

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FENBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**TÜRKİYE’DE YETİŞTİRİLEN BAŞLICA BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN
ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN VE FENOLİK ASİT DAĞILIMLARININ
BELİRLENMESİ VE EKMEĞİN NAR KABUĞU EKSTRAKTI İLE
ZENGİNLEŞTİRİLMESİ**

Özay MENTEŞ YILMAZ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2011**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

TÜRKİYE’DE YETİŞTİRİLEN BAŞLICA BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN ANTİOKSIDAN AKTİVİTELERİNİN VE FENOLİK ASİT DAĞILIMLARININ BELİRLENMESİ VE EKMEĞİN NAR KABUĞU EKSTRAKTI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Özay MENTEŞ YILMAZ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr.Recai ERCAN

Bu çalışmada Türkiye’ de yetiştirilen 9 farklı buğday çeşidinin ve bunların öğütülmesi sonucu elde edilen fraksiyonların (kalın kepek, ince kepek ve un) toplam fenolik madde miktarları, antioksidan aktiviteleri ve fenolik asit dağılımları belirlenmiştir. Gün-91 ekmeklik buğday çeşidinden elde edilen farklı ekstraksiyon oranındaki unların (%65, %75 ve %100) ve bu unlardan yapılan ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri de belirlenmiştir. Ayrıca beyaz ekmeğin antioksidan aktivitesini artırmak amacıyla Gün-91 çeşidinden hazırlanan %65 randımanlı una farklı oranlarda (0.5, 1.0, 2.5, 5.0 ve 7.5 g/kg) nar kabuğu ekstraktı ilave edilerek nar kabuğu ekstraktlarının ekmek kalitesine, ekmeğin toplam fenolik madde miktarına ve antioksidan aktivitesine etkisi araştırılmıştır. Buğday çeşitlerinin serbest fenolik madde miktarları 656.80-900.64 mg GAE/kg buğday KM, bağlı fenolik miktarı ise 1095.73-1376.33 mg GAE/kg buğday KM arasında değişim göstermiştir. Buğdayda fenolik bileşikler daha çok kalın kepek kısmında yoğunlaşmıştır. Kalın kepekte bulunan serbest fenolik madde miktarı 1061.08-1522.88 mg GAE/kg kalın kepek KM, bağlı fenolik madde miktarı ise 3006.19-4143.86 mg GAE/kg kalın kepek KM arasında değişmiştir. Ayrıca hem DPPH hem de TEAC yöntemine göre en yüksek antioksidan aktiviteyi kepek fraksiyonundan elde edilen ekstraktlar göstermiştir. Buğday çeşitleri ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen serbest fenolik ekstraktlarında ferulik asit ve vanilik asit tanımlanırken, bağlı fenolik ekstraktlarında ferulik ve vanilik asitin yanı sıra siringik asit ve p-kumarik asit tanımlanmıştır. Farklı ekstraksiyon oranındaki unlardan yapılan ekmeklerde randıman arttıkça toplam fenolik miktarında ve antioksidan aktivitede artış gözlenmiştir. Ekmeklerin toplam fenolik madde miktarı 402.7-1847.6 mg GAE/kg ekmek KM, toplam antioksidan aktiviteleri ise DPPH yöntemine göre 0.83-4.16 μ mol TE/kg ekmek KM, TEAC yöntemine göre ise 1.98-9.46 μ mol TE/kg ekmek KM arasında değişmiştir. Nar kabuğu ekstraktı ilavesi ise artan konsantrasyona bağlı olarak ekmeklerin toplam fenolik içerikleri ve antioksidan aktivitelerinde artış sağlamıştır.

Mayıs 2011, 80 sayfa

Anahtar Kelimeler: Buğday, antioksidan aktivite, fenolik asitler, nar kabuğu ekstraktı, zenginleştirme

ABSTRACT

Doctora Tesis

DETERMINATION of ANTIOXIDANT ACTIVITY and PHENOLIC ACID COMPOSITION of MAIN WHEAT VARIETIES GROWN in TURKEY and ENRICHMENT of BREAD with POMEGRANATE HUSK EXTRACT

Özay MENTEŞ YILMAZ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof.Dr.Recai ERCAN

In this study, total phenolic content, antioxidant activity and phenolic acid profiles of 9 different wheat varieties grown in Turkey and their milling fractions were determined. Furthermore, changes in the total phenolic content and antioxidant activity in the flours with different extraction rate (65, 75 and 100%) obtained through the milling of Gün-91 wheat variety and breads made of these flours were determined. To increase the antioxidant activity of white bread, different concentration of pomegranate husk extract (0.5, 1.0, 2.5, 5.0 ve 7.5 g/kg) incorporated to the flour (65% extraction rate) obtained from Gün-91 wheat variety and the effects of it on quality, total phenolic content and antioxidant activity of the bread were searched. The free phenolic content of wheat varieties ranged from 656.80 to 900.64 mg GAE/kg wheat dm, and the bound phenolic content of wheat varieties ranged from 1095.73 to 1376.33 mg GAE/kg wheat dm. In wheat phenolic compounds were concentrated in thick bran fraction. The free and bound phenolic content in thick bran fraction ranged from 1061.08 to 1522.88 mg GAE/kg thick bran and from 3006.19 to 4143.86 mg GAE/kg thick bran, respectively. In addition, extracts obtained from thick bran showed the highest antioxidant activity according to the both methods DPPH and TEAC. Ferulic and vanilic acids were determined in free phenolic extract obtained from the studied wheat varieties and their milling fractions. Siringic and p-kumaric acids were determined as well as ferulic and vanilic acids in bound phenolic extracts. Total phenolic content and antioxidant activity increased with an increase in flour extraction rate. Total phenolic content of the breads made with different extraction rate flour ranged from 402.7 to 1847.6 mg GAE/kg bread dm. Antioxidant activities of these breads according to DPPH and TEAC methods ranged from 0.83 to 4.16 μ mol TE/kg bread dm and from 1.98 to 9.46 μ mol TE/kg bread dm. An increase in pomegranate husk extract concentration was also increased the total phenolic content and antioxidant activity of the breads

May 2011, 80 pages

Key Words: Wheat, antioxidant activity, phenolic acids, pomegranate husk extract, enrichment

TEŞEKKÜR

Tez çalışması boyunca danışmanlığımı yürüten, bilgi ve desteğini benden esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Recai ERCAN'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü);

Değerli fikir ve önerilerinden dolayı tez izleme komitesi üyeleri değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü) ve Sayın Prof. Dr. Hamit KÖKSEL'e (Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü);

Çalışmam boyunca laboratuvar olanaklarını kullanmama izin veren Sayın Prof. Dr. Nevzat ARTIK'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü)

Bu çalışma sırasındaki sıkıntılara ortak olan ve çalışmam boyunca fikir, destek ve yardımlarını gördüğüm Sayın Arş. Gör. Dr. Emre BAKKALBAŞI'na (Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü); ekmek pişirme denemelerim sırasında bana yardımcı olan Laborant Önder YALÇIN'a (Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü);

Bu çalışmanın gerçekleşmesi için maddi olanak sağlayan TÜBİTAK'a (Proje No: TOVAG 107 O 382)

Beni her koşulda destekleyen ve sevgilerini hep hissettiğim aileme ve her zaman yanımda olan ve tezimin oluşmasında yardımcı olan sevgili eşime en içten teşekkürlerimi sunarım.

Özay MENTEŞ YILMAZ
Ankara, Mayıs 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1 Materyal	14
3.2 Yöntem	15
3.2.1 Fiziksel özellikler	15
3.2.1.1 Hektolitreye ağırlığı tayini	15
3.2.1.2 Bin tane ağırlığı tayini.....	15
3.2.1.3 Camsılık tayini.....	15
3.2.2 Kimyasal özellikler	15
3.2.2.1 Rutubet miktarı tayini	15
3.2.2.2 Kül miktarı tayini.....	15
3.2.2.3 Protein miktarı tayini.....	16
3.2.3 Fizikokimyasal özellikler	16
3.2.3.1 Gluten miktarı	16
3.2.3.2 Sedimentasyon testi	16
3.2.4 Buğdayların tavlanması ve öğütülmesi	16
3.2.5 Reolojik özellikler.....	17
3.2.5.1 Farinogram değerlerinin belirlenmesi	17
3.2.5.2 Ekstensogram değerlerinin belirlenmesi.....	18
3.2.6. Nar kabuğu ekstraktı eldesi	18
3.2.7 Ekmek yapımı	18
3.2.8 Ekmeklerin değerlendirilmesi	19
3.2.9 Duyusal değerlendirme	19
3.2.10 Örneklerin analize hazırlanması.....	19
3.2.11 Örneklerden serbest ve bağlı fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu.....	19
3.2.12 Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi	22
3.2.13 Antioksidan aktivite tayini	22
3.2.13.1 DPPH yöntemi	22
3.2.13.2 TEAC yöntemi	23
3.2.14 Fenolik asit dağılımının belirlenmesi.....	23
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	25
4.1 Buğday Örneklerinin Bazı Fiziksel Özellikleri.....	25
4.2 Buğday Örneklerinin Bazı Kimyasal Özellikleri.....	25
4.3 Buğday Çeşitleri ve Öğütme Fraksiyonlarının Toplam Fenolik Madde Miktarı	28
4.4 Buğday Çeşitleri ve Öğütme Fraksiyonlarının Antioksidan Aktiviteleri	31
4.5 Fenolik Asit Dağılımının Belirlenmesi.....	35
4.6 Un Veriminin Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi.....	40

4.7 Un Veriminin Toplam Fenolik ve Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi	43
4.8 Nar Kabuğu Ekstraktının Unun Reolojik Özellikleri ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi	47
4.9 Duyusal Değerlendirme	51
4.10 Nar Kabuğu Ekstraktının Ekmegin Toplam Fenolik İçeriği ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi	52
5. SONUÇ	54
KAYNAKLAR	56
EKLER.....	62
EK 1 Gallik asit standart kurvesi	63
EK 2 TEAC yöntemine göre hazırlanan troloks standart kurvesi.....	64
EK 3 DPPH yöntemine göre hazırlanan troloks standart kurvesi.....	65
EK 4 Fenolik asit standartlarına ait HPLC kromatogramları.....	66
EK 5 Örneklerden elde edilen serbest fenoliklere ait örnek HPLC kromatogramları	68
EK 6 Örneklerden elde edilen serbest fenoliklere ait örnek HPLC kromatogramları.....	70
EK 7 Fenolik asit standartları ve örnekteki piklerine ait spektrumlar.....	72
EK 8 Ferulik asit, p-kumarik asit, vanilik asit ve siringik aside ait standart kurveler.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	79

SİMGELER DİZİNİ

TE	Troloks eşdeğeri
GAE	Gallik asit eşdeğeri
FAE	Ferulik asit eşdeğeri
KM	Kuru madde
BU	Brabender Unit
Rm	Uzamaya karşı gösterilen direnç
A	Enerji
E	Uzayabilme kabiliyeti
PET	Poli etilen teraftalat
Al	Aliminyum
PE	Poli etilen

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Benzoik ve sinamik asit türevleri.....	3
Şekil 3.1 Örnekten serbest ve bağlı fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu	21

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1	Buğday çeşitlerinin adları ve sağlandığı kuruluşlar	14
Çizelge 3.2	Buğdayların tavlama sonrası rutubet miktarları	17
Çizelge 4.1	Buğday çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	27
Çizelge 4.2	Buğday çeşitlerinin ve öğütme fraksiyonlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/kg yağsız örnek KM)	30
Çizelge 4.3	Buğday çeşitlerinden ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen ekstraktların DPPH sonuçları (μmol TE/g yağsız örnek KM)	33
Çizelge 4.4	Buğday çeşitlerinden ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen ekstraktların TEAC sonuçları (μmol TE/g yağsız örnek KM)	34
Çizelge 4.5	Buğday çeşitlerinden ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen serbest fenolik ekstraktlarının fenolik asit dağılımı (mg/kg yağsız örnek KM)	38
Çizelge 4.6	Buğday çeşitlerinden ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen bağlı fenolik ekstraktların fenolik asit dağılımı (mg/kg yağsız örnek KM)	39
Çizelge 4.7	Farklı un verimindeki un örneklerinin bazı kimyasal ve reolojik özellikleri	40
Çizelge 4.8	Farklı un verimine sahip unlardan yapılan ekmeklerin bazı özellikleri*	42
Çizelge 4.9	Un veriminin ekmeğin bayatlaması üzerine etkisi	42
Çizelge 4.10	Farklı un verimine sahip unlardan elde edilen ekmeklerin kabuk rengi	42
Çizelge 4.11	Farklı un verimine sahip unlardan elde edilen ekmeklerin iç rengi	43
Çizelge 4.12	Farklı un verimine sahip unların toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi	45
Çizelge 4.13	Farklı un verimine sahip unlardan yapılan ekmeklerin toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi	46
Çizelge 4.14	Farklı oranlarda nar ekstraktı ilavesinin unun reolojik özellikleri üzerine etkisi	48
Çizelge 4.15	Farklı oranlarda nar ekstraktı ilavesinin ekmeğin bazı özellikleri üzerine etkisi	49
Çizelge 4.16	Nar kabuğu ekstraktı ilavesinin ekmeğin bayatlaması üzerine etkisi	50
Çizelge 4.17	Nar kabuğu ekstraktı ile üretilen ekmeklerin kabuk rengi	51
Çizelge 4.18	Nar kabuğu ekstraktı ile üretilen ekmeklerin iç rengi	51
Çizelge 4.19	Farklı oranlarda nar ekstraktı ile üretilen ekmeklerin duyusal değerlendirilmesi	52
Çizelge 4.20	Farklı oranlarda nar kabuğu ekstraktı ilavesinin ekmeğin toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi	53

1. GİRİŞ

Antioksidanlar; oksidasyonun başlangıcını geciktiren veya hızını yavaşlatan, serbest radikallerin dokulardaki zararını ortadan kaldıran ve bundan dolayı kanser, kalp ve damar hastalıkları gibi birçok hastalığın oluşma riskini azaltıcı rol oynayan kimyasal maddelerdir. Doğal antioksidanlar, sağlığa yararlı etkilerinden ve gıdaların kalitesinin ve güvenilirliğinin korunmasındaki rollerinden dolayı, gıda ürünlerinde kaliteyi artırıcı etmenler olarak görülmektedir.

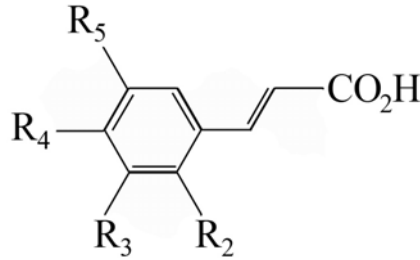
Son yıllarda yapılan çalışmalar buğdayın da içerdiği fitokimyasal maddeler (fenolik bileşikler, karotenoidler ve E vitamini) nedeniyle doğal besinsel antioksidan kaynaklarından biri olduğunu göstermiştir. Biyolojik olarak aktif bileşikler olan fitokimyasallar, güçlü antioksidan aktiviteleri ile insan ve hayvanlarda kronik hastalıkların oluşmasını önler veya ilerlemesini geciktirirler. Bu maddeler içinde fenolik bileşikler, buğdayın toplam antioksidan aktivitesine katkıda bulunan temel bileşenlerdir. Buğday, özellikle benzoik ve sinamik asit türevlerine ait olan geniş bir fenolik asit dağılımına sahiptir ve bu bileşiklerin buğdaydaki oranı, çeşit ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Buğdayda bulunan hidroksibenzoik ve hidroksisinamik asitler gibi fenolik asitler, serbest halde veya asitlerle, şekerlerle ve polisakkaritlerle esterleşmiş şekilde bulunmaktadır. Fenolik asitler, buğday tanesinin morfolojik açıdan farklı kısımlarında homojen bir dağılım göstermemektedir. Buğdayda bulunan fenolik asitlerin önemli bir kısmı, tanenin alöron, perikarp ve embriyo hücre duvarlarında, çok az bir kısmı ise nişastalı endosperm kısmında bulunmaktadır. Buğdayın öğütülmesi sırasında besinsel antioksidanlarca zengin kepek tabakası, endospermden mümkün olduğunca uzaklaştırılmaktadır. Bu nedenle beyaz undan yapılan ekmeklerin antioksidan aktivitesi oldukça düşüktür. Ancak, tüketicilerin son yıllarda sağlık üzerine olumlu etkileri olan özellikle antioksidan aktivitesi yüksek fonksiyonel gıdalara yönelmeleri, üreticileri yeni ürünler üretmeye yöneltmektedir. Bu nedenle, ülkemizdeki buğdayların farklı fraksiyonlarının fenolik asit dağılımlarının, antioksidan aktivitelerinin ve genelde ekmeğin özellikle de beyaz undan yapılan ekmeğin antioksidan aktivitesinin artırılma olanaklarının araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu alışmada, Türkiye'de yetiştirilen başlıca buğday çeşitlerinin ve bunların tlmesi sonucu elde edilen fraksiyonların toplam fenolik madde miktarları, antioksidan aktiviteleri ve fenolik asit dağılımları belirlenmiştir. Ayrıca seçilen ekmeklik buğday çeşidinin tlmesi ile elde edilen farklı ekstraksiyondaki unların ve bu unlardan yapılan ekmeklerin antioksidan aktivitelerindeki değişim incelenerek, randımanın antioksidan aktivite üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Son olarak, meyve suyu endüstrisinde yan ürün olan nar kabuğundan elde edilen ekstrakt, ekmek formülasyonuna ilave edilerek ekmeğin antioksidan aktivitesi arttırılmaya çalışılmıştır. Böylece, beslenmemizde önemli bir yere sahip olan ekmeğin adeta fonksiyonel bir ürüne dönüştürülmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

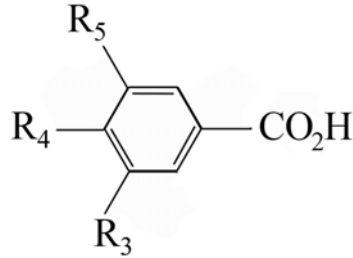
Fenolik bileşikler aromatik halkaya sahip, üzerinde bir veya daha fazla hidroksil grubu bulunduran, monosakkarit ve polisakkaritlerle esterleşebilen maddelerdir (Shahidi ve Nacz 1995, Duthie ve Crozier 2000). Fenolik asitler, flavanoidler, stilbenler, kumarinler ve taninler bu bileşikler arasında yer almaktadır (Dinelli vd. 2009). Bitkisel fenolikler normal metabolizma ürünleri olup, miktarları bitki çeşidine, varyeteye, yetiştirme koşullarına ve olgunlaşma derecesine bağlı olarak değişim göstermektedir (Adom vd. 2005, Kim vd. 2006).

Dünyada ve ülkemizde en yaygın olarak üretilen ve tüketilen tahıl olan buğday, biyolojik olarak aktif bileşikler olan fitokimyasalların doğal kaynaklarından birisidir. Buğday özellikle benzoik ve sinamik asit türevlerine (Şekil 2.1) dahil olan geniş bir fenolik asit dağılımına sahiptir (Li vd. 2008).



Sinamik asit türevleri

R₂=OH, o-kumarik asit
R₃=OH, m-kumarik asit
R₄=OH, p-kumarik asit
R₃= R₄=OH, kafeik asit
R₃= OCH₃, R₄=OH, ferulik asit
R₃= R₅=OCH₃, R₄=OH, sinapik asit



Benzoik asit türevleri

R₃=OH, m-hidroksibenzoik asit
R₄=OH, p-hidroksibenzoik asit
R₃= R₄=OH, protocateşuik asit
R₃= OCH₃, R₄=OH, vanilik asit
R₃= R₅=OCH₃, R₄=OH, siringik asit
R₃= R₄= R₅=OH, gallik asit

Şekil 2.1 Benzoik ve sinamik asit türevleri

Ferulik, vanilik, siringik, kumarik, kafeik, protokateşuik, gentisik, klorogenik, gallik, sinapik, salisilik ve p-hidroksibenzoik asit, buğday tanesinde bulunan fenolik asitler arasında yer almaktadır (Moore vd. 2005, Kim vd. 2006, Serpen vd. 2008). Ferulik asitin (trans-4-hidroksi-3-metoksisinamik asit) buğday tanesinde önemli miktarda bulunduğu ve buğdaydaki toplam fenoliklerin % 55-77'sini oluşturduğu bildirilmektedir (Adom vd. 2005, Kim vd. 2006).

Tahıllarda bulunan fenolik asitler serbest ve bağlı formda bulunmaktadır (Klepacka ve Formal 2006). Serbest fenolik asitler, perikarp'ın en dış tabakasında bulunmakta olup organik solventler ile ekstrakte edilebilirler. Bağlı fenolik asitler ise hücre duvarına esterifiye olmuş durumdadır ve hücre matriksinden ayrılması için asit veya baz ile hidroliz edilmesi gerekmektedir.

Adom vd. (2002) tahılların antioksidan aktivitesini belirlemek üzerine yaptıkları çalışmada, buğdayda bulunan serbest, çözünür konjuge ve bağlı ferulik asit miktarlarının sırasıyla 0.57, 3.27 ve 329.60 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ buğday arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir.

Adom vd. (2003) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise 11 farklı buğday çeşidinin serbest, konjuge ve bağlı ferulik asit miktarının sırasıyla 0.10-0.74, 0.94-4.17, 144.41-300.27 $\mu\text{mol}/100\text{g}$ buğday arasında değişim gösterdiği bulunmuştur. Toplam ferulik asit miktarının 147.72-302.95 μmol ferulik asit /100g buğday arasında değişim gösterdiği, en yüksek toplam ferulik asit içeriğine Cham 1 beyaz yazlık durum buğday çeşidinin ve en düşük toplam ferulik asit içeriğine Jennah Khetifa kırmızı yazlık durum buğday çeşidinin sahip olduğu bildirmiştir (Adom vd. 2003).

Zhou vd. (2004a) İsviçre kırmızı buğday çeşitlerinin çözünür fenolik asit miktarlarını araştırmışlardır. Çözünür serbest ve konjuge fenolik asitler aseton-su (1:1, v/v) karışımı ile ekstrakte edilmiştir. Örneklerdeki ferulik, siringik, p-hidroksibenzoik, vanilik ve p-kumarik asit miktarlarının sırasıyla 33.7, 13.7, 5.0, 4.9 ve 1.9 $\mu\text{g}/\text{g}$ buğday olduğunu belirlemişlerdir.

Moore vd. (2005) Maryland’de yetiştirilen sekiz yumuşak buğday çeşidinin çözünür serbest, çözünür konjuge ve çözünmeyen bağlı fenolik asit profilini incelemişlerdir. Çözünür serbest ferulik, vanilik, siringik ve p-kumarik asit seviyelerinin sırasıyla 0.55-2.31, 0.81-1.99, 0-0.85 ve 0-0.22 $\mu\text{g/g}$ buğday arasında, çözünür konjuge ferulik, vanilik, siringik ve p-kumarik asit miktarlarının sırasıyla 31.95-47.22, 4.37-6.13, 5.79-13.01 ve 0.90-1.58 $\mu\text{g/g}$ buğday arasında değiştiğini, çözünmeyen bağlı ferulik, vanilik, siringik ve p-kumarik asit miktarlarının ise sırasıyla 406.7-587.7, 2.9-5.0, 2.7-4.8 ve 9.5-13.1 $\mu\text{g/g}$ buğday arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Ferulik asidin büyük çoğunluğunun bağlı formda bulunduğu ve tanımlanan diğer fenolik asitlerin %83.5-89.5’ini oluşturduğunu bildirmişlerdir. Moore vd. (2005) buğday çeşitlerinin toplam ferulik asit miktarının 455.92-621.47 $\mu\text{g/g}$ buğday arasında değişim gösterdiğini, vanilik, siringik ve p-kumarik asit miktarlarının ise sırasıyla 8.44-12.68, 8.86-17.77 ve 10.40-14.10 $\mu\text{g/g}$ buğday arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Li vd. (2008) tek bir bölgede yetiştirilen 175 buğday çeşidinden elde edilen tam buğday unlarının serbest, konjuge ve bağlı fenolik asit dağılımlarını incelemişlerdir. Serbest fenolik asitlerin toplam fenolik aside katkısının çok düşük düzeyde olduğunu (<%0.5-1) ve miktarının incelenen çeşitlerde 3-30 $\mu\text{g/g}$ KM arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca bağlı fenolik asitlerin toplam fenolik asitlerin %77’sini oluşturduğunu ve miktarının 208-878 $\mu\text{g/g}$ KM arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Okarter vd. (2010)’nin 6 farklı varyeteye ait buğday örneğinin fitokimyasal içeriğini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada, ferulik asidin baskın olarak bulunduğunu ve toplam miktarının 310.8 (Caledonia) ile 496.1 (KanQueen) $\mu\text{mol/100g}$ buğday KM arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Çözünmeyen bağlı kısımda bulunan ferulik asit oranının %87.4 (Caledonia) ile %97.2 (KanQueen) arasında değiştiği bildirilmiştir. Buğday tanesinde ferulik asidin yanı sıra siringik asit (8.7-14.6 $\mu\text{mol/100g}$ buğday KM), p-kumarik asit (33.5-52.3 $\mu\text{mol/100g}$ buğday KM), vanilik asit (6.0-8.3 $\mu\text{mol/100g}$ buğday KM) ve kafeik asit de (4.4-11.6 $\mu\text{mol/100g}$ buğday KM) tanımlamışlardır (Okarter vd. 2010).

Fenolik asitlerin farklı buğday varyetelerinin öğütme fraksiyonlarındaki dağılımı da değişim göstermektedir. Fenolik asitlerin genel olarak buğday tanesinin kepek kısmında yoğun olarak bulunduğu belirtilmektedir. Bundan dolayı buğday kepeğinin fenolik asit kompozisyonunun belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır.

Fulcher (1982), tüm buğday tanesinde önemli miktarda bulunan fenolik asitlerden ferulik asitin aleuron hücre duvarlarında yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu, ancak olgun tanelerin nişastalı endospermde çok düşük miktarlarda olduğunu saptamıştır.

Onyeneho ve Hettiarachchy (1992) yaptıkları çalışmada durum buğdayı kepeğinin fenolik asit dağılımını incelemişlerdir. Durum buğdayı kepeğinden elde edilen ekstrakta ferulik asidin önemli miktarda bulunduğunu ve miktarının 764 mg/100g ekstrakt olduğunu belirlemişlerdir. Ferulik asidi sırasıyla vanilik asit (637 mg/100g), p-kumarik asit (580 mg/100g), prokateşuik asit (226 mg/100g), siringik asit (130 mg/100g), p-hidroksibenzoik asit (124 mg/100g), kafeik asit (116 mg/100g), gentisik asit (108 mg/100g) ve klorogenik asitin (84 mg/100g) takip ettiğini belirtmişlerdir.

Zhou ve Yu (2004a) farklı bölgelerde yetiştirilen Trego buğday çeşidinin öğütülmesi sonucu elde edilen kepek örneklerinden elde ettikleri ekstraklarda ferulik (90.9-111.4 µg/g), siringik (32.5-33.3 µg/g), p-hidroksibenzoik (11.1-21.9 µg/g), vanilik (13.1-15.2 µg/g) ve kumarik (3.7-6.4 µg/g) asitleri saptamışlardır. Farklı bölgelerde yetiştirilen Trego buğdayına ait kepek örneklerinin fenolik asit miktarlarının siringik asit dışında birbirinden farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Zhou vd. (2005), inceledikleri kırmızı sert kışlık buğday kepeklerinin hepsinde ferulik, p-kumarik, p-hidroksibenzoik, vanillik ve siringik asitleri tespit etmişler ve diğer buğday varyetelerinde ve ticari buğday kepeği örneklerinde olduğu gibi ferulik asitin (130.06-146.38 µg/g kepek) bütün kepek örneklerinde baskın fenolik asit olduğunu ve tanımlanan toplam fenolik asitlerin %53-67'sini oluşturduğunu belirlemişlerdir. İncelenen buğday kepeklerinde p-kumarik, p-hidroksibenzoik, vanillik ve siringik asit

miktarlarının ise sırasıyla 5.81-8.60, 8.89-18.98, 14.45-33.11, 36.45-55.70 µg/g kepek arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Li vd. (2005), Çin de yetiştirilen beş siyah buğday çeşidinin öğütülmesi sonucu elde ettikleri kepeklerin fenolik asit dağılımını belirlemişlerdir. Örneklerde ferulik, vanilik, siringik, p-kumarik, o-kumarik, kafeik asitlerinin yanı sıra p-hidroksibenzoik, gallik ve gentisik asitler tespit edilmiştir. Ferulik asitin baskın fenolik asit olduğu ve miktarının 1550-2119 µg/g kepek arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Kim vd. (2006) Kanada'dan sağladıkları sert kırmızı ve yumuşak beyaz buğdayların kepeklerinin serbest, bağlı ve toplam fenolik asit miktarlarını AACC kepek örnekleri ile kıyaslamışlardır. Kepek örneklerinde toplam ferulik asit miktarının 1376-2020 µg/g kepek arasında değiştiği belirtilmiştir. Bu çalışma fenolik asitlerin büyük çoğunluğunun çözünmeyen bağlı kısımda bulunduğunu ve hidroliz koşullarının fenolik asit kompozisyonunu değiştirebileceğini göstermiştir.

Vaher vd. (2010) yaptıkları çalışmada 2 farklı buğday çeşidi (yazlık buğday çeşidi ve kışlık buğday çeşidi) ve bunların öğütme fraksiyonlarında (kepek ve un) bağlı formda bulunan fenolik asitleri kapiler elektroforez ile belirlemişlerdir. Ferulik asidin tüm fraksiyonlarda baskın olarak bulunduğu ve bunu sırasıyla sinapik, siringik, vanilik ve p-kumarik asitlerin takip ettiği belirtilmiştir. Kafeik asit ise yalnızca yazlık buğday çeşidinde saptanmıştır. Ferulik asit miktarının tam buğday, kepek ve unda sırasıyla 132.8-154.0 µg/g, 268.9-532.4 µg/g ve 14.4 µg/g olduğu bildirilmiştir.

Yapılan araştırmalar buğdayda bulunan fitokimyasalların antioksidan özelliğe sahip olduğunu ve bu fitokimyasallardan fenolik bileşiklerin, buğdayın toplam antioksidan aktivitesine katkıda bulunan temel bileşenler olduğunu göstermiştir (Sosulski vd. 1982, Graf ve Eaton 1990, Zielinski ve Kozłowska 2000, Adom ve Liu 2002, Adom vd. 2005). Buğday antioksidanları, serbest radikaller ile reaksiyona girerek ve lipid peroksidasyonunu katalizleme yeteneğinde olan demir ve bakır gibi metaller ile çelat oluşturarak, antioksidan aktivite göstermektedirler. Buğday çeşitleri ve bunların

öğütülmesi sonucu elde edilen fraksiyonlar, toplam fenolik içeriklerine bağlı olarak antioksidan aktiviteleri bakımından farklılık göstermektedirler.

Onyeneho ve Hettiarachchy (1992) tarafından yapılan bir çalışmada, durum buğdayının öğütülmesi sonucunda elde edilen kepeğin ekstraktlarının, diğer fraksiyonlardan elde edilen ekstraktlardan daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir.

Tahılların antioksidan aktivitesinin belirlenmesi üzerine yapılan bir başka çalışmada ise buğdayın serbest fenolik miktarının 1.90 μmol gallik asit eşdeğeri (GAE)/g buğday, bağlı fenolik miktarının ise 6.10 μmol GAE/g buğday olduğu belirlenmiştir. Toplam antioksidan aktivite ise TOSC (total oxyradical scavenging capacity) testi ile belirlenmiş ve serbest fenolik bileşiklerin toplam antioksidan aktivitesinin 8.0 μmol C vit/g buğday, bağlı fenolik bileşiklerin toplam antioksidan aktivitesinin ise 68.74 μmol C vit/g buğday olduğu bildirilmiştir (Adom ve Liu 2002).

Zhou ve Yu (2004a) tarafından yapılan çalışmada farklı bölgelerde yetiştirilen Trego buğday çeşidinin öğütülmesi sonucu elde edilen kepek örneklerinin antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Kepek örneklerinden fenolik bileşikler saf etanol ile ekstrakte edilmiş ve örneklerin toplam fenolik madde miktarının 2.29-3.05 mg/g kepek arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Farklı bölgelerde yetiştirilen buğdaylardan elde edilen kepek örneklerinin antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik madde miktarları arasında önemli farklılıklar olduğunu ve yetiştirme koşullarının, buğdayın toplam fenolik miktarını ve antioksidan aktivitesini etkileyebileceğini belirtmişlerdir (Zhou ve Yu 2004a).

Liyana-Pathirana ve Shahidi (2006a) yaptıkları çalışmada yumuşak ve sert kışlık buğdayların ve bu buğdayların öğütülmesi sonucunda elde ettikleri fraksiyonların (un, rüşeym, kepek ve short) toplam fenolik madde içeriklerini ve antioksidan aktivitelerini araştırmışlardır. Yumuşak buğdayın ve bunun öğütülmesi sonucunda elde ettikleri fraksiyonların toplam fenolik madde içeriğinin 24.1-70.8 mg ferulik asit eşdeğeri (FAE)/g ekstrakt, sert buğday ve fraksiyonlarından elde edilenlerin ise 15.9-62.8 mg FAE/g ekstrakt arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Örneklerin antioksidan

aktivitesini belirlemek amacıyla farklı yöntemler denenmiştir. TEAC yöntemine göre, yumuşak buğday ekstraktlarının toplam antioksidan aktivitesinin 27.1-93.5 μmol troloks eşdeğeri (TE)/L, buna karşın sert buğday ekstraktlarının toplam antioksidan aktivitesinin 25.3-80.7 μmol TE/L arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Hem yumuşak hem de sert buğday çeşitleri için en yüksek antioksidan aktiviteyi rüşeym'den elde edilen ekstraktların gösterdiği ve bunu sırasıyla short, kepek, tüm tane ve un'un takip ettiği belirtilmiştir. Örneklerin serbest radikalleri yok etme kapasitesi DPPH yöntemi ile belirlenmiş ve bu yöntemle göre rüşeym en yüksek DPPH radikal yok etme kapasitesi gösterirken, un en düşük etkiyi göstermiştir. Demir iyonlarının bağlanmasına dayalı yöntemde ise en yüksek aktiviteyi un fraksiyonu, en düşük aktiviteyi ise rüşeym fraksiyonu göstermiştir.

Liyana-Pathirana ve Shahidi (2006b) tarafından yapılan diğer bir çalışmada, yumuşak ve sert buğdaydan ve bunların öğütme fraksiyonlarından elde edilen serbest, konjuge ve bağlı fenolik bileşiklerin miktarları ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Sert ve yumuşak buğdayların kepeklerinin bağlı fenolik miktarlarının sırasıyla 11.3 ve 12.2 mg FAE/g yağsız örnek, un için ise bu değerlerin sırasıyla 0.33 ve 0.46 mg FAE/g yağsız örnek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sert ve yumuşak buğdaylar için tüm tanedeki bağlı fenolik bileşiklerin miktarının 2.1 mg FAE/g yağsız örnek olduğu bildirilmiştir. Sert ve yumuşak buğdaylardan ve öğütme fraksiyonlarından ele edilen serbest fenolik bileşiklerin miktarının ise 0.14-0.98 mg FAE/g yağsız örnek arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Örneklerin antioksidan aktivitesini belirlemek amacıyla farklı yöntemler denenmiş ve bunun sonucunda bağlı fenoliklerin serbest ve konjuge fenolik bileşiklerden daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. TEAC yöntemine göre sert ve yumuşak buğdayın un, tüm tane ve kepek kısımlarından elde edilen serbest fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerinin sırasıyla 12-15, 75-86 ve 162-192 μmol TE/g yağsız örnek, bağlı fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerinin ise 516-628, 10718-11582 ve 28270-32765 μmol TE/g yağsız örnek arasında değiştiği bildirilmiştir. DPPH yöntemine göre ise sert ve yumuşak buğdayların un, tüm tane ve kepeğinden elde edilen serbest fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerinin sırasıyla, 1.4-3.0, 10.4-12.4 ve 41.1-44.3 μmol TE/g yağsız örnek, bağlı fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerinin ise sırasıyla 12.5-16.0, 249.5-288.9 ve 486.0-502.2 μmol

TE/g yağsız örnek arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Tüm tane ve kepeğin DPPH radikallerini yok etme kapasitesinin undan sırasıyla 13-14.9 ve 25.9-32.9 kat daha büyük olduğu belirlenmiştir (Liyana-Pathirana ve Shahidi 2006b).

Kim vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada dört farklı buğday kepeğinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda kepek örneklerinin toplam fenolik madde miktarının 3.3-3.9 mg GAE/g arasında değişim gösterdiği ve kırmızı buğday kepeğinin toplam fenolik içeriğinin beyaz buğday kepeğinkinden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Örneklerin antioksidan aktivitesi β -karoten–linoleik asit model sistem (β -CLAMS) ile belirlenmiştir. Hem kırmızı hem de beyaz buğday kepeklerinden alkali hidroliz ile elde edilen fraksiyonun asit hidrolizi ile elde edilen fraksiyona göre daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca kepeklerden metanol ile ekstrakte edilen fraksiyonun da düşük fenolik asit içeriğine rağmen güçlü antioksidan aktivite gösterdiği bulunmuştur. Diğer antioksidan içeriğe sahip fitokimyasalların da antioksidan aktiviteye katkıda bulunmuş olabileceği bildirilmiştir.

Ragae vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada tahılların antioksidan aktivitesi ve besinsel içerikleri belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan sert ve yumuşak buğdaydan elde edilen unlardan fenolik bileşikler etanol-su (80:20, v/v) karışımı ile ekstrakte edilmiştir. Fenolik madde miktarının sert buğday ununda 562 μ g GAE/g ve yumuşak buğday ununda 501 μ g GAE/g olduğu bildirilmiştir. Örneklerin DPPH radikalini yok etme kapasitesi reaksiyonun başlangıcından 10 dk sonra ölçülmüş ve sert buğday unu için 4.33 μ mol/g, yumuşak buğday unu için ise 4.17 μ mol/g olarak belirlenmiştir. ABTS radikalini yok etme kapasitesi ise reaksiyonun başlangıcından 3 dk sonra ölçülmüş ve sert buğday ununda 8.8 μ mol TE/g, yumuşak buğday ununda 8.3 μ mol/g olarak belirlenmiştir.

Iqbal vd. (2007) Pakistanda yetiştirilen beş farklı buğday çeşidinden elde ettikleri kepeklerin antioksidan özelliklerini araştırmışlardır. Kepek ekstraktlarının toplam fenolik madde miktarının 2.12-3.37 mg GAE/g kepek arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir. TEAC yöntemine göre örneklerin antioksidan aktivitesinin 27-36

$\mu\text{mol TE/g}$ arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Örneklerin DPPH radikalini yok etme kapasitesi ise reaksiyonun başlangıcından 5 dk sonra ölçülmüş ve %51-79 arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir.

Verma vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada, 51 farklı buğday çeşidinden elde edilen kepek örneklerinin toplam fenolik miktarları ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Kepek örneklerinden etanol-su (80:20) karışımı ile ekstrakte edilen serbest fenolik bileşiklerin miktarının 854.1-1754.9 $\mu\text{g GAE/g}$ kepek arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Bağlı fenolik bileşiklerin miktarının ise 2304.9-5386.1 $\mu\text{g GAE/g}$ kepek arasında değiştği ve toplam fenolik madde miktarına katkısının %66-82 arasında olduğu bildirilmiştir. Kepek örneklerinin antioksidan aktivitesi DPPH yöntemine göre belirlenmiş ve DPPH radikalini %11.86-20.12 oranında inhibe ettiği bildirilmiştir.

Okarter vd. (2010) farklı buğday çeşitlerinin toplam fenolik madde miktarını ve antioksidan aktivitesini belirlemişlerdir. Buğdayların serbest fenolik madde miktarının 255 ile 499 $\mu\text{mol GAE/100g KM}$, bağlı fenolik madde miktarının ise 582 ile 662 $\mu\text{mol GAE/100g KM}$ arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Bağlı fraksiyonun toplam fenolik miktarına katkısının %53.8-66.7 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Örneklerin antioksidan aktivitesi ORAC yöntemi ile belirlenmiş ve bu yöntemle göre serbest fenoliklerin antioksidan aktivitesi 1958-3749 $\mu\text{mol TE/ 100g KM}$ arasında değişim gösterirken bağlı fenoliklerin antioksidan aktivitesi 3190-5945 $\mu\text{mol TE/ 100g KM}$ arasında değişim göstermiştir.

Vaher vd. (2010) farklı buğday çeşitleri ve bunların öğütölmesi sonucu elde ettikleri fraksiyonların (kepek ve un) toplam fenolik miktarları ve antioksidan aktivitelerini incelemişlerdir. Kepek fraksiyonunun toplam fenolik miktarının en yüksek olduğu ve miktarının 1258-3157 mg GAE/g arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Tam buğday ve unun fenolik miktarlarının ise sırasıyla 168-459 mg GAE/g ve 44-140 mg GAE/g arasında değişim gösterdiği belirtilmiştir. Örneklerin antioksidan aktiviteleri DPPH yöntemi kullanılarak belirlenmiş ve yüksek fenolik madde içeriğine sahip örneklerin antioksidan aktivitesinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Dünyada en çok kullanılan tahıl olan buğday, farklı şekillerde işlenerek çeşitli ürünlere dönüştürülmekte ve özellikle ekmeğin temel ham maddesini oluşturmaktadır. Buğdayın öğütülmesi sırasında vitamin, mineral ve fitokimyasallarca zengin olan kepek ve rüşeym mümkün olduğunca endospermden ayrılmaya çalışılır. Bundan dolayı beyaz undan yapılan ekmeklerin antioksidan aktiviteleri oldukça düşüktür. Son yıllarda tüketiciler antioksidanlarca zengin gıdaları tüketmenin, antioksidanları ilaç olarak almaktan daha iyi olduğunun bilincine varmıştır. Bundan dolayı gıda üreticilerinin, sağlık üzerine olumlu etkileri olan doğal antioksidan bileşiklerle üretilmiş yeni ürünlerin geliştirilmesine karşı ilgileri giderek artmaktadır. Bu nedenle ekmeğin antioksidan aktivitesinin artırılıp fonksiyonel bir ürüne dönüştürülmesine yönelik çalışmalar da artmıştır.

Hsu vd. (2004) farklı miktarlarda yer elması unu ile üretilen ekmeklerin antioksidan aktivitelerinin yer elması unu konsantrasyonuna bağlı olarak değişim gösterdiğini ve ekmek formülasyonuna %20 oranında yer elması unu ilavesinin, ekmeğin kabul edilebilirliğini değiştirmedğini belirlemişlerdir.

Wang vd. (2006) farklı oranlarda kateşin içeren (%73 ve %60) yeşil çay ekstraktının, dondurulmuş ve dondurulmamış hamurdan yapılan ekmeklerin kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Yüksek kateşin içeriğine sahip yeşil çay ekstraktının 1.5 g/kg un oranında ilave edildiğinde, ekmek kalitesini olumsuz etkilediği, düşük kateşin içeriğine sahip yeşil çay ekstraktının ise 5.0 g/kg un'dan daha yüksek oranlarda ilave edildiğinde, ekmek kalitesinde olumsuz etkiye neden olduğu belirtilmiştir.

Fan vd. (2007)'nin, ekmeğe *Auricularia auricula*'dan elde edilen polisakkarit unu ilavesinin, ekmeğin kalitesi ve antioksidan aktivitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, *Auricularia auricula* polisakkarit unu ilavesinin ekmeğin antioksidan aktivitesini arttırdığını belirlemişlerdir.

Beslenmeden maksimum yarar sağlamak için proses sırasında gıdalarda bulunan besinsel antioksidanlarda meydana gelen değişimin bilinmesi gerekmektedir. Doğal olarak bulunan antioksidanlarda, proses ve depolama sırasında kayıp meydana geldiği

yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Ayrıca ısıtmanın, besinsel antioksidanların azalmasının esas nedeni olduğu dūřunūlmektedir. Wang ve Zhou (2004) ekmek yapım prosesi sırasında, çay kateşinlerinin stabilitesini araştırmış ve pişirmeden sonra yeşil çay kateşinlerinde %16 oranında kayıp meydana geldiğini saptamışlardır.

Bu çalıřmadaki amaçlardan biri de ekmeklerin nar kabuėu ekstraktı ile zenginleřtirilmesidir. Nar kabuėu yūksək antioksidan aktiviteye sahip ve özellikle meyve suyu sanayinde ortaya çıkan bir yan ūrūndūr (Seeram vd. 2005). Nar kabuėunun antioksidan aktivitesinin, içerdiėi elajitanenlerden ve gallotanenlerden kaynaklandıėı belirtilmektedir (Gil vd. 2000, Seeram vd. 2005). Nar kabuėundan elde edilen ekstraktlar, solunumla ilgili hastalıkların tedavisinde, ilaç formūlasyonlarında ve kozmetik sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca nar kabuėu ekstraktlarının gıda koruyucusu olarak kullanımı ve fonksiyonel gıda ūretiminde ūrūn formūlasyonuna ilave edilebilirliėi son zamanlarda yoėun olarak çalıřılmaktadır. Ancak nar kabuėundan elde edilen ekstraktların ekmek ūretiminde kullanılması ile ilgili her hangi bir literatūre rastlanmamıřtır.

Literatūrde ūlkemizde yetiřtirilen buėday çeřitlerinin fitokimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik bir çalıřma da bulunmamaktadır. Bu alıřma ile ūlkemizde yetiřtirilen buėday çeřitlerinin fenolik asit daėılımı ortaya konulacak ve elde edilen veriler, saėlıėa yararlı bileřenlerce zengin çeřitlerin ūretimine yönelmeye olanak saėlayacaktır. Ayrıca meyve suyu endūstrisinin yan ūrūnū olan nar kabuėundan elde edilecek ekstraktlar, ekmek formūlasyonuna ilave edilerek ekmeėin antioksidan aktivitesi artırılmaya çalıřılacak ve böylece beslenmemizde önemli bir yere sahip olan ekmeėin fonksiyonel bir ūrūne dnūřmesi saėlanacaktır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırmada toplam fenolik madde miktarının, fenolik asit dağılımının ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi için materyal olarak *Triticum aestivum* türüne dahil olan Bezostaya, Gerek-79, Kıraç-66, Gün-91, Ceyhan-99 ve Sultan-95 çeşitleri, *Triticum durum* türüne dahil olan Sarıçanak-98, Çeşit-1252 ve Kunduru-1149 çeşitleri kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan buğday çeşitlerinin sağlandığı kuruluşlar çizelge 3.1 de verilmiştir.

Un veriminin ve nar kabuğu ekstraktının, ekmeğin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisini belirlemek için ekmek yapımında yaygın olarak kullanılan *Triticum aestivum* türüne dahil olan Gün-91 buğday çeşidi kullanılmıştır.

Nar kabuğu ekstraktı üretiminde Antalya Migros A.Ş'den temin edilen Hicaz çeşidi narlar kullanılmıştır.

Çizelge 3.1 Buğday çeşitlerinin adları ve sağlandığı kuruluşlar

Buğday Adı	Kuruluş Adı
Gerek-79, Gün-91	Malya Tarım İşletmeleri Müdürlüğü
Kıraç-66, Kunduru-1149	Gözlü Tarım İşletmeleri Müdürlüğü
Bezostaya	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kenan Evren Araştırma Çiftliği
Sultan-95	Anadolu Tarım İşletmeleri Müdürlüğü
Çeşit-1252	Konuklar Tarım İşletmeleri Müdürlüğü
Ceyhan-99	Çukurova Tarım İşletmeleri Müdürlüğü
Sarıçanak-98	Ceylanpınar Tarım İşletmeleri Müdürlüğü

3.2 Yöntem

3.2.1 Fiziksel özellikler

3.2.1.1 Hektolitre ağırlığı tayini

Hektolitre ağırlığı tayini AACC Metot No: 55-10'a göre 1 L'lik hektolitre terazisinde üç paralelli olarak yapılmış ve sonuçlar kg HI^{-1} olarak verilmiştir (Anonymous 2000).

3.2.1.2 Bin tane ağırlığı tayini

Bin tane ağırlığı tayini Uluöz (1965) ve Özkaya ve Özkaya (2005) tarafından belirtilen yöntemle yapılmış, sonuçlar kuru madde üzerinden gram olarak verilmiştir.

3.2.1.3 Camsılık tayini

Camsılık tayini, Grobecker kesit aleti kullanılarak yapılmış ve sonuçlar camsı, unsu ve dönmeli tane oranlarının yüzdesi olarak verilmiştir (Uluöz 1965).

3.2.2 Kimyasal özellikler

3.2.2.1 Rutubet miktarı tayini

Örneklerin rutubet miktarı, AACC Metod No: 44-15A'ya göre belirlenmiştir (Anonymous 2000).

3.2.2.2 Kül miktarı tayini

Örneklerin kül miktarı AACC Metod No: 08-01'e göre belirlenmiştir (Anonymous 2000).

3.2.2.3 Protein miktarı tayini

Örneklerin protein miktarı, AACC Metod No. 46-10'a göre belirlenmiştir (Anonymous 2000).

3.2.3 Fizikokimyasal özellikler

3.2.3.1 Gluten miktarı

Örneklerin gluten miktarı AACC Metod No. 38-10'a göre belirlenmiştir (Anonymous 2000)

3.2.3.2 Sedimentasyon testi

Örneklerin sedimentasyon değerleri ICC standart Metod No. 116/1'e göre belirlenmiştir (Anonymous 1992).

3.2.4 Buğdayların tavlama ve öğütülmesi

Buğdaylara verilecek tav suyu miktarı buğdayların sertlik durumu ve rutubeti göz önüne alınarak her bir çeşit için aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$X = W \cdot (M_2 - M_1 / 100 - M_2)$$

X : Verilecek su miktarı (L)

W: Tavlanaacak buğdayın ağırlığı (kg)

M₁: Buğdayın orijinal rutubeti (%)

M₂: Buğdayda olması istenen rutubet (%)

Örneklerin tavlamadan sonraki istenilen rutubet düzeyleri çizelge 3.2’de verilmiştir. Bu rutubet düzeyleri elde edilecek şekilde buğday örneklerine oda sıcaklığındaki su verilmiş ve karıştırma aletinde (Apparatebau J. Engelsmann Akt. Ludwingshafena) 30 dk süreyle karıştırma işlemi yapılarak tavlama gerçekleştirilmiştir. Tavlama işlemi sonunda örnekler plastik torba içine alınarak ağzı kapalı olarak oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir.

Çizelge 3.2 Buğdayların tavlama sonrası rutubet miktarları

Buğday çeşidi	Tavlama rutubet düzeyi (%)
Bezostaya	16.5
Gerek-79	14.5
Kıraç-66	14.5
Gün-91	17.0
Ceyhan-99	16.0
Sultan-95	14.5
Sarıçanak-98	17.0
Kunduru-1149	17.0
Çeşit-1252	16.0

Örnekler pnömatik taşıma sistemli 6 pasajlı Buhler tipi laboratuvar değirmeninde öğütülmüş ve elde edilen un, ince kepek ve kalın kepek fraksiyonları PET/AL/PE torbalarda vakum altında paketlenmiştir. Örnekler analiz edilinceye kadar – 40 °C’de muhafaza edilmiştir. Değirmene buğday besleme hızı yumuşak buğdaylar için 75 g/dk, sert buğdaylar için ise 100 g/dk olarak ayarlamıştır.

3.2.5 Reolojik özellikler

3.2.5.1 Farinogram değerlerinin belirlenmesi

Örneklerin farinograf değerleri ICC Metod No: 115/1’e göre Brabender Farinograph (Type 820601, Brabender OHG, Duisburg, Germany) cihazında tespit edilmiştir (Anonymous 1992).

3.2.5.2 Ekstensogram değerlerinin belirlenmesi

Örneklerin ekstensograf değerleri Brabender Extensograph (Type 860000, Brabender OHG, Duisburg, Germany) cihazında Metod No: 114/1'e göre belirlenmiştir (Anonymous 1992)

3.2.6 Nar kabuğu ekstraktı eldesi

Migros A.Ş.'den temin edilen Hicaz çeşidi nar örneklerinin meyve kısmı ayrıldıktan sonra kabukları liyofilizerde (Labconco, 7752030, ABD) dondurularak kurutulmuş ve laboratuvar tipi değirmende (Perten, İsveç) öğütülmüştür. Öğütülmüş nar kabuğundan fenolik bileşikler etanol-su (1:1, v/v) karışımı ile ekstrakte edilmiştir. Nar kabuğu, etanol-su (1:10 w/v, 4h, x2, 200 rpm) ile muamele edildikten sonra karışım Whatman 41 nolu filtre kağıdından süzölmüş ve elde edilen süzöntü rotary evaporatörde (Buchi, R210, İsviçre) yoğunlaştırıldıktan sonra – 40 °C'deki derin dondurucuda (Sanyo, MDF-U5411, Japonya) dondurulmuştur. Dondurulmuş ekstraktlar liyofilizerde kurutulduktan sonra PET/Al/PE ambalajda vakum paketleme makinesiyle (Audionvac, VMS 153, Weesp, Hollanda) paketlenmiştir. Paketlenen örnekler kullanılıncaya kadar – 40 °C'deki derin dondurucuda (Sanyo, MDF-U5411, Japonya) muhafaza edilmiştir.

3.2.7 Ekmek yapımı

Tava ekmeği yapımında hızlı yoğurma yöntemi (Rapid-Mix Test) kullanılmıştır. %15 rutubet esasına göre tartılan una; %5.0 yaş maya, %1.5 tuz, %1.0 şeker, %1.0 yağ ve farinograf su absorpsiyonunda belirlenen kadar su ilave edilerek ve hızlı yoğurucunun haznesinde 1400 devir/dakika hızda 1 dakika (20 s ilk yoğurma + 1-2 s dinlenme + 40 s yoğurma şeklinde) yoğurulmuştur. Süre sonunda 400 g olarak tartılan hamurlar % 80 ± 5 nisbi rutubet ve 32 °C'deki fermentasyon dolabında (Şimşek, Türkiye) toplam 1 saat (20+10+30) bekletilmiş ve fermentasyon sonunda 250 °C ± 5 °C'de 25 dakika süreyle elektrikli fırında (Şimşek, Türkiye) pişirilmiştir (Anonymous 1971). Zenginleştirme amacıyla nar kabuğu ekstraktı 0.5, 1.0, 2.5, 5.0 ve 7.5 g/kg oranlarında katılmıştır.

3.2.8 Ekmeklerin değerlendirilmesi

Ekmekler Pelshenke vd. (1964) tarafından önerilen yönteme göre değerlendirilmiştir. Ekmek örneklerinde ağırlık, hacim ve ekmek özellikleri (gözenek yapısı, tekstür) tespiti yapılmıştır. Ekmeklerin sertlik dereceleri Ercan (1985) tarafından önerilen yönteme göre belirlenmiştir. Ekmekler fırından çıktıktan 1 saat sonra L, a, b değerleri Minolta CR 200 (Japonya) renk ölçüm cihazı ile belirlenmiştir.

3.2.9 Duyusal değerlendirme

Ekmeklerin duyusal olarak değerlendirilmesi ekmekler fırından çıktıktan 24 saat sonra yapılmış ve değerlendirmede hedonik skala kullanılmıştır. Duyusal değerlendirmede, tekstür, renk, aroma, tat esas alınmıştır (Fan vd. 2007).

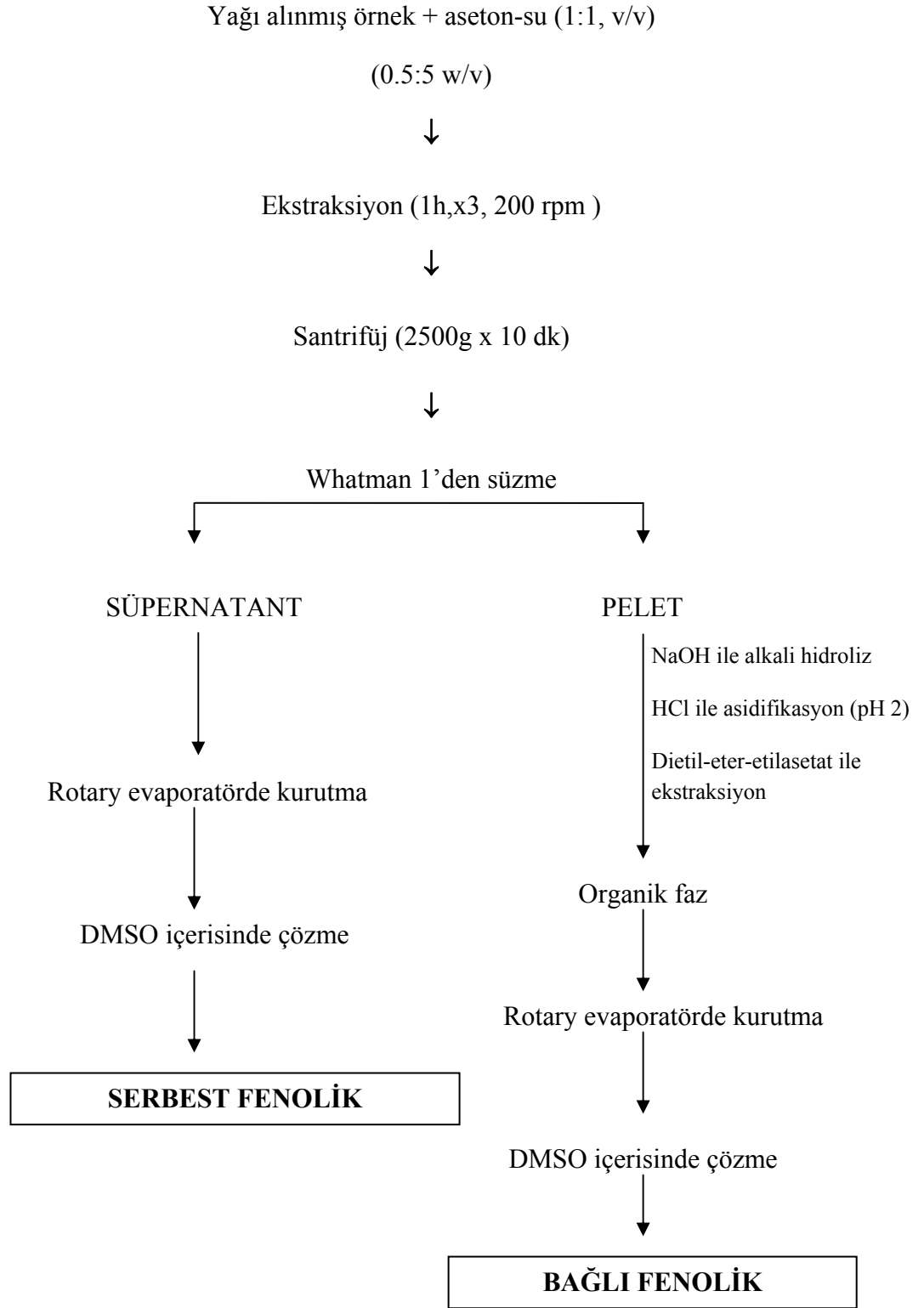
3.2.10 Örneklerin analize hazırlanması

Örneklerin yağı hekzan (1:5 w/v 5 dk, x3) ile muamele edilerek uzaklaştırıldıktan sonra 12 saat süreyle oda sıcaklığında kurutulmuştur. Örnekler analiz edilinceye kadar vakum altında kapatılmış PET/Al/PE ambalajların içinde – 40 °C'deki derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

3.2.11 Örneklerden serbest ve bağlı fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu

Örneklerden serbest fenolik bileşikler aseton-su (1:1, v/v) karışımı ile ekstrakte edilmiştir (0.5:5 w/v 1h, x 3, 200 rpm). 0.5 gram yağı alınmış örnek 5 mL aseton:su karışımı ile 1 saat 200 rpm de çalkalanmıştır. Elde edilen bulamaç 2500g de +4 °C'de 10 dakika süre ile santrifüj (Sigma, 3-18K, Almanya) edilmiş ve süpernatant ayrı bir yerde toplanmıştır. Bu işlem iki kez daha tekrarlanmış ve tüm ekstraksiyonlardan elde edilen süpernatantlar birleştirilmiştir. Solventler rotary evaporatör (Buchi, R 210, İsviçre) ile 40 °C'de vakum altında uzaklaştırılmıştır. Elde edilen fenolik bileşikler dimetilsülfoksit (DMSO) içinde çözülmüştür (Şekil 3.1).

Bağlı fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu Sosulski vd. (1982) ve Adom ve Liu (2002) tarafından önerilen yönteme göre yapılmıştır (Şekil 3.1). Buğday örneğinden serbest fenolik bileşikler uzaklaştırıldıktan sonra elde edilen pelet 2 *N* NaOH ile 4 saat süreyle alkali hidrolize maruz bırakılmıştır. Alkali hidroliz sonunda elde edilen karışımın pH'sı uygun miktarda 6M HCl ile pH 2'ye ayarlanmış ve bu karışım serbest yağ asitlerini uzaklaştırmak amacıyla hekzan ile muamele edilmiştir. Daha sonra fenolik bileşikler dietil eter-etil asetat (1:1, v/v) karışımı ile serbest yağ asitleri uzaklaştırılmış peletten ekstrakte edilmiştir. Dietil eter-etilasetat fraksiyonları birleştirildikten sonra solvent rotary evaporatörde (Buchi, R210, İsviçre) uzaklaştırılmış ve bağlı fenolik bileşikler DMSO içerisinde çözülmüştür.



Şekil 3.1 Örnekten serbest ve bağlı fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu

3.2.12 Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesinde Yu vd. (2002) tarafından önerilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu yöntemle göre 100 µL ekstrakt, 500 µL Folin-Ciocalteu ve 1,5 mL sodyum karbonat (%20'lik) ile karıştırılmış ve son hacim saf su ile 10 mL'ye tamamlandıktan sonra reaksiyonun gerçekleşmesi için oda sıcaklığında 2 saat süre ile karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda bulanıklığı gidermek amacıyla 4000g de 5 dakika süre ile santrifüj (Sigma, 3-18K, Almanya) edilmiş ve örneklerin spektrofotometrede (Perkinelmer, Lamda 25, ABD) 765 nm de verdiği absorpsanlar belirlenmiştir.

3.2.13 Antioksidan aktivite tayini

3.2.13.1 DPPH yöntemi

Huang vd. (2005) tarafından önerilen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem, pembe renkli stabil bir bileşik olan DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikalinin yok edilmesi sonucu, renkte meydana gelen azalmanın spektrofotometrik olarak ölçülmesi esasına dayanmaktadır. 3.9 mL DPPH solüsyonu (0.025 g/L metanol) 0.1 mL ekstrakt ile karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 120 dakika tutulmuştur. Süre sonunda örnek absorpsanları 515 nm de ölçülmüştür. DPPH radikalinin inhibisyon oranı aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ İnhibisyon} = (\text{Abs}_{\text{kontrol}} - \text{Abs}_{\text{örnek}}) / \text{Abs}_{\text{kontrol}} \times 100$$

Kontrol örneğinde ekstrakt yerine aynı hacimde (0.1 mL) DMSO kullanılmıştır. Serbest fenoliklerde bulanıklık meydana gelmesinden dolayı süre sonunda 4000g de 5 dakika süre ile santrifüj (Sigma, 3-18K, Almanya) uygulanmıştır. Sonuçlar EK 2'deki Troloks standart kurvesinden yararlanılarak µmol TE/g yağsız örnek KM olarak ifade edilmiştir.

3.2.13.2 TEAC yöntemi

TEAC yöntemi Re vd. (1999) tarafından önerilen yönteme göre gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, $ABTS^{\bullet+}$ (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit) radikal katyonu tarafından tutulan antioksidatif maddelerin miktarının, sentetik bir antioksidant olan Troloksun (suda çözünen E vitamini analogu) standart miktarlarıyla kıyaslanarak bağlı ölçümünü sağlamaktadır. Ölçümler, mavi/yeşil renkli stabil bir bileşik olan ABTS radikalinin kayboluşunun spektrofotometrik olarak belirlenmesiyle yapılmaktadır. Mavi/yeşil $ABTS^{\bullet+}$ kromoforu oluşturmak için ABTS ve potasyum persülfat arasında gerçekleşen reaksiyondan yararlanılmıştır. Bu amaç doğrultusunda 2.45mM potasyum persulfat içeren 7mM'lık ABTS çözeltisi hazırlanmış ve bu çözelti karanlıkta oda sıcaklığında 12-16 saat bekletilerek stok $ABTS^{\bullet+}$ radikal çözeltisinin oluşması sağlanmıştır. $ABTS^{\bullet+}$ çalışma çözeltisi elde etmek amacıyla stok radikal çözelti su: etanol (1:1, v/v) karışımı ile seyreltilmiştir. $ABTS^{\bullet+}$ çalışma çözeltisinin absorbansı 734 nm de 0.70 ± 0.02 dir. 20 μ L ekstrakt 1980 μ L $ABTS^{\bullet+}$ çalışma çözeltisi ile reaksiyona sokulmuş ve 6 dakika sonunda 734 nm de absorbansları belirlenmiştir. Sonuçların hesaplanmasında EK 3'deki Troloks standart kurvesinden yararlanılmıştır. Sonuçlar μ mol TE/g yağsız örnek KM olarak ifade edilmiştir.

3.2.14 Fenolik asit dağılımının belirlenmesi

Daha önce buğdaylar ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen ve -40°C 'de muhafaza edilen ekstraktlar oda sıcaklığına getirildikten sonra gerekli seyreltmeler yapılmıştır. Tam buğday unu ve ince kepek'den elde edilen serbest fenolik ekstraktları 1:1 (v/v) oranında seyreltildikten sonra, kalın kepekten elde edilen serbest fenolik ekstraktları, tam buğday unu, kalın kepek ve ince kepek'den elde edilen bağlı fenolik ekstraktları 1:2 (v:v) oranında seyreltildikten sonra, undan elde edilen serbest ve bağlı fenolik ekstraktlar ise direkt olarak 0.45 μ m şırınga ucu filtreden geçirilip HPLC cihazına enjekte edilmiştir (Kim vd. 2006). Örneklerin seyreltilmesinde Asetonitril : % 2 Asetik asitli su (1:1, v/v) karışımı kullanılmıştır.

HPLC sistem özellikleri: Analizler Shimadzu (Japonya) marka HPLC cihazı ile yapılmıştır.

Sistem kontrolörü : Shimadzu SCL-10A
Gradient pompa : Shimadzu LC-10 AD-VP
Örnek valfi : Rheodyne 7725i valf (20 µL örnek hacmi)
Dedektör : Shimadzu SPD-M10A PDA
Kolon fırını : Shimadzu CTO-10AS
Degazer : Shimadzu DGU-14A

Metodun çalışma koşulları:

Kolon : ODS3 Intersil (4.6x250 mm) 5µm
Akış hızı : 1 mL min⁻¹
Mobil faz : % 100 Asetonitril (A), %2 asetik asitli su (B)
Dalga Boyu : 280-320 nm
Kolon sıcaklığı : 25°C
Elüsyon Profili : Başlangıç %93 B, 15. dk %88 B, 20.dk %85 B, 30. dk %81 B, 50. dk %75 B, 65. dk %72 B, 68. dk %0 B, 78. dk %0 B, 80. dk %93 B, 90. dk %93 B (İki analiz arasında cihazın dengeye gelmesi için 15 dakika başlangıç koşullarında akış yapılmıştır)

3.2.15 İstatistiksel analiz

Çalışmadan elde edilen veriler faktöriyel düzende varyans analizi (ANOVA) tekniği ile değerlendirilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 16.0 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Duyusal sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi ise Minitap 15.1 paket programı kullanılarak, Kruskal-Wallis Testi ile belirlenmiştir.

4 BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Buğday Örneklerinin Bazı Fiziksel Özellikleri

Triticum aestivum türüne dahil olan Gerek-79, Kırac-66, Gün-91, Ceyhan-99, Bezostaya, Sultan-95 ve *Triticum durum* türüne dahil olan Sarıçanak-98, Çeşit-1252 ve Kunduru-1149 çeşitlerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları çizelge 4.1’de verilmiştir. Buğday örneklerinin hektolitre ağırlıkları 78.2 ile 83.1 kg arasında değişim göstermiştir. En yüksek hektolitre ağırlığı Sarıçanak-98 çeşidinde bulunmuş, bunu Sultan-95, Bezostaya ve Çeşit-1252 çeşitleri izlemiştir. En düşük hektolitre değerleri ise Ceyhan-99 ve Kunduru-1149 çeşitlerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

Buğday örneklerinin 1000 tane ağırlıkları 31 ile 53 g arasında değişim göstermiş, en yüksek 1000 tane ağırlığı Sultan-95 çeşidinden, en düşük 1000 tane ağırlığı ise Kırac-66 ve Gerek-79 çeşitlerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

Tane kesit görünüşüne göre çeşitler unsu, camsı ve dönmeli tane olarak birbirinden ayrılabilir. En yüksek camsı tane Kunduru-1149 çeşidinde bulunmuştur. Sultan-95 çeşidinde camsı taneye rastlanmazken diğer en düşük camsılık oranı Gerek-79 ve Kırac-66 çeşitlerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

4.2 Buğday Örneklerinin Bazı Kimyasal Özellikleri

Triticum aestivum türüne dahil olan Gerek-79, Kırac-66, Gün-91, Ceyhan-99, Bezostaya, Sultan-95 ve *Triticum durum* türüne dahil olan Sarıçanak-98, Çeşit-1252 ve Kunduru-1149 çeşitlerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları çizelge 4.1’de verilmiştir. Çalışmada kullanılan buğday çeşitlerinin rutubet miktarlarının %8.22 ile %11.18 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Rutubet miktarı hem ekonomik açıdan hem de buğdayın depolama stabilitesi bakımından buğdayın kalitesini etkileyen faktörlerden birisidir. Tüm buğday çeşitlerinin rutubet miktarlarının %14 kritik nem düzeyinin altında olduğu belirlenmiştir.

Buğdayda kül miktarı, tanenin yetiştiği topraktaki mineral madde miktarına, bitkinin mineral madde alabilme yeteneğine ve yetiştirme sırasında gübre kullanım durumuna bağlı olarak değişmektedir (Pomeranz ve Shellenberger 1971). Buğday çeşitleri arasında en yüksek kül oranı Sarıçanak-98 (%1.71) ve Sultan-95 (%1.71) çeşitlerinde en düşük kül oranı ise Gerek-79 (%1.39) ve Bezostaya (%1.43) çeşitlerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Protein miktarı çeşit ve çevresel faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Pomeranz 1971). Buğday çeşitlerinde protein miktarı %10.92 ile %17.43 arasında değişim göstermiştir. En yüksek protein oranı *Triticum durum* türüne dahil olan Kunduru-1149 çeşidinden, en düşük protein oranı ise *Triticum aestivum* türüne dahil olan Sultan-95 çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Buğday çeşitlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Buğday çeşidi	Hektolitre ağırlığı (kg/hL)	1000 tane ağırlığı [*] (g)	Tane kesit görünüşü (%)			Rutubet miktarı (%)	Protein miktarı [*] (Nx5.7 %)	Kül miktarı [*] (%)
			Unsu	Camsı	Dönmeli			
Bezostaya	82.9 e	33 b	5	90	5	8.22 a	13.16 c	1.43 ab
Gerek-79	80.8 b	31 a	96	3	1	10.37 e	15.44 f	1.39 a
Kıraç-66	81.1 c	31 a	96	4	-	10.16 d	16.78 g	1.68 e
Gün-91	81.4 c	37 c	3	95	2	10.60 f	14.82 e	1.51 c
Ceyhan-99	78.2 a	37 c	9	88	3	11.18 g	13.14 c	1.68 e
Sultan-95	83.0 e	53 f	100	-	-	10.67f	10.92 a	1.71 e
Sarıçanak-98	83.1 e	51 e	1	94	5	9.09 bc	14.31 d	1.71 e
Kunduru-1149	78.5 a	37 c	-	99	1	8.78 b	17.43 h	1.57 d
Çeşit-1252	82.1 d	49 d	10	78	12	9.13 c	11.47 b	1.46 bc

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05).

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

4.3 Buğday Çeşitleri ve Öğütme Fraksiyonlarının Toplam Fenolik Madde Miktarı

Buğday çeşitlerinin serbest ve bağlı fenolik madde içeriklerine ait veriler, çizelge 4.2’ de verilmiştir. Buğday çeşitlerinin serbest fenolik madde miktarı 656.80–900.64 mg GAE/kg buğday KM, bağlı fenolik madde miktarı ise 1095.73–1376.33 mg GAE/kg buğday KM arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.2). Tam buğdayda, serbest fenolik miktarının toplam fenolik miktarına katkısı %32 (Ceyhan-99) ile %42 (Sarıçanak-98) arasında değişim gösterirken, bağlı fenolik miktarının toplam fenolik miktarına katkısı %58 (Sarıçanak-98) ile %68 (Ceyhan-99 ve Gerek-79) arasında değişim göstermiştir. Bu çalışmada kullanılan 9 farklı buğday çeşidinin toplam fenolik miktarları (1859.31-2276 mg GAE/kg buğday KM), literatürdeki veriler ile kıyaslandığında, Adom vd. (2003)’nin 11 farklı buğday çeşidi için bildirdiği toplam fenolik miktarlarından (1207.68-1462.96 mg GAE/kg buğday) ve Okarter vd. (2010)’nin 6 farklı buğday çeşidi için bildirdiği toplam fenolik miktarlarından (1430.71-1869.62 mg GAE/kg buğday) yüksek bulunmuştur.

Buğday çeşitlerinin Buhler tipi laboratuvar değirmeninde öğütülmesi sonucunda elde edilen fraksiyonların (kalın kepek, ince kepek ve un) serbest ve bağlı fenolik madde içerikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.2). En yüksek serbest ve bağlı fenolik madde miktarına sahip olan öğütme fraksiyonunun kepek olduğu belirlenmiştir. Kalın kepekte bulunan serbest fenolik madde miktarı 1061.08–1456.21 mg GAE/kg kalın kepek KM arasında değişim gösterirken, bağlı fenolik madde miktarı ise 3127.49–4143.86 mg GAE/kg kalın kepek KM arasında değişim göstermiştir. Verma ve Chibbar (2008) tarafından yapılan çalışmada kepek örneklerinden etanol-su (80:20, v/v) karışımı ile ekstrakte edilen serbest fenoliklerin miktarının 854.1-1754.9 mg GAE/kg arasında değişim gösterdiği, bağlı fenoliklerin miktarının ise 2304.9-5386 mg GAE/kg arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Bildirilen verilerin, çalışmamızdan elde edilen veriler ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, elde ettiğimiz sonuçların Zhou ve Yu (2004b) tarafından bildirilen 2290-3050 mg GAE/kg ve Moore vd. (2006) tarafından bildirilen 2700-3500 mg GAE/kg değerlerinden düşük olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada kalın kepek örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarının 4422.97-5204.94 GAE/kg kalın kepek KM arasında değişim gösterdiği bulunmuştur. Bu

değerlerin Iqbal vd. (2007)'nin Pakistan'da yetiştirilen 5 farklı buğday çeşidinden elde ettikleri toplam fenolik madde miktarından (2120-3370 mg GAE/kg kepek) yüksek olduğu görülmektedir.

Buğdayların öğütülmesi sonucu elde edilen ince kepek örneklerinde serbest ve bağlı fenolik madde miktarları sırasıyla 645.98–915.89 mg GAE/kg ince kepek KM ve 793.42–1758.05 mg GAE/kg ince kepek KM arasında değişim göstermiştir. Kalın kepek ve ince kepekte bulunan bağlı fenolik bileşiklerin miktarının serbest fenolik bileşiklerin miktarından daha fazla olduğu belirlenmiştir. Un örneklerinde ise bunun tam tersi gözlenmiştir. Unda serbest fenolik bileşiklerin miktarı 483.45–753.19 mg GAE/kg un KM, bağlı fenolik bileşiklerin miktarı ise 57.35–177.38 mg GAE/kg un KM arasında değişim göstermiştir. Yu vd. (2004) farklı bölgelerde yetiştirilen 3 farklı buğday çeşidinden elde ettikleri unlardan fenolik bileşikleri etanol ile ekstrakte etmiş ve örneklerin fenolik madde miktarının 113.0-371.0 mg GAE/kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Bildirilen bu değerlerin bizim sonuçlarımızdan düşük olduğu görülmektedir. Ancak bitkilerdeki fenolik madde miktarının çeşit ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak farklılık gösterdiği bilinmektedir (Yu vd. 2004, Zhou ve Yu 2004a, Moore vd. 2006). Buğdayın iç kısmından kabuk kısmına doğru gidildikçe toplam fenolik madde miktarının arttığı gözlenmiştir. Bu da buğdayda bulunan fenolik bileşiklerin daha çok kabuk kısmında toplandığını göstermektedir. Fenolik bileşiklerin bağlı formda ve buğdayın kepek kısmında yoğun olarak bulunduğu farklı araştırmacılar tarafından da (Onyeneho ve Hettiarachchy 1992, Adom ve Liu 2002, Kim vd. 2006) bildirilmiştir.

Çizelge 4.2 Buğday çeşitlerinin ve öğütme fraksiyonlarının toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/kg yağsız örnek KM)

Buğday çeşidi	Fenolik Madde Miktarı		
	Serbest	Bağlı	Toplam
Bezostaya			
Tam buğday	744.43±23.53bD	1289.18±19.41aCD	2033.61±32.65aBC
Kalın kepek	1061.08±16.10cA	4143.86±29.24bD	5204.94±42.67bD
İnce kepek	697.61±10.86bAB	1146.96±10.65cBC	1844.57±17.13cC
Un	543.74±25.99aABC	103.83±1.44dB	647.57±27.21dAB
Gerek-79			
Tam buğday	656.80±14.04bA	1363.49±20.20bDE	2020.29±6.39bB
Kalın kepek	1182.71±18.73dBC	3248.94±49.48dAB	4431.65±49.13dA
İnce kepek	915.89±15.46cE	1758.05±22.31cE	2673.94±32.65cF
Un	548.57±5.51aABC	134.46±5.49aDE	683.03±0.08aBC
Kıraç-66			
Tam buğday	740.24±13.35bCD	1318.11±23.32cCD	2058.36±21.55bBCD
Kalın kepek	1162.33±44.55dBC	3260.63±23.82dAB	4422.97±22.12cA
İnce kepek	852.80±23.69cD	1200.38±4.66bC	2053.17±27.61bD
Un	567.18±14.86aBCD	57.35±3.22aA	624.53±18.08aAB
Gün-91			
Tam buğday	828.64±10.13cF	1333.99±8.91cCD	2162.63±17.88cD
Kalın kepek	1128.54±20.91dAB	3675.99±56.62dC	4804.53±36.59dBC
İnce kepek	777.09±10.38bC	1108.52±34.78bB	1885.61±36.69bC
Un	631.47±8.86aD	114.25±0.01aC	745.72±8.86aCD
Ceyhan-99			
Tam buğday	684.12±0.88bAB	1458.29±36.76bE	2142.41±37.57bCD
Kalın kepek	1353.99±35.04dD	4031.03±77.02cD	5385.01±83.03dD
İnce kepek	866.87±7.66cDE	1518.83±16.00bD	2385.70±23.04cE
Un	483.45±17.96aA	125.76±4.38aD	609.21±16.75aA
Sultan-95			
Tam buğday	759.55±13.44bDE	1245.02±77.35bBC	2004.57±90.76bB
Kalın kepek	1455.22±17.13cE	3166.48±15.22cA	4621.70±29.32cAB
İnce kepek	732.95±14.37bBC	1122.11±25.88bB	1855.06±12.38bC
Un	514.05±24.04aAB	177.38±5.54aG	691.43±23.11aBC
Sarıçanak-98			
Tam buğday	796.19±7.14bEF	1095.73±26.69cA	1891.92±20.62cA
Kalın kepek	1456.21±24.39cE	3127.49±17.22dA	4583.70±41.56dA
İnce kepek	736.35±24.54bBC	821.33±13.02bA	1557.68±11.52bB
Un	604.93±19.64aCD	128.88±3.26aDE	733.81±22.76aCD
Kunduru-1149			
Tam buğday	900.64±16.43bG	1376.33±6.16cDE	2276.97±22.59cE
Kalın kepek	1238.44±47.12cC	3589.79±54.00dC	4742.90±82.95dC
İnce kepek	736.63±29.56aBC	803.62±10.58bA	1540.25±34.33bB
Un	753.19±37.06aE	138.81±0.03aE	827.81±37.03aE
Çeşit-1252			
Tam buğday	702.83±5.91bBC	1156.48±8.38cAB	1859.31±10.88cA
Kalın kepek	1447.12±12.68cE	3371.63±187.67dB	4607.47±111.38dC
İnce kepek	645.98±4.83aA	793.42±21.71bA	1439.40±22.08bA
Un	620.17±27.13aD	156.16±2.04aF	776.33±29.01aD

Aynı çeşit ve fraksiyonlarında aynı küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05)

Farklı çeşit ve fraksiyonlarda aynı büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p>0.05)

4.4 Buğday Çeşitleri ve Öğütme Fraksiyonlarının Antioksidan Aktiviteleri

Buğday çeşitleri ve bunların öğütülmesi sonucu elde edilen fraksiyonların antioksidan aktiviteleri TEAC ve DPPH olmak üzere iki farklı yöntem ile belirlenmiş ve elde edilen veriler çizelge 4.3-4.4’de verilmiştir.

DPPH yöntemi ile, buğday çeşitlerinden elde edilen serbest fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesinin 0.79-1.16 $\mu\text{mol TE/g}$ buğday KM arasında, bağlı fenolik bileşiklerinkinin ise 2.80-3.69 $\mu\text{mol TE/g}$ buğday KM arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kalın kepek, ince kepek ve un fraksiyonlarından elde edilen serbest fenoliklerin antioksidan aktivitelerinin sırasıyla 2.07-3.07, 0.53-2.32 ve 0.12-0.33 $\mu\text{mol TE/g}$ örnek KM arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu fraksiyonlardan elde edilen bağlı fenoliklerin antioksidan değerlerinin ise sırasıyla 4.28-4.38, 2.59-3.84 ve 0.34-0.79 $\mu\text{mol TE/g}$ örnek KM arasında değiştiği bulunmuştur. DPPH radikaline karşı en güçlü antioksidan aktiviteyi kalın kepek örneklerinden elde edilen serbest ve bağlı fenolik bileşikler göstermiştir. Kalın kepekten elde edilen serbest fenolik bileşikler DPPH radikalini %40.12-59.46 oranlarında, bağlı fenolik bileşikler ise %81.70-83.80 oranlarında inhibe etmiştir. Zhou ve Yu (2004b) Akron ve Trego buğday çeşitlerine ait kepek örneklerinden aseton-su (1:1, v/v) karışımı ile ekstrakte edilen fenolik bileşiklerin DPPH radikalini inhibe etme oranlarının %52.32-61.52 arasında olduğunu bildirmiştir. Bu verilerin bizim çalışmamızdan elde edilen kalın kepek örneklerinden elde edilen serbest fenolik bileşiklerin DPPH radikaline karşı gösterdiği inhibisyon oranları ile uyumlu olduğu görülmektedir.

TEAC yöntemine göre elde edilen sonuçlar çizelge 4.4’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre buğday çeşitlerinden elde edilen serbest fenolik ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri 2.94-4.09 $\mu\text{mol TE/g}$ buğday KM arasında değişim gösterirken, bağlı fenolik bileşiklerin ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri 7.37-8.18 $\mu\text{mol TE/g}$ buğday KM arasında değişim göstermiştir. Kalın kepek, ince kepek ve un fraksiyonlarından elde edilen serbest fenoliklerin antioksidan aktivitelerinin sırasıyla 5.37-6.42, 3.12-4.56 ve 2.46-3.26 $\mu\text{mol TE/g}$ örnek KM arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu fraksiyonlardan elde edilen bağlı fenolik ekstraktlarında ise bu değerlerin sırasıyla 29.41-37.07, 6.51-14.68

ve 0.85-1.75 $\mu\text{mol TE/g}$ örnek KM arasında değiştiği bulunmuştur. Bu çalışmada kalın kepek örneklerinin gösterdiği toplam antioksidan aktivite Iqbal vd. (2007) tarafından kepek örnekleri için bildirilen toplam antioksidan aktiviteden (27-36 $\mu\text{mol TE/g}$) yüksektir. Zhou ve Yu (2004b) Akron ve Trego buğdaylarına ait kepek örneklerinden aseton-su (1:1, v/v) karışımı ile ekstrakte ettikleri fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerinin sırasıyla 12.04 $\mu\text{mol TE/g}$ ve 15.26 $\mu\text{mol TE/g}$ kepek olduğunu belirtmiştir. Bu sonuçların, çalışmada kullanılan kalın kepek örneklerinden elde edilen serbest fenoliklerin antioksidan aktivitesinden yüksek olduğu görülmektedir.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, yüksek fenolik miktarına ve fenolik asit içeriğine sahip çeşitlerin antioksidan aktivitelerinin de yüksek olduğu görülmektedir. Çeşitlerin antioksidan aktiviteleri arasındaki farklılığın, fenolik kompozisyonundaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.3 Buğday çeşitlerinden ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen ekstraktların DPPH sonuçları (μmol TE/g yağsız örnek KM)

Buğday çeşidi	Antioksidan Aktivite		
	Serbest	Bağlı	Toplam
Bezostaya			
Tam buğday	1.09±0,08bCD	3.41±0,05bBCD	4.50±0,12bCD
Kalın kepek	2.07±0,09cA	4.31±0,04dA	6.38±0,17cA
İnce kepek	1.05±0,03bB	3,28±0,01cB	4.33±0,06bC
Un	0.15±0,00aA	0,49±0,04aB	0.64±0,05aA
Gerek-79			
Tam buğday	0.99±0,02bBC	3.27±0.03bBC	4.26±0.01bBC
Kalın kepek	2.63±0,07dC	4.34±0.01dA	6.96±0.08dD
İnce kepek	2.32±0,17cE	3.84±0.05cC	6.16±0.21cE
Un	0,18±0,01aAB	0.57±0.01aC	0.75±0.03aB
Kıraç-66			
Tam buğday	1.11±0.02bCD	3.55±0.05cCD	4.67±0.05cD
Kalın kepek	2.45±0.07cBC	4.29±0.04dA	6.74±0.03dCD
İnce kepek	1.09±0.04bB	2.72±0.18bA	3.81±0.18bB
Un	0.26±0.02aCD	0.34±0.01aA	0.6±0.01aA
Gün-91			
Tam buğday	1.16±0.04bD	3.48±0.05bCD	4.64±0.03cD
Kalın kepek	2.39±0.11cBC	4.28±0.02cA	6.67±0.13dBC
İnce kepek	1.01±0.03bB	3.38±0.03bB	4.39±0.02bC
Un	0.24±0.03aBC	0.57±0.01aC	0.81±0.03aB
Ceyhan-99			
Tam buğday	0.91±0.04bAB	3.69±0.14bD	4.60±0.10bCD
Kalın kepek	2.41±0.04dBC	4.38±0.07cA	6.79±0.04dCD
İnce kepek	1.52±0.01cD	3.80±0.05bC	5.32±0.05cD
Un	0.12±0.01aA	0.66±0.01aD	0.78±0.01aB
Sultan-95			
Tam buğday	1.05±0.04bBCD	3.41±0.1bBCD	4.46±0.12bCD
Kalın kepek	2.44±0.03dBC	4.28±0.07cA	6.71±0.05dCD
İnce kepek	1.32±0.03cC	3.39±0.01bB	4.71±0.02cC
Un	0.17±0.00aAB	0.79±0.02aE	0.96±0.02aC
Sarıçanak-98			
Tam buğday	0.99±0.06cBC	3.12±0.05cB	4.11±0.01cB
Kalın kepek	3.07±0.01dD	4.33±0.02dA	7.40±0.03dE
İnce kepek	0.66±0.05bA	2.59±0.21bA	3.25±0.23bA
Un	0.16±0.01aA	0.65±0.03aD	0.81±0.07aB
Kunduru-1149			
Tam buğday	0.92±0.06bAB	3.65±0.02cD	4.57±0,03cCD
Kalın kepek	2.30±0.25cAB	4.33±0.01dA	6.63±0.14dABC
İnce kepek	0.53±0.06aAC	2.85±0.01bA	3.38±0.04bA
Un	0.31±0.11aCD	0.64±0.02aD	0.95±0.05aC
Çeşit-1252			
Tam buğday	0.79±0.01bA	2.80±0.21bA	3.59±0.22bA
Kalın kepek	2.07±0.07cA	4.36±0.01cA	6.42±0.08cAB
İnce kepek	0.68±0.02bA	2.76±0.05bA	3.43±0.04bA
Un	0.33±0.01aD	0.69±0.00aD	1.02±0.01aC

Aynı çeşit ve fraksiyonlarında aynı küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05)

Farklı çeşit ve fraksiyonlarda aynı büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p>0.05)

Çizelge 4.4 Buğday çeşitlerinden ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen ekstraktların TEAC sonuçları (µmol TE/g yağsız örnek KM)

Buğday çeşidi	Antioksidan Aktivite		
	Serbest	Bağlı	Toplam
Bezostaya			
Tam buğday	3.40±0.20bBC	7.89±0.08bAB	11.29±0.28bABCD
Kalın kepek	5.37±0.12cA	37.04±0.63cC	42.41±0.67cDE
İnce kepek	3.54±0.25bC	7.92±0.08bA	11.46±0.18bD
Un	2.50±0.21aA	0.89±0.09aA	3.39±0.23aA
Gerek-79			
Tam buğday	3.42 ±0.03aBC	8.09±0.19bB	11.51±0.22bBCDE
Kalın kepek	5.80±0.23cAB	30.83±0.58dA	36.63±0.35dAB
İnce kepek	4.56±0.27bC	14.68±0.26cB	19.24±0.53cE
Un	3.07±0.05aB	1.47±0.01aBC	4.53±0.06aCD
Kıraç-66			
Tam buğday	3.57±0.08bC	7.60±0.20bAB	11.18±0.15bABCD
Kalın kepek	5.69±0.17dAB	29.41±0.85cA	35.10±0.95cA
İnce kepek	4.21±0.10cB	7.22±1.13bA	11.42±1.24bAB
Un	2.92±0.22aAB	0.85±0.11aA	3.77±0.33aAB
Gün-91			
Tam buğday	4.09±0.05bD	8.14±0.07bB	12.23±0.10bE
Kalın kepek	5.83±0.17cB	32.40±0.47cAB	38.24±0.62cBC
İnce kepek	3.74±0.09abAB	7.91±0.09bA	11.65±0.04bB
Un	3.26±0.24aB	1.33±0.02aB	4.59±0.23aCD
Ceyhan-99			
Tam buğday	2.94±0.07bA	8.00±0.37bAB	10.94±0.39bABC
Kalın kepek	6.42±0.10dC	37.07±1.63dC	43.48±1.57dE
İnce kepek	4.25±0.17cB	13.55±0.72cB	17.80±0.89cC
Un	2.50±0.07aA	1.57±0.02aCD	4.07±0.05aBC
Sultan-95			
Tam buğday	3.08±0.07bA	7.80±0.29bAB	10.88±0.36bAB
Kalın kepek	6.38±0.11cC	31.39±0.32cAB	37.77±0.30cABC
İnce kepek	3.12±0.15bA	7.85±0.03bA	10.97±0.18bAB
Un	2.49 ±0.02aA	1.37 ±0.10aBC	3.87±0.08aAB
Sarıçanak-98			
Tam buğday	3.17±0.04bAB	7.37±0.24bA	10.53±0.26bA
Kalın kepek	6.11±0.1cBC	30.68±0.82cA	36.80±0.89cAB
İnce kepek	3.18±0.05bA	6.51±0.24bA	9.68±0.19bA
Un	2.46±0.02aA	1.40±0.02aBC	3.86±0.04aAB
Kunduru-1149			
Tam buğday	3.59±0.16aC	8.14±0.07cB	11.73±0.23bCDE
Kalın kepek	5.86±0.15cB	34.18±0.52dB	40.04±0.61cCD
İnce kepek	4.22±0.02bB	6.75±0.00bA	10.97±0.02bAB
Un	3.80±0.19abC	1.07±0.13aA	4.88±0.28aD
Çeşit-1252			
Tam buğday	3.72±0.04bC	8.18±0.07bB	11.90±0.04bDE
Kalın kepek	5.96 ±0.02cBC	31.26±1.48cAB	37.22±1.49cABC
İnce kepek	3.13±0.23aA	6.73±0.24bA	9.85±0.14bAB
Un	3.13±0.20aB	1.75±0.01aD	4.88±0.20aD

Aynı çeşit ve fraksiyonlarında aynı küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05)

Farklı çeşit ve fraksiyonlarda aynı büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p>0.05)

4.5 Fenolik Asit Dağılımının Belirlenmesi

Örneklerin fenolik asit dağılımına ait örnek kromatogramlar EK 5-6'da verilmiştir. Buğday çeşitlerinin fenolik asit dağılımına ait kromatogramlardaki piklerin tanımlanması için bir seri fenolik asit standardı (Ferulik asit, p-kumarik asit, siringik asit, vanilik asit, sinapik asit, prokateşuik asit, gallik asit, gentisik asit, klorogenik asit, salisilik asit, kafeik asit, benzoik asit ve p-hidroksibenzoik asit) HPLC cihazına enjekte edilmiştir. Buğday çeşitlerine ait kromatogramlardaki piklerin geliş zamanları ve spektrumları bu standartlarla karşılaştırılarak buğday çeşitlerinin içerdiği fenolik asitler tanımlanmaya çalışılmıştır. Standart maddelerin kurvelerine ait denklemler kullanılarak tanımlanan fenolik asitlerin miktarları hesaplanmıştır. Fenolik asit standartlarına ait örnek HPLC kromatogramları EK 4'de, standart fenolik asitlere ait kurveler EK 8'de ve standart fenolik asitlere ve örneklerle ait spektrumlar EK 7'de verilmiştir.

Buğday örneklerinin fenolik asit dağılımını belirlemeye yönelik yapılan çalışmalar sonucunda farklı buğday çeşitlerinde 12 farklı fenolik aside rastlanmıştır (Sosulski vd. 1982, Onyeneho ve Hettiarachchy 1992, Moore vd. 2005, Kim vd. 2006, Serpen vd. 2008, Hung vd. 2009). Ancak, bu çalışmada kullanılan buğday örneklerinde yalnızca ferulik, vanilik, p-kumarik ve siringik asitler tespit edilebilmiştir.

Buğday ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen serbest fenolik ekstraktlarında ferulik ve vanilik asit tanımlanmıştır (Çizelge 4.5). Tam buğday örneklerinde serbest ferulik asit miktarı 0.76-2.09 mg/kg buğday KM arasında değişim gösterirken, serbest vanilik asit miktarı 0.0-2.61 mg/kg buğday KM arasında değişim göstermiştir. Serbest ferulik ve vanilik asidin daha çok kalın kepek fraksiyonunda bulunduğu ve miktarlarının sırasıyla, 3.35-11.55 mg/kg kalın kepek KM ve 1.98-10.19 mg/kg kalın kepek KM arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Hung vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada tam buğday ve beyaz undan elde edilen serbest fenolik ekstraktında p-hidroksibenzoik asit de tanımlanmış ve miktarının ferulik aside kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Buğday ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen bağlı fenolik ekstraktlarında ferulik asit, p-kumarik asit, vanilik asit ve siringik asit tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Elde edilen sonuçlara göre ferulik asidin bağlı fenolik asitler arasında miktar olarak oldukça baskın olduğu belirlenmiştir. Bağlı fenolik ekstraktlarında ferulik asit miktarı 11.23-2994.67 mg/kg örnek KM arasında değişim göstermiştir. En yüksek bağlı ferulik asit içeren fraksiyonun kalın kepek olduğu belirlenmiştir. Kalın kepekte bulunan bağlı ferulik asit miktarı 1939.58-2994.67 mg/kg kalın kepek KM arasında değişim göstermiştir. Tam buğday, ince kepek ve unda bulunan bağlı ferulik asit miktarları ise sırasıyla 483.37-861.47 mg/kg buğday KM, 353.02-980.44 mg/kg ince kepek KM ve 11.23-31.27 mg/kg un KM arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.6). Adom vd. (2005), buğday kepeği ve unda bulunan toplam ferulik asit miktarının sırasıyla 2194.23 mg/kg kepek ve 40.00 mg/kg un olduğunu, Rybka vd. (1993)'nin ise buğday kepeğindeki toplam ferulik asit miktarının 2200-4400 mg/kg arasında değiştiğini bildirmiştir. Buğdayda baskın olarak bulunan fenolik asidin ferulik asit olduğu ve endosperm ile kıyaslandığında aleuron, kepek ve embriyo hücre duvarlarında daha fazla oranda bulunduğu farklı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Adom ve Liu 2002, Zhou vd. 2004, Adom vd. 2005, Li vd. 2005, Revanappa ve Salimath 2010). Zhou vd. (2004), buğdayda toplam fenoliklerin yaklaşık olarak %55-77'sini ferulik asidin oluşturduğunu saptamıştır. Bu çalışmada tam buğdaydan elde edilen serbest ve bağlı ferulik asit miktarına ait değerlerin, Moore vd. (2005) tarafından bildirilen serbest ferulik asit (0.55-2.31 mg/kg) ve bağlı ferulik asit (406.7-587.7 mg/kg) değerleri ile uyumlu olduğu bulunmuştur. Elde edilen veriler, Adom vd. (2003)'nin 11 farklı buğday çeşidinden elde ettiği serbest ferulik asit (0.19-1.44 mg/kg) ve bağlı ferulik asit (280-583 mg/kg) miktarlarından yüksektir. Ayrıca bizim çalışmamızda bulunan serbest ferulik asit değerleri Okarter vd. (2010) tarafından 6 farklı buğday çeşidi için bildirilen serbest ferulik asit (8.35-39.03 mg/kg) miktarından düşük, bağlı ferulik asit değerleri ise aynı araştırmacılar tarafından bildirilen bağlı ferulik asit değerleri (527.20-936.14 mg/kg) arasında yer almaktadır.

Buğday çeşitleri ve öğütme fraksiyonlarında ferulik asitten sonra baskın olarak bulunan fenolik asidin p-kumarik asit olduğu saptanmıştır. p-kumarik asidin, diğer fraksiyonlara kıyasla kalın kepekte daha fazla bulunduğu ve miktarının 26.16-85.42 mg/kg kalın

kepek KM arasında değiştiği belirlenmiştir. Tam buğday, ince kepek ve unda bulunan p-kumarik asit miktarları ise sırasıyla, 5.83-27.07 mg/kg buğday KM, 0.50-47.16 mg/kg ince kepek KM ve 0.0-1.17 mg/kg un KM arasında değişim göstermiştir. Tam buğdaydan elde edilen bağlı p-kumarik asit verileri, Moore vd. (2005) ve Revanappa ve Salimath (2010)'ın bildirdiği 9.5-13.1 mg/kg buğday ve 14.8-22.0 mg/kg buğday değerleri ile uyumlu iken Hung vd. (2009)'nin bildirdiği 3.1 mg/kg buğday değerinden yüksek, ve Okarter vd. (2010) tarafından bildirilen 26.10-47.61 mg/kg buğday değerlerinden ise düşüktür.

Buğday eşitleri ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen bağlı fenolik ekstrakda tanımlanan bir diğer fenolik asit de vanilik asittir. Kalın kepekte bulunan bağlı vanilik asit miktarının (15.83-27.21 mg/kg kalın kepek KM), tam buğday(4.10-8.56 mg/kg buğday KM), ince kepek (3.01-10.64 mg/kg ince kepek KM) ve unda (0.0-0.56 mg/kg un KM) bulunan bağlı vanilik asit miktarından daha fazla olduğu belirlenmiştir. Moore vd. (2005), tam buğdayda bulunan bağlı vanilik asit miktarının 2.9-5.0 mg/kg arasında değişim gösterdiğini belirlemiştir. Buna karşın Hung vd. (2009), Okarter vd. (2010) ve Revanappa ve Salimath (2010) yaptıkları çalışmalarda bağlı fenolik asitler arasında vanilik asit tanımlamamışlardır.

Buğday eşitleri ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen bağlı fenolik ekstraktlarda tanımlanan diğer fenolik asit ise siringik asittir. Diğer tüm fenolik asitlerde olduğu gibi siringik asidin de kalın kepek fraksiyonunda daha yoğun olarak bulunduğu ve miktarının 6.53-19.40 mg/kg kalın kepek KM arasında değişim gösterdiği saptanmıştır. Tam buğdayda bulunan bağlı siringik asit miktarının 1.36-4.83 mg/kg buğday KM arasında değişim gösterdiği ve bu değerlerin Okarter vd. (2010) tarafından bildirilen 0.0-9.8 mg/kg değerleri ile uyumlu olduğu bulunmuştur. Çalışmamızda ince kepek ve un fraksiyonlarındaki siringik asit miktarlarının ise sırasıyla, 0.79-5.23 mg/kg ince kepek KM ve 0.0-0.50 mg/kg un KM arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.5 Buğday çeşitlerinden ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen serbest fenolik ekstraktlarının fenolik asit dağılımı (mg/kg yağsız örnek KM)

Buğday çeşidi	Ferulik asit	Vanilik asit
Bezostaya		
Tam buğday	2.03±0.20abB	0.98±0.12aA
Kalın kepek	3.56±0.38cA	3.94±0.57bBC
İnce kepek	2.62±0.05bCD	-
Un	1.56±0.01aE	-
Gerek-79		
Tam buğday	1.61±0.12bB	0,90±0.07aA
Kalın kepek	8.03±0.03dB	10.19±0,69bF
İnce kepek	5.21±0.06cF	7.57±1.28bD
Un	0.36±0.11aD	-
Kıraç-66		
Tam buğday	1.86±0.12bB	2.61±0.28aC
Kalın kepek	6.61±0.08dB	7.08±0.21bDE
İnce kepek	3.02±0.24cDE	1.82±0.62aBC
Un	0.30±0.10aBC	-
Gün-91		
Tam buğday	2.09±0.16bB	-
Kalın kepek	7.56±0.09cB	5.73±0.68aCD
İnce kepek	2.93±0.02bDE	-
Un	0.22±0.03aBC	-
Ceyhan-99		
Tam buğday	2.06±0.02aB	1.90±0.28aBC
Kalın kepek	10.85±1.01cC	7.66±0.26cE
İnce kepek	5.47±0.44bB	3.40±0.46bC
Un	0.15±0.00aAB	-
Sultan-95		
Tam buğday	2.67±0.23aC	0.98±0.04bA
Kalın kepek	4.39±0.74bA	1.98±0.08cA
İnce kepek	3.43±0.03aE	-
Un	-	0.22±0.01aA
Sarıçanak-98		
Tam buğday	1.65±0.01aB	1.76±0.63aAB
Kalın kepek	11.55±0.77bC	7.58±0.93bDE
İnce kepek	1.40±0.17aB	1.33±0.04aAB
Un	0.30 ±0.06aBC	-
Kunduru-1149		
Tam buğday	0.76±0.12bA	0.93±0.00aA
Kalın kepek	4.03±0.14cA	4.51±0.39bBC
İnce kepek	0.59±0.17abA	0.75±0.03aAB
Un	0.15±0.05aAB	0.23±0.03aA
Çeşit-1252		
Tam buğday	1.09±0.17aA	-
Kalın kepek	3.35±0.13cA	2.76 ±0.64aAB
İnce kepek	2.08±0.49bBC	-
Un	0.38±0.04aB	-

Aynı çeşit ve fraksiyonlarında aynı küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05)

Farklı çeşit ve fraksiyonlarda aynı büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p>0.05)

Çizelge 4.6 Buğday çeşitlerinden ve öğütme fraksiyonlarından elde edilen bağlı fenolik ekstraktların fenolik asit dağılımı (mg/kg yağsız örnek KM)

Buğday çeşidi	Ferulik asit	p-kumarik asit	Vanilik asit	Siringik asit
Bezostaya				
Tam buğday	704.73±20.76bB	19.30±0.66cCD	7.10±0.08cB	3,83±0.23cDE
Kalın kepek	2696.50±2.80cE	76.36±0.02dD	26.16±0.46dD	15.03±0.55dE
İnce kepek	665.22±0.56bD	15.14±0.54bC	4.31±0.61bD	1,88±0.00bB
Un	13.79±4.43aA	0.42±0.01aB	0.22±0.05aA	0,32±0.00aBC
Gerek-79				
Tam buğday	616.08±10.6bB	19.96±0.84bCDE	6.50±0.51bB	4.49±0.01bDE
Kalın kepek	2200.91±50.85dBC	69.45±1.92dC	21.33±0.18dC	14.13±0.34dD
İnce kepek	962.59±7.03cE	47.16±0.15cE	10.64±0.05cG	5.23±0.12cD
Un	24.89±0.55aC	0.68±0.04aD	0.22±0.02aA	0.31±0.03aABC
Kıraç-66				
Tam buğday	601.47±2.57cB	27.07±1.40bF	5.89±0.02cB	4.83±0.16bE
Kalın kepek	1939.58±8.85dA	83.21±2.52cE	18.05±0.20dB	14.84±0.39cD
İnce kepek	353.02±0.47bA	22.94±0.17bF	1.46±0.01bA	0.83±0.03aA
Un	11.23±0.23aA	0.48±0.00aBC	0.56±0.10aC	0.42±0.02aCD
Gün-91				
Tam buğday	595.64±19.18bB	23.25±2.09bDEF	8.56±0.10cC	4.02±0.41bD
Kalın kepek	2136.45±8.54cBC	85.42±1.36cE	27.21±0.67dD	11.88±0.78cC
İnce kepek	601.04±3.53bC	18.06±1.15bDE	4.79±0.18bDE	2.72±0.12bC
Un	13.98±0.54aA	0.56±0.00aA	0.22±0.02aA	0.30±0.05aABC
Ceyhan-99				
Tam buğday	861.47±57.27bC	21.49±2.00aCDE	7.05±0.61aB	6.63±0.33cF
Kalın kepek	2994.67±31.16cF	73.40±1.76bCD	21.13±0.30bC	19.40±0.40dF
İnce kepek	980.44±3.18bE	19.24±0.13aE	6.00±0.15aF	5.05±0.16bD
Un	18.18±0.98aB	-	-	0.50±0.07aD
Sultan-95				
Tam buğday	622.16±1.10bB	17.08±0.00bBC	6.03±0.08bB	2.49±0.28bC
Kalın kepek	2246.86±62.16cC	62.29±0.49cB	20.59±0.34cC	9.32±0.35cB
İnce kepek	624.54±17.50bCD	16.97±0.32bD	5.39±0.44bEF	2.35±0.16bB
Un	17.18±0.72aB	0.52±0.05aC	0.23±0.05aA	0.27 ±0.00aAB
Sarıçanak-98				
Tam buğday	483.37±74.96bA	14.40±2.19bB	3.96±0.69bA	1.68±0.06bAB
Kalın kepek	2502.39±24.63cD	71.27±0.88cCD	15.83±0.42cA	6.53±0.06cA
İnce kepek	415.32±35.62bB	12.75±1.06bB	2.06±0.16aAB	0,79±0.03aA
Un	31.27±0.13aD	1.20±0.06aE	-	-
Kunduru-1149				
Tam buğday	692.55±14.02cB	24.16±0.12cEF	7.05±0.24cB	2.37±0.03cBC
Kalın kepek	2075.89±75.22dB	73.17±2.55dCD	21.56±0.28dC	7.24±0.15dA
İnce kepek	416.26±7.74bB	13.90±0.14bBC	2.59±0.11bBC	1.07±0.12bA
Un	27.15±0.00aC	1.17±0.00aE	0.27±0.02aAB	0.26±0.01aAB
Çeşit-1252				
Tam buğday	650.23±9.16cB	5.83±0.25cA	4.10±0.07cA	1.36±0.16bA
Kalın kepek	2710.93±15.32dE	26.16±0.06dA	21.66±0.10dC	7.88±0.18cA
İnce kepek	434.07±7.56bB	0.50±0.00bA	3.01±0.00bC	1.16 ±0.11bA
Un	30.59±0.04aD	0.27±0.01aA	0.41±0.01aBC	0.29±0.04aABC

Aynı çeşit ve fraksiyonlarında aynı küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05)

Farklı çeşit ve fraksiyonlarda aynı büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p>0.05)

4.6 Un Veriminin Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi

Un veriminin antioksidan aktivite üzerine etkisini belirlemek amacıyla Gün-91 ekmeklik buğday çeşidi Buhler tipi laboratuvar değirmeninde öğütülmüş ve un verimleri %65, %75 ve %100 olan üç farklı un hazırlanmıştır. Elde edilen unların bazı kimyasal, fizikokimyasal ve reolojik özellikleri çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Farklı un verimindeki un örneklerinin bazı kimyasal ve reolojik özellikleri

Özellikler	Un verimi		
	%65	%75	%100
Rutubet (%)	14.3c	14.2b	13.3a
Protein* (%)	13.66a	13.67a	14.04b
Kül* (%)	0.37a	0.41b	1.45c
Yaş gluten (%)	36.34c	35.47b	28.97a
Kuru gluten (%)	12.5b	12.1b	10.5a
Sedimentasyon (mL)	48.27b	51.50c	24.55a
Su absorpsiyonu (%)	60.1a	61.0b	69.5c
Gelişme süresi (dk)	11.8c	10.9b	4.7a
Stabilite (dk)	10.6c	9.4b	2.9a
Yumuşama derecesi (BU)	55b	61b	75a
R _m (BU)	275b	307c	221a
A (cm ²)	65b	73b	42a
E (mm)	174b	176b	126a

Aynı satırda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05).

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Un verimi arttıkça unda kepek kontaminasyonu, kül miktarı ve renk intensitesi artmaktadır. Protein miktarı yükselirken kalitesi düşmektedir. Bunun sebebi yüksek un verimine sahip unlarda kaliteyi düşürücü kabuk altı tane tabakalarının kontaminasyonunun artarak, unun ekmeklik kalitesini düşürmesidir (Ercan 1985).

Genellikle stabilite, yoğurma tolerans sayısı ve gelişme süresi fazla ve yumuşama derecesi az olan unların teknolojik değeri ve ekmeklik kalitesi yükselmektedir. Gelişme

süresinin uzunluğu yoğurma süresinin uzunluğuna ve öz miktar ve kalitesinin yüksekliğine işarettir. Yumuşama derecesinin fazlalığı ise hamurun işlemeye uygun olmadığını, fermentasyon toleransının düşüklüğünü göstermektedir.

Çizelge 4.7’de görüldüğü üzere randımanın artışına bağlı olarak unların protein ve kül değerlerinde artış gözlenmiştir. Un örneklerinin protein miktarı %13.66-14.04 arasında değişim gösterirken kül miktarı ise %0.37-1.45 arasında değişim göstermiştir. Farinogram değerleri incelendiğinde un veriminin artışına bağlı olarak su absorpsiyonu ve yumuşama derecesi artarken gelişme süresi ve stabilite azalmıştır. Farklı un verimindeki unlardan elde edilen hamurların uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç (Rm), uzama kabiliyeti (E) ve enerji (A) değerlerinin %75 randımanlı unda en yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.7)

Farklı un verimine sahip unlardan yapılan ekmeklerin bazı özellikleri çizelge 4.8’de verilmiştir. Un veriminin artışına bağlı olarak %65 ve %75 un verimine sahip unlardan yapılan ekmeklerde ekmek verimi, ekmek hacmi, spesifik ekmek hacmi ve ekmek değer sayısı artmıştır. Buna karşılık %100 un verimine sahip unlarda ise bu değerler oldukça azalmış ve Ekmek Değer Sayısı kabul edilemez düzeye (-38.2 ± 2.03) düşmüştür (Pelshenke vd. 1964).

Ekmeğin bayatlama testleri penetrometre aygıtı ile yapılmıştır ve çizelge 4.9’da görüldüğü gibi ekmeğin bayatlaması üzerine un veriminin etkisi farklı olmuştur. %65 ve %75 un verimine sahip unlarda benzer sonuçlar alınmıştır. Bu unlardaki bayatlama değerleri olumlu bulunmuştur. Ancak %100 un verimine sahip unda ise bayatlama değerleri beklenen düzeyde oluşmamış ve azalmıştır.

Çizelge 4.8 Farklı un verimine sahip unlardan yapılan ekmeklerin bazı özellikleri

Un verimi	Ekmek verimi (g/100g un)	Hacim verimi (mL/100g un)	Spesifik ekmek hacmi	Ekmek değeri sayısı*
%65	144.3±0.37a	626.1±2.10c	4.34±0.00b	216.7±0.94b
%75	144.0±0.15a	646.2±0.98b	4.49±0.01c	219.7±0.42b
%100	156.8±3.27b	369.7±3.39a	2.36±0.03a	-38.2±2.03a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05).

* Dallmann skalasına göre hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9 Un veriminin ekmeğin bayatlaması üzerine etkisi

Un verimi	1. gün	2. gün	3. gün
%65	62.5±0.7b	46.2±3.2b	33.5±0.5c
%75	55.0±3.5b	46.1±4.5b	38.4±1.0b
%100	23.1±0.4a	22.2±0.3a	17.1±0.5a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05).

Farklı un verimine sahip unlardan yapılan ekmeklerin kabuk rengine ait veriler incelendiğinde randıman oranı arttıkça L, a ve b değerlerinin azaldığı gözlenmektedir. Ekmek içinde ise L değerinde düşüş gözlenirken a değeri artmıştır (Çizelge 4.10-4.11).

Çizelge 4.10 Farklı un verimine sahip unlardan elde edilen ekmeklerin kabuk rengi

Un verimi	L	a	b
% 65	49.26±0.51c	16.97±0.16c	28.63±0.46b
%75	43.01±0.40a	15.88±0.18b	22.59±0.43a
%100	44.85±0.49b	13.77±0.17a	22.23±0.30a

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05).

Çizelge 4.11 Farklı un verimine sahip unlardan elde edilen ekmeklerin iç rengi

Un verimi	L	a	b
% 65	85.87±0.35c	-1.68±0.17a	11.94±0.18b
%75	82.37±0.58b	-1.30±0.23b	10.89±0.17a
%100	57.20±0.59a	8.23±0.20c	22.30±0.33c

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05).

4.7 Un Veriminin Toplam Fenolik ve Antioksidan Aktivite Üzerine Etkisi

Farklı un verimine sahip unların ve bu unlardan yapılan ekmeklerin fenolik içerikleri ve antioksidan aktivitelerine ilişkin elde edilen veriler çizelge 4.12-4.13’de verilmiştir. Farklı un verimine sahip unlardan elde edilen serbest ve bağlı fenolik ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri sırasıyla 615.24-679.23 ve 109.09-1373.20 (mg GAE/kg un KM) arasında değişim göstermiştir. Un örneklerinden elde edilen serbest fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi DPPH yöntemine göre 0.12-0.76 $\mu\text{mol TE/g}$ un KM arasında değişim gösterirken, TEAC yöntemine göre 1.82-2.31 $\mu\text{mol TE/g}$ un KM arasında değişim göstermiştir. Bağlı fenolik ekstraktlarda ise bu değerlerin sırasıyla 0.54-4.21 $\mu\text{mol TE/g}$ un KM ve 1.16-8.59 $\mu\text{mol TE/g}$ un KM arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu unlardan yapılan ekmek örneklerinden elde edilen serbest ve bağlı fenolik ekstraktların toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 248.82-641.20 $\mu\text{mol TE/g}$ ekmek KM ve 153.91-1256.96 $\mu\text{mol TE/g}$ ekmek KM arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Ekmeklerden elde edilen serbest fenolik ekstraktlarının antioksidan aktivitesi DPPH yöntemine göre 0.37-1.00 $\mu\text{mol TE/g}$ ekmek KM arasında, TEAC yöntemine göre ise 0.97-2.07 $\mu\text{mol TE/g}$ ekmek KM arasında değişim göstermiştir. Bağlı fenolik ekstraktların antioksidan aktivitesi ise DPPH yöntemine göre 0.46-3.16 $\mu\text{mol TE/g}$ ekmek KM arasında değişim gösterirken TEAC yöntemine göre 0.76-7.39 $\mu\text{mol TE/g}$ ekmek KM arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.13).

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, un verimindeki artışa bağlı olarak, unların ve bu unlardan yapılan ekmeklerin de toplam fenolik miktarları ve antioksidan aktiviteleri artış göstermiştir. Tam buğday unundan yapılan ekmeğin antioksidan aktivitesinin

düşük un verimine sahip (%65) undan yapılan ekmeklerin antioksidan aktivitesinden yaklaşık 5 kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Halvorsen vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada tam buğday unundan yapılan ekmeklerin antioksidan aktivitesinin beyaz undan yapılanlardan 1.9 kat fazla olduğu bildirilmiştir. Literatür ile oluşan bu farklılık ekmek formülasyonundan ve/veya uygulanan prosesin fitokimyasal bileşikler üzerine etkisinden kaynaklanabilir.

Tam buğday unu tüketimi kardiyovasküler hastalıklar, tip II diyabet, obezite ve kanser gibi hastalıkların oluşma riskini azaltmaktadır (Jacobs vd. 1995, Jacobs vd. 1998, Montonen vd. 2003, Liu vd. 2003, Anderson 2004). Tam buğday unu tüketmenin sağlık üzerine olumlu etkisi içerdiği fitokimyasallardan kaynaklanmaktadır. Buğdayda sağlığa yararlı fitokimyasalların büyük çoğunlu kepek/rüşeym kısmında bulunmaktadır. Bundan dolayı buğdayın kepek/rüşeym fraksiyonu günlük diyetle tüketildiğinde sağlık üzerine olumlu etkilerde bulunarak kronik hastalıkların oluşma riskini azaltmaya yardımcı olacaktır. Ancak endosperm fraksiyonunun da sağlık üzerine önemli katkıları olasıdır. Bundan dolayı kepek ve endosperm fraksiyonunu birlikte bulunduran tam buğday unu tüketmek daha güçlü fizyolojik etki sağlayacaktır (Adam vd. 2002, Adom vd. 2003). Bundan dolayı tüketicilerin tam buğday unundan yapılmış ürünleri tüketmeye yönlendirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Çizelge 4.12 Farklı un verimine sahip unların toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi

Un örnekleri	Toplam fenolik (mg GAE/kg yağsız örnek KM)			DPPH (μmol TE/g yağsız örnek KM)			TEAC (μmol TE/g yağsız örnek KM)		
	Serbest	Bağlı	Toplam	Serbest	Bağlı	Toplam	Serbest	Bağlı	Toplam
%65	615.24±8.11a	109.09±1.81a	724.33±9.92a	0.12±0.01a	0.42±0.01a	0.54±0.01a	1.82±0.01a	1.16±0.30a	2.98±0.21a
%75	675.09±15.27b	120.79±3.14a	795.88±18.41b	0.13±0.01a	0.55±0.01b	0.68±0.01b	1.84±0.01a	1.40±0.27a	3.24±0.18a
%100	679.23±4.27b	1373.20±2.76b	2052.43±1.51c	0.76±0.03b	3.45±0.00c	4.21±0.04c	2.31±0.02b	8.59±0.24b	10.90±0.18b

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05).

Çizelge 4.13 Farklı un verimine sahip unlardan yapılan ekmeklerin toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi

Ekmek Örnekleri	Toplam fenolik (mg GAE/kg yağsız örnek KM)			DPPH (μ mol TE/g yağsız örnek KM)			TEAC (μ mol TE/g yağsız örnek KM)		
	Serbest	Bağlı	Toplam	Serbest	Bağlı	Toplam	Serbest	Bağlı	Toplam
%65	248.8 $\pm$ 18.65a	153.9 $\pm$ 0.11a	402.7 $\pm$ 18.76a	0.37 $\pm$ 0.02a	0.46 $\pm$ 0.02a	0.83 $\pm$ 0.04a	1.22 $\pm$ 0.01a	0.76 $\pm$ 0.01a	1.98 $\pm$ 0.03a
%75	304.8 $\pm$ 18.84a	154.7 $\pm$ 2.50a	459.5 $\pm$ 17.41b	0.38 $\pm$ 0.01a	0.51 $\pm$ 0.00a	0.89 $\pm$ 0.01a	0.97 $\pm$ 0.07a	1.09 $\pm$ 0.04a	2.06 $\pm$ 0.07a
%100	641.2 $\pm$ 12.38b	1206.4 $\pm$ 14.19b	1847.6 $\pm$ 1.85c	1.00 $\pm$ 0.02b	3.16 $\pm$ 0.06b	4.16 $\pm$ 0.05b	2.07 $\pm$ 0.14b	7.39 $\pm$ 0.19b	9.46 $\pm$ 0.17b

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir ($p > 0.05$).

4.8 Nar Kabuğu Ekstraktının Unun Reolojik Özellikleri ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi

Una farklı oranlarda nar kabuğu ekstraktı ilavesinin hamurun reolojik özellikleri üzerine etkileri çizelge 4.14’de verilmiştir. Çalışmada kullanılan nar kabuğu ekstraktının toplam fenolik içeriği 21466.67 mg GAE/kg ekstrakt, antioksidan aktivitesi DPPH yöntemine göre 232.39 μ mol TE/g ekstrakt iken TEAC yöntemine göre bu değer 519.2 μ mol TE/g ekstraktır.

Nar kabuğu ekstraktı ilavesi sonucunda unun su absorpsiyonu, gelişme süresi ve stabilitesi kontrole kıyasla azalırken, yumuşama derecesi artış göstermiştir. Ekstensogram değerleri incelendiğinde ise farklı oranlarda ilave edilen nar kabuğu ekstraktı Rm, A ve E değerlerinde kontrole göre artış sağlamıştır (Çizelge 4.14).

Farklı oranlarda nar kabuğu ekstraktı ilavesinin ekmek özellikleri üzerine etkileri çizelge 4.15’de verilmiştir. Nar kabuğu ekstraktının 5 g/kg un katkı oranından başlayarak daha yüksek konsantrasyonda ilavesi, ekmek verimini ve hacim verimini artan oranda olumsuz yönde etkilemiştir.

Silva vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada ekmek hamuruna farklı oranlarda (%0.1, 0.2 ve 0.3) bir hidrolize olabilen tanen olan (gallotanen) tanik asit ilavesinin hamurun uzamaya karşı direncini arttırdığı buna karşın elastikiyeti azalttığı belirtilmiştir. Ayrıca artan konsantrasyonlarda tanik asit ilavesinin ekmeğin spesifik hacminin artışına yol açtığı belirlenmiştir. Yaygın olarak kullanılan antioksidanlar proteinlerdeki –SH gruplarına etki ederek –SS bağlarının oluşmasını sağlamaktadır. Hatono vd. (1999) fenolik bileşiklerdeki OH gruplarının proteinin yapısındaki NH₂ grupları ile interaksiyona girdiğini bildirmişlerdir. Nar kabuğu ekstraktının ekmek üzerine olumlu etkisinin ekstraktaki fenolik bileşiklerin protein ile etkileşimlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.14 Farklı oranlarda nar ekstraktı ilavesinin unun reolojik özellikleri üzerine etkisi

Özellikler	Katki Oranı					
	Kontrol	0.5 g/kg	1.0 g/kg	2.5 g/kg	5 .0g/kg	7.5 g/kg
Su absorbsiyonu (%) [*]	60.1d	59.7c	59.5c	59.2b	59.2b	58.9a
Gelişme süresi (d)	11.8d	9.7c	7.0ab	6.9a	6.8a	7.3b
Stabilite (d)	10.6d	7.5c	5.5b	5.5b	5.7b	4.8a
Yumuşama derecesi (BU)	55a	84b	86b	103c	109d	101c
Rm (BU)	275a	275a	355b	375b	452c	459c
A (cm ²)	65a	64a	88b	97b	105bc	116c
E (mm)	174a	175ab	186bcd	197e	180abc	192cd

Aynı satırda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05).

* %14 rutubet esasına göre verilmiştir.

Çizelge 4.15 Farklı oranlarda nar ekstraktı ilavesinin ekmeğin bazı özellikleri üzerine etkisi

Katkı oranı	Ekmek verimi (g/100g un)	Hacim verimi (mL/100g un)	Spesifik ekmek hacmi	Ekmek değer sayısı*
Kontrol	148.6±2.06	587.32±11.45a	3.96±0.08a	209.0±5.44a
0.5 g/kg	147.6±1.00	594.68±7.10ab	4.03±0.03ab	187.7±3.02ab
1.0 g/kg	149.3±1.38	597.64±14.04ab	4.00±0.07a	184.1±5.61a
2.5 g/kg	150.1±0.91	599.11±8.26ab	3.99±0.05a	169.7±3.10a
5.0 g/kg	149.2±1.38	627.55±10.59b	4.21±0.03b	174.6±3.71b
7.5 g/kg	147.9±0.75	609.50±11.88ab	4.12±0.07ab	188.8±4.75ab

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05).

* Dallmann skalasına göre hesaplanmıştır.

Nar kabuğu ekstraktı ilavesinin ekmeğin bayatlaması üzerine etkisi çizelge 4.16'da verilmiştir. Bu verilere göre kontrole göre 0.5 g/kg oranında nar kabuğu ekstraktı katılması, ekmek için yumuşaklığını artırmış, başka bir ifadeyle bayatlamayı geciktirmiştir. Diğer katkı oranlarında ise önemli bir etki belirlenememiştir.

Çizelge 4.16 Nar kabuğu ekstraktı ilavesinin ekmeğin bayatlaması üzerine etkisi

Katkı oranı	1. gün	2. gün	3. gün
Kontrol	62.5±0.7bc	46.2±3.2bc	33.5±0.5a
0.5 g/kg	69.9±1.7c	45.3±1.9c	44.8±1.4b
1.0 g/kg	48.4±3.8a	38.0±1.8a	37.6±5.1ab
2.5 g/kg	50.6±1.0a	47.4±5.9a	46.2±0.2b
5.0 g/kg	56.7±2.5ab	41.5±3.5a	38.9±4.8ab
7.5 g/kg	50.0±3.8a	45.9±1.5a	38.0±2.0ab

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir ($p > 0.05$).

Nar kabuğu ekstraktı ile üretilen ekmeklerde kabuk rengine ait veriler incelendiğinde L, a ve b değerleri kontrole kıyasla azalmıştır (Çizelge 4.17). Ekmek içinde ise L değeri azalırken a değerinde artış gözlenmiştir (Çizelge 4.18) Parlaklığın göstergesi olan L değeri kabukta 44.41 ile 49.26 arasında değişmiştir. Kırmızı rengin göstergesi olan +a değerleri 15.32 ile 16.97 arasında, sarı renk göstergesi olan +b değerleri ise 23.71 ile 28.63 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.17 Nar kabuğu ekstraktı ile üretilen ekmeklerin kabuk rengi

Katkı oranı	L	a	b
Kontrol	49.26±0.56b	16.97±0.18c	28.63±0.50c
0.5 g/kg	48.27±0.86b	15.98±0.14b	27.67±0.66bc
1.0 g/kg	47.63±0.80b	16.29±0.18b	26.76±0.67bc
2.5 g/kg	46.50±0.19ab	16.23±0.13b	25.91±0.27ab
5.0 g/kg	44.41±1.74a	16.17±0.27b	23.71±1.62a
7.5 g/kg	47.14±0.38b	15.32±0.21a	25.57±0.34ab

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05).

Çizelge 4.18 Nar kabuğu ekstraktı ile üretilen ekmeklerin iç rengi

Katkı oranı	L	A	b
Kontrol	85.87±0.35c	-1.68±0.02a	11.94±0.18b
0.5 g/kg	79.62±0.35b	1.08±0.03b	10.18±0.09a
1.0 g/kg	76.59±0.44a	2.46±0.10c	11.50±0.29b
2.5 g/kg	76.23±0.36a	2.62±0.06cd	12.48±0.17c
5.0 g/kg	76.02±0.28a	2.71±0.08d	14.09±0.19d
7.5 g/kg	75.97±0.11a	2.62±0.08cd	14.85±0.13e

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05).

4.9 Duyusal Değerlendirme

Ekmeklerin duyusal olarak değerlendirilmesi ekmekler fırından çıktıktan 24 saat sonra yapılmış ve değerlendirmede hedonik skala kullanılmıştır. Duyusal değerlendirmede, tekstür, renk, aroma, tat esas alınmış ve en kötü özellik 1 en iyi özellik 9 olacak şekilde değerlendirilmiştir. Duyusal değerlendirmeden elde edilen sonuçlar çizelge 4.19'da verilmiştir. Kontrole kıyasla nar kabuğu ekstarktı ile üretilen ekmeklerin renginin beğenilmediği gözlenmiştir.

Çizelge 4.19 Farklı oranlarda nar ekstraktı ile üretilen ekmeklerin duyusal değerlendirilmesi

Katkı oranı	Renk	Aroma	Tekstür	Tat	Ağızda bıraktığı his
Kontrol	7.6±0.51c	7.8±0.20c	7.0±0.95	7.2±0.58	7.4±0.60
0.5 g/kg	2.4±0.60a	4.4±0.40a	5.0±0.55	5.4±0.81	5.2±0.73
1.0 g/kg	4.2±0.97ab	6.8±0.58bc	6.4±0.51	5.8±0.58	6.0±0.84
2.5 g/kg	4.2±0.49ab	5.4±0.68ab	5.8±0.97	5.8±1.02	6.0±0.89
5.0 g/kg	5.8±0.73cb	5.2±0.97ab	5.4±0.93	5.2±0.97	5.2±0.92
7.5 g/kg	5.2±0.97b	5.4±0.68ab	5.6±0.40	6.0±0.55	6.4±0.51

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p> 0.05).

4.10 Nar Kabuğu Ekstraktının Ekmeğin Toplam Fenolik İçeriği ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi

Farklı oranlarda nar kabuğu ekstraktının ekmeğin toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi çizelge 4.20’de verilmiştir. Elde edilen verilere göre ilave edilen nar kabuğu ekstraktının oranının artışına bağlı olarak örneklerin toplam fenolik içerikleri ve antioksidan aktivitelerinde artış gözlenmiştir.

Ekmeklerin serbest fenolik madde miktarları 248.8-835.7 mg GAE/kg ekmek KM, bağlı fenolik madde miktarları ise 153.9-195.4 mg GAE/kg ekmek KM arasında değişim göstermiştir. DPPH yöntemine göre serbest fenoliklerin antioksidan aktiviteleri 0.37-3.70 µmol TE/g ekmek KM arasında bağlı fenoliklerin antioksidan aktiviteleri ise 0.46-0.85 µmol TE/g ekmek KM arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu değerler TEAC yöntemine göre ise sırasıyla 0.97-6.03 µmol TE/g ekmek KM ve 0.76-1.41 µmol TE/g ekmek KM arasında değişmiştir.

Çizelge 4.20 Farklı oranlarda nar kabuğu ekstraktı ilavesinin ekmeğin toplam fenolik ve antioksidan aktivitesi üzerine etkisi

Katki oranı	Toplam fenolik (mg GAE/kg yağsız örnek KM)			DPPH (μ mol TE/g yağsız örnek KM)			TEAC (μ mol TE/g yağsız örnek KM)		
	Serbest	Bağlı	Toplam	Serbest	Bağlı	Toplam	Serbest	Bağlı	Toplam
Kontrol	248.8 $\pm$ 18.65a	153.9 $\pm$ 0.11a	402.7 $\pm$ 18.76a	0.37 $\pm$ 0.03a	0.46 $\pm$ 0.02a	0.83 $\pm$ 0.04a	1.22 $\pm$ 0.01a	0.76 $\pm$ 0.01a	1.98 $\pm$ 0.02a
0.5 g/kg	264.6 $\pm$ 4.73a	154.7 $\pm$ 0.51a	419.3 $\pm$ 4.34a	0.32 $\pm$ 0.15a	0.52 $\pm$ 0.01b	0.84 $\pm$ 0.00a	0.97 $\pm$ 0.06a	0.78 $\pm$ 0.00a	1.75 $\pm$ 0.06a
1.0 g/kg	325.7 $\pm$ 8.67b	150.6 $\pm$ 0.43a	476.3 $\pm$ 8.93b	0.74 $\pm$ 0.10b	0.61 $\pm$ 0.01c	1.35 $\pm$ 0.10b	1.49 $\pm$ 0.01ab	0.86 $\pm$ 0.04a	2.35 $\pm$ 0.03a
2.5 g/kg	402.7 $\pm$ 4.93c	150.9 $\pm$ 0.56a	553.7 $\pm$ 4.54c	1.52 $\pm$ 0.03c	0.60 $\pm$ 0.00c	2.12 $\pm$ 0.03c	1.94 $\pm$ 0.06b	1.03 $\pm$ 0.04b	2.97 $\pm$ 0.03b
5.0 g/kg	615.6 $\pm$ 8.57d	199.8 $\pm$ 1.17b	815.5 $\pm$ 8.07d	2.87 $\pm$ 0.04d	0.68 $\pm$ 0.01d	3.55 $\pm$ 0.04d	4.02 $\pm$ 0.38c	1.23 $\pm$ 0.02c	5.25 $\pm$ 0.37c
7.5 g/kg	835.7 $\pm$ 27.39e	195.4 $\pm$ 9.29b	1031.1 $\pm$ 18.15e	3.70 $\pm$ 0.06e	0.85 $\pm$ 0.03e	4.55 $\pm$ 0.07e	6.03 $\pm$ 0.35d	1.41 $\pm$ 0.08d	7.44 $\pm$ 0.27d

Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir ($p > 0.05$).

5. SONUÇ

Literatürde ülkemizde yetiştirilen buğday çeşitlerinin fitokimyasal özelliklerine ilişkin bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile ülkemizde üretilen başlıca ekmeklik ve makarnalık buğdayların ve bunların öğütülmesi ile elde edilen un ve yan ürünlerin (kalın kepek, ince kepek) toplam fenolik madde miktarı, fenolik asit dağılımı ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Böylece hangi çeşit buğdayın daha fazla antioksidan aktivite ihtiva ettiği ilk defa tespit edilmiştir. Farklı ekstraksiyon oranındaki unların ve bu unlardan yapılan ekmeklerin de toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Ayrıca meyve suyunda yan ürün olan nar kabuğundan elde edilen ekstrakt ekmek formülasyonuna ilave edilerek ekmeğin antioksidan aktivitesinin başarıyla artırılabilceği de gösterilmiştir. Bu çalışma ile bu konular üzerindeki literatür boşlukları doldurularak bilime ve ekonomiye veri tabanı sağlanmıştır.

Elde edilen bilgiler birlikte değerlendirildiğinde;

-Toplam fenolik madde miktarı içerikleri göz önüne alındığında *Triticum aestivum* türüne dahil olan buğday çeşitlerinde en yüksek toplam fenolik madde miktarına sahip olan ekmeklik buğday çeşitlerinin sırasıyla, Gün-91, Ceyhan-99 ve Kıraç-66 olduğu ve en yüksek toplam ferulik asit içeriğine sahip olan ekmeklik buğday çeşidinin ise Ceyhan-99 olduğu belirlenmiştir. *Triticum durum* buğday türüne dahil olan makarnalık buğday çeşitlerinde ise toplam fenolik madde ve ferulik asit miktarları bakımından Kunduru-1149 buğday çeşidi ön plana çıkmıştır. Bundan dolayı bu çeşitler, yüksek antioksidan aktiviteye sahip ürünlerin üretiminde kullanılabilirler.

- Buğdayda bulunan fenolik bileşiklerin daha çok buğdayın kepek kısmında yoğunlaşmasından dolayı farklı ekstraksiyon oranındaki unlarda ve bu unlardan yapılan ekmeklerde un verimi arttıkça fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitede artış gözlenmiştir. Tam buğday unundan yapılan ekmeklerin toplam antioksidan aktivitesinin, beyaz undan yapılanlardan yaklaşık 5 kat daha fazla olduğu bulunmuştur. Unda kepek miktarı arttıkça unun ekmekcilik kalitesinin düşmesinden dolayı, tam

buğday unundan yapılan ekmeklerin bazı özellikleri ise olumsuz etkilenmiştir Tam buğday unundanyapılan ekmeklerin yüksek antioksidan aktivitesinden dolayı, tüketiciler tam buğday unundan yapılmış ürünleri tüketmeye yönlendirilmelidir.

- Nar kabuğu ekstraktı ilavesi ile artan konsantrasyona bağlı olarak ekmeklerin toplam fenolik içerikleri ve antioksidan aktivitelerinde artış sağlanmıştır. Ekmek kalitesine etkisi ve duyusal değerlendirme sonuçları dikkate alındığında, ekmelerin 5 g/kg nar kabuğu ekstraktı ile antioksidan aktivitesi bakımından zenginleştirilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

- Bu konudaki çalışmaların çeşitlendirilerek attırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonymous. 1971. Standard Methoden für Getraide Mehl und Brot. 5. erweiterte Auflage. Im. Verlag Moritz Schäfer, Detmold.
- Anonymous. 1992. Standard Methods of The International Association for Cereal Chemist.
- Anonymous. 2000. Approved Methods of American Association of Cereal Chemists. 10th ed. Minnesota, USA,
- Adam, A., Lopez, H.W., Tressol, J.C., Leuillet, M., Demigne', C. and Re'me'sy, C. 2002. Impact of whole wheat flour and its milling fractions on the cecal fermentations and the plasma and liver lipids in rats. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 50, pp. 6557-6562.
- Adam, A., Lopez, H.W., Leuillet, M., Demigne, C., and Re'me'sy, C. 2003. Whole wheat flour exerts cholesterol-lowering in rats in its native form and after use in bread-making. *Food Chem.*, Vol. 80, pp. 337-344.
- Adom, K.K. and Liu, R.H. 2002. Antioxidant activity of grains. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 50, pp. 6182-6187.
- Adom, K.K., Sorrells, M.E. and Liu, R.H. 2003. Phytochemical profiles and antioxidant activity of wheat varieties. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 51, pp. 7825-7834.
- Adom, K.K., Sorrells, E.M. and Liu, R.H. 2005. Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 53, pp. 2297-2306.
- Anderson, J.W. 2004. Whole grains and coronary heart disease: the whole kernel of truth. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 80(6), pp. 1459-1460.
- Dinelli, G., Carretero, A.S., Di Silvestro, R., Marotti, I., Fu, S., Benedettelli, S., Ghiselli, L. and Gutierrez, A.F. 2009. Determination of phenolic compounds in modern and old varieties of durum wheat using liquid chromatography coupled with time-of-flight mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, Vol. 1216, pp. 7229-7240.

- Duthie, G. and Crozier, A. 2000. Plant-derived phenolic antioxidants. *Curr. Opin. Lipidol.*, Vol. 11, pp. 43-47.
- Ercan, R. 1985. Bazı katkı maddelerinin hamurun fiziksel özellikleri ile ekmeğin kalitesi ve bayatlamasına etkisi üzerine araştırmalar. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi, 169s
- Fan, L. Zhang, S., Yu, L. and Ma, L. 2007. Evaluation of antioxidant property and quality of breads containing *Auricularia Auricula* polysaccharide flour. *Food Chem.*, Vol. 101, pp. 1158-1163.
- Fulcher, R.G. 1982. Fluorescence microscopy of cereals. *Food Microstruct.*, Vol. 1, pp. 167-175.
- George, S., Brat, P., Alter, P. and Amiot, M.J. 2005. rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 53, pp. 1370-1373.
- Graf, E. and Eaton, J.W. 1990. Antioxidant functions of phytic acid. *Free Rad. Biol. Med.*, Vol. 8, pp. 61-69.
- Gil, M.I., Tomás-Barberán, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M. and Kader, A.A. 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 48, pp. 4581-4589.
- Hatano, T., Yoshida, T. and Hemingway, R.W. 1999. Interaction of flavonoids with peptides and proteins and conformations of dimeric flavonoids in solution. *Plant Polyphenols 2. Chemistry, Biology, Pharmacology and Ecology*. Kluwer: New York, 509-526p.
- Hsu, C., Hwang, S., Chen, W., Weng, Y. and Tseng, C. 2004. Qualities and antioxidant properties of bread as affected by the incorporation of yam flour in the formulation. *Int. J. Food Sci. Tech.* 39, 231-238.
- Huang, D., Ou, B. and Prior, R.L. 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assay. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 53, pp. 1841-1856.
- Hung, P.V., Maeda, T., Miyatake, K. and Morita, N. 2009. Total phenolic compounds and antioxidant capacity of wheat graded flours by polishing method. *Food Research Int.*, Vol. 42, pp. 185-190.

- Iqbal, S., Bhanger, M.I. and Anvar, F. 2007. Antioxidant properties and components of bran extracts from selected wheat varieties commercially available in Pakistan. *LWT*, Vol. 40, pp. 361-367.
- Jacobs, D.R.Jr., Slavin, J. and Marquart, L. 1995. Whole grain intake and cancer: A review of the literature. *Nutrition and Cancer*, Vol. 24(3), pp. 221–229.
- Jacobs, D.R.Jr., Meyer, K.A., Kushi, L.H. and Folsom, A.R. 1998. Whole-grain intake may reduce the risk of ischemic heart disease death in postmenopausal women: The Iowa Women's Health Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 68(2), pp. 248–257.
- Kim, K.H., Tsa, R., Yang, R. and Cui, S.W. 2006. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and effect of hydrolysis conditions. *Food Chem.*, Vol. 95, pp. 466-473.
- Klepacka, J. and Formal, L. 2006. Ferulic acid and its position among the phenolic compounds of wheat. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, Vol. 46, pp. 639-647.
- Li, W., Shan, F., Sun, S., Corke, H. and Beta, T. 2005. Free radical scavenging properties and phenolic content of Chinese black-grained wheat. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 53, pp. 8533-8536.
- Li, L., Shewry, P.R. and Ward, J.L. 2008. Phenolic acids in wheat varieties in the healthgrain diversity screen. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 56, pp. 9732-9739.
- Liu, R.H. 2003. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 78(3), pp. 517–520.
- Liyana-Pathirana, C.M. and Shahidi F. 2006a. Antioxidant properties of commercial soft and hard winter wheats (*Triticum aestivum* L) and their milling fractions. *J. Sci. Food Agric.*, Vol. 86, pp. 477-485.
- Liyana-Pathirana, C.M. and Shahidi, F. 2006b. Importance of insoluble-bound phenolics to antioxidant properties of wheat. *J. Sci. Food Chem.*, Vol. 54, pp. 1256-1264.
- Moore, J., Hao, Z., Zhou, K., Luther, M., Costa, J. and Yu, L. 2005. Caratenoid tocopherol, phenolic acid and antioxidant properties of Maryland-grown soft wheat. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 53, pp. 6649-6657.

- Moore, J., Liu, J., Zhou, K. and Yu, L.L. 2006. Effects of genotype and environment on the antioxidant properties of hard winter wheat bran. *J.Agric.Food.Chem.*, Vol. 54, pp. 5313-5322.
- Okarter, N., Liu, Sorrells, M.E. and Liu, R.H. 2010. Phytochemical content and antioxidant activity of six diverse varieties of whole wheat. *Food Chem.*, Vol. 119, pp. 249-257.
- Onyeneho, S. N. and Hettiarachchy, N.S. 1992. Antioxidant activity of durum wheat bran. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 40, pp. 1496-1500.
- Özkaya, H. ve Özkaya, B. 2005. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No.31, 157s.
- Pelshenke, P.F., Bolling, H., Hampel, G., Kempf, W., Menger, A., Rotsch, A., Schulz, S., Spicher, G. and Tegge, G. 1964. Standart Methoden für Getreide, Mehl und Brot. 4. Auflage. I. Verlag Moritz Schaefer. Detmold.
- Pomeranz, Y. 1971. Wheat Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists. St. Paul Minnesota., 821p.
- Pomeranz, Y. and Shellenberger, J.A. 1971. Bread Science and Technology. The Avi Publ. Company, Inc. Westport, Connecticut, 262p.
- Ragae, S., Abdel-Aal, E.M. and Noaman, M. 2006. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chem.*, Vol. 98, pp. 32-38.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, Vol. 26, pp.1231-1237.
- Revanappa, S.B. and Salimath, P.B. 2010. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of different wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *J. Food Biochem.* (article in pres).
- Seeram, N. Lee, R. Hardy, M. and Heber, D. 2005. Rapid large scale purification of ellagitannins from pomegranate husk, a by-product of the commercial juice industry. *Separation and Purification Tech.* Vol. 41, pp. 49-55.

- Serpen, A., Gokmen, V., Karagoz, A. and Koksel, H. 2008. Phytochemical quantification and total antioxidant capacities of emer (*Triticum dicoccon* Schrank) and einkorn (*Triticum monococcum* L.) wheat landraces. J. Agric. Food Chem., Vol. 56, pp. 7285-7292.
- Shahidi, F. and Naczk, M. 1995. Food phenolics: Sources, chemistry, effects, applications. Technomic Publishing Company Inc. ISBN 1-56676-279-0, USA, 331p.
- Silva, C.E.M., Amorim, M.V.F.S., Medeiros, M.M.L. and Morais, S.M. 2009. Use of tannic acid as dough oxidizing and vitamin C protective agent. Cereal Chem., Vol. 86, pp. 136-138.
- Sosulski, F., Krygier, K. and Hogge, L. 1982. Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids. 3. Composition of phenolic acids in cereal and potato flours. J. Agric. Food Chem., Vol. 30, pp. 337-340.
- Uluöz, M. 1965. Buğday Unu ve Ekmek Analiz Metodları. E.Ü. Ziraat Fak. Yayını No.57, İzmir.
- Vaher, M., Matso, K., Levandi, T., Helmja, K. and Kaljurand, M. 2010. Phenolic compounds and the antioxidant activity of the bran, flour and whole grain of different wheat varieties. Procedia Chem., Vol. 2, pp. 76-82.
- Verma, B., Hucl, P. and Chibbar, R. 2008. Phenolic content and antioxidant properties of bran in 51 wheat cultivars. Cereal Chem., Vol. 85, pp. 544-549.
- Wang, R. and Zhou, W. 2004. Stability of tea catechins in the breadmaking process. J. Agric. Food Chem., Vol. 52, pp. 8224-8229.
- Wang, R., Zhou, W., Yu, H. and Chow, W. 2006. Effects of green tea extracts on the quality of bread made from unfrozen and frozen dough processes. J. Sci. Food and Agric., Vol. 86, pp. 857-864.
- Yu, L., Haley, S., Perret, J. and Harris, M. 2002. Antioxidant properties of hard winter wheat extracts. Food Chem., Vol. 78, pp. 457-461.
- Yu, L., Haley, S., Perret, J. and Harris, M. 2004. Comparison of wheat flours grown at different locations for their antioxidant properties. Food Chem., Vol. 86, pp. 11-14.

- Zielinski, H. and Kozłowska, H. 2000. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 48, pp. 2008-2016.
- Zhou, K., Laux, J.J. and Yu, L.L. 2004. Comparasion of Swiss red wheat grain and fractions for their antioxidant properties. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 52, pp 1118-1123.
- Zhou, K. and Yu, L.L. 2004a. Antioxidant properties of bran extracts from trego wheat grown at different location. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 52, pp. 1112-1117.
- Zhou, K. and Yu, L. 2004b. Effects of extraction solvents on wheat bran antioxidant activity estimation. *Lebensm-Wiss.U. Technol.*, Vol. 37, pp. 717-721.
- Zhou, K., Yin, J. and Yu, L.L. 2005. Phenolic acid, tocopherol and caratenoid compositions, and antioxidant functions of hard red winter wheat bran. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 53, pp. 3916-3922.

EKLER

EK 1 Gallik asit standart kurvesi

EK 2 TEAC yöntemine göre hazırlanan troloks stadart kurvesi

EK 3 DPPH yöntemine göre hazırlanan troloks stadart kurvesi

EK 4 Fenolik asit standartlarına ait HPLC kromatogramları

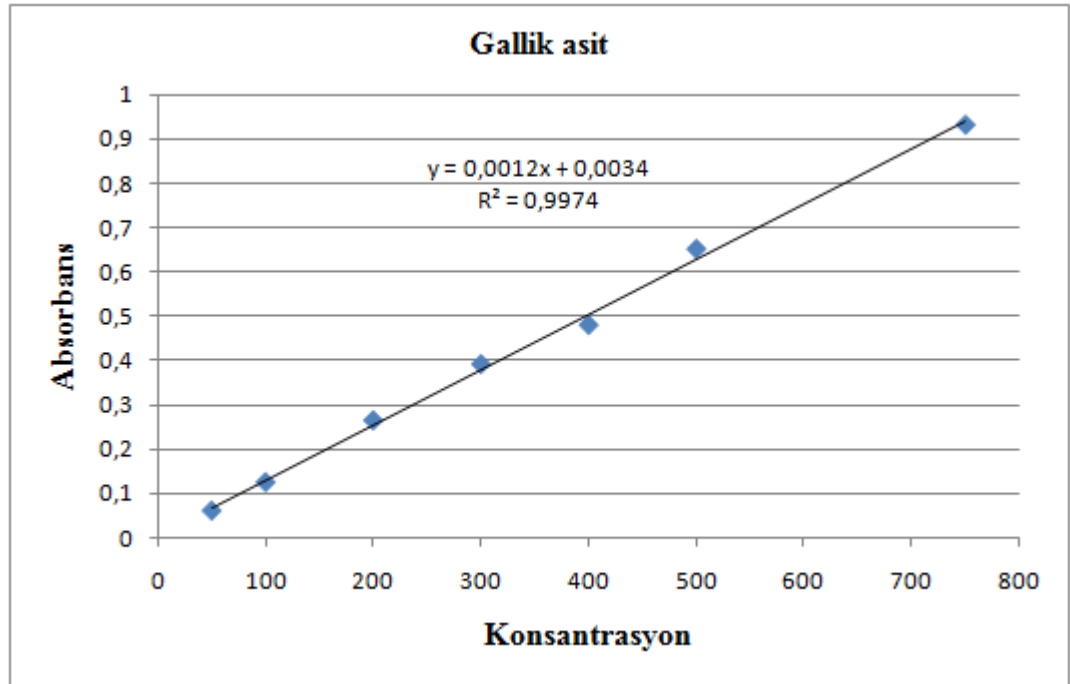
EK 5 Örneklerden elde edilen serbest fenoliklere ait örnek HPLC kromotogramları

EK 6 Örneklerden elde edilen serbest fenoliklere ait örnek HPLC kromotogramları

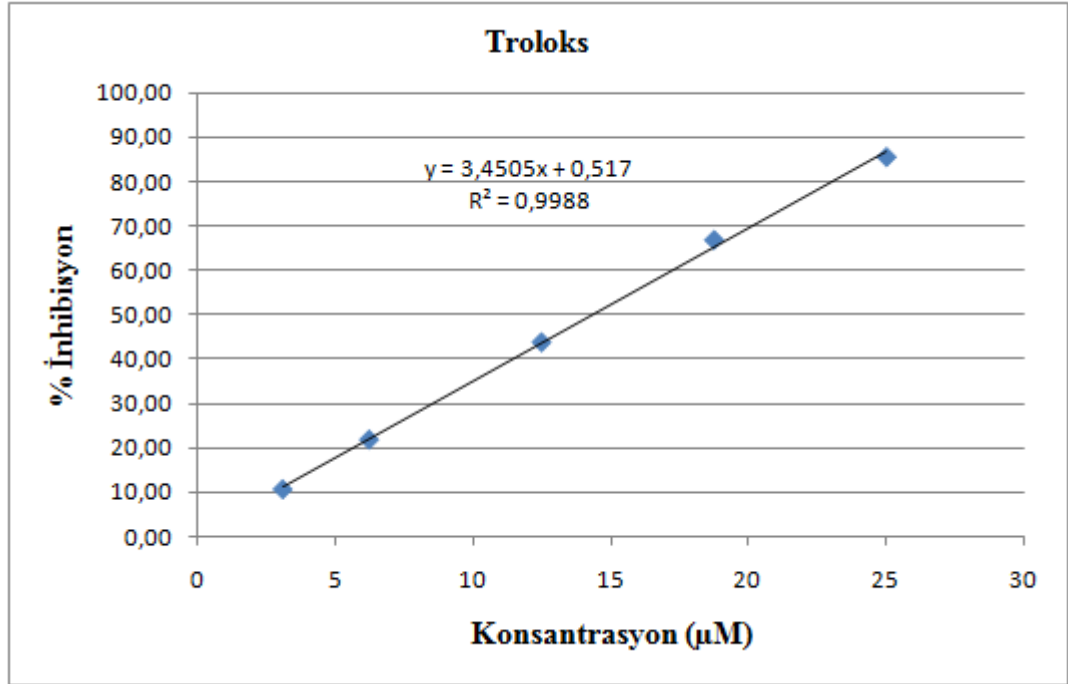
EK 7 Fenolik asit standartları ve örnekteki piklerine ait spektrumlar

EK 8 Ferulik asit, p-kumarik asit, vanilik asit ve siringik aside ait standart kurveler

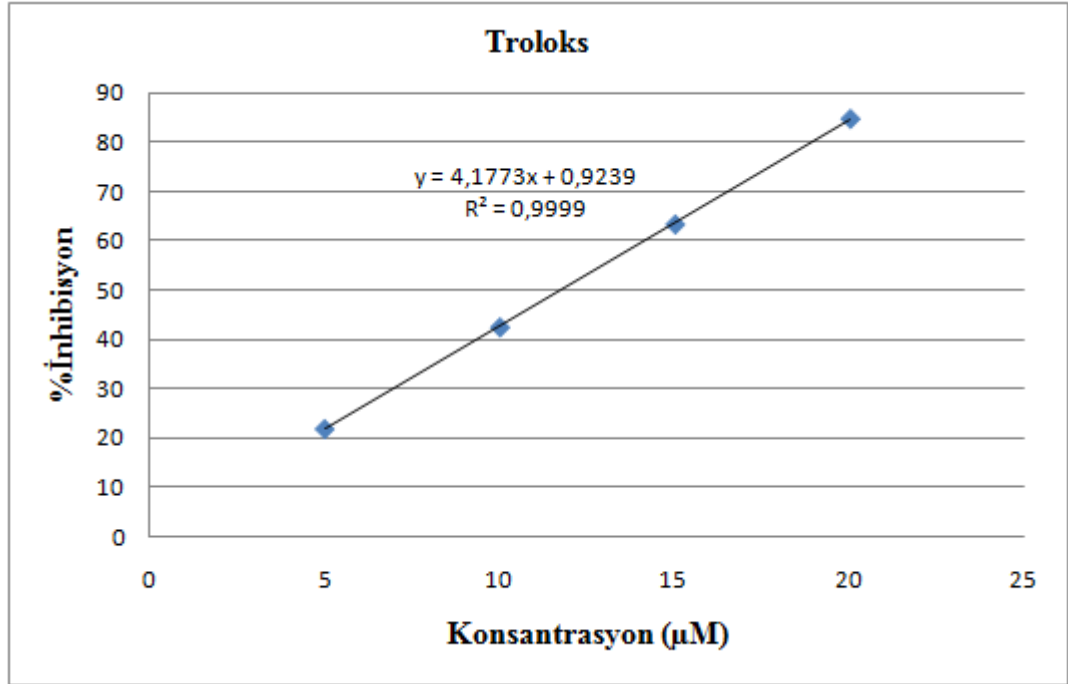
EK 1 Gallik asit standart kurvesi



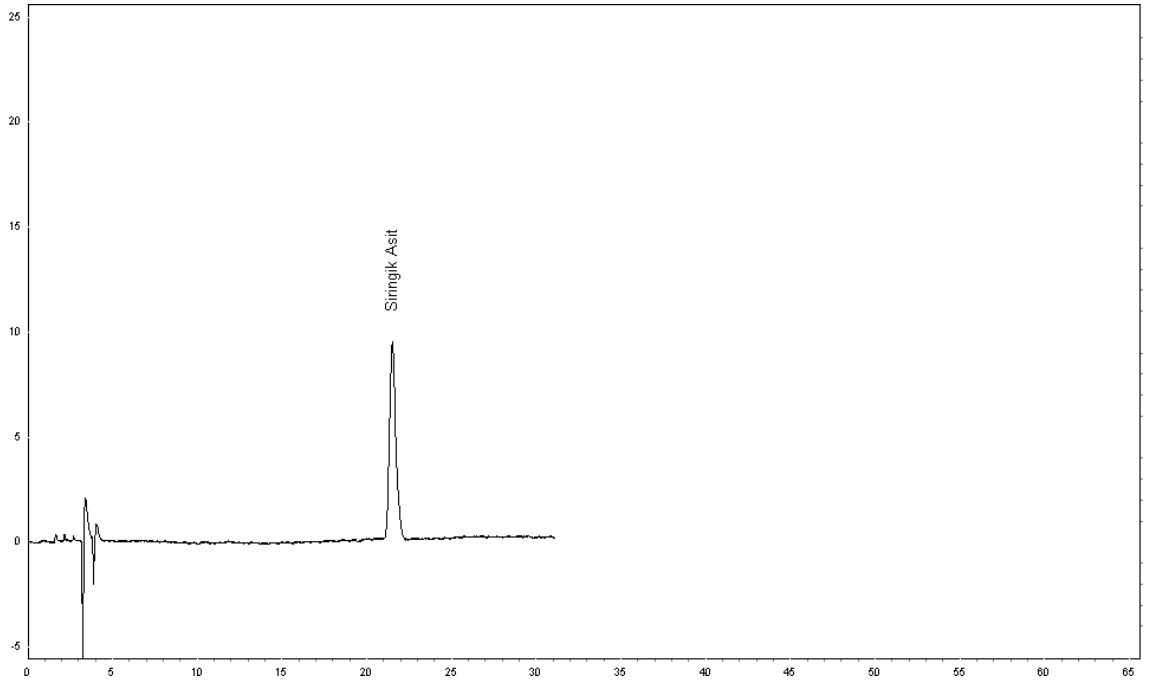
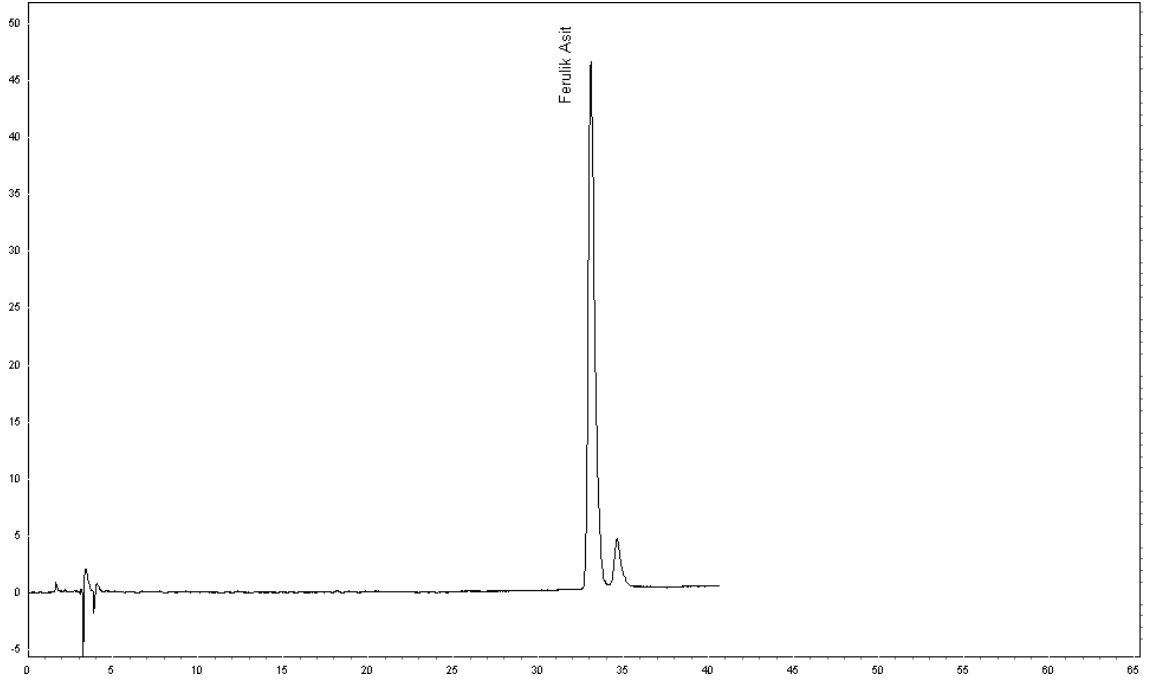
EK 2 DPPH yöntemine göre hazırlanan troloks stadart kurvesi



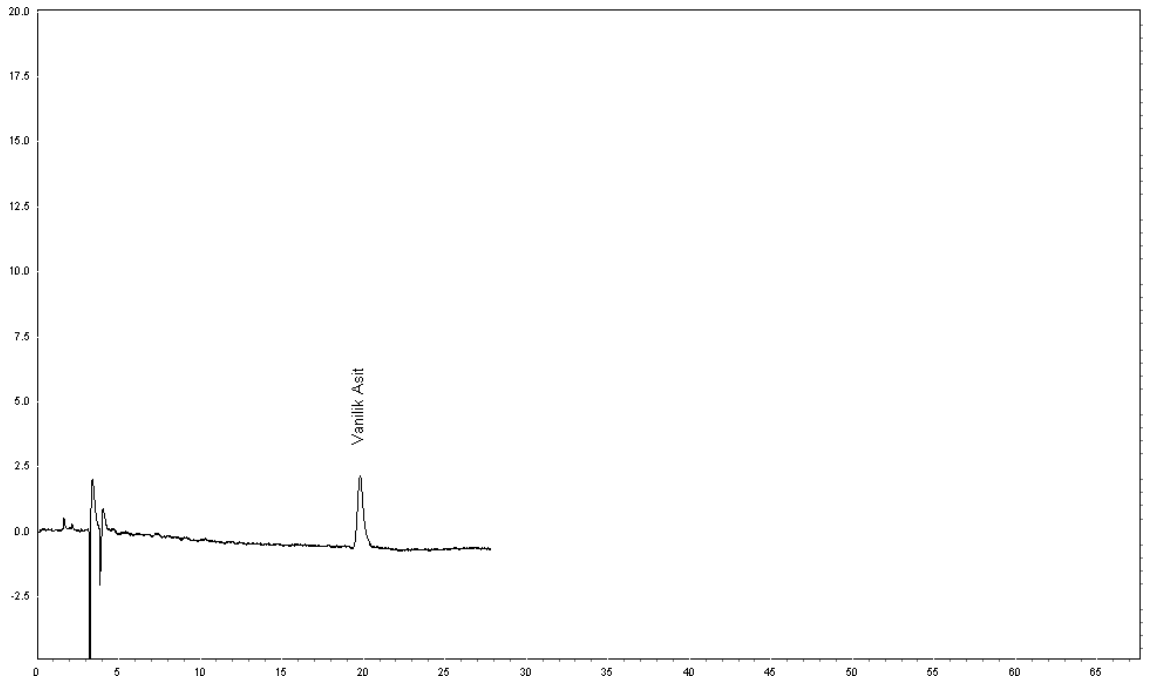
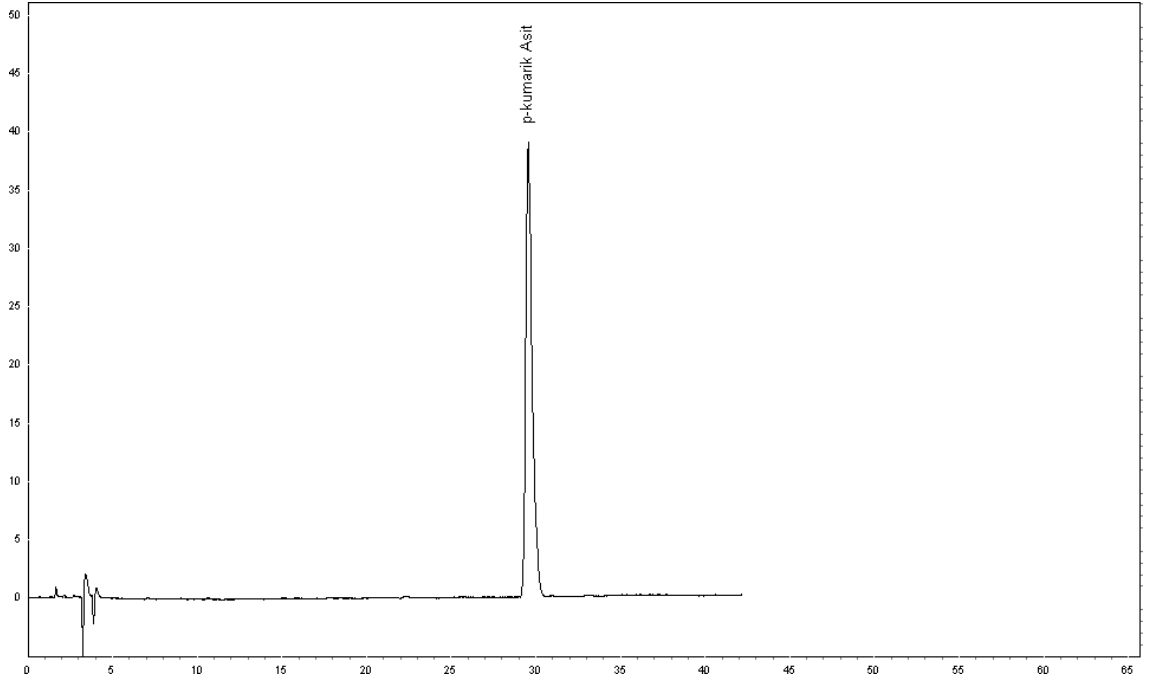
EK 3 TEAC yöntemine göre hazırlanan troloks stadart kurvesi



EK 4 Fenolik asit standartlarına ait HPLC kromatogramları

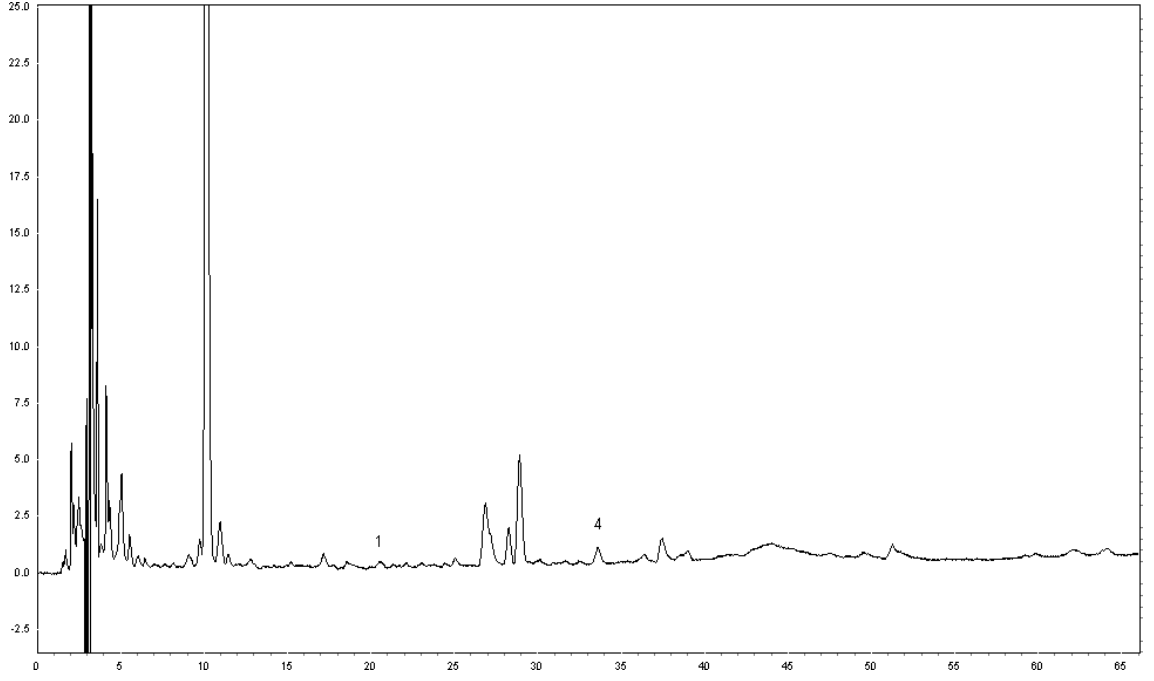


EK 4 Fenolik asit standartlarına ait HPLC kromatogramları (devam)

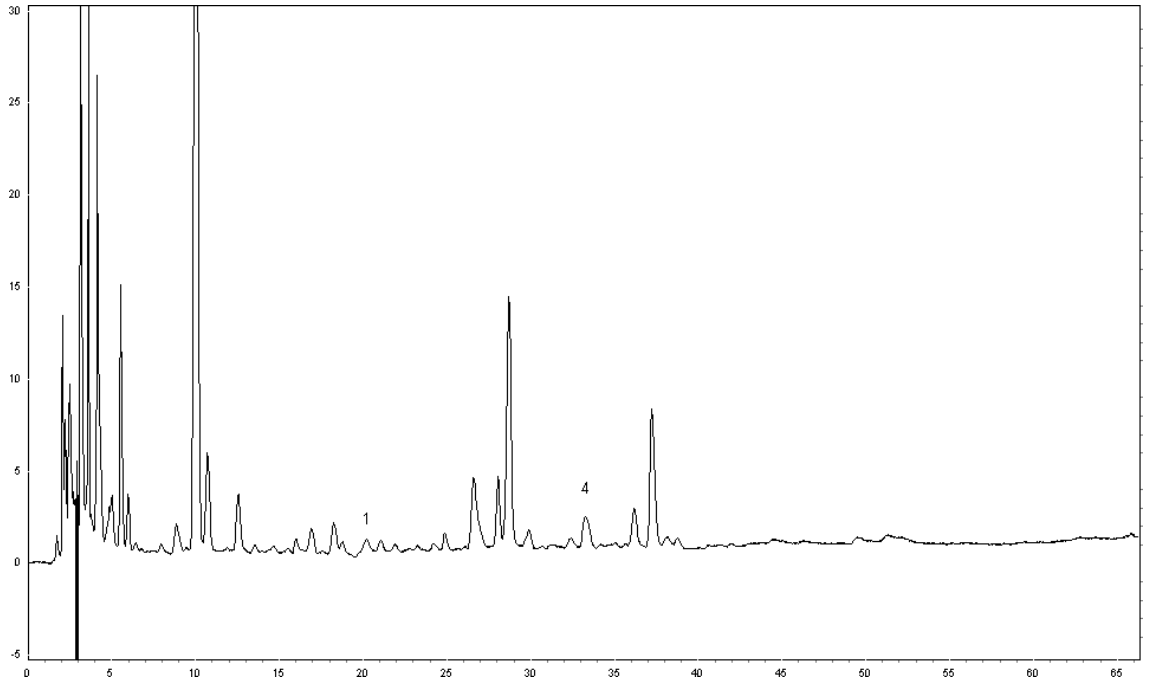


EK 5 Örneklerden elde edilen serbest fenoliklere ait örnek HPLC kromotogramları
(1. vanilik asit, 4. ferulik asit)

a) Tam buğday

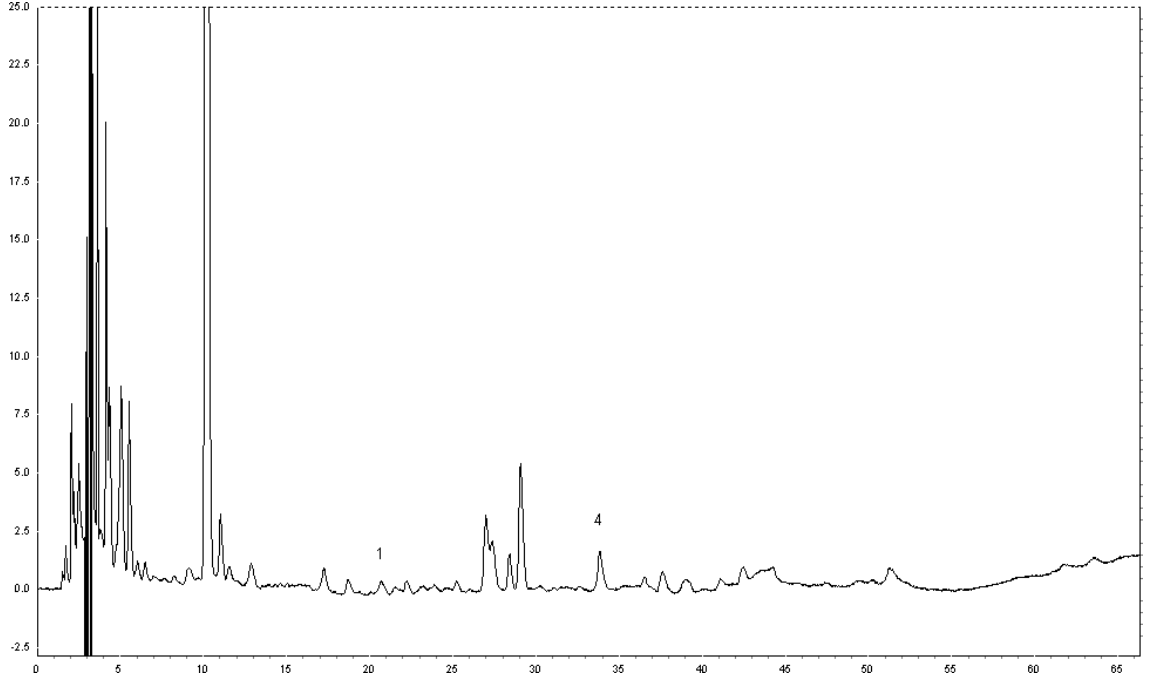


b) Kalın kepek

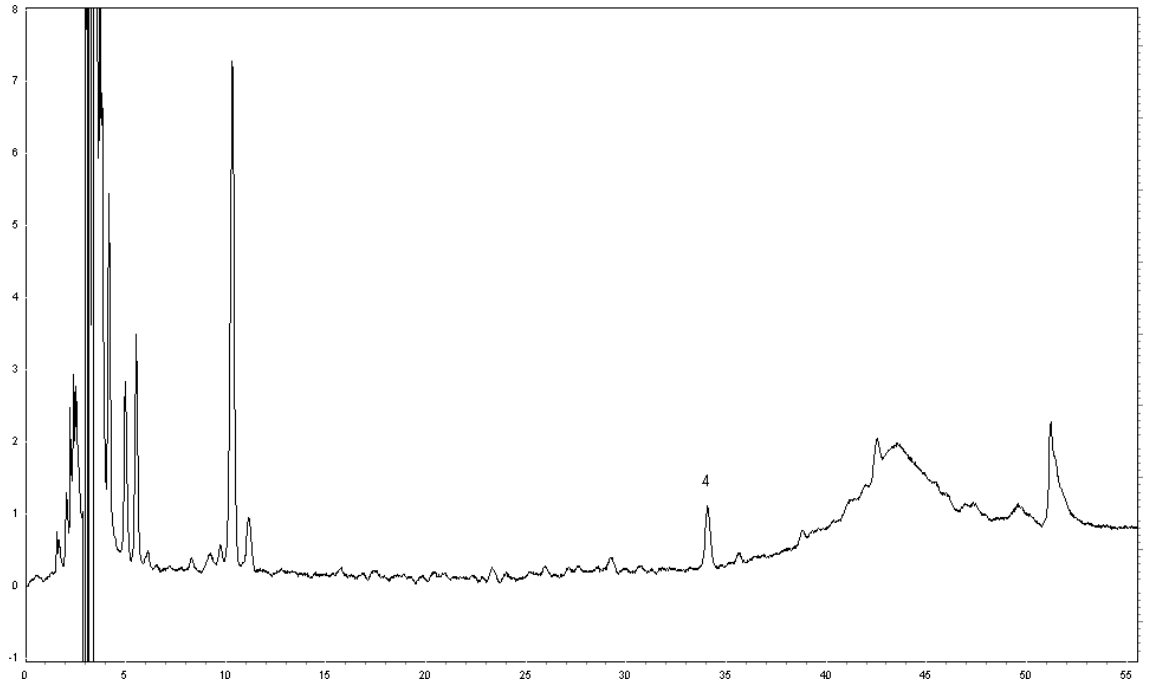


EK 5 Örneklerden elde edilen serbest fenoliklere ait örnek HPLC kromotogramları
(1. vanilik asit, 4. ferulik asit) (devam)

c) İnce kepek

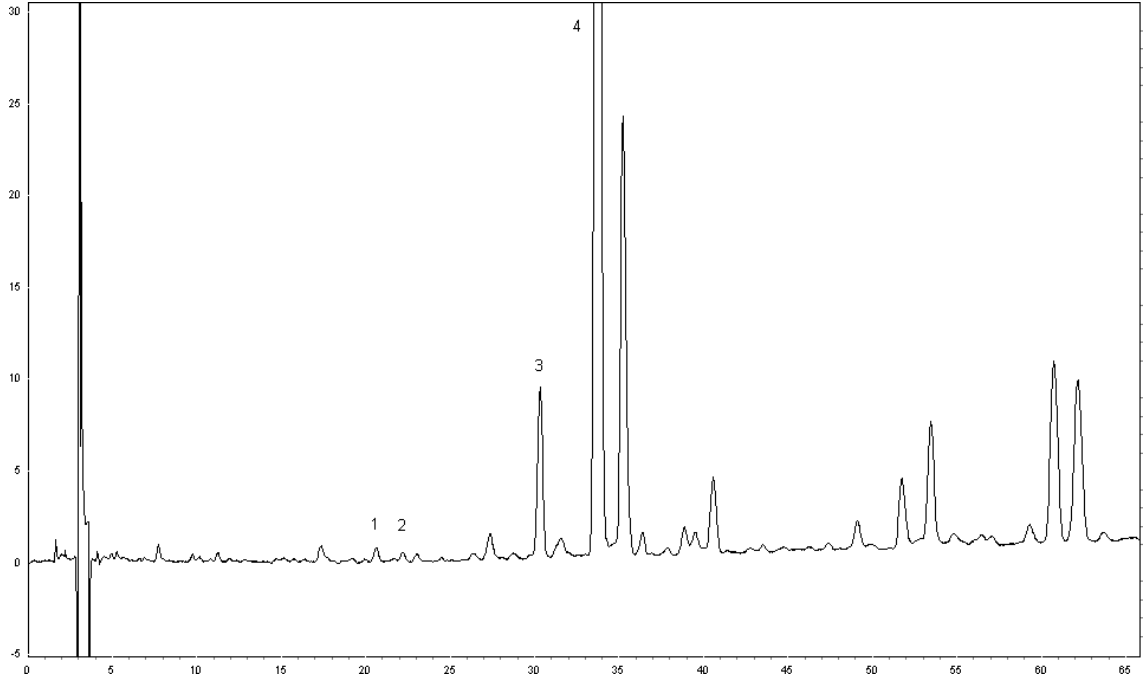


d) Un

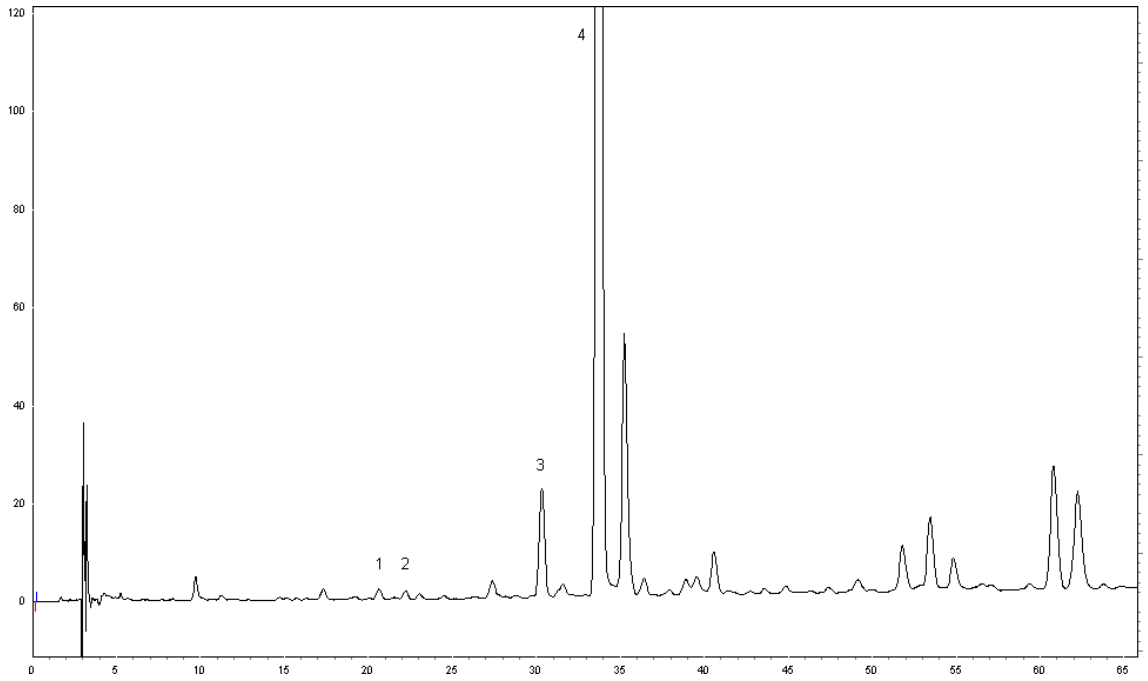


EK 6 Örneklerden elde edilen bağlı fenoliklere ait örnek HPLC kromotogramları (1. vanilik asit, 2. sirینگik asit, 3. p-kumarik asit, 4. ferulik asit)

a) Tam buğday

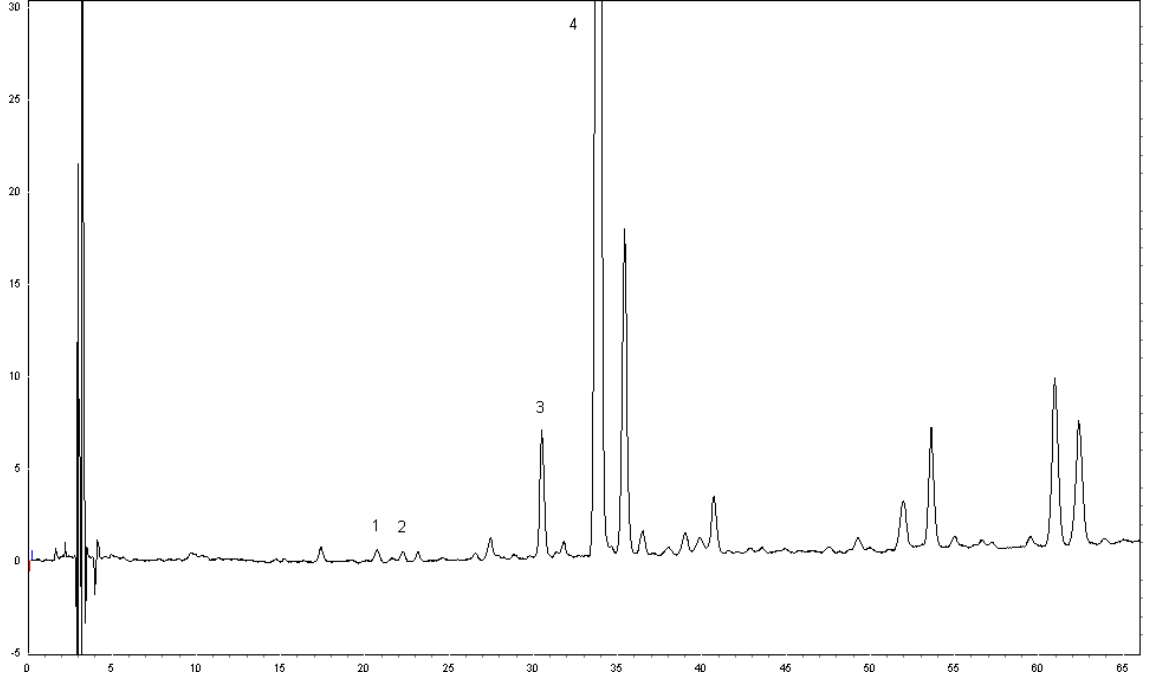


b) Kalın kepek

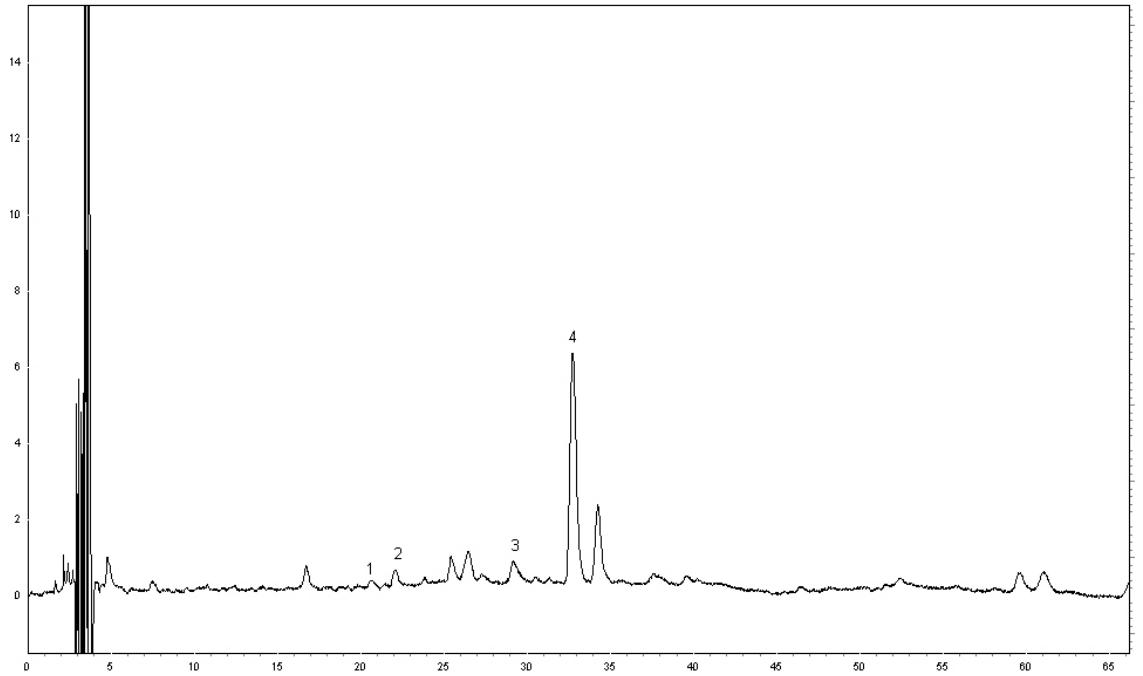


EK 6 Örneklerden elde edilen bağlı fenoliklere ait örnek HPLC kromotogramları
(1. vanilik asit, 2. sirینگik asit, 3. p-kumarik asit, 4. ferulik asit) (devam)

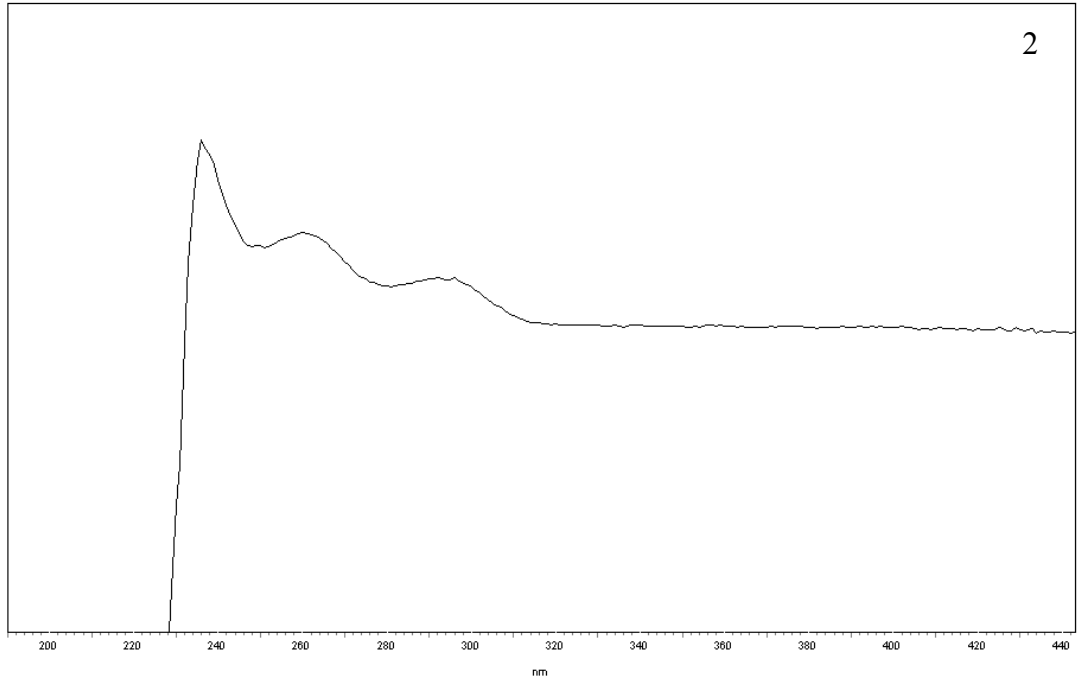
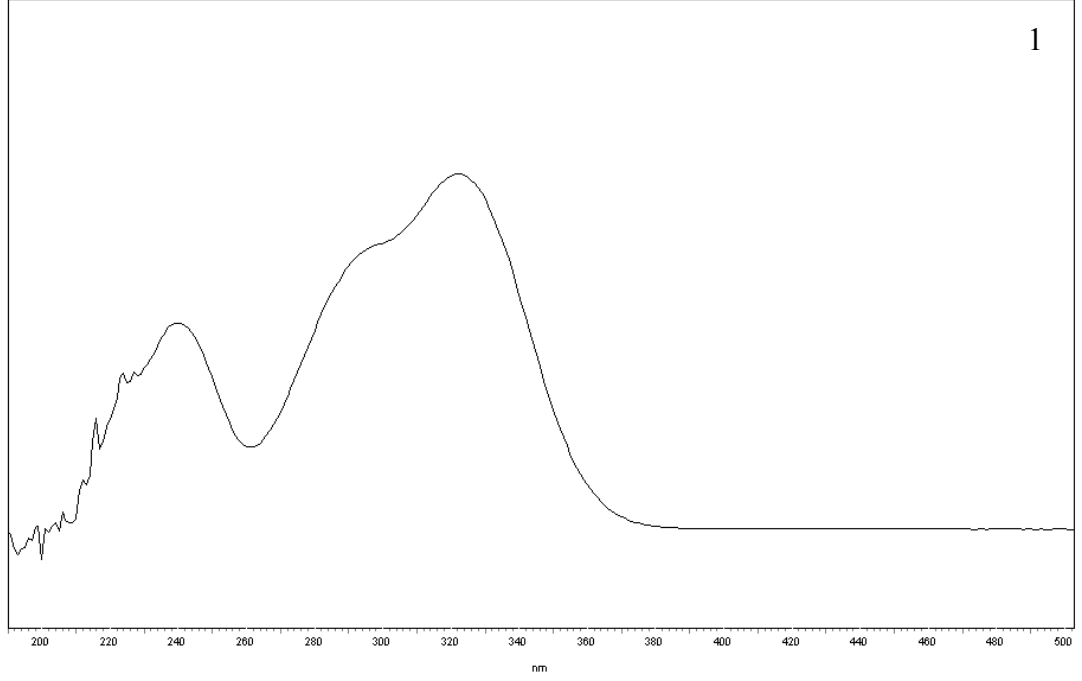
c) İnce kepek



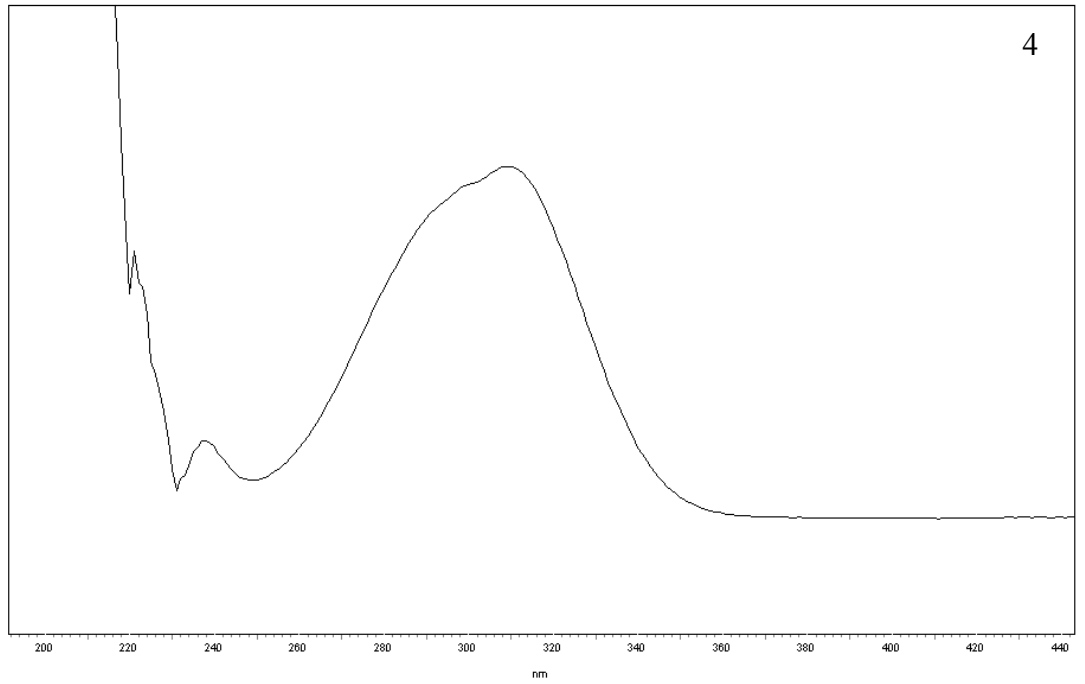
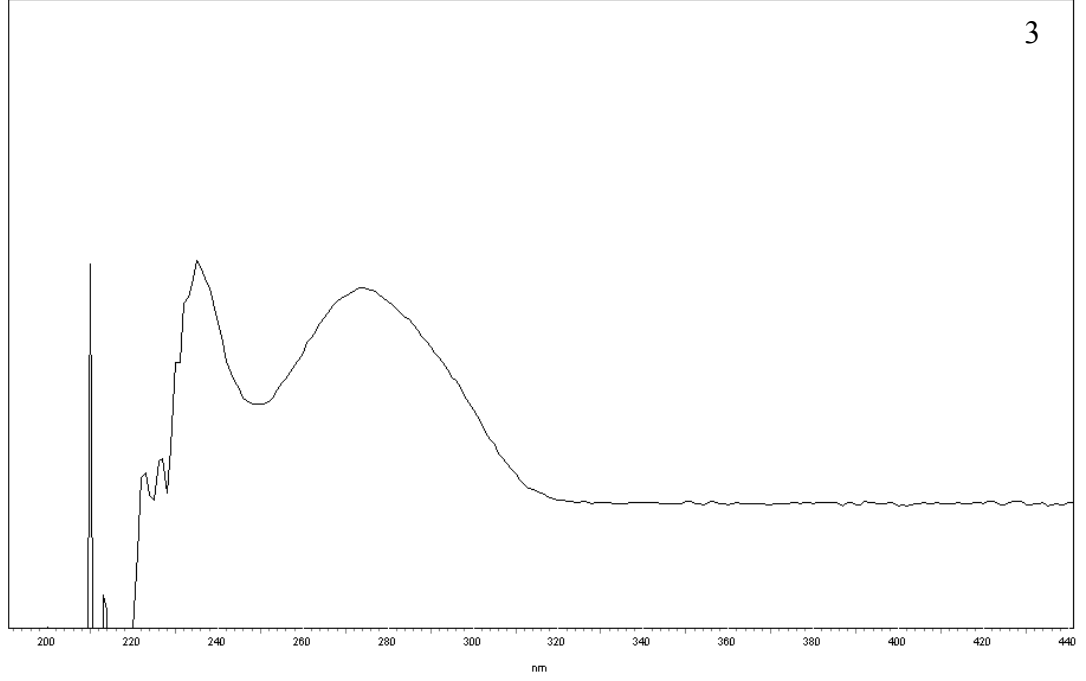
d) Un



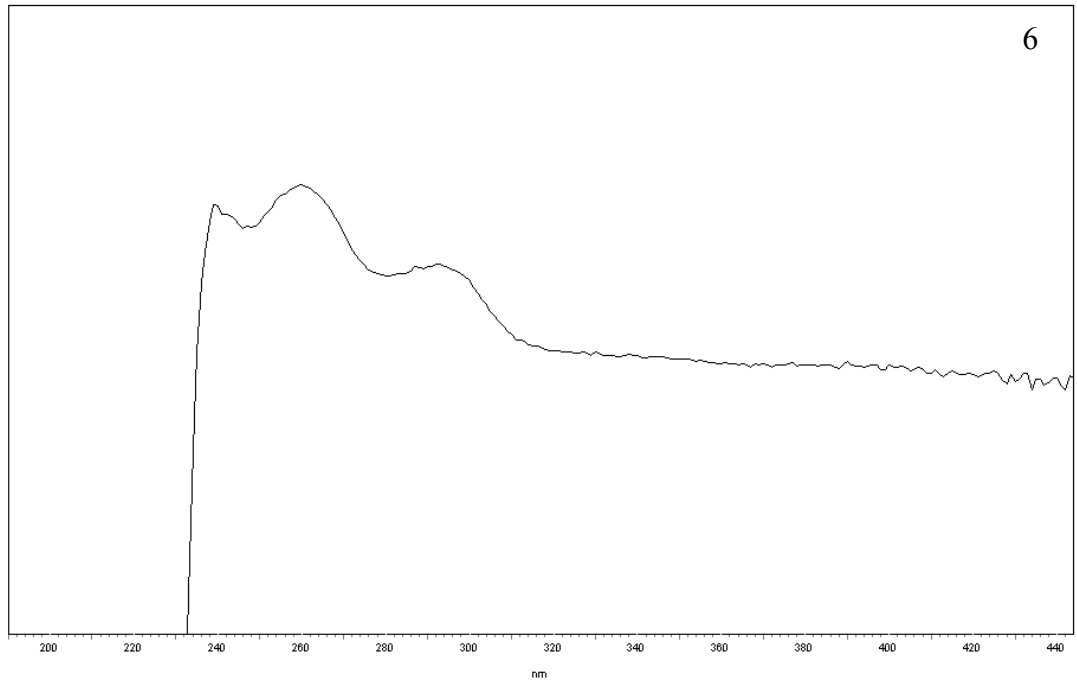
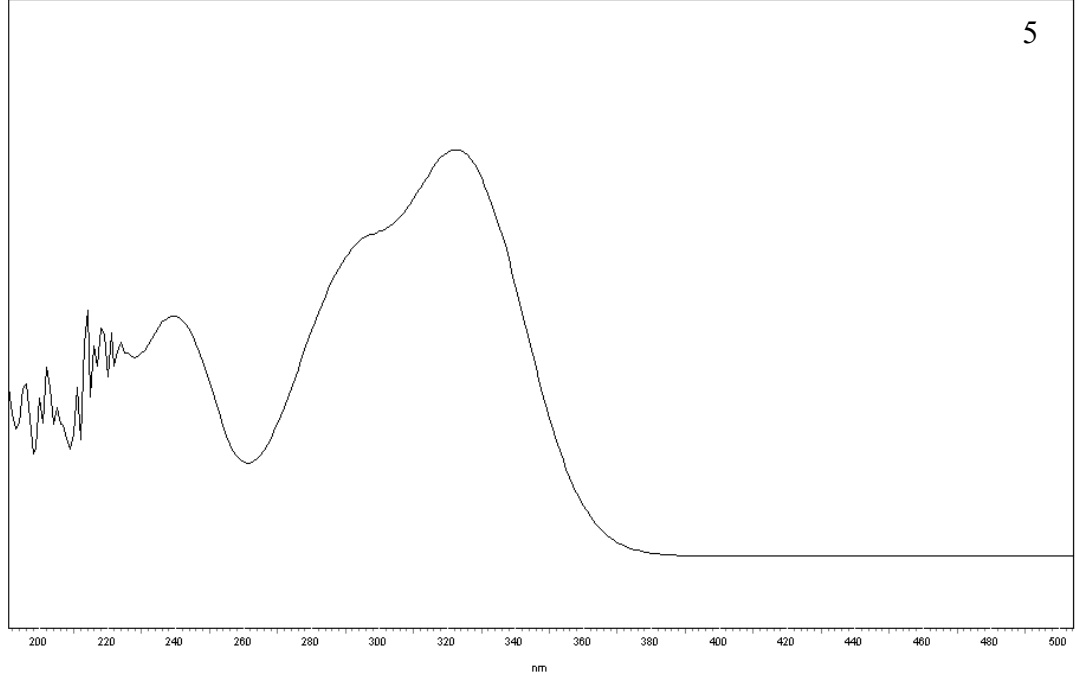
EK 7 Fenolik asit standartları ve örnekteki piklerine ait spektrumlar (1. Ferulik asit standardına ait spektrum, 2. Vanilik asit standardına ait spektrum 3. Siringik asit standardına ait spektrum, 4. p-kumarik asit standardına ait spektrum 5. örneğe ait ferulik asit spektrumu, 6. örneğe ait vanilik spektrumu 7. örneğe ait siringik asit spektrumu, 8. örneğe ait p-kumarik asit spektrumu)



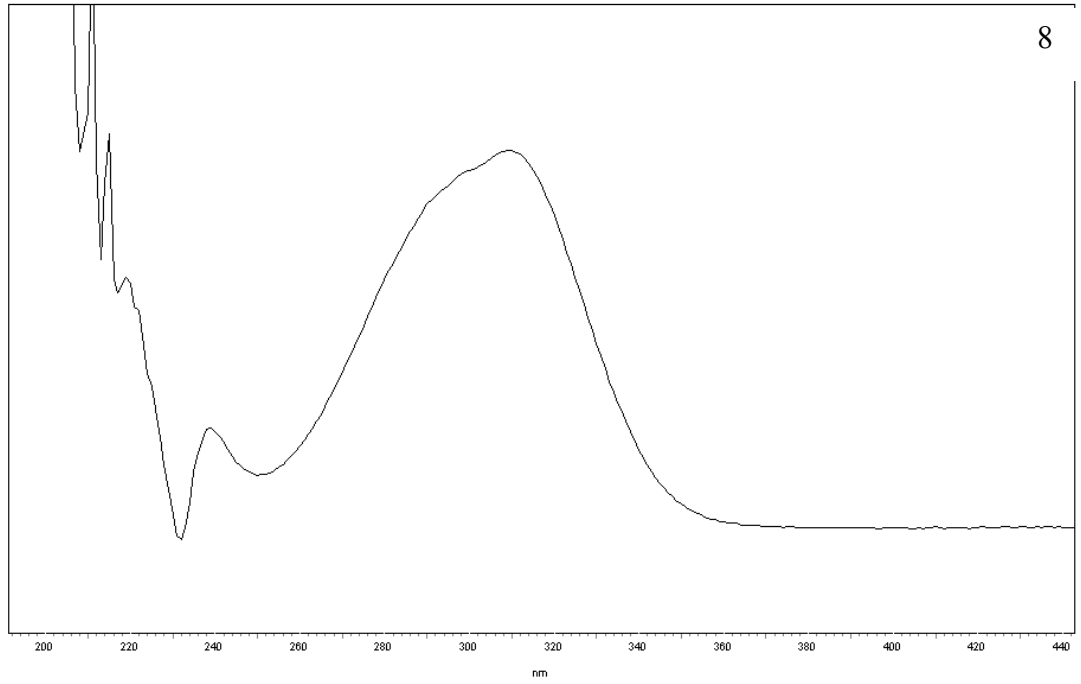
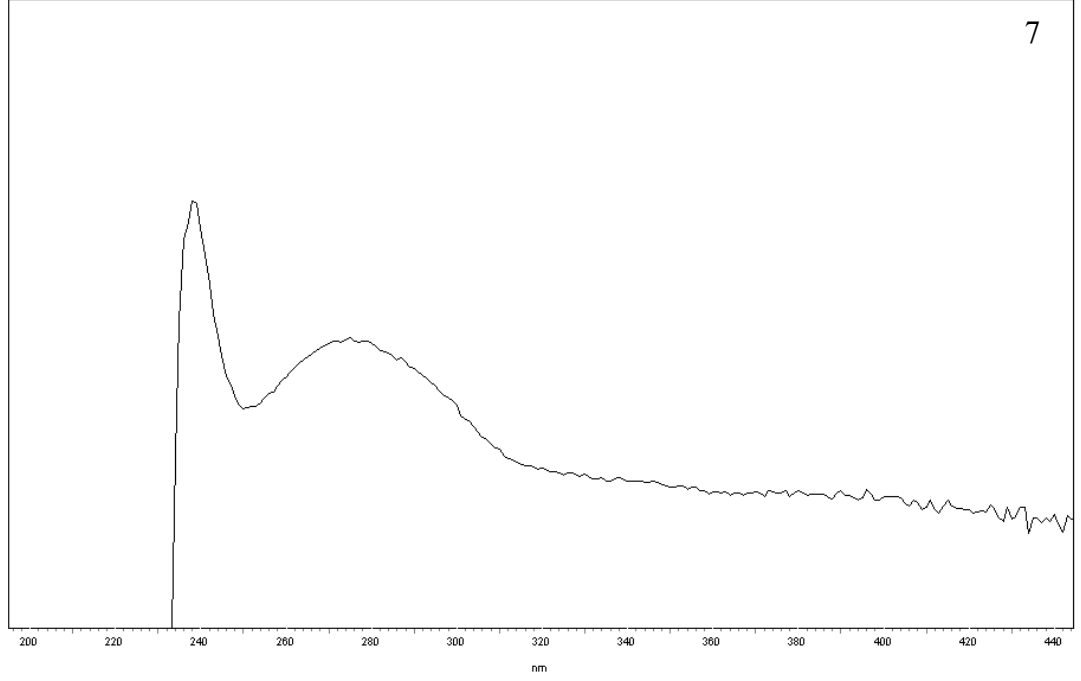
EK 7 Fenolik asit standartları ve örnekteki piklerine ait spektrumlar (1. Ferulik asit standardına ait spektrum, 2. Vanilik asit standardına ait spektrum 3. Siringik asit standardına ait spektrum, 4. p-kumarik asit standardına ait spektrum 5. örneğe ait ferulik asit spektrumu, 6. örneğe ait vanilik spektrumu 7. örneğe ait siringik asit spektrumu, 8. örneğe ait p-kumarik asit spektrumu) (devam)



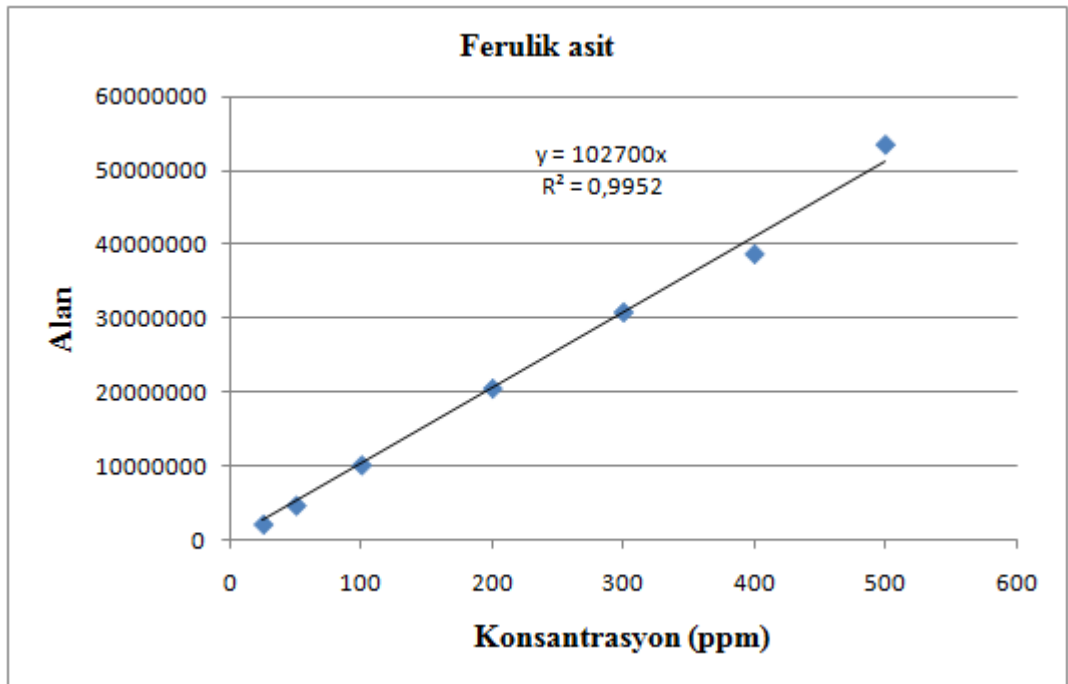
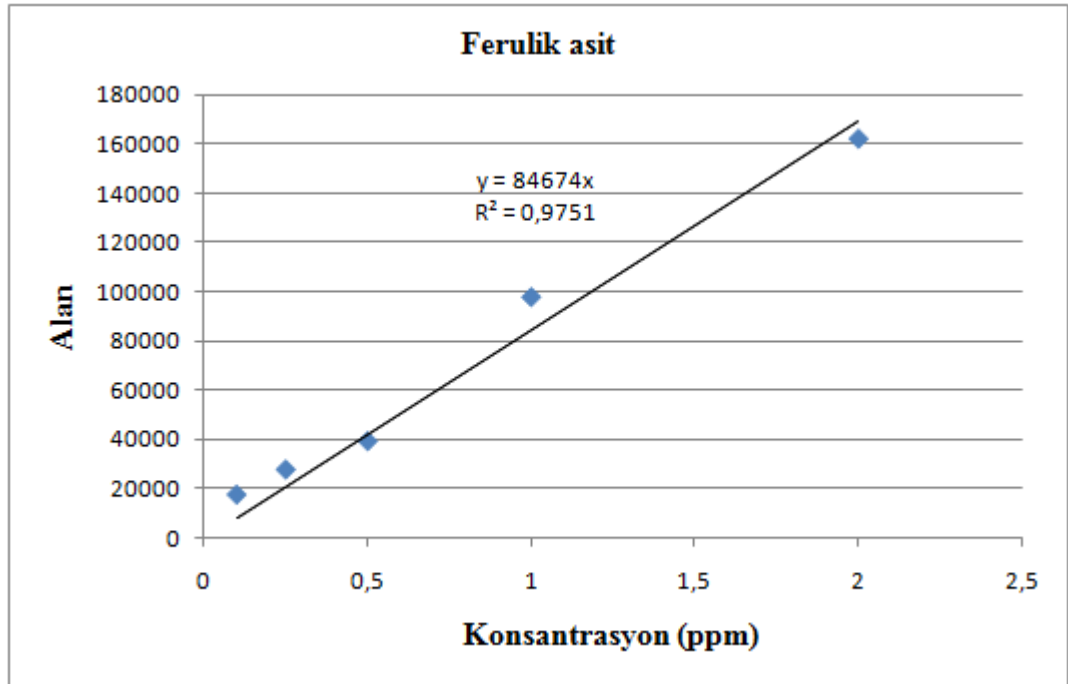
EK 7 Fenolik asit standartları ve örnekteki piklerine ait spektrumlar (1. Ferulik asit standardına ait spektrum, 2. Vanilik asit standardına ait spektrum 3. Siringik asit standardına ait spektrum, 4. p-kumarik asit standardına ait spektrum 5. örneğe ait ferulik asit spektrumu, 6. örneğe ait vanilik spektrumu 7. örneğe ait siringik asit spektrumu, 8. örneğe ait p-kumarik asit spektrumu) (devam)



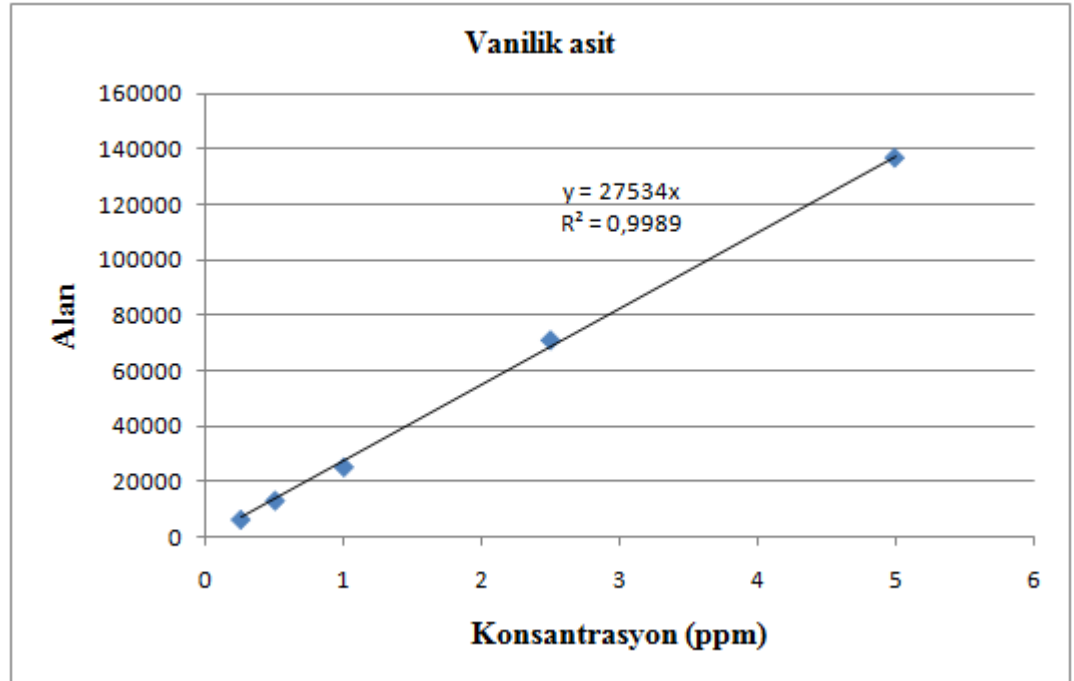
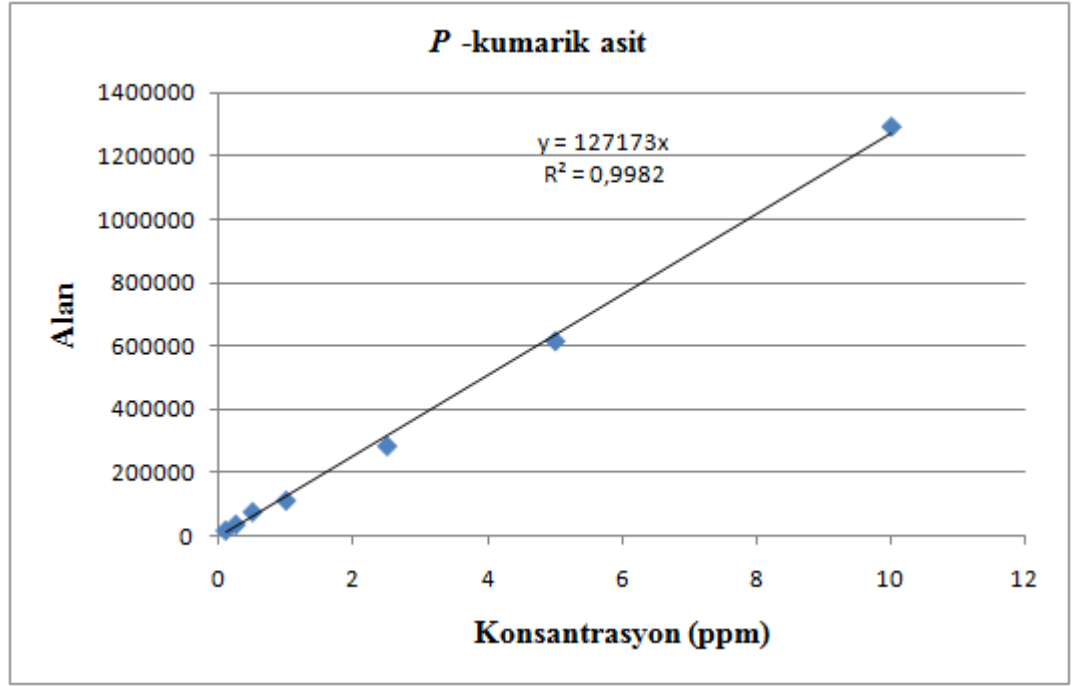
EK 7 Fenolik asit standartları ve örnekteki piklerine ait spektrumlar (1. Ferulik asit standardına ait spektrum, 2. Vanilik asit standardına ait spektrum 3. Siringik asit standardına ait spektrum, 4. p-kumarik asit standardına ait spektrum 5. örneğe ait ferulik asit spektrumu, 6. örneğe ait vanilik spektrumu 7. örneğe ait siringik asit spektrumu, 8. örneğe ait p-kumarik asit spektrumu) (devam)



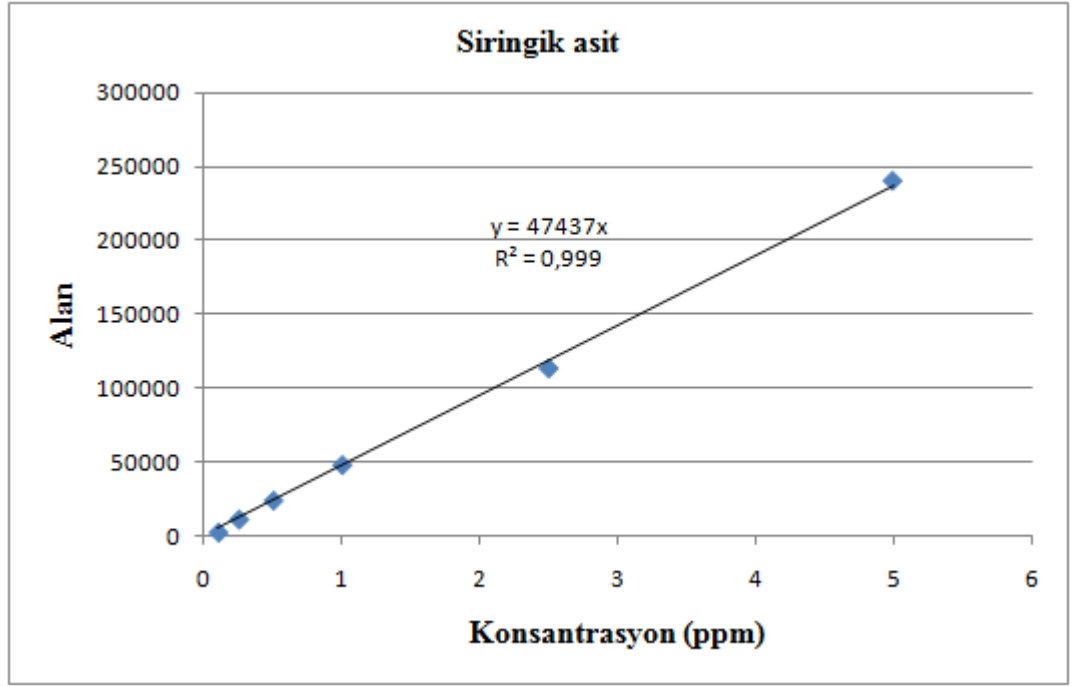
EK 8 Ferulik asit, p-kumarik asit, vanilik asit ve siringik aside ait standart kurveler



EK 8 Ferulik asit, p-kumarik asit, vanilik asit ve siringik aside ait standart kurveler (devam)



EK 8 Ferulik asit, p-kumarik asit, vanilik asit ve siringik aside ait standart kurveler (devam)



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özay MENTEŞ YILMAZ
Doğum Yeri : ANKARA
Doğum Tarihi : 02.05.1978
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Mustafa Kemal Lisesi
Lisans : Ankara Üniversitesi Gıda Müh. Böl. (1996-2001)
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Gıda Müh. Böl. (2001-2004)

Çalıştığı Kurumlar

Ankara Üniversitesi Gıda Müh. Böl. (2002-2011)
Ankara Üniversitesi Kimya Böl. (2011-)

Yayınları

- Bakkalbaşı, E., **Yılmaz M. Ö.**, ve Artık, N. 2010. Türkiye’de yetiştirilen yerli bazı ceviz çeşitlerinin fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşenleri. Akademik Gıda, 8 (1): 6-12.
- Bakkalbaşı, E., **Menteş, Ö.** and Artık, N. 2009. Food ellagitannins-occurrence, effect of processing and storage. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 49 (3): 283-298.
- Menteş, Ö.**, Bakkalbaşı, E. and Ercan, R. 2008. Effect of the use of ground flaxseed on quality and chemical composition of bread. Food Science and Technology International, 14, 299-306.
- Menteş, Ö.**, Ercan, R. and Akçelik, M. 2007. Inhibitor activities of two Lactobacillus strains, isolated from sourdough, against rope forming Bacillus strains. Food Control, 18 (4), 359-363.
- Menteş, Ö.**, Akçelik, M. ve Ercan, R. 2005. Türkiyede üretilen ekşi hamurlardan izole edilen Lactobacillus suşlarının antibakteriyel aktivitelerinin belirlenmesi. Gıda, 30(3):155-164.

Menteş, Ö., Akçelik, M. ve Ercan, R. 2004. Türkiyede üretilen ekşi hamurlardan Lactobacillus suşlarının izolasyonu, identifikasyonu ve bu suşların temel endüstriyel özellikleri. Gıda, 29(5): 347-355.

Katıldığı bilimsel toplantılar

Menteş, Ö., Bakkalbaşı, E. and Ercan, R. 2008. Effect of The Use of Ground Flaxseed on Composition of Bread. ICC International Conference, April 24-26, p, 185.

Bakkalbaşı, E., **Menteş, Ö.**, ve Artık, N. 2008. Türkiye’de Yetiştirilen Ceviz Çeşitlerinin Kimyasal Bileşimleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Mayıs 21-23, s. 171.

Menteş, Ö., Sungur, B. ve Ercan, R. 2008. Ekşi Hamurun Ekmek Özellikleri Üzerine Etkisi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Mayıs 21-23, s. 415.

Sungur, B., **Menteş, Ö.** ve Ercan, R. 2008. Tahıl Ürünlerindeki Akrilamidin Önemi. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Mayıs 21-23, s. 359.

Yer aldığı projeler

Ekmek üretiminde kullanılan ekşi hamurdan izole edilen laktobasillerin izolasyonu, identifikasyonu ve bu bakterilerin antibakteriyel aktivitelerinin belirlenmesi (2003-2005, BAP)

Türkiye’de Yetiştirilen Başlıca Buğday Çeşitlerinin Antioksidan Aktivitelerinin ve Fenolik Asit Dağılımlarının Belirlenmesi ve Ekmeğin Nar Kabuğu Ekstraktı ile Zenginleştirilmesi (2007-2010, TÜBİTAK)