

**FARKLI BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDEN ELDE EDİLEN
RÜŞEYM YAĞLARININ YAĞ ASİDİ DAĞILIMLARI
VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİ
ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mithat GÜVEN
DANIŞMAN**

**Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Temmuz 2012**

Bu tez çalışması 12.HIZ.DES.07 numaralı proje ile AKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**FARKLI BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDEN ELDE EDİLEN RÜŞEYM
YAĞLARININ YAĞ ASİDİ DAĞILIMLARI VE ANTİOKSİDAN
AKTİVİTELERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Mithat GÜVEN

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Temmuz 2012

TEZ ONAY SAYFASI

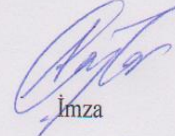
Mithat GÜVEN tarafından hazırlanan “FARKLI BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDEN ELDE EDİLEN RÜŞEYM YAĞLARININ YAĞ ASİDİ DAĞILIMLARI VE ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 05/07/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

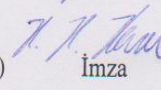
Danışman : Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA

Başkan : Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR
AKÜ Mühendislik Fakültesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA (Danışman)
Bayburt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Veli GÖK
AKÜ Mühendislik Fakültesi


İmza


İmza


İmza

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
.../.../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mevlüt DOĞAN
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDEN ELDE EDİLEN RÜŞEYMYAĞLARININ YAĞ ASİDİ DAĞILIMI VE ANTIOKSİDAN AKTİVİTELERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Mithat GÜVEN

Afyon Kocatepe üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA

Bu çalışmada, Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilmekte olan ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) Bezostaja-1 ile Esperia çeşitleri ve makarnalık (*Triticum durum* L.) Ç-1252 çeşidi buğdaylardan elde edilen rüşeyimler ve bu rüşeyimlerden soğuk ekstraksiyon ile elde edilen yağ numuneleri kullanılmıştır. Çalışmada yağ numunelerinde; yağ asidi dağılımı, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, E vitamini miktarı, serbest yağ asitliği, peroksit sayısı değeri, iyot sayısı değeri, kırılma indisi değeri ve renk değeri analizleri ile rüşeym numunelerinde; kuru madde, yağ ve protein oranları gibi analizler yapılmıştır. Yağ numunelerinde toplam 14 çeşit yağ asidi tespit edilmiş olup bütün numunelerde hakim yağ asidinin aynı zamanda bir çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) olan linoleik asit olduğu ve %53,88 - %57,55 (Ç-1252-Esperia) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Diğer yüksek orana sahip yağ asitleri ise %16,56 - %20,38 (Esperia-Ç-1252) arasında orana sahip tekli doymamış yağ asidi (MUFA) olan oleik asit ile %16,66 - %17,70 (Esperia-Ç-1252) arasında orana sahip doymuş yağ asidi (SFA) olan palmitik asit olarak tespit edilmiştir. Yağ numunelerinin linoleik asit oranlarındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) ve ekmeklik çeşitlerin rüşeym yağlarında daha yüksek oranda saptanmıştır. Ayrıca MUFA ve PUFA oranının yüksekliğinin, sağlık açısından olumlu etkileri nedeniyle, oleik asit oranının yüksekliğinin de sağlık ve oksidasyon stabilitesi açısından olumlu olduğu düşünülmektedir.

2012, viii + 76 sayfa

Anahtar Kelimeler: Rüşeym, yağ, yağ asidi, antioksidan, toplam fenolik madde

ABSTRACT

M.Sc Thesis

A RESEARCH ON ANTIOXIDANT ACTIVITIES AND FATTY ACIDS DISTRIBUTIONS OF WHEAT GERM OILS ISOLATED FROM DIFFRENT WHEAT VARIETIES

Mithat GÜVEN

Afyon Kocatepe University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Hasan Hüseyin KARA

In this study, bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties Bezostaja-1 and Esperia widely grown in Turkey, wheat-germs supplied from varieties of durum wheat (*Triticum durum* L.) and their wheat-germ oil samples obtained by the cold extraction were used. While the distribution of fatty acids, anti-oxidant activity, the total phenolic compound, the amount of vitamin E, the amount rate of free fatty acid, peroxide value, the number of iodine value, the refractive index value and color value are investigated in oil samples; dry matter, fats and proteins, such as rate of classical composition analyzes were conducted in wheaat-germ oils. Oil samples were a total of 14 kinds of fatty acids. All samples the same time a dominant fatty acids polyunsaturated fatty acid (PUFA), which is linoleic acid and was found between of vary 53.88% - 57.55% (D-1252-Esperia). Fatty acids containing high proportion of monounsaturated fatty acids (MUFA) oleic acid the ratio of between 16.56% - 20.38% (Esperia-Ç-1252) and saturated fatty acids (SFA) palmitic acid with the ratio between 16.66% - 17.70% (Esperia-Ç-1252) was identified. While difference in rates of linoleic acid in the oil samples was statistically significant ($p < 0.05$) and amount of wheat-germ oil was higher in bread wheat varieties. In addition, the height of the rate of MUFA and PUFA, due to positive effects in terms of health, at the height of the rate of oleic acid is thought to be positive in terms of health and oxidation stability.

2012, viii + 76 pages

Key Words: wheat germ, oil, fatty acid, antioxidant activity, total phenolic content

TEŐEKKÖRLER

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, tez konumun seçiminde, tezimin planlanmasında, yürütülmesinde ve sonuçlandırılmasında her türlü desteğini gördüğüm danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Hasan Hüseyin KARA' ya, bölümün laboratuvar imkanlarından yararlanmam hususunda sağladığı imkanlardan dolayı Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Abdullah ÇAĞLAR' a, laboratuvar çalışmalarımda desteğini esirgemeyen Arş. Grv. Aslıhan DENGE' ye ve araştırma bulgularımın istatistiksel değerlendirilmesinde yardımcı olan Gıda Yük. Mühendisi Yasemin BOR' a, çeşitli yardım ve desteklerinden dolayı arkadaşlarım Gamze ALPYÖRÜK' e ve Serhan KARAKAŐ' a, çalışmalarım boyunca bana her zaman destek olan çok kıymetli nişanlıma ve aileme en içten teşekkürlerimi sunarım.

Mithat GÜVEN

AFYONKARAHİSAR, 2012

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1 Buğday.....	4
2.1.1 Buğdayın Yapısı	4
2.1.2 Buğdayın Bileşimi	5
2.1.3 Buğday Türleri	9
2.1.4 Türkiye’de ve Dünyada Buğday Üretimi	10
2.2 Rüşeym	12
2.2.1 Rüşeymin Bileşimi ve Besleyici Değeri	13
2.2.2 Rüşeym Ayrımı	17
2.2.3 Rüşeymin Kullanım Alanları.....	19
2.3 Rüşeym Yağı	21
2.3.1 Rüşeym Yağı Üretimi.....	21
2.3.2 Rüşeym Yağı Bileşimi ve Besin Değeri	23
2.3.3 Rüşeym Yağının Faydaları	26
2.4 Antioksidanlar	26
2.4.1 Tokoferoller	29
2.4.2 Fenolik Bileşikler	30
2.5 Literatür Araştırmaları	31
3. MATERYAL ve METOT	34
3.1 Materyal.....	34

3.1.1 Rüşeym	34
3.1.2 Rüşeym Yağı	34
3.2 Metot.....	35
3.2.1 Rüşeym Numunelerinde Nem Oranı Tayini	35
3.2.2 Rüşeym Numunelerinde Yağ Oranı Tayini	35
3.2.3 Rüşeym Numunelerinde Protein Oranı Tayini	36
3.2.4 Rüşeym Numunelerinde Kül Oranı Tayini.....	36
3.2.5 Rüşeym Yağı Numunelerinde Serbest Yağ Asitliği Tayini.....	37
3.2.6 Rüşeym Yağı Numunelerinde Peroksit Değeri Tayini	38
3.2.7 Rüşeym Yağı Numunelerinde İyot Sayısı Tayini.....	38
3.2.8 Rüşeym Yağı Numunelerinde Kırılma İndisi Tayini	39
3.2.9 Rüşeym Yağı Numunelerinde Renk Tayini	39
3.2.10 Rüşeym Yağı Numunelerinin Yağ Asitleri Bileşiminin Belirlenmesi	39
3.2.11 Rüşeym Yağı Numunelerinde Antioksidan Aktivite Tayini	41
3.2.12 Rüşeym Yağı Numunelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini	42
3.2.13 Rüşeym Yağı Numunelerinin E Vitamini (α -tokoferol) Tayini	43
3.2.14 İstatiksel Analizler	44
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	45
4.1 Rüşeym Numunelerine İlişkin Analiz Bulguları	45
4.2 Rüşeym Yağı Analiz Bulguları	48
4.2.1 Rüşeym Yağlarının Fiziksel ve Kimyasal Analizlerine İlişkin Bulgular	48
4.2.2 Rüşeym Yağlarının Yağ Asitleri Dağılımına İlişkin Bulgular	51
4.2.3 Rüşeym Yağı Numunelerinin Antioksidan Aktivite Analizlerine İlişkin Bulgular	55
4.2.4 Rüşeym Yağı Numunelerinin Toplam Fenolik Madde Analizlerine İlişkin Bulgular	57
4.2.5 Rüşeym Yağı Numunelerinin E Vitamini (α -tokoferol) İçeriğine Ait Bulgular	59
5. SONUÇ.....	61
6. KAYNAKLAR.....	63
6.1 İnternet Kaynakları.....	75
ÖZGEÇMİŞ.....	76

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

1. Simgeler

μg	Mikrogram
μmol	Mikromol
μl	Mikrolitre

2. Kısaltmalar

AOAC	Association of Official Analytical Chemists (Resmi Analitik Kimyacılar Birliği)
AOCS	American Oil Chemists' Society (Amerikan Yağ Kimyagerleri Birliğinin)
DPPH	2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil
IC ₅₀	DPPH'in % 50'sinin temizlendiği konsantrasyon
GAE	Gallik Asit Eşdeğeri
LDL	Low-Density Lipoprotein (Düşük Yoğunluklu Lipoprotein)
MUFA	Mono-unsaturated Fatty Acid (Tekli Doymamış Yağ Asidi)
PUFA	Polyunsaturated Fatty Acid (Çoklu Doymamış Yağ Asidi)
SC-CO ₂	Süperkritik Karbondioksit
SFA	Saturated Fatty Acid (Doymuş Yağ Asidi)
TEAC	Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Buğday tanesinin kısımları.....	5
Şekil 2.2 Rüşeym ayrımı akış şeması.....	18
Şekil 3.1 Rüşeym yağı ekstraksiyonu	34
Şekil 4.1 Rüşeym örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin dağılımı	46
Şekil 4.2 Rüşeym yağı örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ilişkin grafikler	50
Şekil 4.3 Rüşeym yağı örneklerine ait yağ asidi dağılımları (%).....	53
Şekil 4.4 Rüşeym yağı örneklerine ait doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi dağılımları (%).....	54
Şekil 4.5 Rüşeym yağı örneklerinin antioksidan aktivite değerlerine ilişkin grafik	56
Şekil 4.6 Rüşeym yağı örneklerinin toplam fenolik madde miktarları	58
Şekil 4.10 Rüşeym yağı örneklerinin E vitamini içerikleri	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Buğday fraksiyonlarının karbonhidrat kompozisyonu.....	6
Çizelge 2.2 Buğday tanesindeki ham yağ dağılımı	6
Çizelge 2.3 Buğday tanesinin farklı kısımlarının toplam lipit ve trigliseritlerindeki yağ asidi dağılımı	8
Çizelge 2.4 2001–2010 Yılları Türkiye buğday ekim alanı, üretimi ve verimi	11
Çizelge 2.5 Türkiye buğday tüketimi, stok değişimi ve yeterlilik derecesi.....	12
Çizelge 2.6 Dünya buğday üretimi ve başlıca üretici ülkeler (milyon ton)	12
Çizelge 2.7 Rüşeymin kimyasal kompozisyonu (%).....	13
Çizelge 2.8 Rüşeymin içerdiği esansiyel aminoasitlerin dağılımı (%)	14
Çizelge 2.9 Bazı tahılların E vitamini ve B grubu vitaminleri içeriği (mg/100 g).....	15
Çizelge 2.10 Rüşeymin B grubu vitaminleri kompozisyonu	16
Çizelge 2.11 Rüşeymin mineral kompozisyonu.....	16
Çizelge 4.1 Rüşeym örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler (%).....	45
Çizelge 4.2 Rüşeym yağı örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özelliklere ilişkin sonuçlar.....	48
Çizelge 4.3 Rüşeym yağı örneklerine ait yağ asidi içerikleri (%).....	52
Çizelge 4.4 Rüşeym yağı örneklerine ait doymuş (SFA), tekli doymamış (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) içerikleri (%)	54
Çizelge 4.5 Rüşeym yağı örneklerinin antioksidan aktivite değerleri.....	55
Çizelge 4.6 Rüşeym yağı örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri.....	57
Çizelge 4.7 Rüşeym yağı örneklerinin E vitamini içerikleri	59

1. GİRİŞ

Gramineae familyasına giren tahıl adını verdiğimiz bitkiler içinde en önemlisi buğdaydır. Buğday (*Triticum sativum*), dünyada insan beslenmesinde gerekli olan kalorinin ve proteinin önemli bir kısmını karşılamakta ve dünya nüfusunun %35 'ini oluşturan 40 ülkenin temel gıdasını oluşturmaktadır. Buğday ve buğdaydan elde edilen ürünler içerdiği yüksek düzeydeki karbonhidratlara bağlı olarak enerji sağlamakta ve azımsanmayacak düzeyde protein, lipit, B₁ ve niasin gibi temel besin öğelerini de içermektedir (Hoseney 1994).

Buğday çoğunlukla öğütülerek un kaynağı olarak kullanılmaktadır. Öğütme sırasında buğdayın bazı kısımları ayrılarak kepek, razmol ve rüşeym gibi yan ürünler elde edilmektedir. Kepek, buğdayın aleuron tabakası ile birlikte unsu endospermi saran bütün dış tabakalarıdır. Tanenin yaklaşık %13'ünü oluşturur. Selüloz ve kül bakımından zengindir. Razmol ise kepeğin daha ince öğütülmüş ve aleuronca zengin halidir. Rüşeym buğdayın skutellum ve embriyo kısımlarından oluşur. Tannenin %2-3'ünü oluşturur (Elgün ve Ertugay 1995). Bununla beraber, ticari değirmenlerde buğdaydan sadece %0,5-1,0 arası değişen oranlarda rüşeym elde edilebilmektedir (Bass 1988, Altan 1993, Hoseney 1994).

Buğday tanesinin %2-3'ünü skutellum ile birlikte oluşturan rüşeymin, öğütme sırasında parçalanıp una karışması istenmemektedir. Çünkü rüşeym yağca zengin olduğundan unda ransidite ile seyreden acı tat oluşturabilir. Buğday öğütme işlemi sırasında ayrılan rüşeym dünya genelinde, hayvan yemi formülasyonlarında besin takviyesi olarak kullanılmaktadır (Ge *et al.* 2000).

Rüşeym yaklaşık %28 protein, %10 yağ, %42 karbonhidrat, %2 lif ve %4 mineral içerir. Rüşeym yüksek yağ içeriğine sahip olup özellikle de linoleik asit, stearik asit ve oleik asit içermektedir. Aynı zamanda çoğu tahılda yetersiz olan esansiyel linolenik asidi de içermektedir. Yine esansiyel aminoasitlerden lizin, metionin ve treonini içerir. Rüşeym yüksek E ve B vitamini içeriğine sahiptir. Rüşeymin yüksek besin değeri göz önüne

alındığında, ürünlerin besin değerini arttırmak için birçok gıdada katkı maddesi olarak kullanılabilir (Demir ve Elgün 2011).

Buğday çeşitlerinin yağ içerikleri farklı olsa da tanelerin genel olarak yağ içeriği %2-4 arasındadır. Endospermin yağ içeriğinin genellikle %2 den az olduğu bildirilmiştir. Rüşeym ise yaklaşık %8-14 oranında yağ içermektedir (Sonntag 1979). Rüşeymin yağ içeriği; ekstraksiyon metoduna, rüşeymin saflığına ve rüşeymin ayrıldığı buğday türüne göre değişmektedir (Morrison and Hargin 1981).

Rüşeym yağının ekstraksiyonu için mekanik presleme ve organik solvent ekstraksiyonu kullanılmaktadır. Solvent ekstraksiyonu, yağ ekstrakte etmek için şimdiye kadar kullanılan yöntemlerin en yaygınıdır (Woerfel 1995). Ticari bitkisel yağ ekstraksiyonu için seçilen solvent, yaklaşık %60 n-hekzan içeren hekzan izomerlerinin karışımıdır. Çözücüyle yağı alınmış rüşeym içinde %1 kadar yağ kalabilmektedir. Presleme ile rüşeym yağının sadece %50 si geri kazanılabilmektedir (Barnes 1982).

Rüşeym yağı sağlığı iyileştirici, plazma ve karaciğerde kolesterol seviyelerini düşürücü yaşlanma etkilerini geciktirici etkilere sahiptir. Bu etkiler, rüşeym yağında bulunan çeşitli biyoaktif bileşenlerin yüksek konsantrasyonlarına bağlanmaktadır (Kahlon 1989).

Rüşeym, E vitaminin bilinen en zengin kaynaklarından biridir ve E vitamini kaybı kısırlık, canlılık kaybı, eklem iltihapları ve bazı felç çeşitlerine neden olabilmektedir. E vitamini bağışıklık sistemini güçlendiren, kan pıhtılaşmasını önleyen, kas, akciğer ve gözleri koruyan, ayrıca yaşlanmayı geciktiren güçlü bir antioksidandır (Tolonen 1990). Fareler ve insanlar üzerinde yapılan uzun süreli bazı çalışmalar rüşeym alımının kandaki kolesterol seviyesini düşürdüğünü göstermiştir (Cara *et al.* 1992).

Bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen buğdaylardan *Triticum aestivum* L. ekmeklik buğday ve *Triticum durum* L. makarnalık buğday rüşeymlerinden elde edilen yağların yağ asidi kompozisyonu ve antioksidan aktivitesi incelenmiştir. Rüşeymin ayrıldığı buğdayın türü ve çeşidi rüşeymin kimyasal kompozisyonu belirleyen unsurlardandır. Bu amaçla, farklı buğday türlerinden elde edilen rüşeymlerin başta yağ

asitleri dağılımları olmak üzere kimyasal kompozisyonu ve bazı besin elementleri belirlenerek, turlere göre üstünlük ve noksanlıklar saptanmaya çalışılmıştır.

İnsan sağlığı için önemli olan E vitamininin bilinen doğal bitkisel kaynaklarından birinin rüşeym ve özellikle de rüşeym yağı olması, konu ile ilgili çalışmaya katma değer kazandırmaktadır. Bu nedenle de farklı buğdaylardan elde edilen rüşeym yağlarının E vitamini içerikleri de incelenmiş ve buğday türlerine göre E vitamini oranları kıyaslanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Buğday

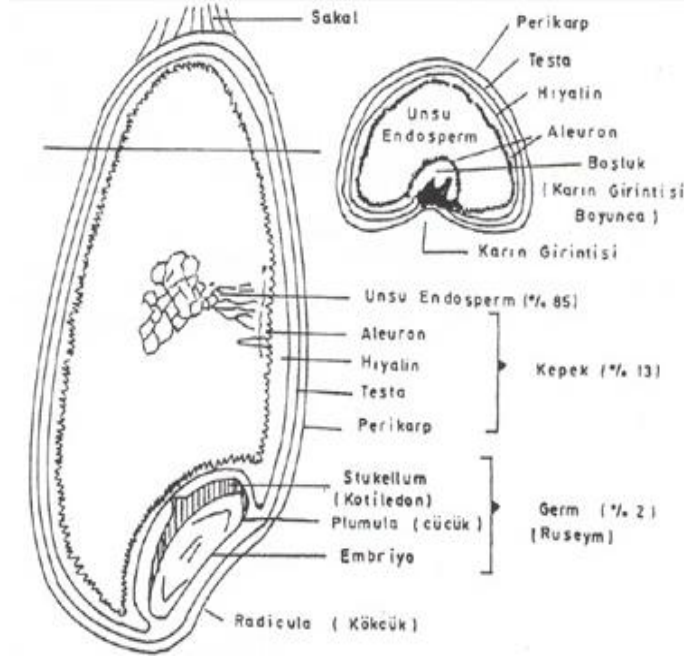
Tarımı ve depolanması oldukça kolay olan buğday, kışlık ve yazlık üretilebilmesi, deniz seviyesinden başlayarak binlerce metre yükseklikteki rakımlara, yarı tropikten, Sibirya'ya kadar birçok alana ve iklim kuşağına uyum gösterebilmesi, besin değerinin yüksek olması, öğütüldüğünde ağırlığının dörtte üçü kadar un vermesi, yan ürünlerinin hayvan yemi olarak kullanılması ve unu su ile karıştırıldığında hamurun kabarmasını ve kaliteli ekmek yapımını sağlayan yaş öz meydana getirebilmesi nedeniyle dünyada en geniş ekim alanına sahip bitkidir (Göçmen 1991).

İçerdiği vizkoelastik ve kohezif glüten proteinleri nedeniyle oldukça özel bir tahıl olan buğday, birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de insanların beslenmesinde çok önemli bir yere sahiptir. Buğday, ekmek çeşitleri başta olmak üzere makarna, bulgur, erişte, kuskus, bisküvi, kraker, gofret, kek, simit, poğaç, kahvaltılık gevrekler, çerez gıdalar, nişasta, vital glüten ve nişasta bazlı şekerler gibi birçok gıdanın üretiminde kullanım alanı bulmaktadır (Hoseney 1994, Elgün ve Ertugay 1995, Bushuk 1998, Oğuz ve ark. 2006).

2.1.1 Buğdayın Yapısı

Buğday tanesinin rengi açık sarıdan kırmızıya kadar değişebilir. Tane şekli ovale yakın olup, uzun ve yuvarlakta olabilir. Tane uzunluğu yaklaşık 3-8 mm, genişliği ise 1,5-5 mm arasında değişmektedir (Hoseney 1994).

Buğdayın karın kısmı içe doğru girintili olup taneyi uzunlamasına ikiye ayırır. Buğday tanesi dıştan içe doğru başlıca; perikarp (%3,5-5,5), testa (%0,5), hiyalin tabakası (%2), aleron hücreleri (%6-9), endosperm (%80-85), tanenin ucunda yer alan embriyo (%2-3) ve sakal kısımlarından oluşmaktadır (Hoseney 1986, Kırtok 1992, Ünal 1999). Şekil 2.1'de buğday tanesinin dıştan içe doğru kısımları verilmiştir.



Şekil 2.1 Buğday tanesinin kısımları (Elgün ve Ertugay 2011)

2.1.2 Buğdayın Bileşimi

Buğday tanesinin kimyasal bileşimi; karbonhidratlar (%65–75), proteinler (%7–18), su (%8–14), lipitler (%1–3), mineral maddeler (%1–2) ve eser miktarda vitaminler ile enzimlerden oluşmaktadır. Bu maddelerin tanedeki oranları çeşide, yetiştirme koşullarına ve iklime bağlı olarak değişmektedir (Elgün ve Ertugay 1997).

Karbonhidratlar çok fazla miktarda ve geniş olarak yayılmış gıda komponentlerindedir. Bu nedenle, karbonhidratlar buğday ve ürünlerinin de ana maddesidir. Öğütme sırasında unun inceme derecesi arttıkça, kabuk ve embriyonun karakteristik komponentleri olan lipit, şeker, pentozan ve kül miktarında gittikçe azalmalara karşın endospermin ana komponenti olan nişasta miktarı artmaktadır. Buğday kısımlarının hemiselüloz, selüloz, nişasta ve şekerden oluşan yaklaşık toplam karbonhidrat miktarı Çizelge 2.1'den de anlaşılacağı gibi nişasta endosperimde, şekerler embriyoda, selüloz ve hemiselülozlar kabukta yoğunlaşmıştır (Kurtcebe 2001).

Çizelge 2.1 Buğday fraksiyonlarının karbonhidrat kompozisyonu (Kurtcebe 2001)

Karbonhidratın Yapısı	Komponentlerin Toplam Karbonhidrattaki Yüzdeleri		
	Endosperm (%)	Embriyo (%)	Kabuk (%)
Hemiselüloz	2,4	15,3	43,1
Selüloz	0,3	16,8	35,2
Nişasta	95,8	31,5	14,1
Şekerler	1,5	36,4	7,6
Toplam Karbonhidratlar	86,0	50,6	70,0

Lipitler miktar olarak buğday bileşiminde az olmalarına rağmen (yaklaşık %1,5-2,5) buğday tanesi ve unun depolama yetenekleri, işlenme özellikleri, ekmeklik kaliteleri ve besin değerleri açısından son derece önemli etkilere sahiptirler. Buğday tanesinde lipitler sırasıyla en fazla embriyo (%28,5), aleuron tabakası (%8) ve kepekte (%5-6) bulunurlar. Endosperm tabakasının lipit içeriği yaklaşık %1,5 oranındadır (Özkaya 1985).

Buğday lipitlerinin sınıfları diğer tahıllarla aynı olup tipik bitki lipitleri bulunmaktadır. Buğday tanesinin değişik kısımlarına ait ham yağ içerikleri Çizelge 2.2’te verilmiştir.

Çizelge 2.2 Buğday tanesindeki ham yağ dağılımı (Morrison 1978)

Doku	Tanenin Kısım (%)	Ham Yağ (%)
Tüm tane	100	2,1–3,8
Kepek	-	5,1–5,8
Perikarp	5,0–8,9	0,7–1,0
Testa, hiyalin	0,2–1,1	0,2–0,5
Alöron	4,6–8,9	6,0–9,9
Endosperm	74,9–86,5	0,75–2,2
Skutellum	1,1–2,0	12,6–32,1
Embriyonik eksen	1,0–1,6	10,0–16,3

Buğday ve değirmen ürünlerindeki lipit maddelerinin miktar ve bileşimleri buğday çeşidine, kullanılan solvent çeşidine, ekstraksiyon yöntemine ve tanenin değişik kısımlarına göre değişmektedir (Özkaya 1985).

Buğdayın hektolitreye ağırlığı, kül miktarı, protein miktarı, şeker ve nişasta miktarı gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine çevresel faktörlerin etkisi çeşit faktöründen daha önemli olduğu halde, lipit miktarı üzerine çeşit faktörü daha etkindir. Yapılan araştırmalar değişik bölgelerde yetiştirilen aynı çeşidin lipit miktarları arasındaki farklılığın, aynı bölgede yetiştirilen değişik çeşitlerin lipit miktarları arasındaki farklılıktan daha az olduğunu göstermiştir (Shollenberger *et al.* 1949). Ayrıca tane iriliğinin de lipit miktarını etkilediği ve lipit miktarının büyük tanelerde biraz fazla çıktığı yapılan araştırmalardan anlaşılmaktadır. Fakat serbest lipitlerin miktarı tane iriliği ile ters orantılı olarak azalmaktadır (Clayton *et al.* 1970).

Lipit bileşikleri buğday tanesi içerisinde üniform bir şekilde dağılmamıştır. Buğday tanesi yaklaşık %2,5-3,3 toplam lipit içerdiği halde bu miktar endospermde %2'den azdır (Pomeranz *et al.* 1966).

Buğday ve değirmen ürünlerinde bazı lipitler petrol eter ile kolayca alınabilirler. Bunlara serbest lipitler denir. Petrol eterle ekstrakte edilemeyen ve ancak su ile doymuş normal bütil alkolde çözünebilen lipitlere de bağlı lipitler denir. Endospermde serbest lipitlerin oranı kabuk ve rüşeyme kıyasla daha düşük olduğundan undaki lipitlerin %60'ı, kepek ve rüşeymin lipitlerinin de %80'i serbest lipitlerdir (Mecham and Mohammed 1955, Hosney *et al.* 1969).

Nelson vd. (1963a, 1963b) tarafından belirlenen buğday ve değirmen ürünlerinin toplam lipitlerindeki ve trigliseritlerindeki yağ asitleri dağılımı Çizelge 2.3'te verilmiştir. Burada iki doymamış bağ içeren 18 karbonlu linoleik asidin buğday ve ürünlerinde toplam yağ asitlerinin yarısından fazlasını teşkil ettiği görülmektedir. Bir doymamış bağ içeren oleik asitte miktar bakımından ikinci sırayı almaktadır. Doymuş yağ asitlerinden en fazla bulunanı ise palmitik asittir (Mc Kılıcan *et al.* 1964, Fisher *et al.* 1966, Pomeranz *et al.* 1966, Inkapen and Quackenbush 1969).

Çizelge 2.3 Buğday tanesinin farklı kısımlarının toplam lipit ve trigliseritlerindeki yağ asidi dağılımı (Nelson *et al.* 1963a, 1963b)

Yağ Asitleri	Toplam Lipit				Trigliseritler			
	Toplam Buğday %	Kabuk %	Rüşeym %	Endo-sperm %	Toplam Buğday %	Kabuk %	Rüşeym %	Endo-sperm %
Miristik (14:0)	0,1	-	-	-	-	-	-	-
Palmitik (16:0)	24,5	18,3	18,5	18,0	16,7	17,9	19,4	12,9
Palmitoleik (16:1)	0,8	0,9	0,7	1,0	0,7	0,7	0,8	1,1
Stearik (18:0)	1,0	1,1	0,4	1,2	0,3	0,8	0,5	0,7
Oleik (18:1)	11,5	20,9	17,3	19,4	16,5	20,3	19,6	15,1
Linoleik (18:2)	56,3	57,7	57,0	56,2	59,0	56,2	52,5	65,1
Linolenik (18:3)	3,7	1,3	5,2	3,1	4,3	2,9	4,5	3,5
Araşhidik (20:0)	0,8	-	-	-	1,9	0,7	0,5	0,0
Diğerleri	1,1	-	0,8	1,1	0,7	0,8	2,4	1,5

Buğday ve buğday ununda bulunan proteinlerin başlıcaları depo proteinleri ya da çözünmez proteinler olarak adlandırılan gliadin (%4) ve glütenin (%4) ile fonksiyonel ya da çözünür proteinler olarak bilinen globülin (%0,7), albümin (%0,4) ve proteoz (%0,3) dur (Altan 1986). Gliadin ve glütenin proteinleri hamurun yoğrulması sırasında hidrate olarak ve çeşitli kimyasal bağlarla birleşerek, hamurun özelliklerini önemli düzeyde etkileyen ve hamur içerisinde yarı sürekli bir faz oluşturan elastik ve plastik yapıdaki glüteni meydana getirirler. Glüten hamurun iskeletini oluşturur. Yoğurma sırasında hamura katılan havayı ve mayalar tarafından oluşturulan karbondioksit (CO₂) gazını hamur içerisinde tutarak ekmeğin kabarmasını ve gözenekli bir yapıya sahip olmasını sağlar (Pomeranz 1987, Pylar 1988).

Buğdayın vitamin olarak en önemli bileşenleri B kompleks grubundan B₁ (tiamin), B₂ (riboflavin), B₅ (nikotinik asit) ile E vitamindir (Pylar 1988). Söz konusu vitaminlerin önemli bir kısmı embriyo, alöron tabakası ve kabukta yer almakta olup öğütme sırasında kepek ile birlikte uzaklaştırılmaktadırlar (Özer 1998).

Buğday, diğer tahıllara göre daha yüksek E vitamini aktivitesi gösterir ve daha fazla tokoferol içerir. Tokoferoller düzensiz olarak dağılmıştır, her bir çekirdek fraksiyonunda zenginlik sırası farklıdır. Rüşeym, α -tokoferolun oldukça zengin bir kaynağıdır; kepek ve kepek yağı ise çoğunlukla β -tokoferol içerir. Morrison (1978)'un tahıl lipitleri üzerine yaptığı çalışmada 100 g buğday tanesinin 4,9–5,8 mg toplam tokoferol içerdiği bildirilmiştir.

Buğday karotenoid pigmentleri olarak sadece %2-12 arası β -karoten içerir ve geri kalanın çoğu dihidroksiksantofil pigment luteindir. Bir veya iki yağ asitleriyle esterleşmiş lutein ve serbest lutein oranları *T.durum* ve *T. aestivum* buğdaylarında çekirdeğin farklı bölgelerinde önemli ölçüde değişebilir (Mecham 1971).

Buğdayın kül içeriği %1–2 arasındadır. Külü oluşturan mineral maddelerin başlıcaları; K, P, Mg, Cl, Ca, Na, Si ile az miktarda Zn, Ni, Mn, Cu, Co, F, Se, Br, I, B ve Al'dur. Topraktan kazanılan bu inorganik maddelerin miktarı; büyük oranda toprak çeşidine, yağış durumuna, uygulanan gübrenin çeşidi ile miktarına ve çevresel koşullara bağlı olarak değişiklik gösterir. Tanede mineral maddelerin dağılışı şu şekildedir; toplam külün yaklaşık %55,6–60,2 alöron tabakasında, %20,3–25,9'u endosperimde, %7,3–9,8'i perikarp, testa ve hiyalin tabakasında, %5,5–8,2'si skutellumda, %2,8–4,0'ü embriyoda bulunur (Pylar 1988).

2.1.3. Buğday Türleri

Dünyada ve Türkiye'de *Triticum aestivum* (ekmeklik), *Triticum durum* (makarnalık) ve *Triticum compactum* (bisküvilik, topbaş) buğdayları yetiştirilmektedir (Hoseney 1994, Bushuk 1998). Ekmeklik buğdaylardan sert endosperme sahip olanlar genellikle maya ile kabartılan unlu mamullerden ekmek, poğaç ve simit gibi ürünlerde, yumuşak endosperme sahip olanlar ise kimyasal kabartıcılar kullanılarak üretilen bisküvi, kraker, gofret ve kek gibi unlu mamullerde kullanılmaktadır. Makarnalık buğday olarak bilinen durum buğdayları, makarna ve spagetti gibi irmik ürünleri ile bulgur ve kuskus gibi granüler ürünlerde kullanım alanı bulmaktadır. Çok az miktarda üretilen topbaş buğdayları ise bisküvi üretimine uygun olan buğdaylardır. Ancak topbaş buğdayların

üretimi çok az olduğu için bisküvi üretiminde yumuşak endospermlili, düşük protein miktar ve kalitesine sahip olan ekmeklik buğdaylar tercih edilmektedir (Hoseney 1994, Elgün ve Ertugay 1995, Bushuk 1998, Morris 2004, Sissons 2004).

2.1.4. Türkiye’de ve Dünyada Buğday Üretimi

Buğday, insan beslenmesinde kullanılan kültür bitkileri arasında ekim alanı ve üretim bakımından dünyada ve ülkemizde ilk sırada yer alan stratejik bir bitki olup, insanların binlerce yıldır temel enerji ve protein kaynağı olarak önemli bir rol oynamaktadır. Dünyada insanların günlük diyeti içerisinde sağladıkları kaloringin %50’sinden fazlası tahıllardan karşılanırken, bunun da %20’lik kısmı sadece buğdaydan karşılanmaktadır. Ülkemizde ise günlük kaloringin %65-70’lik kısmı tahıl ürünlerinden sağlandı; makarna, bulgur, bisküvi, kraker ve diğer unlu mamuller çıkarıldıktan sonra, tahıldan yapılan yiyeceklerin yaklaşık %80’inin ekmek olduğu ve ülkemizde kişi başına günlük ekmek tüketiminin 400–500 g dolayında olduğu bildirilmektedir (Özkaya 1992).

Türkiye, dünya buğday ekim alanının %3,8’ine sahiptir. Ülkemizde buğday; toplam işlenen tarım alanlarının yaklaşık %38’ini, tahıl ekili alanların ise yaklaşık %67’sini kaplamaktadır (Anonim 2011a).

Dünyada üretilen toplam buğdayın %90-95’ini ekmeklik buğdaylar, yaklaşık %5’ini de makarnalık buğdaylar oluşturmaktadır. Türkiye’de ise üretilen toplam buğdayın %85-90’ını ekmeklik buğdaylar, %10-15’ini de makarnalık buğdaylar oluşturmaktadır. Toplam buğday üretimi içinde topbaş buğdayların payı %1’den daha az olduğu belirtilmiştir (Hoseney 1994, Bushuk 1998, Anonim 2007).

Ülkemizde 2010 yılı rakamlarına göre toplam 8 285 000 ha alanda buğday ekimi mevcut olup, toplam üretimimiz 19 600 000 ton, ortalama verim ise 235 kg/da olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2011a). Türkiye’de yıllara göre buğday ekim alanı, üretim ve verim değerleri ise aşağıda Çizelge 2.4’de verilmiştir.

Son 10 yıla baktığımızda, buğday ekim alanları 8,1–21,5 milyon ton arasında değişmektedir. Yalnız 2007 yılında yaşanan kuraklıktan dolayı buğday üretimi 17,2 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. 2010 yılında TÜİK’ göre buğday üretimimiz 19,7 milyon tondur (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4 2001–2010 Yılları Türkiye buğday ekim alanı, üretimi ve verimi (Anonim 2011a)

Yıllar	Ekim Alanı (Ha)	Üretim (Ton)	Verim (Kg/Ha)
2001	9.350.000	19.000.000	2.032
2002	9.300.000	19.500.000	2.097
2003	9.100.000	19.000.000	2.099
2004	9.300.000	21.000.000	2.258
2005	9.250.000	21.500.000	2.324
2006	8.490.000	20.010.000	2.360
2007	8.097.700	17.234.000	2.130
2008	8.090.000	17.782.000	2.219
2009	8.100.000	20.600.000	2.566
2010	8.094.000	19.660.000	2.429

2011 yılının ikinci tahmininde tahıl ürünlerinde üretim miktarlarının bir önceki yıla göre %7,4 oranında artarak yaklaşık 35,2 milyon ton olarak gerçekleşeceği tahmin edilmektedir. Bir önceki yıla göre buğday üretiminin %10,8 oranında artarak yaklaşık 21,8 milyon ton olacağı tahmin edilmiştir (Anonim 2011b).

Buğday tarımı ülkemizde çok uzun yıllardan beri yapılmakla beraber, gerek ülke ekonomisinde ve gerekse halkın beslenmesinde kullanılan önemli bir tahıl bitkisidir. Çok geniş alanlarda üretilen, büyük halk kitlelerinin temel geçim kaynağı olan buğday üretimi büyük ölçüde çevre şartlarına ve farklı yıllara göre değişiklikler gösterebilmektedir. Çizelge 2.5’te 2000-2010 yılları arası Türkiye buğday tüketimi, stok değişimi ve yeterlilik derecesi verilmiştir.

TÜİK verilerine göre, 2009/10 sezonunda ülkemizin buğday tüketim miktarı; gıda olarak 14 milyon 495 bin ton, tohumluk olarak 1 milyon 458 bin ton ve yemlik 425 bin ton olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5 Türkiye buğday tüketimi, stok değişimi ve yeterlilik derecesi (Anonim 2011a)

Piyasa Yılı	Yurt İçi Kullanım (Bin ton)	Gıda Olarak Tüketim (Bin ton)	Tohumluk Kullanım (Bin ton)	Yemlik Kullanım (Bin ton)	Kayıplar (Bin ton)	Stok Değişimi (Bin ton)	Kişi Başına Tüketim (Kg)	Yeterlilik Derecesi (%)
2000/01	19.362	15.078	1.683	2.020	581	49	225,4	106,5
2001/02	19.780	15.629	1.674	1.884	593	-757	230,2	94,3
2002/03	19.857	15.645	1.638	1.979	596	-118	227,3	96,4
2003/04	18.957	14.782	1.674	1.932	569	286	221,9	98,4
2004/05	19.402	15.133	1.665	2.023	582	-595	214,1	106,3
2005/06	16.846	14.283	1.528	425	610	276	...	120,6
2006/07	18.943	16.491	1.458	427	567	-834	...	99,8
2007/08	16.882	14.584	1.458	351	489	97	206,6	96,6
2008/09	17.781	15.459	1.456	362	504	308	216	94,5
2009/10	16.961	14.495	1.458	425	584	965	200	94,5

Çizelge 2.6'dan Dünya buğday üretimine dair 2010/2011 yıllarına dair öngörüler incelendiğinde üretimde ilk sırayı %20,1 ile AB (27) alırken, Çin %17,1 ve Hindistan %12 ile ardından gelmektedir. Aynı öngörüye göre Türkiye, dünya buğday üretiminin %2,6'sını gerçekleştirmektedir (Anonim 2011c).

Çizelge 2.6 Dünya buğday üretimi ve başlıca üretici ülkeler (milyon ton) (Anonim 2011c)

Ülkeler	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10*	2010/11**
AB (27)	122,1	129,5	108,6	147,6	133,8	125,1	119,7	151,2	138,7	135,8
Çin	93,9	90,3	86,5	92,0	97,5	108,5	109,3	112,5	115,1	115,0
Hindistan	69,7	71,8	65,1	72,1	68,6	69,4	75,8	78,6	80,7	80,8
ABD	53,3	43,7	63,8	58,7	57,2	49,2	55,8	68,0	60,4	60,1
Rusya	46,9	50,6	34,1	45,4	47,7	44,9	49,4	63,8	61,7	41,5
Avustralya	24,9	10,1	26,1	21,9	25,2	10,8	13,6	21,4	21,9	25,0
Pakistan	19,0	18,2	19,2	19,5	21,7	21,7	23,3	21,5	24,0	23,9
Kanada	20,6	16,2	23,6	25,9	26,8	25,3	20,1	28,6	26,8	23,2
Türkiye	15,5	17,3	18,5	18,5	18,0	17,5	15,5	17,0	18,5	17,5
Ukrayna	21,0	19,8	3,6	16,5	18,7	13,8	13,9	25,9	20,9	16,8
Arjantin	15,3	12,3	14,6	16,0	12,6	14,5	16,4	8,4	8,0	15,0
Kazakistan	12,7	12,8	11,5	9,9	11,0	12,5	16,5	13,0	16,5	10,0
Diğer	66,5	73,6	81,9	83,6	82,0	84,2	79,9	76,3	84,8	109,6
Dünya	581,3	566,1	557,0	627,6	620,7	597,5	609,1	686,1	678,1	649,3

*Tahmin, ** Öngörü

2.2 Rüşeym

Rüşeym un öğütme endüstrisinde önemli bir yan ürün olup buğdayın skutellum ve embriyo kısımlarından oluşur. Rüşeym tanenin %2-3'ünü oluşturmaktadır (Elgün ve Ertugay 1995). Bununla beraber, ticari değirmenlerde buğdaydan sadece %0,5-1,0 arası

değişen oranlarda rüşeym elde edilebilmektedir (Bass 1988, Altan 1993, Hosenev 1994).

2.2.1 Rüşeymin Bileşimi ve Besleyici Değeri

Rüşeym; protein, mineral madde, yağ, enzim, özellikle B grubu vitaminleri (tiamin, riboflavin, niasin) ve E vitamini bakımından buğdayın en zengin kısmını oluşturur. Buğday rüşeymi, besin öğelerini yüksek konsantrasyonlarda içeren nadir bir gıda kaynağıdır. Buğday unu ile kıyaslandığında; undan 3 kat daha fazla biyolojik değeri yüksek protein, 7 kat daha fazla yağ, 15 kat daha fazla şeker ve 6 kat daha fazla mineral madde içerdiği görülmektedir. Ayrıca buğday rüşeymi bilinen en zengin bitkisel kökenli E vitamini kaynaklarından biri olup, B grubu vitaminlerince de zengindir (Shurpalekar and Rao 1977).

Ticari değirmenlerde uygulanan diyagramların farklı olması nedeniyle rüşeymin kimyasal kompozisyonu da farklılıklar göstermektedir. Ayrıca rüşeymin ayrıldığı buğdayın türü ve çeşidi de bu kompozisyonu belirleyen unsurlar arasındadır. Ticari kaynaklı rüşeymler için ortalama kimyasal kompozisyon (%) şu şekildedir: 28,5 protein, 16,6 şeker, 14,0 nişasta, 11,7 nem, 10,4 yağ, 7,5 selüloz, 6,8 hemiselüloz ve 4,5 küldür (Shurpalekar and Rao 1977). 100 gram rüşeymin içerdiği besin elementlerine ilişkin farklı kaynaklardan alınan veriler Çizelge 2.7’de gösterilmiştir. Rüşeymin 100 gramından sağlanan enerji 360 kcal (1506 kJ) dir (Anonim 2008).

Çizelge 2.7 Rüşeymin kimyasal kompozisyonu (g/100 g rüşeym)

Besin	(Anonim 2008)	(Shurpalekar and Rao 1977)	(Kirk and Sawyer 1991)
Karbonhidrat	51.80	44,9	39–45
Protein	23,15	28,5	25–30
Su	11,12	11,7	9–12
Toplam lipit	9,72	10,4	8,5–11
Kül	4,21	4,5	4,0–4,5

Protein

Rüşeyimde bulunan proteinlerin biyolojik değeri hayvansal kaynaklı proteinlere yakındır. İçerdiği yüksek yağ ve şeker miktarları da rüşeymi ilginç bir yan ürün olarak karşımıza çıkarmaktadır. Yüksek protein kalitesi ve vitaminlerce zengin oluşu rüşeymin gıda maddelerine katkı maddesi olarak eklenmesini önemli kılmaktadır (Shurpalekar and Rao 1977).

Rüşeym, diğer tahıl ürünlerinde yetersiz olan lizin, metionin ve treonin gibi esansiyel aminoasitlerce zengin bir protein konsantrasyonuna sahiptir (Gnanasambandam and Zayas 1992). Pomeranz (1978) dokuz buğday rüşeymi üzerinde yaptığı çalışmada aminoasit dağılımını Tablo 2.8'de verilen aralıkta bulmuştur. ABD Tarım Bakanlığı Ulusal Tarım Kütüphanesinde belirtilen, rüşeymin aminoasit içeriği ile ilgili verilerde yine aynı tabloda verilmiştir (Anonim 2008).

Çizelge 2.8 Rüşeymin içerdiği esansiyel aminoasitlerin dağılımı (%) (Pomeranz 1978, Anonim 2008)

Aminoasit	(Pomeranz 1978)	(Anonim 2008)
Alanin	1,34–1,71	1,477
Arginin	1,77–2,09	1,867
Aspartik asit	1,92–2,25	2,070
Sistin	0,43–0,61	0,458
Glutamik asit	3,65–4,59	3,995
Glisin	1,32–1,58	1,424
Histidin	0,59–0,82	0,643
İzolösin	0,77–0,94	0,847
Lösin	1,50–1,75	1,571
Lizin	1,30–1,77	1,468
Metionin	0,39–0,58	0,456
Fenilalanin	0,86–1,01	0,928
Prolin	1,13–1,52	1,231
Serin	1,05–1,28	1,102
Treonin	0,89–1,09	0,968
Tirozin	0,65–0,78	0,704
Valin	1,01–1,37	1,198
Triptofan	-	0,317

Vitamin

Rüşeym yüksek vitamin içeriğine sahip olup, E ve B vitaminlerince zengindir (Pomeranz 1987). Rüşeym E vitamini aktivitesine sahip olup α -tokoferolün en zengin doğal kaynaklarından biridir (Dunford 2001).

Rüşeym, yüksek tokoferol içeriğine (%0,3-0,5) sahip olduğu için ticari olarak büyük öneme sahiptir. Rüşeym yaklaşık olarak %8-14 (ort. %10) yağ içerdiği ve ham yağın genellikle yüksek oranda sabunlaşmayan maddeler içerdiği belirtilmiştir (%2-6). Rüşeym yağının tokoferol (E vitamini) içeriği oldukça yüksek olup, bir kilogram rüşeym yağının ortalama 1179 mg α -tokoferol, 398 mg β -tokoferol, 493 mg γ -tokoferol ve 118 mg δ - tokoferol içerdiği belirtilmiştir (Swern 1996).

E vitamini, doymamış yağ asitlerini peroksidaz parçalanmalarına karşı koruyarak, hücre stabilitesini önemli oranda artırmaktadır. E vitamini, bu eşsiz etkileri ile tüm hücrelerin bütünlüğünü ve özellikle kırmızı beyaz kan hücreleri ve kandaki trombositler gibi kısa ömürlü serbest hücreleri korumaktadır. E vitamini ayrıca damar tıkanıklığını (ateroskleroz) engelleyerek atardamarların üzerinde çökelmeyi önlemesiyle LDL'nin (düşük kolesterolün) oksidatif etkileşimlerini durdurur. Aynı zamanda genital hormonların öncüsü gibi etki yapar ve A vitaminin kullanılabilirliğini artırır (Barnes 1983). Belitz ve Grosch (1987)'un bazı tahıl ürünlerinin E vitamini ve B grubu vitaminleri içerikleri üzerine yaptıkları çalışmanın verileri Çizelge 2.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 2.9 Bazı tahılların E vitamini ve B grubu vitaminleri içeriği (mg/100 g) (Belitz and Grosch 1987)

Gıda Ürünü	B ₁ Vitamini	B ₂ Vitamini	B ₃ Vitamini	E Vitamini
Rüşeym	2,01	0,72	3,3	27,6
Yulaf Gevreği	0,59	0,15	0,16	3,7
Pirinç Unu	0,19	0,11	-	3,4
Mısır Gevreği	-	-	0,07	0,43
Buğday Unu	0,11	0,08	0,1	2

Anonim (2008) verilerine göre rüşeymin B grubu vitaminleri kompozisyonu Çizelge 2.10'da verilmiştir. Bu tabloya göre rüşeyimde bulunan B gurubu vitaminleri içinde en fazla B₃ ve B₅ vitamini bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 2.10 Rüşeymin B grubu vitaminleri kompozisyonu (Anonim 2008)

Vitaminler	Miktar (mg/100 gram)
Niasin (B ₃)	6,813
Pantotenik asit (B ₅)	2,257
Tiamin (B ₁)	1,882
Pridoksin (B ₆)	1,300
Riboflavin (B ₂)	0,499
Folat (B ₉)	0,000281

Mineral Madde

Pomeranz (1987) 100 gram rüşeymdeki mineral maddenin 5 mg'ı sodyum, 837 mg'ı potasyum, 69 mg'ı kalsiyum, 8 mg'ı demir ve 1100 mg'ı fosfor olarak belirtmiştir. Anonim (2008) verilerine göre rüşeymin içerdiği mineral madde miktarları Çizelge 2.11'de verilmiştir. Rüşeymin içerdiği mineral madde miktarlarına ait veriler incelendiğinde rüşeymin potasyum ve fosfor bakımından zengin olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.11 Rüşeymin mineral kompozisyonu (Anonim 2008)

Mineral	Miktar (mg/100 gram)
Potasyum (K)	892
Fosfor (P)	842
Magnezyum (Mg)	239
Kalsiyum (Ca)	39
Manganez (Mn)	13,301
Çinko (Zn)	12,29
Sodyum (Na)	12
Demir (Fe)	6,26
Bakır (Cu)	0,796
Selenyum (Se)	0,0792

Karbonhidrat

Rüşeymin içerdiği karbonhidratların çoğunluğunu şekerler oluşturmaktadır. Rüşeymin yapısında bulunan hemiselüloz; yaklaşık %52 ksiloz, %41 arabinoz ve %7 uronik asitten oluşmaktadır. Ayrıca %3,7 oranında pentozan içerdiği de bildirilmektedir. Rüşeyimde bulunan şekerlerin yaklaşık %80-85'i sakarozdur. Geriye kalan kısım, fermente olmayan ve indirgen uca sahip olmayan şekerlerdir (Shurpalekar and Rao 1977).

Rüşeymin karbonhidrat içeriğine ilişkin yapılan çalışmalarda Shurpalekar ve Rao (1977) rüşeymin karbonhidrat içeriğinin %44,9 olduğunu, Kirk ve Sawyer (1991) de %39-45 arasında olduğunu göstermiştir.

2.2.2 Rüşeym Ayrımı

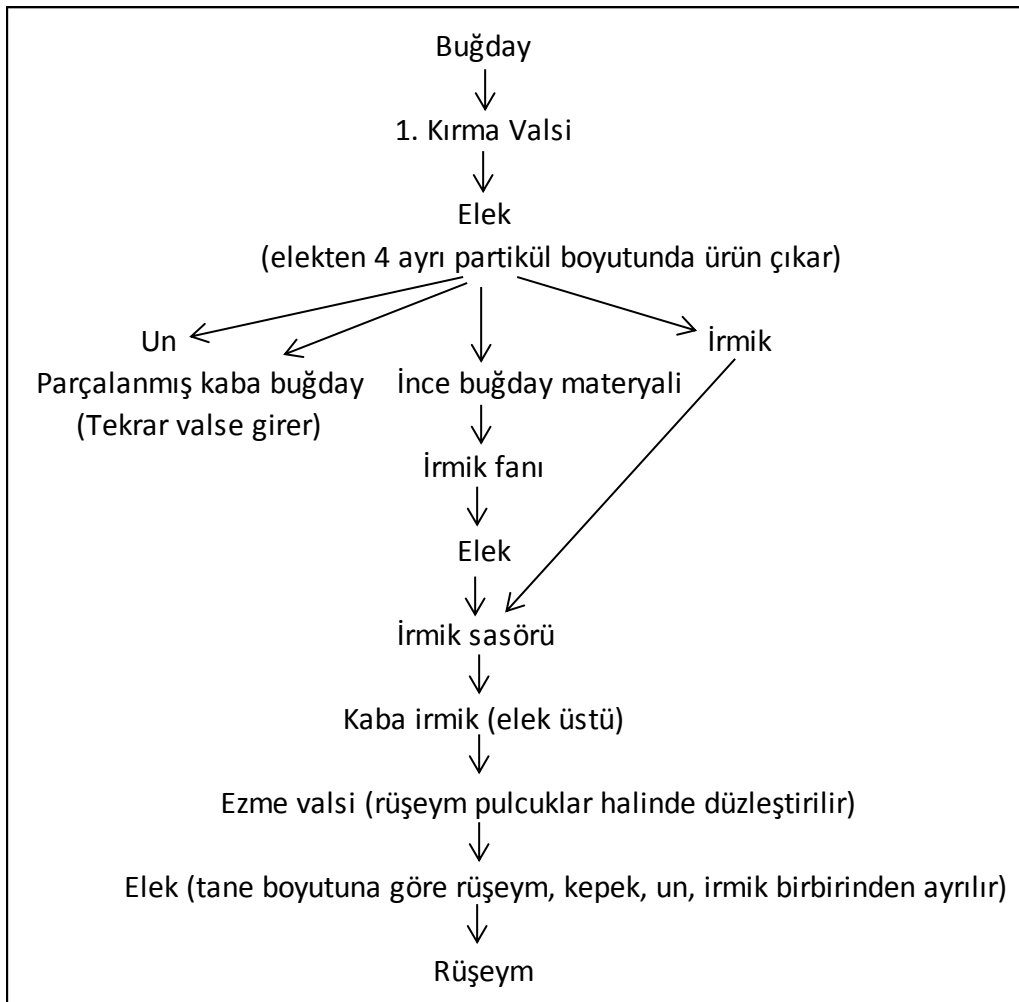
Rüşeymin öğütme sırasında parçalanıp una karışması istenmemektedir. Çünkü rüşeym yağca zengin olduğundan unu acılaştırıp bozabilmektedir. Rüşeym, daha çok kepeğe karıştırıp hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir (Pomeranz 1970).

Ticari değirmenlerde rüşeymi kepekten ve undan ayırmak amacıyla rüşeym seperatörü kullanılabildiği gibi, bu seperatörü kullanmadan da rüşeymin kepekten ve undan ayrı olarak elde edilmesi mümkün olmaktadır. Rüşeym seperatörü kullanılarak rüşeym fazla parçalanmadan tek parça olarak elde edilebilmektedir. Rüşeym seperatörü kullanılan değirmenlerde elde edilen rüşeymin miktarı, birim buğday miktarına bağlı olarak daha yüksek olmakta, bu tip değirmenlerden elde edilen unların kalitesi de, rüşeymin una karışma olasılığı daha düşük olduğundan, daha yüksek olabilmektedir (Shurpalekar and Rao 1977). Rüşeym ayrılması için ayrıca bir seperatöre yer verilmeyen değirmen diyagramlarında ise, rüşeym valsler arasında ezilerek pulcuk haline getirilir (Sezgin 1997).

Rüşeymin kolayca ezilerek pulcuk haline gelmesinde içerdiği yüksek yağ miktarının önemli rolü olduğu belirtilmiştir. Bu sistemlerde pulcuk haline getirilen rüşeym eleklerle

ayrılır. Rüşeymin ezilmesi sırasında bazı rüşeym parçacıkları saçılarak una karışır ve bu da unun rengini ve raf ömrünü olumsuz etkilemektedir. Ticari değirmenlerde elde edilen rüşeymlerde kaçınılmaz olarak belli miktarlarda un ve kepek bulunabilir (Bass 1988).

Ticari değirmenlerde uygulanan diyagramların farklı olması nedeniyle rüşeymin kimyasal kompozisyonunun farklılıklar göstermektedir. Ayrıca rüşeymin ayrıldığı buğdayın türü ve çeşidi de bu kompozisyonu belirleyen unsurlar arasındadır. Ülkemizde özel rüşeym ayırma seperatörü bulunmayan değirmenlerde genel olarak rüşeym Şekil 2.2’de verilen akış şemasındaki prosese göre ayrılmaktadır. Değirmenler arasında küçük farklılıklar olmasına rağmen genel hatları şemada verildiği gibidir.



Şekil 2.2 Rüşeym ayırımı akış şeması

2.2.3 Rüşeymin Kullanım Alanları

Rüşeymin besin değeri ve lezzeti dikkate alındığında, rüşeym proteinlerin, vitaminlerin ve minerallerin mükemmel bir kaynağıdır; bu nedenle rüşeym keklere, muffinlere, şehriyelere, hazır kahvaltılık yiyeceklere, bebek mamalarına ve her türlü yemeğe eklenebilir (Jadhav and Vali 2009).

Buğday ununa rüşeym ilavesinin yararlı etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Doongaji and Vali 1992) buğday ununa kavrulmuş rüşeym ilave edilmesiyle hazırlanan yem ile beslenen deney farelerinde, %10 protein içeren buğday unuyla beslenen farelere göre daha yüksek bir büyüme hızı olduğu bildirilmektedir.

Rüşeym buğday tanesinin canlı kısmı olup, yeni bitkinin gelişmesini sağlaması nedeniyle çok oksidatif ve hidrolitik enzim (lipaz, proteaz, lipoksidaz, lipoksigenaz vb.) içermektedir (Rao *et al.* 1980, Barnes 1983). Bu nedenle rüşeymin kullanılmadan önce bir takım ön işlemlerden geçirilip stabil hale getirilmesinden sonra ve kimyasal katkı maddeleri ile birlikte kullanımı yoluna gidilmektedir (Sivri ve ark. 1992).

Rüşeyme ısı işlem uygulayarak antitripsin ve hemaglutinasyon aktivitesi yanında enzim aktiviteleri de inhibe edilebilmektedir. Özellikle etüvde uygulanan kuru ısı işlem beslenme açısından, otoklavda uygulanan nemli ısı işlem ise enzim inaktivasyonu bakımından daha olumlu sonuçlar vermektedir (Attia and Creek 1965, Moran *et al.* 1968, Rao *et al.* 1980).

Rüşeymin oksidatif stabilizasyonu için önerilen yöntemler; kavurma, yağını ayırma, buharda pişirme, infrared ısıtma, mikrodalga uygulamaları, değişik kurutma teknikleriyle nem içeriğini azaltma, antioksidan uygulamaları, vakum altında veya inert gazlarla paketlemedir (Shurpalekar and Rao 1977).

Rüşeymin 120-130 °C de açık kahverengi renk elde edilene kadar hafif kavrulmasıyla, rüşeymin kalitesi korunarak lezzeti geliştirilmiştir. Isı işlemi uygulanmış rüşeym bir cam kavanoz içinde 50 °C sıcaklıkta 25 gün depolandığında hala taze kalmıştır.

Rüşeymin kavrulmasının, besin değerinin etkilenmeden depolanması için uygun olduğu belirtilmiştir (Hove and Harrel 1943). 130-150 °C de kavrulmuş rüşeymlerin, taze rüşeymlere göre daha yüksek sindirilebilme ve protein verimliliğine sahip olduğu, sindirim enzimi inhibitörlerinin tahrip edilmesiyle kanıtlanmıştır (Jurkovic and Colic 1993).

Rüşeym başta ekmek olmak üzere çeşitli gıda maddelerine dolgu maddesi veya zenginleştirici madde olarak kullanılmaktadır. Rüşeyimli ekmek çalışmaları sırasında ekmek formülasyonuna değişik oranlarda rüşeym eklenerek hamur reolojisi ve ekmek kalitesi araştırılmaktadır (Çakmaklı ve ark. 1995, Türker ve ark. 1996, Türker ve ark. 2001). Isıl işlemden geçmiş rüşeymin %15-20 oranlarında ekmek formülasyonlarına eklenebileceği ifade edilmiştir (Pomeranz *et al.* 1970). Rüşeymin ekmek formülasyonlarında kullanılmasına ek olarak, bisküvi ve keklerde de %15 oranına kadar kullanılabileceği belirtilmiştir (Shurpalekar and Rao 1977).

Ekmek formülasyonlarına %5, %10 ve %15 oranında ham rüşeym ilave edildiğinde ekmek hacminde meydana gelen azalma, 121 °C de etüvde ısıl işlem görmüş rüşeym ilave edildiğinde görülmemektedir (Vitti *et al.* 1979).

Hayvansal proteinlerin piyasa değerinin artması, et ürünlerinde alışılmamış farklı tür protein kaynaklarını kapsayan araştırmaların ana sebebi olmuştur. Et ürünlerinde protein kalitesini arttırma sorunu, et ürünlerinde yeni türler geliştirme ve üretim maliyetini azaltma çalışmaları, et proteinlerine alternatif olarak bitki proteinlerinin de incelenmesiyle sonuçlanmıştır. Rüşeym proteini verimi arttırmak, stabiliteyi geliştirmek ve tekstürel özellikleri değiştirmek için parçalanmış et ürünlerinde başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Sosislere rüşeym proteinleri eklendiğinde su tutma kapasitesinin ve hamur stabilitesinin arttığı, pişirme kayıplarının azaldığı gözlenmiştir (Gnanasambandam and Zayas 1992).

Yalçınkaya ve ark. (2003)'nın buğday rüşeymi ve fitaz ilavesiyle besin değeri yüksek yoğurt üretimi üzerine yaptıkları araştırmada, besin değeri yüksek buğday rüşeymi katkısı ile yoğurdun zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. Rüşeym örnekleri ham tadın

uzaklaşması için 250° C de 15 dakika kavrulmuştur. Yağlı ve yağsız buğday rüşeymi %1 ve %2 oranlarında kullanılarak, fitaz ilaveli ve ilavesiz olmak üzere toplam 9 yoğurt örneği hazırlanarak analiz edilmiştir. Fitaz enzimi ilavesiyle, tahıllardaki mineralleri bağlayarak yarayırlılığını engelleyen fitik asidin olumsuz etkisi ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Rüşeym ilavesiyle yoğurt protein, yağ ve mineral madde bakımından zenginleşmektedir. Rüşeym katkısı ile mikrobiyal gelişme ve laktik asit fermantasyonu hızlanmaktadır. Rüşeym katkısı, kalsiyum, sodyum, magnezyum, çinko, demir ve fosfor gibi minerallerin toplam miktarlarını artırıcı etkide bulunmaktadır. Söz konusu minerallerin çözünebilirlikleri, rüşeym katkısı ile önemsiz oranda düşmekte, fakat fitaz enzimi katkısı ile normal yoğurdun biyoyararlılık seviyesinin üzerine çıkabilmektedir. Rüşeym ilavesi duysal kaliteyi olumsuz yönde etkilemiştir (Yalçınkaya ve ark. 2003).

2.3 Rüşeym Yağı

Buğday tanesinin %2-3'ünü oluşturan rüşeym yaklaşık %8-14 arasında yağ içermektedir (Sonntag 1979). Rüşeymin yağ içeriği ekstraksiyon metoduna, rüşeymin saflığına ve buğday türüne göre değişmektedir. Laboratuvar şartlarında ayrılan saf rüşeymlerin yağ içerikleri ticari değirmenlerde elde edilen rüşeymlere göre daha yüksektir. Çünkü ticari işlemler sırasında bir miktar yağ un bünyesine geçmekte ve böylece kayıplar meydana gelmektedir (Morrison and Hargin 1981).

2.3.1 Rüşeym Yağı Üretimi

Rüşeym yağı mekanik presleme ile organik çözücü ekstraksiyonu ve süperkritik akışkan ekstraksiyonu yöntemiyle üretilebilmektedir. Solvent ekstraksiyonu, yağ ekstrakte etmek için şimdiye kadar kullanılan yöntemlerin en yaygınıdır (Woerfel 1995).

Solvent ekstraksiyonu, rüşeym yağının mekanik presle üretimine göre daha etkilidir. Rüşeymin solvent ekstraksiyonuyla yağı ayrıldığında, rüşeyimde kalan yağ içeriği mekanik yolla ayırmada kalana göre %1 kadar daha düşük olabilmektedir. Solvent ekstraksiyonu ile yağı alınan rüşeym, mekanik presleme ile yağı alınan rüşeyme göre daha stabildir. Presleme işlemiyle rüşeym yağının sadece %50'si ayrılmakta ve geriye

kalan rüşeymin raf ömrünü uzatmak ve ransiditeyi önlemek için daha fazla stabilizatör gerektirmektedir. Rüşeym yağının mekanik preslemeyle üretiminde, öğütme işlemi sırasında kepek kontaminasyonu minimize edildiği zaman, kepeğin yağ içeriğinin rüşeyme göre çok düşük olması nedeniyle iyi sonuç alınabilmektedir (Dunford 2005).

Barnes (1982), rüşeymin ekstraksiyon veriminde kullanılan solvent çeşitleri üzerine çalışmaları incelemiştir. Hekzan ve petrol eteriyle yapılan ekstraksiyonlarda %5-15 arasında değişen verimler elde edilmiştir. Yağ veriminin bu geniş aralıkta değişimi, kepeğin rüşeyme kontamine olma derecesiyle açıklanmıştır çünkü kepek sadece %5 yağ içermektedir. Dietil eter, daha polar bileşenlerin ekstrakte edilmesi için kullanılır ve yağ verimi %7-15 arasında değişmektedir.

Yemeklik yağlardan uçucu bileşenler, renk maddeleri, serbest yağ asitleri ve fosfalipitler rafinasyonla ayrılmasına rağmen, rüşeym yağı genellikle ham formda kullanılır. Sağlıklı gıda pazarlarında “doğal” olarak pazarlanan ürünler arzu edilen renk, lezzet gibi nitelikleri taşırlar. Bununla birlikte rafinasyon işlemi yağın stabilitesini arttırır. Ham rüşeym yağının serbest yağ asidi içeriği; yağ ekstraksiyon metoduna, depolama ve rüşeym ayırma koşullarına bağlı olarak %5-25 gibi yüksek bir oranda bulunabilir. Serbest yağ asitleri üründe sabunsu ve acı tatlar oluşturur, dolayısıyla rüşeym yağı alkaliyle muamele edilerek serbest yağ asitleri uzaklaştırılır. Ancak alkaliyle asit giderme işleminde yağda ve özellikle de tokoferollerde önemli kayıplar oluşmaktadır (Dunford 2005).

Wang and Johnson (2001), rüşeym yağı kalitesi üzerine klasik yağ rafinasyon işleminin etkisini araştırdıkları çalışmada, rüşeym yağına uygulanan ağartma, nötralizasyon ve degumming işlemleri sırasında tokoferol içeriğinde önemli bir değişiklik olmadığını bulmuşlardır. Ancak deoderizasyon koşulları rüşeym yağının tokoferol içeriğini önemli derecede azaltmaktadır. Rüşeym yağının deoderizasyonunun, düşük sıcaklık ve uzun bir sürede yapılması; tokoferolleri koruyarak renk, peroksit değeri ve serbest yağ asitliğinin azaltılmasında etkili olmuştur.

Dunford and Zhang (2003)'in araştırma bulguları; ekstrakt verimi çözücü türüne göre önemli ölçüde etkilendiği halde, çeşitli organik çözücülerle (hekzan, etanol, isopropanol ve aseton) yağlar ekstrakte edildiğinde, yağların yağ asidi bileşiminde önemli bir değişiklik olmadığını göstermiştir.

Süperkritik akışkan ekstraksiyon teknolojisi, klasik hekzan ekstraksiyonu için alternatif bir yöntemdir. Rüşeym yağının süperkritik akışkanla ekstraksiyonu, çeşitli araştırma grupları tarafından rapor edilmiştir (Taniguchi *et al.* 1985, Dunford and Martinez 2003, Panfili *et al.* 2003). Süperkritik karbondioksit (SC-CO₂)'le ekstrakte edilen yağ, hekzanla ekstrakte edilen yağa göre daha düşük fosfor içerir ve rengi daha açıktır. Öğütülmüş ve pulcuklar şeklinde ayrılmış rüşeymlerden elde edilen yağ oranlarında çok büyük farklılıklar olmamasına rağmen, SC-CO₂ ekstraksiyonu için genellikle pulcuklar şeklinde ayrılmış rüşeym tavsiye edilmiştir. Öğütülmüş rüşeym partikülleri toz haline geleceği için işlemleri zorlaştırabilmektedir. Ayrıca öğütülen rüşeym, ekstraksiyon kabında SC-CO₂'in akış yolunu sıkıştırması nedeniyle kütle transferini azaltabilmektedir. Dunford and Martinez (2003), SC-CO₂'le ekstrakte edilen yağın α ve β tokoferol içeriğini hekzanla ekstrakte edilen yağinkine benzer bulmuşlardır. Ancak Gomez and Ossa (2000), SC-CO₂'le ekstrakte edilen rüşeym yağının tokoferol içeriğinin, hekzanla ekstrakte edilen yağa göre daha yüksek olduğunu bildirmektedir.

2.3.2 Rüşeym Yağının Bileşimi ve Besin Değeri

Rüşeym lipitleri esansiyel yağ asitlerinden linoleik asitçe zengindir. Doymuş yağ asitleri toplam yağ asitlerinin %20'sinden azını teşkil etmektedir (Pomeranz 1987).

Rüşeym yağına ait fizikokimyasal özellikler Firestone (1999) tarafından incelenmiştir. Bu çalışmada rüşeym yağının özgül ağırlığını 0,925-0,938 gr/cm³ arasında bulurken yağın kırılma indisini de 1,469-1,483 arasında bulmuştur. Yağın iyot sayısının 115-128 arasında, sabunlaşma sayısının ise 179-190 arasında olduğu bildirilmiştir. Rüşeym yağının serbest yağ asitliği içeriği genellikle %6'dan azdır ancak rüşeym ayrılması, depolanması ve yağ ekstraksiyonunun kontrolsüz yapılması halinde bu değer %25'lere yükselebilmektedir. Solvent ekstraksiyonuyla elde edilen ham yağ mekanik preslemeyle

elde edilen yağa göre genellikle daha düşük bir serbest yağ asitliği içerir. Serbest yağ asitleri gıda ürünlerinde sabunsu ve acı bir tat bıraktıkları için istenmezler, dolayısıyla bunlar yemeklik yağların rafinasyon işlemi sırasında ayrılırlar. Rüşeym yağının sabunlaşmayan madde içeriği diğer yağlara göre çok yüksek olup %1,5-8 arasında değişmektedir (Firestone 1999).

Barnes (1982), ticari ve laboratuvarında elde edilen rüşeym yağlarının yağ asidi kompozisyonlarını incelemiştir. Ticari olan rüşeym yağının yağ asidi kompozisyonunda önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bu farklılıklar buğday çeşidi farklılığına, yetiştirme koşullarına, tohumun depolama koşullarına, yağ ekstraksiyon ve analiz metoduna, diğer bitkisel yağların taşımasına ve ekstraksiyonda yağ asitlerinin uzaklaştırılması gibi işlemlere bağlanmıştır. Ancak farklı öğütme işlemleriyle elde edilen rüşeymden laboratuvarında ekstrakte edilen yağların yağ asidi kompozisyonlarının benzer olduğu bildirilmiştir.

Rüşeym yağının sabunlaşmayan maddelerinin %35 gibi büyük bir kısmını fitosteroller oluşturmaktadır. Itoh vd. (1973)'ne göre rüşeym yağı, diğer yaygın ticari yağlara göre daha yüksek miktarda fitosterol içerir. Rüşeym yağında bulunan iki ana fitosteroller, sitosterol (%60-70) ve campesterol (%20-30) dür (Anderson *et al.* 1926, Itoh *et al.* 1973).

Rüşeym yağı genel olarak sağlığı iyileştirmekte, plazma ve karaciğer kolesterol seviyelerini düşürmekte ve yaşlanma etkileri azaltmaya yardımcı olmaktadır (Kahlon 1989). Bu etkiler, yağda bulunan biyoaktif bileşiklerin yüksek konsantrasyonlarına bağlanmıştır. Hekzanla ekstrakte edilen rüşeym yağı, esansiyel bir yağ asidi olan linoleik asidi %56 civarında içermektedir (Dunford and Zhang 2003). Rüşeym yağı %81 oranında toplam doymamış yağ asidi (SFA) ve %64 oranında da çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) içermektedir. Rüşeym yağının fosfolipitleri üzerine veriler çok azdır. Parçalanmış rüşeymdeki toplam fosfolipitlerin yaklaşık %40-60'ını fosfatidilkolinin temsil ettiği bildirilmiştir. Aynı zamanda önemli miktarlarda fosfatidiletanolamin %9-15 ve fosfatidilinositol %13-20 mevcuttur (Hargin and Morrison 1980).

Rüşeym yağı, sabunlaşmayan bileşen olarak özellikle fitosteroller ve tokoferollerce oldukça zengindir. Yağda sabunlaşmayan bileşen olarak küçük miktarlarda triterpenoller, n-alkoller, karotenoidler ve hidrokarbonlarda bulunur. Rüşeym yağının insanın genel olarak sağlığını iyileştirdiği bildirilmiş olup bu etki yüksek polikosanola ve özellikle yüksek oktakosanol içeriğine bağlanmıştır (Irmak and Dunford 2005; Irmak *et al.* 2005). Buğday kepeğinin fosfatidilkolin içeriği rüşeymden daha yüksektir olup buna göre azdır. Tetrakosanol (C24), heksakosanol (C26) ve oktakosanol (C28), tüm çeşitlerdeki en önemli polikosanol bileşiklerdir. Rüşeym yağı, diğer yaygın ticari yağlara göre daha yüksek miktarda fitosteroller içerir (Itoh *et al.* 1973). Rüşeym yağında bulunan iki önemli fitosterol sitosterol (%60-70) ve kompesterol (%20-30) dur (Anderson *et al.* 1926, Itoh *et al.* 1973).

Rüşeym yağında bulunan sabunlaşmayan maddelerin yaklaşık %18'ini tokoferoller oluşturur. Rüşeym yağı, α -tokoferolün en zengin doğal kaynaklarından biridir. α -tokoferol, ticari olarak sentetik E vitamininde bulunur. α -tokoferolün doğal izomeri d-formu şeklinde ortaya çıkmıştır ve sentetik ürüne göre biyolojik aktivitesi daha yüksektir. Tokoferoller özellikle de α -tokoferol aynı zamanda antioksidan aktiviteye de sahiptir (Azzi and Stocker 2000). Rüşeym yağı α ve β -tokoferolce zengindir. Kepek ve endosperm, rüşeymden daha az oranda tokoferol içerir, dolayısıyla da bu maddelerin rüşeymin içine karışması rüşeymden elde edilen yağın tokoferol içeriğini azaltır. Ransiditeye uğramış rüşeymden elde edilen yağın tokoferol içeriği taze rüşeymden elde edileninkine yakın olması, lipit bozulmasına yol açan koşulların tokoferoller üzerinde çok önemli bir etki oluşturmadığını göstermiştir (Barnes and Taylor 1980). Barnes (1982)'e göre saf rüşeymde sadece α ve β -tokoferoller bulunur. Rüşeym yağında bulunan tokotrienoller, rüşeyme karışan kepek ve endospermden kaynaklanmaktadır (Barnes 1982).

Rüşeym yağı, E vitamini açısından diğer yağlar ile karşılaştırıldığında; susam yağından 6 kat, fıstık yağından 14 kat, soya, ayçiçeği ve zeytinyağından 30 kat daha zengin E vitamini içeriğine sahiptir (Anonim 1993).

2.3.3 Rüşeym Yağının Faydaları

Rüşeym, buğdayın filizlenme için gerekli tüm enerji ve besin kaynaklarını bünyesinde barındıran kısmıdır. Rüşeym yağı hem kozmetik hem de besin katkı maddesi olarak geniş kullanımı olan bir yağdır. Doğal enerji kaynağı olarak adlandırılabilen rüşeym yağı, Omega-3 ve Omega-6 yağ asitleri bakımından zengin olup Omega-9 yağ asitlerini de içermektedir. Yapısında doğal A, D, E vitaminleri yanında; B₁, B₂, B₃, B₆ vitaminleri esansiyel yağ asitleri, protein ve mineralleri de içermektedir (İnt.Kyn.1).

Rüşeym E vitamini aktivitesine sahip olup α -tokoferolün zengin doğal kaynaklarından biridir (Dunford 2001). Rüşeym piyasada yüksek E vitamini içeriğiyle bilinir ve rüşeym yağı bir besin takviyesi olarak şifelerde veya kapsüller halinde pazarlanmaktadır. Rüşeym yağının insanın sağlığını geliştirdiği bildirilmiştir. Bu etki yüksek polikosanol içeriği ve özellikle de yüksek oktakosanol içeriğine dayandırılmaktadır. Rüşeym oktakosanol gibi bir potansiyel bir nutrasötik ve fonksiyonel gıda bileşeni olarak artan bir ilgiye sahiptir (Kahlon 1989).

Rüşeym yağı, kozmetik ve ilaç formülasyonlarında, biyolojik böcek kontrol maddelerinde ve gıda ürünlerinde kullanılmaktadır (Kahlon 1989). Rüşeym yağındaki betain, amidoaminelaktat, sülfosüksinat ve amidopropilamin oksit kozmetikte kullanılan bazı rüşeym yağı temelli sürfaktanlardandır (Berdick 1972, Schoenberg 1985). Rüşeym yağı ve onun uçucu bileşenlerinin, C13-C16 doymuş ve doymamış hidrokarbonlar gibi, hekzil benzen, oktanoik asit, α -nanolaktan, ikame naftalenler, dallı siklik ketonlar biyolojik kontrol ajanları olarak faaliyet gösterdikleri belirtilmiştir (Nara *et al.* 1981, Nara and Burcholder 1983).

2.4 Antioksidanlar

Biyolojik düzenleyici rolleri ve besleyici özelliklerinin ötesinde insan sağlığına olumlu katkıları bulunan fonksiyonel bileşenlerden en önemlilerini antioksidanlar oluşturmaktadır (Andlauer and Fürst 1998, Temple 2000, Kris-Etherton *et al.* 2002, Dimitrios 2006, Perera and Yen 2007, Fernandez-Panchon *et al.* 2008).

Antioksidanlar, gerek gıdaları gerekse gıdaları tüketen insanları reaktif oksijen ve nitrojen türleri gibi serbest radikallerin oksidatif zararlarına karşı koruyan kimyasallardır. Antioksidan bileşenlerin en önemli kaynakları bitkisel gıdalar olduğu için diyetle alınan antioksidanlar genellikle fitokimyasal antioksidanlar olarak da adlandırılmaktadır. Gıdalarda doğal olarak bulunan antioksidan bileşenler; serbest radikal bağlayıcı, indirgen ajan, metal şelatlayıcı veya singletoksijen tutucu mekanizmalardan bir veya birkaçı yoluyla antioksidan etkilerini göstermektedir (Lee *et al.* 2004).

Canlıların yaşamı için vazgeçilmez olan oksijen, vücutta cereyan eden normal metabolik aktivite ve bazı çevresel faktörlerin etkisiyle reaktif oksijen türlerine dönüşerek insan sağlığını tehdit edebilmektedir (Langseth 1995, Nichenametla *et al.* 2006). Canlılar sahip oldukları enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan savunma sistemleriyle kendilerini serbest radikallerin zararlı etkilerinden korumaktadır (Thomas 1995, Blomhoff 2005).

Canlılarda oksidan/antioksidan dengesinin antioksidan aleyhine bozulması oksidatif stres gelişimine neden olmaktadır (Fang *et al.* 2002). Son yıllarda yapılan çalışmalar oksidatif stresin yaşlanma başta olmak üzere bazı kanser türleri, kalp damar rahatsızlıkları, katarakt, parkinson, alzheimer ve diyabet gibi kronik hastalıkların oluşumunda önemli rol oynadığını ortaya koymaktadır (Temple 2000, Parke 2001, Kris-Etherton *et al.* 2002, Willcox *et al.* 2004, Wu *et al.* 2004, Nichenametla *et al.* 2006). Oksidatif stres ve ilgili rahatsızlıklardan korunmanın en pratik ve etkili yolu, antioksidanlar bakımından zengin gıdaların tüketilmesidir (Andlauer and Fürst 1998, Lee *et al.* 2004, Blomhoff 2005).

Serbest radikallere karşı koruyucu etkileri olan ve gıdaların yapısında bulunan antioksidan bileşenler arasında tokoferoller, askorbik asit, karotenoidler ve fenolik bileşikler önemli bir yer tutmaktadır (Kaur and Kapoor 2001, Pellegrini *et al.* 2003, Tsao and Deng 2004, Koca ve Karadeniz 2005, Orman ve Bağdatlıoğlu 2005, Nichenametla *et al.* 2006, Perera and Yen 2007).

Buğday ve mısır gibi tüm tane tahıllar fenolik asitler, karotenoidler ve E vitamini bakımından zengin gıdalardır. Fenolikler buğdayın, karotenoidler ise mısırın en önemli antioksidanlarıdır (Andlauer and Fürst 1998, Anıl 2006, Doğan ve Meral 2006, Dykes and Rooney 2007). Bitkisel kaynaklı gıdalarda antioksidan fenolik maddeler çoğunlukla ürünlerin dış tabakalarında (kabuk/kepek), buna karşılık tokoferoller ve karotenoidler ise ürünlerin embriyo/rüşeym ve endosperm/kotiledon tabakalarında yoğunlaşmış durumdadır (Andlauer and Fürst 1998, Dykes and Rooney 2007).

Gıdalarda bulunan antioksidan bileşenlerin fizyolojik etkilerinin en kolay ve ucuz ölçüm yöntemi antioksidan kapasite tayinleridir (Huang *et al.* 2005, Fernandez-Panchon *et al.* 2008). Gıdalarda doğal olarak bulunan antioksidan bileşenlerin ekstraksiyonu, ayrımı ve karakterizasyonu (Tsao and Deng 2004) ile antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla çok sayıda yöntem geliştirilmiştir (Huang *et al.* 2005, Fernandez-Panchon *et al.* 2008).

Gıdalarda oksidasyon reaksiyonlarını yavaşlatan veya önleyen antioksidanlar, lipid oksidasyonunda serbest radikal içeren yağlara elektron veya hidrojen atomu vererek ya da yağ zinciri ile serbest radikaller arasında kompleks oluşturarak serbest radikal zincirine son verirler. Antioksidanlar, kendi elektronlarını vererek serbest radikalleri etkisizleştirirken elektron verdikleri halde serbest radikallere dönüşmezler; dolayısıyla her iki formda da kararlı bileşenlerdir (Anıl 2006). Gıdalarda bulunan antioksidanların söz konusu etkileri sonucunda gıdaların renk, tat ve koku gibi duyuşal özellikleri korunmuş olur (Gür ve Altuğ 2001). Antioksidanlar, serbest radikallerle reaksiyona girerek hücre zararını ve tümör gelişimini önlerler; böylece sağlıklı ve yaşlılık etkilerinin minimum olduğu kaliteli bir yaşam sağlarlar (Başer 2002).

Serbest radikaller; en dış elektron zarfında bir elektron kaybetmiş, dolayısıyla bu elektron açığına kapatabilmek için başka atomların elektronlarını paylaşmaya çalışan atomlardır (Gök ve Serteser 2003). Serbest radikaller genellikle kararsız ve hayli reaktif olup diğer moleküllere enerji verirler (Lee *et al.* 2004). Serbest radikaller vücudun yapıtaşısı olarak bilinen protein, lipid ve DNA gibi birçok biyolojik molekülü okside ederek zarar verebilirler (Choe and Min 2005).

2.4.1 Tokoferoller

E vitamini; bitkiler tarafından sentezlenen, tokoferol ve tokotrienol formlarında bulunan ve yağda çözünen bir antioksidan vitamindir. Bütün klorofil-a içeren dokular ve en başta kloroplastlar tokoferol içermektedir. Tokoferoller yada E vitamininde fenolik hidroksil grubu olan aromatik halka, vitaminin kimyasal olarak aktif bölümünü simgelemektedir. Alifatik yan halkası ise apolar olup molekülü suda çözünmez kılmaktadır. E vitamininin bir antioksidan olarak kabul edilmesinin nedeni, bu bileşiğin kolayca okside olarak diğer oksidasyona duyarlı grupların oksidasyonunu engellemesidir. Hayvansal kaynaklarda, en yüksek vitamin E aktivitesine sahip olan α -tokoferol daha yüksek oranda bulunurken, bitkilerde diğer tokoferoller ile tokotrienoller yaygındır. Bütün tokoferoller ve tokotrienoller esterleşmedikçe antioksidan aktiviteye sahiptir (Saldamlı ve Sağlam 1998, Anıl 2006).

E vitamini aktivitesine sahip 8 farklı tokol bulunmakta; yenilebilir yağlar bu tokollerin tümünü veya bazılarını içermektedir. Doğal olarak meydana gelen sekiz tokolden sadece dört tanesi (α , β , γ ve δ) fizyolojik önem taşımaktadır. Bunların en önemlisi ve en etkili α -tokoferoldür (Saldamlı ve Sağlam 1998, Anıl 2006). Hayvan ve insan dokularında en az etkili olan ise γ -tokoferoldür (Gök ve Serteser 2003). Çünkü bu molekül lipoprotein içine selektif olarak α -tokoferol transferi yapan spesifik bir taşıyıcı proteine sahiptir. Serbest radikaller vücudun kendi endojen antioksidanlarını tükettiği gibi lipitler, proteinler ve nükleik asitler gibi normal biyomolekülleri de bozarlar. α -tokoferol gibi antioksidanlar, bu hasarları serbest radikalleri ve lipitperoksil radikallerini temizleyerek düzenler (Tüzün ve Garip 2005).

Vitamin E antioksidan özelliğinden dolayı kolay oksitlenebilen ve böylece çeşitli bileşiklerin oksidasyonunu önleyen bir öğedir. E vitamininin esas işlevi hücre içi membran bütünlüğünün korunması ve hücre membranlardaki fosfolipitlerin içerdiği doymamış yağ asitlerinin peroksidasyonunu önlemektir. E vitamini ayrıca sinir ve kas fonksiyonunun korunması ve gelişebilmesi içinde önemlidir. Olası işlevleri arasında dişi ve erkek üreme fonksiyonlarındaki organ dejenerasyonunu engelleyici etkileri yer

alır. Tokoferollerin antioksidan etkisi, yüksek oksijen konsantrasyonlarında daha yüksektir. Tokoferoller lipit peroksil radikalleri ile reaksiyona girerek tokoferoksil radikalleri oluşturarak serbest radikalleri giderirler. Başta hücre membranları olmak üzere hücrenin lipit kısımlarını korurlar. Tokoferoller kolesterol oksidasyonunu önleyerek arterosklerozisin (damar sertliği) önlenmesine katkı sağlarlar (Saldamlı ve Sağlam 1998, Gök ve Serteser 2003, Anıl 2006).

E vitamini çeşitli gıda gruplarında yaygın olarak bulunmaktadır. Bunlar arasında; yağlı tohumlar, bitkisel yağlar, koyu yeşil yapraklı sebzeler ve bazı hayvansal gıdalar önemlidir. Ayrıca sert kabuklu meyveler (fındık, ceviz), tahıllar ve kuru baklagillerin embriyo tabakaları E vitamini bakımından zengindir (Saldamlı ve Sağlam 1998, Anıl 2006).

2.4.2 Fenolik Bileşikler

Fenolik bileşikler, bir aromatik halka ve buna bağlı olarak fonksiyonel türevleride dahil bir yada birden fazla hidroksil grubu içeren maddeler olarak tanımlanmaktadır. Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, tat, koku ve renk oluşumundaki etkileri, renk değişimlerine katkıları, antimikrobiyel ve antioksidan etki göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları ve değişik gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi birçok açıdan önem taşımaktadır (Acar 1998, Kim and Lee 2004, Dimitrios 2006, Nichenametla *et al.* 2006).

Birçok bitkisel kaynaklı gıda, en güçlü antioksidanlardan olan fenolik fitokimyasalları içermekte ve oksidatif zararlara karşı vücut savunmasına katkıda bulunmaktadır. Bu bileşikler hem gıdaları bozulmalara karşı korumakta hem de tüketilmeleri sonucu vücudumuza antioksidan madde sağlamaktadırlar (Kim and Lee 2004, Anıl 2006, Fernandez-Panchon *et al.* 2008).

2.5 Literatür Araştırmaları

Türkiye’de rüşeym ve rüşeym yağları üzerine az sayıda çalışma yapılmasına karşın dünya genelinde konu ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır.

Jiang and Niu (2011), SC-CO₂’le ekstrakte edilen rüşeym yağlarının optimizasyonu üzerine yaptıkları çalışmada rüşeymin %23 protein, %11 nem, %10 yağ ve %4 kül içerdiğini belirtmişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada solvent ekstraksiyonuyla ve SC-CO₂ ekstraksiyonuyla elde ettikleri rüşeym yağlarının yağ asidi kompozisyonlarını karşılaştırdıklarında ekstraksiyon yönteminin yağ asidi dağılımında çok önemli farklılıklar oluşturmadığını bildirmişlerdir. Solvent ekstraksiyonuyla elde edilen rüşeym yağının %13,19 doymuş yağ asidi, %14,58 tekli doymamış yağ asidi ve %68,93 çoklu doymamış yağ asidi içerdiği bulunmuştur. Yine aynı çalışmada rüşeym yağının serbest yağ asitliği 12,8 mg KOH/g, peroksit değeri 2,95 meq O₂/kg, iyot sayısı 142,8 g/kg, toplam fenolik madde içeriği 4,02 µg gallik asit eşdeğeri(GAE)/ml ve α-tokoferol içeriği ise 1544 mg/kg olduğu belirtilmiştir.

El-Shami vd. (2011), kloroform/metanol ve hekzanla ekstrakte edilen rüşeym yağlarının yağ asidi kompozisyonları ve besin değerleri üzerine yaptıkları çalışmada kloroform/metanol ekstraksiyonunda yağ verimini %10,5 bulurken hekzan ekstraksiyonunda %10 olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada kloroform/metanol ekstraksiyonunda peroksit değeri 0,9 meq O₂/kg, iyot sayısı 115 g/100g, serbest yağ asitliği değeri 4,5 mg KOH/g ve α-tokoferol içeriği 1665 mg/kg olarak bulunurken hekzan ekstraksiyonunda peroksit değeri 1,1 meq O₂/kg, iyot sayısı 120 g/100g, serbest yağ asitliği değeri 5 mg KOH/g ve α-tokoferol içeriği 1640 mg/kg olarak bulunmuştur (El-Shami *et al.* 2011).

Oymak (2006), pilot ölçekli fiskiyeli yatak kullanarak buğday rüşeymi stabilizasyonu üzerine Ankara’da yaptığı çalışmada rüşeymin nem içeriğini %9-11, yağ içeriğini %10-12 ve kül içeriğini %4,8 olarak saptanmıştır.

Dunford (2005), değişik kaynaklardaki embriyo yağları üzerine yaptığı araştırmada rüşeym yağının doymamış yağ asidi içeriğini %81,8 ve çoklu doymamış yağ asidi içeriğini %66,2 olarak bildirmiştir.

Eisenmenger and Dunford (2008), rüşeym yağlarının biyoaktif bileşenleri üzerine yaptıkları çalışmada, hekzanla ekstrakte edilen rüşeym yağlarının %7,9 serbest yağ asidi ve 1510 mg/kg α -tokoferol içerdiğini bildirmektedir. Aynı çalışmada rüşeym yağlarının yağ asitlerinin %57-58'ini linoleik asidin, %16'sını doymamış yağ asitlerinin, %23'ünü tekli doymamış yağ asitlerinin ve %61'ini çoklu doymamış yağ asitlerinin oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Dunford and Martinez (2003), SC-CO₂ ekstraksiyonuyla ve solvent ekstraksiyonuyla elde edilen rüşeym yağlarındaki besleyici komponentler üzerine çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada solvent ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarda 1377 mg/kg α -tokoferol ve SC-CO₂ ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarda ekstraksiyon süresine bağlı olarak 15 dakika ekstraksiyonda 1353 mg/kg α -tokoferol ve 60 dakika ekstraksiyonda 1176 mg/kg α -tokoferol içerdiğini bulmuşlardır. Dunford and Martinez (2003)'de Jiang and Niu (2011)'nin araştırmasında olduğu gibi ekstraksiyon metodunun yağ asidi kompozisyonunu etkilemediğini tespit etmişlerdir. Buna göre solvent ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarda önemli düzeyde bulunan yağ asitleri %56,5 linoleik asit, %16,7 palmitik asit, %14,6 oleik asit ve %6,2 linolenik asit olarak belirtilmiştir.

Arshad vd. (2008), rüşeym yağı içeren keklerin besin değerini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada; kullanılan rüşeym yağının yağ asidi dağılımını %56,99 linoleik asit, %18,09 palmitik asit, %14,69 oleik asit ve %9,51 linolenik asit, %82 doymamış yağ asidi ve bununda %66'sının çoklu doymamış yağ asidi olduğunu belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada rüşeym yağının α -tokoferol içeriğini ise 1660 mg/kg olarak tespit etmişlerdir (Arshad *et al.* 2008).

King (1962), ticari rüşeymlerdeki fenolik bileşikler üzerine yaptığı çalışmada toplam fenolik madde içeriği ferulik asit eşdeğeri cinsinden 3,49 mg/g rüşeym olarak bulmuştur.

Melikoğlu (2005), ham ve kavrulmuş rüşeymlerden elde edilen etanol ekstraktlarının toplam fenolik ieriiklerini karakterize etmiştir. Toplam fenolik madde içeriğini ham rüşeymlerde 2 mg GAE/g rüşeym ve kavrulmuş rüşeymlerde 1,7 mg GAE/g rüşeym olarak belirlemiştir.

Gelmez (2008), kavrulmuş buğday rüşeyminden ultrason desteği ve SC-CO₂ kullanımıyla antioksidan özütlenmesi üzerine bir çalışma yürütmüştür. Bu alışmada SC-CO₂ ekstraksiyonunda toplam fenolik madde içeriğini 3-7 mg GAE/g ekstrakt, antioksidan aktiviteyi 40-165 mg DPPH süpürücü/g ekstrakt, toplam tokoferol içeriğini 0,31 mg tokoferol/g rüşeym ve 7,14 mg tokoferol/rüşeym yağı bulunmuştur. Ultrason destekli ekstraksiyonda ise toplam fenolik madde içeriğini 13-22 mg GAE/g ekstrakt, antioksidan aktiviteyi 31-60 mg DPPH süpürücü/g ekstrakt, toplam tokoferol içeriğini 0,33 mg tokoferol/g rüşeym ve 1,17 mg tokoferol/rüşeym yağı olduğu belirtilmiştir.

Dolde vd. (1999) tarafından incelenen buğday çeşitlerinin embriyo/rüşeym yağında 1947-4082 mg/kg arasında değişen miktarlarda tokoferol (β -tokoferol 229-562 ppm, α -tokoferol 601-1396 ppm, γ -tokoferol 1135-2232 ppm) belirlenmiştir (Dolde *et al.* 1999).

Krings and Berger (2001) tarafından yapılan çalışmada, kavrulmuş buğday tanesinin etanol ekstraktında 22,2 μ g/mL toplam fenolik madde belirlenmiştir. Adom and Liu (2002) buğdayın fenolik madde içeriğini 150 mg GAE/100g ve toplam antioksidan kapasitesini 76,7 μ mol C vitamini eşdeğeri/g olarak bildirmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

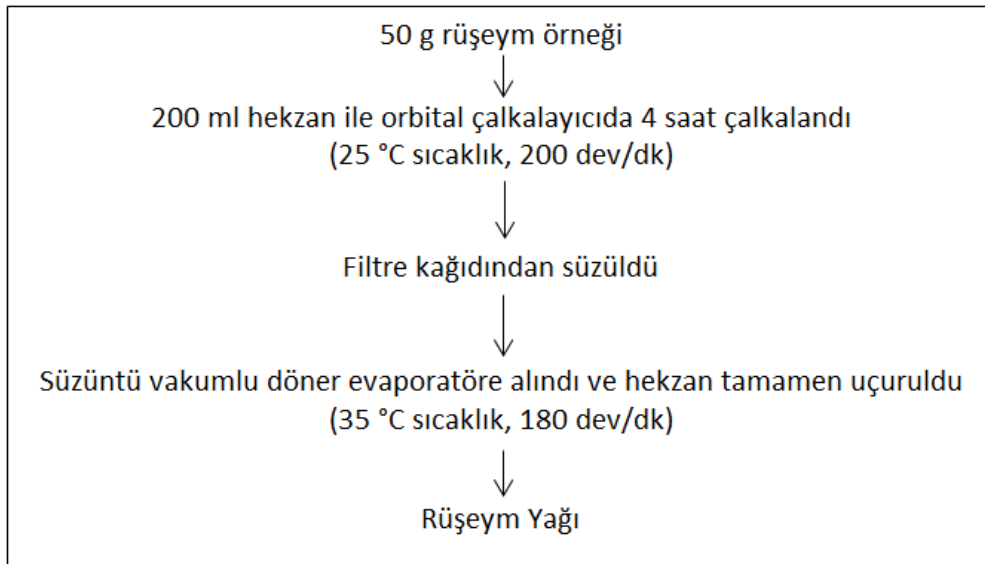
3.1 Materyal

3.1.1 Rüşeym

Bu çalışmada materyal olarak kullanılan rüşeymler 2011 hasat dönemine ait Bezostaja-1 ve Esperia ekmeklik buğday çeşitleri ile Ç-1252 makarnalık buğday çeşidinden elde edilmiştir. Bezostaja-1 ve Ç-1252 buğday rüşeymi numuneleri Tekbaşak Un Sanayi (Afyon)'den, Esperia buğday rüşeymi ise Marmara Un Sanayi (Ankara)'den temin edilmiştir.

3.1.2 Rüşeym Yağı

Rüşeym örneklerinden yağ ekstraksiyonu Megahad and El-Kinawy (2002)'in kullandığı metodun modifiye edilmesiyle yapılmıştır. Rüşeym yağının ekstraksiyonu için uygulanan yöntem Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Rüşeym yağı ekstraksiyonu

3.2 Metot

3.2.1 Rüşeym Numunelerinde Nem Oranı Tayini

Rüşeym örneklerinin rutubet oranı, AACC Method 44-01'e göre belirlenmiştir. Yaklaşık 10 g örnek, daha önce sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış kaplara tartıldıktan sonra 105°C'deki etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Rutubet oranı ağırlık kaybından % olarak aşağıdaki formülden hesaplanmıştır (Anonim 1990a).

$$\text{Nem içeriği (\%)} = \frac{A_1 - A_2}{A_1} \times 100 \quad (3.1)$$

A₁: Tartılan örnek miktarı (g)

A₂: Etüvden çıktıktan sonraki sabit tartım (g)

3.2.2 Rüşeym Numunelerinde Yağ Oranı Tayini

Rüşeym numunelerinin yağ oranı klasik Soxhlet yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Homojen haldeki rüşeym örneklerinden 3-5 g Soxhlet kartuşlarına tartılarak petri kabına konulmuştur. Kuru madde tayininde olduğu gibi 105 °C'deki etüvde örneğin nemi uçurulmuş ve nemi uçurulan örnek desikatöre alınarak soğutulmuştur. Ekstraksiyon cihazı balonları, kaynama taşlarıyla birlikte sabit tartıma getirilmiştir. Kartuşlar yaklaşık 8 saat hekzanla ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Ekstraksiyon tamamlandıktan sonra içinde çözücü (hekzan) bulunan balon yaklaşık 1 saat çözücü uçana kadar etüvde tutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra 0,001 g duyarlılıkta tartılmıştır. Örneklerde bulunan yağ oranları balondaki ağırlık artışından yararlanılarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Anonim 2000a).

$$\text{Yağ oranı (\%)} = \frac{M_2 - M_1}{m} \times 100 \quad (3.2)$$

M_1 : Sabit tartıma getirilmiş balonun ağırlığı (g)

M_2 : Sabit tartıma getirilmiş balonun ağırlığı+ Kalıntı ağırlığı (g)

m: Alınan örneğin ağırlığı (g)

3.2.3 Rüşeym Numunelerinde Protein Oranı Tayini

Bu çalışmada rüşeym örneklerinin protein analizleri Kjeldahl yöntemi ile Foss marka yarı otomatik cihaz ile yapılmıştır. Yaklaşık 1 g örnek yakma tüpü içerisine 0,001 g hassasiyetle tartılmış, üzerine 2 tablet katalizör (3,5 g K_2SO_4 , 0,035g Se) ve 15 ml derişik sülfürik asit ilave edilerek yakma cihazına yerleştirilmiştir. Örnek berrak yeşil renk alana kadar yakma işlemine devam edilmiştir. Yeşil renk oluşumundan sonra tüp bir müddet soğuması için bekletilerek üzerine 70 ml saf su ilave edilmiştir. Bu işlemlerden sonra tüp destilasyon cihazına takılmış ve aletin deposundaki %33'lük NaOH'ten 50 ml otomatik olarak tüpün üzerine ilave edilmiştir. Diğer taraftan 25 ml %1'lik borik asit erlenmayer içerisine konup sisteme bağlanarak destilasyon cihazı çalıştırılmıştır. Destilasyon sona erdikten sonra toplanan destilat 0,2 N HCl ile titre edilmiş ve sarfiyat miktarı aşağıdaki formüle yerleştirilerek % protein olarak hesaplanmıştır (Özkaya ve Özkaya 1990).

$$\text{Protein (\%)} = \frac{(\text{Sarfiyat-kör}) \times \text{Normalite} \times 0,014 \times 100 \times F}{\text{Örnek Miktarı}} \quad (3.3)$$

F: Numuneye özgü faktör (5,70)

3.2.4 Rüşeym Numunelerinde Kül Oranı Tayini

Yaklaşık 3 g rüşeym örneği sabit tartıma getirilmiş kül krozesine tartılmıştır. Kroze 900 °C'deki kül fırını içine koyulmuştur. Yakma işlemine, yaklaşık 2 – 2,5 saat kadar devam edilmiştir. Kül etme işlemi tamamlandığı ve külde değişmez bir renk elde edildiği zaman, kroze fırından çıkarılmış ve ısıya dayanıklı bir levha üzerinde, 1 dakika soğumaya bırakılmıştır. Sonra desikatör içine alınmıştır. Külün nem çekme özelliği

nedeniyle oda sıcaklığına ulaşır ulaşmaz 0,1 mg duyarlıkla hızlıca tartılmış ve numunenin kül oranı % olarak aşağıdaki formülden hesaplanmıştır (Anonim 2000b).

$$\text{Kül (\%)} = \frac{M_2 - M_1}{m} \times \frac{100}{100 - H} \quad (3.4)$$

Kül: Kuru madde üzerinden kül oranı (%)

M₁: Krozenin ağırlığı (g)

M₂: Kalıntının+krozenin ağırlığı (g)

m: Numune miktarı (g)

H: Numunenin rutubet oranı (%)

3.2.5 Rüşeym Yağı Numunelerinde Serbest Yağ Asitliği Tayini

Serbest yağ asitliği, 100 g yağdaki serbest asitleri nötralize etmek için gerekli potasyum hidroksit (KOH) mg olarak miktarıdır. Rüşeym yağı örneklerinin yüzde serbest yağ asitliği, AOCS Official Method Ca 5a-40'a göre yapılmıştır (Anonim 1989). Yağ örnekleri yaklaşık 3 g duyarlıkla bir erlene tartılmış ve 75 ml %95'lik etil alkolde çözülmüştür. İndikatör (belirteç) olarak 3-4 damla fenolfitalein damlatılarak 0.01 N KOH çözeltisi ile renk pembe oluncaya kadar (30 saniye bu renk kalmalı) titre edilmiştir. Örneklerin % serbest yağ asitliği aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Serbest yağ asitliği (\% oleik asit)} = \frac{(V \times N \times 28,2)}{M} \quad (3.5)$$

N: KOH çözeltisinin normalitesi

V: Titrasyonda harcanan KOH çözeltisinin ml'si

M: Tartılan örnek miktarı (g)

28,2: 282 (Oleik asidin molekül ağırlığı)x100/1000

3.2.6 Rüşeym Yağı Numunelerinde Peroksit Değeri Tayini

Peroksit değeri yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 kg yağdaki aktif oksijenin mili eşdeğer gram olarak miktarıdır. Rüşeym yağı örneklerinin peroksit sayısı, AOCS Official Method Cd8-53'e göre yapılmıştır (Anonim 1989). Örneklerden yaklaşık 0.8 g 250 ml'lik ağzı rodajlı erlenlere tartılmış, üzerine 30 ml asetik asit:kloroform (3:2 v/v) ilave edilmiştir. Sonra 0.5 ml doymuş potasyum iyodür (KI) çözeltisi ilave edilerek, 1 dakika süresince çalkalanmıştır. Bu süre sonunda 30 ml destile su ilave edilmiştir. İndikatör olarak nişasta çözeltisinden 3-4 damla ilave edilerek, 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir. Peroksit sayısı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Peroksit sayısı (meq O}_2\text{/kg yağ)} = \frac{(S-B) \times N \times 1000}{M} \quad (3.6)$$

S: Titrasyonda harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin ml'si

B: Kör (şahit) için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin ml'si

N: Sodyum tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

M: Tartılan örnek miktarı (g)

3.2.7 Rüşeym Yağı Numunelerinde İyot Sayısı Tayini

İyot sayısı yağlarda doymamışlığın ölçüsü olup, 100 g yağın bağladığı iyodun belirlenmesidir. Rüşeym yağı örneklerinin iyot sayısı tayini AOCS Method Cd 1-25 (Anonim 1989)'e göre yapılmıştır. Numune üzerine 4 g susuz sodyum sülfat ve 1 g süzme yardımcı maddesi (kum vb.) koyularak süzülmüştür. Süzüntü tamamen berrak olmalıdır. Örnek 250 ml'lik cam kapaklı bir erlen içine 0,0001 g duyarlılıkla tartılmıştır. Yağı çözmek için 15 ml karbon tetra klorür ve 25,0 ml Wijs çözeltisi katılmıştır. Erlenin kapağı kapatılıp hafif çalkalanmıştır. Karanlıkta 1 saat bekletildikten sonra 100 ml su ve 20 ml %10'luk potasyum iyodür çözeltisi ilave edilmiştir. 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisiyle iyodun sarı rengi açılıncaya kadar titre edilmiştir. Renk açıldıktan sonra birkaç damla nişasta indikatörü eklenmiştir. Oluşan mavi renk kaybolup, tamamen

beyaz renk elde edilinceye kadar titrasyona devam edilmiştir. Bir de kör deneme yapılmıştır.

$$\text{İyot Sayısı} = \frac{N \times f \times (V_2 - V_1) \times 0,1269 \times 100}{M} \quad (3.7)$$

N: Sodyum tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

f: Sodyum tiyosülfat çözeltisinin faktörü

V₂: Kör denemede harcanan sodyum tiyosulfat miktarı (ml)

V₁: Örnek için harcanan sodyum tiyosulfat miktarı (ml)

M: Örnek miktarı (g)

3.2.8 Rüşeym Yağı Numunelerinde Kırılma İndisi Tayini

Rüşeym yağlarının kırılma indisi 20 °C’de Abbe refraktometresi ile belirlenmiştir. Kırılma indisi, AOCS Official Method Cc 7-25’e göre yapılmıştır (Anonim 1989).

3.2.9 Rüşeym Yağı Numunelerinde Renk Tayini

Rüşeym yağı örneklerinin renkleri “Minolta L*,a*,b*” renk ve renk farklılığını ölçme aletinde ölçülmüştür. Minolta L* (lightness) aydınlık derecesini ölçmektedir. Ölçülen bu değerler 0-100 arasında değişmektedir. 0 siyahlığı 100 ise tam beyazlığı gösterirken, Minolta +a* kırmızılığı, Minolta –a* yeşilliği, Minolta +b* sarılığı ve Minolta –b* maviliği göstermektedir (Anonim 1992, Batu ve ark. 1997).

3.2.10 Rüşeym Yağı Numunelerinin Yağ Asitleri Bileşiminin Belirlenmesi

Yağların yapıtaşı olan yağ asitlerinin gaz kromatografisi analizinin yapılabilmesi için metil esterleri gibi türevlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu işlem için değişik metotlar kullanılmaktadır. Yağ asitlerinin metil esterleri International Olive Oil Council (Anonim 2001a)’in belirttiği metoda göre hazırlanmıştır.

Metil Esterlerin Hazırlanması: Esterleştirme için deney tüpüne 0,5 ml rüseyim yağı örneği alınır. Üzerine 1 ml 2 N Metanollü KOH çözeltisi ve 7 ml n-Heptan ilave edilmiştir. Tüpün kapağı kapatılarak 30 saniye kuvvetlice çalkalanır. 1 saat bekledikten sonra üstteki berrak kısım alınmıştır. Daha sonra 2 ml'lik viallere alınarak enjeksiyona hazır hale getirilmiştir.

Gaz Kromatografisinde Yağ Asitlerinin Belirlenmesi: Yağ asitlerinin belirlenmesinde AOAC'nin belirttiği yöntem kullanılmıştır. Metil esterleri hazırlanan ve viallere alınan örnekler gaz kromatografisi cihazının otomatik enjektörüyle 1µl alınıp kromatografi cihazında pikler saptanmıştır. Örneklerden elde edilen pikler, yağ asitleri standart pikleriyle karşılaştırılarak tanımlanmış ve yağ asitleri % olarak hesaplanmıştır (Anonim 1990b).

Gaz kromatografisi ve çalışma koşulları aşağıda belirtilmiştir.

Cihaz	: Agilent Technologies 6890 N Network GC System
Dedektör	: Alev İyonizasyon Dedektörü (FID)
Kolon	: Supelco SP-2380 (60 m uzunluk, 250 µm kalınlık, 0,20 µm çap)
Fırın çalışma sıcaklığı	: Başlangıç 165 °C (30 dk) Son Sıcaklık 200 °C (5 dk)
Taşıyıcı gaz	: Hidrojen 30 ml/dk Hava 300 ml/dk
Split oranı	: 70:1
Sıcaklıklar	: Enjektör 270 °C Dedektör 290 °C
Süre:	: 52,5 dk

3.2.11 Rüşeym Yağı Numunelerinde Antioksidan Aktivite Tayini

Bu çalışmada rüşeym yağı örneklerinin antioksidan aktivite tayini DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) yöntemiyle belirlenmiştir. DPPH serbest radikal yakalama yönteminde, kararlı ve sentetik bir radikal olan DPPH kullanılır ve antioksidanın bu serbest radikali yakalama yeteneği ölçülerek antioksidan aktivite tanımlanır (Pokorny *et al.* 2001)

Örneklerin ekstraksiyonu ve standardın hazırlanması: Rüşeym yağı örneklerinin antioksidan aktivitesinin belirlenmesi için öncelikle örneklerin ekstraktlarının hazırlanması gerekmektedir. Bunun için 1,5 g rüşeym yağı örneği 50 ml'lik falcon tüpüne alınır ve üzerine 5 ml %80'lik metanol eklenir. Bu karışım 3 kere 3000 dev./dk da 5 dakika santrifüjlenir. Ekstraksiyonlar bir araya toplanır ve azot gazı altında metanol uçurulur. Kalıntı 5 ml metanolde çözündürülür, filtre edilir ve metanolü 40 °C'de uçurulur. Yeniden 4 ml metanol içerisinde çözündürülür ve ekstraksiyon tamamlanır.

Kalibrasyon için troloks (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilik asit) standardı kullanılmıştır. Kullanılacak standart troloks 1×10^{-3} M olacak şekilde hazırlanmıştır. Molekül ağırlığı 250,29 g olan trolokstan 0,025029 g tartılıp 100 ml'ye etanolle tamamlanmıştır. Buradan 0, 5, 10, 25 ve 50 alınıp 517 nm de absorbansları okunmuştur. Aşağıda verilen % DPPH Radikali Giderme Aktivitesi formülünden yararlanarak kalibrasyon eğrisi çizilmiştir.

Örneklerin analiz edilmesi: Rüşeym yağı örneklerinin analizi, Yu vd. (2002)'nin uyguladığı metoda göre yapılmıştır. Bu yöntemde göre, belli bir konsantrasyon aralığındaki uygun oranda seyreltilmiş örnek ekstratlarından ve standart madde trolokstan 0,1 ml alınmış ve üzerine 3,9 ml DPPH metanol solusyonu (6×10^{-5} M) ilave edildikten sonra vortekste karıştırılmıştır. Reaksiyon stabil duruma gelinceye kadar oda sıcaklığında, karanlıkta 30 dk bekletilmiştir. Denge noktası başlangıçta mavi-mor renge daha sonra sarıya dönüşecektir. Reaksiyon sonucunda oluşan rengin absorbansı, Varian marka Cary 5000 UV-Vis-NIR model spektrofotometrede 517 nm de ölçülmüştür. Ekstrakt yerine metanol ve DPPH çözeltisi alınarak kontrol örneği hazırlanmış ve aynı şartlarda bunun absorbansı da belirlenmiştir.

Antioksidan aktivite başlangıçtaki DPPH derişiminin %50'sinin azalması için harcanan antioksidan miktarını ifade eden IC₅₀ (etkin konsantrasyon) değeri ile verilir (Brand-Williams et al. 1995). Absorbanstaki düşüş ne kadar büyükse antioksidan aktivite o kadar yüksek demektir. DPPH radikalini süpürme aktivitesi reaksiyonu inhibe etme yüzdesi şeklinde ifade edilmek üzere aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı:

$$\% \text{ DPPH Radikali Giderme Aktivitesi} = \frac{\text{Kontrolün Abs.} - \text{Örneğin Abs.}}{\text{Kontrol Absorbansı}} \times 100 \quad (3.8)$$

DPPH'in %50'sinin inhibisyonunu sağlayan ekstrakt ve standart madde konsantrasyonu IC₅₀ olarak tanımlanır. Bu değer çalışılan konsantrasyonlara karşı % serbest radikal giderme aktivite değerlerinin yerleştirilmesi ile elde edilen grafik kullanılarak hesaplanmıştır ve sonuçlar IC₅₀ = µmol/g olarak verilmiştir. Analizler 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların ortalaması alınmıştır.

3.2.12 Rüşeym Yağı Numunelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini

Bitki ve gıda örneklerinin spektrofotometrik toplam fenol tayinlerinde Folin-Ciocalteu metodu en yaygın kullanılan metottur. Rüşeym yağlarının toplam fenolik madde içeriklerinin belirlenmesinde bu metot kullanılmıştır.

Rüşeym yağı örneklerinin analizi yapılmadan önce örneklerin ekstraktları hazırlanmıştır ve analiz Lowry metoduna göre yapılmıştır. Örneklerin asitli su ve asitli metanol ekstraktlarının toplam fenol tayinleri bazik ortamda Folin-Ciocalteu fenol reaktifi kullanılarak yapılmıştır. 0,1 M NaOH içinde %2'lik Na₂CO₃ olacak şekilde Lowry A çözeltisi ve %1'lik NaKC₄H₄O₆ içinde %0,5 CuSO₄ olacak şekilde Lowry B çözeltisi hazırlanır. Lowry A ve Lowry B 50:1 (v/v) oranında karıştırılarak Lowry C çözeltisi hazırlanır. Deney tüplerine x mL örnek/standart konulmuştur. Üzerine (2-x) mL saf su ve 2,5 mL Lowry C ilave edilerek karıştırılır, 10 dk beklenmiştir. Süre sonunda 1:3 oranında su ile seyreltilmiş Folin-Ciocalteu reaktifinden 0,25 mL ilave edilerek karıştırılır ve karanlıkta, oda sıcaklığında 30 dk bekletilmiştir. 30 dk sonunda oluşan

mavi renk 750 nm dalga boyunda örneklerin ve standartların absorbanans değerleri okunmuştur. Toplam fenol tayini çalışmalarında standart madde olarak gallik asit kullanılmıştır. Kalibrasyon grafiği için 0-50 mg/L konsantrasyon aralığında gallik asit çözeltileri hazırlanmıştır. En küçük kareler yöntemiyle doğru denklemi hesaplanmıştır. Ekstraktlar için toplam fenol miktarları hesaplanan kalibrasyon denklemi kullanılarak mg gallik asit/100 g örnek olarak ifade edilmiştir.

3.2.13 Rüşeym Yağı Numunelerinin E Vitamini (α -tokoferol) Tayini

Vitamin ve antioksidan etkisi olan ve birçok doğal üründe bulunan E vitamini, Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC) yöntemi ile analiz edilir. Rüşeym yağı örneklerinin E vitamini içerikleri belirlenmesinde Shimadzu LC- 10A (Kyoto, Japonya) markalı HPLC cihazı kullanılmıştır.

HPLC ve çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

Cihaz	: Shimadzu LC- 10A
Kolon	: Nucleodur C ₁₈
Kolon Sıcaklığı	: 30 °C
Hareketli faz	: Metanol
Akış Hızı	: 1,0 ml/dk
Dedektör	: UV/Visible-Diode array dedektör (290 nm)
Enjeksiyon hacmi	: 10 µL

Örneklerin ve Standartların Hazırlığı: Her bir örnekten 2,5 g tartılarak 25 ml'lik balon jöjeler içine alınmıştır. Balon jöje dolun çizgisine kadar bütanol ile tamamlanarak numuneler hazırlanmıştır. Kalibrasyon için, 0-400 mg saf α -tokoferol içerecek standart çözeltiler hazırlanmış ve standardın hazırlanması da bütanol kullanılarak yapılmıştır.

Örneklerin Analizi ve Sonuçların Hesaplanması: Derişimi bilinen standartlar sisteme enjekte edilmiştir. Standart çok saf olduğu için deney sonucunda sadece tek pik gözlenmiştir. Standardın kolondan çıkış süresi (alikonma süresi) tespit edilmiştir. Analiz

edilecek çözelti sisteme enjekte edildiği zaman elde edilen kromatogramda değişik zamanlarda gelen birden fazla pik olması muhtemeldir. Bu nedenle de standardın alikonma süresine denk gelen pik o kromatogramda bizim aradığımız pik olacaktır. Daha sonra derişimi bilinen standardın verdiği pikin altında kalan alan hesaplanmıştır. Örnek kromotogramındaki yeri tespit edilen bileşenin (α – tokoferol) pikinin altında kalan alan hesaplanmıştır. Sonuçta kalibrasyon eğrisinden yararlanarak analiz edilen bileşenin derişimi hesaplanmıştır.

3.2.14 İstatiksel Analizler

Araştırmada elde edilen sonuçların istatiksel değerlendirmesi SAS (Statical Analysis System) 8.0 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda numunelere ait analiz sonuçları arasındaki farklılıklar %95 önem seviyesine göre Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma genel olarak iki grup analiz ile yürütülmüştür. Birinci grup analizlerde rüşeyme ilişkin, protein oranı, yağ oranı, mineral madde oranı gibi klasik bileşim unsurları belirlenmiştir. İkinci grup analizlerde ise rüşeym yağına ilişkin serbest yağ asitliği oranı, peroksit sayısı, kırılma indisi gibi yağlarda klasik kalite göstergesi parametreler ve yağ asitleri dağılımı, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve E vitamini tayini gibi kromatografik ve spektrofotometrik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada ülkemizde çok fazla kullanım alanı olmayan, hakkında az sayıda çalışma bulunan rüşeym ve rüşeym yağının bioaktif nitelikleri başta olmak üzere beslenme ve sağlık açısından taşıdığı önemin ortaya konması hedeflenmiştir.

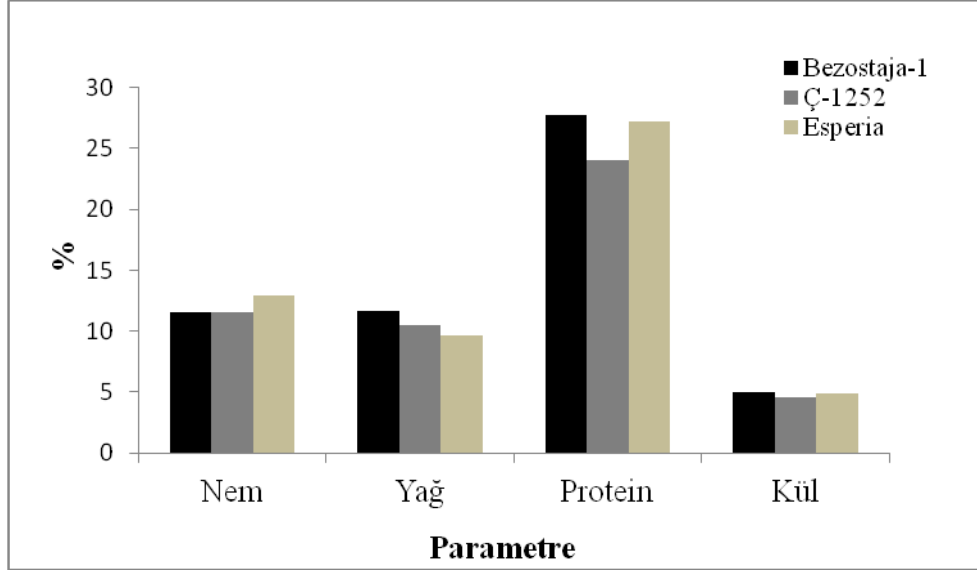
4.1 Rüşeym Numunelerine İlişkin Analiz Bulguları

Araştırmanın ana materyalini oluşturan Bezostaja-1, Ç-1252 ve Esperia buğday çeşitlerine ait rüşeym örneklerinin nem, yağ, protein ve kül oranları Çizelge 4.1’de ve Şekil 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Rüşeym örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler (%)

Örnek	Nem	Yağ	Protein	Kül
Bezostaja-1	11,59 ^b	11,67 ^a	27,70 ^a	5,03 ^a
Ç-1252	11,58 ^b	10,44 ^a	23,99 ^b	4,58 ^c
Esperia	12,96 ^a	9,68 ^a	27,26 ^a	4,87 ^b

*Aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.1 Rüşeym örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerin dağılımı

Bezostaja-1, Ç-1252 ve Esperia buğday çeşitlerine ait rüşeym örneklerinin nem içerikleri %11,58 (Ç-1252) ve %12,96 (Esperia) arasında bulunmuştur. Bezostaja-1 ve Ç-1252 örneklerinin nem içeriği arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken ($p>0,05$), Esperia örneğinin nem içeriğinin diğer örneklerden farkı istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Bezostaja-1 ve Ç-1252 rüşeymlerinin nem değerlerinin yakın olmasının sebebi bu örneklerin aynı işletmeden temin edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Buğdayın öğütülme öncesinde belirli bir nem içeriğine sahip olması için tavlama işlemi yapılmaktadır. Tavlama işlemin buğdaylara verilen su miktarı ve dinlendirme süresi işletmelere göre farklılık göstermesi nedeniyle farklı işletmeden temin edilen Esperia rüşeym örneğinin nem içeriği diğerlerine göre farklı bulunmuştur.

Rüşeymlerin nem içeriklerinin belirlendiği benzer çalışmalar incelendiğinde, nem içeriği Kirk ve Sawyer (1991)'in yaptığı çalışmada %9-12 arasında, Oymak (2006)'ın çalışmasında ise %9-11 arasında olduğu belirtilmiştir. Buna göre yapılan bu çalışmayla elde edilen sonuçlar ile daha önce yapılan çalışmalardaki sonuçlarının benzer olduğu saptanmıştır.

Rüşeymlerin kuru madde üzerinden yağ içerikleri %9,68 (Esperia) ve %11,67 (Bezostaja-1) arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Her üç örneğin yağ içerikleri arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Rüşeymin yağ oranının belirlendiği çalışmalar incelendiğinde bulgularımızın daha önce yapılan çalışma bulguları ile benzer olduğu saptanmıştır (Kirk and Sawyer 1991, Oymak 2006, Xie and Dunford 2011).

Rüşeym örneklerinin protein içerikleri %23,99 (Ç-1252) ve %27,70 (Bezostaja-1) arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Bezostaja-1 ve Esperia örneklerinin protein içerikleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken ($p>0,05$), Ç-1252 örneğinin protein içeriği arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Rüşeym bitkisel kökenli olmasına rağmen içerdiği proteinlerin, hayvansal proteinler gibi besleyici değeri vardır (Jones and Widness 1946) Rüşeym örneklerinin protein içerikleri değerlerinin farklı olma sebebi buğday türlerinin farklı olmasına, buğdayların yetiştirme koşullarının ve çevre şartlarının farklı olmasına bağlanmıştır. Rüşeymlerin protein içeriklerinin belirlendiği literatürler incelendiğinde; rüşeymlerin protein içeriğini Posner and Li (1991) %26-35, Atwell (2001) %26, Kirk and Sawyer (1991) ise %25-30 arasında olduğunu araştırmalarında rapor etmişlerdir. Bu çalışmada bulunan sonuçlar ile daha önce yapılan çalışma sonuçları paralel olduğu saptanmıştır.

Rüşeym örneklerinin kül içerikleri %4,58 (Ç-1252) ve %5,03 (Bezostaja-1) arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). Her üç örneğe ait kül değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Rüşeymlerin kül miktarlarının belirlendiği benzer çalışmalar incelendiğinde bulguların; bazı çalışma sonuçlarıyla uyumlu olduğu bulunurken (Oymak 2006, Gelmez 2008, Xie and Dunford 2011) bazı çalışmalara göre daha yüksek bulunmuştur (Posner and Lie 1991, Atwell 2001, Jiang and Niu 2011). Kül içeriği mineral maddelerin bir göstergesi olup, buğdayın kabuk ve rüşeym kısımlarında kül yoğun olarak bulunmaktadır. Rüşeymin ayrılması sırasında rüşeyme un ve kepek karışması kül miktarını etkilemektedir. Rüşeym ayırımında üniform bir ayırma sağlanamadığından kül miktarı çalışmalar arasında farklılıklar gösterebilmektedir.

4.2 Rüşeym Yağı Analiz Bulguları

4.2.1 Rüşeym Yağlarının Fiziksel ve Kimyasal Analizlerine İlişkin Bulgular

Rüşeym yağı örneklerinin serbest yağ asidi oranları, peroksit sayısı değerleri, iyot sayıları, kırılma indisi ve renk parametrelerine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.2’de ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Rüşeym yağı örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal özelliklere ilişkin sonuçlar

Örnek	Serbest Yağ Asitliği	Peroksit Sayısı	İyot Sayısı	Kırılma İndisi	L*	Renk a*	b*
Bezostaja-1	1,53 ^b	1,68 ^b	135,32 ^a	1,4635 ^b	51,17 ^a	3,92 ^a	34,26 ^a
Ç-1252	1,82 ^b	1,45 ^b	130,20 ^b	1,4602 ^c	50,93 ^a	0,75 ^b	35,19 ^a
Esperia	4,95 ^a	2,73 ^a	135,78 ^a	1,4672 ^a	49,39 ^a	3,20 ^a	32,17 ^a

*Aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).

** Serbest yağ asitliği % oleik asidi cinsinden verilmiştir.

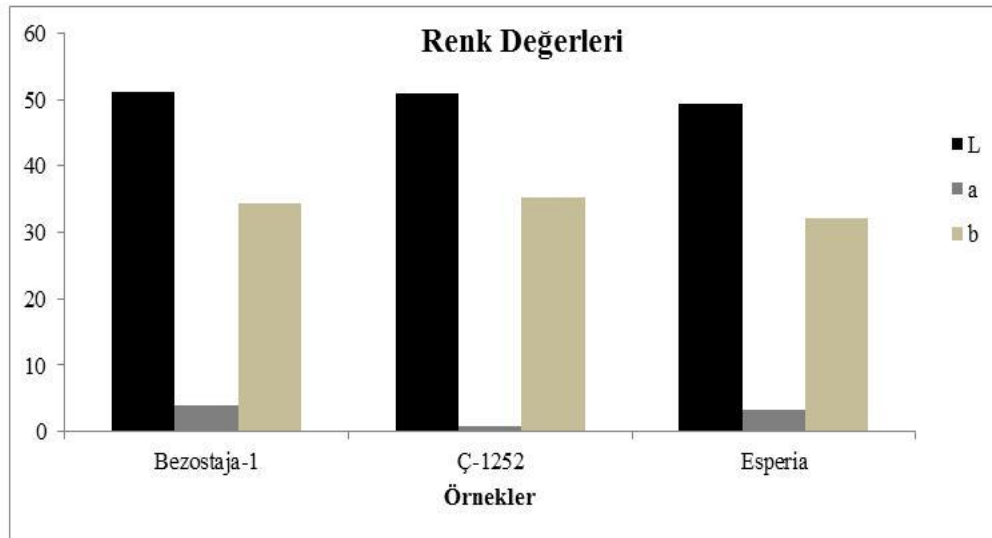
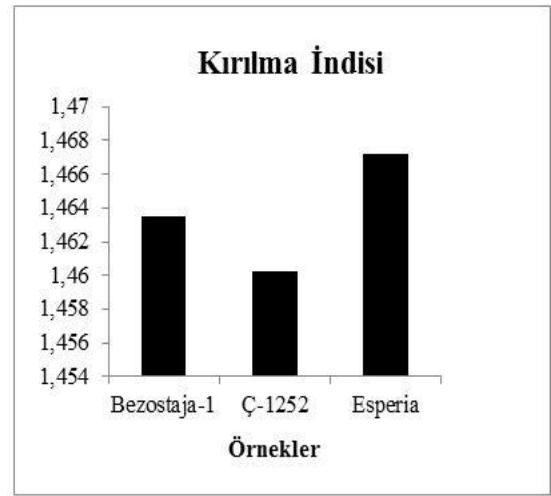
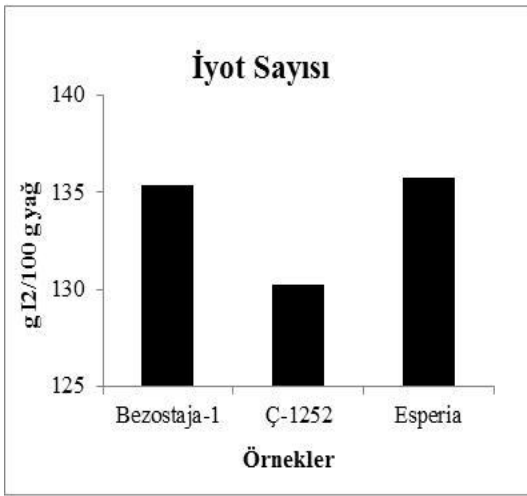
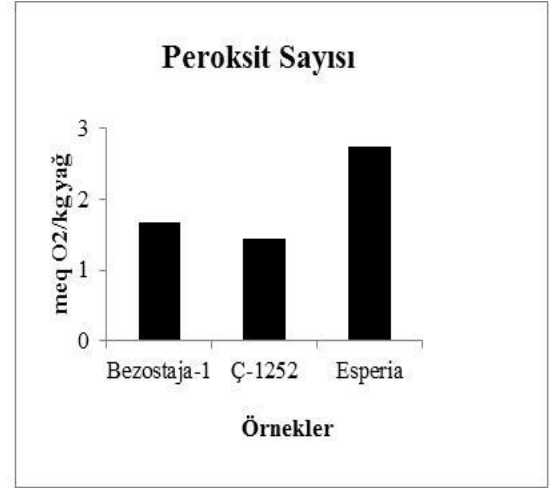
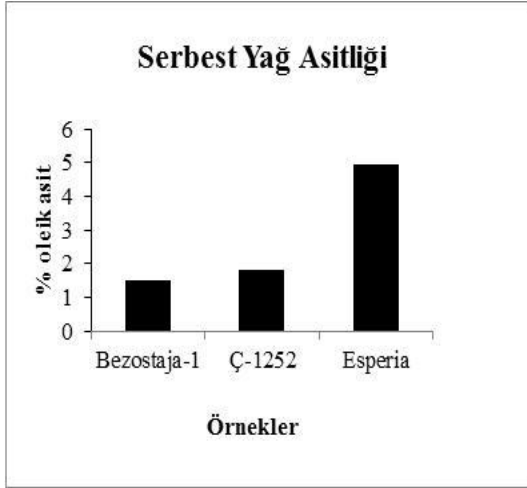
Örneklerin serbest yağ asitliği değerleri %1,53 (Bezostaja-1) ve %4,95 (Esperia) arasında değişmektedir. Bezostaja-1 ve Ç-1252 örneklerinin asitlik değerleri birbirine yakın bulunurken (p>0,05), Esperia örneğinin serbest yağ asitliği değeri diğer örneklerle göre yüksek ve diğer örneklerden farkı istatistiksel olarak istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Esperia numunesinin doymamış yağ asitleri bakımından diğer örneklerle göre daha zengin olması nedeniyle serbest yağ asitliği oranının yüksek tespit edildiği düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlar Jiang and Niu (2011)’nin bulgularına göre düşük, El-Shami vd. (2011)’nin bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Jiang and Niu (2011), SC-CO₂’le ekstrakte edilen rüşeym yağlarının optimizasyonu üzerine yaptıkları çalışmada rüşeym yağının solvent ekstraksiyonunda ve SC-CO₂ ekstraksiyonunda sırasıyla serbest yağ asitliğini %12,8-9,1, peroksit sayısını 2,95-2,05 O₂ meq/kg yağ, iyot sayısını ise 142,8-148,1 olarak bulmuşlardır. El-Shami vd. (2011), kloroform/metanol ve hekzanla ekstrakte edilen rüşeym yağlarının yağ asidi kompozisyonları ve besin değerleri üzerine yaptıkları çalışmada sırasıyla serbest yağ asitliğini %4,5-5,0, peroksit sayısını 0,9-1,1 O₂ meq/kg yağ, iyot sayısını ise 115-120 arasında bulmuşlardır.

Yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olan peroksit sayısı serbest yağ asitliğinde olduğu gibi aynı işletmeden temin edilen Bezostaja-1 ve Ç-1252 örnekleri için birbirine yakın değerler bulunmuştur ($p>0,05$). Esperia örneği için ise peroksit sayısı daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Peroksit sayısı örneklerde 1,45 meq O₂/kg yağ (Ç-1252) ve 2,73 meq O₂/kg yağ (Esperia) olarak değişim göstermektedir. Bu çalışmada bulunan sonuçlar daha önce yapılan çalışma sonuçlarıyla paralel bulunmuştur (El-Shami *et al.* 2011, Jiang and Niu 2011, Megahed *et al.* 2011).

Yağlarda doymamışlığın bir ölçüsü olan iyot sayısı Bezostaja-1 ve Esperia örneklerinde birbirine yakın bulunurken ($p>0,05$), Ç-1252 örneğinde daha düşük ve diğerleri ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). İyot sayısı değerleri örneklerde 130,20 (Ç-1252) ve 135,78 (Esperia) arasında değişmektedir. Bulunan değerler literatürle kıyaslandığında iyot sayısı Jiang and Niu (2011)'nin belirttiği değere göre düşük, El-Shami vd. (2011)'nin belirttiği değere göre yüksek bulunmuştur. Ekmeklik buğday (Bezostaja-1, Esperia) rüşeymi yağlarına ait peroksit değerleri makarnalık buğday (Ç-1252) rüşeymi yağlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun ekmeklik buğday rüşeymi yağı örneklerinin doymamış yağ asitleri oranının makarnalık buğday rüşeymi yağına göre daha yüksek olmasından dolayı kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca yağların doymuşluk ve doymamışlık durumları onların oksidasyon stabilitesini de etkilediği, doymamışlık derecesi arttıkça oksidatif stabilitenin azaldığı bilinmektedir (Nas ve ark. 2001).

Rüşeym yağlarının kırılma indisi değerleri 20 °C de ölçülmüş olup 1,4602 (Ç-1252) ve 1,4672 (Esperia) arasında değişim göstermiştir. Her üç örneğe ait kırılma indisi değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Yağlarda kırılma indisi değeri doymamışlığın ve zincir uzunluğunun artmasıyla artmaktadır. Ayrıca yağların kırılma indisine göre iyot sayısı da tahmin edilebilmektedir. Örneklerin doymamış yağ asitliği (Çizelge 4.4) ve iyot sayısı değerleri (Çizelge 4.2) incelendiğinde kırılma indisleri ile korelasyon içinde olduğu görülmektedir. Doymamışlık değeri ve iyot sayısı arttıkça kırılma indisi de artmıştır. Firestone (1999), rüşeym yağlarının kırılma indislerinin (25 °C'de) 1,474-1,483 arasında olduğunu belirtmiş olup bu araştırmadaki sonuçlara göre daha düşük bulunmuştur.



Şekil 4.2 Rüşeym yağı örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarına ilişkin grafikler

Rüşeym yağının rengi, kestane kahverengisinden açık amber rengine kadar değişebilmektedir. Rüşeym yağının rengini belirleyen esas unsur rüşeymin ayrıldığı buğday çeşididir. Genel olarak kışlık buğdaylardan elde edilen rüşeymler ve bu rüşeymlerden ayrılan yağlar, yazlık buğdaylardan elde edilenlere göre daha koyu renklidir. Hatta aynı sezona ait farklı buğday türlerinde bile renk farklılıkları görülmektedir (İnt.Kyn.2). Bu çalışmada kullanılan rüşeymler kışlık buğday türlerine aittir.

Rüşeym yağı örneklerinin renk tayini, örneklerin 5 farklı noktasından Minolta renk cihazıyla L*, a*, b* renk değerlerinin ölçülmesi ile elde edilmiş ve ortalamaları alınarak rüşeym yağlarının renkleri belirlenmiştir. Örneklerin her üç renk değeri açısından birbirleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli bulunmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$).

4.2.2 Rüşeym Yağlarının Yağ Asitleri Dağılımına İlişkin Bulgular

Farklı buğday türlerine ait rüşeymlerden elde edilen yağlara ait yağ asidi dağılımları Çizelge 4.3'te ve Şekil 4.3'te verilmiştir. Yağ örneklerine ait doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri oranları ise Çizelge 4.4'te ve Şekil 4.4'te verilmiştir.

Rüşeym yağı örneklerine ait toplam 14 çeşit yağ asidi belirlenmiştir. Örneklerde belirlenen doymuş yağ asitleri (SFA) Miristik asit (C14:0), Palmitik asit (16:0), Margarik asit (C17:0), Stearik asit (C18:0), Araşidik asit (C20:0), Behenik asit (C22:0) ve Lignoserik asit (C24:0)'ten oluşmaktadır.

Doymamış yağ asitleri toplamının örneklerdeki miktarı %18,00 (Esperia)-%18,87 (Ç-1252) arasında değişmektedir (Çizelge 4.4). Ç-1252'ye ait doymamış yağ asitleri toplamı ile diğer örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.3 Rüşeym yağı örneklerine ait yağ asidi içerikleri (%)

Yağ Asitleri	Bezostaja-1	Ç-1252	Esperia
C14:0	0,08 ^a	0,07 ^a	0,07 ^a
C16:0	17,00 ^{ab}	17,70 ^a	16,66 ^b
C17:0	0,03 ^a	0,04 ^a	0,04 ^a
C18:0	0,69 ^a	0,74 ^a	0,59 ^b
C20:0	0,16 ^a	0,15 ^a	0,18 ^a
C22:0	0,12 ^a	0,11 ^a	0,25 ^a
C24:0	0,09 ^b	0,07 ^b	0,21 ^a
C16:1	0,07 ^c	0,11 ^a	0,09 ^b
C17:1	0,06 ^a	0,06 ^a	0,07 ^a
C18:1	16,59 ^b	20,38 ^a	16,56 ^b
C20:1	1,65 ^a	0,80 ^c	0,94 ^b
C22:1	0,25 ^a	0,19 ^b	0,24 ^a
C18:2	56,05 ^b	53,88 ^c	57,55 ^a
C18:3	7,15 ^a	5,70 ^b	6,53 ^{ab}

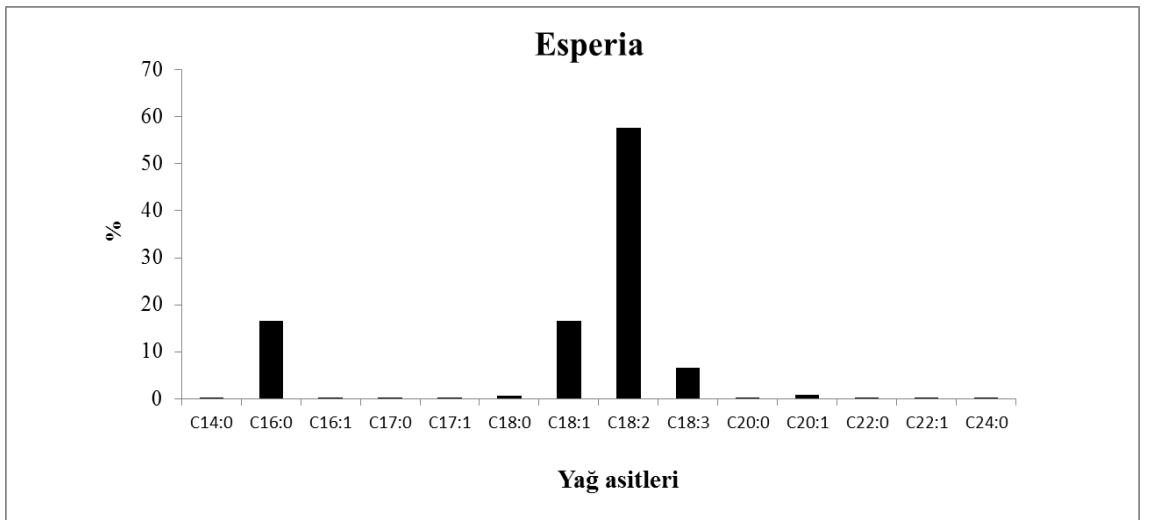
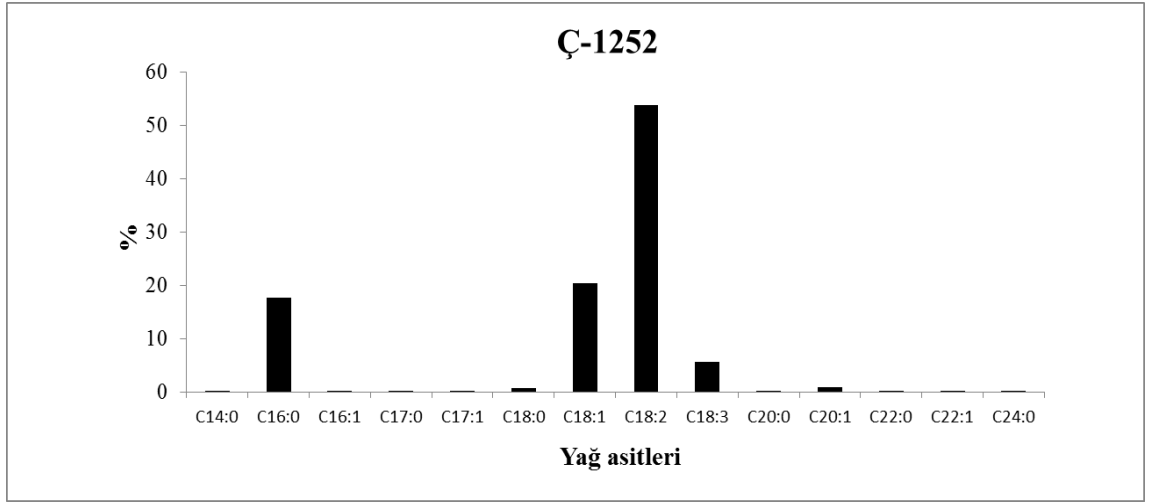
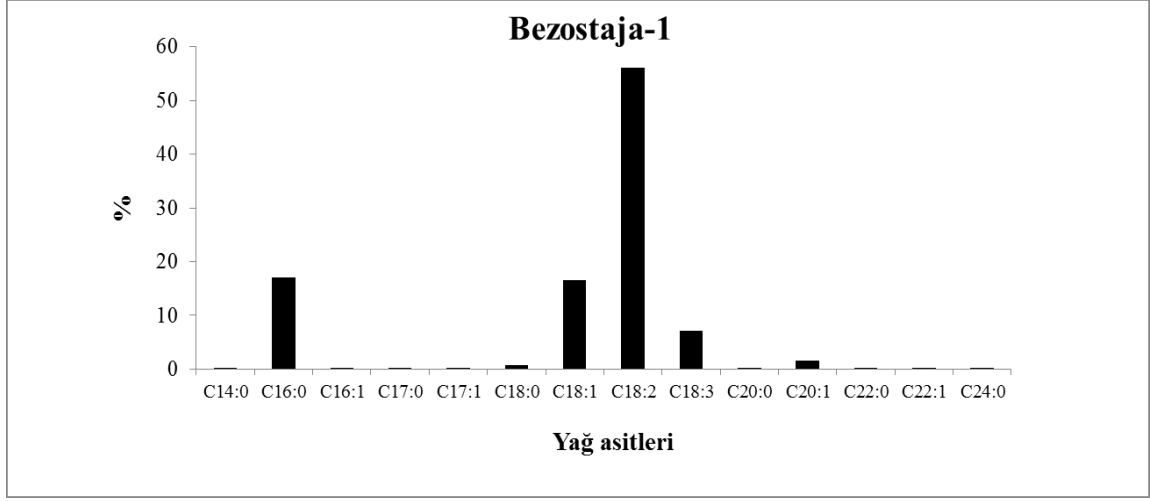
*Aynı satırda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$).

**C14:0 (miristik asit), C16:0 (palmitik asit), C16:1 (palmitoleik asit), C18:0 (stearik asit), C18:1 (oleik asit), C18:2 (linoleik asit), C18:3 (linolenik asit), C20:0 (araşidik asit), C20:1 (gadoleik asit), C22:0 (behenik asit), C22:1 (erüsik asit), C24:0 (lignoserik asit)

Örneklerdeki doymuş yağ asitlerinin büyük bir kısmını (ort. %93) palmitik asit (C16:0) oluşturmaktadır. Rüşeym yağı örneklerinde palmitik asit değeri %16,66 (Esperia)-%17,70 (Ç-1252) arasında değişmektedir. Palmitik asit değeri açısından Bezostaja-1 ile Ç-1252 örneği arasında ve Bezostaja-1 ile Esperia örneği arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Rüşeym yağı örneklerine ait doymamış yağ asitleri tekli doymamış (MUFA) ve çoklu doymamış (PUFA) olarak iki grupta incelenmiştir. Örneklerde belirlenen tekli doymamış yağ asitleri Palmitoleik asit (C16:1), Margoleik asit (C17:1), Oleik asit (C18:1), Gadoleik asit (C20:1) ve Erusik asit (C22:1)'tir. Örneklerdeki çoklu doymamış yağ asitleri ise Linoleik asit (C18:2) ve Linolenik asit (C18:3)'ten oluşmaktadır.

Tekli doymuş yağ asitleri örneklerde %17,92 (Esperia)-%21,54 (Ç-1252) arasında değişmektedir. Üç örnekte tekli doymamış yağ asitleri içeriği bakımından istatistiksel olarak farklılıklar göstermektedir ($p < 0,05$). En yüksek tekli doymamış yağ asitliği Ç-1252 örneğinde bulunurken en düşük Esperia örneğinde tespit edilmiştir.



Şekil 4.3 Rüşeym yağı örneklerine ait yağ asidi dağılımları (%)

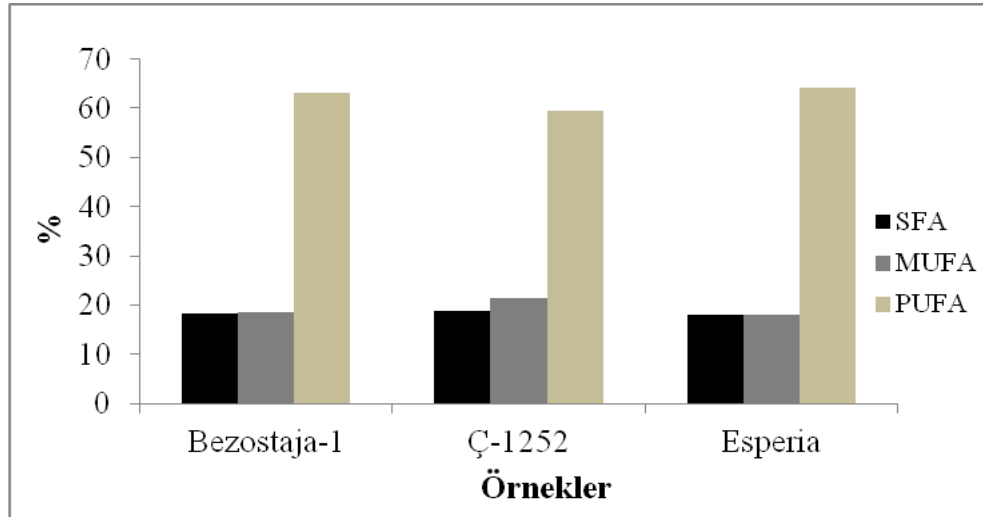
Rüşeym yağı örneklerinin çoklu doymamış yağ asitleri oranı %59,59 (Ç-1252)-%64,08 (Esperia) arasında değişmektedir. Her üç örneğe ilişkin çoklu doymamış yağ asitleri değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.4 Rüşeym yağı örneklerine ait doymuş (SFA), tekli doymamış (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) içerikleri (%)

Yağ Asidi	Bezostaja-1	Ç-1252	Esperia
SFA	18,18 ^b	18,87 ^a	18,00 ^b
MUFA	18,62 ^b	21,54 ^a	17,92 ^c
PUFA	63,2 ^b	59,59 ^c	64,08 ^a

*Aynı satırda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).

Örnekleredeki yağ asitlerinin büyük bir kısmını çoklu doymamış yağ asidi olan linoleik asit oluşturmaktadır. Linoleik asit (C18:2) yağ örneklerinde %53,88 (Ç-1252) ve %57,55 (Esperia) arasında bulunmaktadır (Çizelge 4.3). Üç örneğe ait linoleik asit içeriği arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Esperia örneği en yüksek linoleik asit içeriğine sahipken Ç-1252 örneği en düşük linoleik asit içeriğine sahiptir.



Şekil 4.4 Rüşeym yağı örneklerine ait doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinin dağılımları (%)

Rüşeym yağının yağ asitleri dağılımının belirlendiği diğer çalışmalar incelendiğinde; Dunford and Zhang (2003), rüşeym yağının basınçlı solventle ekstraksiyonu üzerine yaptığı çalışmada hekzanla ekstrakte edilen rüşeym yağının, esansiyel bir yağ asidi olan linoleik asidi %56 civarında içerdiğini bulmuşlardır. Ayrıca rüşeym yağının %81

oranında toplam doymamış yağ asitleri ve %64 oranında da çoklu doymamış yağ asitleri içerdiğini belirtmişlerdir. 2002 yılında Mısır'da yapılan benzer bir çalışmada hekzanla ekstrakte edilen rüşeym yağlarının yağ asitleri dağılımını %16,72 palmitik asit, %15,79 oleik asit, %60,23 linoleik asit ve %6,2 linolenik asit şeklinde bulmuşlardır (Megahad and El-Kinawy 2002).

4.2.3 Rüşeym Yağı Numunelerinin Antioksidan Aktivite Analizlerine İlişkin Bulgular

Antioksidan maddeler canlılarda serbest radikalleri nötralize ederek hücrelerin onlardan etkilenmesini önleyen veya kendini yenilemesini sağlayan maddelerdir (Gök ve Serteser 2003). Antioksidanlar, serbest radikallerle reaksiyona girerek hücre zararını ve dokularda tümör gelişimini önlerler, böylece sağlıklı ve yaşlılık etkilerinin minimum olduğu kaliteli bir yaşam sağlarlar (Başer 2002).

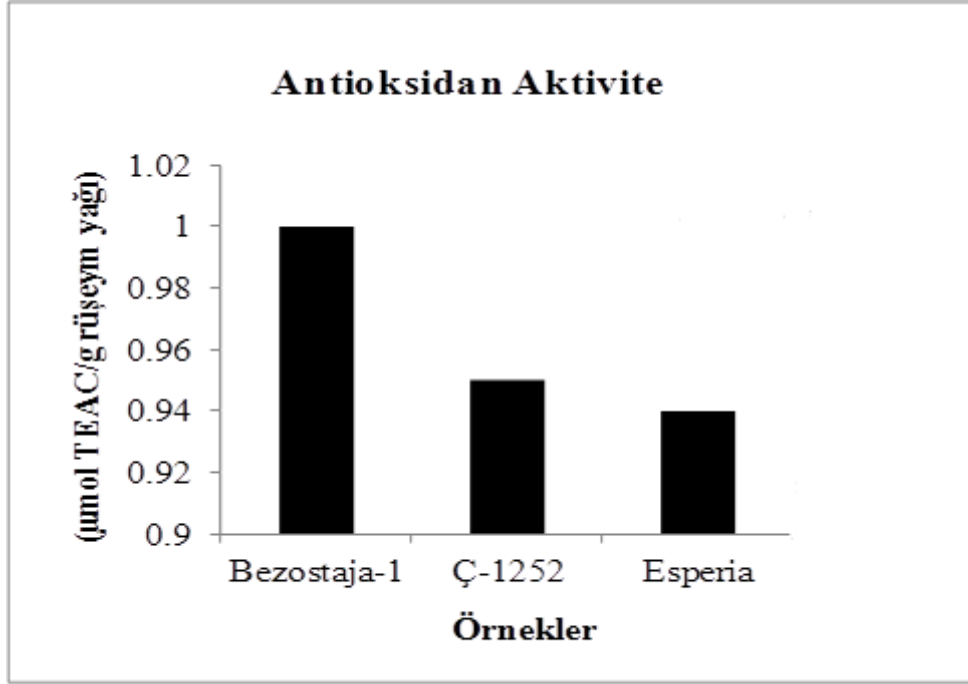
Rüşeym yağı örneklerine ilişkin antioksidan aktivite bulguları Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Rüşeym yağı örneklerinin antioksidan aktivite değerleri

Örnek	Antioksidan Aktivite ($\mu\text{mol TEAC/g}$ rüşeym yağı)
Bezostaja-1	1.01 ^a
Ç-1252	0.95 ^b
Esperia	0.94 ^b

*Aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$).

Rüşeym yağı örneklerinin antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde en yüksek aktivite Bezostaja-1 numunesinde bulunmuştur. Ç-1252 ve Esperia numunelerinin antioksidan aktiviteleri ise Bezostaja-1'den düşük olup, değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Ç-1252 ve Esperia örneklerinin antioksidan aktivite değerleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmazken ($p > 0,05$), Bezostaja-1 örneğinin diğer numunelerden farkı istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).



Şekil 4.5 Rüşeym yağı örneklerinin antioksidan aktivite değerlerine ilişkin grafik

Rüşeym yağının antioksidan kapasitesinin araştırılması konusunda ülkemizde çalışmalara rastlanmamış olup antioksidan aktivite çalışmaları genellikle kavrulmuş ve ham rüşeymlerin ekstraktları üzerine yapılmıştır.

Rüşeym yağının antioksidan aktiviteleri üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde Jiang and Niu (2011), SC-CO₂'le ekstrakte edilen rüşeym yağlarının optimizasyonu üzerine yaptıkları çalışmada rüşeym yağının antioksidan aktivitesini, DPPH serbest radikal bağlama aktivitesine göre belirlemişlerdir. Örnek konsantrasyonu 40 mg/ml olduğunda DPPH radikalının %96,08'inin inhibasyonu gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Megahed vd. (2011), rüşeym yağlarının serbest radikal bağlama aktivitesine bağlı antioksidan aktivite tayininde değişik konsantrasyonlarda örneklerin % inhibasyon değerlerini ölçmüşler ve 400 µg/ml konsantrasyondaki örneğin %60 inhibasyon gerçekleştirdiğini belirtmişlerdir. Yapılan bu iki çalışmada antioksidan aktivitesi sadece % inhibasyon şeklinde verildiğinden bizim çalışmamızın sonuçlarıyla kıyaslama yapılamamıştır.

Pellegrini vd. (2006), tarafından beyaz durum buğdayının toplam antioksidan kapasitesi FRAP yöntemiyle 13,1 mmol Fe²⁺/kg, TRAP yöntemiyle 2,1 mmol troloks/kg ve TEAC yöntemiyle 2,7 mmol troloks/kg olarak bulunmuştur.

Gıdalardan antioksidan özelliğe sahip bileşenlerin ekstraksiyonunda değişik solventler ve ekstraksiyon tekniklerinin kullanılması (Tsao and Deng 2004) ve yine ekstraktlarda toplam antioksidan kapasite ölçümlerinde farklı yöntemlerin takip edilmesi (Huang *et al.* 2005), gıdaların antioksidan kapasiteleri hakkında yapılan çalışmaların karşılaştırılmasını oldukça zorlaştırmaktadır.

4.2.4 Rüşeym Yağı Numunelerinin Toplam Fenolik Madde Analizlerine İlişkin Bulgular

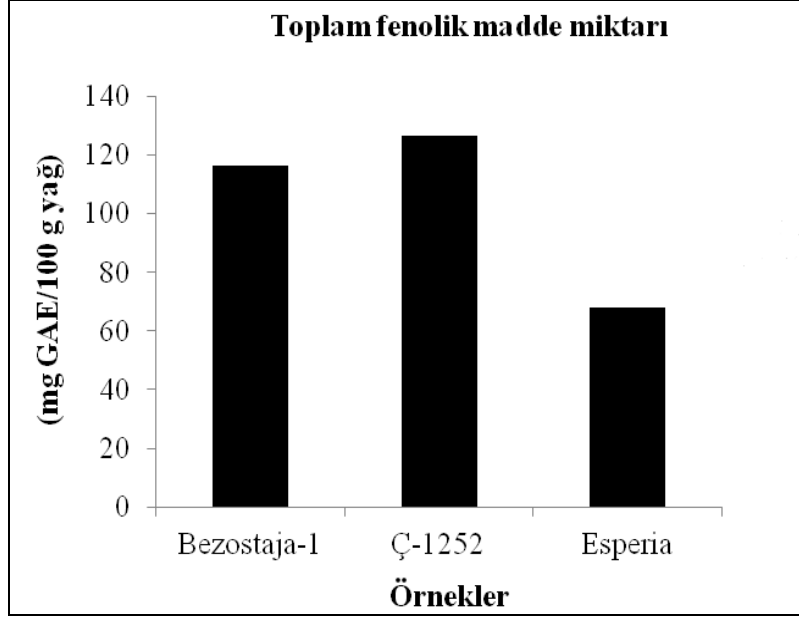
Buğday gibi tüm tane tahıllar ise fenolik asitler, karotenoidler ve E vitamini bakımından zengin gıdalardır. Fenolikler buğdayın en önemli antioksidanlarıdır. (Andlauer and Fürst 1998, Anıl 2006, Doğan ve Meral 2006, Dykes and Rooney 2007). Bitkisel kaynaklı gıdalarda antioksidan fenolik maddeler çoğunlukla ürünlerin dış tabakalarında (kabuk/kepek), buna karşılık tokoferoller ve karotenoidler ise ürünlerin embriyo/rüşeym ve endosperm/kotiledon tabakalarında yoğunlaşmış durumdadır (Andlauer and Fürst 1998, Dykes and Rooney 2007).

Rüşeym yağı numunelerine ait toplam fenolik madde içerikleri gallik asit eşdeğeri (mg GAE/100g yağ) cinsinden hesaplanarak Çizelge 4.6'da ve Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Rüşeym yağı örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri

Örnek	Toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/100 g yağ)
Bezostaja-1	116,42 ^a
Ç-1252	126,51 ^a
Esperia	67,79 ^b

*Aynı sütunda değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.6 Rüşeym yağı örneklerinin toplam fenolik madde miktarları

Rüşeym yağı örneklerinin fenolik madde içerikleri 67,79 (Esperia)-126,51 (Ç-1252) mg GAE/100 g arasında değişmektedir. Fenolik madde içeriği bakımında örnekler incelendiğinde Bezostaja-1 ve Ç-1252 örneklerinin fenolik madde içerikleri birbirine yakın bulunmuş olup aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Esperia örneğinin fenolik madde içeriği diğer iki örneğe göre düşük ve aralarındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Rüşeym yağı örneklerinin fenolik madde içeriğinin belirlendiği benzer çalışmalar incelendiğinde Jiang and Niu (2011), SC-CO₂ ekstraksiyonuyla ve solvent ekstraksiyonuyla elde ettikleri rüşeym yağlarının fenolik madde içeriklerini sırasıyla 8,64 µg GAE/ml ve 4,02 µg GAE/ml olduğunu belirtmişlerdir. King (1962), rüşeymdeki fenolik madde içeriğini ferulik asit eşdeğeri cinsinden 3,49 mg/g olduğunu bildirmiştir. Melikoğlu (2005), kavrulmuş ve kavrulmamış rüşeymlerin etanol ekstraktlarındaki fenolik madde içeriğini sırasıyla 1,7 mg GAE/g ve 2 mg GAE/g olduğunu bildirmiştir. Adom and Liu (2002), buğdayın fenolik madde içeriğini 150 mg GAE/100g olduğunu belirtmiştir.

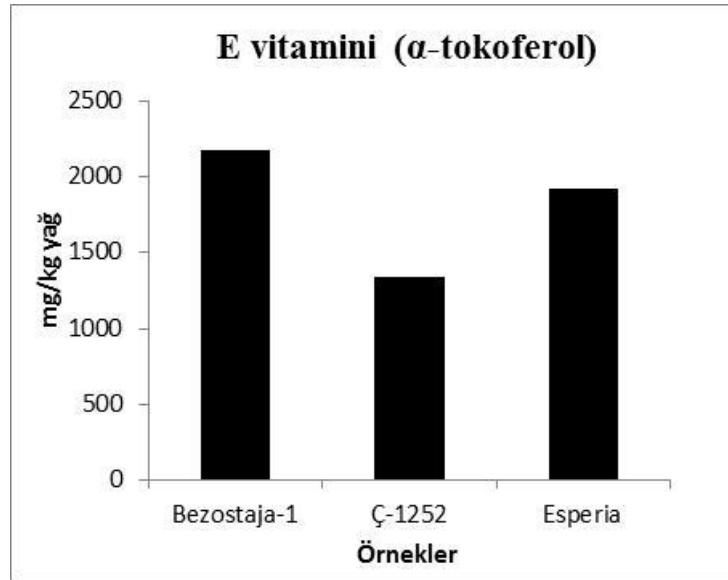
4.2.5 Rüşeym Yağı Numunelerinin E Vitamini (α -tokoferol) İçeriğine Ait Bulgular

Rüşeym yağı örneklerine ait E vitamini içeriklerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7’de verilmiştir. Rüşeym yağlarının E vitamini içerikleri 1343 mg/kg (Ç-1252)-2176 mg/kg (Bezostaja-1) arasında değişim göstermektedir. Çizelge 4.7 incelendiğinde örneklerin E vitamini içerikleri bakımından Bezostaja-1 ve Esperia örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($p>0,05$), Ç-1252 numunesinin diğer örneklerle göre daha düşük ve diğer örneklerle arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.7 Rüşeym yağı örneklerinin E vitamini içerikleri

Örnek	E vitamini (mg/kg)
Bezostaja-1	2176 ^a
Ç-1252	1343 ^b
Esperia	1923 ^a

*Aynı değişik harflere sahip ortalamaların farkı istatistiksel olarak önemlidir ($p<0,05$).



Şekil 4.7 Rüşeym yağı örneklerinin E vitamini içerikleri

Rüşeym yağlarının α -tokoferol içeriğinin belirlendiği benzer çalışmalar incelendiğinde rüşeym yağının α -tokoferol içeriğini; Wang and Johnson (2001) 1300-2700 mg/kg, Arshad vd. (2008) 1660 mg/kg, Eisenmenger (2003) hekzan ekstraksiyonunda 1390

mg/kg, SC-CO₂ ekstraksiyonunda 2560 mg/kg, Eisenmenger and Dunford (2008) hekzan ekstraksiyonunda 1510 mg/kg, SC-CO₂ ekstraksiyonunda 2560 mg/kg, El-Shami vd. (2011) hekzan ekstraksiyonunda 1640 mg/kg, kloroform/metanol ekstraksiyonunda 1665 mg/kg α -tokoferol olarak bulmuşlardır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde rüşeym yağlarının α -tokoferol içeriğine, yağın ekstraksiyon metodunun önemli ölçüde etki ettiği tespit edilmiştir. SC-CO₂ ekstraksiyonuyla elde edilen rüşeym yağlarının α -tokoferol içerikleri hekzanla ekstrakte edilen yağa göre daha yüksek olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Eisenmenger 2003, Eisenmenger and Dunford 2008, El-Shami et al. 2011). Yapılan bu çalışmada yağ ekstraksiyonu hekzanla yapılmasına rağmen α -tokoferol içerikleri Bezsotaja-1 ve Esperia örneklerinde diğer araştırmacıların sonuçlarına göre yüksek bulunurken Ç-1252 örneğinin α -tokoferol içeriği benzer çalışmalarla paralellik göstermiştir.

5. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada farklı buğday çeşitlerinden elde edilen rüşeymlerin ve rüşeym yağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş ve rüşeymin elde edildiği buğday çeşitlerine göre karşılaştırmalar yapılmıştır.

Araştırmada yer alan rüşeym örneklerinin yağ, protein, kül gibi besleyici öğeleri incelendiğinde ekmeklik buğday (Bezostaja-1, Esperia) rüşeymlerinin makarnalık buğday (Ç-1252) rüşeymine göre daha yüksek besleyici değerde olduğu saptanmıştır. Rüşeym özellikle protein içeriği bakımından çoğu bitkisel kaynağa göre oldukça zengin bir kaynaktır. Bu özelliğiyle gıda maddelerinde besin takviyesi olarak kullanılabilceği düşünülmektedir.

Rüşeym yağlarının yağ asidi kompozisyonları belirlenmiş ve buna göre insan sağlığı açısından önemli olan doymamış yağ asitlerini, özellikle çoklu doymamış yağ asitlerini oldukça yüksek oranda içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca organizmada sentezlenemeyen ve besinlerle birlikte dışarıdan alınması gerekli olan esansiyel yağ asitlerinden linoleik ve linolenik asidi önemli miktarlarda içerdiği bulunmuştur. Ekmeklik buğday (Bezostaja-1, Esperia) rüşeymi yağlarının, makarnalık buğday (Ç-1252) rüşeymi yağına göre daha yüksek oranda doymamış yağ asidi içerdiği belirlenmiştir.

Besleyici özelliklerinin ötesinde insan sağlığına olumlu katkıları bulunan fonksiyonel bileşenlerden en önemlileri olan antioksidanların, fenolik bileşiklerin ve E vitamininin rüşeym yağı örneklerindeki miktarları tespit edilmiştir. Bu analizlere göre örneklerin antioksidan aktiviteleri yaklaşık olarak aynı bulunmuştur. Fenolik madde içerikleri farklılık göstermekle birlikte en yüksek makarnalık buğday rüşeymi yağında tespit edilmiştir.

Ekmeklik buğday rüşeymi yağlarının E vitamini içerikleri makarnalık buğday rüşeymi yağlarına göre oldukça yüksek bulunmuştur. Günlük E vitamini gereksinimi yetişkinlerde 8-10 mg olduğu bilinmektedir. Buna göre yaklaşık 5 g rüşeym yağı günlük E vitamini ihtiyacının tamamını karşılamaktadır.

Bu alışma kapsamında belirlenen rüşeymlerin ve rüşeym yağlarının besleyici özellikleri göz önüne alındığında; insan sağlığı için önem taşıyan doymamış yağ asitleri, esansiyel yağ asitleri, antioksidan maddeleri ve E vitaminini yüksek oranda taşıdığı saptanmıştır. Rüşeym ve rüşeym yağının bu denli faydalı besin bileşenleri göz önüne alındığında çeşitli gıda ürünlerini zenginleştirmek için kullanılabilieceği önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Acar, J. (1998). Fenolik bileşikler ve doğal renk maddeleri. Ed: Saldamlı, İ., Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 435-452.
- Ackman, R.G. (1967). Characteristics of the fatty composition and biochemistry of some fresh-water fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids. *Comp. Biochem. Physiol.*, **22**: 907-922.
- Adom, K.K. and Liu, R.H. (2002). Antioxidant activity of grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **50**: 6182-6187.
- Altan, A. (1986). Tahıl İşleme Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ofset Atölyesi, Adana, 107 s.
- Altan, A. (1993). Tahıl İşleme Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi, Ders Kitabı, No:13, Adana.
- Anderson, R.J., Shriner, R.L. and Burr, G.O. (1926). The phytosterols of wheat germ oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **48**: 2987-96.
- Andlauer, W. and Fürst, P. (1998). Antioxidative power of phytochemicals with special reference to cereals. *Cereal Foods World*, **43**: 356-360.
- Anıl, M. (2006). Antioksidan Olarak Tahıllar. Hububat 2006 - Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, 7-8 Eylül 2006, Gaziantep.
- Anonim, 1989. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. Fourth Edition, Methods: Ca 5a-40, Cd8-53, Ch 5-91.
- Anonim, 1990a. American Association of Cereal Chemists. Approved methods of the AACC, 8th Edition, The Association, St. Paul, MN.
- Anonim, 1990b. Official Methods for the Analysis (15th ed.) Arlington, Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Anonim, 1992. Minolta, Precise Colour Communication. Colour Control From Feelig To Instrumentation. Hand Book. Printed by Minolta Camera Co.
- Anonim, 1993. In: Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Vol: A10, Fats and Fatty Oils, pp:179 – 181, VCH Verlagsgesellschaft mbH, D – 69451, Weinheim, Germany.
- Anonim, 2000a. American Association of Cereal Chemists. Approved methods of the AACC, 10th Edition, The Association, St. Paul, MN.

- Anonim, 2000b. TS 1511 ISO 2171, Tahıllar ve Öğütülmüş Tahıl Ürünleri, Toplam Kül Muhtevası Tayini.
- Anonim, 2001a. Preparation of the fatty acid methyl esters from olive oil and olive-pomace oil. International Olive Oil Council, T.20, Doc. No: 24, Madrid.
- Anonim, 2007. Hububat Raporu, 2007. Toprak Mahsulleri Ofisi, Ankara.
- Anonim, 2008. United States Department of Agriculture National Agricultural Library.
- Anonim, 2011a. TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2011. Türkiye İstatistik Kurumu, Sayı: 10780, Ankara.
- Anonim, 2011b. TÜİK Bitkisel Üretim 2. Tahmini, 2011. Türkiye İstatistik Kurumu, Sayı: 242, Ankara.
- Anonim, 2011c. IGC Grains Conference, 2011. International Grains Council, 24 March 2011, GMR No: 409, London.
- Arshad, M.U., Zakir, S., Anjum, F.M., Zahoor, T. and Nawaz, H. (2008). Nutritive value of cookies containing wheat germ oil. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, **6 (2)**: 127-134.
- Attia, F. and Creek, R.D. (1965). Studies on raw and heated wheat germ for young chicks. *Poultry Sci.*, **42**: 494-497.
- Atwell, W.A. (2001). Wheat Flour. Eagen Press, St. Paul.
- Azzi, A. and Stocker, A. (2000). Vitamin E: Non-antioxidant roles. *Progress in Lipid Research*, **39**: 231–255.
- Barnes, P.J. (1982). Lipid composition of wheat germ and wheat germ oil. *Fette Seifen Anstrichmittel*, **84**: 256-269.
- Barnes, R.J. (1983). Wheat Germ Oil in Lipid in Cereal Technology. Edited by P.J. Barnes, Academic Press, NewYork.
- Barnes, P.J. and Taylor, P.W. (1980) The composition of acylipids and tocopherols in wheat germ oils from various sources. *Journal Science Food Agric.*, **31**: 997-1006.
- Bass, E.J. (1988). Wheat flour milling. Y. Pomeranz., (Ed.), Wheat Chemistry and Technology, Vol. II Chapter 1: American Association of Cereal Chemists, pp: 1–69.
- Başer, K.H.C. (2002). Fonksiyonel gıdalar ve nutrasötikler. 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 29-31 Mayıs 2002, Eskişehir.

- Batu, A., Thompson, K., Ghafir, S.A.M. and Rahman, A. (1997). Minolta ve hunter renk ölçüm aletleri ile domates, elma ve muzun renk değerlerinin karşılaştırılması. *Gıda*, **22 (4)**: 301-307.
- Belitz, H.D. and Grosch, W. (1987). Food Chemistry. Springer Verlag, Berlin, pp: 223-384.
- Berdick, M. (1972). Role of fats and oils in cosmetics. *Journal of the American Oil Chemists' Society (JAOCS)*, **49**: 406.
- Blomhoff, R. (2005). Dietary antioxidants and cardiovascular disease. *Current Opinion in Lipidology*, **16**: 47-54.
- Brand-Williams, W., Cavalier, M.E. and Berset, C. (1995). Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, **28(1)**: 25-30.
- Burr, M.L. and Fehily, A.M. (1990). Fatty fish and heart disease. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 256-257.
- Bushuk, W. (1998). Wheat breeding for end-product use. *Euphytica*, **100**: 137-145.
- Cara, L., Armand, M., Borel, P., Senft, M., Portugal, H., Pauli, A., Lafont, H. and Lairon, D. (1992). Long-term wheat germ intake beneficially affects plasma lipids and lipoproteins in hyper cholesterolemic human subjects. *Human and Clinical Nutrition*, 3166, pp: 317-326.
- Choe, E.O. and Min, D.B. (2005). Chemistry and reaction of reactive oxygen species in foods. *Journal of Food Science*, **70**: 142-159.
- Clayton, T.A., MacMurray, T.A. and Morrison, W.R. (1970). Identification of wheat flour lipids by thin layer chromatography. *J. Chromatog*, **47**: 227..
- Çakmaklı, Ü., Köse, E. ve Kemahlıoğlu, K. (1995). Ham ve stabilize ticari buğday rüşeyminin bir katkı maddesi kombinasyonu ile birlikte katkının hamur ve ekmek niteliklerine etkileri. *Gıda*. **20 (4)**: 243-248.
- Demir, M.K. ve Elgün, A. (2011). Buğday Rüşeyminin Beslenmedeki Önemi. 1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, Ankara, 19-20 Kasım, P-10.
- Dimitrios, B. (2006). Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science & Technology*, **17**: 505-512.
- Doğan, İ.S. ve Meral, R. (2006). Buğdayda bulunan antioksidan maddeler. Hububat 2006- Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, 7-8 Eylül 2006, Gaziantep.

- Dolde, D., Vlahakis, C. and Hazebroek, J. (1999). Tocopherols in breeding lines and effects of planting location, fatty acid composition, and temperature during development. *Journal of the American Oil Chemists Society*, **76**: 349-355.
- Doongaji, S.K. and Vali, S.A. (1992). *Journal of Food Science and Technology*, **29**:125-126.
- Dunford, N.T. (2001). *Food Technology*. **55**: 38.
- Dunford, N.T. (2005). Germ Oils from Various Sources. In: Shahidi F, editor. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. 6th ed. N.J.: John Wiley and Sons, Inc. pp: 195-231.
- Dunford, N.T. and Martinez, J. (2003). Nutritional Components of Supercritical Carbon Dioxide Extracted Wheat Germ Oil. Proceedings of 6th International Symposium on Supercritical Fluids, Versailles, France, April 28-30, 273-278.
- Dunford, N.T. and Zhang, M. (2003). Pressurized solvent extraction of wheat germ oil. *Food Research International Food*, **36**: 905–909.
- Dykes, L. and Rooney, L.W. (2007). Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. *Cereal Foods World*, **52**: 105-111.
- Eisenmenger, M. (2003). Supercritical Fluid Extraction, Fractionation, and Characterization of Wheat Germ Oil. Master Thesis, Bachelor of Science in Food Science, Oklahoma State University, Oklahoma.
- Eisenmenger, M. and Dunford, N.T. (2008). Bioactive components of commercial and supercritical carbon dioxide processed wheat germ oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **85**: 55– 61.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z. (1995). Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 297, Erzurum.
- Elgün, A. ve Ertugay Z. (1997). Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları. Yayın No: 718, Erzurum, 376 s.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z. (2011). Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 297 (5.Baskı), Erzurum.
- El-Shami, S.M., El-Mallah, M.H., Hassanein, M.M.M. and Abdel-Razek, A.G. (2011). Elucidation of polynutrients and fatty acid patterns of wheat germ oil extracted by n-hexane and chloroform/methanol. *Journal of Applied Sciences Research*, **7 (12)**: 1840-1846.

- Evans, T.S. and Burr, M.L. (1929). Human's diets and essentiality fatty acids, 321.
- Fang, Y.Z., Yang, S., and Wu, G. (2002). Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition*, **18**: 872-879.
- Fernandez-Panchon, M.S., Villano, D., Troncoso, A.M. and Garcia-Parrilla, M.C. (2008). Antioxidant activity of phenolic compounds: From in vitro results to in vivo evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **48**: 649-671.
- Firestone, D. (1999). Physical and chemical characteristics of oils, fats and waxes. AOCS Press, Champaign, Illinois, **19**: 152.
- Fisher, N., Bell, B.M., Rawlings, C.E.B. and Bennet, R. (1966). The Lipids of Wheat III. Further studies of the lipids of flours from single wheat varieties of widely varying baking quality. *Journal of Science Food Agriculture*, **17**: 370.
- Ge, Y., Sun, A., Ni, Y., Cai, T. (2000). Some nutritional and functional properties of defatted wheat germ protein. *J Agric Food Chem*, **48**: 6215–6218.
- Gelmez, N. (2008). Ultrasound Assisted And Süpercritical Carbon Dioxide Extraction of Antioxidants from Roasted Wheat Germ. Master Thesis, ChE-METU, 2008.
- Gnanasambandam, R. and Zayas, J.F. (1992). Functionality of Wheat Germ Protein in Comminuted Meat Products as Compared with Corn Germ and Soy Proteins. *Journal of Food Science*, **57**: 829–833.
- Gomez, A.M. and de la Ossa, E.M. (2000). *Journal of the American Oil Chemists' Society*. **77**: 969.
- Göçmen, D. (1991). Marmara Bölgesinde Üretilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Ekmeklik Kalitesi Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Bursa, 73s.
- Gök, V. ve Serteser, A. (2003). Doğal antioksidanların biyoyararlılığı. 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, 2-4 Ekim, Ankara.
- Gür, E. ve Altuğ, T. (2001). Antioksidanlar. Gıda Katkı Maddeleri, Ed: Altuğ, T., Meta Basım, İzmir, 17-30.
- Hargin, K.D. and Morrison, W.R. (1980). The distribution of acyl lipids in the germ, aleurone, starch, and nonstarch endosperm of four wheat varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **31 (9)**: 877-88.
- Hoseney, R.C. (1986). Principles of cereal science and technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, ABD.

- Hoseney, R.C. (1994). Principles of Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemists, ABD.
- Hoseney, R.C., Finney, K.F., Pomeranz, Y. and Shogren, M.D. (1969). Functional (breadmaking) and biochemical properties of wheat flour components. V. Role of total extractable lipids. *Cereal Chem.* **46**: 606-613.
- Hove, E.L. and Harrel, C.G. (1943). The nutritive value of wheat germ protein. *Cereal Chem.*, **20**: 142.
- Huang, D., Ou, B. and Prior, R.L. (2005). The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**: 1841-1856.
- Inkpen, J.A. and Quackenbush, F.W. (1969). Extractable and bound fatty acids in wheat and wheat products. *Cereal Chem.*, **46**: 580.
- Irmak, S. and Dunford, N.T. (2005). Policosanol contents and compositions of wheat varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**: 5583-86.
- Irmak, S., Dunford, N.T. and Milligan, J. (2005). Policosanol contents of beeswax, sugar cane and wheat extracts. Food Chem In Press, available on-line.
- Itoh, T., Tamura, T. and Matsumoto, T. (1973). Sterol composition of 19 vegetable oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **50**: 122-125.
- Jadhav, K. and Vali, S.A. (2009). Proximate composition of wheat germ based products. *Journal Dairying, Foods & H.S.*, **28 (3/4)**: 241-243.
- Jiang, S. and Niu, L. (2011). Optimization and evaluation of wheat germ oil extracted by süpercritical CO₂. *Grasas Y Aceites*, Abril-Junio, **62 (2)**: 181-189.
- Jones, D.B. and Widness, K.D. (1946) The comparative growth promoting value of the processing of wheat germ, corn germ and some other protein foods of plant and animal origin. *Journal of Nutrituon*, **31**: 675.
- Jurkovic, N. and Colic I. (1993). Effect of thermal processing on the nutritive value of wheat germ protein. *Die Nahrung*, **37 (6)**: 538 – 543.
- Kahlon, T.S. (1989). Nutritional implications and uses of wheat and oat kernel oil. *Cereal Foods World*, **34**: 872-5.
- Karaca, E. ve Aytaç, S. (2007). Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, **22 (1)**: 123-131.

- Kaur, C. and Kapoor, H.C. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables – The millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*, **36**: 703-725.
- Kayahan, M. (2003). Yağ Kimyası. ODTÜ Yayıncılık.
- Kırtok, Y. (1992). Genel Tarla Bitkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 114 s.
- Kim, D.O. and Lee, C.Y. (2004). Comprehensive study on vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of various polyphenolics in scavenging a free radical and its structural relationship. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **44**: 253-273.
- King, H.G.C. (1962). Phenolic compounds of commercial wheat germ. *Journal of Food Science*, **27 (5)**: 446–454.
- Kirk, R.S. and Sawyer, R. (1991). Analysis of Foods. *Longman Scientific and Technical Wiley*, New York.
- Koca, N. ve Karadeniz, F. (2005). Gıdalardaki doğal antioksidan bileşikler. *Gıda*, **30**: 229-236.
- Krings, U. and Berger, R.G. (2001). Antioxidant activity of some roasted foods. *Food Chemistry*, **72**: 223-229.
- Kris-Etherton, P.M., Hecker, K.D., Bonanome, A., Coval, S.M., Binkoski, A.E., Hilpert, K.F., Griel, A.E. and Etherton, T.D. (2002). Bioactive compounds in foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *American Journal of Medicine*, **113**: 71S-88S.
- Kurtcebe, A. (2001). Buğday Unu Komponentlerinin Kompozisyonu ve Fonksiyonları. Bitirme Ödevi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta.
- Langseth, L. (1995). Oxidants, Antioxidants and Disease Prevention. ILSI Press, Washington, DC.
- Lee, J., Koo, N. and Min, D.B. (2004). Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, **3**: 21-33.
- Mc Killican, E., Mary, E. and Sims, R.P.A. (1964). The endosperm lipids of three Canadian wheats. *American Oil Chemists Society*, **41**: 340.

- Mecham, D.K. (1971). Lipids. In Pomeranz, Y. (ed.). Wheat: Chemistry and Technology, *American Association of Cereal Chemists*, p: 393, St. Paul.
- Mecham, D.K. and Mohammed, A. (1955). Extraction of lipids from wheat products. *Cereal Chem.*, **42**: 405.
- Megahad, Ola.A. and El Kinawy, S. (2002) Studies on the extraction of wheat germ oil by commercial hexane. *Grasas y Aceites*, **53**: 414-418.
- Megahed, M.G., Nashy, E.H.A. and Shaheen, M.S. (2011). Preparation and evaluation of acetylated wheat germ oil as antioxidant. *Agriculture and Biology Journal of North America*, **2 (4)**: 680-686.
- Melikoğlu M. (2005). Ultrasound Assisted Extraction of Lipids and Antioxidants from Wheat Germ, Master Thesis, ChE-METU.
- Moran, E.T., Summers, J.R. and Bass, E.J. (1968). Heat processing of wheat germ meal and its effect on utilization and protein quality for the growing chick, toasting and autoclaving. *Cereal Chem.* **45**: 304-318.
- Morris, S.R. (2004). Grain: Quality attributes. Encyclopedia of Grain Science, Eds: Wrigley, C. et al., Elsevier Ltd., Amsterdam, 238-254.
- Morrison, W.R. (1978). Cereal Lipids. In Pomeranz, Y. (ed.). Advances in cereal science and technology, *American Association of Cereal Chemists*, **2**: 221, St. Paul.
- Morrison, W.R. and Hargin, K.D. (1981). Distribution of soft wheat kernel lipids into flour milling fractions. *Journal Science Food Agricultural*, **32**: 579-587.
- Nara, J.M., Lindsey, R.C. and Burkholder, W.E. (1981). Analysis of volatile compounds in wheat germ oil responsible for an aggregation response in *trogoderma glabrum* larvae. *J. Agric. Food Chem.*, **29**: 68.
- Nara, J.M. and Burkholder, W.E. (1983). Influence of molting cycle on the aggregation response of *trogoderma glabrum* larvae to wheat germ oil. *Environ, Entomol*, **12**: 703-706.
- Nas, S., Gökalp, Y.H. ve Ünsal, M. (2001). Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Matbaası, 322.
- Nelson, J.H., Glass, R.L. and Geddes, W.F. (1963a). The triglycerides and fatty acids of wheat. *Cereal Chemistry*, **40**: 343.
- Nelson, J.H., Glass, R.L. and Geddes, W.F. (1963b). Silicic acid chromatography of wheat lipids. *Cereal Chemistry*, **40**: 337.

- Nichenametla, S.N., Taruscio, T.G., Barney, D.L. and Exon, J.H. (2006). A review of the effects and mechanisms of polyphenolics in cancer. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **46**: 161-183.
- Oğuz, A., Akarçay, E., Telaseli, Ö. ve Sayaslan, A. (2006). Düşük amilozlu, amilozsuz ve yüksek amilozlu buğdayların gelişimleri, özellikleri ve kullanım alanları. Hububat 2006 - Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, 07-08 Eylül 2006, Gaziantep.
- Orman, S. ve Bağdatlıoğlu, N. (2005). Gıdalardaki antioksidanlar ve sağlık üzerine etkileri. *Standart, Ekonomik ve Teknik Dergi*, **44**: 52-61.
- Oymak, M.M. (2006). Pilot Scale Wheat Germ Stabilization in a Spouted Bed. Master Thesis, ChE-METU, Ankara.
- Özer, M.S. (1998). Kepekli Ekmeklerin Bazı Niteliklerinin İncelenmesi ve Kalitelerinin İyileştirilmesi Olanakları. Çukurova Üniversitesi, Doktora Tezi, Adana, 152 s.
- Özkaya, H. (1985). Buğday lipitleri ve önemi. *Gıda, Gıda Teknolojisi Derneği Yayın Organı*, **10 (4)**: 231- 245.
- Özkaya, H. (1992). Temel gıdamız ekmek. *Bilim ve Teknik*, **25 (291)**: 43-45.
- Özkaya, H. ve Özkaya B. (1990). Tahıl Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:14, Ankara.
- Panfili, G., Cinquanta, L., Fratianni, A. and Cubadda, R. (2003). Extraction of wheat germ oil by supercritical CO₂: Oil and defatted cake characterization. *Journal of American Oil Chemists' Society*, **80**: 157-161.
- Parke, D.V. (2001). Nutritional antioxidants and disease prevention: Mechanisms of actions. *Antioxidans in Human Health and Diseases*, Eds: Basu, T.K., Temple, N.J. and Garg, M.L., CAB International, New York, 1-13.
- Pellegrini, N., Serafini, M., Salvatore, S., Rio, D.D., Bianchi, M. and Brighenti, F. (2006). Total antioxidant capacity of spices, dried fruits, nuts, pulses, cereals and sweets consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *Molecular Nutrition and Food Research*, **50**: 1030-1038.
- Perera, C.O. and Yen, G.M. (2007). Functional properties of carotenoids in human health. *International Journal of Food Properties*, **10**: 201-230.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N. and Gordon, M. (2001). Antioxidants in food. CRC Press, USA.

- Pomeranz, Y. (1970). Germ bread. Baker's Digest. December: 30-33.
- Pomeranz, Y. (1978). Wheat chemistry and technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.
- Pomeranz, Y. (1987). Modern Cereal Science and Technology. VCH Publishers, Inc., Washington, U.S.A., 486 p.
- Pomeranz, Y., Chung, O. and Robinsay, R.J. (1966). Lipids in wheat from various crosses and varieties. *Journal of American Oil Chemists' Society*, **43**: 511.
- Pomeranz, Y., Carjaval, M.J. and Shorgen, M.D. (1970). Wheat germ in bread making. *Cereal Chemistry*, **47**: 429.
- Posner, E.S. and Li, Y.Z. (1991). A technique for separation of wheat germ by impacting and subsequent grinding. *Journal Cereal Science*, **13**: 49-70.
- Prakash, A. (2001). Antioxidant activity. Medallion Laboratories Analytical Progress, **19**: 1-6.
- Pyler, E.J. (1988). Baking Science and Technology. Sosland Publishing Company, U.S.A., 1345 p.
- Rao, P.H., Kumar, G.V. Rango Rao, G.C.P. and Shurpalekar, S.R. (1980). Studies on stabilization of wheat germ. *Lebensmittel-Wissenschaft u Technologie*, **13**: 302-307.
- Saldamlı, İ. ve Sağlam, F. (1998). Vitaminler ve mineraller. Gıda Kimyası, Ed: Saldamlı, İ., Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 337-398.
- Schoenberg, T. (1985). Soaps cosmetics chemistry. *Specialties*, **61**: 37.
- Sezgin, Ü. (1997). Hububat Teknolojisi. Ege Üniversitesi Ders Notları, İzmir.
- Shollenberger, J.H., Curtis, J.J., Jaeger, C.M., Earle, F.R. and Bayles, B.B. (1949). The chemical composition of various wheats and factors influencing their composition. *US Department of Agriculture Technical Bulletin*, No: 995.
- Shurpalekar, S.R. and Rao, P.H. (1977). Wheat Germ. in "Advances in Food Research, Volume 23", Chichester, C.O. (ed), Academic Press, New York, pp: 187-304.
- Sissons, M. (2004). Pasta. Encyclopedia of Grain Science, Eds: Wrigley, C. et al., Elsevier Ltd., Amsterdam, 410-418.
- Sivri, D., Köksal, H. ve Özkan, H. (1992). Buğday rüseyimi katkılı unların ekmek kalitesini düzeltme imkanları II. *Gıda*, **17 (4)**: 219-226.

- Sonntag, N.O.V. (1979). in Swern, D., ed. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 4th ed., vol. 1, John Wiley & Sons, New York, p: 289.
- Sümbül, Y. ve Tanju, Ş. (2001). Ülkemiz buğdaylarından rüşeymin elde edilmesi ve gıda endüstrisinde değerlendirilme olanaklarının araştırılması. Tübitak Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü, Gebze.
- Swern, D. (1996). Bailey's Industrial Oil and Fats Products. Fifth edition, Vol:4.
- Taniguchi, M., Tsuji, T., Shibata, M. and Kobayashi, T. (1985). Extraction of oils from wheat germ with süpercritical carbon dioxide. *Agricultural Biology Chemistry*, **49**: 2367.
- Temple, N.J. (2000). Antioxidants and disease: More questions than answers. *Nutrition Research*, **20**: 449-459.
- Thomas, M.J. (1995). The role of free radicals and antioxidants: How do we know that they are working? *Critical Reviews in Food Science*, **35**: 21-39.
- Tolgay, Z. ve Tetik, İ. (1984). Muhtasar Gıda Kontrolü ve Analizleri Klavuzu. Ege Matbaası. Ankara.
- Tolonen, M. (1990). Vitamins and minerals in health nutrition. Ellis Horwood, New York.
- Tsao, R. and Deng, Z. (2004). Separation procedures for naturally occurring antioxidant phytochemicals. *Journal of Chromatography*, **812**: 85-99.
- Türker, S., Elgün, A. ve Keskinöglü, R. (1996). Rüşeym ekmeği üzerine araştırmalar. *Un Mamulleri Dünyası*, **5 (4)**: 4-11.
- Türker, S., Elgün, A. ve Bilgiçli, N. (2001). Buğday rüşeymi katkısında tavlayarak kavurma ve öğütme işlemlerinin ekmek özelliklerine etkisi üzerine bir araştırma. *Gıda Teknolojisi*, **5 (3)**: 54-57.
- Tüzün, Y. ve Garip, F. (2005). E vitaminin dermatolojideki yeri. *Dermatose*, **4**: 96-98.
- Ünal, S.S. (1999). Hububat Teknolojisi Ders Notları (Yayınlanmamış). Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, 86s.
- Vitti, P., Leitao, R.F.F. and Arima, H.K. (1979). Germe de trigo em pao. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Brazil*, **16 (1)**: 91-98.
- Wang, T. and Johnson, L.A. (2001). Natural refining of extruded-expelled soybean oils having various fatty acid compositions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **78**: 71.

- Willcox, J.K., Ash, S.L. and Catignani, G.L. (2004). Antioxidants and prevention of chronic disease. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, **44**: 275-295.
- Woerfel, J.B. (1995). Extraction. In: Erickson DR, editor. Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization. Champaign, IL: AOCS Press. p: 65-92.
- Wu, X., Beecher, G.R., Holden, J.M., Haytowitz, D.B., Gebhardt, S.E. and Prior, R.L. (2004). Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **52**: 4026-4037.
- Xie, M. and Dunford, N.T. (2011). Enzymatic extraction of wheat germ oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **88**: 2015–2021.
- Yalçınkaya, S., Ayar, A. and Elgün, A. (2003). Buğday rüşeymi ve fitaz ilavesiyle besin değeri yüksek yoğurt üretimi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, **17 (32)**: 57 -63.
- Yu, L., Haley, S., Perret, J., Haris, M., Wilson, J. and Qian, M. (2002). Free radical scavenging properties of wheat extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **46**: 3630-3634

6.1 İnternet Kaynakları

	Erişim Tarihi
1- http://www.formistan.com/bitki-dunyasi	06.05.2012
2- http://www.ehow.com/about_5135060	10.05.2012

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Mithat GÜVEN

Doğum Yeri : İznik – BURSA

Doğum Tarihi : 06.11.1988

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Bursa Cumhuriyet Lisesi (2002-2005)

Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği
Bölümü (2006-2010)

Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda
Mühendisliği Anabilim Dalı (2010-2012)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

- Fırtına Yemek (Gıda Mühendisi), 2010-2011
- Tekbaşak Un (Gıda Mühendisi), 2011-2012