

**T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ**

**BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ
KESİN RAPORU**

**EKMEĞİN FİTİK ASİT MİKTARINA ÇEŞİT VE
EKSTRAKSİYONUN ETKİSİ**

Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA

Proje Numarası : 2002-07-11-064

Başlama Tarihi : 18 / 11 / 2002

Bitiş Tarihi : 18 / 11 / 2004

Rapor Teslim Tarihi : 14 / 12 / 2004

Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri

Ankara - 2004

1. PROJENİN TÜRKÇE VE İNGİLİZCE ADI VE ÖZETLERİ

EKMEĞİN FITİK ASİT MİKTARINA ÇEŞİT VE EKSTRAKSİYONUN ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışmada, altı adet buğday çeşidinden (Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95, İkizce) elde edilen %65, %75, %85 ve %100 ekstraksiyonlu unlardan yapılan ekmeklerdeki fitik asit miktarına buğday çeşidi ve un ekstraksiyon oranının etkisi araştırıldı. Her bir buğday çeşidinden elde edilen un ve ekmeklerde ekstraksiyon oranı arttıkça fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarının da arttığı gözlemlendi. Üzerinde çalışılan örnekler içerisinde en düşük fitik asit içeriği 834 mg/100g ile İkizce çeşidinde, en yüksek fitik asit içeriği ise 1066 mg/100g olarak Gerek-79 çeşidinde bulundu. Buğday çeşitlerinin toplam fosfor miktarlarının 348.5 mg/100g ile 439.7 mg/100g değerleri arasında olduğu, toplam fosfor içeriğindeki fitat fosforu oranlarının ise %61.1 ile %71.7 arasında değiştiği saptandı. Buğday örneklerinden ekmek üretimi sırasında fitik asit miktarındaki azalma oranının ise %18.91 ile %50.74 değerleri arasında olduğu ve en fazla kaybın da Gün-91 çeşidinde gerçekleştiği tespit edildi.

ANAHTAR KELİMELELER: Fitik asit, fitat fosforu, toplam fosfor, buğday, ekstraksiyon oranı

THE EFFECT OF VARIETY AND EXTRACTION ON PHYTIC ACID CONTENT OF BREAD

ABSTRACT

The aim of this research was to study wheat varieties and flour extraction rate effects on phytic acid content of breads made from flour with extraction of 65%, 75%, 85% and 100%, which were obtained from six wheat varieties (Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95, İkizce). It was observed that the total phosphorus, phytate phosphorus and phytic acid contents increased with the increase in extraction ratio of flour and bread obtained from each wheat variety. Of these samples, İkizce contained the lowest phytic acid content with 834 mg/100g whereas Gerek-79 contained the highest phytic acid content with 1066 mg/100g. It was determined that total phosphorus content of different wheat varieties varied from 348.5 mg/100g to 439.7 mg/100g and the phytate phosphorus content in total phosphorus differed between 61.1% and 71.7%. The phytic acid decrease was observed within the values of 18.91:% and 50.74% during bread production obtained from wheat samples; therefore, phytic acid highest loss was in Gün-91 wheat.

Key words: Phytic acid, phytate phosphorus, total phosphorus, wheat, extraction rate

İÇİNDEKİLER

1. PROJENİN TÜRKÇE ve İNGİLİZCE ADI ve ÖZETLER	1
İÇİNDEKİLER.....	3
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	5
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	7
2. AMAÇ ve KAPSAM	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM	22
3.1. Materyal.....	22
3.2. Yöntem.....	22
3.2.1. Fiziksel yöntemler.....	22
3.2.1.1. Hektolitre ağırlığı tayini.....	22
3.2.1.2. Bin tane ağırlığı tayini.....	23
3.2.1.3. Tane iriliği tayini.....	23
3.2.1.4. Camsılık tayini.....	23
3.2.1.5. Un verimi tayini.....	23
3.2.2. Kimyasal ve fizikokimyasal yöntemler.....	23
3.2.2.1. Rutubet miktarı tayini.....	23
3.2.2.2. Kül miktarı tayini.....	23
3.2.2.3. Protein miktarı tayini.....	24
3.2.2.4. Düşme sayısı (falling number) tayini.....	24
3.2.2.5. Yaş gluten (yaş öz) miktarı tayini.....	24
3.2.2.6. Kuru gluten miktarı tayini.....	24
3.2.2.7. Sedimentasyon değeri tayini.....	24
3.2.2.8. Fosfor miktarı tayini.....	24
3.2.2.9. Fitat fosforu ve fitik asit tayini.....	25
3.2.3. Reolojik testler.....	25
3.2.3.1. Farinograf araştırmaları.....	25
3.2.3.2. Ekstensograf araştırmaları.....	25
3.2.4. Ekmek örneklerinin hazırlanması.....	25
3.2.5. İstatistiksel değerlendirme.....	26
4. ANALİZ ve BULGULAR	27
4.1. Buğday Örneklerinin Bazı Fiziksel Özellikleri.....	27

4.2. Buğday Örneklerinin Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikleri.....	29
4.3. Un Örneklerine Ait Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikler.....	30
4.4. Un Örneklerinin Farinogram Özellikleri.....	32
4.5. Un Örneklerinin Ekstensogram Özellikleri.....	34
4.6. Buğday Örneklerinin Fitat Fosforu, Fitik Asit ve Toplam Fosfor Miktarları.....	36
4.7. Değişik Buğday Çeşitlerinden Elde Edilen Farklı Ekstraksiyona Sahip Unların Fitat Fosforu, Fitik Asit ve Toplam Fosfor Miktarları.....	37
4.8. Değişik Buğday Çeşitlerinden Elde Edilen Farklı Ekstraksiyona Sahip Unlardan Yapılan Ekmeklerin Fitat Fosforu, Fitik Asit ve Toplam Fosfor Miktarları.....	48
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	58
6. KAYNAKLAR.....	59
7. EKLER.....	65

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Tahılların fitik asit içeriği.....	11
Çizelge 2.2.	Bazı tahıl ürünlerinin fitik asit içeriği.....	13
Çizelge 4.1.	Buğday örneklerinin bazı fiziksel özellikleri.....	28
Çizelge 4.2.	Buğday örneklerinin bazı kimyasal ve fizikokimyasal Özellikleri.....	29
Çizelge 4.3.	Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri.....	31
Çizelge 4.4.	Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin farinogram değerleri.....	33
Çizelge 4.5.	Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin ekstensogram değerleri.....	34
Çizelge 4.6.	Buğday örneklerinin fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarları.....	36
Çizelge 4.7.	Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarları.....	38
Çizelge 4.8.	Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin fitik asit değerlerine ait varyans analizi.....	43
Çizelge 4.9.	Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin toplam fosfor değerlerine ait varyans analizi.....	43
Çizelge 4.10.	Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin fitik asit değerleri ortalamalarına ait duncan testi.....	44
Çizelge 4.11.	Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin toplam fosfor değerleri ortalamalarına ait duncan testi.....	44

Çizelge 4.12. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmeklerin fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarları.....	49
Çizelge 4.13. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin fitik asit değerlerine ait varyans analizi.....	52
Çizelge 4.14. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin toplam fosfor değerlerine ait varyans analizi.....	52
Çizelge 4.15. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin fitik asit değerleri ortalamalarına ait duncan testi.....	53
Çizelge 4.16. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin toplam fosfor değerleri ortalamalarına ait duncan testi.....	54

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sekil 2.1.	Anderson tarafından önerilen fitik asit modeli.....	9
Şekil 4.1.	Bezostaya buğday çeşidinden elde edilen farklı ekstraksiyonlu unlar ile bunlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları.....	40
Şekil 4.2.	Gün-91 buğday çeşidinden elde edilen farklı ekstraksiyonlu unlar ile bunlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları.....	40
Şekil 4.3.	Dağdaş-94 buğday çeşidinden elde edilen farklı ekstraksiyonlu unlar ile bunlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları.....	41
Şekil 4.4.	Gerek-79 buğday çeşidinden elde edilen farklı ekstraksiyonlu unlar ile bunlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları.....	41
Şekil 4.5.	Kırgız-95 buğday çeşidinden elde edilen farklı ekstraksiyonlu unlar ile bunlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları.....	42
Şekil 4.6.	İkizce buğday çeşidinden elde edilen farklı ekstraksiyonlu unlar ile bunlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları.....	42
Şekil 4.7.	Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin fitik asit miktarı üzerine etkili “Buğday çeşidi X Ekstraksiyon oranı” interaksiyonu.....	46
Şekil 4.8.	Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin toplam fosfor miktarı üzerine etkili “Buğday çeşidi X Ekstraksiyon oranı” interaksiyonu.....	47
Şekil 4.9.	Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin fitik asit miktarı üzerine etkili “Buğday çeşidi X Ekstraksiyon oranı” interaksiyonu.....	56
Şekil 4.10.	Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin toplam fosfor miktarı üzerine etkili “Buğday çeşidi X Ekstraksiyon oranı” interaksiyonu.....	57

2. AMAÇ ve KAPSAM

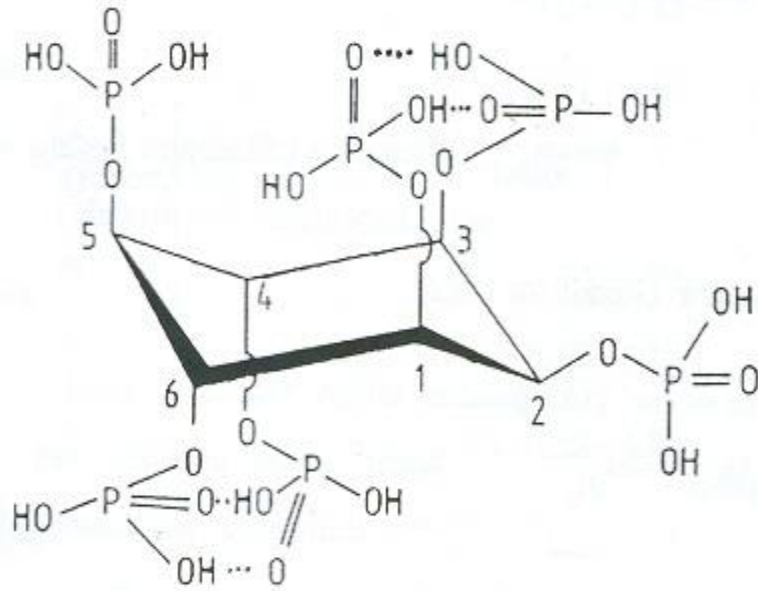
Fitik Asitin Kimyasal Yapısı

Tohum ve tahıl tanelerinin çoğunluğunda temel depo fosfor bileşeni olan ve toplam fosforun %70'inden fazlasını teşkil eden fitik asit (myo-inositol 1, 2, 3, 4, 5, 6 – hexakis dihydrogen phosphate , IP6), ilk olarak 1800'lü yılların ortalarında keşfedilmiştir (Garcia-Esteva vd 1999). Hartig adlı araştırmacı 1855-1856 yıllarında yaptığı çalışmalar sonucunda bitki tohumlarından nişasta yapısında olmayan, tohumun çimlenmesi ve bitkinin büyümesi sırasında önemli rol oynayan küçük taneleri ekstrakte etmiştir. 1872 yılında Pfeffer bu partikülleri globoidler olarak adlandırmış ve bunların temel bileşeni olan fitik asiti ilk kez saf olarak izole etmiştir. Çok az miktarda protein ve karbonhidrat içermekle birlikte (>2%) globoidlerin yapısında yüksek oranda fitik asit (%25-70) bulunmaktadır. Ayrıca potasyum ve magnezyumca da zengin bir kompozisyona sahiptir (Lasztity ve Lasztity 1990). Fitik asitin hidroliz ürünleri inositol ve fosforik asit olarak tanımlanmış ve bu bileşik inositol-fosforik asit olarak adlandırılmıştır. İnositolün pek çok izomerini içermesi ve polifosfatların karışımı olmasından dolayı fitik asitin adlandırılmasında fitat terimi de yaygın olarak kullanılmaktadır (Reddy vd 1982).

Suzuki vd tarafından 1906 yılında fitik asitin bugünkü yapısının temelini oluşturan ilk model geliştirilmiştir. Aynı araştırmacılar, fitik asiti, inositolün hekzafosfat esteri olarak tanımlamışlardır. Diğer yandan 1908 yılında Starkenstein fosforun, fitik asitin yapısında pirofosfat formunda bulunduğu görüşünü savunmuştur. Tüm bu bulgular fitik asit için önerilen iki farklı yapıya zemin oluşturmuştur. Bunlardan bir tanesi 1914 yılında Anderson tarafından ileri sürülen hekzaortofosfat yapısı, diğeri ise 1908 yılında Neuberg tarafından tanımlanan pirofosfat ester modelidir (Lasztity ve Lasztity 1990). İki yapı arasındaki temel fark, fosfat gruplarının izomerik konformasyonu ile yapıda kuvvetli bağlarla bağlanmış su moleküllerinin bulunup bulunmamasından kaynaklanmaktadır (Reddy vd 1982).

Johnson ve Tate adlı araştırmacılar 1969 yılında yaptıkları çalışmaları sonucunda tahıl tanelerinde bulunan fitik asitin 1914 yılında Anderson tarafından önerilen simetrik yapıdaki myo-inositol hekzaortofosfat modeline uygun olduğunu göstermişlerdir (Lasztity ve Lasztity 1990).

Anderson yapısında, basit bir şeker olan myo-inositole altı adet fosforik asit molekölü bağlı bulunmaktadır (şekil 2.1.) (Reddy vd 1982). Bunlardan beř tanesinin dikey birinin ise yatay düzlemde bulunmasından dolayı bu yapı (5a-1e) konformasyonu olarak da adlandırılmaktadır (Barré vd 1954).



şekil 2.1. Anderson tarafından önerilen fitik asit modeli

Fitik Asitin Tanedeki Önemi ve Tahılların Fitik Asit İçeriği

Tohumda bulunan inositol ve fosfatın öncelikli depo formu olarak kabul edilen fitik asitin tanedeki miktarı; nişasta, protein ve lipitler gibi diğer maddelerin eşliğinde tohumun gelişimi süresince artmakta ve olgunlaşma periyodunun en üst noktasında ise en yüksek seviyeye ulaşarak özellikle çimlenme aşamasında tohuma gereken yüksek enerji için kaynak oluşturmaktadır (Reddy ve Sathe 2002). Yapılan çalışmalarda, çimlenme sırasında fosforun endospermden embriyoya taşınma süresinin 72-120 saat olduğu ve bunun da şekerin metabolit olarak kullanılmaya başlandığı ana denk geldiği saptanmıştır. Bunun sonucu olarak tanede fitaz aktivitesi artarken, fitat içeriğinde ise azalma gözlemlenmiştir (Chen ve Pan 1977, Irving 1980).

Sobolev ve Rodionova (1962) tohumun dinlenme aşamasının fitik asit tarafından başlatıldığı görüşünü savunmaktadır. Fitik asitin bitkilerin büyümesi sırasında taşıyıcı ya da iz minerallerin deposu olarak rol oynadığı ile ilgili fikirler Cosgrove (1966) tarafından ortaya atılmakla birlikte bu hipotezi destekleyecek bir kanıt henüz bulunamamıştır.

Gupta ve Venkatasubramanian (1975) çalışmaları sonucunda fitik asitin çinko ile çelat oluşturarak küflerin bu minerali kullanamaması sonucu soya fasulyesi tohumlarında aflatoksin üretimini engellediğini saptamışlardır (Lasztity ve Lasztity 1990).

Yıllık toplam gıda üretimi içerisinde tahıllar %65'lik bir oranla en yüksek paya sahipken bunu sırasıyla çekirdekli etli meyveler (%17.2), baklagiller (%7.6) ve diğer kuru tohumlar ile meyveler (%5.7) takip etmektedir. Üretilen değişik gıda gruplarının fitik asit içerikleri açısından bir karşılaştırma yapıldığında ise yine en büyük payı %77.3'lük bir oranla tahıllar oluşturmakta ve bunu baklagiller (%13.0), diğer kuru tohumlar ile meyveler (%9.2) ve çekirdekli etli meyveler izlemektedir (%0.5) (Reddy ve Sathe 2002).

Günlük diyetle tüketilen gıdalarda yaygın olarak bulunan fitik asitin özellikle sert kabuklu yemişler, baklagiller ve tahıllardaki miktarı oldukça yüksektir. Bahçe ürünleri ve yumrulardaki miktarı ise daha azdır (Febles vd 2002). Fitat miktarı domates ve bamyada daha fazla iken; enginar, incir, patates, çilek ve fıstıkta orta düzeyde; brokoli, havuç ve yeşil fasulyede ise daha az oranlarda saptanmıştır. Turunçgil meyveleri, elma, kayısı, muz, armut, şeftali, ananas, ıspanak, soğan, marul, mantar ve erikte ise fitik asit bulunmamaktadır (Harland ve Harland 1980, Harland ve Oberleas 1987, Harland ve Morris 1995).

Gıdalardaki fitat miktarının belirlenmesine yönelik ilk çalışmalar Averill ve King adlı araştırmacılar tarafından 1926 yılında başlatılmıştır. Tahılların fitik asit içeriğinin % 0.06 ile % 2.22 değerleri arasında değiştiği, ancak genel olarak bu oranların % 0.5 ile % 2.0 arasında olduğu belirtilmektedir (Çizelge 2.1.). Parlatılmış pirinç en düşük (<%0.25), küçük taneli tahıllar (%1.38) ise en yüksek fitat içeriğine sahip tahıllar arasında yer almaktadır (Lasztity ve Lasztity 1990, Reddy ve Sathe 2002).

Çizelge 2.1. Tahılların fitik asit içeriği

Tahıl	Fitat Miktarı (%)
Buğday (tüm tane)	0.60-1.35
Çavdar	0.97-1.34
Arpa	0.97-1.13
Mısır	0.53-0.89
Pirinç (parlatılmamış)	0.28-0.85
Sorgum	0.57-0.96
Akdarı	0.53-1.12
Tritikale	0.50-1.89
Yulaf	0.77-1.01

Tahıl ve tahıl ürünlerindeki toplam fosforun büyük bir kısmını (>%80) fitat fosforu oluşturmakla birlikte toplam fosfordaki fitat fosforu oranı buğdayda %60-80, kahverengi pirinçte %73.7-81.0, tritikalede %18-53, mısırdaki %83-88, arpada %66-70, yulafta %59-66 ve sorgumda %72 ile %89 değerleri arasında değişmektedir (Nelson vd 1968, Lasztity ve Lasztity 1990, Reddy ve Sathe 2002).

Tahılların fitik asit içeriğini etkileyen pek çok faktör bulunmakla birlikte; iklim koşulları, toprak yapısı, yıl, çeşit, sulama ve lokasyon bunların başlıcalarıdır (Bassiri ve Nahapetian 1977, García-Esteva vd 1999).

Tahıllardaki fitik asit oranı tanenin morfolojik açıdan farklı kısımlarında homojen bir dağılım göstermemektedir. Buğday ve pirinç tanesinde bulunan fitatın önemli bir kısmı alöron tabakasında, çok az bir kısmı da embriyoda bulunmakla birlikte nişastalı endosperm kısmı fitat içermemektedir. Mısırdaki ise diğer tüm tahıllardan farklı olarak fitat embriyoda %88 oranında bulunmaktadır. Mısır endospermindeki fitat miktarı toplam fitatın yaklaşık %3.2' si kadardır (Reddy ve Sathe 2002). Öğütme prosesi süresince, alöron hücreleri perikarp partikülleri ile birlikte bulunduğu kepek fraksiyonundaki fitat miktarı da artmakta ve buna bağlı olarak farklı öğütme derecesindeki ürünlerin fitik asit miktarları da değişmektedir. O'Dell vd (1972) tarafından yapılan çalışmalar sonucunda buğday tanesinde fitat miktarı % 0.3 iken, kepekte bu oran % 5 olarak saptanmıştır (Dıntzıs vd 1992). Kepeğin yüksek fitik asit içeriğine bağlı olarak ekstraksiyon oranı arttıkça undaki fitik asit miktarı da artmaktadır. Ayrıca yumuşak buğdaylar da sert buğdaylara göre daha fazla miktarda fitik asit içermektedirler (O'Dell vd 1972, Reddy 1976, Chang vd 1977). Harland ve Frølich (1989) adlı araştırmacılar tarafından %90 ve %100 ekstraksiyonlu İsveç, Norveç ve Amerikan unları üzerinde yapılan bir çalışmada %90 ekstraksiyonlu İsveç arpa unundaki fitat miktarı 6.65 ± 0.15 mg/g iken, %100 ekstraksiyonlu İsveç çavdar ununda 7.70 ± 0.30 mg/g ve %100 ekstraksiyonlu Norveç ve Amerikan tam buğday unlarında ise bu değerler sırasıyla 7.90 ± 0.20 ve 9.60 mg/g olarak saptanmıştır.

Tahıl ürünlerinin içerdiği fitat miktarı kullanılan hammaddeye, farklı ekstraksiyon oranlı unların kullanımına ve fermentasyon derecesine bağlı olarak değişmekle birlikte bu değer öğütülmüş tahıl fraksiyonlarında %0.08 ile %6, çeşitli ekmeklerde %0.03 ile %2.41 ve kahvaltılık tahıl ürünlerinde ise %0.05 ile %3.29 değerleri arasındadır (Reddy ve Sathe 2002). Ayrıca tam buğday unu ekmeği ve benzeri ürünler yüksek oranda, beyaz ekmek ise düşük oranda fitik asit içermektedir (Çizelge 2.2.) (Lasztity ve Lasztity 1990).

Çizelge 2.2. Bazı tahıl ürünlerinin fitik asit içeriği

Ürün	Fitik Asit Miktarı (%)
Sert kırmızı buğday kepeği	6.68
Yumuşak beyaz buğday kepeği	5.03
Durum buğdayı kepeği	2.80
Buğday ekmeği	0.06-0.23
Kraker	0.37-0.58
Bisküvi	0.11-1.05
Buğday gluteni	2.13
Tritikale kepeği	0.31-0.98
Mısır ekmeği	1.36
Tam buğday unu ekmeği	0.56
Çavdar ekmeği	0.41
Beyaz ekmek	0.03

Fitik Asitin Mineraller ve Proteinler Üzerine Etkisi

Yüksek oranda diyet lifi içeren gıdaların tüketimindeki artışa paralel olarak kepekli tahıl ürünlerinin tüketim oranı ile fitik asitin vücuda alınan miktarı da artmaktadır (García-Esteba vd 1999). Temel minerallerin biyolojik yararlanılabilirliklerini azaltarak yetersiz beslenmeye yol açtığı gerekçesiyle, fitatlarca zengin gıdaların tüketimine yönelik ilgi ve araştırmalar her geçen gün yoğunlaşmaktadır (Harland ve Narula 1999). Fitatın sindirimi, biyolojik yararlanılabilirliği ve minerallerin biyoyararlanabilirliklerine olan etkisi fitik asit ile ilişkili beslenme problemlerinde üzerinde en çok durulan konulardır (Lasztity ve Lasztity 1990).

Sadece geniş getiren hayvanlar midelerindeki mikroorganizmaların aktivitesi sonucu fitat fosforundan faydalanabilmektedirler (Lasztity ve Lasztity 1990). Nelson (1976) soya, sorgum taneleri ve mısır ile beslenen dana ve öküzlerin bağırsaklarında yemlerden gelen doğal fitat fosforunun hidrolizi ile ilgili yaptığı çalışma sonucunda öküzlerin dışkısında fitat fosforuna rastlamazken, genç danalarınkinden iz miktarda fitat fosforu saptamıştır. Aynı araştırmacı ilk fitat hidrolizinin midede başladığı ve sindirim sisteminin diğer kısımlarına ulaşmadan tamamlandığı görüşünü savunmaktadır.

Günlük diyetimizde aldığımız kalorinin çoğunu tahıldan sağladığımız ve fitatın tahıllardaki toplam fosforun büyük bir kısmını oluşturduğu düşünüldüğünde, insan metabolizmasının fitattan yararlanabilme oranının önemi ortaya çıkmaktadır. Fitatın metabolizmadaki sindirimi ile ilgili araştırmalar daha çok domuz ve kümes hayvanları üzerinde yoğunlaşmakla birlikte fitat fosforundan yararlanma oranının hayvanlarda %20 ile %60 arasında, insanlarda ise bu değer çok daha düşük olduğu belirtilmiştir (Noland vd 1968, Bayley ve Thompson 1969, Morris 1986).

Fitik asit özellikle Ca, Mg, Zn ve Fe gibi mineraller ile kuvvetli çelat oluşturabilmektedir. Yapısındaki altı adet fosfat grubunun anyonik karakteri katyonlara bağlanmak için yüksek bir potansiyele sahiptir. Fitik asitin katyonlarla oluşturduğu fitatların çözünürlük karakteristikleri beslenme üzerindeki olumsuz etkilerinin temel nedeni olarak görülmektedir. Ortam pH' sı, ısı işlemler ve bağlayıcı özellikteki diğer

bileşiklerin varlığı fitatların çözünürlüklerini etkileyen başlıca faktörlerdir (Harland ve Harland 1980, Lasztity ve Lasztity 1990). Bağlanma sonucu oluşan tuzların çözünürlükleri fiziksel pH sınırları arasında ($4 < \text{pH} < 8$) en az düzeyde olduğundan bağırsaktaki emilimleri de oldukça zayıftır (Harland ve Narula 1999).

Fitik asit (IP6) ve hidroliz ürünlerinden olan inositol pentafosfatın (IP5) minerallerin biyoyararışlılıkları üzerindeki etkileri oldukça kuvvetlidir. Diğer hidroliz ürünlerinin (IP4, IP3, IP2 ve monofosfat) minerallere olan zayıf bağlanma kapasitelerinden dolayı oluşturdukları tuzların çözünürlükleri daha fazladır (Sandberg vd 1989).

Fitik asitin gıdadaki konsantrasyonu ve dağılımı, gıdada bulunan minerallerin orijini, miktar ve kalitesi, fitik asit ile minerallerin interaksiyonunu etkileyen diğer gıda bileşenlerinin varlığı (diyet lifi polisakkaritleri, okzalatlara, polifenolik bileşikler vb) ve fitatın fitaz enzimlerince hidrolizi ve sindirimi fitik asitin minerallerin biyoyararışlılıkları üzerine etki eden başlıca faktörlerdir (Lasztity ve Lasztity 1990).

Sıcaklık, pH ve iyonik güç kalsiyum-fitat interaksiyonunu etkileyen başlıca faktörler olup, pH arttıkça ve sıcaklık 5-40°C arasında iken interaksiyon artmaktadır. pH 5'in altında ise herhangi bir etkileşimin olmadığı saptanmıştır. Ortamda diğer katyonlar bulunduğu ise kalsiyumun demir emilimini etkilediği belirtilmiştir (Graf 1983, Martin ve Evans 1986). Van Dokum vd (1982) tarafından insanlar üzerinde yapılan çalışmada, 20 gün süre ile diyeteye eklenen 22 g/gün buğday kepeği tüketiminin Ca absorpsiyonu üzerine olumsuz etkide bulunmadığı saptanmıştır. Buna karşılık değişik gıdalardaki Ca-fitik asit interaksiyonu ile ilgili olarak yapılan bir diğer çalışmada ise mısır kepeğinde bulunan her 1 mol fitik asitin yaklaşık 1 mol Ca bağladığı, pirinçte bulunan her 1 mol fitik asitin 2 mol Ca bağladığı, soya fasulyesi, yulaf ve bezelyede ise bu oranın yaklaşık 3 mol olduğu belirtilmektedir. Aynı çalışmada gıdalardaki fitatın her bir molünün maksimum 6 mol Ca bağlayabildiği ancak bu değerlerin ortalama 5 mol olduğu bildirilmektedir. Fitatın maksimum Ca bağlama kapasitesindeki bu farklılık ortamdaki diğer maddelerin varlığı ve Ca ve fitik asitin gıdalardaki konsantrasyonlarından kaynaklanmaktadır (Dendougui ve Schwedt 2004).

Tahıl ağırlıklı beslenme sonucunda bu gıdalardaki lif, fitat vb birtakım bileşenlerin magnezyumun absorpsiyonunu engelleyerek biyoyararışlılığını azalttığı tespit edilmiştir. Bu inhibitörlere karşı ekmeği kuvvetlendirmek amacıyla diğer magnezyum kaynaklarına göre daha stabil olan magnezyum oksit katılması önerilmektedir (Ranhotra 1983). Mc Cance ve Widdowson (1942) tarafından yapılan bir araştırma sonucunda, defitinize esmer ekmek diyetindeki Mg absorpsiyonunun, normal esmer ekmek diyetindekinden 60 mg/gün daha fazla olduğu saptanmıştır.

İnsan ve hayvan denekler üzerinde yürütülen çeşitli çalışmalar, gıdalara fitat ilavesinin ya da yüksek fitat içerikli besin tüketiminin demirin biyoyararışlılığını azalttığını göstermektedir (Reddy vd 1982). Mercimek, fasulye vb baklagiller ile tahıllar gibi fitatça zengin gıdalardaki demirin düşük biyoyararışlılıkta olduğu saptanmıştır (Gillooly vd 1983, Lynch vd 1984). Tahıllarda bulunan selüloz, lignin ve fitik asit demir absorpsiyonunu azaltan başlıca bileşenlerdir. Defitinize edilmiş tahılların tüketimi sonucunda demirin vücuda yararışlılık oranının arttığı saptanmıştır (Davidsson vd 1995). Bovell-Benjamin vd (1997) çalışmalarında yüksek fitat içeriğine sahip tam mısır ekmeğine katılan demir bisglisinat (ferrochel) adlı bileşiğin gıdanın tüketimi sonucu vücuttaki demir absorpsiyon oranını arttırdığını göstermişlerdir (Harland ve Narula 1999).

Manganezin demir alımına etkisini saptamak için 8 kişi üzerinde yapılan bir çalışmada; 4 kişi aktif fitat, 4 kişi ise defitinize fitat içeren gıdalarla beslenmiştir. Süre sonunda yapılan ölçümlerde defitinize gıdalarla beslenen kişilerdeki manganez absorpsiyon oranının diğer grubun yaklaşık iki katı bir değerde olduğu saptanmıştır (Harland ve Narula 1999).

Fitik asit kaynaklı çinko yetersizliği ilk olarak hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda saptanmıştır. Gıdaların yüksek fitat içerikleri çinko absorpsiyonunu azaltmaktadır. Spesifik bir gıda için çinkonun biyolojik yararışlılığının göstergesi olarak fitik asit / çinko molar oranı kullanılmaktadır. Pek çok araştırmacı fitat / çinko molar oranı ile çinko absorpsiyonu arasında ters bir orantı bulunduğunu belirtmektedir. İnsanlarda çinko yetersizliğini engellemek için gerekli olan maksimum fitat / çinko

molar oranı henüz tespit edilmemekle birlikte diyetlerde bu oran 3 ile 6 arasında değişmektedir (Harland ve Harland 1980, Lasztity ve Lasztity 1990). Yüksek fitat ve düşük yarayırlılığa sahip minerallerce zengin gıdaların tüketimine bağlı olarak ortaya çıkan demir yetersizliğinde olduğu gibi çinko yetersizliğinin de gelişmekte olan ülkelerde oldukça yaygınlaştığı ifade edilmektedir (Harland ve Narula 1999). Farelerin denek olarak kullanıldığı bir araştırmada, yüksek oranda Ca ve Mg alındığında fitik asitin çinkonun biyoyarayırlılığı üzerindeki negatif etkisinin arttığı saptanmıştır (Oberleas vd 1966, Forbes vd 1984).

Fitik asitin krom absorpsiyonunu azaltıcı veya arttırıcı etkisini saptamak için Keim (1987) tarafından yapılan bir çalışmada farelere %35 oranında yumuşak kırmızı kışlık buğday kepeği ilave edilmiş diyet uygulanmış ve sonuçta fitatın krom absorpsiyonu üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir (Morris 1986).

Fitat – selenyum interaksiyonunun incelendiği bir diğer çalışmada ise fitat içeriği yüksek bir diyetle beslenme sonucunda hem fekal hem de ürinal dışkıdaki selenyum miktarının arttığı gözlenmiştir (Morris 1985).

Proteinlerin yarayırlılığını önemli derecede etkileyen protein-fitik asit interaksiyonu tohumun olgunlaşma evresinde başlamakta ve alöron dokularında devam etmektedir. Uygulanan prosese bağlı olarak protein-fitik asit interaksiyonu değişmekle birlikte; ısıl işlem (pişirme, otoklav) ve enzimlerce (fitaz, fosfomonoesteraz vb) parçalanma, mineraller ve diğer maddelerin ortamda bulunması, pH değişimi ve sıcaklık bu interaksiyonu etkileyen önemli faktörlerdir. Polivalent katyonlar gibi gıdalarda bulunan diğer bileşiklerin varlığı da fitat-protein interaksiyonunu etkilemektedir. Katyonlar, nötral ya da yüksek pH’ da pozitif yüklü protein grupları ile negatif yüklü fitatlar arasında köprü oluşumuna neden olmaktadır (Lasztity ve Lasztity 1990). İyonik yapılarından dolayı fitatlar yüklü protein grupları ile doğrudan, Ca gibi (+) yüklü bir mineral ve (-) yüklü bir proteinden oluşan gruplarla ise dolaylı olarak reaksiyon vermektedir. Proteinlerin katyonik grupları, fitat anyonları ile düşük pH’ da doğrudan bağlanmakta ve bu noktada iki bileşiğin de çözünürlüğü çok düşük olmaktadır. Alkali ortamda ise protein – fitat interaksiyonu tamamen farklı bir özellik göstermektedir.

Sonuçta oluşan fitat-protein ve fitat-mineral-protein kompleksleri proteinlerin sindirilebilirlik ve biyoyararışlılıklarını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Fitatın fosfat grubundaki bir hidrojen vasıtası ile doğrudan ya da proteinler üzerinden dolaylı olarak nişastaya bağlanması ise nişastanın çözünürlüğünü ve sindirilebilirliğini azaltmaktadır (Reddy ve Sathe 2002).

Fitaz Aktivitesi ve Ekmek Üretim Prosesinin Fitik Asit Üzerine Etkisi

Depolama, fermentasyon, çimlenme, gıda işleme ve metabolik sindirim gibi aşamalar sırasında enzimatik veya kimyasal yolla hidrolize olan fitik asit, inositol penta- (IP5), tetra- (IP4), trifosfat (IP3) ve mümkün olduğunda di- ve monofosfat gibi daha düşük dereceli inositol fosfatlara ayrılmaktadır (García-Esteva vd 1999). Bu parçalanma sonucunda oluşan fosfatların mineral bağlama kapasiteleri azalırken, ekmekteki minerallerin biyoyararışlılıkları artmaktadır (Harland ve Frølich 1989).

Bütün tahıl tanelerinde bulunan fitazlar (myo-inositol hekzafosfat fosfohidrolaz) fitatların defosforilasyonundan sorumlu enzimler olup uluslararası alanda 3-fitaz (EC2.1.3.8) ve 6-fitaz (EC 3.1.3.26) olarak iki grupta isimlendirilmektedir. Genellikle 6-fitaz enzimi tahıllarda bulunmakla birlikte bu enzim için substrat olan fitatın hidrolizi sonucu oluşan son ürün myo-inositol 2-fosfattır (Lasztity ve Lasztity 1990).

Fitaz fitat ile birlikte tanenin yapısında doğal olarak bulunabildiği gibi (endojen), ekzojen fitazlar da mevcuttur. Ekzojen fitazlar mikrobiyel ya da maya kaynaklı olabilmektedir. *Rhizopus* ve *Aspergillus* fitazın başlıca fungal kaynaklarını, *Bacillus subtilis* ve *Klebsiella* gibi mikroorganizmalar bakteriyel fitaz kaynaklarını oluşturmaktadır. Mayalardan ise *Saccharomyces* ve *Schwanniomyces* olası fitaz kaynakları olarak tanımlanmaktadır (Harland ve Morris 1995).

Tahıllardan fitaz eldesi ilk kez pirinç kepeğinden sağlanmış, daha sonra buğday, mısır, sorgum, arpa ve tritikaleden de elde edilmiştir. Çimlenmiş yulafta herhangi bir fitaz aktivitesine rastlanmazken, en yüksek aktivite çavdarda belirlenmiştir (Harland ve Harland 1980, Lasztity ve Lasztity 1990).

Orijinleri farklı fitaz enzimleri için optimum sıcaklık değerleri 45-60°C arasında değişmektedir (opt. 50°C). Fitaz aktivitesi için gerekli optimum pH aralığı ise 4.0-7.5 arasındır (opt. 5.2) (Lasztity ve Lasztity 1990).

Lif oranı yüksek gıdaların tüketimindeki artış günlük fitat alımı sınırlarını belirlemek açısından gıdanın fitik asit içeriğini kontrol etme gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Teorik olarak tahıl içerikli gıdalardaki fitat miktarını azaltmak için pek çok yöntem bulunmakla birlikte (düşük fitat veya yüksek fitaz aktiviteli yeni çeşitlerin seçimi, çimlenme, mekanik ayırma veya ekstraksiyon vb işlemler) ekmek yapımı bunlar içerisinde en çok fitat yıkımına neden olan prosestir. Çok aşamalı bir süreç olan ekmek yapımında, fermentasyon ve pişirme fitatların miktarındaki değişiklik açısından en önemli proses basamaklarıdır (Lasztity ve Lasztity 1990).

Ekmek üretimi sırasında kullanılan unun ekstraksiyon oranı, maya kullanılıp kullanılmadığı ve kullanılıyorsa miktarı, hamur pH' sı, su içeriği, fermentasyon süresi, pişirme koşulları, Ca ve Mg tuzları ile sodyum bikarbonat ilavesi fitat hidrolizini önemli derecede etkileyen başlıca faktörlerdir (Reddy ve Sathe 2002).

Özkaya vd (2002) tarafından yapılan bir çalışmada ekmeğin fitik asit içeriğine kepek miktarı, maya miktarı ve fermentasyon süresinin etkileri incelenmiştir. Buna göre ekmekteki fitik asit içeriğinin kepek miktarının artışına bağlı olarak arttığı, maya miktarı ve fermentasyon süresinin artışına bağlı olarak ise azaldığı belirlenmiştir.

Ekmek yapım süreci sırasındaki maya fermentasyonu, ekşi hamur fermentasyonu, asetik asit ilavesi ile hamur pH' sının 5.2' ye düşürülmesi ve sitrik asit ilavesi fitik asit yıkımını arttırmaktadır. Diğer yandan kalsiyum ilavesi (özellikle kalsiyum asetat ve monokalsiyum fosfat), magnezyum asetat veya sodyum bikarbonat ilavesi, demir sülfat ilavesi ve un ekstraksiyon oranının artması ise fitatı ekmek yapımı sırasında parçalanmaya karşı korumaktadır.

Ekşi hamur kullanılarak yapılan bir çalışmada, asitlik oranı yüksek hamurdaki fitik asit azalma oranının su ile hazırlanan hamurdakine oranla yaklaşık %25 daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Fretzdorff ve Brümmer 1992).

Kül miktarı ve ekstraksiyon oranı öğütme işlemi sonucunda elde edilen undaki fitik asit miktarını etkileyen başlıca faktörlerdir (Fretzdorff ve Weipert 1986). Farklı ekstraksiyon derecesine sahip unlar üzerinde yapılan bir araştırmada; %80, %85 ve %100 ekstraksiyonlu unlarda fitat fosforu miktarı sırasıyla 60 mg/100g, 100 mg/100g ve 225 mg/100g olarak saptanmıştır (Kent Jones ve Amos 1967).

Farklı ekstraksiyon derecesine sahip unlardan hazırlanan ekmekler üzerinde yapılan diğer bir araştırmada ise fitik asit parçalanma oranları %85 (%70 ekstraksiyonlu undan yapılan ekmek), %69 (%85 ekstraksiyonlu undan yapılan ekmek) ve %31 (%92 ekstraksiyonlu undan yapılan ekmek) olarak belirlenmiştir (Widdowson 1941). Geleneksel yöntemlerle üretilen esmer ve beyaz ekmeklerde sırasıyla %22-58 ve %67-90 oranlarında fitat kaybı, %100 tam buğday unundan yapılan ekmeklerde ise %30 ile %48 değerleri arasında bir azalma tespit edilmiştir (McKenzie – Parnell ve Davies 1986). Tam buğday unu ekmeği üzerinde yapılan bir çalışmada ekmek üretim prosesinin tümünde toplam %23'lük bir fitat kaybı saptanmış ve bunun %17'lik kısmının fermentasyon, %1'lik kısmının gaz çıkarma, %5'lik kısmının ise pişirme aşamasında meydana geldiği belirtilmiştir. Aynı çalışmada beyaz ekmek için toplam fitat kaybı %66 olarak saptanmıştır (Tangkonchitr vd 1981b).

Ekmek üretimi prosesinde fermentasyonun ilk aşamalarında fitik asitteki parçalanmanın maksimum düzeyde olduğu görülmektedir. Fermentasyon süresi ile fitat parçalanması arasında doğru orantılı bir ilişki söz konusu olup, %85 ekstraksiyonlu undan hazırlanan hamurda fermentasyon süresi 3 saatten 8 saate çıkarıldığında fitatın hidroliz oranının %59'dan %76'ya yükseldiği belirtilmiştir (Pringle ve Moran 1942). Buğdayda bulunan fitaz, mayadaki fitaz ve hamur fermentasyonunda rol oynayan diğer mikroorganizmalar fitat hidrolizini gerçekleştirmektedir (Lasztity ve Lasztity 1990).

Tam buğday unu ekmeği üzerinde yapılan bir diğer çalışmada %2 maya içeren hamurun 3 saatlik fermentasyonu sonucunda yaklaşık %34, 6 saatlik fermentasyon süresi sonunda ise %43 oranında fitik asit kaybı saptanmıştır (McKenzie-Parnell ve Davies 1986).

pH derecesi fitat parçalanmasını etkileyen diğer bir faktör olup düşük pH' da fitat kaybı artmaktadır. pH 5.2'de (50-55°C) fitaz enzimi maksimum aktiviteye sahip olduğundan bu pH'da en fazla fitat parçalanması gerçekleşmektedir (Rohrlich 1969).

Tahıl ürünleri ve bunlardan hazırlanan ekmekler üzerinde yapılan bir çalışmada ekmek üretimi sırasında fitaz enzimlerinin varlığı ve yüksek sıcaklıktan ötürü fitik asitin parçalandığı saptanmış ve bu oranın yulaf ekmeğinde %20, beyaz ekmekte ise %50 oranında olduğu tespit edilmiştir (Garcia-Esteva vd 1999).

Çeşitli tahıl ürünlerinin işlenmesi sırasında farklı işlem basamakları bünyedeki fitat miktarında değişik oranlarda azalmalara neden olmaktadır. Doğal fermentasyon uygulanan pirinçte (8-72 saat, 20°C) %80.4'lük fitat kaybı gözlenirken bu oran mısırdaki %55.2 ile %58.5 arasında, arpada ise %53 ile %74 değerleri arasında saptanmıştır. Makarna üretimindeki toplam %23.4'lük kaybın %3.6'sı pişirme aşamasında meydana gelmektedir (Reddy ve Sathe 2002). Bulgur üretimi sırasında ise hem pişirme hem de kabuk soyma aşamaları fitik asit miktarında bir azalmaya neden olmakla birlikte bu azalma otoklavda pişirilen örneklerde daha da fazla çıkmıştır (Özkaya ve Özkaya 1998, Köksel vd 1999, Özkaya vd 2000). Bulgur üretimi sırasında pilavlık bulgurda %25.28, köftelik bulgurda ise %30.72'lik bir fitik asit kaybı saptanmıştır (Yılmaz ve Ünal 1993).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak *Tr. aestivum* türüne mensup 6 buğday çeşidi (Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95, İkizce) kullanılmıştır. Kullanılan ekmeklik buğday örneklerinden Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79 ve Kırgız-95 Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğünden (TİGEM), İkizce ise Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kenan Evren Araştırma ve Uygulama Çiftliğinden temin edilmiştir.

Buğday örnekleri tane sertlikleri dikkate alınarak tavlandıktan sonra Bühler tipi standart laboratuvar değirmeninde öğütülmüştür. Örneklerin hem kırma hem de redüksiyon sisteminden alınan kepekleri Bühler Type ML4-302 kepek temizleme makinesinden geçirilerek elde edilen kepek unları ile ekstraksiyon oranları %65, %75 ve %85 olan un örnekleri hazırlanmıştır. %100 ekstraksiyonlu un örneklerinin elde edilmesi için ise kırma ve redüksiyon sistemlerinden alınan kepekler önce Bühler Type ML4-302 kepek temizleme makinesinden geçirilmiş sonra Falling Number Type KT-30 öğütücüsünde un inceliğine öğütülmüş ve kepek unları ile birlikte una katılmıştır. Ekmekler, elde edilen farklı ekstraksiyondaki bu unlardan yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Fiziksel yöntemler

3.2.1.1. Hektolitreye ağırlığı tayini

Hektolitreye ağırlığı tayini 1 litrelik hektolitreye terazisi kullanılarak Özkaya ve Kahveci (1990)'ye göre yapılmış, sonuçlar kg/hl olarak verilmiştir.

3.2.1.2. Bin tane ağırlığı tayini

Bin tane ağırlığı tayini Özkaya ve Kahveci (1990) tarafından belirtilen yöntemle yapılmış, sonuçlar kuru madde üzerinden gram olarak verilmiştir.

3.2.1.3. Tane iriliği tayini

Tane iriliği delik aralıkları 2.2 mm, 2.5 mm ve 2.8 mm olan oval delikli elek takımı kullanılarak 100 g örnekte belirlenmiş ve elek üzerinde kalan miktarlar % olarak verilmiştir (Özkaya ve Kahveci 1990).

3.2.1.4. Camsılık tayini

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

3.2.1.5. Un verimi tayini

Bühler tipi standart laboratuvar değirmeninde öğütülen örneklerin un verimleri, Özkaya ve Kahveci (1990)'ye göre hesaplanmış ve sonuçlar % olarak verilmiştir.

3.2.2. Kimyasal ve fizikokimyasal yöntemler

3.2.2.1. Rutubet miktarı tayini

Örneklerin rutubet miktarları ICC (International Association for Cereal Chemistry) Standart Metod No: 110-1 (Anonim 1976)'e göre tayin edilmiştir.

3.2.2.2. Kül miktarı tayini

Kül miktarı tayini, ICC Standart Metod No: 104 (Anonim 1990)'e göre yapılmıştır.

3.2.2.3. Protein miktarı tayini

Protein miktarı tayini, AACC (American Association of Cereal Chemistry) Standart Metod No. 46-10 (Anonim 1969)'a göre yapılmıştır.

3.2.2.4. Düşme sayısı (falling number) tayini

Düşme sayısı tayini, ICC Standart Metod No: 107 (Anonim 1995)'ye göre yapılmıştır.

3.2.2.5. Yaş gluten (yaş öz) miktarı tayini

Yaş gluten miktarı tayini, ICC Standart Metod No: 106 (Anonim 1984)'ya göre yapılmıştır.

3.2.2.6. Kuru gluten miktarı tayini

Kuru gluten miktarı, elde edilen yaş glutenin, Glutork kurutucu aletinde 5 dakika kurutulması sonrası desikatörde soğutulup tartılmasıyla belirlenmiştir (Özkaya ve Kahveci 1990).

3.2.2.7. Sedimentasyon değeri tayini

Sedimentasyon değeri tayini, ICC Standart Metod No: 116 (Anonim 1994)'ya göre tayin edilmiştir.

3.2.2.8. Fosfor miktarı tayini

Örnekler kuru yakma yöntemine göre analize hazırlanmış (Özkaya ve Kahveci 1990) ve toplam fosfor miktarı Vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemine göre Özkaya ve Kahveci (1990)'de belirtildiği gibi spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir.

3.2.2.9. Fitat fosforu ve fitik asit tayini

Örneklerdeki fitik asidin 0.2 N HCl çözeltisi ile ekstrakte edildikten sonra belli miktardaki demir III çözeltisi ile muamele edilip çöktürülmesi ve serum kısmında kalan demir miktarının spektrofotometrik yolla tayin edilmesi esasına dayalı bir yöntem kullanılmıştır (Tangkongchitr vd 1981a, Haug ve Lantzsch 1983).

3.2.3. Reolojik testler

3.2.3.1. Farinograf araştırmaları

Örneklerin farinogram özellikleri tayininde ICC Standart Metod No: 115 (Anonim 1992) esas alınmış, çizilen farinogramlar Bloksma (1971), Özkaya ve Kahveci (1990)'ye göre değerlendirilmiştir.

3.2.3.2. Ekstensograf araştırmaları

Ekstensograf özellikleri tayininde ICC Standart Metod No: 114 (Anonim 1992) kullanılmış ve ekstensogramlar Bloksma (1971), Özkaya ve Kahveci (1990)'de belirtilen kriterlere göre değerlendirilmiştir.

3.2.4. Ekmek örneklerinin hazırlanması

Altı çeşit buğday örneğinin (Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95, İkizce) dört farklı ekstraksiyon oranındaki (% 65, % 75, % 85, % 100) unlarından elde edilen ekmek örnekleri hızlı yoğurma yöntemine (Rapid-Mix-Test) göre tava ekmeği olarak hazırlanmıştır. Ekmek örneklerinin hazırlanmasında % 15 rutubet esasına göre tartılan una % 5.0 yaş maya, % 1.5 tuz, % 1.0 şeker ve farinograf su absorpsiyonunda belirlenen oranda su ilave edilerek yoğurma yapılmıştır. Yoğurma ile elde edilen hamur kütleleri % 80±5 nisbi rutubet ve 32°C' deki fermentasyon dolabında toplam 60 dakika (20+10+30) bekletilmiş ve fermentasyon sonunda 250°C ± 5°C' de 20 dakika süre ile pişirilmiştir (Anonymous 1971, Özkaya ve Kahveci 1990).

Fırından çıkarılan ekmekler oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletildikten sonra dilimlenerek sıcaklığı 30°C olan etüvde kurutulmuştur. Kurutma sonunda ekmek örnekleri Falling Number Type 120 laboratuvar değirmeninde öğütülmüş ve sonra ağızları kilitlenebilen poşetlere konularak analize hazır hale getirilmiştir.

3.2.5. İstatistiksel değerlendirme

Araştırmada elde edilen sonuçlar Statistica Paket İstatistik (Statistica for Windows Release 5.0) programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunanlara Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Anonymous 1995).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Buğday Örneklerinin Bazı Fiziksel Özellikleri

Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95 ve İkizce buğday çeşitlerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları çizelge 4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1' de de görüldüğü gibi, buğday çeşitlerine ait hektolitreye ağırlıkları 77.1 kg/hl (Gerek-79) ile 81.8 kg/hl (Bezostaya) değerleri arasında değişim göstermiştir.

Çalışmada kullanılan buğday örneklerinde en düşük 1000 tane ağırlığı Gerek-79 çeşidinde (31.0 g), en yüksek 1000 tane ağırlığı ise Bezostaya çeşidinde (42.2 g) elde edilmiştir.

Birbirini takip eden iki elek üzerinde kalan kütle toplamının %75' ten fazla olması çeşitlerin irilik açısından homojen olduklarını göstermektedir. Buğday çeşitlerinin tamamında 2.8 mm ve 2.5 mm' lik elekler üzerinde kalan kısım toplam kütlelerin %75' inden fazlasını oluşturmuştur. Çeşitler tane iriliklerine göre sıralandıklarında sıralama küçükten büyüğe doğru; İkizce, Gerek-79, Dağdaş-94, Gün-91, Kırgız-95 ve Bezostaya şeklinde oluşmaktadır.

Araştırmada kullanılan buğday çeşitlerinden Gerek-79 ve Kırgız-95 unsu, diğer buğday çeşitlerinin tümü ise camsı özellik göstermektedir.

Buğday örneklerinin öğütülmesi sonucunda elde edilen un verimleri %50.0 ile %65.0 değerleri arasında değişim göstermekle birlikte en düşük un verimi Dağdaş-94, en yüksek un verimi ise Kırgız-95 çeşidinde elde edilmiştir.

Çizelge 4.1. Buğday örneklerinin bazı fiziksel özellikleri

Örnek	Hektolitre ağırlığı (kg/hl)	1000 tane ağırlığı (g)*	Elek analizi (%)				Tane kesit görünüşü (%)			Un verimi (%)
			2.8 mm elek üstü	2.5 mm elek üstü	2.2 mm elek üstü	Elek altı	Unsu	Camsı	Dönmeli	
Bezostaya	81.8	42.2	91.1	5.6	1.8	1.5	40	47	13	64.4
Gün-91	80.5	33.6	74.9	14.8	6.6	3.7	13	75	12	64.6
Dağdaş-94	79.3	34.4	74.7	14.8	8.0	2.5	19	57	24	50.0
Gerek-79	77.1	31.0	65.4	21.4	10.6	2.6	96	4	-	63.1
Kırgız-95	80.1	35.9	83.0	11.5	4.1	1.4	89	9	2	65.0
İkizce	81.0	35.7	64.8	18.7	8.5	8.0	11	44	45	60.0

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

4.2. Buğday Örneklerinin Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikleri

Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95 ve İkizce buğday çeşitlerine ait bazı kimyasal ve fizikokimyasal analiz sonuçları çizelge 4.2’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Buğday örneklerinin bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri

Örnek	Rutubet miktarı (%)	Kül miktarı*	Protein miktarı* (Nx5.7,%)	Yaş gluten miktarı (%)	Kuru gluten miktarı (%)
Bezostaya	8.6	1.44	11.1	29.3	9.5
Gün-91	8.7	1.61	14.3	37.3	13.8
Dağdaş-94	8.4	1.41	10.9	28.9	9.9
Gerek-79	9.3	1.73	14.2	40.3	14.9
Kırgız-95	8.0	1.48	11.4	35.1	11.4
İkizce	8.7	1.55	14.4	38.6	12.7

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Çalışmada kullanılan buğday örneklerinin rutubet miktarları en düşük %8.0 ile Kırgız-95 ve en yüksek %9.3 ile Gerek-79 çeşidinde bulunmuştur.

Buğday çeşitlerinin kül miktarları %1.41 ile %1.73 değerleri arasında değişmektedir. Çeşitler kül içeriklerine göre sıralandıklarında sıralama küçükten büyüğe doğru; Dağdaş-94, Bezostaya, Kırgız-95, İkizce, Gün-91 ve Gerek-79 şeklinde oluşmaktadır.

Buğday tanesinde bulunan protein miktarı; çeşit, üretim koşulları ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmekle birlikte, buğdayların ekmeklik özelliklerini etkileyen önemli faktörlerden birisidir (Pomeranz ve Shellenberger 1971). Araştırmada kullanılan buğday çeşitlerinin protein miktarları en düşük Dağdaş-94 çeşidi (%10.9) ile en yüksek İkizce çeşidinde (%14.4) bulunmuştur.

Buğday örneklerine ait yaş gluten miktarı %28.9 ile %40.3 arasında değişirken kuru gluten için bu değerler %9.5 ile %14.9 arasında saptanmıştır.

4.3. Un Örneklerine Ait Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Özellikler

Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95 ve İkizce buğday çeşitlerinin öğütülmesi sonucu elde edilen farklı ekstraksiyondaki (%65, %75, %85, %100) un örneklerinin bazı kimyasal ve fizikokimyasal analiz sonuçları çizelge 4.3' de verilmiştir.

Çizelge 4.3' de de görüldüğü gibi un örneklerinin rutubet miktarları en düşük %11.4 ile Gerek-79 (%100 ekstraksiyonlu) ve en yüksek %14.1 ile Bezostaya (%65 ekstraksiyonlu) çeşidinde bulunmuştur.

Araştırmada kullanılan her bir buğday çeşidi içerisinde ekstraksiyon oranı arttıkça kül miktarı da artmıştır. En düşük kül içeriği Bezostaya çeşidinde iken, en yüksek oran Gerek-79 çeşidinde saptanmıştır.

Protein miktarı, unların ekmeklik özelliklerini etkileyen kriterlerden biri olmakla birlikte bu değer Gün-91 çeşidinden elde edilen unlarda daha yüksek çıkmıştır. Her bir buğday çeşidinde ekstraksiyon oranı arttıkça protein miktarı da artmıştır.

Un örneklerine ait yaş gluten miktarı %23.4 ile %40.6 arasında değişirken bu oran kuru gluten için %7.7 ile %13.4 değerleri arasında saptanmıştır. Gerek yaş gluten gerekse kuru gluten miktarları buğday çeşitleri içerisinde ekstraksiyon oranına bağlı olarak genelde artış göstermiştir.

Araştırmada kullanılan her bir buğday çeşidi içerisinde ekstraksiyon oranı arttıkça sedimentasyon değerleri ters orantılı olarak azalmıştır.

Un örneklerinin düşme sayısı değerleri en düşük 369 s ile İkizce (%100 ekstraksiyonlu) ve en yüksek 981 s ile Dağdaş-94 (%75 ekstraksiyonlu) çeşidinde saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri

Örnek	Ekstraksiyon oranı (%)	Rutubet miktarı (%)	Kül miktarı* (%)	Protein miktarı* (Nx5.7 %)	Yaş gluten miktarı (%)	Kuru gluten miktarı (%)	Sedimentasyon değeri** (ml)	Düşme sayısı değeri*** (s)
Bezostaya	65	14.1	0.40	10.6	23.4	7.7	30.5	618
	75	13.9	0.51	10.9	23.5	7.8	30.0	716
	85	13.9	0.74	10.9	23.8	7.7	29.0	649
	100	11.9	1.41	11.0	29.0	9.5	23.0	534
Gün-91	65	13.6	0.42	13.4	32.8	10.9	43.5	856
	75	13.4	0.51	13.5	32.8	10.9	36.0	825
	85	13.3	0.70	13.5	33.5	11.6	30.5	940
	100	12.1	1.54	14.3	37.6	12.4	29.0	698
Dağdaş-94	65	13.9	0.57	10.7	25.5	8.5	24.5	975
	75	13.9	0.65	10.8	25.6	8.4	23.5	981
	85	13.7	0.71	10.8	25.7	8.5	22.0	897
	100	11.6	1.39	10.9	28.6	9.3	20.0	751
Gerek-79	65	11.8	0.47	12.3	33.8	10.1	38.0	886
	75	11.7	0.51	12.7	34.7	11.4	37.0	806
	85	11.6	0.76	12.9	35.7	12.3	35.0	711
	100	11.4	1.73	14.1	40.6	13.4	27.0	774
Kırgız-95	65	12.0	0.43	9.5	27.9	9.3	27.5	582
	75	11.9	0.50	9.8	27.4	8.9	27.0	697
	85	11.8	0.80	10.4	27.4	8.9	27.0	670
	100	11.5	1.47	11.3	33.7	11.1	20.0	547
İkizce	65	12.3	0.42	11.8	33.2	10.9	38.0	444
	75	12.2	0.48	12.1	34.4	11.4	37.5	427
	85	12.2	0.69	12.6	34.2	11.0	36.5	475
	100	12.5	1.52	14.1	38.1	12.5	27.0	369

* Kuru madde üzerinden verilmiştir. ** %14 rutubet esasına göre hesaplanmıştır. *** %15 rutubet esasına göre hesaplanmıştır.

4.4. Un Örneklerinin Farinogram Özellikleri

Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95 ve İkizce buğday çeşitlerinin öğütülmesi sonucu elde edilen farklı ekstraksiyondaki (%65, %75, %85, %100) un örneklerinin farinogram özellikleri çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan tüm un örneklerinde her grup içerisinde ekstraksiyon oranı arttıkça su absorpsiyon oranı da artmıştır.

Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örnekleri içerisinde en yüksek gelişme ve stabilite süresi değerleri Gün-91 çeşidine ait unlarda tespit edilmiştir.

Çeşitlere ait unların farinogram değerlerinden yoğurma tolerans sayısı 80 BU ile Bezostaya (%65 ekstraksiyonlu) çeşidinde en düşük, 190 BU ile Gün-91 (%100 ekstraksiyonlu) çeşidinde ise en yüksek değer olarak belirlenmiştir. Ayrıca en düşük yumuşama derecesi değerleri Kırgız-95, en yüksek ise Gün-91 çeşidi buğday unlarında saptanmıştır.

Araştırmada kullanılan buğday unlarından Gün-91 (%100 ekstraksiyonlu) çeşidi 17 BU ile en düşük valorimetre değerini verirken, Bezostaya (%65 ekstraksiyonlu) çeşidinden 43 BU ile en yüksek valorimetre değeri elde edilmiştir. Unların ekmeklik kalitesi ile valorimetre değerleri arasında doğru orantılı bir korelasyon söz konusudur.

Çizelge 4.4. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin farinogram değerleri

Örnek	Ekstraksiyon oranı (%)	Su absorpsiyonu (%)	Gelişme süresi (d)	Stabilite (d)	Yoğurma tolerans sayısı (BU)	Yumuşama derecesi (BU)	Valorimetre değeri
Bezostaya	65	59.0	1.5	4.8	80	90	43
	75	60.0	1.5	3.3	100	110	32
	85	61.0	1.5	3.0	120	120	30
	100	66.6	3.5	3.2	120	130	30
Gün-91	65	57.8	4.5	6.2	130	180	26
	75	58.3	3.2	5.7	130	180	24
	85	59.3	3.2	5.5	140	190	23
	100	67.5	3.5	2.5	190	220	17
Dağdaş-94	65	61.2	1.5	3.4	110	80	37
	75	63.2	1.5	3.3	100	80	35
	85	63.4	1.8	3.4	110	90	34
	100	69.5	3.8	3.0	110	90	34
Gerek-79	65	54.9	2.0	4.3	100	120	30
	75	56.0	2.0	4.2	110	120	28
	85	56.2	2.0	4.3	110	120	28
	100	66.3	2.5	2.6	135	120	28
Kırgız-95	65	54.4	1.5	4.0	100	70	38
	75	54.8	1.8	4.5	100	90	34
	85	57.0	2.0	2.9	100	90	31
	100	63.6	2.8	2.4	120	95	31
İkizce	65	51.8	2.2	5.9	110	100	32
	75	52.6	2.4	4.3	115	130	27
	85	52.8	2.4	3.6	120	130	27
	100	62.2	2.9	3.0	130	110	27

B.U. : Brabender Ünitesi

4.5. Un Örneklerinin Ekstensogram Özellikleri

Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95 ve İkizce buğday çeşitlerinin öğütülmesi sonucu elde edilen farklı ekstraksiyondaki (%65, %75, %85, %100) un örneklerinin ekstensogram özellikleri çizelge 4.5' de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin ekstensogram değerleri

Örnek	Ekstraksiyon oranı (%)	R _m (BU)	R ₅ (BU)	E (mm)	A (cm ²)
Bezostaya	65	Çizilemedi			
	75				
	85				
	100				
Gün-91	65	Çizilemedi			
	75				
	85				
	100				
Dağdaş-94	65	220	220	123	38.0
	75	220	220	128	41.8
	85	200	190	107	31.2
	100	210	160	76	20.9
Gerek-79	65	160	150	128	30.9
	75	95	70	68	12.0
	85	Çizilemedi			
	100				
Kırgız-95	65	320	320	103	48.3
	75	250	250	128	43.1
	85	210	200	150	40.5
	100	290	270	107	40.5
İkizce	65	250	240	178	69.9
	75	240	240	165	59.2
	85	220	210	162	55.5
	100	330	320	125	55.3

R_m Hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç (BU)

R₅: Hamurun sabit deformasyondaki direnci (BU)

E: Uzama kabiliyeti (mm)

A: Enerji (cm²)

B.U.: Brabender Ünitesi

Çizelge 4.5' de de görülen R_m , R_5 , E ve A değerleri 135. dakikada çizilen ekstensogram kurvesi temel alınarak elde edilmiştir. Bezostaya ve Gün-91 çeşit unlarının tümü ile Gerek-79 çeşidinin %65 ve %75 ekstraksiyonlu unlarına ait ekstensogramlar çizilememiştir.

Araştırmada kullanılan çeşitler içerisinde en yüksek R_m değerleri Kırgız-95 çeşit unlarından elde edilmiştir. Sabit deformasyonda hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnç değeri (R_5), en düşük Gerek-79 (%75 ekstraksiyonlu) çeşidinde 70 BU olarak bulunurken, en yüksek değer Kırgız-95 (%65 ekstraksiyonlu) ve İkizce (%100 ekstraksiyonlu) çeşitlerinde 320 BU ile olarak belirlenmiştir.

Hamurun uzama kabiliyeti (E) işlenebilme yeteneği ile doğru orantılı olup, çeşitler içerisinde en düşük E değeri Gerek-79 çeşidine ait unlarda, en yüksek ise İkizce çeşit unlarından elde edilmiştir.

Çizilen ekstensogram kurvelerinin alanları çizelgeden de görüleceği gibi 12.0 cm^2 ile 69.9 cm^2 değerleri arasında değişim göstermiştir. En yüksek kurve alan değerleri İkizce çeşidine ait un örneklerinden elde edilmiştir.

4.6. Buğday Örneklerinin Fitat Fosforu, Fitik Asit ve Toplam Fosfor Miktarları

Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95 ve İkizce buğday çeşitlerinin fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarları çizelge 4.6' da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Buğday örneklerinin fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarları

Buğday çeşidi	Fitat fosforu miktarı* (mg/100g)	Fitik asit miktarı* (mg/100g)	Toplam fosfor miktarı* (mg/100g)	Toplam fosforun % olarak fitat fosforu
Bezostaya	240.6	853.2	393.8	61.1
Gün-91	253.8	900.0	415.3	61.1
Dağdaş-94	272.8	967.4	439.7	62.0
Gerek-79	300.6	1066.0	422.1	71.2
Kırgız-95	272.2	965.3	379.8	71.7
İkizce	235.2	834.0	348.5	67.5

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Araştırmada kullanılan buğday çeşitlerinin fitat fosforu içerikleri 235.2 mg/100g (İkizce) ile 300.6 mg/100g (Gerek-79) değerleri arasında değişmektedir.

Buğday örneklerinin fitik asit miktarları küçükten büyüğe doğru sırayla; İkizce çeşidinde 834.0 mg/100g, Bezostaya çeşidinde 853.2 mg/100g, Gün-91 çeşidinde 900.0 mg/100g, Kırgız-95 çeşidinde 965.3 mg/100g, Dağdaş-94 çeşidinde 967.4 mg/100g ve Gerek-79 çeşidinde ise 1066.0 mg/100g olarak saptanmıştır.

Yapılan bir çalışmada buğdaydaki fitat miktarının %0.39 ile %1.35 değerleri arasında olduğu bildirilmiştir (Lolas vd 1976, Reddy 1976, Kikunaga vd 1985, Kirby ve Nelson 1988, Eechkhout ve Depaepe 1994, Frossard vd 2000). Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95 ve İkizce buğday çeşitlerinde saptanan değerler de bu sınırlar içerisinde yer almaktadır.

Toplam fosfor miktarı buğday çeşitleri içerisinde en düşük 348.5 mg/100g ile İkizce çeşidinde, en yüksek ise 439.7 mg/100g değeri ile Dağdaş-94 çeşidinde tespit edilmiştir.

Buğday çeşitlerinin toplam fosfordaki fitat fosforu oranı %61.1 (Bezostaya ve Gün-91) ile %71.7 (Kırgız-95) değerleri arasında saptanmıştır.

O'Dell vd (1972) tarafından yapılan bir çalışmada buğdayda toplam fosfordaki fitat fosforu oranının %60-80 arasında olduğu tespit edilmiştir.

38 çeşit buğday örneğinin analiz edildiği bir çalışmada buğday çeşitlerinin fitik asit, toplam fosfor ve toplam fosforda % fitat fosforu içerikleri sırasıyla, %0.62 ile %1.33, %0.283 ile %0.524 ve %61.7 ile %79.9 değerleri arasında saptanmıştır (Lolas vd 1976).

4.7. Değişik Buğday Çeşitlerinden Elde Edilen Farklı Ekstraksiyona Sahip Unların Fitat Fosforu, Fitik Asit ve Toplam Fosfor Miktarları

Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95 ve İkizce buğdaylarının öğütülmesi sonucu elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlara ait fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarları çizelge 4.7' de verilmiştir.

Çizelge 4.7.'den de görüldüğü gibi buğday unu örneklerinden elde edilen fitat fosforu miktarları en düşük Kırgız-95 çeşidinde (%65 ekstraksiyonlu) 20.3 mg/100g ve en yüksek Gerek-79 çeşidinde (%100 ekstraksiyonlu) 297.5 mg/100g olarak bulunmuştur. Her bir buğday çeşidi içerisinde fitat fosforu miktarı ekstraksiyon oranı ile doğru orantılı olarak artış göstermiştir. En yüksek fitat fosforu miktarı Gerek-79 çeşidi unlarında, en düşük fitat fosforu miktarları ise Bezostaya ve İkizce çeşitlerine ait unlarda saptanmıştır.

Buğday çeşitlerinden elde edilen unların fitik asit içerikleri 71.8 mg/100g ile 1054.9 mg/100g sınır değerleri arasında değişim göstermiştir. Bezostaya çeşidinin %65 ekstraksiyonlu unu için bu değer 88.6 mg/100g ve %100 ekstraksiyonlu ununda ise 833.7 mg/100g olarak bulunmuştur (Şekil 4.1.). Gün-91 çeşidinin %65 ve %100 ekstraksiyonlu unlarının fitik asit içerikleri ise sırasıyla 105.0 mg/100g ve 890.4 mg/100g' dir (Şekil 4.2.). Diğer un örneklerinin fitik asit miktarları ise; Dağdaş-94 çeşidinde 91.7 mg/100g (%65 ekstraksiyonlu) ile 956.0 mg/100g (%100 ekstraksiyonlu) (Şekil 4.3.), Gerek-79 çeşidinde 94.8 mg/100g (%65 ekstraksiyonlu) ile 1054.9 mg/100g (%100 ekstraksiyonlu) (Şekil 4.4.), Kırgız-95'de 71.8 mg/100g (%65 ekstraksiyonlu) ile 943.9 mg/100g (%100 ekstraksiyonlu) (Şekil 4.5.) ve İkizce

Çizelge 4.7. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarları

Buğday çeşidi	Ekstraksiyon oranı (%)	Fitat fosforu miktarı* (mg/100g)	Fitik asit miktarı* (mg/100g)	Toplam fosfor miktarı* (mg/100g)	Toplam fosforun % olarak fitat fosforu
Bezostaya	65	25.0	88.6	72.7	34.4
	75	33.5	118.8	86.6	38.7
	85	63.3	224.5	150.2	42.1
	100	235.1	833.7	385.2	61.0
Gün-91	65	29.6	105.0	73.4	40.3
	75	31.2	110.8	86.5	36.1
	85	65.9	233.7	148.5	44.4
	100	251.1	890.4	402.6	62.4
Dağdaş-94	65	25.9	91.7	81.8	31.6
	75	32.7	115.8	100.5	32.5
	85	75.3	266.9	177.1	42.5
	100	269.6	956.0	431.0	62.6
Gerek-79	65	26.7	94.8	90.0	29.7
	75	38.5	136.6	102.7	37.5
	85	72.1	255.8	183.6	39.3
	100	297.5	1054.9	405.3	73.4
Kırgız-95	65	20.3	71.8	69.9	29.0
	75	33.1	117.2	95.4	34.6
	85	69.3	245.7	158.1	43.8
	100	266.2	943.9	371.3	71.7
İkizce	65	20.7	73.3	66.2	31.2
	75	37.3	132.3	74.6	50.0
	85	68.8	243.9	146.1	47.1
	100	234.0	829.7	334.1	70.0

* Kuru madde üzerinden verilmiştir

çeşidinde de 73.3 mg/100g (%65 ekstraksiyonlu) ile 829.7 mg/100g (%100 ekstraksiyonlu) (Şekil 4.6.) değerleri arasında saptanmıştır.

Fitik asit buğday tanesi içerisinde homojen bir dağılım göstermemekle birlikte daha çok rüşeym ve alöron tabakasında toplanmıştır. Endospermdeki fitik asit oranı ise oldukça düşüktür. Bu nedenle de buğdayın öğütülmesiyle tanedeki fitik asidin büyük bir kısmı uzaklaştırılmakta ve una geçen fitik asit miktarı da oldukça düşük olmaktadır (Özkaya 2000).

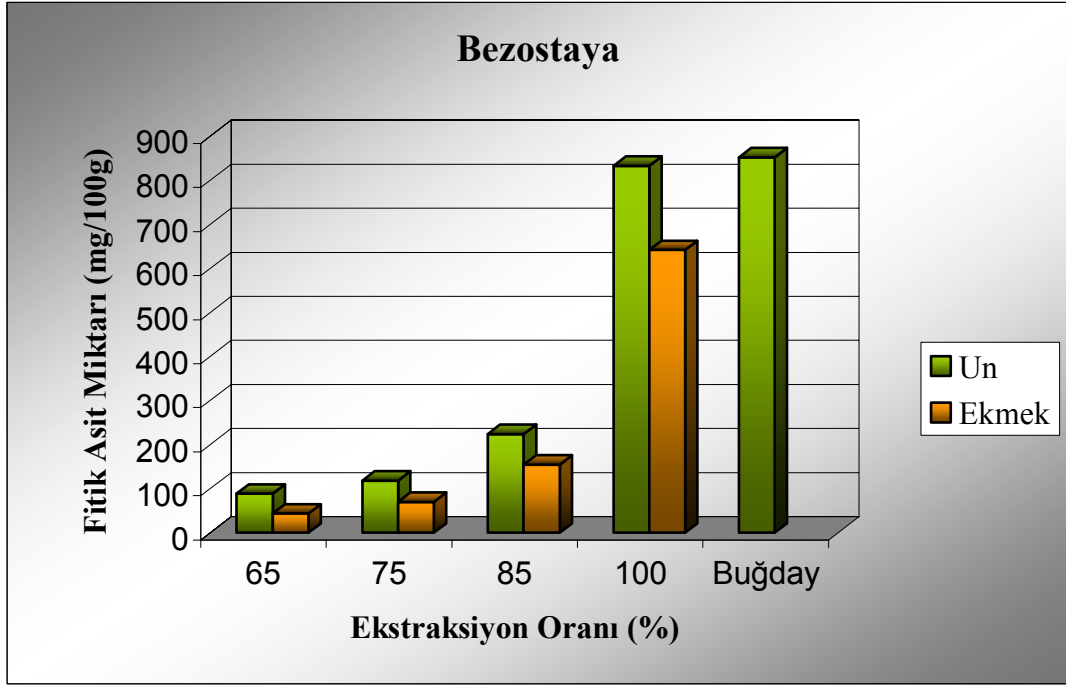
Öğütülmüş tahıl ürünlerinin fitik asit içeriğinin incelendiği bir çalışmada tahıl unlarındaki fitik asit oranının yumuşak buğday unlarında 3-4 mg/g, sert buğday unlarında 9 mg/g, tam tanede ise 22 mg/g olduğu belirtilmiştir (Garcia-Esteva vd 1999).

Çalışmada kullanılan un örneklerinin toplam fosfor miktarları Bezostaya çeşidinde 72.7 mg/100g ile 385.2 mg/100g, Gün-91 çeşidinde 86.5 mg/100g ile 402.6 mg/100g, Dağdaş-94 çeşidinde 81.8 mg/100g ile 431.0 mg/100g, Gerek-79 çeşidinde 90.0 mg/100g ile 405.3 mg/100g, Kırgız-95 çeşidinde 69.9 mg/100g ile 371.3 mg/100g ve İkizce çeşidinde ise 66.2 mg/100g ile 334.1 mg/100g değerleri arasında tespit edilmiştir

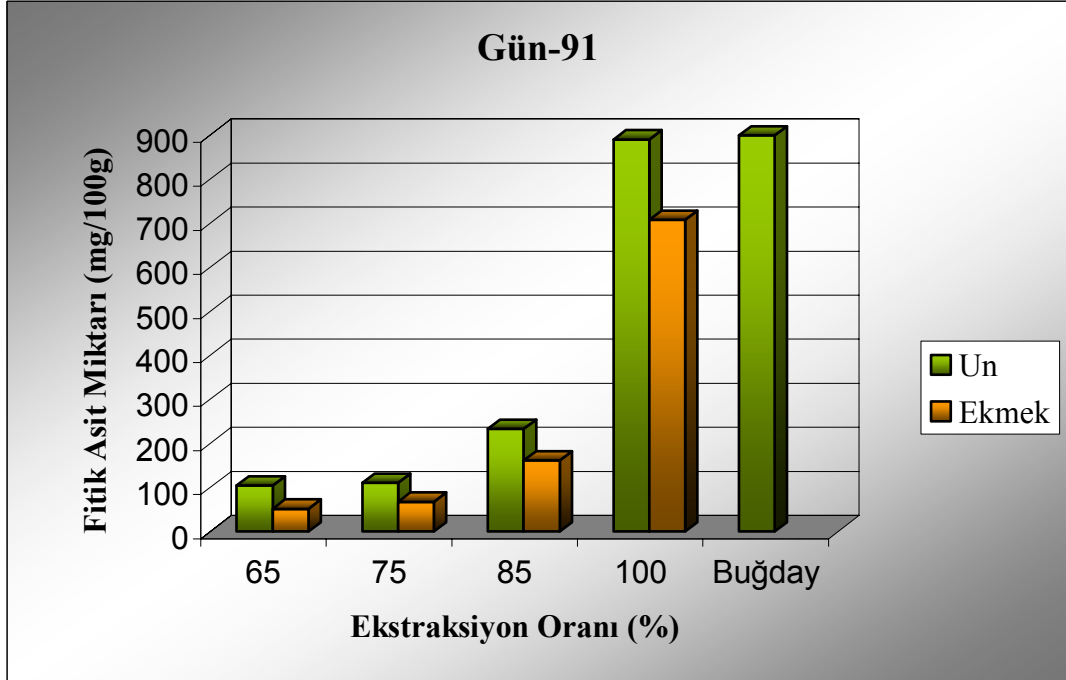
Tangkongchitr vd (1981b) araştırmaları sonucunda kullandıkları beyaz unun 109.3 mg/100g, tam buğday unlarının ise 439.6 mg/100g ve 440.8 mg/100g oranında toplam fosfor içerdiğini saptamışlardır.

Buğday unu örneklerinin içerdikleri toplam fosfordaki fitat fosforu yüzdesi ekstraksiyon oranı arttıkça artmakla birlikte, en düşük %65 ekstraksiyonlu Kırgız-95 çeşit ununda %29.0 ve en yüksek ise Gerek-79 çeşidi ununda (%100 ekstraksiyonlu) %73.4 olarak bulunmuştur.

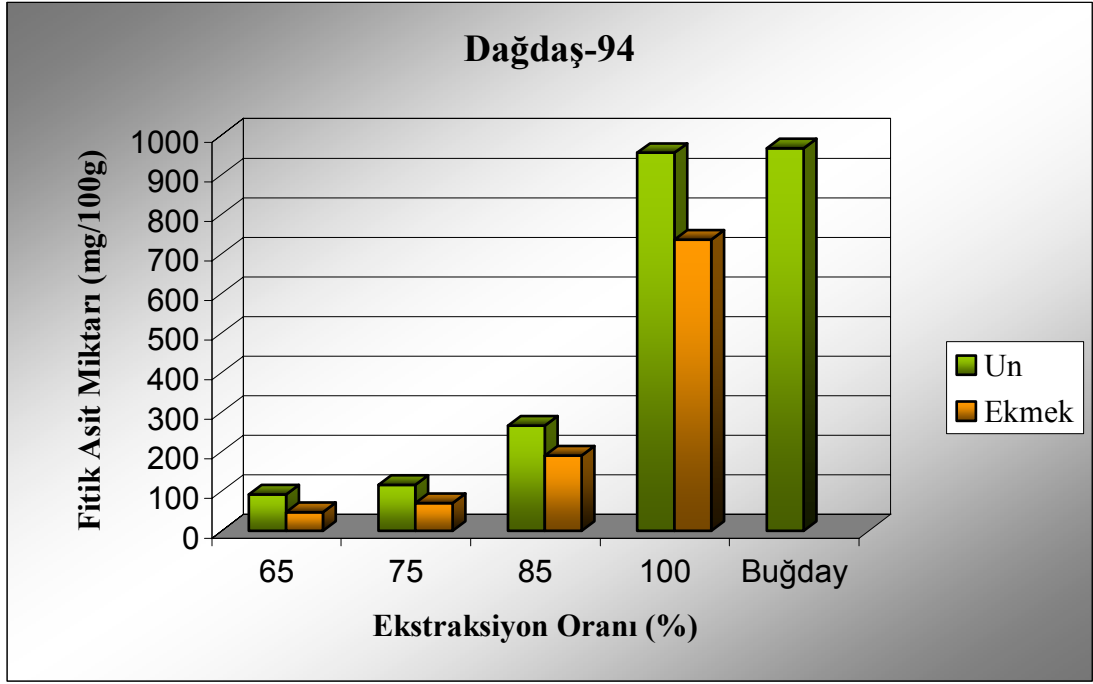
Buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyona sahip un örneklerinin fitik asit ve toplam fosfor değerlerine ait istatistiksel değerlendirme sonuçları çizelge 4.8. ve çizelge 4.9.'da verilmiştir.



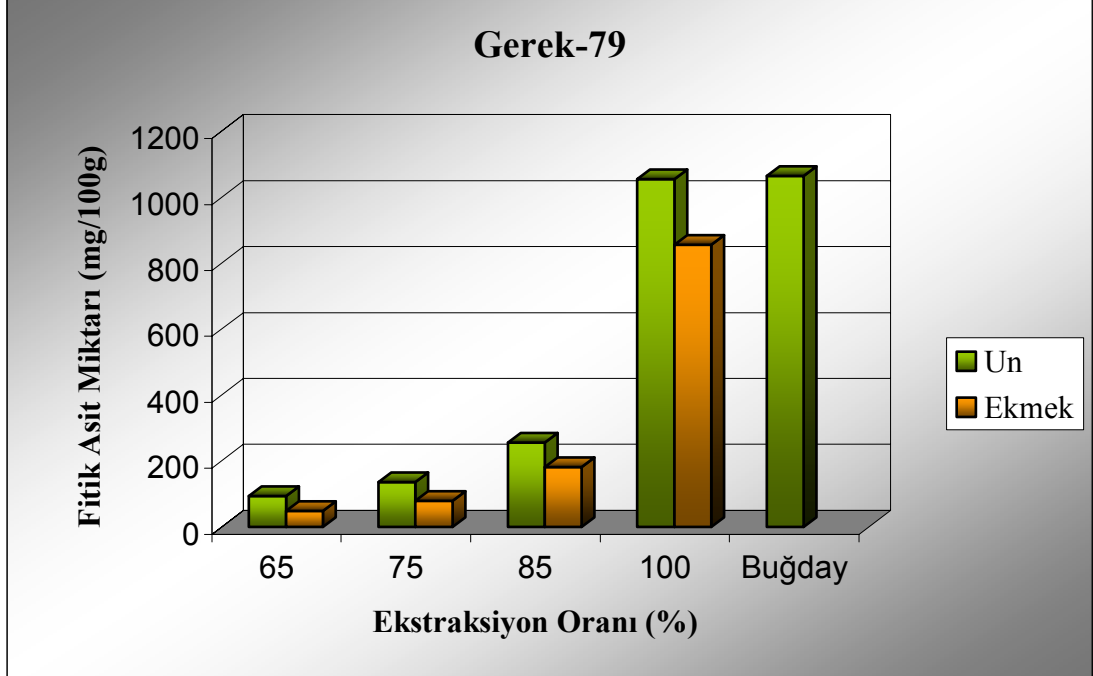
Şekil 4.1. Bezostaya buğday çeşidinden elde edilen farklı ekstraksiyonlu unlar ile bunlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları



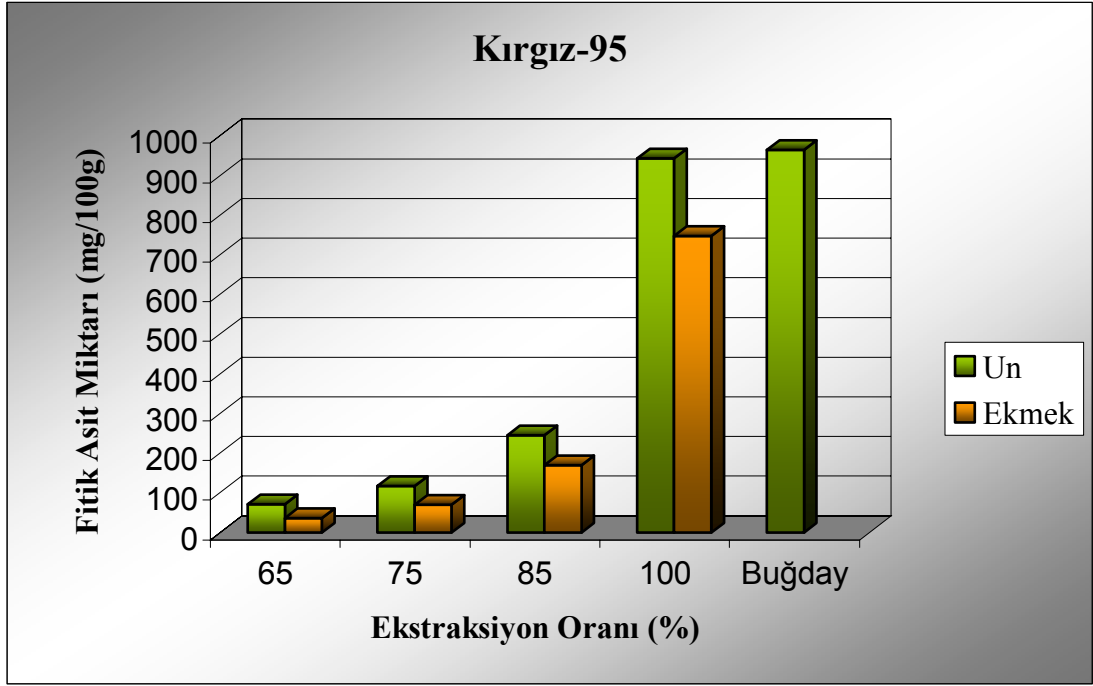
Şekil 4.2. Gün-91 buğday çeşidinden elde edilen farklı ekstraksiyonlu unlar ile bunlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları



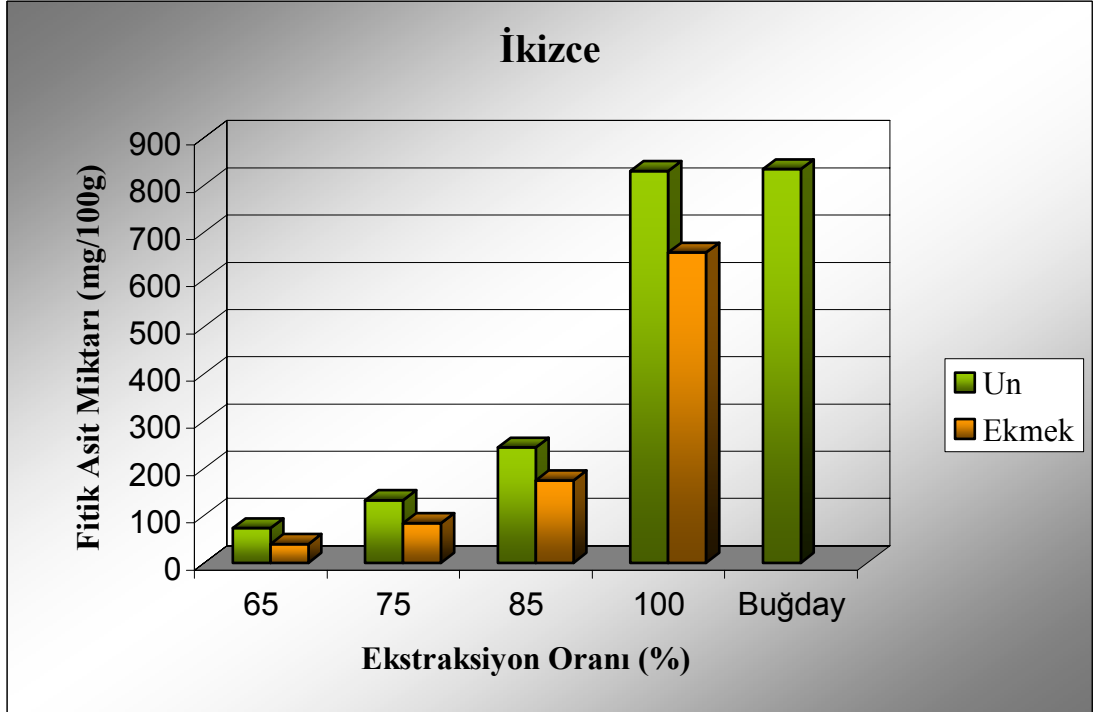
Şekil 4.3. Dağdaş-94 buğday çeşidinden elde edilen farklı ekstraksiyonlu unlar ile bunlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları



Şekil 4.4. Gerek-79 buğday çeşidinden elde edilen farklı ekstraksiyonlu unlar ile bunlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları



Şekil 4.5. Kırgız-95 buğday çeşidinden elde edilen farklı ekstraksiyonlu unlar ile bunlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları



Şekil 4.6. İkizce buğday çeşidinden elde edilen farklı ekstraksiyonlu unlar ile bunlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları

Çizelge 4.8. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyona sahip un örneklerinin fitik asit değerlerine ait varyans analizi

Değişken	SD	K.O.	F	P değeri
Buğday Çeşidi (A)	5	5332.0	2795.0	0.00*
Ekstraksiyon Oranı (B)	3	1817830.0	952886.9	0.00*
A X B	15	3424.0	1795.0	0.00*
Hata	24	1.907708		

* P<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 4.9. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyona sahip un örneklerinin toplam fosfor değerlerine ait varyans analizi

Değişken	SD	K.O.	F	P değeri
Buğday Çeşidi (A)	5	1977.4	670.69	0.00*
Ekstraksiyon Oranı (B)	3	250136.0	84839.81	0.00*
A X B	15	374.2	126.92	0.00*
Hata	24	2.948333		

* P<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 4.8. ve çizelge 4.9. incelendiğinde buğday çeşidi ve un ekstraksiyon oranının un örneklerinin fitik asit değeri ile toplam fosfor miktarı üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir (P<0.01). Ayrıca buğday çeşidi ve ekstraksiyon oranı arasındaki interaksiyonun undaki fitik asit ve toplam fosfor miktarı üzerindeki etkisi de P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyona sahip un örneklerinin fitik asit ve toplam fosfor değerleri ortalamalarına ait duncan testi sonuçları çizelge 4.10 ve çizelge 4.11' de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyona sahip unların fitik asit değerleri ortalamalarına ait duncan testi *

	n		Fitik asit miktarı (mg/100g)
(A) Buğday Çeşidi	8	Bezostaya	316.40 f
	8	Gün-91	334.98 d
	8	Dağdaş-94	357.60 b
	8	Gerek-79	385.53 a
	8	Kırgız-95	344.65 c
	8	İkizce	319.84 e
(B) Ekstraksiyon Oranı (%)	12	65	87.53 d
	12	75	121.94 c
	12	85	245.08 b
	12	100	918.10 a

*Farklı harfler ile gösterilen değerler birbirinden farklıdır (P<0.05).

Çizelge 4.11. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyona sahip unların toplam fosfor değerleri ortalamalarına ait duncan testi *

	n		Toplam fosfor miktarı (mg/100g)
(A) Buğday Çeşidi	8	Bezostaya	173.80 d
	8	Gün-91	177.75 c
	8	Dağdaş-94	197.60 a
	8	Gerek-79	195.40 b
	8	Kırgız-95	173.68 d
	8	İkizce	155.25 e
(B) Ekstraksiyon Oranı (%)	12	65	75.66 d
	12	75	91.05 c
	12	85	160.68 b
	12	100	388.25 a

* Farklı harfler ile gösterilen değerler birbirinden farklıdır (P<0.05).

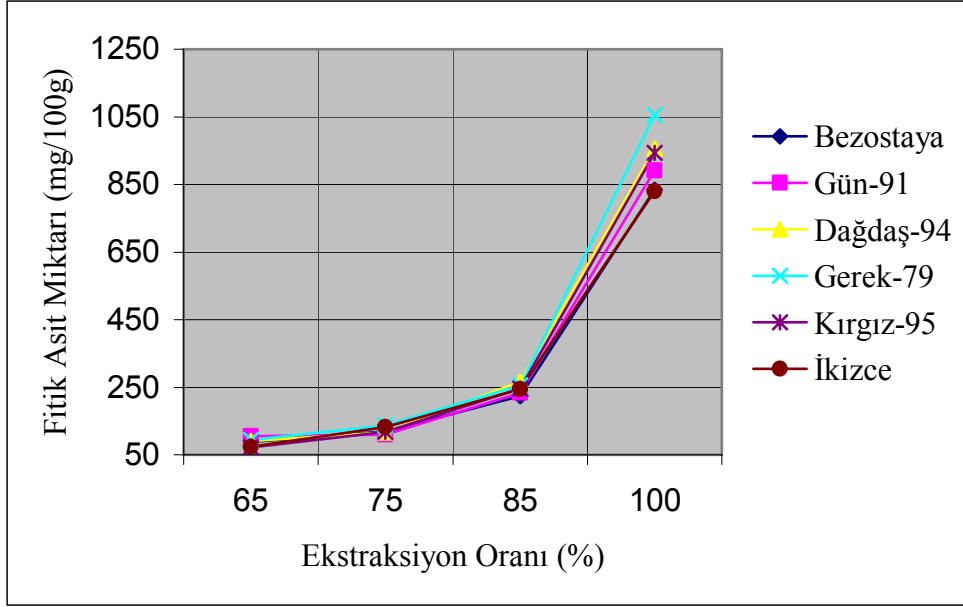
Çizelge 4.10.' dan da görüldüğü gibi Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95 ve İkizce buğday çeşitlerinden elde edilen unların fitik asit miktarları sırasıyla 316.40 mg/100g, 334.98 mg/100g, 357.60 mg/100g, 385.53 mg/100g, 344.65 mg/100g ve 319.84 mg/100g olarak bulunmuştur. En düşük değer 316.40 mg/100g ile Bezostaya çeşidinde, en yüksek değer ise 385.53 mg/100g ile Gerek-79 çeşidinde saptanmıştır. Un örneklerinin fitik asit miktarları istatistiki olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur ($P<0.05$).

Buğday çeşitlerinden elde edilen unların ekstraksiyon oranlarına göre fitik asit miktarları ise %65 ekstraksiyonda 87.53 mg/100g, %75 ekstraksiyonda 121.94 mg/100g, %85 ekstraksiyonda 245.08 mg/100g ve %100 ekstraksiyonda ise 918.10 mg/100g olarak belirlenmiştir. Un örneklerinin ekstraksiyon oranlarına göre fitik asit miktarları $P<0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı çıkmıştır.

Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin toplam fosfor değerleri ortalamalarına ait Duncan Testi sonuçlarının verildiği çizelge 4.11'de görüldüğü üzere toplam fosfor miktarları Bezostaya çeşidinde 173.80 mg/100g, Gün-91 çeşidinde 177.75 mg/100g, Dağdaş-94 çeşidinde 197.60 mg/100g, Gerek-79 çeşidinde 195.40 mg/100g, Kırgız-95 çeşidinde 173.68 mg/100g ve İkizce çeşidinde ise 155.25 mg/100g olarak saptanmıştır. Buğday çeşitlerinden elde edilen un örneklerinin toplam fosfor miktarları Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79 ve İkizce çeşitlerinde istatistiki olarak birbirlerinden farklı çıkarken ($P<0.05$), Bezostaya ve Kırgız-95 çeşitleri arasında fark bulunamamıştır.

Un örneklerinin %65, %75, %85 ve %100 ekstraksiyon oranlarına göre belirlenen toplam fosfor miktarı değerleri ise sırasıyla; 75.66 mg/100g, 91.05 mg/100g, 160.68 mg/100g ve 388.25 mg/100g' dir. Unların ekstraksiyon oranlarına göre toplam fosfor miktarları $P<0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı çıkmıştır.

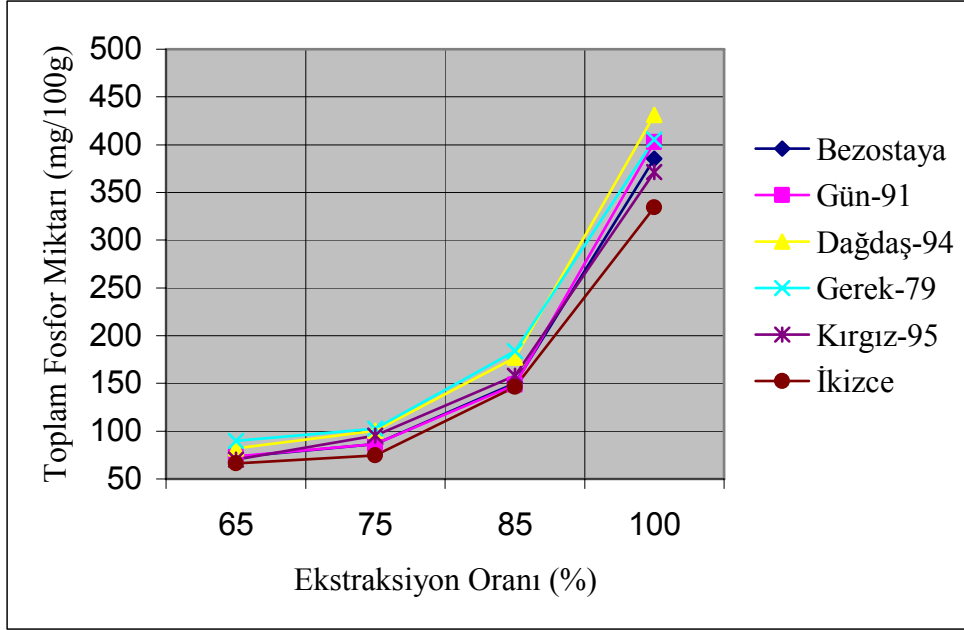
Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin fitik asit miktarı üzerine etkili “Buğday çeşidi X Ekstraksiyon oranı” interaksyonu şekil 4.7.’ de verilmiştir.



Şekil 4.7. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin fitik asit miktarı üzerine etkili “Buğday çeşidi X Ekstraksiyon oranı” interaksyonu

Şekil 4.7.’ de de görüldüğü gibi %65 ekstraksiyon oranında tüm buğday çeşitlerinin unlarından en düşük fitik asit değeri elde edilirken, en yüksek fitik asit değeri %100 ekstraksiyonlu unlardan elde edilmiştir. %65, %75 ve %85 ekstraksiyonlu unlarda fitik asit değerleri birbirine oldukça yakın olduğu halde, %100 ekstraksiyonlu unlarda bu değerler arasında fark görülmektedir.

Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin toplam fosfor miktarı üzerine etkili “Buğday çeşidi X Ekstraksiyon oranı” interaksiyonu şekil 4.8.’ de verilmiştir.



Şekil 4.8. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin toplam fosfor miktarı üzerine etkili “Buğday çeşidi X Ekstraksiyon oranı” interaksiyonu

Şekil 4.8.’ de görüldüğü gibi tüm buğday çeşitlerinden elde edilen un örneklerinde en düşük toplam fosfor değerleri %65 ekstraksiyon oranında, en yüksek değerler ise %100 ekstraksiyon oranında bulunmuştur. %65, %75 ve %85 ekstraksiyon oranlarında Dağdaş-94 ve Gerek-79 çeşidi unlarının toplam fosfor miktarı değerleri birbirine daha yakın olduğu halde, %100 ekstraksiyon oranında en yüksek değer Dağdaş-94, en düşük değer ise İkizce çeşidi unlarında saptanmıştır.

4.8. Değişik Buğday Çeşitlerinden Elde Edilen Farklı Ekstraksiyona Sahip Unlardan Yapılan Ekmeklerin Fitat Fosforu, Fitik Asit ve Toplam Fosfor Miktarları

Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95 ve İkizce buğdaylarının öğütülmesi sonucu elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmeklerdeki fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarları çizelge 4.12' de verilmiştir.

Çizelge 4.12.'den de görüldüğü gibi her bir buğday çeşidi içerisinde fitat fosforu miktarı ekstraksiyon oranı ile doğru orantılı olarak artış göstermekle birlikte ekmek örneklerinden elde edilen fitat fosforu miktarları en düşük Kırgız-95 çeşidinin %65 ekstraksiyonlu unundan elde edilen ekmeklerde 10.4 mg/100g ve en yüksek Gerek-79 çeşidinin %100 ekstraksiyonlu unundan yapılan ekmeklerde 241.3 mg/100g olarak saptanmıştır. En düşük fitat fosforu miktarları Bezostaya ve İkizce çeşitlerinin ekmeklerinden ve en yüksek fitat fosforu miktarı Gerek-79 çeşidine ait ekmek örneklerinden elde edilmiştir.

Her bir buğday çeşidinden elde edilen ekmek örneklerinin fitik asit miktarları; Bezostaya çeşidi için %65 ekstraksiyonlu unundan yapılan ekmeklerde 44.3 mg/100g ve %100 ekstraksiyonlu unundan yapılan ekmeklerde ise 642.3 mg/100g olarak saptanmıştır (Şekil 4.1.). Bu değer Gün-91 çeşidinin %65 ve %100 ekstraksiyonlu unlarından elde edilen ekmek örneklerinde 51.7 mg/100g ve 708.3 mg/100g olarak bulunmuştur (Şekil 4.2.). Dağdaş-94 çeşidinden elde edilen ekmek örneklerinde %65 ve %100 ekstraksiyon oranları için fitik asit miktarları sırasıyla 48.0 mg/100g ile 736.9 mg/100g (Şekil 4.3.)'dir. Diğer ekmek örneklerinin fitik asit miktarları ise, Gerek-79 çeşidinde 48.9 mg/100g (%65 ekstraksiyonlu undan yapılan ekmek) ile 855.5 mg/100g (%100 ekstraksiyonlu undan yapılan ekmek) (Şekil 4.4.), Kırgız-95'de 36.8 mg/100g (%65 ekstraksiyonlu undan yapılan ekmek) ile 747.9 mg/100g (%100 ekstraksiyonlu undan yapılan ekmek) (Şekil 4.5.) ve İkizce çeşidinde de 39.8 mg/100g (%65 ekstraksiyonlu undan yapılan ekmek) ile 657.0 mg/100g (%100 ekstraksiyonlu undan yapılan ekmek) (Şekil 4.6.) arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekme örneklerinin fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarları

Buğday çeşidi	Ekstraksiyon oranı (%)	Fitat fosforu miktarı* (mg/100g)	Fitik asit miktarı* (mg/100g)	Toplam fosfor miktarı* (mg/100g)	Toplam fosforun % olarak fitat fosforu
Bezostaya	65	12.5	44.3	96.3	13.0
	75	19.8	70.2	111.9	17.7
	85	43.7	155.0	170.3	25.7
	100	181.1	642.3	409.4	44.2
Gün-91	65	14.6	51.7	100.3	14.5
	75	19.2	67.9	113.4	16.9
	85	45.7	162.1	171.7	26.6
	100	199.8	708.3	427.2	46.8
Dağdaş-94	65	13.5	48.0	109.9	12.3
	75	19.9	70.5	124.5	16.0
	85	53.8	190.9	203.5	26.5
	100	207.8	736.9	451.0	46.1
Gerek-79	65	13.8	48.9	123.1	11.2
	75	22.6	80.3	136.3	16.6
	85	51.2	181.6	205.6	24.9
	100	241.3	855.5	429.6	56.2
Kırgız-95	65	10.4	36.8	101.4	10.2
	75	19.9	70.5	124.1	16.0
	85	47.8	169.4	183.3	26.1
	100	210.9	747.9	397.4	53.1
İkizce	65	11.2	39.8	89.4	12.6
	75	23.6	83.6	97.9	24.1
	85	49.2	174.4	173.2	28.4
	100	185.3	657.0	353.9	52.4

* Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Farklı ekstraksiyondaki buğday unlarından elde edilen ekmeklerin fitik asit içerikleri 36.8 mg/100g ile 855.5 mg/100g sınır değerleri arasında değişim göstermiştir.

Yapılan bir çalışmada fitik asit miktarının buğday ekmeğinde %0.28-1.00 ve beyaz ekmekte ise %0.03-0.23 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir (Reddy ve Sathe 2002).

Ekmek örneklerinin toplam fosfor miktarı değerleri en düşük 89.4 mg/100g ile İkizce çeşidinde (%65 ekstraksiyonlu undan yapılan ekmek) ve en yüksek ise 451.0 mg/100g olarak Dağdaş-94 çeşidinin %100 ekstraksiyonlu unundan elde edilen ekmeklerde saptanmıştır. Her bir buğday çeşidinin %65 ve %100 ekstraksiyonlu unlarına ait ekmek örneklerinin toplam fosfor miktarları, Bezostaya çeşidinde 96.3 mg/100g ile 409.4 mg/100g, Gün-91 çeşidinde 100.3 mg/100g ile 427.2 mg/100g, Dağdaş-94 çeşidinde 109.9 mg/100g ile 451.0 mg/100g, Gerek-79 çeşidinde 123.1 mg/100g ile 429.6 mg/100g, Kırgız-95 çeşidinde 101.4 mg/100g ile 397.4 mg/100g ve İkizce çeşidinde ise 89.4 mg/100g ile 353.9 mg/100g arasında bulunmuştur.

Ekmek örneklerinin toplam fosfordaki fitat fosforu yüzdesi en düşük Kırgız-95 çeşidinin %65 ekstraksiyonlu unundan elde edilen ekmeklerde (%10.2), en yüksek ise Gerek-79 çeşidinin %100 ekstraksiyonlu unundan yapılan ekmeklerde (%56.2) saptanmıştır. Toplam fosfordaki % fitat fosforu değerleri ekstraksiyon oranı ile doğru orantılı olarak artış göstermiştir.

Tangkonchitr vd (1981b) tam buğday unu ekmeği üzerinde yaptıkları çalışmaları sonucunda %23' lük bir fitat kaybı tespit etmişlerdir. Çalışma sonucu %100 ekstraksiyon oranlı ekmeklerde saptanan fitat kaybı oranları da bu verilere oldukça yakındır.

Fitik asit içerikleri 5.4 mg/g ile 11.3 mg/g arasında değişen unların kullanıldığı bir çalışmada bu unlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları 1.48 mg/g (beyaz ekmek) ile 7.53 mg/g (kepekli ekmek) değerleri arasında bulunmuştur (García-Estepa vd 1999).

Araştırmada kullanılan buğday çeşitlerinden ekmek üretimi sonucunda en fazla fitat kaybı Bezostaya eřitine ait unlarda saptanmıştır (%22.96-49.98). Tüm eřitler dikkate alındığında fitat miktarındaki azalma oranları %18.91 ile %50.74 değerleri arasında değişmiştir. Ekmek retim prosesinin ekmeklerin fitik asit içeriğini yaklaşık %50 oranında azalttığı tespit edilmiştir (García-Estepa vd 1999).

Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin fitik asit ve toplam fosfor değerlerine ait istatistiksel değerlendirme sonuçları çizelge 4.13. ve çizelge 4. 14.'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin fitik asit değerlerine ait varyans analizi

Değişken	SD	K.O.	F	P değeri
Buğday Çeşidi (A)	5	3888.0	1683.4	0.00*
Ekstraksiyon Oranı (B)	3	1217487.0	527193.2	0.00*
A X B	15	2792.0	1209.0	0.00*
Hata	24	2.309375		

* P<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 4.14. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin toplam fosfor değerlerine ait varyans analizi

Değişken	SD	K.O.	F	P değeri
Buğday Çeşidi (A)	5	2262.9	1019.7	0.00*
Ekstraksiyon Oranı (B)	3	243701.6	109816.7	0.00*
A X B	15	381.3	171.8	0.00*
Hata	24	2.219167		

* P<0.01 seviyesinde önemli.

Çizelge 4.13. ve çizelge 4.14.' de de görüldüğü gibi buğday çeşidi ve un ekstraksiyon oranının ekmek örneklerinin fitik asit değeri ile toplam fosfor miktarı üzerinde istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır (P<0.01). Buğday çeşidi ve ekstraksiyon oranı arasındaki interaksiyonun ekmek örneklerinin fitik asit ve toplam fosfor miktarı üzerine etkisi de P<0.01 düzeyinde önemli çıkmıştır.

Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyona sahip unlardan yapılan ekmek örneklerindeki fitik asit ve toplam fosfor değerleri ortalamalarına ait duncan testi sonuçları çizelge 4.15 ve çizelge 4.16' da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmeklerin fitik asit değerleri ortalamalarına ait duncan testi *

	n		Fitik asit miktarı (mg/100g)
(A) Buğday Çeşidi	8	Bezostaya	227.95 f
	8	Gün-91	247.50 d
	8	Dağdaş-94	261.58 b
	8	Gerek-79	291.59 a
	8	Kırgız-95	256.15 c
	8	İkizce	238.70 e
(B) Ekstraksiyon Oranı (%)	12	65	44.92 d
	12	75	73.83 c
	12	85	172.24 b
	12	100	724.65 a

* Farklı harfler ile gösterilen değerler birbirinden farklıdır (P<0.05).

Çizelge 4.16. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmeklerin toplam fosfor değerleri ortalamalarına ait duncan testi *

	n		Toplam fosfor miktarı (mg/100g)
(A) Buğday Çeşidi	8	Bezostaya	196.98 e
	8	Gün-91	203.15 c
	8	Dağdaş-94	222.10 b
	8	Gerek-79	223.65 a
	8	Kırgız-95	201.55 d
	8	İkizce	178.60 f
(B) Ekstraksiyon Oranı (%)	12	65	103.40 d
	12	75	117.93 c
	12	85	184.60 b
	12	100	411.42 a

* Farklı harfler ile gösterilen değerler birbirinden farklıdır (P<0.05).

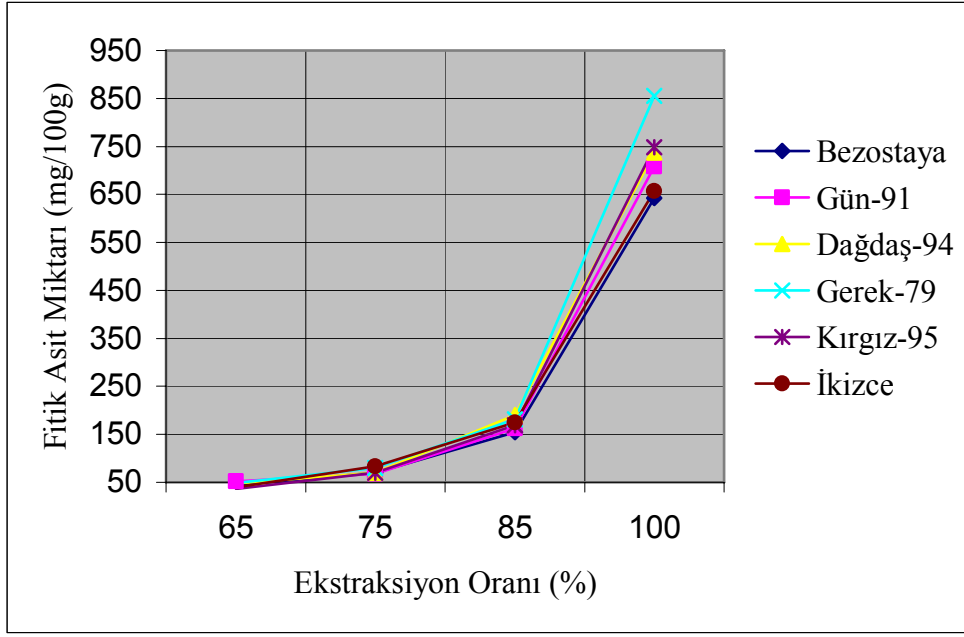
Çizelge 4.15.' den de görüldüğü gibi ekmek örnekleri içerisinde en düşük fitik asit miktarı 227.95 mg/100g ile Bezostaya çeşidine ait ekmeklerden, en yüksek fitik asit miktarı ise 291.59 mg/100g değeri ile Gerek-79 çeşidinden hazırlanan ekmeklerden elde edilmiştir. Her bir buğday çeşidinin öğütülmesi sonucu elde edilen unlardan yapılan ekmek örneklerine ait fitik asit miktarı değerleri; Bezostaya çeşidinden hazırlanan ekmeklerde 227.95 mg/100g, Gün-91 çeşidinden elde edilen ekmeklerde 247.50 mg/100g, Dağdaş-94 çeşidi ekmeklerinde 261.58 mg/100g, Gerek-79, Kırgız-95 ve İkizce buğday çeşitlerinden yapılan ekmek örneklerinde ise sırasıyla, 291.59 mg/100g, 256.15 mg/100g ve 238.70 mg/100g olarak saptanmıştır. Buğday çeşitlerinin fitik asit miktarları istatistiki olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur (P<0.05).

Değişen ekstraksiyon oranlarına göre ekmek örneklerinin fitik asit miktarları ise %65 ekstraksiyonlu undan yapılan ekmeklerde 44.92 mg/100g, %75 ekstraksiyonlu undan yapılan ekmeklerde 73.83 mg/100g, %85 ve %100 ekstraksiyonlu unlardan hazırlanan ekmek örneklerinde ise sırasıyla 172.24 mg/100g ve 724.65 mg/100g olarak belirlenmiştir. Buğday çeşitlerinden elde edilen ekmeklerin ekstraksiyon oranlarına göre fitik asit miktarları P<0.05 düzeyinde birbirlerinden farklı çıkmıştır.

Çizelge 4.16'da görüldüğü üzere ekmek örneklerinin toplam fosfor değerleri ortalamaları Bezostaya çeşidinden yapılan ekmeklerde 196.98 mg/100g, Gün-91 çeşidi ekmeklerinde 203.15 mg/100g, Dağdaş-94 çeşidinden elde edilen ekmeklerde 222.10 mg/100g, Gerek-79 çeşidinden hazırlanan ekmeklerde 223.65 mg/100g, Kırgız-95 çeşidi ekmeklerinde 201.55 mg/100g ve İkizce çeşidinden elde edilen ekmek örneklerinde ise 178.60 mg/100g olarak saptanmıştır. Buğday çeşitlerinin toplam fosfor miktarları istatistiki olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur ($P<0.05$).

Ekmek örneklerinin toplam fosfor miktarı değerleri %65 ekstraksiyonlu undan hazırlanan ekmeklerde 103.40 mg/100g , %75 ekstraksiyonlu undan yapılan ekmeklerde 117.93 mg/100g, %85 ve %100 ekstraksiyonlu unlardan elde edilen ekmek örneklerinde ise sırasıyla; 184.60 mg/100g ve 411.42 mg/100g olarak saptanmıştır. Buğday çeşitlerinin ekstraksiyon oranlarına göre toplam fosfor miktarları $P<0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı çıkmıştır.

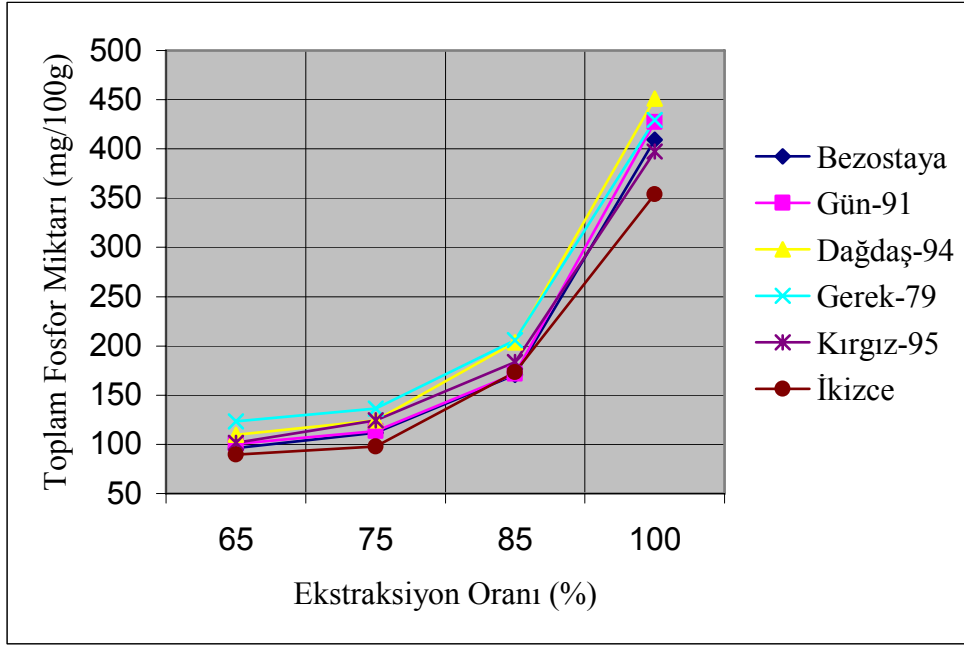
Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin fitik asit miktarı üzerine etkili “Buğday çeşidi X Ekstraksiyon oranı” interaksyonu şekil 4.9.' da verilmiştir.



Şekil 4.9. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin fitik asit miktarı üzerine etkili “Buğday çeşidi X Ekstraksiyon oranı” interaksiyonu

Şekil 4.9.’ da da görüldüğü gibi tüm buğday çeşitlerinden elde edilen ekmek örneklerinin en düşük fitik asit miktarları %65 ekstraksiyonda, en yüksek fitik asit miktarları ise %100 ekstraksiyonda bulunmuştur. %65, %75 ve %85 ekstraksiyonlu unlardan hazırlanan ekmek örneklerinin fitik asit değerleri birbirlerine oldukça yakın çıkmıştır. %100 ekstraksiyonlu unlardan yapılan ekmeklerdeki en yüksek fitik asit içeriği Gerek-79 çeşidinde iken en düşük fitik asit içeriği Bezostaya çeşidinde bulunmuştur.

Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin toplam fosfor miktarı üzerine etkili “Buğday çeşidi X Ekstraksiyon oranı” interaksiyonu şekil 4.10.’ da verilmiştir.



Şekil 4.10. Değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin toplam fosfor miktarı üzerine etkili “Buğday çeşidi X Ekstraksiyon oranı” interaksiyonu

Şekil 4.10’da görüldüğü üzere %65 ve %75 ekstraksiyon oranındaki unlardan hazırlanan ekmek örneklerinde en düşük toplam fosfor değerleri İkizce, en yüksek değerler ise Gerek-79 çeşidinde belirlenmiştir. %85 ekstraksiyon oranında özellikle Dağdaş-94 ve Gerek-79 çeşitlerinden elde edilen ekmekler ile Bezostaya, Gün-91, Kırgız-95 ve İkizce çeşitlerine ait ekmeklerdeki toplam fosfor miktarlarının birbirine daha yakın olduğu gözlenmiştir. %100 ekstraksiyon oranında ise en düşük toplam fosfor miktarı İkizce çeşidinden elde edilen ekmeklerde, en yüksek ise Dağdaş-94 çeşidi ekmeklerinde saptanmıştır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada kullanılan altı adet ekmeçlik buğday örneğinden (Bezostaya, Gün-91, Dağdaş-94, Gerek-79, Kırgız-95, İkizce) elde edilen ekmeçlerdeki fitik asit miktarına buğday çeşidi ve un ekstraksiyon oranının (%65, %75, %85 ve %100) önemli oranda etki ettiğı belirlenmiştir.

Buğday örnekleri içerisinde fitik asit içeriğı en düşük olanı İkizce (235.2 mg/100g), en yüksek olanı ise Gerek-79 (300.6 mg/100g) çeşidi olarak saptanmıştır. Fitik asit daha çok tanenin aleuron kısmında yoğunlaştığı için buğdaylardan elde edilen farklı ekstraksiyon oranlı unlarda ekstraksiyon oranı arttıkça fitat fosforu, fitik asit ve toplam fosfor miktarlarında da artış gözlenmiştir. Unların fitik asit oranları 71.8 mg/100g ile 1054.9 mg/100g ve toplam fosfor değerleri ise 66.2 mg/100g ile 431.0 mg/100g arasındadır. Buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki ekmeçlerin fitik asit miktarları 36.8 mg/100g ile 855.5 mg/100g arasında iken toplam fosfor içeriklerinin ise 89.4 mg/100g ile 451.0 mg/100g değerleri arasında olduğu belirlenmiştir.

Unların ekmeğe işlenmesi sırasında gerek mayadaki fitaz aktivitesi gerek ise pişirme işleminden dolayı fitik asit miktarında %18.9 ile %50.7 oranları arasında bir azalma saptanmıştır.

Fitik asitin vücuda alınan miktarı ile Ca, Fe, Zn ve Mn gibi önemli minerallerin biyolojik yararlanlılıkları arasında ters bir orantı olduğu göz önüne alındığında, başlangıçta fitik asit oranı düşük ekmeçlik kalitesi yüksek çeşitler seçilerek bunlardan yüksek ekstraksiyonlu un yerine daha düşük ekstraksiyonlu unların eldesi sonucu ekmeç üretimi tercih edilmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Anonymous. 1969. American Association of Cereal Chemist. AACC Standard No. 46-10.
- Anonymous. 1971. Standard methoden für getraide Mehl und Brot. 5. erweiterte Auflage. Im. Verlag Moritz Scheafer, Detmold.
- Anonymous. 1976. International Association for Cereal Chemistry. ICC Standard No: 110-1.
- Anonymous. 1984. International Association for Cereal Chemistry. ICC Standard No: 106.
- Anonymous. 1990. International Association for Cereal Chemistry. ICC Standard No: 104.
- Anonymous. 1992. International Association for Cereal Chemistry. ICC Standard No: 114, No: 115.
- Anonymous. 1994. International Association for Cereal Chemistry. ICC Standard No: 116.
- Anonymous. 1995. Statistica for Windows, Slatsoft, Tulso, OK.
- Barré, R., Curtois, J. E. and Wormser, G. 1954. Étude de la structure de l'acide phytic au moyen de ses courbes de titration et de la conductivité de ses solutions. Bull. Soc. Chim. Biol. 36:455-474.
- Bassiri, A. and Nahapetian, A. 1977. Differences in concentrations and interrelationships of phytate phosphorus, magnesium, calcium, zinc and iron in wheat varieties grown under dryland and irrigated conditions. J. Agric. Food Chem. 25; 1118-1130.
- Bayley, H.S. and Thompson, R.G. 1969. Phosphorus requirements of growing pigs and effect of steam pelleting on phosphorus availability. J. Anim. Sci. 28;484-491.
- Bovell-Benjamin, A. C., Allen, L. H and Viteri, F. 1997. Iron is well absorbed from ferrous bisglycinate (Ferrochel) added to a high phytate, whole-maize meal. The FASEB J. 11:A606.
- Chang, R., Schwimmer, S. and Burr, H.K. 1977. Phytate: Removal from whole dry beans by enzymatic hydrolysis and diffusion. J. Food Sci. 42;1098-1101.
- Chen, L. H. and Pan, S. H. 1977. Decrease of phytates during germination of pea seeds

- (*Pisum sativa*). Nutr. Rep. Intern. 46:125-128.
- Cosgrove, D.J. 1966. The chemistry and biochemistry of inositol polyphosphates. Rev. Pure Appl. Chem. 16;209-224.
- Davidsson, L., Zeder, C., Walczyk, T. and Hurrell, R. 1995. Dephytinisation of a complementary food based on wheat and soy increases zinc, but not copper, apparent absorption in adults. Lab. For Human Nutr., Institute of Food Sci. and Nutr, Swiss Federal Institute of Techn. Zurich, 8803 Rueschlikon, Switzerland.
- Dendougui, F. and Schwedt, G. 2004. In vitro analysis binding capacities of calcium to phytic acid in different food samples. European Food Res. And Tech. 219:409-415.
- Dintzis, F.R., Lehrfeld, J., Nelsen T.C. and Finney, P.L. 1992. Phytate content of soft wheat brans as related to kernel size, cultivar, location and milling and flour quality parameters. Cereal Chem. 69;577-581.
- Eechkhout, W. and Dapaepe, M. 1994. Total phosphorus, phytate phosphorus and phytase activity in plant feed stuffs. Animal Feed Science Technol. 47;19-29.
- Febles, C. I., Arias, A., Hardisson, A., Rodriguez-Alvarez, C. and Sierra, A. 2002. Phytic acid level in wheat flours. Journal of Food Science. 36:19-23.
- Forbes, R.M., Parker, H.M. and Erdman, J.W., JR. 1984. Effect of dietary phytate, calcium and magnesium levels on zinc bioavailability to rats. J. Nutr. 114 ;1421-1425.
- Fretzdorff, B. and Weipert, D. 1986. Phytic acid in cereals. 1. Phytic acid and phytase in rye and rye products. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 182;287-293.
- Fretzdorff, B. and Brummer, J. M. 1992. Reduction of phytic acid during breadmaking of whole-meal breads. Cereal Chem. 69;266-270.
- Frossard, E., Bucher, M., Machler, F., Mozafar, A. and Hurrell, R. 2000. Potential for increasing the content and bioavailability of Fe, Zn and Ca in plants for human nutrition. J. Sci. Food Agric. 80;861-879.
- Garcia-Estapa, R.M., Guerra-Hernandez, E. and Garcia-Villanova, B. 1999. Phytic acid content in milled cereal products and breads. Food Research International 32;217-221.
- Gillooly, M, Bothwell, T.H., Torrance, J.D., MacPhail, A.P., Derman, D.P., Bezwoda, W.R., Mills, W. and Charlton, R.W. 1983. The effect of organic acids phytates

- and polyphenols on the absorption of iron from vegetables. *Br. J. Nutr.* 49;331-342.
- Graf, E. 1983. Calcium binding to phytic acid. *J. Agric. Food Chem.* 31;851-855.
- Gupta, S. K. and Venkatasubramanian, T. A. 1975. Production of aflatoxin on soybeans. *Appl. Microbiol.* 29:834-836.
- Harland, B. F. and Harland, J. 1980. Fermentative reduction of phytate in rye, white, and whole wheat breads. *Cereal Chem.* 57;226-229.
- Harland, B.F. and Oberleas, D. 1987. Phytate in foods. *World Rev. Nutr. Diet.* 52;235-259.
- Harland, B. F. and Frolich, W. 1989. Effect of phytase from three yeasts on phytate reduction in Norwegian whole wheat flour. Note. *Cereal Chem.* 66;357-358.
- Harland, B. F. and Morris, E. R. 1995. Phytate: a good or a bad food component? *Nutrition Research*, 15, 733-754.
- Harland, B. F. and Narula, G. 1999. Food phytate and its hydrolysis products. *Nutrition Research*. Vol. 19, No. 6, pp. 947-961.
- Haug, W. and Lantzsch, H.J. 1983. Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. *J. Sci. Food Agric.* 34;1423-1426.
- Irving, G. C. J. 1980. Phytase. Pages 85-98 in: *Inositol Phosphates: Their Chemistry, Biochemistry and Physiology*. D. J. Cosgrove, ed. Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam.
- Keim, K. S., Holloway, C L. and Hebsted, M. 1987. Absorption of chromium as affected by wheat bran. *Cereal Chem.* 64;352-355.
- Kent-Jones, D.W. and Amos, A. J. 1967. *Modern Cereal Chemistry*. The Northern Publishing C.o. Ltd. 730s. Liverpool. England.
- Kikunaga, S., Takahashi, M. and Huzisige, H. 1985. Accurate and simple measurement of phytic acid contents in cereal grains. *Plant Cell Physiol.* 26;1323-1330.
- Kirby, L.K. and Nelson, T.S. 1988. Total and phytate phosphorus content of some feed ingredients derived from grains. *Nutr. Rep. Intern.* 137;277-280.
- Köksel, H., Edney, M.J. and Özkaya, B. 1999. Barley Bulgur : Effect of processing and cooking on chemical composition. *J. Cereal Sci.* 29;185-190.
- Lazstity, R. and Lazstity, L. 1990. Phytic acid in cereal technology pages. 309-371. In.: *Advances in Cereal Science and Technology*. Vol. X. (Ed. By Y. Pomeranz).

- Lolas, G. M., Palamidis, N. and Markakis, P. 1976. The phytic acid total phosphorus relationship in barley oats, soybeans and wheat. *Cereal Chem.* 53;867-871.
- Lynch, S.R., Beard, J.L., Dassenko, S.A. and Cook, J.D. 1984. Iron absorption from legumes in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 40;42-47.
- Martin, J. and Evans, W.J. 1986. Phytic acid-metal ion interactions. II. The effect of pH on Ca (II) binding. *J. Inorg. Biochem.* 27;17-30.
- McCance, R. A. and Widdowson, E. M. 1942. Mineral metabolism of dephytinized brown bread. *J. Physiol. (London)* 101;304-313.
- McKenzie-Parnell, J.M. and Davies N.T. 1986. Destruction of phytic acid during home breadmaking. *Food Chem.* 22;181-192.
- Morris, E. R. 1986. Phytate and dietary mineral bioavailability. Pages 57-76 in: *Phytic Acid: Chemistry and Applications*. E. Graf. ed. Interscience Press, Minneapolis, MN.
- Nelson, T. S., Ferrara, L. W. and Storer, N. L. 1968. Phytate phosphorus content of feed ingredients derived from plants. *Polut. Sci.* 47:1372-1374.
- Nelson, T. S. 1976. The hydrolysis of phytate phosphorus by chicks and laying hens. *Poult. Sci.* 55:2262-2264.
- Noland, P.R., Fundenburg, M. and Johnson, Z. 1968. Phosphorus availability in practical diet for swine. *J. Anim. Sci.* 27;1155-1157.
- Oberleas, D., Muhrer, M. E. and O'Dell. B.L. 1966. Dietary metal complexing agents and zinc availability in the rat. *J. Nutr.* 90;56-62.
- O'Dell, B. L., De Boland, A.R. and Kourtyohann, S.R. 1972. Distribution of phytate and nutritionally important elements among the morphological component Cereal grains. *J. Agric. Food Chem.* 20;718-721.
- Özkaya, H. ve Kahveci, B. 1990. Tahıl ve ürünleri analiz yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları; 11, 152 s., Ankara.
- Özkaya, B. and Özkaya, H. 1998. Einfluss der herstellungsbedin gungen auf der phytin sauregehalt in bulgur. *Getreide Mehl und Brot.* 52;182-184.
- Özkaya, B. 2000. Tahıldaki fitik asit miktarı üzerine prosesin etkisi. *Unlu Mamuller Teknolojisi.* 9(3);43-48.
- Özkaya, B., Özkaya, H. und Köksel, H. 2000. Abbau der phytinsäure in gelockerten und nicht gelockerten türkischen flachbrotten. *Getreide Mehl und Brot.* 55;225-227.
- Özkaya, B. Bayrak, H. ve Gökpınar, F. 2002. Ekmeğin fitik asit miktarına etkili bazı

- faktörlere grafiksel model ile yaklaşım. Hububat 2002. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi. 3-4 Ekim. 543-548. Gaziantep.
- Pomeranz, Y. and Shellenberger J. A. 1971. Bread science and technology. The Avi Publ. Company, Inc. Westport, Connection, 262 pages.
- Pringle, W. J. S. and Moran, T. 1942. Phytic acid and its destruction in baking. J. Soc. Chem. Ind. (London) 61;108-1 10.
- Ranhotra, G. S. 1983. Bioavailability of magnesium in cereal-based foods. Cereal Foods World. 28:349-351.
- Reddy, N. R. 1976. Milling and biochemical characteristics of triticale. M.S. thesis, Alabama A & M University, Normal, AL.
- Reddy, N. R., Sathe, S. K. and Salunkhe, D. K. 1982. Phytates in legumes and cereals Adv. Food Res. 28;1-92.
- Reddy, N. R. and Sahte, S. K. 2002. Food Phytates. Boca Raton, London, New York, Washington D.C., Pg.257.
- Rohrlich, M. 1969. Getreideenzyme. Paul Parey: Berlin. P. 31.
- Sandberg, A. S., Carlsson, N. G. and Svanberg, U. 1989. Effects of inositol tri-, tetra-, penta-, hexaphosphates on in vitro estimation of iron availability. Journal of Food Science, 54, 159-186.
- Sobolev, A. M. and Rodionova, M. A. 1962. Enzymatic hydrolysis of phytin in vivo and in germinating seeds. Sov. Plant Physiol. Fiziologiiia Rastanii 9:334-341. (In Russian).
- Tangkongchitr, U. Seib, P. A. and Hoseney, R. C. 1981a. Phytic acid. I. Determination of three forms of phosphorus in flour, dough, and bread. Cereal Chem. 58;226-228.
- Tangkongchitr, U. Seib, P. A. and Hoseney, R. C. 1981b. Phytic acid. II. Its fate during breadmaking. Cereal Chem.58;229-234.
- Uluöz, M. 1965. Buğday, Un ve Ekmek Analiz Metodları. E. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 57.
- Van Dokkum, W., Wesstra, A. and Schippers, F. A. 1982. Physiological effects of fibre rich types of bread. I. the effect of dietary fibre from bread on the mineral balance of young men. Br. J. Nutr. 47;451-460.
- Widdowson, F. M. 1941. Phytic acid in the preparation of food. Nature (London)

148;219-225.

Yılmaz, G. ve Unal, S. S., 1993. Durum buğdayı ve ürünlerinin fitik asit miktarı ve işleme ile meydana gelen değişmeler. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Sempozyumu. S. 386-392. Ankara

7. EKLER

a. Mali Bilanço

Projenin toplam bütçesi : 10.500.000.000 TL

Giderler toplamı : 10.175.500.000 TL

Kullanılmayan (kalan) ödenek : 324.500.000 TL

b. Makine ve Teçhizatın Konumu ve İleride Kullanımına Dair Açıklamalar

Projeden sağlanan ekmek fırını, tüm çalışma süresince kullanılmış ve bundan sonra yapılacak tüm çalışmalarda da kullanılacaktır.

Projeden alınan su banyosu, proje süresince kullanılmıştır. Su banyosu tüm laboratuvar çalışmalarında kullanılacak olan önemli bir ekipmadır.

c. Teknik ve Bilimsel Ayrıntılar

d. Sunumlar

e. Yayınlar ve Tezler

Bu proje yüksek lisans tezi olarak 17.01.2005 tarihinde jüri tarafından kabul edilmiştir.