, 2003; Zhang *et al.*, 2012). Rutinin düz kaslar üzerinde rahatlatıcı etkisinin bulunmasından dolayı, damar tıkanıklığından kaynaklanan felç riskini önleyici ve retinal kanamaya karşı koruyucu etkisi vardır (Liu *et al.*, 2008). Ayrıca rutin kalp damar hastalıklarına karşı koruyucu ve yüksek kan basıncını dengeleyici etkiye sahiptir (Fabjan *et al.*, 2003). Kuersetin bileşiği ise bağışıklık hücrelerinde histaminin açığa çıkmasının engellenmesine yardımcı olur. Kuersetinin en önemli görevi; metabolizmayı hızlandırmaktır. Bu sayede vücuttaki yağların yakılmasını ve vücudun toksinlerden arındırılmasını sağlar. Kuersetin güçlü bir antioksidan olup kolesterolü düşürmekte, kalp hastalıkları ve akciğer kanseri riskini azaltmaktadır. Ayrıca, antiviral ve

antibakteriyel etkilere de sahiptir (Ergüzel, 2006; Lee *et al.*, 2013; Materska, 2008).

Flavonoidlerin karbon iskeleti, iki fenil halkasının propan zinciri ile birleşmesinden oluşan ve 15 karbon atomu içeren, difenilpropan ($C_6-C_3-C_6$) yapısındadır. Flavonoidlerin yapısındaki OH grupları, reaktif özelliklerinden dolayı kolaylıkla glikozitlenir (Nizamlioğlu ve Nas, 2010). Rutin ve kuersetin flavonoidlerinin kimyasal yapıları arasında karşılıklı bir ilişki vardır. Kuersetin, bir glikozit olan rutin bileşiğinin aglikon formudur (Fabjan *et al.*, 2003; Kamalakkannan and Mainzen Prince, 2006). Kuersetin ayrıca birçok bitki ve gıda maddesinde bulunan yaygın bir flavonoldür (Ergüzel, 2006). Kuersetinin kimyasal yapısı Şekil 2.2 'de gösterilmiştir. Kuersetin, karabuğday haricinde bazı gıdalarda da yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Örneğin: soğanda 300 mg/kg, karalahanada 450 mg/kg, brokolide 100 mg/kg, fasulyede 50 mg/kg, elmada 50 mg/kg, kuşüzümünde 40 mg/kg ve çayda 30 mg/kg'dır. Uluslararası kanser araştırma ajansı (IARC)'nın 1999 yılında yapmış olduğu bir araştırmaya göre, kuersetinin kansere karşı koruyucu etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde ve Avrupa'da kuersetin gıda takviyesi olarak da kullanılmaktadır (Cui and Wang, 2012).

Kuersetin serbest aglikonuna bir disakkarit olan rutinozun bağlanması ile rutin glikoziti oluşmaktadır (Fabjan *et al.*, 2003; Kamalakkannan and Mainzen Prince, 2006). Rutinin kimyasal yapısı Şekil 2.3'de gösterilmiştir. Rutin bileşiği, kuersetin-3-ramnoglikozit (quercetin-3-rhamnoglucoside) ya da kuersetin-3-O-β-

rutinozid olarak da adlandırılır (Dadakova and Kalinova, 2010; Ratan and Kothiyal, 2011).



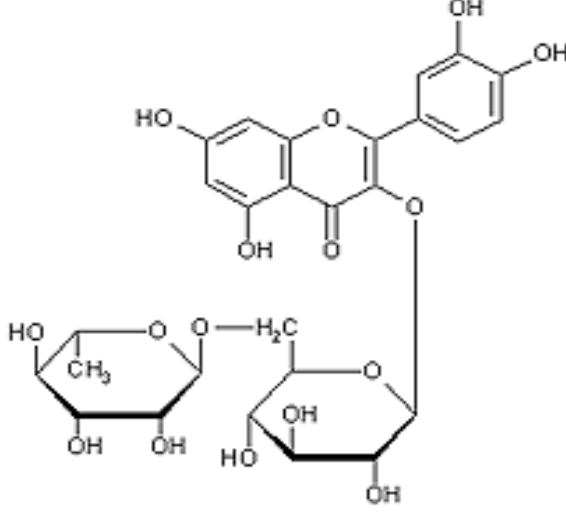
Şekil 2.2. Kuersetinin kimyasal yapısı (Anonymous, 2014a).

Rutin bileşiği karabuğday bitkisinin en çok yaprak ve çiçek kısımlarında bulunmaktadır. Bundan dolayı rutin endüstriyel olarak elde edilmesi bitkinin en çok bu kısımlarından sağlanmaktadır (Kalinova *et al.*, 2006). Rutin bileşiği karabuğday haricinde en çok soğan, elma, çay ve kırmızı şarapta bulunmaktadır (Kamalakkannan and Mainzen Prince, 2006).

Dört farklı kateşin türevi [(-)-epikateşin, (+)-kateşin-7-O- β -D-glukopiranozid, (-)-epikateşin-3-O-p-hidroksibenzoat ve (-)-epikateşin-3-O-(3,4-di-O-metil)gallat] kavuzu ayrılmış karabuğday tanesinden etanol ekstraksiyonu ile izole edilebilir. Bu kateşinlerin antioksidan aktiviteleri rutin bileşiğine göre daha yüksektir (Kalinova *et al.*, 2006).

Tataristan karabuğdayı ile yaygın tarımı yapılan karabuğdayın kıyaslandığı bir çalışmada, Tataristan karabuğdayındaki flavonoid içeriği 40 mg/g iken, yaygın tarımı yapılan karabuğday tohumunda 10 mg/g saptanmıştır. Tataristan

karabuğdayındaki flavonoid içeriğinin daha fazla olduğu gözlenmiştir (Liu et al., 2008; Qin et al., 2010).



Şekil 2.3. Rutinin kimyasal yapısı (Anonymous, 2014b).

Oomah and Mazza (1996)'nın yaptıkları bir çalışmaya göre, flavonoid içeriği rutin miktarı ile kuvvetli bir korelasyon göstermiş fakat antioksidan aktiviteleri zayıf bulunmuştur. Yapılan diğer bir çalışmaya göre karabuğdayın antioksidan aktivitesi diğer tahıllarla kıyaslandığında; karabuğday> arpa> yulaf> buğday=çavdar şeklinde gözlenmiştir (Sedej et al., 2010).

Başka bir çalışmada incelenen 14 farklı karabuğday çeşidinin farklı miktarlarda rutin içerdiği gözlenmiştir. En düşük rutin içeriği 0.064-0.390 mg/100 g'dır (Suzuki et al., 2005). Bir diğer çalışmada ise, üç farklı karabuğday çeşidinin (*Fagopyrum esculentum*, *F. tataricum* ve *F. homotropicum*) rutin ve toplam flavonoid içerikleri incelenmiş, sırasıyla *Fagopyrum esculentum* için %0.02 ve %0.04, *F. Homotropicum* için %0.10 ve %0.35, *F. Tataricum* için ise %1.67 ve

%2.04 olarak bulunmuştur. Antioksidan aktiviteleri ise *F. Tataricum* > *F. Homotropicum* > *Fagopyrum esculentum* şeklinde azalmıştır (Jiang *et al.*, 2007).

Inglett *et al.* (2010), mikrodalga ışınlarını kullanılarak elde edilen karabuğday ekstratlarının fenolik madde içeriklerini, su banyosu kullanılarak elde edilen ekstratlarla kıyaslamışlardır. Genellikle, mikrodalga ışınları kullanılarak elde edilen fenolik madde miktarı, su banyosu kullanılarak elde edilen fenolik madde miktarından daha fazla bulunmuştur. En yüksek fenolik madde miktarı (18.5 ± 0.2 mg/g), %50 etanol/su ve 150°C'de mikrodalga kullanılarak elde edilen ekstratlarda belirlenmiştir.

Karabuğdayda bulunan flavonoid bileşiklerin tayininde genellikle HPLC cihazı kullanılmıştır. Bununla ilgili yapılan bir araştırmada, karabuğday kavuzunda bulunan toplam flavonoid miktarının, karabuğday ununa göre çok daha fazla olduğu saptanmıştır. Buna göre karabuğday kavuzunda 45.6 mg/100g km toplam flavonoid bulunurken, unundaki miktar 9.8 mg/100g km'dır. Karabuğdaydaki en temel flavonoid olan rutin kavuzda en yüksek yüzdeye sahip iken, kuersetin çok az miktarda bulunmaktadır (Quettier-Deleu *et al.*, 2000). Başka bir çalışmada ise RP-HPLC (reverse phase high performance liquid chromatography) ve ESI-TOF-MS (electrospray-ionization-time of flight-mass spectrometry) cihazları kullanılarak 30 farklı fenolik bileşik karakterize edilmiştir (Verardo *et al.*, 2010).

Isıl işleme uğramış karabuğdaylarda flavonoid konsantrasyonu azalmaktadır. Karabuğday 150°C'de 10 dk ısıtılınca maruz kaldığında flavonoid

konsantrasyonu %20 oranında azalırken, aynı sıcaklıkta 1 saatten fazla ısıtım uygulandığında flavonoid içeriği %40 oranında azalma göstermiştir (Wijngaard and Arendt, 2006).

Flavonoid glikozitleri genellikle bağırsaktaki mikroorganizmalar tarafından hidrolize edilirler. Bir bağırsak bakterisi olan *Eubacterium ramulus* karabuğdaydaki flavonoidlerin parçalanmasını sağlar. Karabuğday yaprağından elde edilen besinsel flavonoidler saf rutin flavonoidine göre *E. ramulus* için daha iyi substrat kaynağıdır (Wijngaard and Arendt, 2006).

2.3. Karabuğdayın Teknolojik Özellikleri

Bugün Dünya’da geliştirilen glutensiz gıda ürünleri (örneğin ekmek, makarna ve bisküvi) tahıl benzeri olarak adlandırılan pseudo-tahıllardan (*pseudocereals*) üretilmektedir (Yıldız ve Yalçın, 2013). Pseudo-tahıllara örnek olarak, amarant, kinoa (quinoa) ve karabuğday verilebilir. Productscan® Online Database (www.productscan.com) göre, Kuzey Amerika’da amarantdan yapılan 9 glutensiz ekmek çeşidi, Avrupa’da ise karabuğday kullanılarak yapılan 3 farklı glutensiz bisküvi çeşidi listelenmiştir (Schoenlechner *et al.*, 2008; Yıldız ve Yalçın, 2013). Yaygın olarak tarımı yapılan karabuğday unundan erişte, krep, gözleme, kek, kraker, kahvaltılık gevrek, ekmek ve bisküvinin yapılabileceği bildirilmiştir (Panda *et al.*, 2010). Karabuğday ve pseudo-tahılların glutensiz gıdalarda kullanımına yönelik bazı araştırmalar aşağıda özetlenmiştir:

Bir çalışmada, %100 pseudo-tahıl unlarından elde edilen erişteye, albümin, emülgatör, enzim ve ksantan gam katılması ile makarna kalitesinde artış

gözlenmiştir. Karabuğday unundan elde edilen eriştenin ise doku dayanıklılığı artmış ve pişirme kayıpları azalmıştır (Schoenlechner *et al.*, 2008). Kademeli değirmen kullanılarak öğütülen karabuğday tanelerinin, dıştan içe doğru 16 farklı aşamadaki öğütülmüş karabuğdayların erişte kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Undaki protein ve kül miktarı içten dışa doğru artış gösterirken, bazı yağ asitleri (palmitik, stearik, linoleik, linolenik) miktarlarında azalma gözlenmiştir. Optimum pişme süresi ve pişmiş ve pişmemiş eriştelerdeki ağarma oranı içten dışa doğru azalma göstermiştir. Ayrıca, tanenin iç kısımlarından elde edilen un ile üretilen eriştelerde, diğer kısımlarına göre daha sıkı ve daha az elastik erişteler elde edilmiştir (Hung *et al.*, 2007).

Kinoa ve karabuğdayın sadece nişasta bileşenleri kullanılarak, bisküvi hamuru ve ürünleri başarılı bir şekilde üretilmiştir (Schoenlechner *et al.*, 2008). Schober *et al.* (2003), %10 karabuğday unu, %50 kahverengi pirinç unu, %30 patates nişastası ve %10 millet tanesi katarak bisküvi üretimini araştırmışlardır. Üretilen bisküvilerin yapısında homojenlik gözlenmezken, daha yumuşak hamur ve sonucunda daha kalın bisküviler elde edilmiştir.

Chillo *et al.* (2008), toplam formulasyonda kullanılan karabuğday ununun her bir dozuna (%10, %20, %30) karşılık kullanılan Durum buğdayı kepeği (%10, %15, %20) ilavesinin spagetti kalitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Ayrıca karbonhidrat açısından zengin olan spagettiye, protein açısından zengin olan karabuğday unu katarak spagettiye protein açısından zenginleştirmek amaçlanmıştır. Buna göre, kırılma hassasiyetinin %15 ve 20 kepek ilavesi ile azaldığı ifade edilmiştir. Bunun yanında pişirmeye karşı gösterilen direnç,

yapışkanlık ve pişirme kayıplarında kontrole göre bir değişiklik olmamıştır (Yıldız ve Yalçın, 2013).

Bir başka çalışmada, karabuğday kepek unu (KKU) ilave edilen (250 g/kg) spagettilerin amino asit kompozisyonu, protein içerikleri, mineral kompozisyonu ve kül içeriklerinin pişirme ve işleme aşamalarındaki değişimleri incelenmiştir. KKU'nun Durum irmiğine göre mineral ve protein içeriği daha fazladır. Ekstrüzyon ve kuruma sıcaklıklarının, KKU içeren spagettilerin kül ve mineral madde içeriklerinde çok az ya da hiç etkisi olmamıştır. Ayrıca, 90°C'deki kurutma sıcaklığı protein içeriğini etkilememiş olmasına rağmen, karabuğdayın içerdiği lizin esansiyel amino asitinde %31 azalma görülmüştür. Lizin miktarındaki azalmanın bir başka nedeni de indirgen şekerler ve lizin serbest amino grubu arasında meydana gelen Maillard reaksiyonudur. Pişirme sırasında mineral maddeler makarna dokusundan ayrıldığından kül içeriğinde %28 azalma görülmüştür. Bunun sonucunda potasyumda %62, bakırda %45 ve çinkoda %11 oranında azalma meydana gelirken, kalsiyum, demir, magnezyum ya da mangan miktarlarında çok az değişiklik gözlenmiştir. Pişirme sırasında meydana gelen bu kayıplara rağmen KKU içeren makarnalarda, Durum irmiği ile üretilen makarnalara göre daha az mineral kaybı olmuştur (Manthey and Hall, 2007).

Zencefilli-fındıklı bisküvilerde tam karabuğday ununun (%30, %40, %50) kullanılabilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada, aslında bu bisküvi kalitesinin geliştirilmesinde kullanılan çavdar unu yerine kullanılıp kullanılamayacağı incelenmiştir. Ürünün standart formülasyonunda kullanılan un buğday unudur. Karabuğday unu kullanıldığı zaman çavdara göre protein, çinko, toplam

polifenol, antioksidan ve şelat aktivitesinde önemli bir artış gözlenmiştir. Toplam besinsel lif, bakır, mangan ve demir miktarlarında artış olmasına rağmen çavdar kullanıldığı zamanki miktarları geçememiştir. Tam karabuğday unu kullanılarak zenginleştirilmiş bisküviler, buğday ununa göre daha fazla duyusal özellik, yumuşaklık ve kırılganlığa sahip olurken; aynı kalite özelliklerinin çavdar unu eklenmiş bisküvilere göre daha düşük olduğu gözlenmiştir (Filipcev *et al.*, 2011).

Sakac *et al.* (2011), pirinç ve karabuğday unundan yapılan glutensiz ekmeklerin antioksidan kapasitesine etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada, pirinç ve tam karabuğday unu (TKU) veya pirinç ve kepeksiz karabuğday unu (KKU) 90:10, 80:20, 70:30 oranlarında karışımları sağlanarak glutensiz ekmekler üretilmiştir. KKU veya TKU'nın hamur formülasyonunda artırılması ile son ürünlerdeki antioksidan kapasitesinde artış gözlenmiştir. Ekmek yapma işlemi sırasında glutensiz ürünler farklı antioksidatif parametreler gösterir. KKU içeren örneklerin toplam fenolik madde (TFM) içeriklerinde azalma gözlenmiştir. Diğer taraftan %30 TKU içeren örneklerdeki TFM değeri %17 azalma göstermiştir. Her iki karabuğday unu ayrı ayrı %10 ve %20 oranlarında katıldığında ekmekteki antioksidatif ve indirgeyici aktivitelerde azalma meydana gelmiştir.

Tarhananın besinsel ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla kavuzsuz karabuğday unu (KU) ilavesinin etkisi incelenmiştir (Bilgiçli, 2009a). Tarhana formülasyonuna KU çeşitli oranlarda (%20, %40, %60, %80, %100) katılarak bazı fiziksel, kimyasal, fonksiyonel ve duyusal özellikler kontrol grubu ile kıyaslanmıştır. Buna göre, tarhana örneklerindeki fermentasyon kaybı %9.06-23.27 arasında değişmiştir. Tarhanadaki kül, protein, yağ ve selüloz içerikleri KU

miktarı arttıkça artış göstermiştir. Tarhana üretim aşamaları esnasında KU'nun içerdiği yüksek fitik asit miktarında (1565mg/ 100 g) %98.7 oranında azalma meydana gelmiştir. KU oranındaki artış tarhananın K, Mg ve P içeriğini önemli düzeyde artırmıştır. Ayrıca, %40 oranında KU katımı üretilen eriştelerin lizin amino asiti miktarını artırmıştır. KU katımı tarhanaların besinsel değerini artırmıştır, fakat KU'nun %40 ve daha fazlası katıldığı durumlarda fonksiyonel ve duyusal özelliklerde azalma meydana gelmiştir (Bilgiçli, 2009a).

Bilgiçli (2009b) bir diğer çalışmasında, kavuzsuz karabuğday unu (KU), pirinç unu ve mısır nişastası karışımı ile üretilen glutensiz tarhanaları, buğday unu ile üretilen tarhana ile kıyaslamıştır. Çalışmadaki iki farklı glutensiz tarhana formülasyonunda %40 ve %60 oranlarında KU kullanılmıştır. Buna göre, KU'nun %60 oranında katıldığı durumlarda tarhana örneklerinin kül ve yağ miktarlarında artış gözlenirken, renk özelliklerinden parlaklık değeri (*L*) olumsuz etkilenmiştir. KU'nun glutensiz formülasyonda artırılması ile potasyum, magnezyum ve fosfor içerikleri önemli düzeyde yükselmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda ise KU katılması ile tarhanaların kıvam, tat, ekşilik ve gevreklik özellikleri değişmiştir. Glutensiz tarhanalardan %40 oranında KU katılan tarhana, panelistler tarafından en iyi tat ve yüksek kabul edilebilirlik puanı almıştır (Bilgiçli, 2009b).

Karabuğday ekmeklerindeki aroma bileşenlerinin incelendiği bir araştırmada, %15 karabuğday unu ve %85 buğday unu kullanılarak kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlu ekmekler üretilmiştir. Karabuğday ekmeğindeki uçucu bileşenler ve tat bileşenleri analiz edilerek, tamamen ekmeklik buğday unundan

elde edilen beyaz ekmekle kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda, her iki karabuğday ekmeğinin, beyaz ekmeğe göre daha fazla şeker ve şeker bileşenleri içerdiği gözlenmiştir. Ayrıca, karabuğday ekmeğindeki toplam serbest amino asit miktarı 86.36-87.73 mg/g aralığında iken, beyaz ekmekteki miktarı 73.90 mg/g olarak bulunmuştur. Karabuğday ekmeklerindeki toplam uçucu bileşenler (3564.36-4951.39 µg/g), beyaz ekmeğe göre (1706.46 µg/g) iki üç kat daha fazla olduğu, karabuğday ekmeklerinin daha karakteristik bir aromaya sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, karabuğday ekmeklerindeki 5'-nükleotid (aroma bileşiği) miktarı beyaz ekmeğe göre daha yüksek bulunmasından dolayı daha keskin bir tada sahip oldukları düşünülmektedir (Lin *et al.*, 2009).

Başka bir çalışmada ise yine %15 kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unu ve %85 buğday unu kullanılarak üretilen ekmeklerin altı gün boyunca depolama stabilitelerindeki değişim incelenmiştir. Pişirme işleminden sonra beyaz ekmekte daha yüksek nem içeriği gözlenmiştir. Toplam mikroorganizma yükü birinci günde taze ekmeğe göre benzer iken, altıncı gün sonundaki toplam mikroorganizma yükü beyaz ekmek>kavuzsuz karabuğdaylı ekmek> kavuzlu karabuğdaylı ekmek şeklinde değişmiştir. Ekmeklerdeki tekstür değişimlerine bakacak olursak %15 karabuğday içeren ekmeklerde daha sert ve daha yapışkan yapı gözlenmiştir (Lin *et al.*, 2012).

Bir araştırmada karabuğdayların prebiyotik etki gösterebileceği saptanmıştır. Bu çalışma kapsamında, çeşitli fare türlerinde karabuğdayın sindirilmesi araştırılmıştır ve ayrıca farelerin bağırsaklarında bulunan *Enterobakteriler* ve *Bifidobakteriler* üzerinden mikrobiyolojik araştırma yapılmıştır. Sonuç olarak,

karabuğday ile beslenen farelerde kontrol grubuna göre aerobik mezofilik ve laktik asit bakteri miktarlarında artış gözlenmiştir. Ayrıca karabuğday diyeti uygulanan farelerde *Enterobakteriler* ve patojenik bakterilerde çok az azalma meydana gelmiştir. Bu bilgiler ışığında, karabuğdayın prebiyotik bir ürün olarak tüketilebileceği sonucuna varılmıştır (Prestamo *et al.*, 2003).

Ekstrüzyon koşullarının fizikokimyasal özellikler üzerinde etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, karabuğday ve mısır unları farklı nem (%12-15) ve içeriklerde (%15-30-45-60-100) formülasyona katılmıştır. Bu çalışmaya göre, %12 ve %15 nem içeriklerinde formülasyondaki karabuğday oranı arttıkça genleşme oranında önemli ölçüde artış gözlenmiştir. Nem oranının %12, karabuğday içeriğinin %100 olduğu durumda en yüksek genleşme katsayısına ulaşılmıştır. Nem içeriğinin %12 ve karabuğday içeriğinin %60 ve %100 olduğu durumlarda en yüksek suda çözünürlük değerlerine (sırasıyla %37.9 ve %39.6) ulaşılmıştır. Karabuğday içeriğinin ve nem içeriğinin artması ile birlikte ekstrüde ürünlerde su absorpsiyon kapasitesinde artış gözlenmiştir (Ekielski *et al.*, 2007).

Jozinovic *et al.* (2012), ekstrüze edilen ve ekstrüze edilmeyen mısır unlarına karabuğday ya da kestane ununun katılması ile mısır ununda meydana gelen kimyasal ve reolojik özelliklerdeki değişimleri incelemişlerdir. Her iki mısır ununa da karabuğday unu eklendiği zaman protein, yağ, besinsel lif ve kül içeriğinde artış gözlenirken, kestane unu eklendiği zaman protein içeriği hariç diğer kimyasal özellikler artmıştır. Karabuğday ve kestane unları daha küçük nişasta granüllerine sahip oldukları için enzimler tarafından parçalanmaya daha uygundur. Bundan dolayı mısır ununa eklendikleri zaman dirençli nişasta

oranında belirgin bir azalma meydana gelmiştir. Ekstrüzyon işleminden sonra ise zedelenmiş nişasta miktarında artış gözlenmiştir. Ekstrüzyon işlemi kül ve lif içeriğini etkilemezken, protein miktarını çok az artırıp, yağ miktarını belirgin bir biçimde azaltmıştır. Karabuğday ununun eklenmesi ile toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite de artış gözlenmiştir. Ekstrüzyon işlemi uygulandığında ise ısı işlem sebebi ile ısıya duyarlı bazı antioksidan bileşenler, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitede azalma tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada ise karabuğday unundaki fenolik maddeler, kavrulma (roasting) ya da ekstrüzyon işlemlerinden önce ve sonra ekstrakte edilerek fenolik madde üzerindeki değişim incelenmiştir. Folin-Ciocalteu yöntemi ile belirlenen toplam fenolik maddede her iki işlemten sonra herhangi bir değişim meydana gelmemiştir. DPPH yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivite tayininde ise 200°C'de 10 dk kavrulan unların antioksidan aktivitelerinde çok az bir azalma meydana gelirken, ekstrüzyon (170°C) işleminden sonra bir değişim olmamıştır (Şensoy *et al.*, 2006).

BÖLÜM 3

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Karabuğday Unu

Araştırmamızda, Konya’da bulunan Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü Tarla Bitkileri biriminin ıslah çalışmaları sonucu elde ettiği ve tescilleterek üretim izni aldığı Güneş ve Aktaş karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) çeşitlerinin kavuzlu ve kavuzsuz olarak öğütülmesiyle elde edilen karabuğday unları kullanılmıştır. Karabuğdaylar tam olgunlaşma döneminde hasat edilmiştir. Farklı zamanlarda (2011 ve 2013 hasat yılları) hasat edilen Güneş ve Aktaş karabuğday çeşitlerinin kavuzlu ve kavuzsuz olarak öğütülerek analize hazırlanması Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde gerçekleştirilmiştir. Buna göre 2011 ve 2013 yıllarında hasat edilen karabuğdayların yetiştirme şartları aşağıdaki Çizelge 3.1’de verilmiştir:

Çizelge 3.1. Karabuğday çeşitlerinin hasat yılına göre yetiştirme özellikleri.

Yetiştirme Özellikleri	2011 Hasat Yılı	2013 Hasat Yılı
Ekim tarihi	18.04.2011	15.04.2013
Hasat zamanı	08.07.2011	16.07.2013
Sulama zamanları	16.05, 15.06, 2011	02.05, 30.05, 26.06, 2013
Ekim sıklığı	250 adet/m ²	250 adet/m ²
Gübreleme zamanı	18.04.2013	15.04.2013
Gübreleme miktarı	3 kg N/da; 8 kg P ₂ O ₅ /da	3 kg N/da; 8 kg P ₂ O ₅ /da

3.1.2. Kimyasallar

Toplam fenolik madde tayininde kullanılan standart gallik asit, Folin Ciocalteu's phenol ayırıcı, mutlak etil alkol ve dimetil sülfoksit (DMSO) Sigma-Aldrich firmasından (St. Louis, MO, A.B.D.); sodyum karbonat ve mutlak metil alkol ise Riedel-de Haën firmasından (Almanya) temin edilmiştir.

Antioksidan aktivite tayininde radikal çözeltinin hazırlanmasında kullanılan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ve ABTS (2,2'-Azino-bis(3-ethybenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt) ve potasyum persülfat kimyasalları ile Troloks standardı ((±)6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid) Sigma-Aldrich firmasından (St. Louis, MO, A.B.D.), örnek ekstraksiyonu için kullanılan mutlak metil alkol Riedel-de Haën firmasından (Almanya) temin edilmiştir.

Flavonoid bileşikleri olan rutin ve kuersetinin HPLC ile analizinde daima HPLC saflığında (HPLC grade) çözücüler kullanılmıştır. Rutin ve kuersetin standart maddeleri Sigma-Aldrich firmasından (St. Louis, MO, A.B.D.) temin edilmiştir.

3.2. Metod

3.2.1. Kimyasal Analizler

3.2.1.1. Rutubet Miktarı Tayini

Rutubet miktarı, AACC Metot No. 44-01 (AACC, 2000)' göre belirlenmiştir.

3.2.1.2. Kül Miktarı Tayini

Kül miktarı, AACC Metot No. 08-01 (AACC, 2000) 'e göre belirlenmiştir.

3.2.1.3. Ham Yağ Miktarı Tayini

Ham yağ miktarı, AACC Metot No. 30-25 (AACC, 2000)' e göre belirlenmiştir.

3.2.1.4. Protein Miktarı Tayini

Protein miktarı, AACC Metot No. 46-12 (AACC, 2000) 'e göre belirlenmiştir.

3.2.1.5. Titre Edilebilir Asitlik (TEA) Tayini (sülfürik asit cinsinden)

Titre edilebilir asitlik (sülfürik asit cinsinden), Buğday Unu Türk Standardı 4500/ Haziran 2010 Asitlik Tayini metoduna (TSE, 2010) göre belirlenmiştir.

3.2.2. Suda Çözünen Madde (%) ve Su Bağlama Kapasitesi (%) Tayini

Kavuzsuz ve kavuzlu karabuğday unlarının suda çözünen madde (%) ve su bağlama kapasitesi (%) değerleri Singh and Singh (2003) metoduna göre yapılmıştır. Bu metoda göre 0.5 gr hassasiyetteki karabuğday un örneği darası alınmış polipropilen tüplere tartılmış ve üzerine 10 ml distile su ile ilave edilmiş, daha sonra her bir tüp 90 dakika vorteks karıştırıcıda karıştırdıktan sonra tüpler 4000xg'de 10 dakika santrüfjüj edilmiştir. Süpernatant önceden darası alınmış metal kaplara dökülmüş ve kaplar 100°C'deki etüve konularak tüm içerik kuruyuncaya kadar kurutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Santrüfjüjden çıkan tüplerdeki yağ çökelti tartıldıktan sonra aynı şekilde

100°C'deki etüvde kurutulmuştur. Kuruyan çökeltiler oda sıcaklığına desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Tüm örneklerde suda çözünen madde ve su bağlama kapasitesi tayini için üç tekrar yapılmıştır. Sonuç aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\text{Suda Çözünen Madde (\%)} = \frac{\text{Kuru süpernatant ağırlığı (g)}}{\text{Tartılan örnek miktarı (g)}} \times 100$$

$$\text{Su Bağlama Kapasitesi (\%)} = \frac{\text{Islak çökelti - Kuru çökelti ağırlığı (g)}}{\text{Tartılan örnek miktarı (g)}} \times 100$$

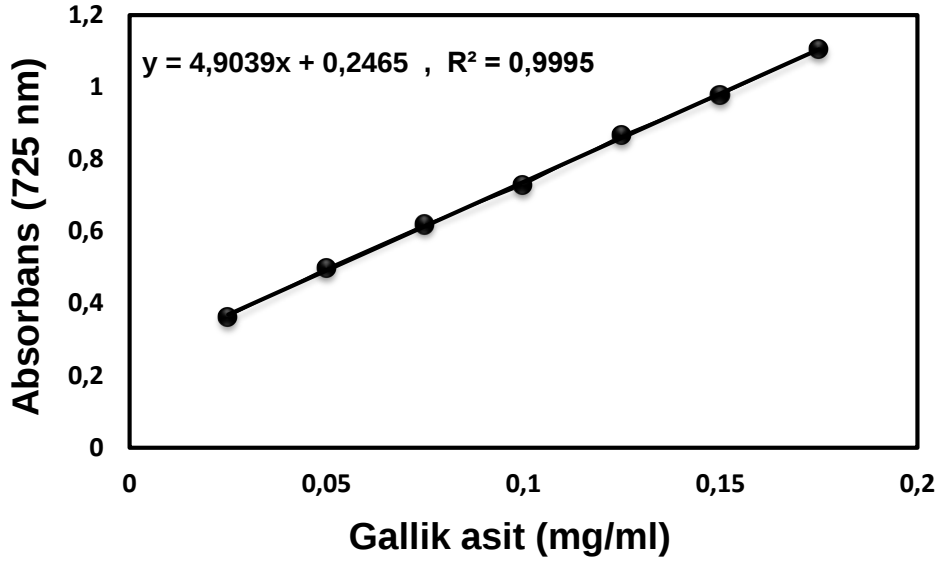
3.2.3. Toplam Fenolik Madde Tayini

Folin-Ciocalteu yöntemi, Folin-Ciocalteu çözeltisinde bulunan fosfotungstik ve fosfomolibdik asitlerin kompleks polimerik iyonları ile fenolik bileşiklerin oksidasyonu sonucu oluşan mavi renkli molibden-tungsten kompleksinin konsantrasyonunun uygun bir dalga boyunda ölçülmesi ilkesine dayanır (Barut Uyar ve ark., 2013). Bu amaçla kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday örnekleri 3 ayrı çözücü ile ayrı ayrı ekstrakte edilerek toplam fenolik madde miktarları belirlenmiştir.

3.2.3.1. Dimetil sülfoksit (DMSO) ile Toplam Fenolik Madde Tayini

Karabuğday unlarının DMSO ile toplam fenolik madde tayini Gutfinger (1981) ve Singleton *et al.* (1999) tarafından önerilen Folin-Ciocalteu yöntemi modifiye edilerek yapılmıştır. Kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarının ekstraksiyonu 3 tekrarlı çalışılmıştır. Deney tüplerine 0.22 gram örnek tartılıp üzerine 5 mL

DMSO ilave edilerek süre başlatılmıştır. Örnekler her 15 dk da bir kez olmak üzere vorteksle karıştırılarak 1 saat süresince ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Süre sonunda 9000xg 'de 15 dk santrüfjü edilerek süpernatanttan 0.125 mL alınıp test tüplerine aktarılmıştır. Üzerine 3.25 mL distile su ve 0.25 mL Folin-Ciocalteu's fenol ilave edilip oda sıcaklığında 3 dk beklenecek reaksiyonun gerçekleşmesi sağlanmıştır. Daha sonra 0.5 mL sodyum karbonat çözeltisi (%20) ve 0.75 mL distile su ilave edilerek, örnekler oda sıcaklığında ve karanlıkta 1 saat inkübasyona bırakılmıştır. Reaksiyon sonunda indirgenen folin-ciocalteu çözeltisinin oluşturduğu mavi renk, spektrofotometrede (Shimadzu 1700, Japonya) 725 nm dalga boyunda şahide karşı okunmuştur. Okunan absorbans değerlerine karşılık gelen konsantrasyon değerleri hesaplanarak, sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri / g örnek olarak hesaplanmıştır. Daha sonra bu sonuçlar kuru madde üzerinden mg gallik asit eşdeğeri / g un olarak ilgili çizelgede gösterilmiştir. DMSO ile ekstrakte edilen fenolik maddelerin tespitinde kullanılan gallik asit standart doğrusu Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



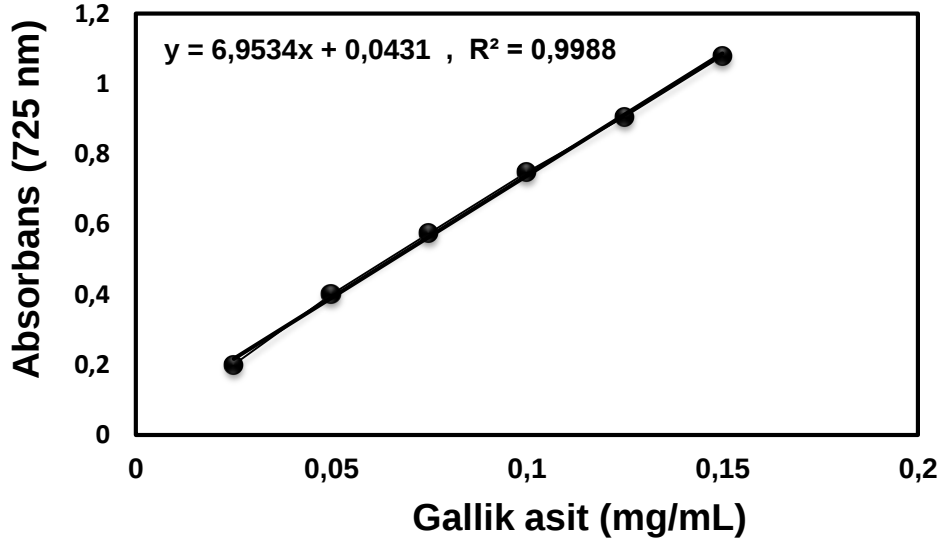
Şekil 3.1. DMSO ile ekstrakte edilen fenolik maddelerin tespitinde kullanılan gallik asit standart doğrusu.

3.2.3.2. Etil Alkol ile Toplam Fenolik Madde Tayini

Karabuğday unlarının etil alkol ile toplam fenolik madde tayini Ragae *et al.* (2006) ve Zielinski and Kozhowska (2000) tarafından önerilen Folin-Ciocalteu yöntemi modifiye edilerek yapılmıştır. Kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarının ekstraksiyonu 3 tekrarlı çalışılmıştır. Fenolik maddelerin ekstraksiyonu için deney tüplerine 0.5 gram örnek tartılarak, üzerine 5 mL mutlak etil alkol ilave edilmiştir. Örnekler 40°C sıcaklığa sahip su banyosunda 2 saat boyunca tutulup ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Süre sonunda 9000xg 'de 15 dk santrüfjüj edilerek süpernatanttan 0.250 mL alınarak test tüplerine aktarılmıştır. Folin-Ciocalteu's phenol 1:1 oranında saf su ile seyreltilerek 0.250 mL test tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra 0.5 mL %20'lik sodyum karbonat çözeltisi ve 4 mL

distile su sırasıyla ilave edilmiştir. Reaksiyonun gerçekleşmesi için test tüpleri karanlıkta 30 dk inkübasyona

bırakılmıştır. Süre sonunda tüpler 4000xg 'de 10 dk santrüfj edilerek spektrofotometrede (Shimadzu 1700, Japonya) 725 nm dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçlar kuru madde üzerinden mg gallik asit eşdeğeri / g un olarak gösterilmiştir. Etil alkol ile ekstrakte edilen fenolik maddelerin tespitinde kullanılan gallik asit standart doğrusu Şekil 3.2 'de gösterilmiştir.



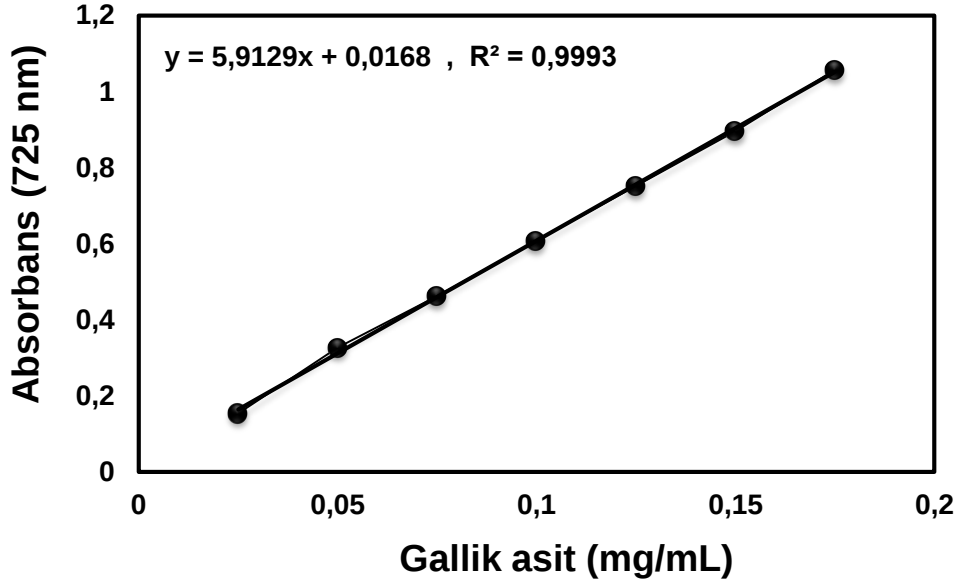
Şekil 3.2. Etil alkol ile ekstrakte edilen fenolik maddelerin tespitinde kullanılan gallik asit standart doğrusu.

3.2.3.3. Metil Alkol ile Toplam Fenolik Madde Tayini

Etil alkol ile toplam fenolik madde tayin yönteminin aynısı metil alkol ekstraksiyonu için de uygulanmıştır. Sadece karabuğday unlarından fenolik

maddelerin ekstraksiyonu için deney tüplerine 0.25 gram örnek tartılarak, üzerine 5 mL mutlak metil alkol ilave edilmiştir.

İlk santrüfjü işleminden sonra süpernatanttan 0.125 ml test tüplerine aktarılmıştır. Bundan sonraki bütün işlemler aynen uygulanmıştır. Sonuçlar kuru madde üzerinden mg gallik asit eşdeğeri / g un olarak gösterilmiştir. Metil alkol ile ekstrakte edilen fenolik maddelerin tespitinde kullanılan gallik asit standart doğrusu Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Metil alkol ile ekstrakte edilen fenolik maddelerin tespitinde kullanılan gallik asit standart doğrusu.

3.2.4. Antioksidan Aktivite Tayini

3.2.4.1. Antioksidan Aktivitenin, DPPH (2,2-diphenyl-1 picrylhydrazyl) Radikalini Yakalama Aktivitesi Üzerinden Belirlenmesi

DPPH ticari olarak elde edilebilen stabil organik nitrojen radikalidir. Molekülde bir serbest elektronun yer değiştirmesi menekşe renginin oluşmasına sebep olur.

DPPH solüsyonu, hidrojen atomu verebilen madde (antioksidan) ile karıştırıldığı zaman koyu menekşe rengin kaybı ile indirgenmiş form oluşur. Renkteki değişim, 517 nm dalga boyunda absorbans ölçümü ile belirlenmektedir. Antioksidan aktivitenin DPPH radikalini yakalama aktivitesi üzerinden belirlenmesinde Yu *et al.* (2002) tarafından önerilen yöntem uygulanmıştır. Bu amaçla örneklerden 0.1 g tartılmış ve üzerine 1 mL distile su ilave edilerek 1 saat süreyle ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Metil alkol (3 mL) ile seyreltilen ekstraktlara 9000xg'de 20 dakika santrüfuj işlemi uygulanmıştır. Süpernatant üzerine son konsantrasyonu 0.07 mM olacak şekilde mutlak metil alkolde taze hazırlanmış DPPH radikalinden 2.5 ml ilave edilmiştir. Örneklerin absorbans değerleri 30 dakikalık reaksiyon süresinden sonra, kör olarak kullanılan mutlak metil alkole karşı UV-VIS spektrofotometrede (Shimadzu 1700, Japonya) 517 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Örneklerin antioksidan aktivite analizi üçer paralelli olarak çalışılmıştır. Her iki örnek absorbansından sonra bir kör absorbansı belirlenmiştir. Körün absorbans değeri daima örneklerin absorbans değerinden yüksek çıkmıştır. DPPH radikalini yakalama aktivitesi (%) sonuçları aşağıdaki formüle göre kuru ağırlık üzerinden hesaplanmıştır.

$$DPPH\ Radikalini\ Yakalama\ Aktivitesi\ (\%) = 100 \times Ex \frac{\left(\frac{G-H}{G}\right)}{M}$$

Burada;

M = Örnek ağırlığı (0.1 g)

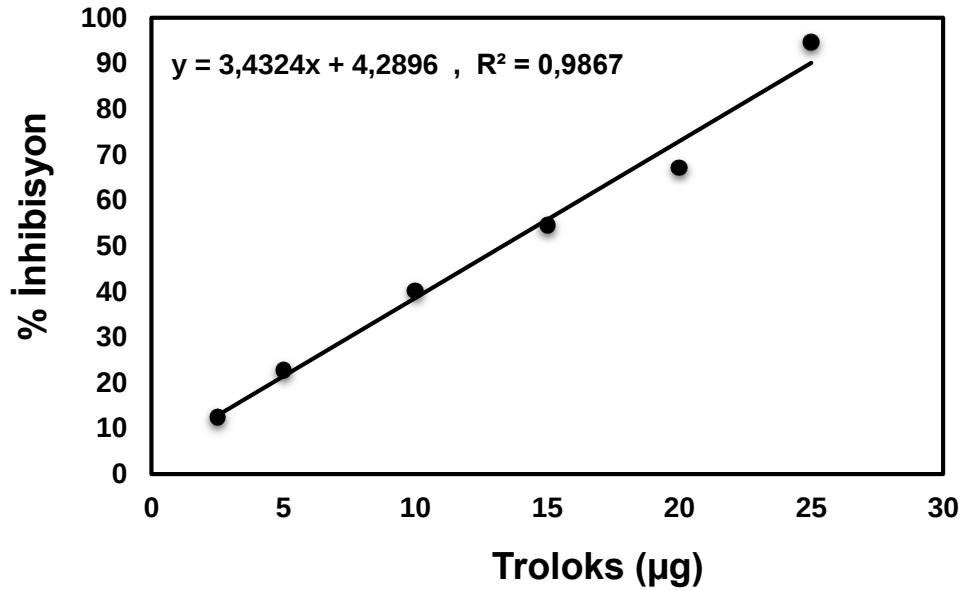
E = Örneğin kuru ağırlığı, g

G = Körün absorbansı

H = Örnek absorbansı

Ayrıca örneklerin antioksidan aktivitesi, Troloks'un (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid) DPPH radikalini indirgeme özelliğine göre de hesaplanmıştır. Troloks'a ilişkin % inhibisyon grafiği Şekil 3.4'te görülmektedir. % inhibisyon değeri, aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır:

$$\text{İnhibisyon oranı (\%)} = \frac{\text{Körün absorbansı} - \text{Örnek absorbansı}}{\text{Körün absorbansı}} \times 100$$



Şekil 3.4. Troloks'a ilişkin % inhibisyon standart doğrusu.

Örneklerin antioksidan aktivitesi kuru madde üzerinden, “mmol trolox/kg karabuğday” cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.4.2. TEAC Yöntemi ile Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

Antioksidan aktivite tayininde Ragae et al. (2006) ve Yu et al. (2002) tarafından önerilen yöntemler modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre, ABTS (2,2-

azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) ve potasyum persülfat ($K_2S_2O_4$) arasında gerçekleşen reaksiyon sonucu mavi-yeşil renkli ABTS^{•+} radikal katyonu oluşmaktadır. Bu radikal çözelti üzerine antioksidan içeren bir örnek ilave edildiğinde indirgenen radikalın mavi-yeşil rengi kaybolmaktadır. Renkteki değişim, spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda absorbans ölçümü ile belirlenmektedir. Ayrıca sentetik bir antioksidan olan Trolox'un (suda çözünen E vitamini analogu) standart miktarlarıyla oluşturulan doğru yardımı ile örnekteki antioksidan madde miktarı kıyaslanarak ölçülebilir.

Bu amaçla öncelikle 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7.46 mM'lık ABTS çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözelti 12–16 saat arasında oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilerek, ABTS^{•+} radikal çözeltinin oluşması sağlanmıştır. Daha sonra bu radikal çözeltisinin seyreltilmesinde kullanılmak üzere %50 (v/v)'lik metil alkol/su çözeltisi hazırlanmıştır.

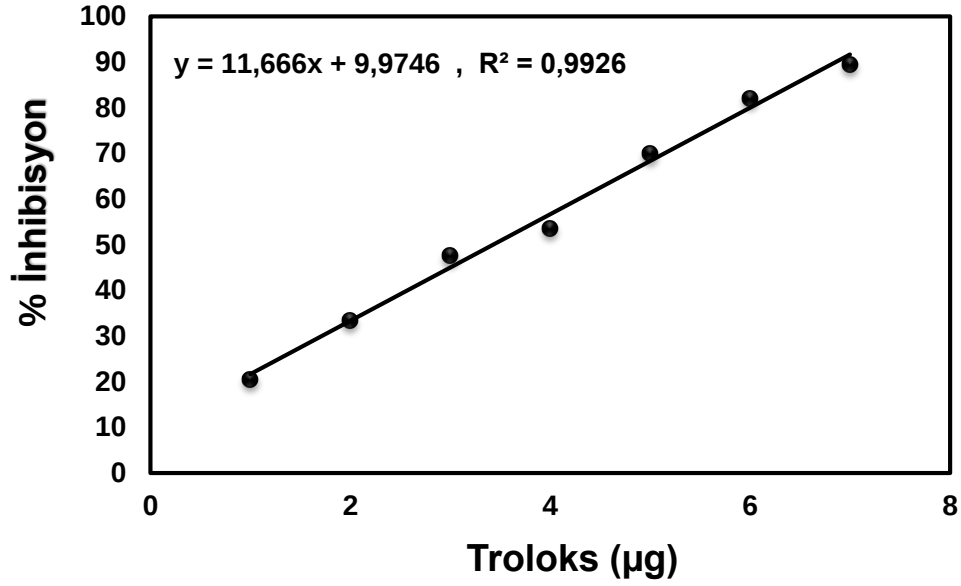
Örnekteki antioksidan madde miktarını belirlemek için, 0.1 g tartılan örnek üzerine 5 mL mutlak metil alkol ilave edilerek su banyosunda (40°C) 2 saat boyunca ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Ekstraktlara 9000xg 'de 15 dakika santrüfuj işlemi uygulanmıştır. Süpernatant üzerine 4 mL mutlak metil alkol ilave edilerek seyreltme işlemi yapılmıştır. Örneklerin absorbans değerleri, örnek ve şahidin aynı anda konulabildiği çift hüzmeli spektrofotometre (Shimadzu 1700, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Absorbans ölçümleri 734 nm'de tek kullanımlık mikro küvetlerde yapılmıştır. Analize başlamadan önce ABTS^{•+} radikal çözeltisi, %50 (v/v)'lik metil alkol/su çözeltisi ile 734 nm'de absorbans değeri 0.680-0.720 arasında olacak şekilde seyreltilmiştir. Seyreltilmiş ABTS^{•+} radikal çözeltisinden 1.250 mL mikro küvete alınarak %50 (v/v)'lik metil alkol/su

çözeltisine karşı okuma yapmak üzere spektrofotometreye yerleştirilmiş ve başlangıç absorbans değeri belirlenmiştir

Mikro küvet içindeki radikal çözeltisi üzerine ekstraktan 200 µL eklenir eklenmez kronometre çalıştırılmıştır. 6 dakika boyunca, her bir dakikada absorbans ölçümü yapılarak sonuçlar kaydedilmiştir. Karabuğday unu örneklerinde bulunan antioksidan bileşikler, radikal çözeltisinin rengini gittikçe açarak 6 dakikalık süreçte absorbans değerleri zamana bağlı olarak düşmüştür. 6. dakika sonunda saptanmış olan absorbans değeri esas alınarak, başlangıç değerine göre yüzde azalma oranı (inhibisyon oranı) hesaplanmıştır. Bu işlemler 3 kez tekrarlanmıştır.

$$\text{Inhibisyon oranı (\%)} = \frac{\text{Başlangıç absorbans değeri} - \text{Son absorbans değeri}}{\text{Başlangıç absorbans değeri}} \times 100$$

Karabuğday unlarının antioksidan aktiviteleri troloks kullanılarak hazırlanan standart doğrudan hesaplanmıştır. Troloks'un farklı derişimlerde (40-5 ppm arasında) çözeltileri hazırlanmıştır. Örneklere uygulanan spektrofotometrik uygulamalar troloks standartlarına da uygulanmış, ortalama inhibisyon değerleri hesaplanarak troloks konsantrasyonuna karşı grafiğe işlenmiştir. Sonuçlar TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity; troloks eşdeğer antioksidan kapasitesi) değeri olarak ifade edilmiştir. Bu değer, troloks standart doğrusunun eğimi üzerinden elde edilmiştir. Troloks'a ilişkin % inhibisyon grafiği Şekil 3.5'te gösterilmiştir. Örneklerin antioksidan aktivitesi kuru madde üzerinden "mmol troloks / kg karabuğday" olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.5. ABTS için Troloks standart doğrusu.

3.2.5. Fenolik Bileşiklerden Rutin ve Kuersetinin HPLC ile Analizi

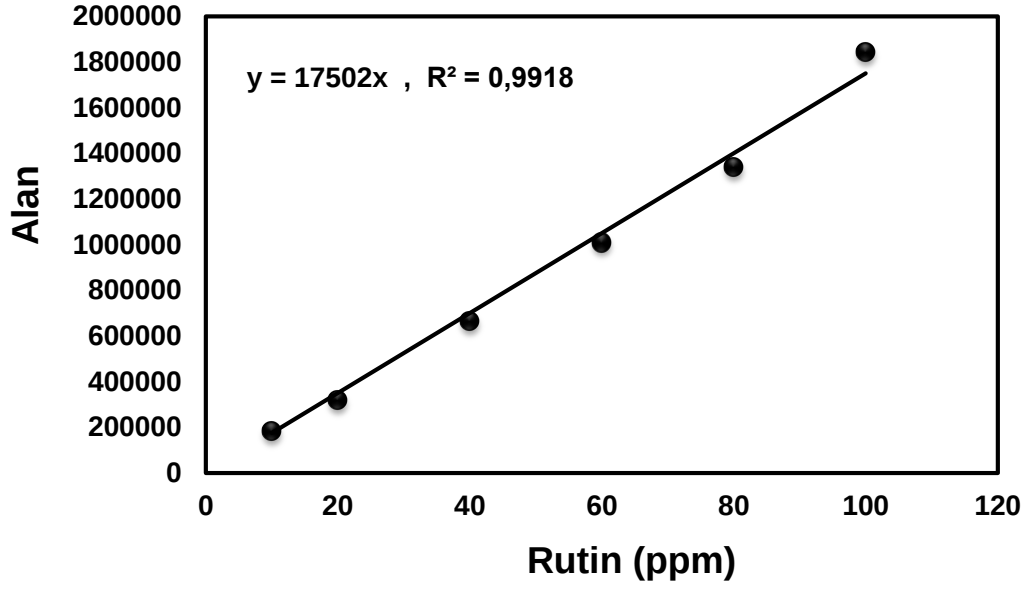
Kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarındaki rutin ve kuersetin flavonoidlerinin tanımlanması ve miktarlarının hesaplanmasında “yüksek performanslı sıvı kromatografi” cihazından (HPLC Shimadzu-Prominence 20A-Japan) yararlanılmıştır. HPLC cihazı; Shimadzu marka LC 20AD pompa ve SPD-M20A model DAD dedektör (280-350 nm’de) ve CTO-20AC model kolon fırınından oluşmaktadır. Analit ve standartların kromatografik ayrımları, Perkin Elmer Browlee Analytical (250x4.60 mm, 5 µm) C18 ters faz dolgu maddeli kolon ile yapılmıştır. Bu amaçla, Sedej *et al.* (2012) tarafından önerilen yöntem uygulanmıştır. Mobil faz olarak metil alkol (HPLC grade, A) ve %1’lik formik asit/ultrasafsu (B) karışımı Çizelge 3.1’deki mobil faz gradiyent sistemi pompa programı kullanılarak uygulanmıştır. Analiz boyunca mobil faz akış hızı 0.8 mL/dakika olarak ayarlanmıştır. Numune ve standartlar cihaza 10 µL olarak enjekte edilmiştir. Kolon sıcaklığı ise 30°C’ye ayarlanmıştır.

Çizelge 3.2. HPLC analizlerindeki mobil faz gradiyent sistemi.

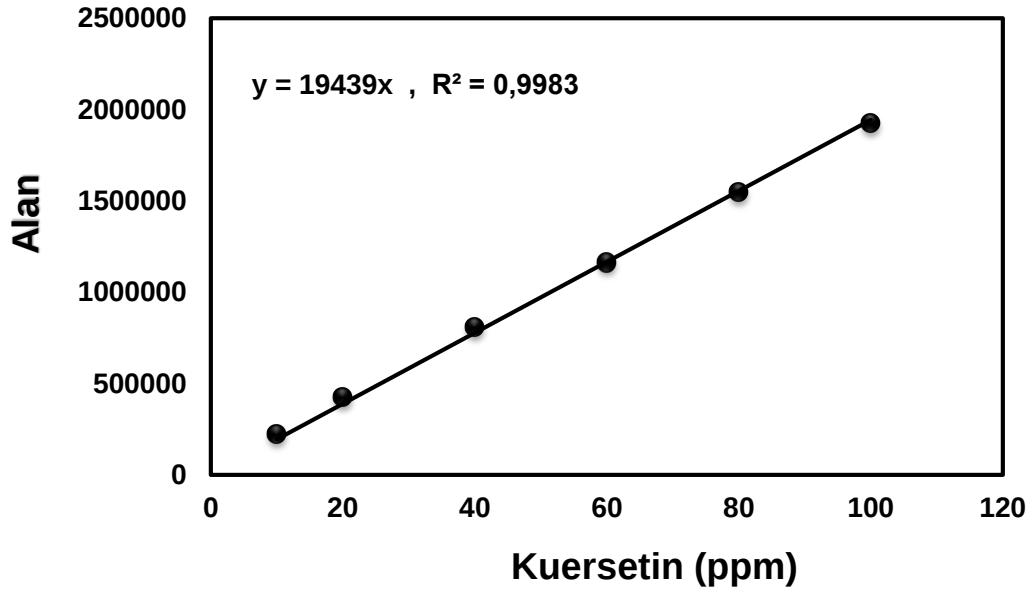
Süre (dk)	% A	% B
0	10	90
10	25	75
20	60	40
30	70	30
40	10	90
45	10	90

Analizde kullanılan rutin ve kuersetin standartlarının her biri 1000 ppm olacak şekilde hazırlanan stok çözeltiden 100, 80, 60, 40, 20 ve 10 ppm’lik derişimlerde seyreltme metodu ile elde edilen çözeltileri kullanılarak, her bir standart için kalibrasyon grafikleri ve regresyon doğruları çizilmiştir. Standart stok çözeltileri iki paralel olarak hazırlanmış olup, kalibrasyon grafikleri paralellerin ortalamaları alınarak çizilmiştir. Rutin ve kuersetin standartlarına ait kalibrasyon grafikleri Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de gösterilmiştir.

Numunedeki miktarlar ise LC-Solution yazılımı ile değerlendirilmiştir. Yapılan HPLC analizinde rutin ve kuersetin standartlarına ait HPLC kromatogramları Ek A ve Ek B’de gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Rutin standardı için kalibrasyon grafiği.



Şekil 3.7. Kuersetin standardı için kalibrasyon grafiği.

3.2.5.1. HPLC İçin rnek Ekstraksiyonu:

Bu amaçla Jiang *et al.* (2006) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Deney tüplerine 0.2 g örnek tartılarak üzerine %80'lik metil alkolden 8 mL ilave edilmiştir. Çalkalamalı su banyosu kullanılarak rnekler 70°C'de 50 dk boyunca ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Oda sıcaklığında bir miktar soğuması beklenen örnekler 9000xg 'de 10 dk santrfj edilmiştir. Süpernatant başka bir tüpte toplandıktan sonra kalan kalıntıya 1 mL %80'lik metil alkol ilave edilerek tekrar santrfj işlemi gerçekleştirilmiştir. İki süpernatant birleştirilerek toplam hacim 9 mL'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan ekstraktlar HPLC cihazına enjekte edilmeden önce 0.45 µm gözenek büyüklüğüne sahip PTFE filtreden (Merck Milipore, İrlanda) geirilmıştir. rnek ekstraksiyonu  paralelli olarak yapılmış ve HPLC'de ayrı ayrı analiz edilmiştir. Sonuçlar üç paralelin ortalaması olarak verilmiştir. Kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday örneklerindeki rutin ve kuersetin flavonoidlerini gösteren HPLC kromatogramları sırasıyla Ek C ve Ek D'de gösterilmiştir. Standart ve örneklerle ait kromatogramlar belirlenirken rutin bileşiği için 350 nm dalga boyunda, kuersetin bileşiği için ise 330 nm dalga boyunda analiz yapılmıştır. Ayrıca, kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarında bulunan rutin ve kuersetin miktarları kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

3.2.6. İstatistiksel Analiz

Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde IBM SPSS Statistics 20.0 istatistik analiz paket programı kullanılarak çok yönlü (GLM) varyans analizi uygulanmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan oklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

BÖLÜM 4

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu araştırmamızda, 2011 ve 2013 yıllarında hasat edilmiş Güneş ve Aktaş karabuğday çeşitleri kavuzlu ve kavuzsuz olarak öğütülerek analizlerde incelenmiştir. Sonuçlar değerlendirilirken, 2011 ve 2013 yıllarında hasat edilen karabuğday çeşitleri ayrı ayrı ele alınmakla birlikte, ayrıca kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday örnekleri de kendi aralarında değerlendirilmiştir.

4.1. Karabuğday Unlarının Bazı Kimyasal Özellikleri

2011 ve 2013 yıllarında hasat edilen Güneş ve Aktaş karabuğday çeşitlerinin bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1’de, kavuzlu ve kavuzsuz olarak öğütülen karabuğday çeşitlerinin bazı kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir.

Rutubet miktarı hem ekonomik açıdan hem de tahılın depolama stabilitesi bakımından karabuğdayın kalitesini etkileyen faktörlerden birisidir. 2011 ve 2013 yıllarında hasatları yapılan karabuğday unlarından kavuzlu unlara ait nem değerleri %9.6–12.0 aralığında değişim gösterirken, kavuzsuz unlara ait nem değerleri %9.7-12.6 aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.1 ve 4.2). Tüm karabuğday çeşitlerinin rutubet miktarlarının %14 kritik nem düzeyinin altında olduğu görülmüştür.

Karabuğday çeşitlerinde kuru madde üzerinden protein miktarı %13.6 ile %16.3 arasında değişim göstermiştir. 2011 yılında hasatı yapılan karabuğday unlarında en yüksek protein oranı kavuzsuz Güneş (% 16.3) ununda, en düşük protein oranı ise kavuzlu Güneş (%13.6) ve kavuzlu Aktaş (%13.7) unlarında saptanmıştır.

Çizelge 4.1. 2011 ve 2013 yıllarında hasatları yapılan karabuğday unlarının bazı kimyasal özellikleri.

Karabuğday Unları-2011	Nem (%)	Protein* (%)	Kül* (%)	Ham Yağ* (%)	Titrasyon Asitliği** (%)
Kavuzlu Güneş	9.6 ± 0.01 ^d	13.6 ± 0.00 ^c	2.17 ± 0.01 ^a	4.6 ± 0.03 ^{a,b}	0.15 ± 0.006 ^a
Kavuzsuz Güneş	9.7 ± 0.02 ^c	16.3 ± 0.21 ^a	2.19 ± 0.01 ^a	5.0 ± 0.81 ^a	0.10 ± 0.012 ^b
Kavuzlu Aktaş	9.9 ± 0.04 ^a	13.7 ± 0.30 ^c	2.00 ± 0.04 ^b	3.7 ± 0.19 ^b	0.15 ± 0.010 ^a
Kavuzsuz Aktaş	9.7 ± 0.00 ^b	15.5 ± 0.06 ^b	1.61 ± 0.07 ^c	3.7 ± 0.03 ^b	0.16 ± 0.006 ^a
Karabuğday Unları-2013	Nem (%)	Protein* (%)	Kül* (%)	Ham Yağ* (%)	Titrasyon Asitliği** (%)
Kavuzlu Güneş	11.7 ± 0.00 ^c	15.4 ± 0.06 ^a	2.46 ± 0.01 ^a	3.8 ± 0.09 ^a	0.17 ± 0.000 ^b
Kavuzsuz Güneş	11.6 ± 0.01 ^c	14.4 ± 0.13 ^b	1.18 ± 0.00 ^d	3.2 ± 0.06 ^b	0.13 ± 0.000 ^c
Kavuzlu Aktaş	12.0 ± 0.08 ^b	14.4 ± 0.11 ^b	2.30 ± 0.00 ^b	2.6 ± 0.01 ^c	0.22 ± 0.035 ^a
Kavuzsuz Aktaş	12.6 ± 0.13 ^a	15.4 ± 0.08 ^a	1.24 ± 0.01 ^c	1.6 ± 0.03 ^d	0.16 ± 0.006 ^{b,c}

Aynı **sütunda** farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

**Sülfürik asit cinsinden verilmiştir.

2013 yılında hasatı yapılan karabuğday unlarında ise en yüksek protein oranı kavuzlu Güneş (%15.4) ve kavuzsuz Aktaş (%15.4) unlarında ($p>0.05$), en düşük protein oranı ise kavuzsuz Güneş (%14.4) ve kavuzlu Aktaş (%14.4) unlarında ($p>0.05$) saptanmıştır (Çizelge 4.1). Kavuzlu unlar arasında en yüksek protein oranı Güneş-2013 (%15.4) ununda, en düşük protein oranı ise Güneş-2011 (%13.6) ve Aktaş-2011 (%13.7) unlarında ($p>0.05$) belirlenmiştir. Kavuzsuz unlar arasında ise en yüksek protein oranı Güneş-2011 (%16.3) ununda, en düşük protein oranı ise Güneş-2013 (%14.4) ununda ($p<0.05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Buna göre, ilgili çizelgelerde görüldüğü üzere genellikle kavuzsuz karabuğday unlarındaki protein oranının, kavuzlu karabuğday unlarından daha yüksek olduğu görülmüştür. Karabuğdaydaki proteinlerin biyolojik değerinin yüksek olduğu ifade edilmiştir (Tomotake *et al.*, 2002). Ayrıca, karabuğday tohumu proteinleri diğer tahıllara göre dengeli ve besinsel açıdan üstün bir amino asit kompozisyonuna sahiptir (Tang *et al.*, 2009; Radovic *et al.*, 1996).

Karabuğdaydaki kül miktarı, tanenin yetiştiği topraktaki mineral madde miktarına, bitkinin mineral madde alabilme yeteneğine ve yetiştirme sırasında gübre kullanım durumuna bağlı olarak değişmektedir. Mineraller genel olarak karabuğdayın kepek kısmında yoğunlaşmıştır (Schoenlechner *et al.*, 2008). Karabuğday unlarındaki kül miktarı kuru madde üzerinden %1.18-2.46 aralığında değişim göstermiştir. Buna göre, kavuzlu unlardaki kül miktarı kavuzsuz unlara göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2). Yalnızca kavuzlu Güneş-2011 ve kavuzsuz Güneş-2011 unları arasında istatistiksel açıdan fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$, Çizelge 4.1).

Çizelge 4.2. Kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarının bazı kimyasal özellikleri.

Kavuzlu					
Karabuğday Unları	Nem (%)	Protein* (%)	Kül* (%)	Ham Yağ* (%)	Titrasyon Asitliği** (%)
Güneş - 2011	9.6 ± 0.01 ^d	13.6 ± 0.00 ^c	2.17 ± 0.01 ^c	4.6 ± 0.03 ^a	0.15±0.006 ^b
Aktaş - 2011	9.9 ± 0.04 ^c	13.7 ± 0.30 ^c	2.00 ± 0.04 ^d	3.7 ± 0.19 ^b	0.15±0.010 ^b
Güneş - 2013	11.7 ± 0.00 ^b	15.4 ± 0.06 ^a	2.46 ± 0.01 ^a	3.8 ± 0.09 ^b	0.17±0.000 ^b
Aktaş - 2013	12.0 ± 0.08 ^a	14.4 ± 0.11 ^b	2.30 ± 0.00 ^b	2.6 ± 0.01 ^c	0.22±0.035 ^a
Kavuzsuz					
Karabuğday Unları	Nem (%)	Protein* (%)	Kül* (%)	Ham Yağ* (%)	Titrasyon Asitliği** (%)
Güneş - 2011	9.7 ± 0.02 ^c	16.3 ± 0.21 ^a	2.19 ± 0.01 ^a	5.0 ± 0.81 ^a	0.10±0.012 ^c
Aktaş - 2011	9.7 ± 0.00 ^c	15.5 ± 0.06 ^b	1.61 ± 0.07 ^b	3.7 ± 0.03 ^b	0.16±0.006 ^a
Güneş - 2013	11.6 ± 0.01 ^b	14.4 ± 0.13 ^c	1.18 ± 0.00 ^c	3.2 ± 0.06 ^b	0.13±0.000 ^b
Aktaş - 2013	12.6 ± 0.13 ^a	15.4 ± 0.08 ^b	1.24 ± 0.01 ^c	1.6 ± 0.03 ^c	0.16±0.006 ^a

Aynı **sütunda** farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

**Sülfürik asit cinsinden verilmiştir.

Karabuğdayda bulunan lipidler embriyoda yoğunlaşmıştır ve öğütme sonucunda kepek lipidce en zengin kısmı oluşturur (Schoenlechner et al., 2008). Karabuğday çeşitlerindeki ham yağ miktarı kuru madde üzerinden %1.6-5.0 arasında değişim göstermiştir. 2013 yılında hasat edilen unlar baz alındığında,

kavuzlu Güneş (%3.8) unu kavuzsuz Güneş (%3.2) ununa göre; kavuzlu Aktaş (%2.6) unu kavuzsuz Aktaş (%1.6) ununa göre daha yüksek miktarda ham yağ içermektedir. 2011 yılında hasat edilen unlara göre ise kavuzlu Güneş (%4.6) ve kavuzsuz Güneş (%5.0) ile kavuzlu Aktaş (%3.7) ve kavuzsuz Aktaş (%3.7) unları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0.05$, Çizelge 4.1). Kavuzlu ve kavuzsuz unların her ikisinde de en yüksek ham yağ oranı Güneş-2011'de (sırasıyla %4.6 ve %5.0), yine en düşük ham yağ oranı ise Aktaş-2013 örneğinde (sırasıyla %2.6 ve %1.6) saptanmıştır (Çizelge 4.2).

Gıdalardaki organik asitler gıdaların aroma, stabilite ve kalitesinin korunmasında önemli bir rol oynar. Karabuğday unlarında titre edilebilir asitlik sonuçları %0.10-0.22 arasında değişim göstermiştir. 2011 yılında hasat edilen unlara göre kavuzlu Güneş (%0.15), kavuzlu Aktaş (%0.15) ve kavuzsuz Aktaş (%0.16) unları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.05$). En düşük değer ise kavuzsuz Güneş örneğine aittir (% 0.10). 2013 yılında hasat edilen unlar arasında ise en düşük değerler kavuzsuz Güneş (%0.13) ve kavuzsuz Aktaş (0.16) unlarında saptanmıştır ($p>0.05$). En yüksek sonuç ise kavuzlu Aktaş (%0.22) ununa aittir (Çizelge 4.1). Kavuzlu unlar arasında en yüksek değer Aktaş-2013 (%0.22) ununa ait iken ($p<0.05$), diğer titrasyon asitliği sonuçları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.05$). Kavuzsuz unlar arasında ise en yüksek değerler Aktaş-2011 (%0.16) ve Aktaş-2013 (%0.16) unlarına aittir ($p>0.05$). En düşük titrasyon asitliği değeri ise Güneş-2011 (%0.10) ununda saptanmıştır ($p<0.05$, Çizelge 4.2).

Literatürdeki veriler incelendiğinde kavuzlu karabuğday unlarına ait nem değerlerinin %9.6-11.4 aralığında, kavuzsuz karabuğday unlarının ise %9.97-

12.5 aralığında değiştiği rapor edilmiştir (Kreft *et al.*, 2006; Ratan and Kothiyal, 2011; Sedej *et al.*, 2010; Sedej *et al.*, 2012; Steadman *et al.*, 2001a). Literatürdeki veriler çalışmamızda saptanan nem değerleri ile benzerlik göstermektedir.

Ratan and Kothiyal (2011)'a göre kuru madde üzerinden protein miktarı karabuğday danesinde %11.9, ununda %8.6, kavuzunda ise %4.3 olarak bildirilmiştir. Li and Zhang (2001)'in bir çalışmasında, kuru madde üzerinden protein miktarı kavuzsuz karabuğday ununda %16.8, karabuğday danesinde ise %12.3 olarak belirtilmiştir. Diğer literatür çalışmalarında ise kuru madde üzerinden protein miktarı kavuzlu karabuğday unlarında %12.4-13.4, kavuzsuz karabuğday unlarında %8.3-14.2 olarak saptanmıştır (Sedej *et al.*, 2010; Sedej *et al.*, 2012). Bu çalışmadaki protein değerleri de bu değerlere benzerlik göstermektedir.

Çeşitli literatür çalışmalarında, kuru madde üzerinden kül miktarları kavuzlu karabuğday unlarında %1.93-2.90 aralığında belirtilirken, kavuzsuz karabuğday unlarında %0.98-2.40 aralığında rapor edilmiştir (Biacs *et al.*, 2002; Li and Zhang, 2001; Ratan and Kothiyal, 2011; Sedej *et al.*, 2010; Sedej *et al.*, 2012; Steadman *et al.*, 2001a). Bu çalışmada saptanan kül değerleri, literatürdeki veriler ile benzerlik göstermektedir.

Li and Zhang (2001)'in çalışmasında, kuru madde üzerinden ham yağ değeri karabuğday danesinde %2.3, kavuzu ayrılmış karabuğday danesinde %3.2 olarak belirlenmiştir. Schoenlechner *et al.* (2008) kuru madde üzerinden toplam lipid içeriğini karabuğday danesinde %2.5 olarak rapor etmişlerdir. Ratan and Kothiyal (2011) ise kuru madde üzerinden ham yağ içeriğini karabuğday

danesinde %2.4, kavuzsuz karabuğday ununda ise %1.7 olarak belirtmişlerdir. Literatür verileri çalışmamızda bulunan bazı ham yağ değerleri ile benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada saptanan ham yağ değerleri geniş bir aralıkta yer almıştır.

4.2. Karabuğday Unlarının Suda Çözünürlük (%) ve Su Bağlama Kapasitesi (%) Sonuçları

2011 ve 2013 yıllarında hasatları yapılan karabuğday unlarının suda çözünürlük (%) ve su bağlama kapasitesi (%) sonuçları Çizelge 4.3'de; kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarının suda çözünürlük (%) ve su bağlama kapasitesi (%) sonuçları Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Karabuğday unlarında suda çözünen madde oranları %6.3-8.8 arasında değişim göstermiştir. 2011 yılına ait verilerde en yüksek değerler kavuzsuz Güneş (%8.7) ve kavuzsuz Aktaş (%8.8) unlarında ($p>0.05$), 2013 yılına ait verilerde ise en yüksek değerler kavuzlu Güneş (%8.7) ve kavuzlu Aktaş (%8.5) unlarında saptanmıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.3). Kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unları kıyaslandığında; 2011 yılına ait unlardan kavuzsuz karabuğday unları kavuzlu karabuğday unlarına göre daha yüksek suda çözünen madde içerirken, 2013 yılına ait unlardan ise kavuzlu karabuğday unları, kavuzsuz karabuğday unlarına göre daha fazla suda çözünen madde içermektedir (Çizelge 4.4). Unlardaki su bağlama kapasitesi ise %154.7–228.3 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3). Su bağlama kapasitesi, belirli koşullarda gıda maddesi tarafından tutulan su miktarı olarak tanımlanmaktadır. Su bağlama kapasitesi önemli bir kalite kriteri olarak kullanılmaktadır. 2011 ve 2013 yıllarında hasat edilmiş karabuğday unlarından kavuzlu unlardaki su

bağlama kapasitesinin kavuzsuz unlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.3. 2011 ve 2013 yıllarında hasatları yapılan karabuğday unlarının suda çözünürlük (%) ve su bağlama kapasitesi (%) sonuçları.

Karabuğday Unları (2011)	Suda Çözünürlük (%)	Su Bağlama Kapasitesi (%)
Kavuzlu Güneş	7.2 ± 0.11 ^c	193.2 ± 1.28 ^a
Kavuzsuz Güneş	8.7 ± 0.12 ^a	177.2 ± 3.07 ^b
Kavuzlu Aktaş	7.7 ± 0.12 ^b	192.4 ± 3.91 ^a
Kavuzsuz Aktaş	8.8 ± 0.32 ^a	154.7 ± 2.62 ^c
Karabuğday Unları (2013)	Suda Çözünürlük (%)	Su Bağlama Kapasitesi (%)
Kavuzlu Güneş	8.7 ± 0.06 ^a	223.4 ± 6.19 ^a
Kavuzsuz Güneş	6.3 ± 0.06 ^c	164.8 ± 4.38 ^b
Kavuzlu Aktaş	8.5 ± 0.31 ^a	228.3 ± 6.40 ^a
Kavuzsuz Aktaş	6.6 ± 0.06 ^b	174.7 ± 3.88 ^b

Aynı **sütunda** farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Bir literatür çalışmasında iki farklı kavuzsuz karabuğday ununun su bağlama kapasiteleri %102 ve %94 olarak rapor edilmiştir (Acquistucci and Fornal, 1997). Başka bir çalışmada ise dondurarak kurutma ve püskürtmeli kurutma uygulanan kavuzsuz karabuğday unlarının su bağlama kapasiteleri sırasıyla %171 ile %250

olarak rapor edilmiştir (Zheng *et al.*, 1998). Bu çalışmada kullanılan kavuzlu ve kavuzsuz olarak öğütülmüş karabuğday unlarının su bağlama kapasiteleri literatürdeki veriler ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.4. Kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarının suda çözünürlük (%) ve su bağlama kapasitesi (%) sonuçları.

Kavuzlu Karabuğday Unları	Suda Çözünürlük (%)	Su Bağlama Kapasitesi (%)
Güneş - 2011	7.2 ± 0.11 ^c	193.2 ± 1.28 ^b
Aktaş - 2011	7.7 ± 0.12 ^b	192.4 ± 3.91 ^b
Güneş - 2013	8.7 ± 0.06 ^a	223.4 ± 6.19 ^a
Aktaş - 2013	8.5 ± 0.31 ^a	228.3 ± 6.40 ^a
Kavuzsuz Karabuğday Unları	Suda Çözünürlük (%)	Su Bağlama Kapasitesi (%)
Güneş - 2011	8.7 ± 0.12 ^a	177.2 ± 3.07 ^a
Aktaş - 2011	8.8 ± 0.32 ^a	154.7 ± 2.62 ^c
Güneş - 2013	6.3 ± 0.06 ^c	164.8 ± 4.38 ^b
Aktaş - 2013	6.6 ± 0.06 ^b	174.7 ± 3.88 ^a

Aynı **sütunda** farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

4.3. Farklı Ekstraksiyon Yöntemlerinin Karabuğday Unlarında Toplam Fenolik Madde Üzerine Etkisi

2011 ve 2013 yıllarında hasat edilen Güneş ve Aktaş karabuğday çeşitlerinin farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak belirlenen toplam fenolik madde (mg gallik asit/g un) miktarları Çizelge 4.5 'te gösterilmiştir. Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Karabuğdaydaki polifenolik bileşikler genellikle kepekte yoğunlaşmıştır (Steadman *et al.*, 2001b). Çizelge 4.5'de görüldüğü gibi DMSO, etil alkol ve metil alkol kullanılarak ekstrakte edilen 2011 yılına ait unlarda toplam fenolik madde miktarları kavuzlu unlarda kavuzsuz unlara göre daha yüksek bulunmuştur. DMSO ile yapılan ekstraksiyonda en yüksek değer kavuzlu Aktaş ununda (2.51 mg gallik asit/g un), en düşük değer ise kavuzsuz Aktaş (1.86 mg gallik asit/g un) ve kavuzsuz Güneş (1.93 mg gallik asit/g un) unlarında saptanmıştır ($p<0.05$). Bulunan düşük değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.05$). Etil alkol kullanılarak ekstrakte edilen unlarda en yüksek değer kavuzlu Aktaş ununda (0.85 mg gallik asit/g un), en düşük değer ise kavuzsuz Güneş ununda (0.58 mg gallik asit/g un) saptanmıştır ($p<0.05$). Metil alkol ile yapılan ekstraksiyonda en yüksek değer kavuzlu Aktaş ununda (1.42 mg gallik asit/g un), en düşük değerler ise kavuzsuz Aktaş (1.12 mg gallik asit/g un) ve kavuzsuz Güneş (1.15 mg gallik asit/g un) unlarında bulunmuştur ($p<0.05$). Bulunan düşük değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.05$).

2013 yılında hasat edilen karabuğday unlarında ise çalışılan her bir ekstraksiyon yönteminde, kavuzlu unlara ait toplam fenolik madde miktarları kavuzsuz unlara göre daha yüksek bulunmuştur. DMSO ile yapılan ekstraksiyon sonucu en

yüksek değer kavuzlu Güneş (2.08 mg gallik asit/g un) ununda, en düşük değerler ise kavuzsuz Güneş (1.24 mg gallik asit/g un) ve kavuzsuz Aktaş (1.14 mg gallik asit/g un) unlarında saptanmıştır ($p<0.05$). Bulunan düşük değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.05$). Etil alkol kullanılarak yapılan ekstraksiyonda en yüksek değer kavuzlu Güneş (0.78 mg gallik asit/g un) ununda, en düşük değerler ise kavuzsuz Güneş (0.52 mg gallik asit/g un) ve kavuzsuz Aktaş (0.56 mg gallik asit/g un) unlarında saptanmıştır ($p<0.05$). Bulunan düşük değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.05$). Metil alkol ile yapılan ekstraksiyona göre ise en yüksek değer kavuzlu Güneş (2.34 mg gallik asit/g un) ununda, en düşük değer ise kavuzsuz Güneş (1.51 mg gallik asit/g un) ununda saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.6'ya göre 2011 yılında hasat edilen kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarında en iyi ekstraksiyon sonucu DMSO çözücüsü ile elde edilmiştir. Bunu sırasıyla metil alkol ve etil alkol ile yapılan ekstraksiyon sonuçları izlemiştir ($p<0.05$). 2013 yılında hasat edilen kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarında ise toplam fenolik madde (TFM) miktarı sonuçları metil alkol> DMSO> etil alkol sırasıyla elde edilmiştir ($p<0.05$).

Literatürdeki veriler incelendiğinde, etil alkol kullanılarak ekstrakte edilen karabuğday unlarında kavuzlu karabuğday unları için TFM sonuçları 1.42-4.15 mg gallik asit/g un aralığında değişirken, kavuzsuz karabuğday unları için bu değer 1.05-3.32 mg gallik asit/g un aralığında belirlenmiştir (Inglett *et al.*, 2010; Sakac *et al.*, 2011; Sedej *et al.*, 2012; Sedej *et al.*, 2010). Metil alkol kullanılarak ekstrakte edilen karabuğday unlarında ise TFM miktarı kavuzlu unlar için 0.91-10.47 mg gallik asit/g un olarak rapor edilirken (Gorinstein *et al.*, 2007; Şensoy

et al., 2006), kavuzsuz unlar için bu değer 1.79 mg gallik asit/g un olarak bildirilmiştir (Şensoy et al., 2006). DMSO kullanılarak ekstrakte edilen karabuğday unlarındaki TFM sonuçlarına literatür verilerinde rastlanmamıştır.

Çizelge 4.5. 2011 ve 2013 yıllarında hasatları yapılan karabuğday unlarının farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak belirlenen toplam fenolik madde (TFM, mg gallik asit/g un) miktarları.

Karabuğday Unları	DMSO ile TFM Ekstraksiyonu* (mg GA/g un)	Etil Alkol ile TFM Ekstraksiyonu* (mg GA/g un)	Metil Alkol ile TFM Ekstraksiyonu* (mg GA/g un)
<u>2011 yılı</u>			
Kavuzlu Güneş	2.18 ± 0.08 ^b	0.72 ± 0.01 ^b	1.32 ± 0.03 ^b
Kavuzsuz Güneş	1.93 ± 0.04 ^c	0.58 ± 0.02 ^d	1.15 ± 0.03 ^c
Kavuzsuz Aktaş	1.86 ± 0.03 ^c	0.62 ± 0.01 ^c	1.12 ± 0.08 ^c
Kavuzlu Aktaş	2.51 ± 0.04 ^a	0.85 ± 0.02 ^a	1.42 ± 0.01 ^a
<u>2013 yılı</u>			
Kavuzlu Güneş	2.08 ± 0.05 ^a	0.78 ± 0.03 ^a	2.34 ± 0.09 ^a
Kavuzsuz Güneş	1.24 ± 0.02 ^c	0.52 ± 0.02 ^c	1.51 ± 0.03 ^d
Kavuzsuz Aktaş	1.14 ± 0.13 ^c	0.56 ± 0.03 ^c	1.64 ± 0.04 ^c
Kavuzlu Aktaş	1.72 ± 0.02 ^b	0.72 ± 0.02 ^b	2.12 ± 0.03 ^b

Aynı **sütunda** farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Bu çalışmada etil alkol kullanılarak ekstrakte edilen karabuğday unlarındaki TFM miktarları, kavuzlu ve kavuzsuz unlar için literatür verilerine göre daha düşük bulunmuştur. Diğer taraftan literatürde metil alkol kullanılarak ekstrakte edilen

unların TFM sonuçları geniş bir aralık göstermiştir. Çalışmamızda kavuzlu ve kavuzsuz unlarda bulunan sonuçlar bu aralığa uygundur.

Çizelge 4.6. 2011 ve 2013 yıllarında hasatları yapılan karabuğday unlarının toplam fenolik madde (TFM, mg gallik asit/g un) miktarlarının istatistiksel olarak farklı ekstraksiyon yöntemleri ile karşılaştırılması.

Karabuğday Unları	DMSO ile TFM Ekstraksiyonu* (mg GA/g un)	Etil Alkol ile TFM Ekstraksiyonu* (mg GA/g un)	Metil Alkol ile TFM Ekstraksiyonu* (mg GA/g un)
2011 yılı			
Kavuzlu Güneş	2.18 ± 0.08 ^a	0.72 ± 0.01 ^c	1.32 ± 0.03 ^b
Kavuzsuz Güneş	1.93 ± 0.04 ^a	0.58 ± 0.02 ^c	1.15 ± 0.03 ^b
Kavuzsuz Aktaş	1.86 ± 0.03 ^a	0.62 ± 0.01 ^c	1.12 ± 0.08 ^b
Kavuzlu Aktaş	2.51 ± 0.04 ^a	0.85 ± 0.02 ^c	1.42 ± 0.01 ^b
2013 yılı			
Kavuzlu Güneş	2.08 ± 0.05 ^b	0.78 ± 0.03 ^c	2.34 ± 0.09 ^a
Kavuzsuz Güneş	1.24 ± 0.02 ^b	0.52 ± 0.02 ^c	1.51 ± 0.03 ^a
Kavuzsuz Aktaş	1.14 ± 0.13 ^b	0.56 ± 0.03 ^c	1.64 ± 0.04 ^a
Kavuzlu Aktaş	1.72 ± 0.02 ^b	0.72 ± 0.02 ^c	2.12 ± 0.03 ^a

Aynı **satırda** farklı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). (Her bir örneğin farklı çözücüler ile ekstraksiyonlarında TFM sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi aynı satırda gösterilmiştir.)

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

4.4. Karabuğday Unlarında Antioksidan Aktivite Tayini

Karabuğday çeşitlerinin kavuzlu ve kavuzsuz olarak öğütülmesi ile elde edilen unlarının antioksidan aktiviteleri TEAC ve DPPH yöntemleri ile belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.7 ve 4.8’de gösterilmiştir. Sonuçlar kuru madde üzerinden

verilmiştir. DPPH yöntemi ile karabuğday unlarından elde edilen fenolik bileşiklerin serbest radikal yakalama aktiviteleri (% scavenging activity) %26.36-52.03 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.7). Karabuğdayda fenolik bileşikler kavuzda daha yoğun bulunduğundan dolayı, kavuzlu karabuğday unlarının antioksidan aktiviteleri (%) kavuzsuz karabuğday unlarına göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.8). 2011 yılında hasatları yapılan karabuğdayların unlarında en yüksek antioksidan aktiviteyi kavuzlu Aktaş (%52.03) unu, en düşük antioksidan aktiviteyi ise kavuzsuz Aktaş (%41.67) unu göstermiştir. 2013 yılında hasatları yapılan karabuğdayların unlarında ise en yüksek antioksidan aktivite kavuzlu Güneş (%43.52) ununda, en düşük antioksidan aktivite ise kavuzsuz Aktaş (%26.36) ununda gözlenmiştir (Çizelge 4.7). 2011 ve 2013 yılına ait karabuğday unları istatistiksel açıdan incelendiğinde, unlar arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kavuzlu unlar arasında en yüksek antioksidan aktivite Aktaş-2011 (%52.03) ununa ait iken, en düşük antioksidan aktivite Aktaş-2013 (%38.24) ununda belirlenmiştir ($p<0.05$). Kavuzsuz unlar arasında ise en yüksek antioksidan aktivite Güneş-2011 (%43.92) ununda bulunurken, en düşük antioksidan aktivite ise Aktaş-2013 (%26.36) ununda tespit edilmiştir ($p<0.05$). Kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarının antioksidan aktiviteleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$, Çizelge 4.8).

Ayrıca, unların antioksidan aktivitesi, Troloks'un DPPH radikalini indirgeme özelliğine göre de hesaplanmıştır. Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Buna göre, fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri 0.13-0.68 mmol Troloks/ kg un aralığında değişim göstermiştir. 2011 yılında hasatları yapılan karabuğday

unlarına göre en yüksek antioksidan aktivite kavuzlu Aktaş (0.68 mmol Troloks/ kg un) ununda, en düşük değerler ise kavuzsuz Aktaş (0.54 mmol Troloks/ kg un) ve kavuzsuz Güneş (0.57 mmol Troloks/ kg un) unlarında gözlenmiştir. Kavuzsuz Aktaş ve kavuzsuz Güneş unları arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.05$). 2013 yılında hasatları yapılan karabuğday unlarına göre en yüksek antioksidan aktivite kavuzlu Güneş (0.58 mmol Troloks/ kg un) ve kavuzlu Aktaş (0.51 mmol Troloks/ kg un) unlarında ($p>0.05$), en düşük antioksidan aktivite ise kavuzsuz Aktaş (0.13 mmol Troloks/ kg un) ununda saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. 2011 ve 2013 yıllarında hasatları yapılan karabuğday unlarının antioksidan aktiviteleri.

Karabuğday Unları	Antioksidan Aktivite* (% DPPH)	DPPH* (mmol Troloks/ kg un)	TEAC* (mmol Troloks/ kg un)
2011 yılı			
Kavuzlu Güneş	49.35 ± 2.01 ^b	0.64 ± 0.03 ^b	0.13 ± 0.01 ^a
Kavuzsuz Güneş	43.92 ± 0.26 ^c	0.57 ± 0.01 ^c	0.09 ± 0.01 ^c
Kavuzsuz Aktaş	41.67 ± 0.42 ^d	0.54 ± 0.01 ^c	0.08 ± 0.01 ^d
Kavuzlu Aktaş	52.03 ± 0.61 ^a	0.68 ± 0.01 ^a	0.11 ± 0.01 ^b
2013 yılı			
Kavuzlu Güneş	43.52 ± 1.36 ^a	0.58 ± 0.02 ^a	0.19 ± 0.02 ^a
Kavuzsuz Güneş	28.20 ± 0.19 ^c	0.36 ± 0.02 ^b	0.12 ± 0.01 ^b
Kavuzsuz Aktaş	26.36 ± 0.16 ^d	0.13 ± 0.18 ^c	0.11 ± 0.04 ^b
Kavuzlu Aktaş	38.24 ± 1.01 ^b	0.51 ± 0.02 ^{a,b}	0.18 ± 0.02 ^a

Aynı **sütunda** farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Kavuzlu karabuğday unları kavuzsuz karabuğday unlarına göre daha yüksek antioksidan aktivite göstermiştir (Çizelge 4.8). Sonuçlar istatistiksel açıdan incelendiğinde kavuzlu unlar arasındaki fark önemli iken ($p<0.05$), kavuzsuz unlardan Güneş-2011 ve Aktaş-2011 unları arasındaki fark önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur.

Karabuğday unlarında bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan aktivite miktarları TEAC (Troloks Equivalent Antioxidant Capacity; Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi) yöntemi kullanılarak da saptanmıştır. Buna göre, unların antioksidan aktivite miktarları 0.08-0.19 mmol Troloks/ kg un aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.7). 2011 yılında hasatları yapılan karabuğdayların unlarında en yüksek antioksidan aktivite değeri kavuzlu Güneş (0.13 mmol Troloks/ kg un) ununda, en düşük antioksidan aktivite ise kavuzsuz Aktaş (0.08 mmol Troloks/ kg un) ununda saptanmıştır. 2013 yılında hasatları yapılan karabuğdayların unlarında ise en yüksek antioksidan aktivite değerleri kavuzlu Güneş (0.19 mmol Troloks/ kg un) ve kavuzlu Aktaş (0.18 mmol Troloks/ kg un) unlarında ($p>0.05$), en düşük değerler ise kavuzsuz Güneş (0.12 mmol Troloks/ kg un) ve kavuzsuz Aktaş (0.11 mmol Troloks/ kg un) unlarında ($p>0.05$) gözlenmiştir (Çizelge 4.7). Kavuzlu unlarda saptanan antioksidan aktivite kavuzsuz unlara göre daha yüksek bulunmuştur.

Sonuçlar istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde, kavuzlu unlarda en yüksek antioksidan aktivite Güneş-2013 (0.19 mmol Troloks/ kg un) ve Aktaş-2013 (0.18 mmol Troloks/ kg un) unlarında ($p>0.05$); en düşük antioksidan aktivite ise Güneş-2011 (0.13 mmol Troloks/ kg un) ve Aktaş-2011 (0.11 mmol Troloks/ kg

un) unlarında ($p>0.05$) belirlenmiştir. Kavuzsuz unlarda bulunan antioksidan aktivite değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0.05$, Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarının antioksidan aktiviteleri.

Karabuğday Unları	Antioksidan Aktivite* (%, DPPH)	DPPH* (mmol Troloks/ kg un)	TEAC* (mmol Troloks/ kg un)
<u>Kavuzlu Unlar</u>			
Güneş - 2011	49.35 ± 2.01 ^b	0.64 ± 0.03 ^b	0.13 ± 0.01 ^b
Aktaş - 2011	52.03 ± 0.61 ^a	0.68 ± 0.01 ^a	0.11 ± 0.01 ^b
Güneş - 2013	43.52 ± 1.36 ^c	0.58 ± 0.02 ^c	0.19 ± 0.02 ^a
Aktaş - 2013	38.24 ± 1.01 ^d	0.51 ± 0.02 ^d	0.18 ± 0.02 ^a
<u>Kavuzsuz Unlar</u>			
Güneş - 2011	43.92 ± 0.26 ^a	0.57 ± 0.01 ^a	0.09 ± 0.01 ^{a,b}
Aktaş - 2011	41.67 ± 0.42 ^b	0.54 ± 0.01 ^a	0.08 ± 0.01 ^a
Güneş - 2013	28.20 ± 0.19 ^c	0.36 ± 0.02 ^b	0.12 ± 0.01 ^a
Aktaş - 2013	26.36 ± 0.16 ^d	0.13 ± 0.18 ^c	0.11 ± 0.04 ^{a,b}

Aynı **sütunda** farklı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Literatürdeki veriler incelendiğinde, DPPH radikalini yakalama aktivitesi sonuçları % antioksidan aktivite olarak kavuzlu unlarda %80 (Gorinstein *et al.*, 2007) ve %60 (Sun and Ho, 2005); kavuzsuz karabuğday unlarında ise % 63.7 olarak saptanmıştır (Şensoy *et al.*, 2006). Sonuçlar Troloks üzerinden değerlendirildiğinde ise kavuzlu unlar için antioksidan aktivite değerleri 2.13 mmol Troloks/ kg un (Inglett *et al.*, 2010) ve 3.72 mmol Troloks/ kg un (Şensoy

et al., 2006) olarak belirtilirken; kavuzsuz unlar için bu değer 2.14 mmol Troloks/ kg un olarak bildirilmiştir (Şensoy *et al.*, 2006).

Literatürde TEAC yöntemi kullanılarak belirlenen antioksidan aktivite verilerinde ise kavuzlu karabuğday ununda 28.60 mmol Troloks/ kg un (Zielinski *et al.*, 2009) olarak belirtilirken; kavuzsuz unlar için 14.35 mmol Troloks/ kg un (Gallardo *et al.*, 2006) ve 31.28 mmol Troloks/ kg un (Zielinski *et al.*, 2009) olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada bulunan % antioksidan aktivite verileri literatür verileri ile kıyaslandığında, çalışmadaki verilerin daha düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca, DPPH ve TEAC yöntemlerine göre antioksidan sonuçlarına bakıldığında, bu çalışmadaki veriler literatür verilerine göre daha düşüktür. Bunun sebepleri arasında çeşit farklılığı, yetiştirme koşullarında (yer, toprak, iklim vb.) görülen farklılıklar ve araştırmalarda çeşitli ekstraksiyon yöntemlerinin kullanılması olabilmektedir. Ayrıca, antioksidan aktivite analizlerinin yapıldığı laboratuvar koşulları da sonucu etkiyebilmektedir.

4.5. Karabuğday Flavonoidlerinden Rutin ve Kuersetinin HPLC’de Analizi

Karabuğdayda bulunan en yaygın fenolik bileşiklerden olan rutin ve kuersetin flavonoidlerinin miktarları HPLC metodu ile belirlenmiştir. Rutin ve kuersetin miktarları sadece 2013 yılında hasat edilen karabuğday unlarında belirlenmiştir. 2011 yılında hasat edilen karabuğday unlarında rutin ve kuersetin analizlerinin yapılamamasının sebebi ise ekstraksiyon için yeterli miktarda örneğin bulunmamasıdır.

Ek A'da gösterilen rutin standardına ait HPLC kromatogramlarında rutin bileşimi her bir konsantrasyon için 20. dk'da belirlenmiştir. Ek C ve Ek D'de görüldüğü üzere kavuzlu ve kavuzsuz unlarda 20. dk'da çıkan pikin rutin bileşimine ait olduğu saptanmıştır. Rutin bileşimi için 350 nm dalga boyunda inceleme yapılmıştır. Ek B'de ise kuersetin standardına ait HPLC kromatogramları gösterilmiştir. Her bir konsantrasyon için 24. dk'da pik tespit edilmiştir ve bu pikin kuersetin bileşimine ait olduğu belirlenmiştir. Ek C ve Ek D incelendiğinde kavuzlu ve kavuzsuz unlarda 24. dk'da pik tespit edilmiş ve bu pikin kuersetin bileşimine ait olduğu belirlenmiştir. Kuersetin bileşiminin 330 nm dalga boyunda analizi yapılmıştır.

2013 yılında hasat edilen karabuğday unlarının rutin ve kuersetin miktarları Çizelge 4.9'da gösterilmiştir. Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Buna göre; kavuzlu unlardaki rutin miktarı, kavuzsuz unlara göre belirgin şekilde yüksek bulunmuştur. En yüksek rutin miktarı kavuzlu Aktaş (78.23 mg/ 100 g örnek) ununda saptanırken, en düşük rutin miktarı kavuzsuz Aktaş (9.42 mg/ 100 g örnek) ununda saptanmıştır. Karabuğday unlarındaki kuersetin miktarlarında ise sonuçlar hemen hemen birbirine yakın bulunmuştur. En yüksek kuersetin miktarı kavuzsuz Aktaş (11.39 mg/ 100 g örnek) ununda saptanırken, en düşük kuersetin miktarı kavuzlu Aktaş (10.46 mg/ 100 g örnek) ununda saptanmıştır.

Rutin ve kuersetin miktarları ile ilgili literatür verileri incelendiğinde; Steadman *et al.* (2001b), iki farklı çeşit kavuzsuz yaygın karabuğdaylardaki rutin miktarlarını kuru madde üzerinden 1.9 ve 1.8 mg/ 100 g olarak belirlerken,

Çizelge 4.9. 2013 yılında hasatı yapılan karabuğday unlarının rutin ve kuersetin içerikleri.

Karabuğday Unları	Rutin* (mg/100 g örnek)	Kuersetin* (mg/100 g örnek)
Kavuzlu Güneş	75.72 ± 0.81	10.46 ± 0.32
Kavuzsuz Güneş	9.60 ± 0.16	11.06 ± 0.48
Kavuzsuz Aktaş	9.42 ± 0.14	11.39 ± 0.20
Kavuzlu Aktaş	78.23 ± 2.98	11.14 ± 0.14

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

aynı kavuzsuz karabuğdaydaki kuersetin miktarlarını ise 0.01 ve 0.09 mg/ 100 g olarak bildirmişlerdir. Oomah and Mazza (1996) ise çeşitli kavuzlu karabuğday unlarındaki rutin miktarını kuru madde üzerinden 31.5-73.3 mg/ 100 g aralığında saptamışlardır. Başka bir çalışmada, bir karabuğday çeşidi olan *F. esculentum* için rutin miktarları kuru madde üzerinden 19.2-20.7 mg/ 100 g aralığında rapor edilmiştir (Jiang *et al.*, 2006). Liu *et al.* (2008), yaygın bulunan kavuzlu karabuğday unlarındaki rutin miktarını kuru madde üzerinden 13 119 mg/ 100 g olarak bildirirken, kuersetin bileşiğine rastlamamışlardır. Sedej *et al.* (2010)'nın yaptıkları bir çalışmada kavuzsuz karabuğday unlarındaki rutin miktarı kuru madde üzerinden 8.236 mg/ 100 g, kavuzlu karabuğday unlarındaki rutin miktarı ise 17.921 mg/ 100 g olarak rapor edilmiştir. Kavuzsuz karabuğday unlarındaki kuersetin miktarı kuru madde üzerinden 0.121 mg/ 100 g, kavuzlu unlardaki kuersetin miktarı ise 0.347 mg/ 100 g olarak saptanmıştır. Sedej *et al.* (2012)'nin yaptıkları başka bir çalışmada ise kavuzlu karabuğday unlarındaki rutin miktarı 14.6 mg/ 100 g, kuersetin miktarı ise 0.304 mg/ 100 g olarak, kavuzsuz karabuğday unlarındaki rutin miktarı ise 11.6 mg/ 100 g, kuersetin miktarı ise

0.248 mg/ 100 g olarak kuru madde üzerinden bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ise kavuzlu karabuğday çeşitlerindeki rutin miktarı kuru madde üzerinden 11.59-18.19 mg/ 100 g aralığında değişim gösterirken, kavuzsuz karabuğday çeşitlerindeki ortalama rutin miktarı 23.01 mg/ 100 g olarak bildirilmiştir (Kreft *et al.*, 2006). Krahl *et al.* (2008)'nın yaptıkları bir çalışmada ise kavuzu ayrılmış çeşitli karabuğday örneklerindeki rutin miktarları 11.7-102.1 mg/ 100 g aralığında kuru madde üzerinden verilmiştir.

Literatür sonuçlarına göre karabuğdayda bulunan rutin ve kuersetin miktarları oldukça farklılık göstermektedir. Bunun sebebi, karabuğdayın birçok farklı ülkede tarımının yapılması ve çok çeşitli karabuğday örneklerinin bulunmasıdır. Bizim çalışmamızda kavuzlu unlarda saptanan rutin miktarı Oomah and Mazza (1996)'nın yaptıkları çalışma ile benzerlik göstermektedir. Liu *et al.* (2008)'nin yaptıkları çalışmaya göre bizim çalışmamızdaki kavuzlu unların rutin miktarı daha düşük saptanırken, diğer çalışmalara göre ise rutin miktarı daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda saptanan kavuzsuz karabuğday unlarındaki rutin miktarı ise Sedej *et al.* (2010), Sedej *et al.* (2012) ve Krahl *et al.* (2008)'in yaptıkları çalışmalarda saptanan verilerle benzerlik göstermektedir. Bu çalışmamızda, kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarındaki kuersetin bileşiği ise diğer çalışmalara göre daha yüksek miktarda saptanmıştır.

BÖLÜM 5

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda kullanılan karabuğdaylar (Güneş ve Aktaş), ülkemizde Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından ıslah çalışmaları yapılarak geliştirilerek tescil ettirilmiş ve aynı Enstitü'den temin edilmiştir. 2011 ve 2013 yıllarında hasat edilen karabuğday çeşitleri kavuzlu ve kavuzsuz olarak öğütülerek bazı kimyasal analizleri, toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri bu çalışma kapsamında belirlenmiştir. Ayrıca, karabuğdayda bulunan en yaygın fenolik bileşiklerden olan rutin ve kuersetin miktarları HPLC analizi ile saptanmıştır.

Araştırmada kullanılan kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarının bazı kimyasal özelliklerinden rutubet, kül, ham yağ, protein, titre edilebilir asitlik analizleri yapılmıştır. Ayrıca, suda çözünürlük ve su bağlama kapasitesi analizleri çalışılmıştır. Toplam fenolik madde miktarları belirlenirken karabuğday unları üç ayrı çözücü ile ekstrakte edilerek sonuçlar kuru madde üzerinden gallik asit eşdeğeri olarak ifade edilmiştir. Antioksidan aktivitenin belirlenmesinde DDPH ve TEAC yöntemleri kullanılmıştır. DDPH yönteminde sonuçlar % antioksidan aktivite ve Troloks üzerinden verilmiştir. TEAC yönteminde ise sonuçlar sadece Troloks üzerinden verilmiştir. Tahıllarda bulunmayan ancak literatürde karabuğdayda bol miktarda bulunduğu

belirtilen rutin bileşimi ile kuersetin bileşimi HPLC cihazında standart maddeler yardımıyla tespit edilmiş ve miktarları belirlenmiştir. Rutin ve kuersetin miktarları 100 g örnek için hesaplanmış olup mg biriminden ifade edilmiştir. Buna göre araştırmamızda bulunan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- i. 2011 ve 2013 yıllarında hasatları yapılan karabuğday unlarından kavuzlu unlara ait nem değerleri %9.6–12.0 aralığında değişim gösterirken, kavuzsuz unlara ait nem değerleri %9.7-12.6 aralığında değiştiği gözlenmiştir. Tüm rutubet verileri %14 kritik nem düzeyinin altında saptanmıştır.
- ii. Karabuğday unlarındaki kuru madde üzerinden protein değerleri %13.6 ile %16.3 arasında değişim göstermiştir. Kavuzlu örnekler arasında en yüksek protein oranı Güneş-2013 örneğinde, kavuzsuz örnekler arasında ise en yüksek protein oranı Güneş-2011 örneğinde saptanmıştır. Genellikle kavuzsuz karabuğday unlarındaki protein oranının, kavuzlu karabuğday unlarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- iii. Karabuğday unlarındaki kül miktarı %1.18-2.46 aralığında değişim göstermiştir. Kavuzlu ve kavuzsuz unlar kendi aralarında kıyaslandığında Güneş-2011 ununa ait kavuzlu ve kavuzsuz un örnekleri hariç diğer unlar arasında kavuzlu unlardaki kül miktarı kavuzsuz unlara göre daha yüksek saptanmıştır. Bunun sebebi mineral maddelerin karabuğdayın kepek kısmında daha yoğun bulunmasıdır. 2011 yılında hasat edilen kavuzlu Güneş ve kavuzsuz Güneş unları arasındaki fark ise istatistiksel açıdan önemsizdir ($p>0.05$).
- iv. Karabuğday unlarındaki ham yağ miktarı %1.6-5.0 arasında değişim göstermiştir. Kavuzlu ve kavuzsuz unların her ikisinde de ham yağ oranı en

yüksek Güneş-2011 örneğinde, en düşük ham yağ oranı ise Aktaş-2013 örneğinde saptanmıştır. 2013 yılında hasat edilen karabuğday unlarında, kavuzlu unlar kavuzsuz unlardan daha yüksek oranda ham yağ içermektedir. 2011 yılında hasat edilen karabuğday unlarında ise kavuzlu ve kavuzsuz unlar arasındaki fark önemsizdir.

- v. Karabuğday unlarındaki titre edilebilir asitlik sonuçları %0.10- 0.22 arasında değişim göstermiştir. 2011 yılına ait kavuzlu ve kavuzsuz unlar hariç, 2013 yılına ait karabuğday unları arasında, kavuzlu unların kavuzsuz unlara göre titre edilebilir asitlik değerleri yüksek bulunmuştur.
- vi. Karabuğday unlarında suda çözünürlük %6.3 – 8.8 arasında değişim göstermiştir. Kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unları kıyaslandığında; 2011 yılına ait unlardan kavuzsuz karabuğday unları kavuzlu karabuğday unlarına göre daha yüksek suda çözünürlüğe sahipken, 2013 yılına ait unlardan ise kavuzlu karabuğday unları, kavuzsuz karabuğday unlarına göre daha fazla suda çözünürlük değerlerine sahiptir.
- vii. Karabuğday unlarındaki su bağlama kapasitesi ise %154.7 – 228.3 arasında değişim göstermiştir. 2011 ve 2013 yıllarında hasat edilmiş karabuğday unlarından, kavuzlu unlardaki su bağlama kapasitesinin kavuzsuz unlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.
- viii. Toplam fenolik madde (TFM) miktarları belirlenirken örnekler DMSO, etil alkol ve metil alkol kullanılarak ayrı ayrı ekstrakte edilmiştir. 2011 ve 2013 yıllarında hasat edilen unların DMSO kullanılarak belirlenen TFM miktarları 1.14-2.51 mg GA/ g un aralığında, etil alkol kullanılarak belirlenen TFM miktarları 0.52-0.85 mg GA/ g un aralığında, metil alkol kullanılarak

belirlenen TFM miktarları ise 1.12-2.34 mg GA/ g un aralığında değişim göstermiştir. 2011 yılına ait karabuğday unlarının tümünde her üç çözücü ile belirlenen TFM miktarları, kavuzlu örneklerde kavuzsuz örneklerle göre daha yüksek saptanmıştır. DMSO ile yapılan ekstraksiyonda kavuzlu unlar arasındaki en yüksek değer Aktaş-2011 örneğine ait iken, kavuzsuz unlar arasındaki en yüksek değer Güneş-2011 örneğine aittir. Etil alkol kullanılarak ekstrakte edilen karabuğday unlarından kavuzlu örnekler arasında en yüksek TFM miktarı kavuzlu Aktaş-2011 örneğine ait iken, kavuzsuz örnekler arasındaki en yüksek değer Aktaş-2011 örneğine aittir. Metil alkol kullanılarak ekstrakte edilen karabuğday unlarında ise kavuzlu unlarda en yüksek değer Güneş-2013 ununa ait iken, kavuzsuz unlar arasında Aktaş-2013'te belirlenmiştir. 2011 yılında hasat edilen kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarında en yüksek TFM miktarı DMSO ile yapılan ekstraksiyonda gerçekleşmiştir. Bunu sırasıyla metil alkol ve etil alkol ile yapılan ekstraksiyonlar izlemiştir. 2013 yılında hasat edilen kavuzlu ve kavuzsuz karabuğday unlarında ise TFM miktarı sonuçları ise ekstraksiyon çözeltilisine göre metil alkol> DMSO> etil alkol şeklinde sıralanmıştır.

- ix. Karabuğday unlarında, DPPH yöntemi ile belirlenen fenolik bileşiklerin serbest radikal yakalama aktiviteleri %26.36-52.03 arasında değişim göstermiştir. Karabuğdayda fenolik bileşikler kavuzda daha yoğun bulunduğundan dolayı, kavuzlu karabuğday unlarının antioksidan aktiviteleri (%) kavuzsuz karabuğday unlarına göre daha yüksek saptanmıştır. Kavuzlu unlar arasında en yüksek antioksidan aktivite Aktaş-2011 ununa ait iken, kavuzsuz unlar arasında ise en yüksek antioksidan aktivite Güneş-2011

ununa aittir. Sonuçlar Troloks üzerinden verildiğinde antioksidan aktiviteler 0.13-0.68 mmol Troloks/ kg un aralığında değişim göstermiştir. Kavuzlu unlar arasında en yüksek değer Aktaş-2011 ununda, kavuzsuz unlar arasında ise en yüksek değer Güneş-2011 ununda saptanmıştır. Ayrıca, kavuzlu unların Troloks üzerinden antioksidan aktivite değerleri kavuzsuz unlara göre daha yüksek tespit edilmiştir.

- x. TEAC yöntemi kullanılarak elde edilen antioksidan aktivite değerleri 0.08 - 0.19 mmol Troloks/ kg un aralığında değişim göstermiştir. Kavuzlu unların antioksidan aktivite değerleri kavuzsuz unlara göre daha yüksektir. Kavuzlu unlar arasında en yüksek antioksidan aktivite değeri Güneş-2013 ununa ait iken, kavuzsuz unlar arasında ise Güneş-2013 ununa aittir.
- xi. Rutin ve kuersetin bileşiğinin HPLC ile analizinde sadece 2013 yılında hasat edilen karabuğday unları kullanılmıştır. Buna göre; kavuzlu unlardaki rutin miktarı kavuzsuz unlara göre belirgin bir biçimde yüksek bulunmuştur. En yüksek rutin miktarı kavuzlu Aktaş ununda saptanırken, en düşük rutin miktarı kavuzsuz Aktaş ununda saptanmıştır. Kuersetin bileşiği için ise en yüksek değer kavuzsuz Aktaş ununda saptanırken, en düşük değer kavuzlu Güneş ununda saptanmıştır. Rutin bileşiği 350 nm dalga boyunda incelenmiş olup, farklı konsantrasyonlardaki standart rutin bileşikler HPLC cihazına tanıtıldığında kromatogramlarda 20. dk da pik elde edilmiştir. Aynı şekilde kavuzlu ve kavuzsuz unlar ekstrakte edilip cihaza verildiğinde 20. dk da saptanan pikin rutin bileşiğine ait olduğu saptanmıştır. Kuersetin bileşiği için ise 350 nm dalga boyunda inceleme yapılmıştır ve standart maddelerin

alıkonma zamanları 24. dk olarak belirlenmiştir. Kavuzlu ve kavuzsuz unlarda 24. dk'da çıkan pikin kuersetin bileşiğine ait olduğu tespit edilmiştir.

Karabuğday, Dünya'da tarımı oldukça yaygın olan fakat Türkiye'deki tarımı henüz çok sınırlı olan tahıl benzeri bir bitkidir. Karabuğday Dünya'da glutensiz gıda teknolojisinin ilgisini çekmektedir. Ülkemizde Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde ilk kez geliştirilerek tescilletirilen Güneş ve Aktaş karabuğday çeşitleri bu araştırmamızda materyal olarak kullanılmıştır. İlk kez tescil alan karabuğday çeşitlerinin araştırmamızda kullanılması önemlidir. Ülkemizde karabuğday ile ilgili bazı tez çalışmaları mevcuttur fakat karabuğdaydaki fenolik bileşikler ve antioksidan maddelerin belirlenmesi bakımından çalışmamız özgündür. Karabuğdaylar besinsel açıdan üstün bir kompozisyona sahip olmakla birlikte prolamin proteinlerini kabul edilebilir sınırın altında içermesinden dolayı çölyak hastaları için alternatif bir glutensiz ürün konumundadır. Bu bakımdan çalışmamızın ülkemizdeki glutensiz gıda sanayisinin gelişmesine öncülük edeceği ve Güneş ve Aktaş çeşitlerinin glutensiz ürünlerin üretiminde kullanılabilecek karabuğdaylar olabileceği düşünülmektedir.

Karabuğday, insan sağlığına birçok yararı bulunan rutin ve kuersetin bileşiklerini içerdiğinden dolayı insanların artan sağlıklı gıda taleplerini de bu bakımdan karşılamaktadır. Bu çalışma sonucunda rutin bileşiğinin karabuğdayda yüksek miktarda bulunduğu görülmüştür. Kanser yakalanan insan sayısının arttığı son yıllarda, kansere karşı koruyucu etkisi olduğu bilinen rutin ve kuersetin fenolik bileşiklerinin saptanması çalışmamızın bu bakımdan önemini artırmaktadır.

İnsanların fonksiyonel gıdalara olan eğilimlerinin artması sonucunda ÷lkemizde karabuğday tarımının gelişeceği ve bu araştırmamızın da önc÷lük edeceği düşün÷lmektedir.



6. KAYNAKLAR

- AACC (American Association of Cereal Chemists) 2000. Approved Methods of the AACC, Metot No: 44-01, 08-01, 46-12, 30-25, 10th ed., The Association: St. Paul, MN, USA.
- Acquistucci R, Fornal J. 1997. Italian buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch: Physico-chemical and functional characterization and in vitro digestibility. *Food/Nahrung*, 41: 281–284.
- Ahmed A, Khalid N, Ahmad A, Abbasi NA, Latif MSZ, Randhawa MA. 2013. Phytochemicals and biofunctional properties of buckwheat: a review. *Journal of Agricultural Science*, :1-21.
- Anonymous. 2014a. <http://en.wikipedia.org/wiki/Quercetin> (Accessed 15 November 2014).
- Anonymous. 2014b. <http://en.wikipedia.org/wiki/Rutin> (Accessed 15 November 2014).
- Anonymous. 2015. <http://www.wholegraincouncil.org/whole-grains-101/buckwheat-photos> (Accessed 24 January 2015).
- Barut Uyar B, Gezmen Karadağ M, Şanlıer N, Günyel S. 2013. Toplumumuzda sıklıkla kullanılan bazı bitkilerin toplam fenolik madde miktarlarının saptanması. *Gıda*, 38 (1): 23-29.
- Biacs P, Aubrecht E, Leder I, Lajos J. 2002. Buckwheat. In: *Pseudocereals and Less Common Cereals-Grain Properties and Utilization Potential*, Eds: Belton P, Taylor J. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany, pp.123-151.
- Bilgiçli N. 2009a. Effect of buckwheat flour on chemical and functional properties of tarhana. *LWT-Food Science and Technology*, 42: 514–518.
- Bilgiçli N. 2009b. Enrichment of gluten-free tarhana with buckwheat flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60 (S4): 1-8.
- Bonafaccia G, Gambelli L, Fabjan N, Kreft I. 2003. Trace elements in flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chem*, 80:1-5.

- Chillo S, Laverse S, Falcone PM, Protopapa A, Del Nobile MA. 2008. Influence of the addition of buckwheat flour and durum wheat bran on spaghetti quality. *J Cereal Science*, 47: 144–152.
- Choi SM, Ma CY. 2006. Extraction, purification and characterization of globulin from common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds. *Food Research International*, 39: 974–981.
- Cui XD, Wang ZH. 2012. Preparation and properties of rutin-hydrolyzing enzyme from tartary buckwheat seeds. *Food Chemistry*, 132:60-66.
- Dadakova E. Kalinova J. 2010. Determination of quercetin glycosides and free quercetin in buckwheat by capillary micellar electrokinetic chromatography. *J. Sep. Sci.*, 33: 1633–1638.
- Dizlek H, Özer MS, İnanç E, Gül H. 2008. Karabuğday'ın (*Fagopyrum esculentum moench*) Bileşimi ve Gıda Sanayiinde Kullanım Olanakları, *Gıda*, 34 (5), 317-324.
- Ekielski A, Majewski Z, Zelazinski T. 2007. Effect of extrusion conditions on physical properties of buckwheat–maize blend extrudate. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 57 (2): 57-61.
- Ergüzel ET. 2006. Quercetin (3,3',4',5,7-pentahidroksiflavon)'in bakır(II) ve çinko (II) komplekslerin kararlılık sabitlerinin tayini. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Analitik Kimya Programı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Türkiye, 84 s.
- Fabjan N, Rode J, Košir IJ, Wang Z, Zhang Z, Kreft I. 2003. Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) as a source of dietary rutin and quercitrin. *J Agric Food Chem*, 51: 6452–6455.
- FAOSTAT 2011. FAO Statistics Division. www.faostat.fao.org (Erişim tarihi: 20 Mayıs 2013).
- Filipcev B, Šimurina O, Sakač M, Sedej I, Jovanov P, Pestorić M, Bodroža-Solarov M. 2011. Feasibility of use of buckwheat flour as an ingredient in ginger nut biscuit formulation. *Food Chem*, 125: 164–170.
- Gallardo C, Jiménez L, García-Conesa MT. 2006. Hydroxycinnamic acid composition and in vitro antioxidant activity of selected grain fractions. *Food Chem*, 99: 455–463.
- Gorinstein S, Medina Vargas OJ, Jaramillo NO, Salas IA, Martinez Ayala AL, Arancibia-Avila P, Toledo F, Katrich E, Trakhtenberg S. 2007. The total

polyphenols and the antioxidant potentials of some selected cereals and pseudocereals. *Eur. Food Res Technol*, 225: 321-328.

Gutfinger, T. 1981. Polyphenols In Olive Oils, *Journal of American Oil Chemical Sociation.*, 58: 966-968.

Hsu CK, Chiang BH, Chen YS, Yang JH, Liu CL. 2008. Improving the antioxidant activity of buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn) sprout with trace element water. *Food Chem*, 108: 633–641.

Hung PV, Maeda T, Tsumori R, Morita N. 2007. Characteristics of fractionated flours from whole buckwheat grain using a gradual milling system and their application for noodle making. *J Sci Food Agric*, 87: 2823–2829.

Im JS, Huff HE, Hsieh FH. 2003. Effects of processing conditions on the physical and chemical properties of buckwheat gritcakes. *J Agric Food Chem*, 51:659-666.

Inglett GE, Rose DJ, Chen D, Stevenson DG, Biswas A. 2010. Phenolic content and antioxidant activity of extracts from whole buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) with or without microwave irradiation. *Food Chem*, 119: 1216-1219.

Jiang P, Burczynski F, Campbell C, Pierce GJ, Austria JA, Briggs CJ. 2007. Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species *Fagopyrum esculentum*, *F. tataricum*, and *F. Homotropicum* and their protective effects against lipid peroxidation. *Food Research International*, 40: 356–364.

Jozinovic A, Subaric D, Ackar D, Babic J, Klaric I, Kopjar M, Valek Lendic K. 2012. Influence of buckwheat and chestnut flour addition on properties of corn extrudates. *Croat. J. Food Sci. Technol.*, 4(1): 26-33.

Kalinova J, Triska J, Vrchotova N. 2006. Distribution of Vitamin E, Squalene, Epicatechin, and Rutin in Common Buckwheat Plants (*Fagopyrum esculentum* Moench). *J. Agric. Food Chem.*, 54: 5330–5335.

Kamalakkannan N, Mainzen Prince PS. 2006. Antihyperglycaemic and antioxidant effect of rutin, a polyphenolic flavonoid, in streptozotocin-induced diabetic wistar rats. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 98: 97–103.

Krahl M, Back W, Zarnkow M, Kreisz S. 2008. Determination of optimized malting conditions for the enrichment of rutin, vitexin and orientin in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *J Inst Brew*, 114 (4): 294–299.

- Krkošková B, Mrázová Z. 2005. Prophylactic components of buckwheat. *Food Res Int*, 38: 561–568.
- Lee DE, Chung MY, Lim TG, Huh WB, Lee HJ, Lee KW. 2013. Quercetin suppresses intracellular ROS formation, MMP activation and cell motility in human fibrosarcoma cells. *Journal of Food Science*, 78 (9): 1464-1469.
- Li S, Zhang QH. 2001. Advances in the development of functional foods from buckwheat. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 41: 451–464.
- Lin LY, Wang HE, Lin SD, Liu HM, Mau JL. 2009. Flavor components in buckwheat bread. *J Food Processing & Preservation*, 33: 814–826.
- Lin LY, Wang H-E, Lin SD, Liu HM, Mau JL. 2012. Changes in buckwheat bread during storage. *J Food Processing & Preservation*, :1-6.
- Liu CL, Chen YS, Yang JH, Chiang BH. 2008. Antioxidant activity of tartary (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.) and common (*Fagopyrum esculentum* (L.) Moench) buckwheat sprouts. *J Agric Food Chem*, 56:173–178.
- Manthey FA, Hall CA. 2007. Effect of processing and cooking on the content of minerals and protein in pasta containing buckwheat bran flour. *J The Sci Food & Agric*, 87: 2026–2033.
- Mariotti M, Lucisano M, Pagani MA, Iametti S. 2008. Macromolecular interactions and rheological properties of buckwheat-based dough obtained from differently processed grains. *J Agric Food Chem*, 56:4258–4267.
- Materska M. 2008. Quercetin and its derivatives: chemical structure and bioactivity – a review, *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 58 (4): 407-413.
- Milisavljević MD, Timotijević GS, Radović RS, Brkljačić JM, Konstantinovic MM, Maksimović VR. 2004. Vicilin-like storage globulin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds. *J Agric Food Chem*, 52: 5258–5262.
- Min B, Lee SM, Yoo SH, Inglett GE, Lee S. 2010. Functional characterization of steam jet-cooked buckwheat flour as a fat replacer in cake-baking. *J The Sci Food Agric*, 90: 2208–2213.
- Nizamlioğlu NM, Nas S. 2010. Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler; yapıları ve önemleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(1): 20-35.

- Noda T, Takahata Y, Sato T, Suda I, Morishita T, Ishiguro K, Yamakawa O. 1998. Relationships between chain length distribution of amylopectin and gelatinization properties within the same botanical origin for sweet potato and buckwheat. *Carbohydrate Polymers*, 37: 153–158.
- Nordlee JA, Panda R, Baumert JL, Goodman RE, Taylor SL. 2011. Wild buckwheat is unlikely to pose a risk to buckwheat-allergic individuals. *J Food Science*, 76(8): 189-191.
- Oomah BD, Mazza G. 1996. Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat. *J Agric Food Chem*, 44: 1746–1750.
- Panda R, Taylor SL, Goodman RE. 2010. Development of a sandwich enzyme-linked immuno sorbent assay (ELISA) for detection of buckwheat residues in food. *J Food Science*, 75(6): 110-117.
- Prestamo G, Pedrazuela A, Penas E, Lasuncion MA, Arroyo G. 2003. Role of buckwheat diet on rats as prebiotic and healthy food. *Nutrition Research*, 23: 803–814.
- Qian J, Rayas-Duarte P, Grant L. 1998. Partial characterization of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) starch. *Cereal Chem*, 75(3): 365–373.
- Qin P, Wang Q, Shan F, Hou Z, Ren G. 2010. Nutritional composition and flavonoid content of flour from different buckwheat cultivars. *Intern J FoodSciandTech*, 45: 951–958.
- Quettier-Deleu C, Gressier B, Vasseur J, Dine T, Brunet C, Luyckx M, Cazin M, Cazin JC, Bailleul F, Trotin F. 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology*, 72: 35–42.
- Radovic SR, Maksimovic VR, Varkonji-Gasic EI. 1996. Characterization of Buckwheat Seed Storage Proteins. *J Agric Food Chem*, 44: 972-974.
- Radović RS, Maksimović RV, Brkljačić MJ, Varkonji IE, Savić AP. 1999. 2S albumin from buckwheat seed. *J Agric Food Chem*, 47: 1467–1470.
- Ragaee, S., El Sayed, M. and Abdel-Aal. 2006. Pasting Properties Of Starch And Protein In Selected Cereals And Quality Of Their Food Product. *Food Chemistry* 95: 9-18.
- Ratan P. Kothiyal P. 2011. *Fagopyrum esculentum* Moench (common buckwheat) edible plant of Himalayas: A Review. *Asian Journal of Pharmacy and Life Science*, 1(4): 426-442.

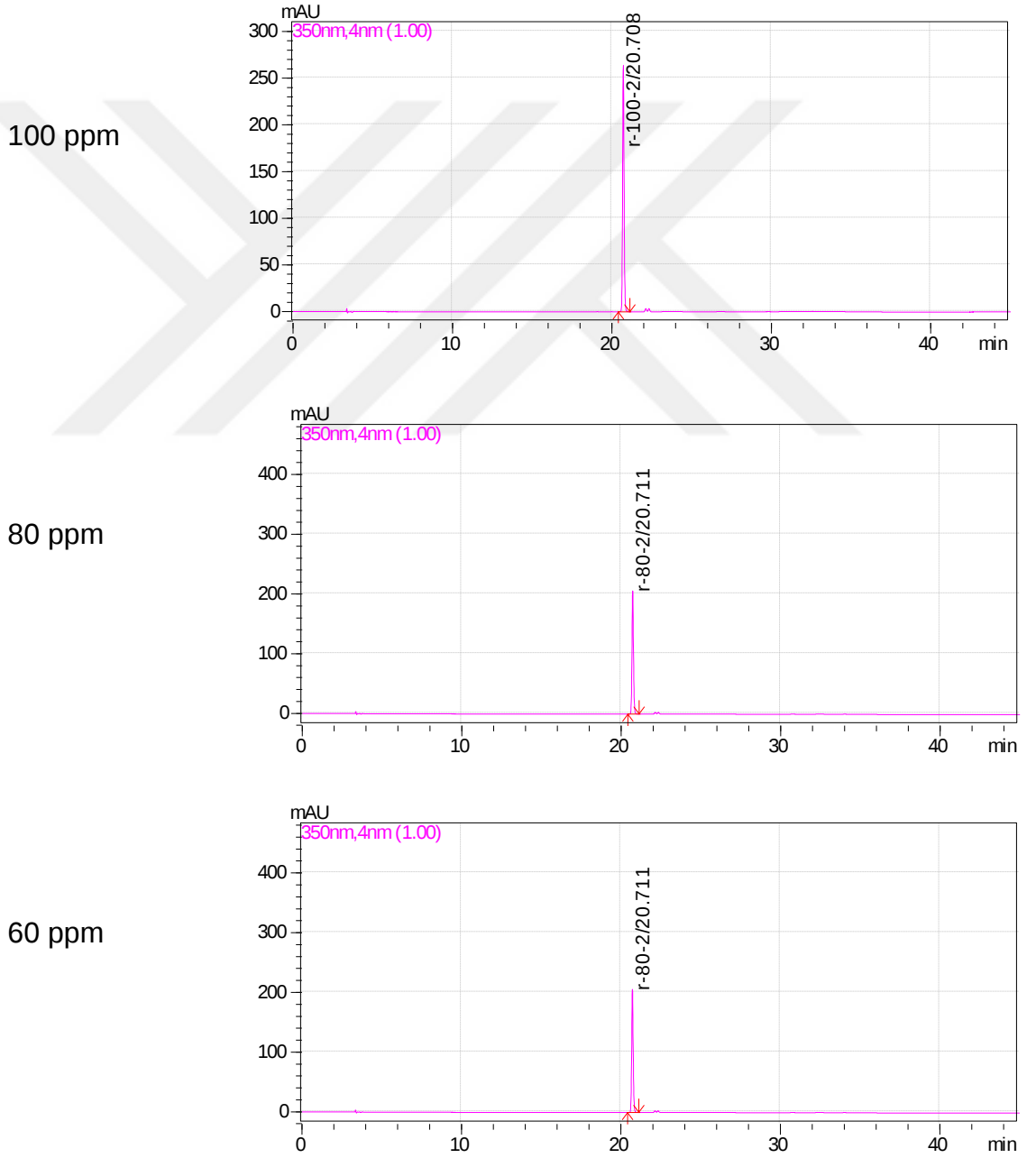
- Sakac M, Torbica A, Sedej I, Hadnadev M. 2011. Influence of breadmaking on antioxidant capacity of gluten free breads based on rice and buckwheat flours. *Food Research International*, 44: 2806-2813.
- Schober TJ, O'Brien CM, McCharthy D, Darnedde A, Arendt EK. 2003. Influence of gluten-free flour mixes and fat powders on the quality of gluten-free biscuits. *Eur Food Res Technol*, 216: 369–376.
- Schoenlechner R, Siebenhandl S, Berghofer E. 2008. Pseudocereals. In: *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*, Eds: Arendt EK., Bello FD. Elsevier, pp. 149-190.
- Sedej I, Mandić A, Sakač M, Mišan A, Tumbas V. 2010. Comparison of antioxidant components and activity of buckwheat and wheat flours. *Cereal Chem*, 87 (5): 387–392.
- Sedej I, Sakač M, Mandić A, Mišan A, Tumbas V, Čanadanović-Brunet J. 2012. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) grain and fractions: antioxidant compounds and activities. *J Food Science*, 77(9): 954-959.
- Singh, J., Singh, N. 2003. Studies on the morphological and rheological properties of granular cold water soluble corn and potato starches. *Food Hydrocolloids* 17, 63–72.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, 299:152–178.
- Skrabanja V, Kreft I. 1998. Resistant starch formation following autoclaving of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats: An in vitro study. *J Agric Food Chem*, 46: 2020–2023.
- Sohn MH, Lee SY, Kim KE. 2003. Prediction of buckwheat allergy using specific IgE concentrations in children. *Allergy*, 58: 1308–1310.
- Steadman KJ, Burgoon MS, Lewis BA, Edwardson SE, Obendorf RL. 2001a. Buckwheat seed milling fractions: description, macronutrient composition and dietary fibre. *J Cereal Sci*, 33: 271–278.
- Steadman KJ, Burgoon MS, Lewis B, Edwardson SE. 2001b. Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions. *J Sci Food Agric*, 81: 1094–1100.
- Sun T, Ho CT. 2005. Antioxidant activities of buckwheat extracts. *Food Chemistry*, 90: 743-749.

- Suzuki T, Honda Y, Mukasa Y, Kim SJ. 2005. Effects of lipase, lipoxygenase, peroxidase, and rutin on quality deteriorations in buckwheat flour. *J Agric Food Chem*, 53: 8400–8405.
- Şensoy İ, Rosen RT, Ho CT, Karwe MV. 2006. Effect of processing on buckwheat phenolics and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 99: 388-393.
- Tang CH 2007. Functional properties and *in vitro* digestibility of buckwheat protein products: Influence of processing. *J Food Engineering*, 82: 568–576.
- Tang CH, Wang XY, Liu F, Wang CS. 2009. Physicochemical and conformational properties of buckwheat protein isolates: Influence of polyphenol removal with cold organic solvents from buckwheat seed flours. *J Agric Food Chem*, 57: 10740–10748.
- Taylor SL 2010. Creating gluten free winners. *The World of Food Ingredients*, 45-46.
- Tomotake H, Shimaoka I, Kayashita J, Nakajoh M, Kato N. 2002. Physicochemical and functional properties of buckwheat protein product. *J Agric Food Chem*, 50:2125–2129.
- TSE (Türk Standardları Enstitüsü) 2010, Buğday Unu Türk Standardı 4500/ Haziran 2010 Asitlik Tayini.
- Verardo V., Arraez-Roman D., Segura-Carretero A., Marconi E., Fernandez-Gutierrez A., Caboni MF. 2010. Identification of buckwheat phenolic compounds by reverse phase high performance liquid chromatography- electrospray-ionization time of flight-mass spectrometry (RP-HPLC–ESI-TOF-MS). *Journal of Cereal Science*, 52: 170-176.
- Wang Z, Zhang Z, Zhao Z, Wieslander G, Norbäck D, Kreft I. 2004. Purification and characterization of a 24 kDa protein from tartary buckwheat seeds. *Biosci Biotechnol Biochem*, 68: 1409–1413.
- Watanabe M, Ohshita Y, Tsushida T. 1997. Antioxidant compounds from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Molench) hulls. *J Agric Food Chem*, 45, 1039-1044.
- Wijngaard HH, Arendt EK. 2006. Buckwheat (Review). *Cereal Chem.* 83(4): 391–401.
- Yıldız N., Yalçın E. 2013. Karabuğdayın (Buckwheat) Kimyasal, Besinsel ve Teknolojik Özellikleri, Gıda, Cilt 38 (6): 383-390.

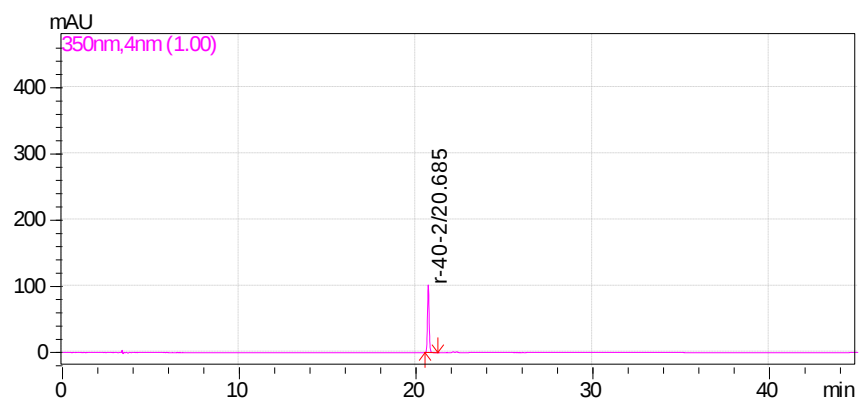
- Yu L, Haley S, Perret J, Haris M, Wilson J, Qian M. 2002. Free Radical Scavenging Properties Of Wheat Extracts, *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 50: 1619-1624.
- Zhang ZL, Zhou ML, Tang Y, Li FL, Tang YX, Shao JR, Xue WT, Wu YM. 2012. Bioactive compounds in functional buckwheat food. *Food Research International*, 49: 389–395.
- Zheng GH, Sosulski FW, Tyler RT. 1998. Wet-milling, composition and functional properties of starch and protein isolated from buckwheat groats. *Food Res Int*, 30: 493–502.
- Zielinski, H. and Kozłowska, H. 2000. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 48: 2008-2016.
- Zielinski H, Michalska A, Amigo-Benavent M, Dolores del Castillo M, Piskula MK. 2009. Changes in protein quality and antioxidant properties of buckwheat seeds and groats induced by roasting. *J Agric Food Chem*, 57: 4771–4776.

7. EKLER

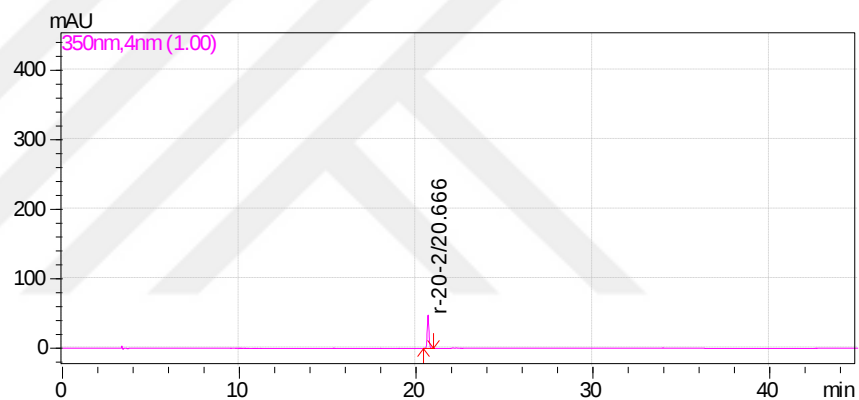
EK A. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış rutin standardına ait HPLC kromatogramları (350 nm).



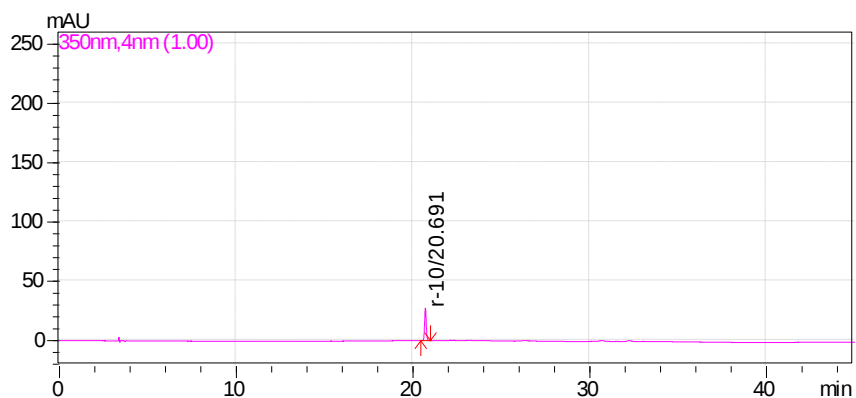
40 ppm



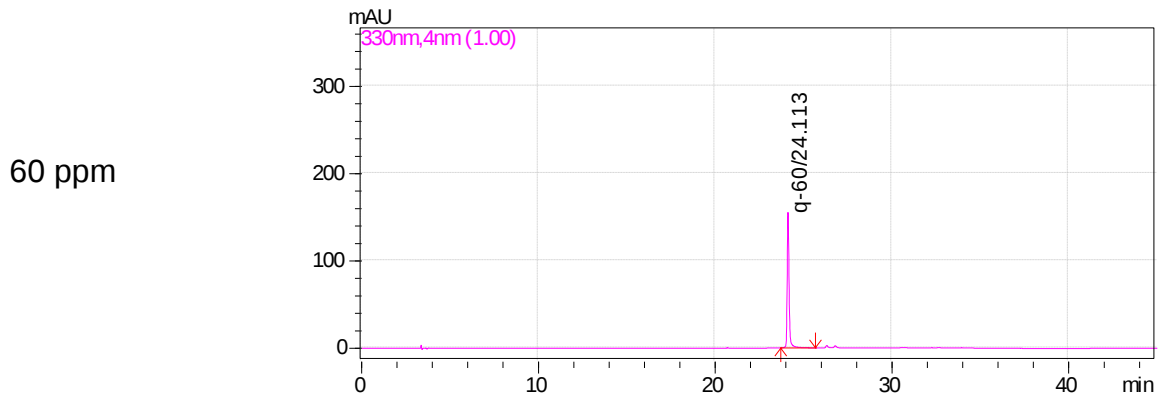
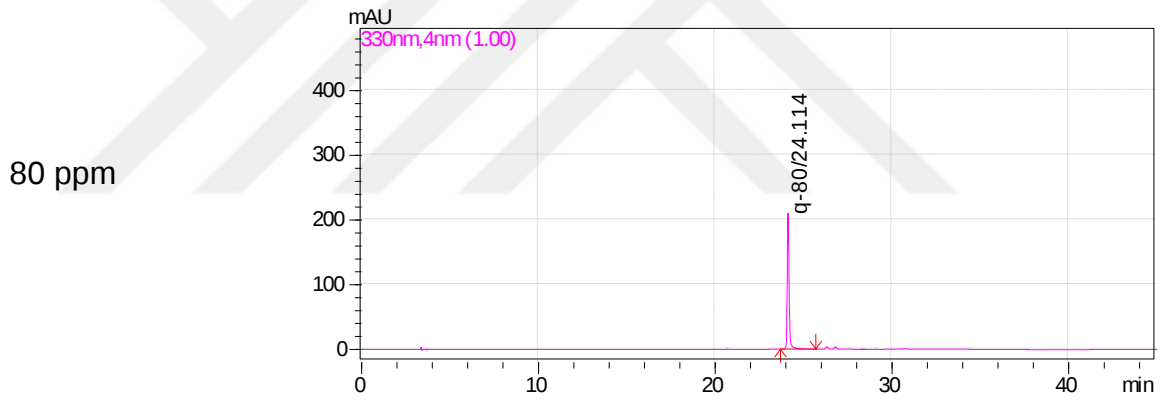
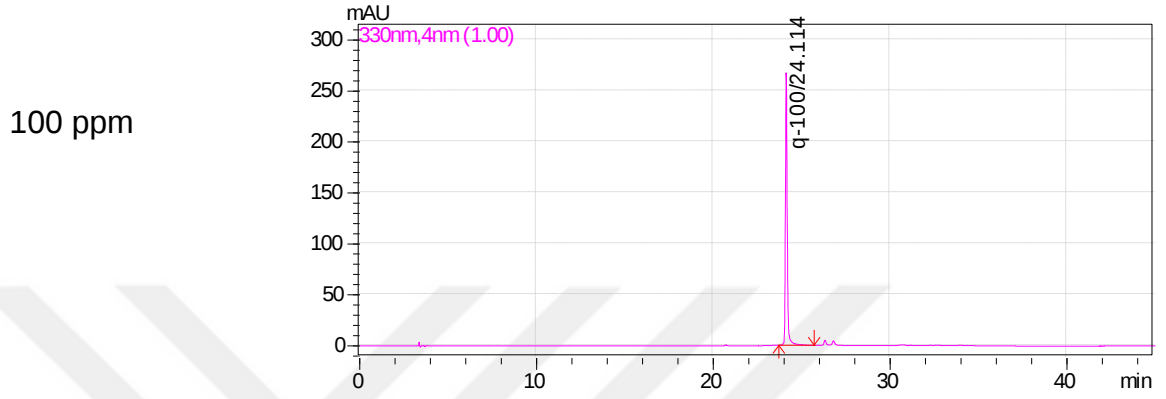
20 ppm



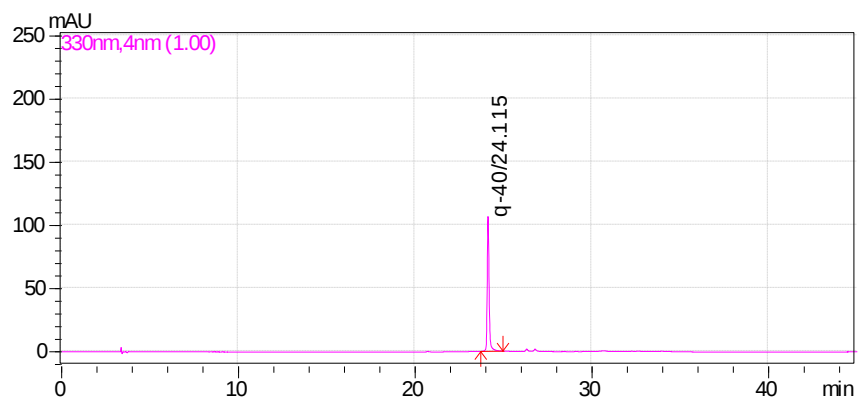
10 ppm



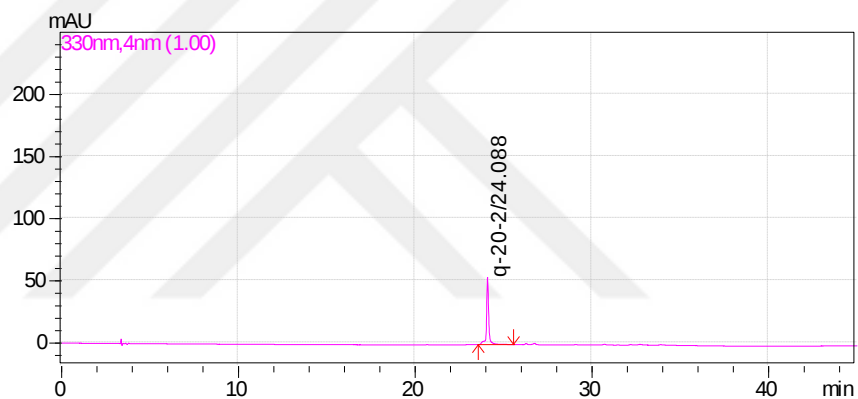
EK B. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış kuersetin standardına ait HPLC kromatogramları (330 nm).



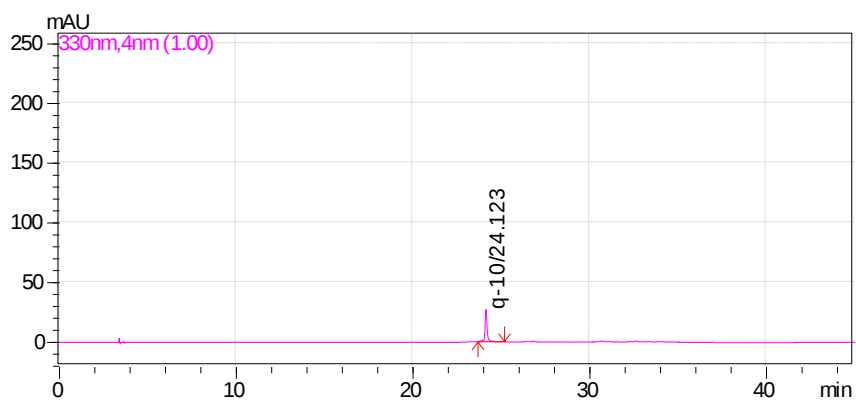
40 ppm



20 ppm

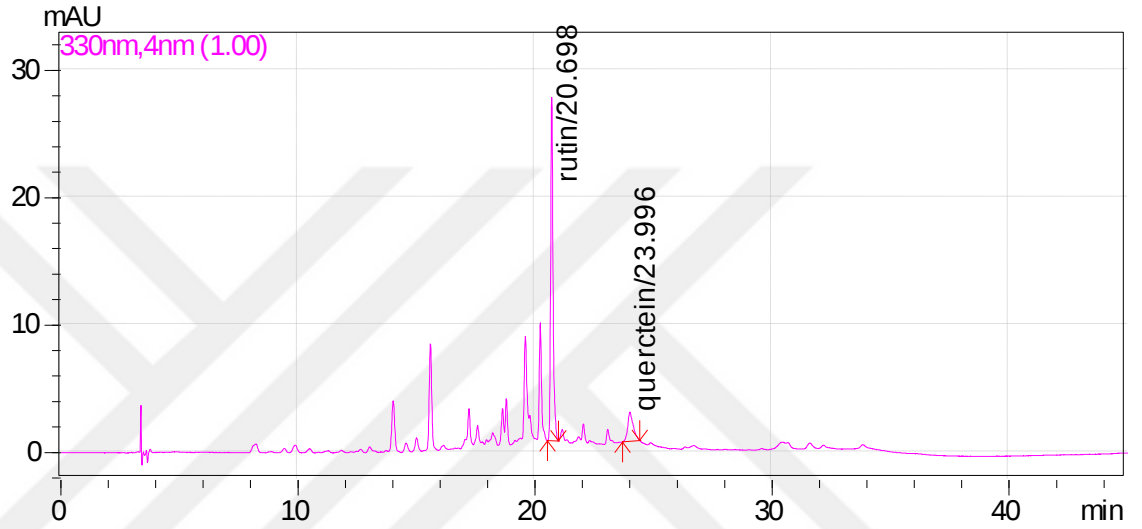


10 ppm

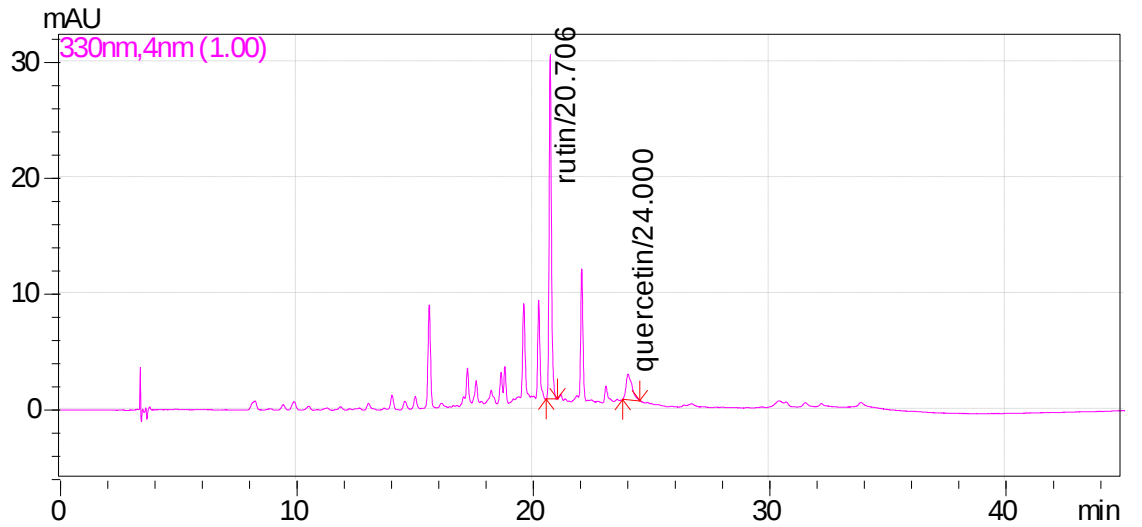


EK C. 2013 yılında hasat edilen *kavuzlu* karabuğday örneklerinin rutin (350 nm) ve kuersetin (330 nm) bileşiklerine ait HPLC kromatogramları.

Güneş (Kavuzlu)

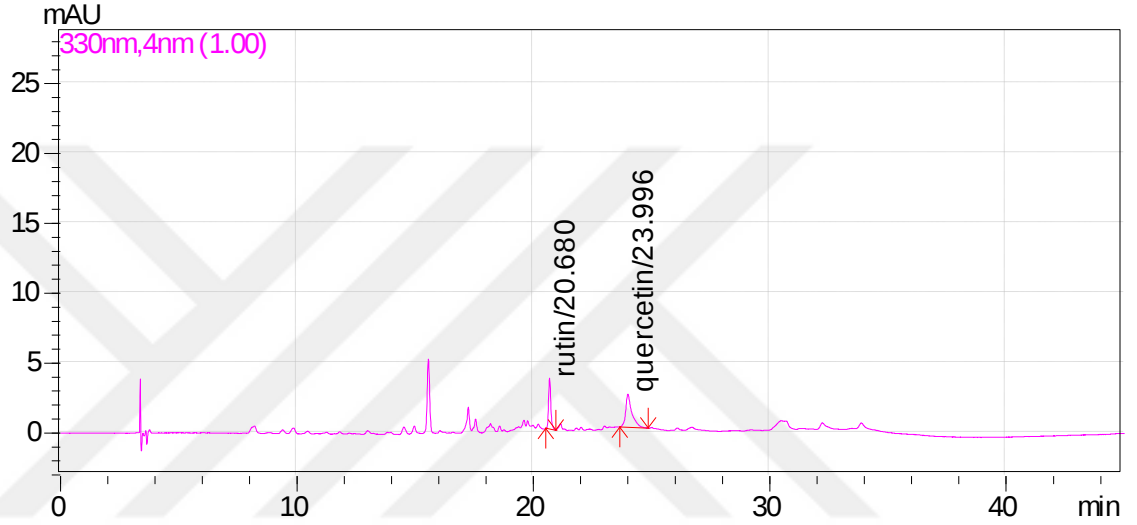


Aktaş (Kavuzlu)

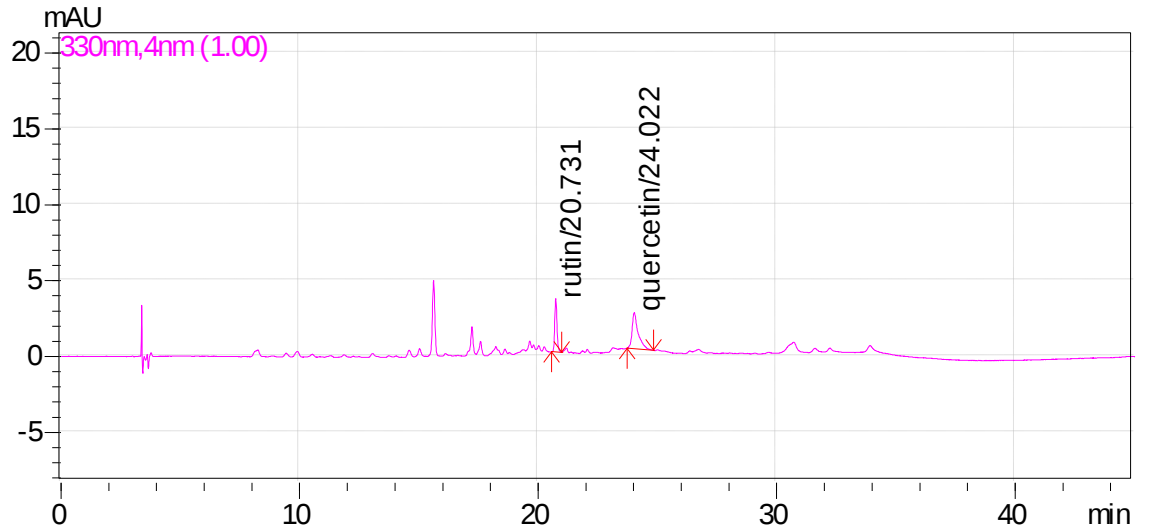


EK D. 2013 yılında hasat edilen *kavuzsuz* karabuğday örneklerinin rutin (350 nm) ve kuersetin (330 nm) bileşiklerine ait HPLC kromatogramları.

Güneş (Kavuzsuz)



Aktaş (Kavuzsuz)



ÖZGEÇMİŞ

İsim, Soyad : Neslihan Yıldız

Doğum Yeri ve Yılı : Bolu, 10.07.1988

Sürekli Adres : Tabaklar Mah. Ferit Talay Cad.
Doğanay Apt. No:11/4 Merkez/Bolu

Son aldığı derece ve yılı : Yüksek Lisans, 2015

Anabilim Dalı : AİBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Üniversite Öğretimi : **Yüksek Lisans**, Abant İzzet Baysal
Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Gıda Mühendisliği, 2012-2015
Lisans, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik
Fakültesi Gıda Mühendisliği, 2007-2012

Lise Öğretimi : İzzet Baysal Anadolu Lisesi, Bolu, 2006

İş Tecrübesi : **Bolca Hindi**, Bolu; Stajyer Gıda Mühendisi,
Kalite Kontrol Laboratuvarı
Barilla Gıda A.Ş., Bolu; Stajyer Gıda
Mühendisi, Kalite Kontrol Laboratuvarı ve
Değirmen Ünitesi