İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAMURUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ÇAVDAR EKMEĞİNİN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Müh. Erkan MANKAN

Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Programı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

HAZİRAN 2008

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAMURUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ÇAVDAR EKMEĞİNİN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Müh. Erkan MANKAN
(506051504)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05 Mayıs 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 09 Haziran 2008

Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Hikmet BOYACIOĞLU

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Özgül EVRANUZ

Prof. Dr. F. Seniha GÜNER

HAZİRAN 2008

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince anlayışı ve yapıcı yönlendirmeleri için danışman hocam Prof. Dr. M. Hikmet Boyacıoğlu'na teşekkürlerimi sunarım. Teknik konu ve uygulamalarda bana yardımcı olan Eksun Gıda Tarım San. ve Tic. A.Ş., Bafra Erişler Un Sanayi A.Ş., Erişler Gıda Sanayi ve Tic. A.Ş., ve Karahan Değirmencilik LTD ŞTİ., Kalite Kontrol Departmanı yöneticileri ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Ayrıca yüksek lisans eğitimimi tamamlamam için gerekli toleransı gösteren Anamed Analitik ve Medikal Sistemler A.Ş. değerli yöneticilerine ve başta Özgün Kara olmak üzere tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

8 yıllık İ.T.Ü. öğrenim hayatımda bana her türlü desteği sağlayan anneme, babama sevgili ablalarıma ve kız arkadaşım Filiz Erkal'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs, 2008 **Erkan MANKAN**

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **v**
TABLO LİSTESİ **vi**
ŞEKİL LİSTESİ **viii**
SEMBOL LİSTESİ **ix**
ÖZET **x**
SUMMARY **xii**

1. GİRİŞ **1**

2. LİTERATÜR ÖZETİ **3**

2.1. Çavdar Üretimi **3**

2.2. Çavdarın Kimyasal Kompozisyonu **4**

2.3. Çavdar Ürünleri **5**

2.3.1. Çavdar ekmekleri 9
2.3.2. Farklı çavdar ürünleri 9

2.4. Çavdar Ununun Ekmek Yapım Kalitesi **10**

2.5. Tam Tane Hububatlar ve Diyet Lifi **10**

2.6. Çavdar ve Sağlık Etkileri **13**

3. MATERYAL VE METOT **16**

3.1. Materyal **16**

3.2. Unların Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi **16**

3.2.1. Nem tayini 16
3.2.2. Kül tayini 16
3.2.3. Protein tayini 16
3.2.4. Gluten miktarı ve gluten indeks değeri 17

3.3. Fiziksel Hamur Özellikleri **17**

3.3.1. Farinograf özellikleri 17
3.3.2. Ekstensograf özellikleri 17
3.3.3. Amilograf özellikleri 17

3.4. Ekmek Yapma Denemesi **17**

3.5. Duyusal Analiz **19**

3.6. İstatistik Analiz **19**

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA **20**

4.1.Çavdar ve Buğday Unlarının Özellikleri **20**

4.1.1. Çavdar ve buğday unlarının kimyasal özellikleri 20
4.1.2. Çavdar ve buğday unlarının fiziksel hamur özellikleri 21

4.2. Çavdar ve Buğday Unu Karışımlarının Özellikleri **22**

4.2.1. Çavdar ve buğday unu karışımlarının kimyasal özellikleri 22
4.2.2. Farinograf özellikleri 23
4.2.3. Ekstensograf özellikleri 24
4.2.4. Amilograf özellikleri 26

4.3.Çavdar Ekmeklerinin Özellikleri **27**

4.3.1. Ekmek hacimleri 27
4.3.2. Duyusal özellikler 29

5. SONUÇ VE ÖNERİLER **33**

KAYNAKLAR **37**

EKLER **41**

ÖZGEÇMİŞ **55**

KISALTMALAR

AAAC International	**:** American Association of Cereal Chemist International
TGK	**:** Türk Gıda Kodeksi
TUIK	**:** Türkiye İstatistik Kurumu

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 2.1	Türkiye'de çavdar ekimi, üretimi, verimi	3
Tablo 2.2	Diyet liflerinin fizyolojik etkisi	11
Tablo 2.3	Farklı gıda ürünlerinin toplam diyet lifi, çözünen ve çözünmeyen lif oranları	13
Tablo 3.1	Çavdar ekmeği üretim formülasyonu	18
Tablo 3.2	Çavdar ekmeği üretim koşulları	18
Tablo 4.1	Çavdar ve buğday nlarının kimyasal analizleri	20
Tablo 4.2	Buğday unlarının farinograf değerleri	21
Tablo 4.3	Buğday unlarının ekstensograf değerleri	21
Tablo 4.4	Çavdar ve buğday unlarının maksimum jelatinizasyon değerleri	22
Tablo 4.5	Çavdar ekmeği un karışımlarının kimyasal analizleri	22
Tablo 4.6	Çavdar ekmeği un karışımlarının farinograf analizleri	24
Tablo 4.7	Çavdar ekmeği un karışımlarının ekstensograf analizleri	25
Tablo 4.8	Çavdar ekmeği un karışımlarının amilograf analizleri	26
Tablo 4.9	Çavdar ekmeklerinin hacimleri	27
Tablo 4.10	Ekmek hacimleri ile kimyasal ve fiziksel hamur analiz sonuçları korelasyonu	28
Tablo 4.11	Çavdar ekmeği duyusal karakteristikleri	29
Tablo 4.12	Çavdar ekmeği duyusal panel sonuçları ile kimyasal ve fiziksel özellikler sonuçları korelasyonu	31
Tablo D.1	Kimyasal analiz, nem sonuçlarının varyans analiz verileri	47
Tablo D.2	Kimyasal analiz, kül sonuçlarının varyans analiz verileri	47
Tablo D.3	Kimyasal analiz, protein sonuçlarının varyans analiz verileri	47
Tablo D.4	Kimyasal analiz, gluten sonuçlarının varyans analiz verileri	47
Tablo D.5	Kimyasal analiz, gluten indeks sonuçlarının varyans analiz verileri	47
Tablo D.6	Fiziksel özellikler, farinograf su kaldırma (%), sonuçlarının varyans analiz verileri	48
Tablo D.7	Fiziksel özellikler, farinograf gelişme süresi (dak), sonuçlarının varyans analiz verileri	48
Tablo D.8	Fiziksel özellikler, farinograf stabilite (dak), sonuçlarının varyans analiz verileri	48
Tablo D.9	Fiziksel özellikler, farinograf yumuşama (FU), sonuçlarının varyans analiz verileri	48
Tablo D.10	Fiziksel özellikler, farinograf kalite numarası (FQN), sonuçlarının varyans analiz verileri	48
Tablo D.11	Fiziksel özellikler, ekstensograf uzamaya karşı direnç (EU), sonuçlarının varyans analiz verileri	49
Tablo D.12	Fiziksel özellikler, ekstensograf uzayabilirlik (cm), sonuçlarının varyans analiz verileri	49
Tablo D.13	Fiziksel özellikler, ekstensograf oran, sonuçlarının varyans analiz verileri	49

Tablo D.14 Fiziksel özellikler, amilograf jelatinizasyon maksimum değeri (AU), sonuçlarının varyans analiz verileri 49
Tablo D.15 Kimyasal analiz, nem sonuçlarının varyans analiz verileri 49
Tablo D.16 Kimyasal analiz, kül sonuçlarının varyans analiz verileri 50
Tablo D.17 Kimyasal analiz, protein sonuçlarının varyans analiz verileri 50
Tablo D.18 Kimyasal analiz, gluten sonuçlarının varyans analiz verileri 50
Tablo D.19 Kimyasal analiz, gluten indeks sonuçlarının varyans analiz verileri 50
Tablo D.20 Fiziksel özellikler, farinograf su kaldırma (%), sonuçlarının varyans analiz verileri 50
Tablo D.21 Fiziksel özellikler, farinograf gelişme süresi (dak), sonuçlarının varyans analiz verileri 50
Tablo D.22 Fiziksel özellikler, farinograf stabilite (dak), sonuçlarının varyans analiz verileri 51
Tablo D.23 Fiziksel özellikler, farinograf yumuşama (FU), sonuçlarının varyans analiz verileri 51
Tablo D.24 Fiziksel özellikler, farinograf kalite numarası (FQN), sonuçlarının varyans analiz verileri 51
Tablo D.25 Fiziksel özellikler, ekstensograf uzamaya karşı direnç (EU), sonuçlarının varyans analiz verileri 51
Tablo D.26 Fiziksel özellikler, ekstensograf uzayabilirlik (cm), sonuçlarının varyans analiz verileri 51
Tablo D.27 Fiziksel özellikler, ekstensograf oran, sonuçlarının varyans analiz verileri 52
Tablo D.28 Fiziksel özellikler, amilograf jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı (°C), sonuçlarının varyans analiz verileri 52
Tablo D.29 Fiziksel özellikler, amilograf jelatinizasyon sıcaklığı (°C), sonuçlarının varyans analiz verileri 52
Tablo D.30 Fiziksel özellikler, amilograf jelatinizasyon maksimum değeri (AU), sonuçlarının varyans analiz verileri 52
Tablo D.31 Ekmek hacimlerinin varyans analiz verileri 52
Tablo D.32 Duyusal analiz, kabuk rengi, sonuçlarının varyans analiz verileri . 53
Tablo D.33 Duyusal analiz, kabuk yapısı, sonuçlarının varyans analiz verileri 53
Tablo D.34 Duyusal analiz, gözenek yapısı ve doku, sonuçlarının varyans analiz verileri 53
Tablo D.35 Duyusal analiz, elastikiyet, sonuçlarının varyans analiz verileri ... 53
Tablo D.36 Duyusal analiz, iç renk, sonuçlarının varyans analiz verileri 54
Tablo D.37 Duyusal analiz, tat ve aroma, sonuçlarının varyans analiz verileri 54

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1 : Farklı hububat türlerinin fraksiyonları, diyet lifi ve kül içeriği ... 5
Şekil 2.2 : Ülkelerin diyet lifi tüketim miktarları 12
Şekil A.1 : Buğday unlarına ait farinograf grafikleri 41
Şekil A.2 : Buğday unlarına ait ekstensograf grafikleri 41
Şekil A.3 : Numunelere ait farinograf grafikleri 42
Şekil A.4 : Numunelere ait extensograf grafikleri..... 43
Şekil A.5 : Numunelere ait amilograf grafikleri..... 44
Şekil B.1 : Çavdar ekmekleri bütün ve kesit fotografları 45

SEMBOL LİSTESİ

R **:** Korelasyon Katsayısı
BU : Brabender Birimi
FU : Farinograf Birimi
EU : Ekstensograf Birimi
AU : Amilograf Birimi

HAMURUN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN ÇAVDAR EKMEĞİNİN KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Son yıllarda artan bilinçli beslenme alışkanlıkları hububat ürünlerinin çeşitlenmesine neden olmuştur. Günümüzde en çok tüketilen ekmek beyaz buğday ekmeği olsa da, sağlık etkileri kesinleşmiş, fonksiyonel bileşenlerce zengin tam buğday, çavdar, yulaf ununda üretilen ekmeklerin tüketimi hızla artmaktadır.

Çavdar unu buğday ununa göre yüksek randımanlarda öğütülmektedir. Ticari buğday unu standart olarak %70 randımanla öğütülürken, çavdar %90 ve üzeri randımanlarda öğütülmektedir. Yüksek randımanlı öğütülmenin sonucu olarak çavdar ekmeği beyaz ekmeğe göre 3 kat daha fazla diyet lifi içermektedir. Çavdar unu, içerdiği diyet lifi, lignanlar ve flavonoidler sayesinde diyabet, kalp damar rahatsızlıkları, kolesterol ve obeziteye karşı koruyucu etki göstermektedir.

Tek başına çavdar ununda iyi kalitede ekmek üretilemediği için, çavdar ekmeği üretiminde çavdar ununun, buğday unu ile karıştırılması gerekmektedir.. Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliğine göre çavdar ekmeğinde minimum %30, maksimum %50 oranında çavdar unu kullanılmalıdır. Çavdar ve buğday unları karıştırılarak hazırlanan hamurların fiziksel özellikleri, üretilen ekmeklerin kalitesi üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Bu çalışmada, iki farklı çavdar unu, %30 ve %50 oranında, ve kuvvetli ve zayıf buğday unları ile karıştırılmış ve 8 farklı hamur hazırlanmıştır. Bu hamurların fiziksel özellikleri Farinograf, Ekstensograf ve Amilograf cihazları kullanılarak belirlenmiş ve çavdar ekmeğinin hacimi ve duyusal karakteristikleri ile olan ilişkisi incelenmiştir.

Karışımların kül miktarları ile ekmek hacimleri arasında r=0,91, yüksek düzeyde, ters bir korelasyon gözlenmiş, protein ve gluten miktarı ile hacim arasında önemli düzeyde pozitif bir ilişki gözlenmiştir ($p\leq0,05$).

Hamurların farinograf su kaldırma oranları (r=-0,66), farinograf yumuşama süresi değerleri (r=-0,63) ile ekmek hacimi arasında, orta düzeyde negatif korelasyon bulunmuştur. Hamurların ektensograf uzamaya karşı direnç değerleri ile ekmek hacimi arasında r=0,81, düzeyinde istatistiksel olarak önemli bir korelasyon bulunmuştur. Ekmek hacmi ile orta düzeyde ilişkisi bulunan amilograf maksimum jelatinizayon değerleri arttığında ekmeğin hacminin arttığı tesbit edilmiştir.

Hamurların farinograf gelişme süresi, farinograf kalite numarası ve amylograf başlangıç jelatinizasyon sıcaklıkları ile ekmek hacmi arasında korelasyon gözlenmemiştir.($p\leq0,05$)

Yedi panelisten oluşan duyusal panelde 6 parametre incelenmiştir. Örnekler kabuk rengi, doku, elastikiyet, iç rengi ve tat/aroma bakımından birbirlerinden ayrılmış ancak kabuk yapısı bakımından örnekler arasında fark bulunmamıştır. Kabuk rengi ile en yüksek pozitif korelasyon gluten miktarı (r=0,90) arasında bulunmuştur.

Hamurların farinograf stabilite süresi (r=0,72) ve ekstensograf direnç değerleri (r=0,62) ile kabuk rengi arasında orta düzeyde korelasyon bulunmuştur. %50 oranda çavdar unu kullanılan hamurlarda ekmek kabuk rengi açık bulunmuştur.

Gözenek yapısı ve doku ile hamurların amilograf değerleri arasında yüksek bir ilişki bulunmuştur. Farinograf su kaldırma oranı ve kül miktarı ile doku arasında sırasıyla r=-0,75 ve r=-0,81 negatif yüksek bir korelasyon bulunmuştur. Ekmeklerin elastikiyetleri ile ilgili en yüksek korelasyon hamurların amilograf jelatinizasyon sıcaklıkları (r=0,94) ile maksimum jelatinizayon değerleri (r=0,89) arasında bulunmuştur.

Hamurların fiziksel özelliklerinden amilograf analizi doku, elastikiyet, iç renk ve tat/aroma ile en çok ilişkili bulunmuştur.

Sonuç olarak çavdar ekmeklerinin kalitesinde kullanılan çavdar oranının önemli bir etkisi bulunmuştur. Farklı tip çavdar unlarının kimyasal özelikleri arasında fark olmasa da ekmek karakteristikleri arasında önemli farklılık bulunmuştur. Çavdar unu %30 oranında kullanılan ekmeklerin hacimleri daha yüksek bulunmuş ve panelistler tarafından kabuk rengi, dokusu, ekmek içi rengi, elastikiyeti ve tat/aroması daha iyi olarak değerlendirilmiştir. Karışımlarda kullanılan buğday ununun kuvvetli seçilmesi ekmeğin hacmini artırmıştır. Kuvvetli un ile hazırlanan karışımların kabuk rengi, dokusu, ekmek içi rengi, elastikiyeti ve tat/aroması daha iyi bulunmuştur.

THE EFFECTS OF PHYSICAL DOUGH PROPERTIES ON THE QUALITY OF RYE BREADS

SUMMARY

Recent years, wide range of new cereal products have been producing because consumers give much more attention about their diets. While wheat bread is more popular then other breads but there is increasing demand on products which contains whole kernels, rye and oats.

Rye flour is milling at the high extraction rates. Wheat flour yield is normally %70, but rye flour yield is almost %90. The fiber in cereals is located in outer layers of the kernel, especially in the bran. Dietary content of rye bread is three times more than white bread. Epidemiologic studies concluded that, rye flour has protective effects on diabetes, cholesterol, cardiovascular illness and obesity.

With only rye flour it is not possible to produce pan bread, for this reason it has to be mixed with wheat flour. According to Turkish Food Codex, the amount of rye flour must be added to the mixture as %30 the minimum and as %50 the maximum ratios.

The aim of the study is to investigate the effects of rheological properties of rye doughs on the quality of rye breads. Two different rye flours are mixed with both weak and strong wheat flours in two ratios min. and max as stated in Codex. Eight different rye doughs are prepared totally. Rheological behaviors of these different dough are analyzed with Farinograph, Extensograph and Amylograph instruments. These results are compared with the bread volume and sensory characteristics. The correlations among these results, bread volumes and sensory evaluations results are determined.

Negative correlation showed among ash quantities of mixtures and bread volumes ($r=-0,91$) There has been found positive correlation with the protein and gluten amount and loaf volumes, at important levels.

Farinograph water absorption values ($r=-0,66$) and farinograph degree of softening values ($r=-0,63$) are inversely correlated with bread volumes ($p\leq0,05$). The breads produced from mixtures that have bigger Amylograph (AU) values, shows bigger loaf volumes.

There is no significant correlation seen among farinograph peak time, farinograph quality number and amylograph gelatinization temperatures and bread volumes ($p\leq0,05$).

Sensory analysis, achieved through a descriptive profiling test was conducted with seven trained panelist using six sensory attributes for eight different rye breads. Among the crust structures values there is no statistically differences are seen ($p>0,05$). The samples are showed statistically differences among each other, with crust and crumb color, crumb appearances, elasticity and flavor ($p\leq0,05$).

Gluten amount showed highest positive correlation r=0,90 between crust color. Farinograph stability (r=0,72) and Extensograph resistances (EU) r=0,62 showed positive correlation . The mixtures from %30 rye flours have the darkest crust color.

Ash content showed important effects on crumb appearances and crumb color. Gelatinization temperature gives important correlation with elasticity. The mixtures that have bigger amylograph gelatinization values (AU) showed very good crumb appearances, elasticity and flavors. The amylograph analyses have the highest correlations with the appearance, elasticity, crumb color and flavor of rye breads.

Consequently, dough mixtures showed a negative relationship between ash content and positive relationship with the protein content. There are no differences in chemical analysis results of different rye flours but they showed differences on bread qualities. It is clear that gluten quality has important effects on rye bread qualities then it should be prepared with semi strong wheat flours.

The rye rate's which is used at rye breads has found important effects on quality of breads. Mixtures that contain %30 rye flour and %70 strong flours, have highest volumes and highest sensory attributes scores. Bread’s crust, crumb colors, crumb appearances are found best with the breads that prepared from strong wheat flours.

1. GİRİŞ

Dünyada üretim tarımla başlamış daha sonra tarımsal ürün ve yan ürünlerle ikincil üretim sektörü olan el sanatları doğmuştur. Sanayi devrimi ile fabrikalar kurulurken, tarım ve tarıma dayalı sanayi gelişerek ekonominin temellerini oluşturmuştur.

Tarım, insan ve hayvan beslenmesinin ana kaynağıdır. Ticaret tarımsal ürünlerle başlamış, hatta ilk yazılı antlaşmalara da tarımsal ürünler konu olmuştur. Günümüzde bu önem artan nufüs, kuraklık, daralan tarım alanları, açlık sorunu, tarımsal ürünlerin lojistik değeri gibi sebeblerle artarak devam etmektedir. Tarım ülkemiz milli gelirinde yaklaşık %11 paya sahip önemli bir sektördür (TMO, 2005).

Ekmek ve ekmek ürünleri tüm dünyada insanların ihtiyacını karşılayan en temel gıda maddesidir. Bu nedenle ekmeğin mümkün olan en üstün kalitede elde edilmesi gerekmektedir. Ekmeğin kalitesi öncelikle kullanılan hammaddeye ve uygulanan teknolojiye bağlıdır.

Ülkemizde beyaz ekmek gelişen teknolojik altyapıya ve çeşitlenmeye rağmen hala tüketimde birincil sırasını korumaktadır. Beyaz ekmeği takiben tüketimi artmaya başlayan diğer bir ürün de çavdar ekmeğidir.

Ana yurdunun Orta Asya ve Anadolu olduğu bilinen çavdar, buğdaya göre geç kültüre alınmış bir bitkidir. Dünya genelinde Orta ve Kuzey Avrupa'da yetişen çavdar kuzey Almanya'dan başlayarak kuzey Rusya içlerine kadar yayılır.

Yurdumuzda çavdarın pek çok yabani ve kültür formları bulunmaktadır. Çavdar tanesi buğdaydan daha ince, uzun ve kavuzsuzdur. Piyasada tutulan tane tipi, açık yeşil renkli ve 2.2 mm'lik uzun elek üstünde kalan tanelerdir. Çavdar ülkemizde yaygın olarak yem sanayinde değerlendirilmektedir (TMO, 2005).

Çavdar yapısında bulunan lignanlar, hemiselülozik bileşenler ve diyet lifleri sayesinde kalp damar hastalıklarının ve bazı kanser türlerinin önlenmesinde önemli bir bitkidir. Son yıllarda beslenme bilincinin artması, hububat ürünlerindeki fonksiyonel özellikteki bileşenlerin kaynaklarının araştırılması ve sağlık üzerine etkilerinin sonuçlandırması ile çavdarın pazar değeri artmıştır.

Çavdar yapısında gluten içermediği için %100 çavdar ununda ekmek (tava ekmeği) yapmak mümkün olmadığından kabul edilebilir kalitede bir ekmek üretimi için çavdar ununun buğday unu ile karıştırılması gerekmektedir. Özellikle Almanya ve Kuzey Avrupa ülkeleri çavdar ekmeği konusunda uzmanlaşmış olup kültürlerinde 300 kadar ekmek türünü barındırırlar. Kuzey Almanya'da buğday ununa çavdar unu karıştırılmasıyla tipik Alman ekmeğinin karışımı üretilmeye başlanmıştır. Almanya'da pişirilen ekmeklerin üçte ikisinde çavdar bulunmaktadır. Çavdar ekmeği üretiminde çavdar tanesi, çavdar kırması, çavdar ezmesi gibi çavdarın farklı fraksiyonları da son ürüne katılmaktadır. Çavdar ekmekleri arasında en popüleri Almanya'da üretimi yaygın olan "Pumpernickel" olup tüm ekmekler arasında en siyahı ve özellikle çavdar tanesi bol olanıdır.

Kullanılan buğday ve çavdar unu farklılaştıkça ekmek kalitesi değişmektedir. Birbirinden farklı protein, kül, kepek miktarına sahip olan unlardan elde edilen ekmekler farklı tat, hacim ve renk özelliklerine sahiptir. Bu farklılıklar fiziksel hamur ve duyusal özelliklerini direkt olarak etkilemektedir (Kilhberg, 2004).

Farklı oranlardaki çavdar ve buğday unu karışımlarının kimyasal ve fiziksel hamur özelliklerinin çavdar ekmeği kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada, İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgesinden temin edilen iki çavdar numunesi (Ç1-Ç2) modern valsli değirmende öğütülmüştür. Çavdar unları, Türk Gıda Kodeksi, Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliğine göre izin verilen minumum %30 ve maksimum %50 oranında, buğday unu ile karıştırılmıştır. Buğday unları, sonuçların güvenilirliği artırmak için zayıf karakterli (Z) ve kuvvetli karakterli (K) seçilmiştir. Hazırlanan hamurların fiziksel özellikleri, farinograf, ekstensograf ve amilograf cihazları ile incelenmiş ve bu özellikler ile üretilen çavdar ekmeklerinin kalitesi arasındaki ilişki değerlendirilmiştir.

Bu çalışmayla çavdar ekmeği konusunda kısıtlı çalışma bulunan literatüre katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Çavdar Üretimi

Ana vatanı Orta Asya ve Anadolu olarak bilinen çavdar öncelikle doğuda, Orta ve Kuzey Avrupa'da yetişmekte ve ana çavdar kuşağı Kuzey Almanya'dan Ukrayna, Belarus, Litvanya, Letonya, merkezi ve kuzey Rusya içlerine yayılmaktadır. Çavdar ayrıca Kuzey Amerika'da (Kanada, Amerika Birleşik Devletleri), Güney Amerika'da (Arjantin), Türkiye, Kazakistan ve Kuzey Çin'de yetişmektedir. Çavdarın üretim seviyesi üretici ulusların çoğunda talep azlığından dolayı düşmektedir. Çavdarın çoğu üretildiği ülkede tüketilmekte, sadece komşu ülkelere ihraç edilmekte ve dünya çapında ihracatı yapılmamaktadır (TMO, 2005).

Ülkemizde son 17 yılda çavdar ekiliş alanları 130 bin ha ile 158 bin ha arasında değişmiştir. Çavdar üretimi ise aynı dönemde 220 bin ton ile 270 bin ton arasında değişkenlik göstermiştir. Tablo 2.1' den görülebileceği üzere, çavdarın ekim alanları azalsa da birim Ha başına verimi artmaktadır.

Tablo 2.1: Türkiye'de Çavdar Ekim, Üretimi, Verimi (TUİK, 2005)

Türkiye de Çavdar Ekim, Üretimi, Verimi							
YILLAR	**EKİM ALANI (Ha)**	**ÜRETİM (Ton)**	**VERİM (Kg/Ha)**	**YILLAR**	**EKİM ALANI (Ha)**	**ÜRETİM (Ton)**	**VERİM (Kg/Ha)**
1990	158.000	240000	1,519	**2001**	140500	220000	1,566
1995	146000	240000	1,644	**2002**	150000	255000	1,7
1996	148000	245000	1,655	**2003**	140000	240000	1,714
1997	147000	235000	1,599	**2004**	143000	270000	1,888
1998	133000	232000	1,744	**2005**	130000	270000	2,076
1999	140000	233000	1,664	**2006**	*	260000	*
2000	147000	260000	1,769				
2001	140500	220000	1,566				

2.2 Çavdarın Kimyasal Kompozisyonu

Çavdar tanesi yüksek miktarda biyoaktif bileşenlerle birlikte önemli miktarda diyet lifi içermektedir. En önemli diyet lifi bileşeni polisakkarit yapıda olan, kısmi olarak çözünen arabinoksilandır. Çavdardaki makro bileşenler nişasta, diyet lifi ve proteindir. Çavdar genellikle buğdaydan daha az nişasta ve ham protein, daha yüksek miktarda serbest şeker ve diyet lifi içermektedir. Sükroz ve fruktooligosakkaritler çavdar yapısında bulunan serbest şekerlerdir.

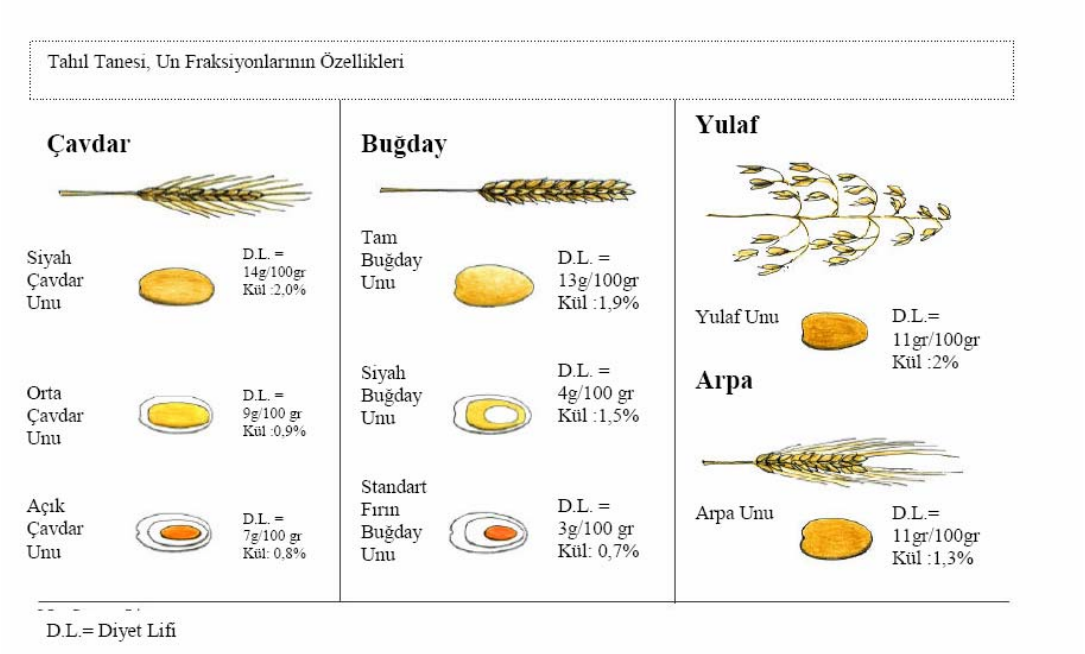
Çavdar yapısında bulunan diyet lifleri çözünen ve çözünmeyen olarak ikiye ayrılmaktadır. Suda çözünmeyen selüloz ve ligninin aksine kısmi olarak çözünen ksilen, β-glukan ve arabinoksilanlar çok düşük konsantrasyonlarda dahi (0,5-2 %) gel oluşturmaktadır.

Çavdar unu genel olarak %100 ve %100'e yakın randımanlarda öğütülmektedir. Tipik çavdar ekmeği, buğday ekmeğinden yaklaşık 3 kat daha fazla diyet lifi içerdiğinden çavdar genellikle tam çavdar unu olarak öğütülmektedir. Ekmek yapımında kullanılan buğday unu tipik olarak %70-75 ekstraksiyon oranı ile öğütülerek dış kısımlarından arındırılmakta bu nedenle önemli bileşenlerini kaybetmektedir.

Çavdar, buğdaydan daha fazla arabinoksilan ve karışık bağlı β-glukan içermekte, buğdayla aynı miktar selüloz ve lignin içermektedir. Yüksek oranda arabinoksilan içeren tam çavdar ununun pozitif sağlık etkileri bulunmuştur. Çavdarın alöron tabakası protein, mineral, B-vitamini, manganez, demir, bakır, çinko, selenyum, magnezyum ve florür miktarı açısından zengindir. Sert bir yapıda olan alöron tabakasının kepekten ayrılması buğdaya göre daha zor olmaktadır (Clydesdale, 1994; Åman ve diğ., 1997).

Çavdar tanesinde bis-fenolik lignanlardan, secoisolariciresinol (SECO) 47µg/100g, matairesinol (MAT) 65 µg/100g bulunmuştur ayrıca pinoresinol, lariciresinol, isolariciresinol ve syringaresinol gibi yeni lignanlar bulunmuştur (Nilsson ve diğ. 1997). Bitki lignanları safra salgıları sayesinde, insan sağlığına yararlı birçok biyolojik etkiye sahip enterodiol ve enterolaktonlara dönüşmektedir. Çavdar taneleri aynı zamanda tannin ve ferulik asit gibi antioksidan özellikte polifenolleri, fitik asit, vitamin ve mineralleri de içermektedir (Heinonen ve diğ., 2001).

En yaygın tüketilen çavdar ürünü, çavdar ekmeğidir. Fonksiyonel özellik gösteren bileşenler çavdar ile ilgili yeni ürünlerin çeşitlenmesini sağlamaktadır. Çavdarın toplam üretimi azalmasına rağmen, üretimin gıdaya dönük yüzdesi artmaktadır. Toplam çavdar üretiminin %35'i gıda ürünlerinde kullanılmakta, geri kalanı yem sanayinde işlenmektedir. Çavdar, buğday, yulaf ve arpanın kimyasal bileşenlerinin karşılaştırılması Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Çavdar fraksiyonları genel olarak siyah, kahve ve açık çavdar unu olarak üretilmektedir.



Şekil 2.1: Farklı Hububat Türlerinin Fraksiyonları, Diyet Lifi ve Kül İçeriği (Kujala, 2000)

Çavdar tanesi diğer hububatlardan daha yüksek miktarda diyet lifi içermekte, öğütme sırasında dış kısımlar ayrıldıkça diyet lifi oranı azalmaktadır (Şekil 2.1). Çavdar unu 14gr/100gr diyet lifi içerirken, yulaf ve arpa unu 11 gr/100gr diyet lifi içermektedir.

2.3 Çavdar Ununun Ekmek Yapım Kalitesi

Çavdar unu yapısında gluten teşkil etmediği için %100 çavdardan ekmek (tava ekmeği) yapmak mümkün olmamaktadır. Bu amaçla ekmek üretiminde buğday unu ile belirli oranlarda karıştırılması ve ilave bazı katkı maddeleri kullanılması gerekmektedir (Elgün, 1997). Türk Gıda Kodeksi, Ekmek ve Ekmek Çeşitleri

Tebliğine göre, çavdar ekmeği üretiminde minumum %30, maksimum %50 oranında çavdar unu kullanılması gerekmektedir.

Literatürde çavdar hamurunun fiziksel özelliklerine ilişkin çalışmalar oldukça az, duyusal çalışmalar ise daha yaygındır. En yaygın çalışma konuları mevcut fırıncılık ürünlerinin farklı hububatlarla üretilip ekmek özelliklerinin ve tüketici kabulünün araştırılmasıdır.

Ragaee ve diğ. (2004), farklı unların, pita ekmeğinin reolojik ve duyusal özelliklerini nasıl değiştirdiğini araştırmıştır. Pita ekmeği yapımında kullanılan buğday ununa %15 oranında çavdar, millet ve sorghum unları katılarak, duyusal panelde son ürün özellikleri incelenmiştir. Duyusal panelde ekmek hacmi, pütürlülük, dış kabuk rengi, iç kabuk rengi ve tüketici tercihi sorulmuştur. Buğday ununa %15 oranında katılan farklı hububat unlarının, pita ekmeği hacmi üzerinde etkilerinin çok az olduğu görülmüştür. Elde edilen ekmekler iyi görünümlü olmakla birlikte özellikle millet ve sorghum unu eklenen ekmekler kontrol örneğine göre daha koyu renkli bulunmuştur. Karışımda %15 oranında kullanılan çavdar ununun, dış kabuk rengi üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır. Millet ve çavdar unları kullanılan örneklerde ekmek içi rengi daha koyu bulunmuş, arpa ununun kullanıldığı ekmek örneklerinde fark gözlenmemiştir. Koyu rengin bu tanelerin dış yüzeyinde bulunan kırmızı renk pigmentlerinden ileri geldiği bildirilmiştir. Millet ununun kullanıldığı ekmeklerin dış yapısı daha pütürlü iken, çavdar ve sorghum unlarının etkisi gözlenmemiştir. Duyusal panelde çavdar, arpa unlarının kullanıldığı ekmekler en fazla tercih edilmiş bunu millet ve sorghum unlarını içeren ekmekler takip etmiştir.

Çavdar ununda gluten yapısı olmadığı için çavdar ekmeği üretiminde pişme kalitesi, nişastanın jelatinizasyon özelliklerine daha çok bağlıdır. Brabender amilograf cihazı ile ölçülen jelatinizasyon özellikleri, ekmek iç yapısının oluşmasında etkilidir. Çavdar unundaki alfa-amilaz enzim aktivitesi ekmek üretiminde kullanılan su miktarını belirlemektedir. Farklı tip alfa amilaz aktivitesine sahip olan çavdar unlarında ekmek iç yapısı değişkenlik göstermektedir. Brown ve Harrel (1944), amilograf jelatinizasyon değerleri (AU) ile çavdar unlarının pişme kalitesi arasında pozitif korelasyon saptamışlardır. Düşük jelatinizasyon değerine (yüksek alfa amilaz aktivitesine) sahip çavdar unlarından üretilen ekmeklerde nemli ve yapışkan yapı gözlenmiş ve hacim düşük bulunmuştur. Çavdar unu ve buğday unu karışımlarının

pH'ı, maksimum jelatinizasyon değerini etkilediğinden pH'ı ayarlanmış un karışımları kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Hububat unlarının Brabender amilograf maksimum jelatinizasyon (AU) değerlerinin incelendiği başka bir çalışmada çavdar örnekleri buğdaydan daha düşük değerde, sorghum unu ise en düşük değerde bulunmuştur. Düşük amilograf jelatinizasyon değerine sahip unların yüksek alfa-amilaz aktivitesi içerdiği bulunmuş ve bu unlarla üretilen ekmeklerin iç yapıları nemli ve yapışkan, ekmek hacimleri düşük gözlenmiştir. Araştırmalarda farklı protein içeriğine sahip olan hububatların maksimum jelatinizasyon değerleri (AU) farklı bulunmuştur. Buğday nişastasına gluten ilavesinin amilograf jelatinizasyon değerini (AU) arttırdığı bulunmuştur (Anker ve Geddes, 1944).

Undaki kül oranı unun randımanı hakkında bilgi vermekte ve randıman oranı artıkça undaki endosperm oranı artmaktadır (Atwell, 2001). Daha yüksek kül oranına sahip unların su tutma özelliklerinin yüksek olduğu ve daha düşük ekmek hacmine yol açtığı gözlenmiştir.

Heinio ve diğ. (1997), çıtır çavdar ekmeği ve çavdar ekmeği duyusal panel sonuçlarına göre kül miktarı ile ekşilik arasında pozitif korelasyon bulmuştur. Kül miktarı yüksek karışımlardan üretilen çavdar ekmeklerinin tüketici kabul edilebilirliği artmıştır.

Pasqualone ve diğ. (2004), Arnavut ekmeklerini buğday, mısır, çavdar ve nohut unları ile üretmiştir. Kontrol örneği olarak buğday örneğini seçerek diğer unlarla üretilen ekmeklerin hacim ve duyusal parametrelerini karşılaştırmışlardır. Buğday unu ile üretilen Arnavut ekmeklerinde ekmek somun hacmi 3,72 ml/gr, tam çavdar unu ve gerekli katkılar ile üretilen Arnavut ekmeklerinde 1,53 ml/gr bulunmuştur. Araştırmada çavdar ununa %25-30 oranında buğday unu katıldığı takdirde yoğurma toleransında ve ekmek hacminde artma görülmüştür. Ekşi hamur yöntemi kullanılarak pişirilen ekmeklerde tat/aroma ve tüketici tercihi daha yüksek bulunmuştur.

Hamurun su kaldırmasını etkileyen üç önemli unsur; hemiselülozik bileşikler, protein miktarı ve zedelenmiş nişasta miktarıdır. Çavdarın yapısında bulunan hemiselülozik bileşikler, protein kadar suyu tutamamakta ve yoğurma sırasında hamurun su salmasına neden olmakta ve çavdarın işlenmesini zorlaştırmaktadır. Çavdar

ekmeğinin kalitesini temel olarak iyi öğütülmüş çavdar unu belirlemektedir. Özellikle karışımdaki yüksek çavdar oranı ıslak dokuya neden olmakta ve hamurun yoğrulmasını zorlaştırmaktadır (Elgün, 1997).

Yüksek protein değerine sahip hamurun elastikiyeti ve su tutma kapasitesi artmaktadır. Farvili ve diğ. (1997), yaptıkları çalışmada farklı protein oranına sahip unların ekmeğe olan etkisini incelemişlerdir. Yüksek proteinli ekmeklerde kabuk rengi daha koyu, daha kuru bir iç yapının oluştuğu gözlenmiştir.

Ülkemizde yetiştirilen ekmeklik buğdayların diastatik aktivitesi düşüktür. Mayaların etki edebileceği indirgen şekerlerin oluşması için nişasta zedelenmesi önemlidir (Saygın, 1975; Ünal, 1989). Ekmek yapımında kullanılacak unlarda zedelenmiş nişastanın belirlenmesinin temel nedenlerinden biri de yoğurmada hamurun su kaldırma kapasitesine olan etkisidir. Suyun gerekenden az veya çok kullanılması hamurun elle işlenmesini ve ekmek kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (Evers ve Stevens, 1985).

Kepek miktarı ve kepek parçacık boyutu da ekmek hacmi üzerinde etkilidir. Farklı büyüklükteki kepeklerin Alman çavdar ekmeği üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada ince kepek içeren örneklerin hacimleri düşük ve yoğurma süresi daha kısa bulunmuştur (Zhang ve Moore, 1999).

Çavdar ununun fraksiyonlandırılarak ekmek kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, buğday unu örneklerine %20 oranında farklı fraksiyonlarda öğütülmüş çavdar unu katılmıştır. Duyusal panelde tat/aroma ve renk yoğunluğu deneklerin tercihinde önemli derece de etkili bulunmuştur. Öğütmede çavdar unları kepek, ince kepek, kırma değirmeni altı (B) ve inceltme değermeni altı (C) olarak ayrılmıştır. Ekmekler duyusal panelde yumuşaklık, çıtırlık, nem, tazelik, acılık, yoğunluk ve kalıcı etki olarak incelenmiştir. Çavdarın en iç yapısını oluşturan B ve C unları en kabul edilir tada sahip bulunurken, ince kepek içeren ekmek örnekleri koku yönünden en baskın bulunmuştur. En dış yüzey olan kepeğin eklenmesi ile üretilen ekmeklerde acı tat ve kalıcı tat en yüksek değerde algılanmıştır (Heiniö ve diğ, 2003).

2.4 Çavdar Ürünleri

Çavdar ekmeği uzun yıllardır Alman ve Finlandiyalı çiftçiler arasında enerji, protein ve karbonhidrat içeriğinden dolayı tercih edilmiştir. Kuzey Avrupa'da eğitim düzeyi yüksek kadınlarda çavdar günlük diyetin bir parçası olarak kabul edilmektedir (Prättälä ve diğ. 2001). Sağlıklı beslenme bilincinin artması beslenme alışkanlıkları değiştirmekte ve yeni gıdaların kabul edilebilirliğini artırmaktadır. Tüketiciler daha sık sağlıklı gıda ve yeni gıda arayışına girmektedir. Dengeli beslenme, çeşitlilik ve etnik tatlar tüketici kabülünde önemli olmaktadır. Bunun yanında artan talebi karşılamak için hububat sektöründe yeni ürünler geliştirilmektedir.

2.4.1 Çavdar ekmekleri

Çok çeşitli çavdar ekmeği ve çıtır ekmek üretim yöntemi vardır. Geleneksel ekşi hamur ile mayalanan tam çavdar ekmeği ve diyet bisküviler en yaygın tüketilen çavdar ürünleridir. Düşük sodyum içerikli ve yüksek lif içerikli fonksiyonel ürünlerin pazar payı artmaktadır.

Çavdar ekmeğinin lezzeti ve yapısı buğday ekmeğinden oldukça farklıdır. Kullanılan un tipi, diğer bileşenler, üretim koşulları ve pişirme aşamaları son ürün kalitesinde etkili olmaktadır.

Tipik olarak çavdar ekmeği üretim yöntemi Finlandiya, Almanya, Danimarka ve Rusya'da ekşi hamur yöntemidir. Bu yöntemde ekşi hamur üretmek için, tam çavdar unu, su ve maya karıştırılarak 8-18 saat fermentasyona bırakılmaktadır. Fermentasyon süresinde laktik asit bakterileri ve ekşi hamur mayaları gelişerek, enzimatik reaksiyonlar sonucu lezzet bileşenlerini oluşturmaktadır. Fermentasyondan sonra un, su ve diğer bileşenler ekşi hamur ile karıştırılarak hamura şekil verilmekte ve sonra kısa bir dinlenmeye bırakılmaktadır. Pişirme aşamasında buharla pişirme yöntemi tercih edilmektedir.

Düşük sodyumlu, normal sodyumlu organik çavdar ekmekleri ve dilim çavdar ekmekleri de farklı yapıda ve farklı asit profillerinde üretilmektedir. Ekmek üzerine çavdar tanesi, çavdar kırması yada çavdar ezmesi eklenmektedir.

Çavdar ekmeği üretiminde geleneksel olarak %80 randımanlı çavdar unu, %40 oranında buğday ununa ilave edilmektedir. Bu uygulama Türk Gıda Kodeksi ile de uyumludur. İsveç menşeili çıtır ekmek, (crispybread) ve diyet ürünler yaygın olarak

üretilmektedir. Çıtır ekmek üretiminde kullanılan malzemeler, tam buğday unu, su, maya ve tuzdur. Genel olarak 3 yada 4 saatlik bir fermentasyondan sonra pişirilen çıtır ekmeklerin, normal mayalanmış, ekşi hamurla mayalanmış ve soğuk mayalanmış türleri bulunmaktadır. Nem içeriği %5-7 arasında olan çıtır ekmeklerin raf ömürleri daha uzundur (Kujala, 2000).

2.4.2 Farklı çavdar ürünleri

Müsli ve kahvaltılık gevrekler içinde farklı boyutlarda çavdar kırmaları ve çavdar gevrekleri üretilmektedir. Bu ürünler genel olarak tam çavdardan yapılmakta ve kahvaltılık gevreklerde çavdar oranı %55'e kadar çıkmaktadır. Bu ürünlerde kullanılan çavdar genel olarak ön pişirilmiş yada gevrek tipinde olup çıtırlığı arttırmak ve lezzeti iyileştirmek için ekstrüde olarak kullanılmaktadır.

Kuzey Avrupa'da çavdar ununda yapılan çavdar lapası, Norveç tipi üzümlü çavdar turtaları ve kaplamalı çavdar ürünleri sıklıkla tüketilmektedir. Balık, sebze ve et yemekleri çavdar hamuruna sarılarak pişirilmektedir. Çavdar ve buğday ununda yapılan çok ince hamurun içine patates, pirinç, arpa konmakta ve Fin pizzası olarak satılmaktadır.

Çavdar ekmeği miksleri hem karışım unlarını hem de ekşi hamuru içerdiğinden tercih edilmektedir. Hazır mikslerin zenginleştirilmiş içeriği ile çavdar ekmeği evde rahatlıkla hazırlanmaktadır. Çavdar unu katkılı hamburger ekmekleri de tüketilmektedir. Çavdar tanesi, çavdar ezmesi, çavdar kırığı içeren ekmek ve pastacılık ürünleri de üretilmeye başlanmıştır. Bu ürünlere konulan ekşi hamur asitleri, tuzluluğu sağlamaktadır (Heiniö ve diğ., 1997). Farklı hububatları içeren atıştırmalık ürünler ve kurutulmuş meyve içeren gevrekler pazarda yaygınlaşmaktadır. Çıtır ekmekler hem içi boş, hem içi dolu olarak satılmaktadır. Çavdar sandviçleri, fırıncılık ürünleri ve tatlı ürünleri, tüketime hazır gıdalar olarak süpermarketlerde yaygınlaşmaktadır.

2.5 Tam Tane Hububatlar ve Diyet Lifi

Hububatlar da lifli bileşikler genellikle tanenin dış çeperlerinde, kepekte bulunmaktadır. Çavdar genellikle tam taneli olarak tüketildiği için yüksek oranda diyet lifi içermektedir.

Sağlıklı beslenme sağlıklı bir yaşama açılan önemli bir kapıdır. Daha sağlıklı beslenmeye inanan kişiler daha fazla doğal içerikli gıdalar tüketmeye özen göstermektedirler. Yağ, tuz, şeker miktarı azaltılmış, diyet liflerince zenginleştirilmiş gıdalar sağlıklı beslenmenin temelini oluşturmaktadır (Kujala, 2000).

Günümüzde tüketiciler eğitim seviyesi ve gelişmişlik düzeyine bağlı olarak sağlık ve beslenme ikilisine daha fazla önem vermeye başlamıştır. Gıdaların içerdiği doğal bileşikler tüketiciler arasında da telaffuz edilmeye başlanmıştır. Yakın gelecekte insanlar refah ve sağlıkları için kişisel diyetlerini oluşturacaklardır. Tam taneli hububatlar içerdikleri sindirilebilir karbohidratlar, diyet lifleri, dirençli nişasta, iz elementler, bazı vitaminler ve hastalıktan koruyucu diğer bileşikler, fitoöstrojen ve antioksidanlar ile diyetin ayrılmaz bir parçasıdır (Slavin ve diğ., 1997). Tam hububat ürünleri ile beslenen kişilerde ölüm oranı azalmaktadır (Jacobs ve diğ., 1998). Diyet liflerinin fizyolojik önemi Tablo 2.2'de sıralanmış olup diş, mide, sindirim sistemi, kalp ve damar sistemi, kan şekeri üzerindeki mekanizmaları özetlenmiştir.

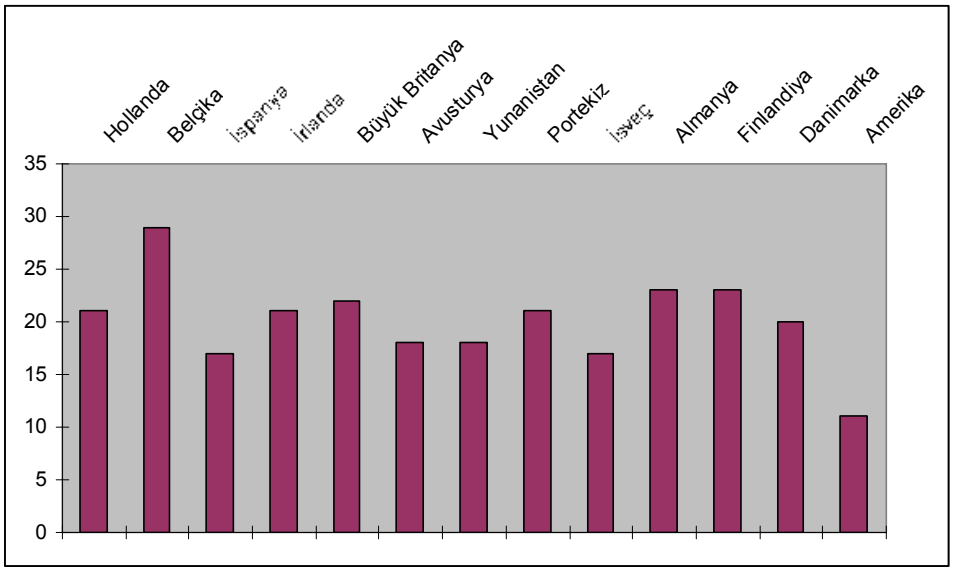
Tablo 2.2: Diyet Liflerinin Fizyolojik Etkisi (Kujala, 2000)

Önemi	**Mekanizması**	**Sağlık etkisi**
Dişler	• Daha fazla çiğneme • Saliva salgısının artması	• Diş hastalıklarından koruma • Sağlıklı Dişetleri
Mide	• Salivanın ve mide özsuyunun emilimini artırır. • Mideden ince bağırsağa geçiş süresini yavaşlatır.	• Doygunluğu arttırır. • Aşırı yem ve kilo alımını engeller.
Sindirim Sistemi	• Bağırsak geçiş süresini kısaltır. • Zararlı bileşenleri seyreltir. • Kalın barsaktaki bakteriyel popülasyon için faydalıdır. • Östrojen seviyesini düşürür.	• Kabızlığı önler. • Meme ve kolon kanseri riskini azaltır. • Safra asidi metabolizmasını geciktirir.
Kalp-Damar Sistemi	• Kolestrol emilimini önler. Safra asidinin barsakta salınımını artırır. • Plazma trigliserid seviyesini ve kan pıhtılaşmasını etkiler	• Kan kolestrol seviyesini düşürür • Kalp hastalıkları riskini ve safra taşı oluşumunu engeller
Kan Şekeri	• Karbohidratların emilimini yavaşlatır.	• Şeker hastalarında kan glukoz seviyesini stabile eder.

Diyet lifleri bitkisel gıdaların bir parçası olup insanlarda sindirimi gerçekleşmemekte ve üst barsak yollarında emilmemektedir. Diyet lifleri nişasta olmayan polisakkaritler, enzim dirençli nişastalar ve ligninler olarak tanımlanmakta bitkisel gıdaların hücre duvarında bulunmaktadır.

Çoğu ülkede önerilen diyet lifi alım oranları 25-35 gr/gün'dür. Dünya genelinde çoğu ülkede ortalama diyet lifi alım değerleri önerilen miktarların altındadır. Tam taneli çavdar ürünleri, çavdar ekmeği, çıtır çavdar ekmeği ve çavdar gevreği önemli diyet lifi kaynaklarıdır.

Çoğu Avrupa ülkelerinde önerilen diyet lifi alım miktarı 25-35 gr/gün olarak belirlenmiştir ve günlük beslenmede bu oranın sadece %70'inin alındığı raporlanmıştır. Hububatlar içinde en önemli diyet lifi kaynağı çavdardır. Finlandiya'da diyet lifi alımlarının %40'dan fazlası, Danimarka'da %30, İsveç'te %20, Norveç'te %10'u çavdar ürünlerinden karşılanmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Ülkelerin Diyet Lifi Tüketim Miktarları (Kujala, 2000)

Hububatlarda bulunan toplam diyet lifi, çözünen ve çözünmeyen lif karşılaştırmaları Tablo 2.3'te gösterilmiştir. Yenilebilir ürünlerden çavdar ekmeği çok iyi bir

diyet lifi kaynağıdır. Tam çavdar unu 13,6 gr/100 gr diyet lif oranı ile günlük beslenmede önemlidir. Çavdar ekmeği 9,9 gr/100 gr diyet lifi oranı ile beyaz buğday ekmeğinden üç kat daha fazla diyet lifi içermektedir. Günlük 300 gr çavdar ekmeği tüketimi günlük alınması gereken diyet lifi miktarını karşılamaktadır. Çıtır ekmekler

yüksek diyet lifi 15 gr/100 gr içermektedirler. Diyet liflerince zengin olarak kabul edilen sebze ve meyveler hububat ürünlerinin yaklaşık beşte biri kadar diyet lifi içermektedir.

Tablo 2.3: Farklı Gıda Ürünlerinin Toplam Diyet Lifi, Çözünen ve Çözünmeyen Lif Oranları (Kujala, 2000)

Gıda Ürünü	Toplam diyet lifi gr/100 gr	Çözünen Lif gr/100 gr	Çözünmeyen Lif gr/100 gr
Buğday Kepeği	55	1,8	53,2
Çavdar Kepeği	39	2,4	36,6
Keten Tohumu	28,4	1,2	27,2
Yulaf Kepeği	17,9	2,9	15
İnce Çıtır Ekmek	14,9	2,7	12,2
Çavdar Çıtır Ekmek	14,9	2,7	12,2
Tam Çavdar Unu	13,6	2,2	11,4
Yulaf Gevreği	11	4,5	4,6
Çavdar Ekmeği	9,9	1,7	8,2
Arpa Gevreği	7,6	1	6,6
Mısır Gevreği	5,4	0,4	5
Bugday Ekmeği	3,5	0,8	2,7
Beyaz Pirinç, Pişmiş	0,8	0,1	0,7
Kuru Üzüm	9,7	3,5	6,2
Fasülye	6,7	3,2	3,5
Müsli	6,1	1,8	4,3
Fındık	6	0,3	5,7
Nohut	5,5	0,5	5
Kuş Üzümü	4,9	1,9	3
Yaban Mersini	3,1	0,5	2,6
Havuç	2,4	0,8	1,6
Elma	1,8	0,7	1,1
Patates, Pişmiş	1,4	0,4	1
Salatalık	1,1	0,4	0,7

2.6 Çavdar ve Sağlık Etkileri

Çavdar tüketimi ile ilgili epidemiyolojik çalışmalar barsak fonksiyonları, diyabet, kalp ve damar hastalıkları ve kanser üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu amaçla hasta bireylerde ve genç sağlıklı bireylerde çalışmalar yapılmış ve karşılaştırılmıştır.

Barsak fonksiyonlarının incelendiği bir çalışmada, iki farklı grup günlük enerjilerinin %20'si oranında çavdar ekmeği ve beyaz ekmek ile beslenmişlerdir. Çavdar ekmeği tüketen grup diğer gruba göre günde 15 gr. daha fazla diyet lifi almıştır. Çalışma sonucunda çavdar ekmeği tüketiminin, barsak fonksiyonlarını düzenleyerek, fekal ağırlığın artmasına ve kanserojenik bileşik miktarının düşmesine neden olduğu bulunmuştur (Grasten ve diğ., 2000).

Yüksek lifli çavdar ekmeği kabızlığın önlenmesini sağlamıştır. Bu yüksek alımlardan sonra probiyotik yoğurt tüketimi de kişiyi olası yan etkilerden korumaktadır (Niemi ve diğ., 1998; MacFarlane ve diğ., 1991).

Çavdarın önemli etkilerinden bir tanesi kilo alımlarını kontrol etmesidir. Çözünen lifler midede gıdaların yoğunluğunu artırmakta, bu nedenle ince barsağa geçiş süresi uzamaktadır. Gıdaların midede daha uzun süre kalması tokluk hissine neden olmaktadır. (Hagender ve diğ., 1987).

Tam çavdar tanesinin içerdiği çözünür lif arabinoksilan, plazma insulin seviyesini düşürmektedir. Jenkins (2001), Tip3 diyabet tanısı konulmuş, 555 yüksek risk grubundaki hastada, buğday ve çavdar tüketimi ile diyabet arasındaki ilişkiyi araştırarak, insulin ve yağ metabolizmasını dengelemede çavdar kepeğinin, buğday kepeğine göre daha fazla etkiye sahip olduğunu bulmuştur. Menapoz dönemi öncesi 20 kadında yapılan 8 haftalık beslenme deneyinde, yüksek lif içerikli gıdalar tüketen kadınlarda beyaz buğday ekmeği tüketenlere göre insulin salgısı azalmıştır (Juntunen, 2001).

İlyostami hastalarında yapılan çalışmalarda düşük lifli ve yüksek lifli beslenmenin etkisi incelenmiş, glukoz ve insulin piklerinin yüksek lifli beslenen grupta düştüğü görülmüştür. İnsanlarda ve hayvanlarda yapılan çalışmalarda diyabetin önlenmesinde çavdar liflerinin ve çavdar kepeğinin pozitif etkisi saptanmıştır (Nygren ve diğ., 1984). Fare ve sıçanlarda çavdar kepeğinin diyabetik sendromlarda olumlu etkisi saptanmıştır. Yüksek lifli beslenen farelerde kilo kaybı, kan ve idrar glikoz seviyelerinde azalma görülmüştür (Berglund ve diğ., 1982).

Kadınlarda yapılan iki epidemiyolojik araştırmada artan diyet lifi tüketiminin diyabet riskini düşürdüğü bulunmuştur. Birinci çalışmada düşük glisemik indeksin düşük risk doğurduğu bulunmuştur (Salmeron ve diğ., 1997). Tam tane içeren çavdar ekmeğinin, beyaz unla yapılan çavdar ekmeğinden daha düşük glisemik indeks değerine sahip olduğu bulunmuştur (Jenkins ve diğ., 1986).

Kalp ve damar hastalıklarında damar tıkanıklıkları ve kalp krizi olmak üzere iki önemli risk faktörü vardır. Kalp ve damar hastalıklarını önleme çalışmalarında şeker hastalığı, kan şekeri, kan basıncı, kilo kaybı üzerinde odaklanmak gerekmektedir. Geniş çapta yapılan epidemiyolojik çalışmalarda yüksek lifli gıdalar ile beslenmenin damar tıkanıklığı riskini azalttığı bulunmuştur (Willet, 1998). Diyet lifi tüketimi ile

koroner kalp hastalıkları arasında ters ilişki bulunmuştur (Pietinen ve diğ., 1996). Erkek denekler üzerinde yapılan ve altı yıl devam eden beslenme çalışmasında, çavdardan alınan diyet liflerinin, meyve ve sebzelerden alınan diyet liflerinden daha koruyucu etki gösterdiği bulunmuştur. Diyet lifi tüketiminin damar tıkanıklarında koruyucu etki gösterdiği bulunmuştur (Wolk ve diğ., 1999).

Yüksek miktarda çavdar tüketiminin, toplam serum kolestrol seviyesini ve L.D.L. (düşük yoğunluklu lipid) seviyesini düşürmede pozitif etkisi olduğu bulunmuştur. Günde yüksek miktarda, 195-240 gr, çavdar ekmeği tüketen erkeklerde kolestrol düşüşü en fazla olmuş, beyaz buğday ekmeği kolestrol düşürmede etki göstermemiştir (Leinonen ve diğ., 2000).

Çavdar kepeğinin kan kolestrol düzeyini düşürme etkisi hesaplanmış ve yetersiz bulunmuştur (Asp and Aman, 2000). Finlandiya'da yapılan çalışmalarda çavdar kepeğinin damar tıkanıklarında önemli etkisi olduğu bulunmuş, fakat kolestrol düzeyini düşürmede etkisi görülmemiştir (Pietinen ve diğ., 1996).

Lignanların kanser ile olan ilişkisi kesinlik kazanmamıştır. Sıçanlarla yapılan çalışmalarda çavdar kepeğinin ve soya proteinlerinin hormon duyarlı prostat kanseri oluşumunu geciktirdiği bulunmuştur. Farelerde yapılan çalışmada, etki mekanizmaları daha netlik kazanmasa da, barsak yollarında tümor oluşturan hücreleri azalttığı gözlenmiştir (Mutanen ve diğ., 2000).

Üç farklı çalışmada düşük "enterelakton" seviyesi yüksek göğüs kanseri riski ile ilişkilendirilmiştir. Günlük beslenmede çavdar alım miktarı artığında kandaki enterelactone seviyesi de artmaktadır (Pietinen ve diğ., 2001).

Dünya Kanser Örgütü, diyet lifi zengin içerikli gıda tüketiminin kolon ve rektum kanseri riskini engelleyebileceği görüşündedir (WCRF, 1997).

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Farklı tip çavdar ekmeği karışımlarının hamurun fiziksel özelliklerine etkisinin araştırılması için İç Anadolu bölgesinden ve Doğu Anadolu bölgesinden temin edilen iki çavdar numunesi (Ç1-Ç2) ticari valsli değirmende öğütülmüştür. Çavdar unları, Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliğine göre izin verilen minumum %30 ve maksimum %50 oranda, buğday unu ile karışım yapılmıştır. Buğday unları sonuçların güvenilirliği artırmak için zayıf karakterli (Z) ve kuvvetli karakterli (K) seçilmiştir. Sekiz farklı örnek hazırlanmıştır. Örnek isimleri %50Ç1+K, %50Ç2+K, %30Ç1+K, %30Ç2+K, %50Ç1+Z, %50Ç2+K, %30Ç1+Z ve %30Ç2+Z olarak kodlanmıştır.

8 farklı örneğin kimyasal ve fiziksel hamur özellikleri incelenmiş, sonuçlar ekmek hacim ve duyusal panel karakteristikleri ile ilişkilendirilmiştir.

3.2 Unların Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

3.2.1 Nem tayini

Kontrol örneklerinin ve çavdar ekmeği karışımlarının nem tayini için, Amerikan Hububat Kimyacıları Birliği (AAAC International 1995, Method 08.01) standart yöntemi kullanılmıştır.

3.2.2 Kül tayini

Kontrol örneklerinin ve çavdar ekmeği karışımlarının kül analizi AAAC International' in 08-01 no.lu metoduna göre yapılmıştır.

3.2.3 Protein tayini

Kontrol örneklerinin ve çavdar ekmeği karışımlarının protein tayini AOAC Metot 990.03 standart yöntemi kullanılarak, Leco DUMAS Azot/Protein cihazında elde edilmiştir. Azot sonuçları Protein çevirme faktörü olan 5,7 ile çarpılarak bulunmuştur. Kuru madde üzerinden raporlanmıştır.

3.2.4 Gluten miktarı ve gluten indeks tayini

Gluten miktarı ve gluten ındeks değeri kontrol örneklerinden sadece buğday unlarına uygulanmıştır. Buğday unu örneklerinde gluten miktarları AAAC International 38-10 1995 metoduna göre Glutomatik aletinde tayin edilmiştir. Gluten indeksi AAAC International 38-12 metoduna göre Glutomatik ile tayin edilmiştir.

3.3 Fiziksel Hamur Özellikleri

3.3.1 Farinograf özellikleri

Buğday unlarının ve çavdar ekmeği karışımlarının su kaldırma miktarının ve hamur özelliklerinin tespit edilmesi amacıyla uygulanan farinograf analizleri AAAC tarafından geliştirilmiş metot (AAAC International 1995, Method 54-21) kullanılarak Brabender Farinograf cihazı ile belirlenmiştir.

3.3.2 Ekstensograf özellikleri

Buğday unlarının ve çavdar ekmeği karışımlarından elde edilen hamurların uzamaya karşı gösterdikleri direnç ve uzama yeteneği, Brabender Ekstensograf cihazı ile ölçülmüştür. AAAC tarafından geliştirilmiş yöntem (AAAC International 1995, Metot 54-10) kullanılarak belirlenmiştir.

3.3.3 Amilograf özellikleri

Kontrol örneklerinin ve çavdar ekmeği karışımlarının enzim aktivitesi ve hamurlarının jelleşme özellikleri AAAC tarafından geliştirilmiş yöntem (AAAC International Metot, 22-10 ve ICC Metot 110) kullanılarak ölçülmüştür.

3.4 Ekmek Yapma Denemesi

Çavdar ekmeği yapma yöntemi ekşi hamur yöntemi ve normal yöntem olmak üzere iki çeşittir. Yaygın olarak kullanılan yöntem ekşi hamur yöntemidir. Bu yöntemde buğday unu ve çavdar unu karışımlarının içerisine çavdar maltı, çavdar ekşisi aroma maddeleri, farklı hububat unları katılmaktadır. Alışılagelmiş siyaha yakın koyu renk çavdar ekşisinden ve renk veren koyu malttan gelmektedir. Normal yöntemde ise buğday ve çavdar unları belirli oranlarda karıştırılarak sadece su, tuz ve maya eklenmektedir.

Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliğine göre, çavdar ekmeği üretiminde kullanılan çavdar unu oranı, minumum %30 maksimum %50 olarak belirlenmiştir. Tebliğe göre çavdar ekmeğinde, çavdar unu ile birlikte, istenildiğinde çavdar kırması veya çavdar ezmesi de kullanılabilir.

Araştırmada çavdar ekmeklerinin yapımında koşulları kontrollü bir üretim için normal hamur yöntemi kullanılmıştır.

Çavdar ekmeği üretiminde, ticari un üretimi yapan bir un fabrikasının Kalite Kontrol Departmanı'nda uygulanan metot kullanılmıştır. Tablo 3.1'de çavdar ekmeği üretim formülasyonu belirtilmiştir. Çavdar oranı %30 ve %50 oranında olmak üzere iki farklı formülasyon hazırlanmış ve su, tuz maya ile karıştırılmıştır. Su miktarı ön denemelerle belirlenmiştir. Tablo 3.2'de üretim koşulları belirtilmiştir. Hamurlar DIOSNA tipi yoğurucuda iki kademeli olarak karıştırıldıktan sonra ara dinlendirmeye bırakılmıştır. Şekil verilen hamurlar 3'e bölünerek fermentasyon odasına alınmıştır ve 50 dakika fermentasyon süresinden sonra 20 dakika pişirilip soğumaya bırakılmıştır.

Tablo 3.1: Çavdar Ekmeği Üretim Formülasyonu

İçindekiler	**Miktar gr (%30 Çavdar Oranı)**	**Miktar gr (%50 Çavdar Oranı)**
Buğday Unu	700	500
Çavdar Unu	300	500
Su	620	625
Yaş Pres Maya	40	40
Tuz	15	15

Tablo 3.2: Çavdar Ekmeği Üretim Koşulları

İşlem	
Yoğurma süresi	2 dak yavaş, 5 dak hızlı
Yoğurucu Tipi	Spiral Karıştırıcı DIOSNA
Hamur Ağırlığı, gr	1680 gr
Ara Dinlendirme, dak	5
Üçe Bölme, dak	5
Şekil Verme, dak	5
Fermentasyon Süresi, dak	50
Pişirme Süresi, dak	20
Pişirme Sıcaklığı, ºC	220

Yukarıda belirtilen oranlarda hazırlanan un karışımlarından yapılan sekiz farklı ekmeğin hacimleri, bir gün dinlendirildikten yer değiştirme metoduna göre ölçülmüştür. Hacim ölçmede kolza tohumları kullanılmıştır.

3.5 Duyusal Analiz

Üretilen çavdar ekmeklerinin duyusal testi üretimden 24 saat sonra yapılmıştır. Duyusal test olarak Tanımlayıcı test seçilmiştir. Duyusal panel soruları ISO 11035:1994 standardına göre hazırlanmış ve Ek C'de belirtilmiştir. Duyusal panelde kabuk rengi, kabuk yapısı, doku, elastikiyet, ekmek iç rengi ve tat/aroma olmak üzere 6 farklı karakteristik özellik panelistler tarafından tanımlanmıştır. Duyusal panelde 7 adet panelist kullanılmıştır.

Panelistlere panel öncesi gerekli bilgiler verilmiş, örnekler 3 harfli olarak kodlanmıştır. Panelistlerden 1-10 skalasında ekmekleri değerlendirmeleri istenmiştir. Her bir panelist bütün ekmek ve dilim ekmek üzerinden tanımlama yapmıştır.

3.6 İstatistik Analiz

İstatistik Analiz sonuçları SPSS 10.0.1 programı kullanılarak hesaplanmıştır. Kimyasal ve fiziksel hamur analizlerinin ortalamaları arasında fark olup olmadığı tek yollu ANOVA metodu kullanılarak incelenmiştir. Ortalamalara aynı zamanda DUNCAN testi uygulanmış ve aynı ortalama değerlere sahip olan örnekler aynı harfle kodlanmıştır. Duyusal analiz testinde ise panelistler ve ekmek numuneleri iki ayrı blok olarak kabul edilmiş GENEL LİNEER model kullanılarak hesaplanmıştır. Çavdar ekmeklerinin kimyasal ve fiziksel hamur analiz sonuçları ile ekmek hacimleri ve duyusal panel sonuçları arasında ilişki olup olmadığı, PEARSON korelasyon modeli uygulanarak değerlendirilmiştir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1 Çavdar ve Buğday Unlarının Özellikleri

Çavdar ve buğday unlarının kimyasal ve fiziksel hamur özellikleri incelenmiştir.

4.1.1 Çavdar ve buğday unlarının kimyasal özellikleri

Çavdar ve Buğday unlarının kimyasal analizleri Tablo 4.1'de verilmiştir. Buğday unu örneklerinin nem, kül, protein, gluten miktarları ve gluten indeksi, çavdar unu örneklerininde gluten yapısı olmadığı için nem, kül ve protein miktarları analizlenmiştir.

Tablo 4.1'den görüleceği üzere, çavdar unları yüksek randımanlarda öğütüldüğünden kül miktarları daha fazla bulunmuştur. Çavdar unları, buğday unlarına göre daha az protein içermektedir. Kuvvetli un zayıf una göre daha az nem daha az kül miktarına, daha yüksek gluten, indeks ve protein miktarına sahiptir. Çavdar1, Çavdar2'ye göre daha yüksek nem ve kül miktarına; daha düşük protein miktarına sahiptir. Başlangıç örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarında istatistiksel olarak farklılık gözlenmiştir ($p \leq 0,05$) (Tablo D.1,2,3,4,5).

Tablo 4.1: Çavdar ve Buğday Unlarının Kimyasal Analizleri

Un Tipi	Nem Miktarı, (%)	Kül Miktarı, (%)	Protein Miktarı, (%)	Yaş Gluten Miktarı, (%)	Gluten Indeks
Kuvvetli Un	13,8a	0,54d	13,68a	32,6a	90a
Zayıf Un	14,2a	0,63c	11,08b	26,1b	86b
Çavdar 1	12,0b	1,19b	8,96c	-	
Çavdar 2	11,0b	1,11a	9,10c	-	

Sonuçlar iki tekrarın ortalamasıdır. Her deneme kendi arasında değerlendirilmiştir. $P \leq 0,05$ düzeyinde, aynı kolonda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur.

Çavdar unları arasında protein değerleri Duncan testi ile karşılaştırılmış ortalamalar arası farklılık önemsiz bulunmuştur.

4.1.2 Çavdar ve buğday unlarının fiziksel hamur özellikleri

Fiziksel hamur analizlerinden Farinograf ve Ekstensograf analizleri sadece buğday unlarına, Amilograf ise çavdar ve buğday unlarına uygulanmıştır.

Kuvvetli ve zayıf unların Farinograf değerleri Tablo 4.2'de gösterilmiştir. Buğday unlarının su kaldırma, gelişme, yumuşama ve farinograf kalite numaraları değerlerinde istatistik olarak fark gözlenmemiştir ($p>0,05$) (Tablo D.6,7,9,10).

Stabilite değerinde istatistiksel olarak farklılık gözlenmiştir ($p\leq0,05$) (Tablo D.8).

Tablo 4.2: Buğday Unlarının Farinograf Değerleri

Un Tipi	Su kaldırma (%)	Gelişme Süresi (dak.)	Stabilite (dak.)	Yumuşama Derecesi (FU)	FQN
Kuvvetli Un	59,6a	3,1a	8,9a	35,5a	85a
Zayıf Un	59,9a	2,6a	6,3b	51a	75a

Sonuçlar iki tekrarın ortalamasıdır.

Kuvvetli ve zayıf unların Ekstensograf değerleri Tablo 4,3'te gösterilmiştir. Buğday unlarının uzayabilirlik değerlerinde istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir ($p>0,05$) (Tablo D.12). Uzamaya karşı direnç ve oran değerleri ise birbirinden istatistiksel olarak farklıdır ($p\leq0,05$) (Tablo D.11,13).

Tablo 4.3: Buğday Unlarının Ekstensograf Değerleri

Un Tipi	Uzamaya Karşı Direnç (EU)	Uzayabilirlik (cm)	Oran Değeri (EU/cm)
Kuvvetli Un	686a	116b	5,9a
Zayıf Un	270b	124a	2,2b

Sonuçlar iki tekrarın ortalamasıdır.

Amilograf analizi çavdar ve buğday unlarına uygulanmıştır. Örneklerin maksimum jelatinizasyon değerleri arasında, Tablo 4.4'te görülen büyük farklılıklar vardır. Maksimum jelatinizasyon değeri en yüksek kuvvetli unda, 1340 AU, bulunmuştur. En düşük değer Çavdar2 nolu üründe ve 333 AU seviyesinde bulunmuştur.

Çavdar ve buğday unlarının maksimum jelatinizasyon değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur ($p\leq0,05$) (Tablo D.14).

Tablo 4.4: Çavdar ve Buğday Unlarının Maksimum Jelatinizasyon Değerleri

Un Tipi	Maksimum Jelatinizasyon Değeri (AU)
Kuvvetli	1340a
Zayıf	1065b
Çavdar1	414c
Çavdar2	333d

Sonuçlar iki tekrarın ortalamasıdır. Her deneme kendi arasında değerlendirilmiştir. P≤0,05 düzeyinde, aynı kolonda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur.

4.2 Çavdar ve Buğday Unu Karışımlarının Özellikleri

Hamurun kimyasal ve fiziksel hamur özelliklerinin çavdar ekmeği kalitesine etkisini araştırmak için 8 farklı çavdar ve buğday unu karışımı hazırlanmış ve bu karışımlar sırasıyla %50Ç1+K, %50Ç2+K, %30Ç1+K, %30Ç2+K, %50Ç1+Z, %50Ç2+K, %30Ç1+Z ve %30Ç2+Z olarak adlandırılmıştır.

4.2.1 Çavdar ve buğday unu karışımlarının kimyasal özellikleri

Araştırmada kullanılan un karışımlarının kimyasal özellikleri Tablo 4.5'te verilmiştir. Un karışımlarının nem, kül, protein, yaş gluten miktarları ve gluten indeksi değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur (p≤0,05) (Tablo D.15,16,17,18,19).

Tablo 4.5: Çavdar Ekmeği Un Karışımlarının Kimyasal Analizleri

Un Tipi	Nem Miktarı, (%)	Kül Miktarı, (%)	Protein Miktarı, (%)	Yaş Gluten Miktarı, (%)	Gluten Indeks
%50Ç1+K	13,6 a	0,905 a	11,8 b	23,2 d	64 d
%50Ç2+K	12,8 d	0,829 b	11,4 c	24,9 b	66,5 cd
%30Ç1+K	13,7 a	0,732 c	12,5 a	26,9 a	80 a
%30Ç2+K	13,2 c	0,721 c	12,6 a	24,9 b	68,5 c
%50Ç1+Z	13,4 b	0,915 a	10,3 e	19,2 g	64 d
%50Ç2+Z	13,7 a	0,895 a	10,3 e	21,1 f	64 d
%30Ç1+Z	13,8 a	0,815 b	10,8 d	22,4 e	69 c
%30Ç2+Z	13,6 a	0,801 b	10,9 d	24 c	72,5 b

Sonuçlar iki tekrarın ortalamasıdır. Her deneme kendi arasında değerlendirilmiştir. P≤0,05 düzeyinde, aynı kolonda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur. (Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi)

Duncan çoklu karşılaştırma testi ile de aynı kolondaki ortalamalar değerlendirilmiştir.

Çavdar unları gluten yapısı içermediğinden karışımdaki çavdar oranı arttığında protein, yaş gluten miktarı ve gluten indeks değerleri azalmaktadır. Çavdar unları %92'ye varan randımanlarda öğütüldüğünden kül miktarları fazladır. Aynı çavdar oranına sahip karışımlarda kül miktarları benzer bulunmuştur. Kuvvetli unlardan zayıf unlara geçtikçe gluten miktarları ve protein değeri azalmaktadır. Çavdar oranları aynı olan karışımlarda protein ve kül miktarları birbirne yakındır. En yüksek protein değeri ve en düşük kül değeri %30Ç1+K ve %30Ç2+K örneklerinde bulunmuştur.

4.2.2 Farinograf özellikleri

Araştırmada kullanılan un karışımlarının fiziksel hamur özelliklerini incelemek amacı ile farinograf çalışmaları yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.6'da gösterilmiştir. Karışımların, su kaldırma, gelişme süresi, stabilite, yumuşama derecesi ve farinograf kalite numarası değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur ($P \leq 0,05$) (Tablo D.20,21,22,23,24).

Duncan çoklu karşılaştırma testi ile aynı kolondaki ortalamalar değerlendirilmiştir. Çavdar ve Buğday unu karışımlarına ait Farinograf grafikleri Ek A'da gösterilmiştir.

Farinograf su kaldırma değeri %62,1 ile en yüksek %50Ç1+K karışımına, %60,6 ile en düşük %30Ç2+Z karışımına ait bulunmuştur. Karışımdaki çavdar oranı arttıkça kepek miktarı da artmakta ve kepek miktarının su kaldırmada etkili olduğu görülmüştür. Pomeranz ve diğ. (1977), kepek ilave edilmiş örneğin, kepek içermeyen örneğe göre %4 daha fazla su kaldırdığını belirlemiştir.

Farinograf gelişme süreleri 4,2 dakika ile en yüksek %50Ç1+K karışımına, 2,0 dakika ile en düşük %30Ç2+Z karışımına aittir. Karışımdaki çavdar oranı %30 dan %50 ye çıktığı zaman gelişme süresi uzamaktadır. Pentozan eklenmiş unlar da farinograf grafikleri incelenmiş ve hamur gelişme süresinin uzadığı görülmüştür (Jelaca, 1971). Karışımdaki çavdar oranı arttıkça hamurda pentozan oranı artmaktadır. Farinograf gelişme süresi, kuvvetli undan zayıf una geçişlerde azalmaktadır.

Farinograf stabilite süreleri 7,5 dakika ile en yüksek %30Ç1+K karışımına, 3,8 dakika ile en düşük %50Ç2+Z karışımına ait bulunmuştur. Çavdar oranı azaldıkça stabilite artmaktadır. Stabilite değeri hamurun kararlılığının bir ölçüsüdür ve kuvvetli undan zayıf una geçişlerde azalmaktadır (D'Appolonia, 1972). Kent (1983), çavdar

ununa, %25-30 oranında buğday unu katılmasının stabilite süresini uzattığını bulmuştur.

Tablo 4.6: Çavdar Ekmeği Un Karışımlarının Farinograf Analizleri

Un Tipi	Su kaldırma, (%)	Gelişme, (dak.)	Stabilite, (dak.)	Yumuşama Derecesi, (FU)	FQN
%50Ç1+K	62,1 a	4,2 a	5,5 c	68,5 b	72 c
%50Ç2+K	61,6 b	4,2 a	6,2 b	55,5 c	79 b
%30Ç1+K	60,7 cd	3,1 abc	7,5 a	42,5 d	87 a
%30Ç2+K	60,8 c	3,3 abc	7,3 a	45 d	85 a
%50Ç1+Z	61,4 b	3,5 ba	4,9 d	63 bc	71 cd
%50Ç2+Z	62 a	2,2 bc	3,8 d	85 a	53 e
%30Ç1+Z	60,6 cd	2,5 bc	5,5 c	60 bc	69 cd
%30Ç2+Z	60,6 d	2,0 c	5,3 c	59,5 bc	66 d

Sonuçlar iki tekrarın ortalamasıdır. Her deneme kendi arasında değerlendirilmiştir. P≤0,05 düzeyinde, aynı kolonda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur. (Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi)

Farinograf yumuşama derecesi 85 FU ile en yüksek %50Ç2+Z karışımına, 42,5 FU ile en düşük %30Ç1+K karışımına ait bulunmuştur. Yumuşama derecesinin büyüklüğü hamurun kuvveti hakkında bilgi vermektedir, kuvvetli undan zayıf una geçişlerde artmaktadır. Karışımdaki çavdar oranı arttıkça yumuşama derecesi artmaktadır ve hamur güçsüzleşmektedir.

Farinograf kalite numarası değeri 87 ile en yüksek %30Ç1+K karışımına, 53 değeri ile en düşük %50Ç2+Z karışımına ait bulunmuştur. Farinograf kalite numarası kuvvetli unlarda çavdar oranı azaldıkça artmaktadır, zayıf una geçişlerde azalmaktadır.

4.2.3 Ekstensograf özellikleri

Araştırmada kullanılan un karışımlarının fiziksel hamur özelliklerini incelemek amacı ile Ekstensograf çalışmaları yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.7'de gösterilmiştir. Karışımların uzamaya karşı direnç, uzayabilirlik, ve oran değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur (P≤0,05) (Tablo D.25,26,27).

Duncan çoklu karşılaştırma testi ile de aynı kolondaki ortalamalar değerlendirilmiştir. Hamurlara ait Ekstensograf grafikleri Ek A'da gösterilmiştir.

Ekstensograf uzamaya karşı direnç değeri 514 EU ile en yüksek %30Ç2+K karışımına, 108 EU ile en düşük %50 Ç1+Z karışımına ait bulunmuştur. Uzamaya

karşı direnç değeri hamurun kuvvetinin bir ölçüsüdür. Anderssen ve diğ., (2004), unları gluten yapısına göre zayıf, orta ve kuvvetli unlar olarak tanımlamıştır. Kuvvetli unlarda uzamaya karşı direnç artarken uzayabilirlik düşmektedir. Karışımdaki çavdar oranı azaldıkça, uzamaya karşı direnç değerleri artmaktadır. Direnç değeri kuvvetli undan zayıf una geçişte azalmaktadır.

Ekstensograf uzayabilirlik değeri, ekstensogram grafiklerinin tabanları, 119 cm değeri ile en yüksek %30Ç1+K karışımına, 76 cm ile en düşük %50Ç2+Z karışımına ait bulunmuştur. Çavdar oranı arttıkça ekstensograf uzayabilirlik değeri azalmaktadır.

Tablo 4.7: Çavdar Ekmeği Un Karışımlarının Ekstensograf Analizleri

Un Tipi	Uzamaya Karşı Direnç,(EU)	Uzayabilirlik, (cm)	Oran Değeri, (EU/cm)
%50Ç1+K	236 d	87 cd	2,7 c
%50Ç2+K	418 b	89 cd	4,7 a
%30Ç1+K	386 b	119 a	3,2 b
%30Ç2+K	514 a	114 ab	4,5 a
%50Ç1+Z	108 e	99 bc	1,1 e
%50Ç2+Z	218 d	76 d	2,9 bc
%30Ç1+Z	218 d	101 bc	2,2 d
%30Ç2+Z	282 c	99 bc	2,8 bc

Sonuçlar iki tekrarın ortalamasıdır. Her deneme kendi arasında değerlendirilmiştir. P≤0,05 düzeyinde, aynı kolonda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur. (Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi)

Ekstensograf oran değeri 4,5 EU/cm ile en yüksek %50Ç2+K karışımına, 1,1 EU/cm ile en düşük %50Ç1+Z karışımına ait bulunmuştur. Ekstensograf oran değeri hamurun viskoelastik dengesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Oran değeri, kuvvetli undan zayıf una geçişlerde azalmaktadır.

4.2.4 Amilograf özellikleri

Araştırmada kullanılan un karışımlarının fiziksel hamur özelliklerini incelemek amacı ile amilograf çalışmaları yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.8'de gösterilmiştir. Karışımlara ait amilograf grafikleri Ek A'da gösterilmiştir. Karışımların Jelatinizasyon Başlangıç sıcaklığı, Jelatinizasyon sıcaklığı, maksimum jelatinizasyon değeri arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmuştur (P≤0,05)(Tablo D,28,29,30).

Amilograf jelatinizasyon başlangıç sıcaklık değeri 59,2°C ile en yüksek %30Ç1+Z karışımına, 57,8 °C ile en düşük %50Ç2+K karışımına aittir. Çavdar oranı azaldıkça

ve kuvvetli undan zayıf una geçişte jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı yükselmektedir.

Tablo 4.8: Çavdar Ekmeği Un Karışımlarının Amilograf Analizleri

Un Tipi	Jel. Başlangıç Sıcaklığı., (°C)	Jel. Sıcaklığı, (°C)	Maksimum Jel., (AU)
%50Ç1+K	58 d	76,3 e	361 g
%50Ç2+K	57,8 d	78,2 d	399 f
%30Ç1+K	58,7 b	82,5 b	479 c
%30Ç2+K	58,5 bc	85,1 a	547 a
%50Ç1+Z	58,4 c	76,8 e	430 e
%50Ç2+Z	58 d	78,1 d	444 d
%30Ç1+Z	59,2 a	80,4 c	498 b
%30Ç2+Z	59 a	85 a	550 a

Sonuçlar iki tekrarın ortalamasıdır. Her deneme kendi arasında değerlendirilmiştir. P≤0,05 düzeyinde, aynı kolonda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur. (Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi)

Amilograf jelatinizasyon sıcaklık değeri 85,1°C ile en yüksek %30Ç2+K karışımına, 76,3°C ile en düşük %50Ç1+K karışımına aittir. Çavdar oranı arttıkça jelatinizasyon sıcaklığı düşmektedir. D'Appolonia ve ark. (1974), hamur içerisindeki nişasta miktarı arttıkça jelatinizasyon sıcaklığının düştüğünü bulmuşlardır. Seibel (1983), sadece çavdar unundan yapılan ekmeklerde ideal jelatinizasyon sıcaklığını 63°C ile 68,5°C arasında belirlemiştir. Çalışmada %30 çavdar oranından %50 çavdar oranına artış jelatinizasyon sıcaklığında 6°C'lik düşüşe yol açmıştır.

Amilograf maksimum jelatinizasyon değeri 550 AU ile en yüksek %30Ç2+Z karışımına, 361 AU ile en düşük %50Ç1+K karışımına aittir. Maksimum amilograf değeri karışımlar arasındaki farkı iyi bir biçimde karakterize etmektedir. Çavdar ununda gluten yapısı olmadığı için çavdar ekmeği üretiminde pişme kalitesi, nişastanın jelleşme özelliklerine daha çok bağlıdır. Brabender Amilograf cihazı ile ölçülen jelleşme özellikleri ekmek iç yapısının oluşmasında etkilidir (Brown ve Harrel, 1944). Çavdar oranı azaldıkça ve kuvvetli undan zayıf una geçişte maksimum jelatinizasyon değeri yükselmektedir. İyi kalitede çavdar ekmeği üretimi için maksimum jelatinizasyon değeri 350 AU ile 650 AU arasında olmalıdır (Seibel, 1983). Çalışmada tüm hamurların AU değeri 360 AU ile 550 AU arasında bulunmuştur.

4.3 Çavdar Ekmeklerinin Özellikleri

4.3.1 Ekmek hacimleri

Çavdar ve buğday unu karışımlarından üretilen ekmeklerin hacim değerleri Tablo 4.9'da verilmiştir.

Çavdar2 karışımlarından üretilen ekmekler, çavdar1 karışımlarından üretilen ekmeklerden daha yüksek hacimli bulunmuştur. Daha yüksek Ekstensograf direnç (EU) ve maksimum amilograf değerine (AU) sahip karışımlar, yüksek hacimli ekmeklerin oluşmasını sağlamıştır. Ekmek hacimleri karışımdaki çavdar oranı artıkça ve kuvvetli undan zayıf una geçişte azalmıştır. En yüksek hacim %30Ç2+K karışımından, en düşük hacim %50Ç1+Z karışımından üretilen ekmeklerde bulunmuştur.

Varyans Analizine göre, un karışımına bağlı olarak çavdar ekmeklerinin hacimlerinde istatistiksel olarak faklılık olduğu gözlenmiştir ($p \leq 0,05$) (Tablo D.31).

Tablo 4. 9: Çavdar Ekmeklerinin Hacimleri

Ekmek tipi	Hacim, cm^3
%50Ç1+K	295 e
%50Ç2+K	510 c
%30Ç1+K	615 b
%30Ç2+K	670 a
%50Ç1+Z	197 f
%50Ç2+Z	330 d
%30Ç1+Z	520 c
%30Ç2+Z	600 b

Sonuçlar iki tekrarın ortalamasıdır. Her deneme kendi arasında değerlendirilmiştir. $P \leq 0,05$ düzeyinde, aynı kolonda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur. (Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi)

Ekmek üretiminde önemli karakteristiklerden birisi de ekmek hacmidir. Katkı maddesi kullanmadan hazırlanan un karışımlarının kimyasal ve fiziksel hamur analiz sonuçları, ekmek hacim değerleri ile ilişkilendirilmiştir. Pearson korelasyon testi kullanılarak her işlem parametresi ile korelasyon katsayıları (r) hesaplanmış 0,05 önem düzeyinde incelenmiştir (Tablo 4.10).

Tablo 4.10: Ekmek Hacimleri ile Kimyasal ve Fiziksel Hamur Analiz Sonuçları Korelasyonu

Analizler	Ekmek Hacmi
Nem miktarı	-0,08
Kül miktarı	*-0,90
Protein miktarı	*0,65
Gluten miktarı	*0,85
Gluten Indeks değeri	*0,67
Far. Su Kaldırma	*-0,66
Far. Gelis. Süresi	-0,24
Far. Stabilite Süresi	*0,68
Far. Yumusama Derecesi	*-0,63
Far. Kalite Numarası	0,49
Eks. Uzayabilirlik	*0,52
Eks. Direnç	*0,81
Eks. Oran	*0,70
Ami. Jel. Baş. Sıcak	0,44
Ami. Jel. Sıcak.	*0,85
Ami. Jel. Max	*0,67

Çavdar ekmeklerinin kimyasal ve reolojik analizleri hacim sonuçları ile karşılaştırılmış ve Pearson Korelasyon katsayıları kullanılarak değerlendirilmiştir. (*) Korelasyon 0,05 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Buna göre protein, gluten miktarı ve gluten indeksi değeri ile ekmek hacimi arasında, sırasıyla r=0,65, r=0,85 r=0,67 düzeyinde pozitif korelasyon bulunmuştur. Straumite, 2006 yılında yaptığı araştırmada düşük protein değerine sahip çavdarlardan üretilen ekmeklerin daha düşük hacimli olduğunu bulmuştur. Kül miktarı ile ekmek hacmi arasında r=-0,90 düzeyinde, önemli ters korelasyon bulunmuştur. Rao ve diğ. (1991), artan kepek oranlarının ekmek hacminde azalmaya yol açtığını bulmuştur.

Farinograf su kaldırma, farinograf yumuşama derecesi değerleri ile ekmek hacimi arasında, sırasıyla r=-0,66 ve r=-0,63 olmak üzere negatif korelasyon bulunmuştur. Ekstensograf uzayabilirlik, uzamaya karşı direnç, amilograf maksimum jelatinizasyon değeri ile sırasıyla r=0,52, r=0,81, ve r=0,67 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bir korelasyon bulunmuştur.

Nem, farinograf gelişme süresi, farinograf kalite numarası, amilograf jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı değerleri ile ekmek hacimi arasında korelasyon gözlenmemiştir.

Kül değeri düşük, protein değeri yüksek kuvvetli un içeren karışımların ekmek hacimleri yüksek bulunmuştur.

4.3.2 Duyusal özellikler

Üretilen çavdar ekmeklerinin duyusal özelliklerinin değerlendirilmesi üretimden 12 saat sonra yapılmıştır. Duyusal test olarak Tanımlayıcı test seçilmiş ve "Kabuk rengi", "Kabuk yapısı", "Doku", "Elastikiyet", "Ekmek içi rengi" ve "Tat/Aroma" olmak üzere, 6 farklı duyusal karakteristik panelistler tarafından 1-10 skalasında tanımlanmıştır. Çavdar ekmeklerinin duyusal analiz sonuçları Tablo 4.11'de verilmiştir. Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre farklı un karışımlarına ait 8 örnek kabuk rengi, doku, elastikiyet, iç renk, tat/aroma özellikleri bakımından birbirinden istatistiksel olarak ayrılmaktadır ($p \leq 0,05$) (Tablo D.32,34,35,36,37). Üretilen çavdar ekmeklerinin bütün ve kesit fotoğrafları EK B'de gösterilmiştir.

Kabuk yapısı bakımından örnekler arası fark görülmemiştir ($p > 0,05$) (Tablo D.33).

Tablo 4.11: Çavdar Ekmeği Duyusal Karakteristikleri

Un Tipi	Kabuk Rengi	Kabuk Yapısı	Doku	Elastikiyet	İç renk	Tat/ Aroma
%50Ç1+K	6 ab	5,1 a	3,1 d	2,1 d	6 a	3,3 c
%50Ç2+K	5,4 bc	5,9 a	4,7 bc	3,9 c	5 ab	4,1 bc
%30Ç1+K	6,9 a	5,8 a	5,9 ab	5,6 b	3,1 cd	5,9 ab
%30Ç2+K	5,4 bc	5,9 a	6 ab	6,6 ab	2,3 d	6,6 a
%50Ç1+Z	2,3 e	6,5 a	3,3 d	2,2 d	5,3 ab	4,3 bc
%50Ç2+Z	3,7 d	6,2 a	4,3 cd	3,2 cd	5,3 ab	5,1 abc
%30Ç1+Z	4,6 cd	5,9 a	6 ab	5,1 b	4bc	6,6 a
%30Ç2+Z	4,7 cd	5,9 a	6,9 a	7,2 a	3,9 bcd	6,7 a

Sonuçlar yedi panelistin ortalamasıdır. Her deneme kendi arasında değerlendirilmiştir. $P \leq 0,05$ düzeyinde, aynı kolonda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur.

Çavdar ekmeklerinin kabuk rengi ortalama skoru 4,88 bulunmuştur ve ekmekler arasında istatistiksel fark gözlenmiştir, %50Ç1+Z örneği en açık renkli örnek seçilirken, %30Ç1+K en koyu örnek seçilmiştir. İdeal olarak ekmek kabuk rengi çok açık veya çok koyu olmamalıdır. Çavdar oranı azaldıkça ekmek kabuk renkleri koyulaşmıştır. Protein miktarı kabuk rengi oluşumunda etkilidir. Yüksek protein oranına sahip olan ekmekler daha koyu bulunmaktadır. Koyu kabuk rengine sahip %30Ç1+K karışımının protein içeriği %12,5 bulunmuştur. Açık kabuk renkli %50Ç1+Z karışımı, %10,3 değeri ile en düşük protein değerine sahiptir.

Gözenek yapısı ve doku bakımından örnekler arası fark önemlidir. Ekmek içi gözenekler homojen dağılmış, küçük ve gözenek duvarları ince olmalıdır. Çavdar ekmeği oldukça sıkı ve ince bir gözenek yapısına sahiptir. Panelistler tarafından %50Ç1+Z ekmeği dokusu en düzensiz olarak seçilmiştir. %30Ç2+Z de en düzenli ve

homojen yapıda değelendirilmiştir. Çavdar oranı yüksek numunelerde (%50Ç1+K ve %50Ç1+Z) ekmek iç yapısı düzensizleşmektedir. Zhang ve Moore (1999), unlarda artan kepek miktarının, ekmeğin iç yapısında bozulmalara yol açtığını bildirmiştir. Maksimum amilograf değeri düşük olan numunelerde (%50Ç1+K ve %50Ç1+Z) ekmek iç yapısı düzensiz bulunmuştur. En yüksek maksimum amilograf değerine sahip %30Ç1+Z karışımında ekmek içi gözenek yapısı en düzenli bulunmuştur.

Ekmek elle bastırıldığında elastik olmalı, tekrar eski halini kısa sürede alabilmelidir. Elastikiyet değeri artan çavdar oranlarında düşmüştür. En yüksek değer %30Ç2+Z ve en düşük değer %50Ç1+Z ve %50Ç1+K dır. Kuvvetli undan zayıf una geçişte değişiklik gözlenmemiştir.

Çavdar oranı %50 olan karışımların ekmek içi rengi daha koyu bulunmuş ve ekmek içi rengi ortalama skoru 10 üzerinden 4,5'tur.

Duyusal panelde çavdar ekmeklerinde tat ve aroma arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ekmekte tat ve aroma, "ekmeğe has bir koku olmalı, acı tat ve farklı bir koku olmamalıdır" şeklinde tanımlanmaktadır. Çavdar ekmeğinde ise ekşilik karakteristik bir özelliktir (Heiniö, 1997). Çavdar oranı azaldıkça ekşilik azalmıştır. Kuvvetli undan zayıf una geçişin tat/aroma üzerinde etkisi yoktur.

Çavdar oranı %30 olan ve kuvvetli un içeren ekmekler panelde tüm karakteristikler için en yüksek skorları almıştır. %30Ç2+K karışımının kabuk rengi koyu, ekmek yapısı pütürsüz, ekmek içi gözenekleri homojen dağılmış, elastikliği gelişmiş, ekmek içi rengi açık ve tat/aroması normale yakın bulunmuştur. %50Ç1+Z karışımıda en düşük skorları almıştır.

Çavdar ve buğday unu karışımlarının kimyasal ve fiziksel hamur analizleri duyusal panel sonuçları ile karşılaştırılmış ve Pearson Korelasyon testi kullanılarak her işlem parametresi ile arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmış ve 0,05 önem düzeyinde incelenmiştir (Tablo 4.12).

Kimyasal analizlerden kül, gluten miktarı ve gluten indeksi, ile duyusal panel karakteristiklerden; kabuk rengi, doku, elastikiyet değerleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur.

Protein değeri ile kabuk rengi arasında, r=0,83 düzeyinde önemli pozitif korelasyon bulunmuştur. İç renk değerleri arasında, r=-0,54 negatif bir korelasyon bulunmuştur.

Kimyasal analiz sonuçları ile tat ve aroma değerleri arasında hiçbir korelasyon bulunmamıştır.

Tablo 4.12: Çavdar Ekmeği Duyusal Panel Sonuçları ile Kimyasal ve Fiziksel Özellik Sonuçları Korelasyonu

	Kabuk rengi	**Kabuk yapısı**	**Doku**	**Elastikiyet**	**İç renk**	**Tat/Aroma**
Nem miktarı	-0,02	-0,1	0,08	0,08	0,03	0,21
Kül miktarı	*-0,60	-0,06	*-0,74	*-0,81	*0,80	-0,44
Protein miktarı	*0,83	-0,12	0,27	0,37	*-0,54	0,12
Gluten miktarı	*0,90	-0,09	*0,52	*0,57	*-0,53	0,22
Gluten indeks değeri	*0,60	0,13	*0,68	*0,67	*-0,60	0,33
Far. su kaldırma	-0,19	-0,16	*-0,81	*-0,86	*0,74	*-0,58
Far. gelisme süresi	0,25	0,01	-0,49	-0,46	-0,28	-0,49
Far. stabilite süresi	*0,72	-0,06	0,42	0,48	*-0,64	0,21
Far. yumusama derecesi	*-0,53	-0,07	-0,50	*-0,57	*0,63	-0,23
Far. kalite numarası	*0,61	-0,03	0,23	0,31	*-0,50	0,06
Eks. Direnç	*0,62	-0,08	0,47	*0,54	*-0,63	0,27
Eks. Uzayabilirlik	0,39	0,10	0,43	*-0,59	*-0,76	0,43
Eks. Oran	*0,60	-0,10	0,33	0,36	-0,39	0,14
Ami. Jel. Baş. Sıcak.	0,01	-0,01	*0,67	*0,71	*-0,57	*0,63
Ami. Jel. Sıcak.	0,349	0,07	*0,85	*0,94	*-0,81	*0,61
Ami. Jel. Maks.	0,029	0,15	*0,81	*0,90	*-0,78	*0,69

Çavdar ekmeklerinin kimyasal ve reolojik analizleri duyusal panel sonuçları ile karşılaştırılmış ve Pearson Korelasyon katsayıları kullanılarak değerlendirilmiştir. (*) Korelasyon 0,05 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Hamurların farinograf stabilite süresi (r=0,72) ve ekstensograf uzamaya karşı direnç değerleri (r=0,62) ile kabuk rengi arasında orta düzeyde korelasyon bulunmuştur. %50 oranında çavdar unu kullanılan hamurlarda ekmek kabuk rengi açık bulunmuştur.

Gözenek yapısı ve doku ile hamurların amilograf değerleri arasında yüksek bir ilişki bulunmuştur (r=0,81). Farinograf su kaldırma oranı ve kül miktarı ile doku arasında sırasıyla r=-0,75 ve r=-0,81 negatif yüksek bir korelasyon bulunmuştur. Ekmeklerin elastikiyetleri ile ilgili en yüksek korelasyon hamurların amilograf jelatinizasyon sıcaklıkları (r=0,94) ile maksimum jelatinizayon değerleri (r=0,90) arasında

bulunmuştur. Elastikiyet ile ekstensograf uzayabilirlik değeri arasında negatif (r=0,57), ekstensograf uzamaya karşı direnç değeri arasında pozitif (r=0,54) korelasyon bulunmuştur.

Hamurların fiziksel özellikleri ekmek kaliteleri üzerine önemli bilgiler vermektedir. Özellikle amilograf analizi doku, elastikiyet, iç renk ve tat/aroma ile en çok ilişkili bulunmuştur. Nişasta jelatinizayonu bilgilerini içeren amilograf değerleri, pişme kalitesi ile ilgili önemli sonuçlar içermektedir. Amilograf değerleri ile ekmek karakteristikleri arasındaki korelasyon, diğer analizlerden daha yüksek düzeyde bulunmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı oranlardaki çavdar ve buğday unu karışımlarının kimyasal ve fiziksel hamur özelliklerinin çavdar ekmeği kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada 8 farklı karışım kullanılmış, 3 farklı temel değişken göz önüne alınmıştır. Bunlar çavdar tipleri, kullanılan çavdar oranları ve kullanılan farklı karakterdeki buğday unlarıdır. Kullanılan çavdar oranları ve kullanılan farklı karakterdeki buğday unlarının çevdar ekmeği kalitesi üzerine etkisini araştırmak çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır.

Araştırmada kullanılan çavdar örnekleri yüksek randımanlarda modern valsli değirmenlerde öğütülmüştür. Yüksek randımanlı öğütülen >%93, çavdarların kül miktarları sırasıyla 1,19 ve 1,11 bulunmuştur.

Türkiye'nin İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgesinden temin edilen çavdar örnekleri kimyasal analizlerden, nem ve kül değerleri bakımından, birbirinden farklı; protein değeri bakımından birbiri ile aynı bulunmuştur. Nem miktarları kuvvetli un (K), Zayıf Un (Z), Çavdar1 (Ç1) ve Çavdar2 (Ç2) sırasıyla %13.8, %14.2, %12.0, %11.0 bulunmuştur. Kuvvetli ve zayıf karakterli buğday unları da Türk Gıda Kodeksi-Buğday Unları Tebliğine göre, sırasıyla Tip 550 ve Tip 650 sınıfına girmektedir. Çavdar ekmeği yapımında kullanılan karışımlar sırasıyla %50Ç1+K, %50Ç2+K %30Ç1+K, %30Ç2+K, %50Ç1+Z, %50Ç2+Z, %30Ç1+Z, %30Ç2+Z olarak hazırlanmıştır.

Çavdar1 ve Çavdar2 unlarının fiziksel özellikleri Amilograf cihazı ile incelenmiş ve maksimum jelatinizasyon değeri sırasıyla 414 ve 333 AU bulunmuştur. Bu değerler buğday unları ile kıyaslandığında oldukça düşük bulunmuştur.

Aynı çavdar oranına sahip karışımlarda kül miktarları aynı bulunmuştur. Karışımdaki çavdar oranı arttıkça protein, gluten miktarları azalmakta, kül miktarları artmaktadır. Gluten miktarları ve protein değerleri kuvvetli unlardan zayıf unlara geçtikçe azalmaktadır.

Ticari olarak çavdar ekmeği üretiminde ekşi hamur yöntemi tercih edilmektedir. Ayrıca çavdar maltı, çavdar ekşisi, enzimler kullanılarak hacim ve ekmek karakteristikleri iyiliştirilmektedir. Mevcut araştırmada normal ekmek üretim yöntemi tercih edilmiştir, sadece un karışımları, su, tuz ve maya kullanılmıştır.

Kimyasal ve fiziksel hamur analizleri, ekmek hacmi ve duyusal panel sonuçları ile ilişkilendirilmiştir.

Buna göre kimyasal analizlerden protein miktarı (r=0,65) yaş gluten miktarı (r=0,85), ve gluten indeks miktarı (r=0,67) ile ekmek hacmi arasında, pozitif korelasyon bulunmuştur. Kül miktarı ile ekmek hacmi arasında, önemli bir negatif korelasyon (r=-0,9) bulunmuştur. Artan çavdar oranlarında ekmek hacmi azalmakta ve aynı çavdar oranına sahip kuvvetli un içeren karışımlardan üretilen ekmeklerin hacimleri daha yüksek bulunmuştur.

Fiziksel hamur analizlerinden farinograf su kaldırma (r=-0,66), farinograf yumuşama değerleri (r=-0,63) ile ekmek hacimi arasında, önemli bir ters korelasyon bulunmuştur. Çavdar oranı artıkça hamur güçsüzleşmektedir.

Ekstensograf uzamaya karşı direnç, uzayabilirlik, amilograf maksimum jelatinizasyon değeri ile ekmek hacimi arasında sırasıyla r=0,81, r=0,52 ve r=0,67 düzeyinde istatistiksel olarak önemli bir korelasyon bulunmuştur. Artan amilograf maksimum jelatinizasyon değerlerinde hacim artmaktadır.

Kabuk rengi oluşumunda protein miktarının etkili olduğu bulunmuştur. Kuvvetli un içeren ekmekler daha koyu renkte bulunmuştur. Kül oranı yüksek karışımlarda (%50Ç1+K ve %50Ç1Z) ekmek iç yapısı düzensizleşmektedir. Elastikiyet değerleri, çavdar oranları arttıkça düşmüştür. En yüksek değer %30Ç2+Z ve en düşük değer %50Ç1+Z ve %50Ç1+K'ya ait bulunmuştur. Kuvvetli undan zayıf una geçişte değişiklik gözlenmemiştir.

Çavdar ekmeklerinin kabuk yapısı arasında hiçbir farklılık gözlenmemiştir.

Hamurların farinograf stabilite süresi (r=0,72) ve ekstensograf uzamaya karşı direnç değerleri (r=0,62) ile kabuk rengi arasında orta düzeyde korelasyon bulunmuştur. Çavdar unu oranı %50 kullanılan hamurlarda ekmek kabuk rengi açık bulunmuştur.

Gözenek yapısı ve doku ile hamurların amylograf değerleri arasında yüksek bir ilişki bulunmuştur (r=81). Farinograf su kaldırma oranı ve kül miktarı ile doku arasında

sırasıyla r=-0,75 ve r=-0,81 negatif yüksek bir korelasyon bulunmuştur. Ekmeklerin elastikiyetleri ile ilgili en yüksek korelasyon hamurların amylograf jelatinizasyon sıcaklıkları (r=0,94) ve maksimum jelatinizayon değerleri (r=0,90) arasında bulunmuştur. Ekstensograf uzayabilirlik değerinin negatif (r=-0,57), direnç değerinin pozitif (r=0,54) korelasyonu bulunmuştur.

Hamurların fiziksel özellikleri ekmek kaliteleri üzerine önemli bilgiler vermektedir. Özellikle amilograf analizi doku, elastikiyet, iç renk ve tat/aroma ile en çok ilişkili bulunmuştur. Nişastanın jellleşme özelliklerini belirleyen amilograf değerleri, pişme kalitesi ile ilgili önemli sonuçlar vermektedir. Amilograf değerleri ile ekmek karakteristikleri arasında diğer analizlerden daha önemli düzeyde korelasyon bulunmuştur.

Farklı bölgelerde üretilen çavdarlarında kimyasal analiz sonuçlarına göre farklılık bulunmazken ekmek karakteristikleri farklı bulunmuştur. Fiziksel hamur analizlerinden farinograf ve ekstensograf yaygın olarak buğday unlarında kullanılmaktadır. Bu yüzden amilograf analizleri çavdar numunelerinin sınıflandırılmasında ve pişme kalitelerinin belirlenmesinde önem kazanmaktadır.

Farinograf cihazında buğday hamuru analizleri için AAAC International ve ICC metotlarında belirtilen standart "sigma S300" mikseri kullanılmaktadır. Sigma S300 mikseri çavdar unu ve karışımlarının su kaldırma oranlarının bulunması için buğdayda olduğu kadar yüksek hassasiyette değildir ve çavdar hamurları yoğurma sırasında miksere yapışmaktadır. Sigma S300 mikseri vizkoelastik davranış gösteren buğday hamurları için tasarlanmıştır. Buna karşın çavdar hamurları plastik davranış göstermektedir. Çavdar hamuruna kuvvet uygulandığı zaman eski halini alabilmesi zor olduğundan çavdar unu karışımları için "planet" tipi mikser, P600 kullanılmalıdır. Çavdar hamurlarının su kaldırma değeri, 1,5-2 kg karıştırma kapasitesine sahip bu mikser ile hesaplanmalıdır.

Farklı çavdar oranlarının kullanıldığı çalışmada ideal hacim ve duyusal karakteristiklere sahip oran %30 olarak bulunmuştur. Çavdar oranı %30 içeren karışımlardan üretilen ekmeklerin hacim değerleri ve tüketici kabulleri yüksek bulunmuştur. Yüksek çavdar oranları kullanıldığı takdirde kullanılan buğday ununun karakteri önemli olmaktadır. Araştırmada yüksek çavdar oranının hacim ve duyusal özelliklere olan negatif etkisi kuvvetli unlar seçilerek iyileştirilebilmektedir.

Çavdar oranı %30 olan ve orta kuvvetli buğday unu karışımları iyi kalitede çavdar ekmeği üretmek için idealdir. Kuvvetli un içeren karışımlar ile zayıf un içeren karışımlar arasındaki gluten ve protein miktarındaki ve yapısındaki farklılıklar fiziksel hamur davranışları için önemli bulunmuştur.

Standart bir üretim sürecine sahip olmayan çavdar konusunda, farklı randımanlarda öğütülmesi, farklı ekmek üretim yöntemlerinin karşılaştırılması, farklı çavdar ürünlerinin üretim ve analiz standardizasyonunun araştırılması gibi ileri araştırmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

AAAC International, 2000. Approved Methods of AAAC, 9th Edition, St.Paul, MN, ABD.

Åman, P., Hallmans, G., Zhang, J. X., Lundin, E., Landström, M., Adlercreutz, H., Härkönen, H. and Bach Knudsen, K. E., 1997. Influence of Rye Bran on the Formation of Bile Acids and Bioavailability of Lignans, *Cereal Foods World,* **8,** 696-701.

Anderssen, R. S., Bekes, F., Gras P. W., Nikolov A. and Wood J. T., 2004. Wheat- flour dough extensibility as a discriminator for wheat varieties, *Journal of Cereal Science,* **39**, 195-203.

Anker, C. A. and Geddes W.F., 1944**.** Gelatinization studies upon wheat and other starches with the amylograph, *Cereal Chemistry*, **21,** 335-337.

Asp, N.G. and Åman, P., 2000. Dietary fiber-cholosterol effect, *Scand. J. Nutr*., **44,** 86-87.

Atwell, W.A., 2001. Wheat Flour, Eagan Press, St Paul, MN, ABD.

Berglund, O., Hallmans, G., Nygren, C. and Taljedal, I.B., 1982. Effects of diets rich and poor in fibres on the development of hereditary diabetes in mice, *Acta Endocrinol,*Copenh., **4,** 556-564.

Brown, R. and Harrel, C. G., 1944. The use of the amylograph in cereal laboratary, *Cereal Chemistry*, **21,** 360.

Clydesdale, F. M., 1994. Optimizing the Diet with Whole Grains, *Crit Rev Food Sci Nutr*., **34,** 453-471.

D'Appolonia, B. L., 1972. Effect of bread ingridients on strach gelatinization properites as measured by amylograf, *Cereal Chem*istry, **49**, 532-537.

D'Appolonia, B. L. and Marc Arthur, L. A., 1974. Effects of ingridients on countinuous bread crumb pasting characteristics, *Cereal Chem.* **51**, 192-195.

Elgün, A., 1997. Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay., 3. Baskı Erzurum

Evers, A. D. and Stevens, D. J., 1985. Starch damaged, *Advances in Cereal Science and Technology*, **Vol. VII**. American Association of Cereal Chemist, St. Paul Minnesota.

Farvilli, N., Walker, C.E. and Qarooni, J., 1997. The Effects of protein content of flour and emulsifiers on Tanoor bread quality, *Journal of Cereal Sciences*, **26,** 137-143.

Gråsten, S.M., Leinonen, K.S., Poutanen, K.S., Gylling, H.K., Miettinen, T.A. and Mykkänen, H. M., 2000. Rye bread improves bowel function and decreases the concentration of some putative colon cancer risk markers in middle-aged women and men, *J. Nutr*. **130**, 2215-2221.

Hagander, B., Björck, I, Asp, N. G., Efendic, S., Holm, J., Nilsson Ehle, P., Lundquist, I. and Schersten, B., 1987. Rye Products in the Diabetic Diet, Postprandial glucose and hormonal responses in noninsulin-dependent diabetic patients as compared to starch availability in vitro and experiments in rats. *Diabetes Research and Clinical Practice,* **3,** 85-96.

Heinonen, S., Nurmi, T., Liukkonen, K., Poutanen, K., Wähälä, K., Deyama, T., Nishibe, S. and Adlercreutz, H., 2001. In vitro metabolism of plant lignans: new precursors of mammalian lignans enterolactone and enterodiol, *J.Agric. Food Chem*. **7**, 3171-3186.

Heiniö, O., Liisia, R., Liukkonen, K. H. and Katina, K., 2003. Milling fractionation of rye produces different sensory profiles of both flour and bread, VTT Biotechnology, P.O. Box 1500, FIN-02044 VTT, Finland.

Heiniö, O., R.-L., Urala, N., Vainionp.a.a, J., Poutanen, K. and Tuorila, H., 1997. Identity and overall acceptance of two types of sour rye bread, *International Journal of Food Science and Technology*, **32**, 169–178.

Jacobs, D. R., Meyer, K. A., Kushi, L. H. and Folsom, A. R., 1998. Whole-grain intake may reduce the risk of ischemic heart disease death in postmenopausal women: The Iowa Women's Health Study, *Am J. Clin. Nutr.,* **68,** 248-257.

Jelaca S. L., and Hynlka, I., 1971. Water binding capacity of wheat flour crude pentozans and their relation to mixing characteristics of dough, *Cereal Chemistry,* **48,** 211-214.

Jenkins, D., 2001. Wheat bran and whole grain cereals on blood glucose and cholesterol and diabetes and cardiovascular disease. *In: Whole Grain and Human Health., International Symposium.* Spain, 1999, pp. 41-42.

Jenkins, D. J. A., Wolever, T. M. S., Jenkins, A. L., Giordano, C., Giudici, S., Thompson, L. U., Kalmusky, J., Josse, R. G. and Wong, G. S. 1986. Low glycemic response to traditionally processed wheat and rye products: bulgur and pumpernickel bread, *J. Clin. Nutr*., **43,** 516-520.

Juntunen, K.S., Laaksonen, D.E., Niskanen, L.K., Liukkonen, K.H. and Poutanen K.S and Mykkänen H.M., 2001. Consumption of high-fiber rye bread improves insulin secretion but not insulin sensitivity or glucose effectiveness in postmenopausal women. In: *Whole Grain and Human Health. International Symposium,* Spain, 1999*,* pp. 134-135.

Kent, N.L., 1983. Technology of Cereals, Pergamon, Oxford, UK.

Kihlberg, I., 2004. Sensory quality and consumer perception of wheat Bread. Comprehensive summaries of Uppsala Dissertations from the faculty of Social Sciences 139, Acta Universitatis, Sweden.

Kujala, T., 2000. The Rye and Health Nordic Rye Group**,** Nordic Industrial Fund, 1994, Denmark.

Leinonen, K., Poutanen, K. and Mykkänen, H., 2000. Rye bread decreases serum total and LDL cholesterol in Finnish men with moderately elevated serum cholesterol, *J. Nutr.,* **130,** 164-170.

Macfarlane, G.T. and Cummings, J. H., 1991. The colonic flora, fermentation, and large bowel digestive function in the large intestine: physiology, pathophysiology, and disease, pp. 51-92, Raven Press, New York.

Mutanen, M., Pajari, A. M. and Oikarinen, S.I., 2000. Beef induces and rye bran prevents the formation of intestinal polyps in ApcM in mice: relation to beta-catenin and PKC-isoenzymes, *Carcinogenesis,* **21**, 1167-1173.

Niemi, S. M., Saxelin, M. and Korpela, R., 1998. Fiber-rich Rye Bread and Yoghurt with Lactobacillus GG Improve Bowel Function in Women with Self-reported Constipation, *Gastroenterology International*, **11**, 143-144.

Nygren, C., Hallmans, G. and Lithner, F., 1984. Effect of High-bran Bread on Blood Glucose Control in Insulin-dependent Diabetic Patients, *Diabete Metab,* **10**, 39-43.

Pasqualone A., Caponio F. and Summo, C., 2004. Characterisation of traditional Albanian breads derived from different cereals, *J. Springer,* **56,** 11-15.

Pietinen, P., Rimm, E. B., Korhonen, P., Hartman, A. M., Willet, W. C., Albanes, D and Virtamo, J., 1996. Intake of Dietary Fiber and Risk of Coronary Heart Disease in a Cohort of Finnish Men, *AHA-Circulation,* **11**, 2720-2727.

Pietinen, P., Stumpf, K., Mannisto, S., Kataja, V., Uusitupa, M. and Adlercreutz, H., 2001. Serum enterolactone and risk of breast cancer: a case-control study in eastern Finland, *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev,* **10,** 339-344**.**

Pomeranz, Y., Shogren, M.D. and Finney, K.F., 1977. Fiber in Bread Making-Effects on functional properties, *Cereal Chmistry*, **54(1),** 25-41.

Prättälä, R., Helasoja, V. and Mykkänen, H., 2001. The consumption of rye bread and white bread as dimensions of healthy lifestyle in Finland, *H. Public Health Nutrition,* **4,** 813-819.

Ragaee, S. and Abdel-Aal E., 2004. Pasting properties of starch and protein in selected cereals and quality of their food products, *Journal of food Chemistry,* **95**, 9–18.

Rao, A.V., 1995. Effect of Dietary Fiber on Intestinal Microflora and Health, in *Dietary Fiber in Health and Disease*, pp. 58-72, Eagan Press, St. Paul, MN, USA.

Salmeron, J., Manson, J. A. E., Stampfer, M. J., Golditz, G. A., Wing, A.L. and Willet, W. C., 1997. Dietary Fiber, Glycemic Load, and Risk of Non-insulin-dependent Diabetes Mellitus in Women*, JAMA,* **277**, 472 - 477.

Saygın, E., 1975. Türkiye ıslah çeşidi Tr. vulgare buğdaylarında alfa amilaz aktivitesi ve bunun ekmekçilik değerine etkisi üzerine araştırmalar, Ege Ü. Ziraat Fakültesi, Gıda Teknolojisi Yüksek Okulu Yayınları No: 1, s. 9-36, İzmir.

Seibel, W., **Antila, J., Seiler, K. and Linko, P.,** 1983. Production of flat bread by extrusion cooking using different wheat/rye ratios, protein enrichment and grain with poor baking ability, *Journal of Food Engineering*, **2**, 189-210.

Slavin, J., Jacobs, D. and Marquart, L., 1997. Whole-Grain Consumption and Chronic Disease: Protective Mechanisms, *Nutr. and Cancer,* **27(1),** 14-21.

Straumite, E., 2006. Research on baking properties of rye flour produced in Latvia, *Journal of Food Engineering*, **12**,174-179.

TMO, 2005. 2005 yılı Hububat Raporu, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ankara.

TGK, 2008. Türk Gıda Kodeksi, Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği, Resmi Gazete.

TUİK, 2005. Tarım İstatistikleri Özeti, Türkiye İstatistik Kurumu, 2005.

Ünal, S., 1989. Hububat teknolojisi. Ege Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 29, s. 67-73, İzmir.

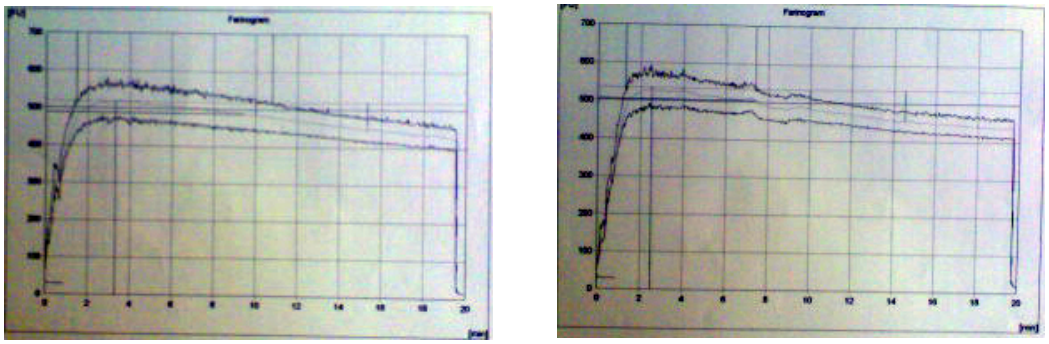
WCRF, 1997. Food Nutrition and the Prevention of Cancer: a global perspective, World Cancer Research Fund and American Institute for Cancer Research.

Willett, W.C., 1998. The Dietary Pyramid: Does the Foundation Need Repair? *Am. J. Clin. Nutr.,* **68,** 218-219.

Wolk, A., Manson, J.E., Stampfer, M.J., Colditz, G.A., Hu, F.B.,Speizer, F.E., Hennekens, C.H. and Willett, W.C., 1999**.** Long-term intake of dietary fiber and decreased risk of coronary heart disease among women, *JAMA*., **281(21),** 1998-2004.

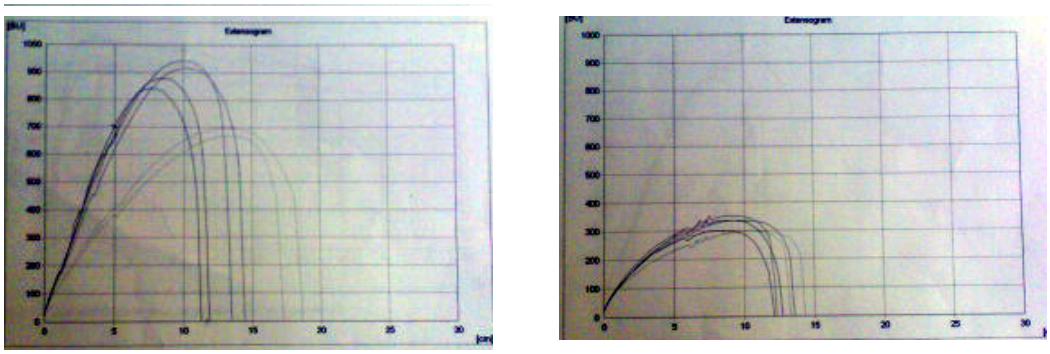
Zhang, D. and Moore, W. R., 1999. Wheat bran particle size effect on bread baking, *Journal of Food Science of Food and Agriculture,* **79**, 805-809.

EK A. FARİNOGRAF, EKSTENSOGRAF VE AMİLOGRAF GRAFİKLERİ



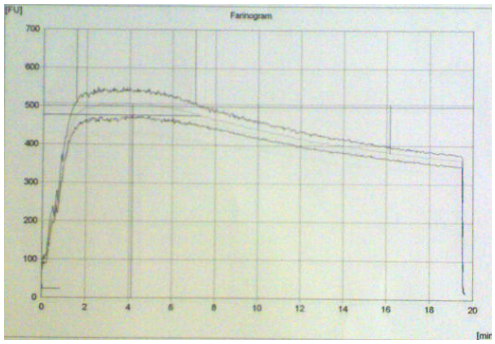
(A) Kuvvetli Un (B) Zayıf Un

Şekil A.1: Buğday Unlarına ait Farinograf Grafikleri

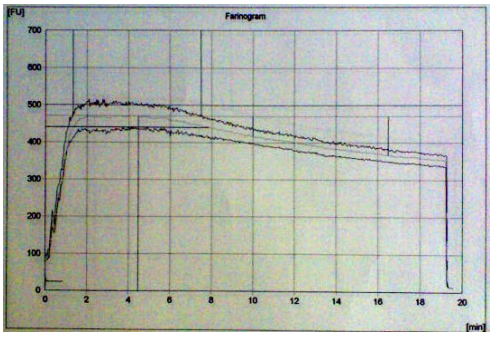


(A) Kuvvetli Un (B) Zayıf Un

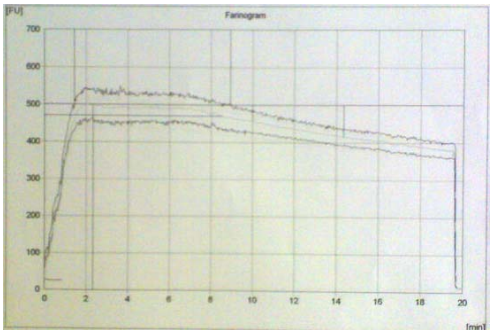
Şekil A.2: Buğday Unlarına ait Ekstensograf Grafikleri



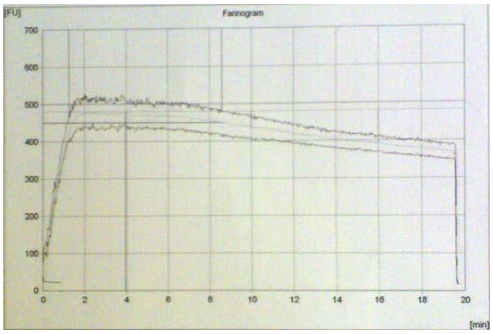
(A)50Ç1+K



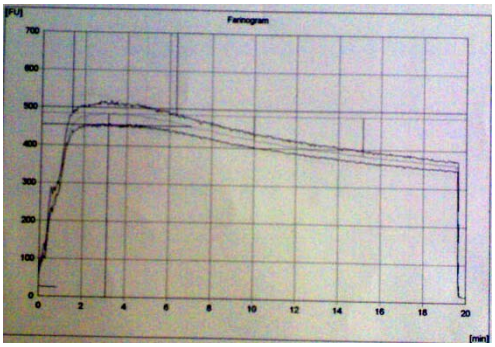
(B)50Ç2+K



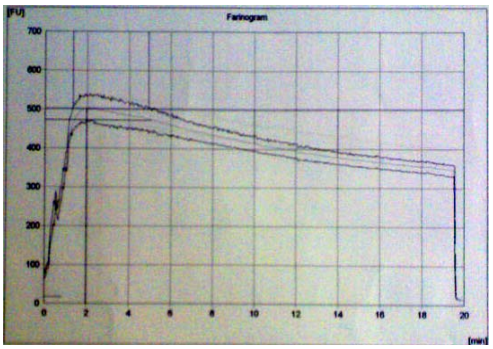
(C)30Ç1+K



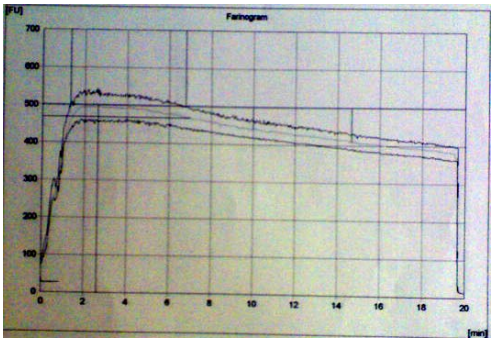
(D)30Ç2+K



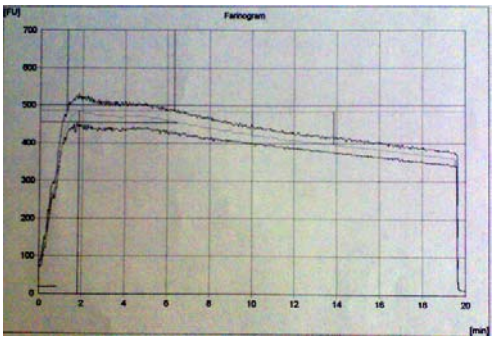
(E)50Ç1+Z



(F)50Ç2+Z

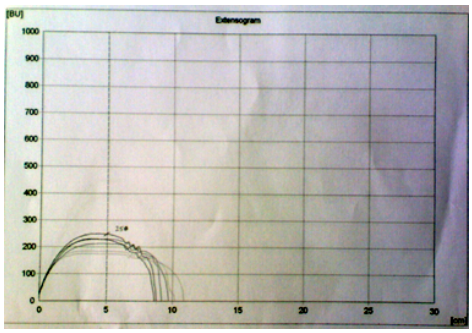


(G)30Ç1+Z

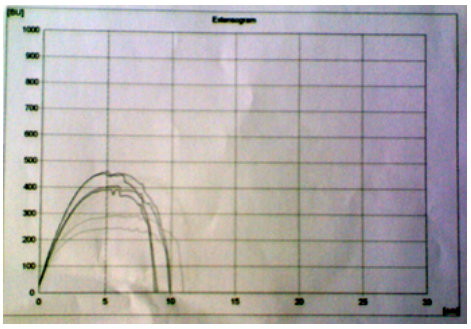


(H)30Ç2+Z

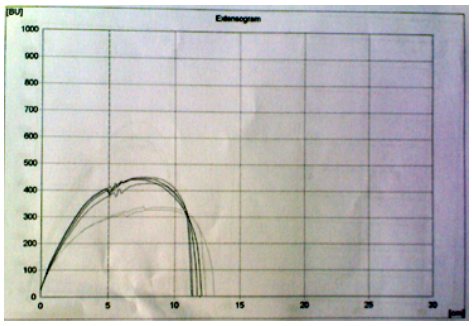
Şekil A.3: Örneklere ait Farinograf Grafikleri



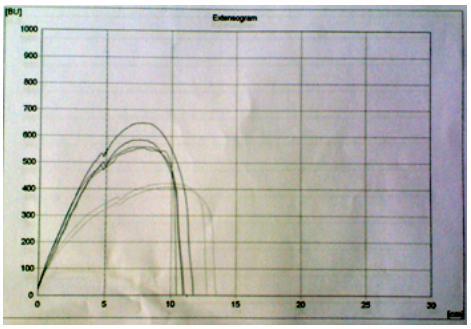
(A)50Ç1+K



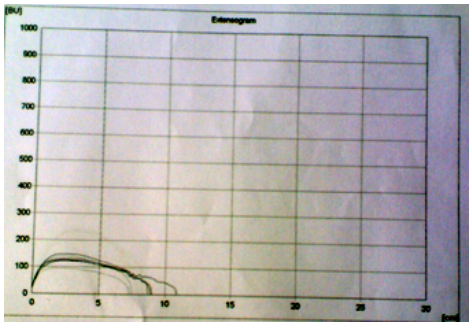
(B)50Ç2+K



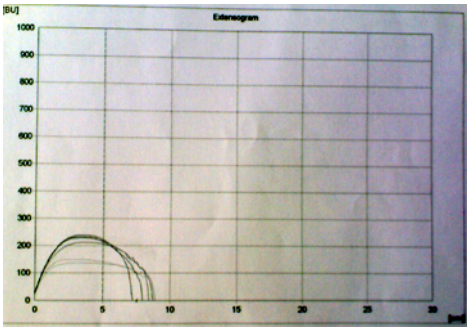
(C)30Ç1+K



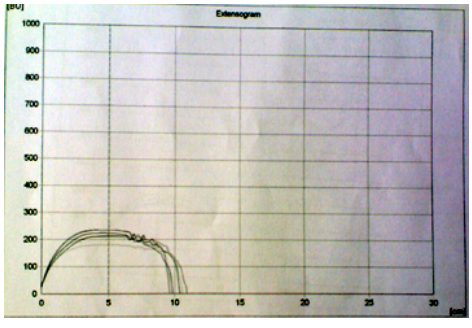
(D)30Ç2+K



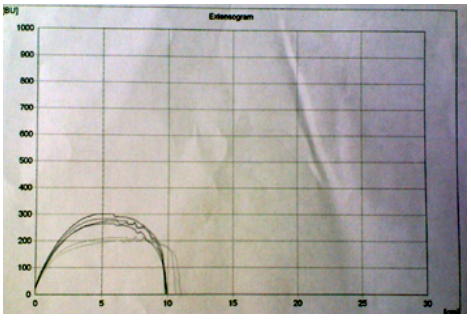
(E)50Ç1+Z



(F)50Ç2+Z

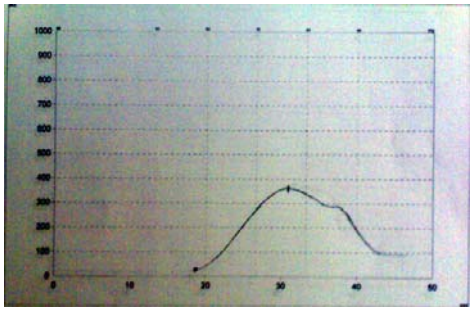


(G)30Ç1+Z

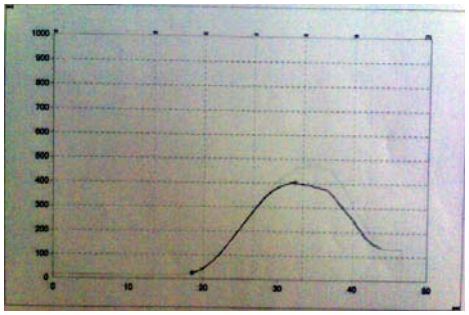


(H)30Ç2+Z

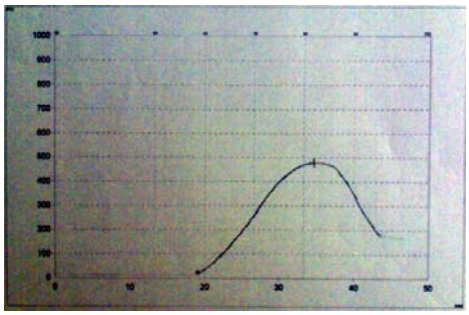
Şekil A.4: Örneklere ait Ekstensograf Grafikleri



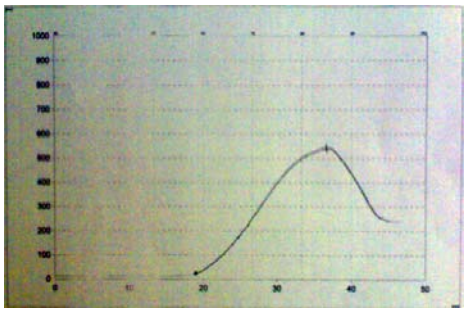
(A)50Ç1+K



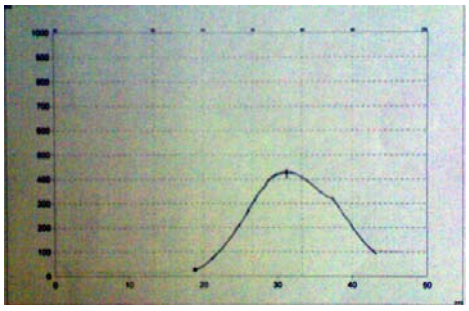
(B)50Ç2+K



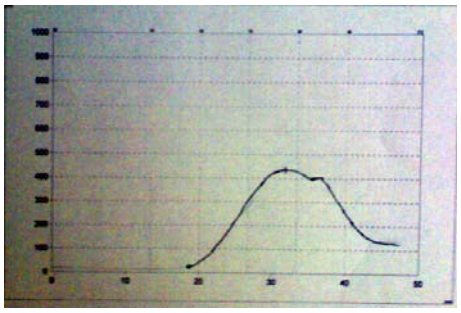
(C)30Ç1+K



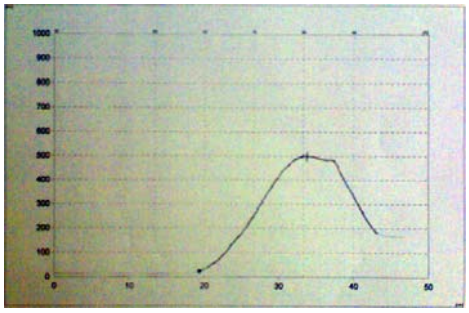
(D)30Ç2+K



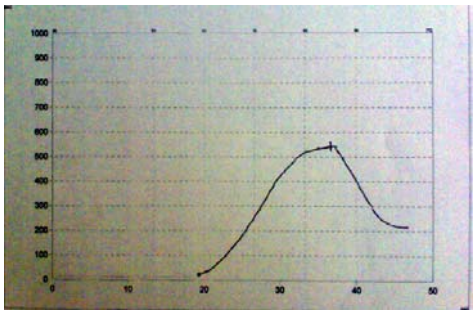
(E)50Ç1+Z



(F)50Ç2+Z



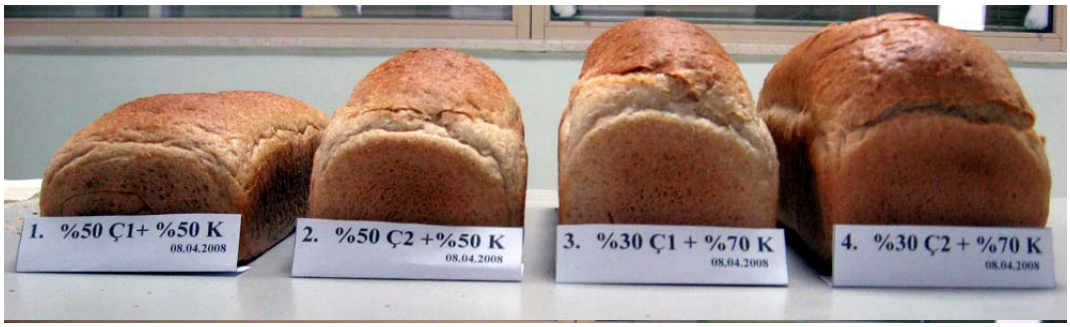
(G)30Ç1+Z



(H)30Ç2+Z

Şekil A.5: Örneklere ait Amilograf Grafikleri

EK B. ÇAVDAR EKMEĞİ BÜTÜN VE KESİT FOTOĞRAFLARI



(A) Farklı Çavdar tipi, Farklı Oran ve Kuvvetli Un ile üretilen çavdar ekmekleri



(B) Farklı Çavdar tipi, Farklı Oran ve Zayıf Un ile üretilen çavdar ekmekleri



(C) Tüm çavdar ekmekleri



(D) Tüm çavdar ekmekleri, Bütün ve Kesit fotoğrafları

Şekil B.1: Çavdar Ekmekleri Bütün ve Kesit Fotoğrafları

EK C

DUYUSAL PANEL FORMU

Tarih :
Panelist Adı :

Numune	**Kabuk Rengi**	**Kabuk Yapısı**	**Gözenek Yapısı ve Doku**	**Elastikiyet**	**Ekmek içi Rengi**	**Tat ve Aroma**
	Açık/Koyu 1-10	**Pürüzlü/ Düzgün 1-10**	**Düzensiz/ Homojen 1-10**	**Elastik Değil/Elastik 1-10**	**Açık/ Koyu 1-10**	**Ekşimsi/ Normal 1-10**
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

1 -10 arası puanlama yapılacaktır.

Açıklamalar

Kabuk Rengi	Ekmeğin kabuk rengi çok açık veya koyu olmamalıdır.
Kabuk Yapısı	Kabuk üzerinde yer yer kabarcık ve çatlaklar bulunmamalıdır
Gözenek Yapısı	Ekmek içinde gözenekler homojen dağılmış, küçük ve gözenek duvarları ince olmalıdır.
Elastikiyet	Ekmek elle bastırıldığında elastik olmalı, tekrar eski halini kısa sürede alabilmelidir.
Ekmek içi Rengi	Kesitte her yerde renk aynı olmalıdır
Tat ve Aroma	Ekmeğe has koku ve tat olmalı, ekşi tat ve farklı koku olmamalıdır

EK D

VARYANS ANALİZ TABLOLARI

Tablo D.1: Kimyasal Analiz, Nem Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	13,454	3	4,485	3587,667	,000
HATA	5,000E-03	4	1,250E-03		
TOPLAM	13,459	7			

Tablo D.2: Kimyasal Analiz, Gluten Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	41,602	1	41,602	3328,200	,000
HATA	2,500E-02	2	1,250E-02		
TOPLAM	41,627	3			

Tablo D.3: Kimyasal Analiz, Gluten Indeks sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	16,000	1	16,000	32,000	,030
HATA	1,000	2	,500		
TOPLAM	17,000	3			

Tablo D.4: Kimyasal Analiz, Kül Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	,658	3	,219	277,535	,000
HATA	3,161E-03	4	7,903E-04		
TOPLAM	,661	7			

Tablo D.5: Kimyasal Analiz, Protein Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	29,190	3	9,730	1344,375	,000
HATA	2,895E-02	4	7,237E-03		
TOPLAM	29,219	7			

Tablo D.6: Fiziksel Özellikler, Farinograf Su Kaldırma (%), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	6,250E-02	1	6,250E-02	5,000	,155
HATA	2,500E-02	2	1,250E-02		
TOPLAM	8,750E-02	3			

Tablo D.7: Fiziksel Özellikler, Farinograf Gelişme Süresi (Dak), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	,250	1	,250	5,000	,155
HATA	1,000E-01	2	5,000E-02		
TOPLAM	,350	3			

Tablo D.8: Fiziksel Özellikler, Farinograf Stabilite (DAK), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	6,760	1	6,760	30,044	,032
HATA	,450	2	,225		
TOPLAM	7,210	3			

Tablo D.9: Fiziksel Özellikler, Farinograf Yumuşama (BU), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	240,250	1	240,250	8,214	,103
HATA	58,500	2	29,250		
TOPLAM	298,750	3			

Tablo D.10: Fiziksel Özellikler, Farinograf Kalite Numarası (FQN), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	110,250	1	110,250	1,100	,404
HATA	200,500	2	100,250		
TOPLAM	310,750	3			

Tablo D.11: Fiziksel Özellikler, Extensograf Uzamaya Karşı Direnç (BU), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	173056,000	1	173056,000	745,931	,001
HATA	464,000	2	232,000		
TOPLAM	173520,000	3			

Tablo D.12: Fiziksel Özellikler, Extensograf Uzayabilirlik (cm), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	64,000	1	64,000	2,000	,293
HATA	64,000	2	32,000		
TOPLAM	128,000	3			

Tablo D.13: Fiziksel Özellikler, Extensograf Oran, Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	13,950	1	13,950	1829,538	,001
HATA	1,525E-02	2	7,625E-03		
TOPLAM	13,965	3			

Tablo D.14: Fiziksel Özellikler, Amilograf Jelatinizasyon Maksimum Değeri (AU), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	1459075,375	3	486358,458	4197,268	,000
HATA	463,500	4	115,875		
TOPLAM	1459538,875	7			

Tablo D.15: Kimyasal Analiz, Nem Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	1,540	7	,220	29,333	,000
HATA	6,000E-02	8	7,500E-03		
TOPLAM	1,600	15			

Tablo D.16: Kimyasal Analiz, Gluten Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	82,454	7	11,779	698,026	,000
HATA	,135	8	1,687E-02		
TOPLAM	82,589	15			

Tablo D.17: Kimyasal Analiz, Gluten Indeks Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	426,438	7	60,920	27,849	,000
HATA	17,500	8	2,188		
TOPLAM	443,938	15			

Tablo D.18: Kimyasal Analiz, Kül Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	790,844	7	112,978	29,123	,000
HATA	31,035	8	3,879		
TOPLAM	821,879	15			

Tablo D.19: Kimyasal Analiz, Protein Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	11,367	7	1,624	413,060	,000
HATA	3,145E-02	8	3,931E-03		
TOPLAM	11,398	15			

Tablo D.20: Fiziksel Özellikler, Farinograf Su Kaldırma (%), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	5,400	7	,771	77,143	,000
HATA	8,000E-02	8	1,000E-02		
TOPLAM	5,480	15			

Tablo D.21: Fiziksel Özellikler, Farinograf Gelişme Süresi (Dak), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	10,288	7	1,470	4,575	,024
HATA	2,570	8	,321		
TOPLAM	12,858	15			

Tablo D.22: Fiziksel Özellikler, Farinograf Stabilite (Dak), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	21,390	7	3,056	244,457	,000
HATA	,100	8	1,250E-02		
TOPLAM	21,490	15			

Tablo D.23: Fiziksel Özellikler, Farinograf Yumuşama (BU), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	2515,750	7	359,393	21,141	,000
HATA	136,000	8	17,000		
TOPLAM	2651,750	15			

Tablo D.24: Fiziksel Özellikler, Farinograf Kalite Numarası (FQN), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	1637,438	7	233,920	65,662	,000
HATA	28,500	8	3,563		
TOPLAM	1665,938	15			

Tablo D.25: Fiziksel Özellikler, Extensograf Uzamaya Karşı Direnç (BU), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	243596,000	7	34799,429	110,738	,000
HATA	2514,000	8	314,250		
TOPLAM	246110,000	15			

Tablo D.26: Fiziksel Özellikler, Extensograf Uzayabilirlik (cm), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	2788,000	7	398,286	8,519	,004
HATA	374,000	8	46,750		
TOPLAM	3162,000	15			

Tablo D.27: Fiziksel Özellikler, Extensograf Oran, Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	19,285	7	2,755	94,006	,000
HATA	,234	8	2,931E-02		
TOPLAM	19,519	15			

Tablo D.28: Fiziksel Özellikler, Amilograf Jelatinizasyon Başlangıç Sıcaklığı (°C), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	3,370	7	,481	48,143	,000
HATA	8,000E-02	8	1,000E-02		
TOPLAM	3,450	15			

Tablo D.29: Fiziksel Özellikler, Amilograf Jelatinizasyon Sıcaklığı (°C), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	173,769	7	24,824	162,117	,000
HATA	1,225	8	,153		
TOPLAM	174,994	15			

Tablo D.30: Fiziksel Özellikler, Amilograf Jelatinizasyon Maksimum Değeri (AU), Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	63807,000	7	9115,286	248,882	,000
HATA	293,000	8	36,625		
TOPLAM	64100,000	15			

Tablo D.31: Ekmek Hacimlerinin Varyans Analiz Verileri

	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
NUMUNE	534917,938	7	76416,848	1650,026	,000
HATA	370,500	8	46,313		
TOPLAM	535288,438	15			

Tablo D.32: Duyusal Analiz, Kabuk Rengi, sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

VARYANS KAYNAĞI	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
DÜZEL. MODEL	97,839	7	13,977	11,920	,000
PANELİST	1330,875	1	1330,875	1134,959	,000
NUMUNE	97,839	7	13,977	11,920	,000
HATA	56,286	48	1,173		
TOPLAM	1485,000	56			
DÜZEL. TOPLAM	154,125	55			

Tablo D.33: Duyusal Analiz, Kabuk Yapısı, Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

VARYANS KAYNAĞI	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
DÜZEL. MODEL	6,571	7	,939	,312	,945
PANELİST	1921,143	1	1921,143	639,113	,000
NUMUNE	6,571	7	,939	,312	,945
HATA	144,286	48	3,006		
TOPLAM	2072,000	56			
DÜZ. TOPLAM	150,857	55			

Tablo D.34: Duyusal Analiz, Gözenek Yapısı ve Doku, Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

VARYANS KAYNAĞI	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
DÜZEL. MODEL	92,125	7	13,161	9,449	,000
PANELİST	1410,018	1	1410,018	1012,321	,000
NUMUNE	92,125	7	13,161	9,449	,000
HATA	66,857	48	1,393		
TOPLAM	1569,000	56			
DÜZEL. TOPLAM	158,982	55			

Tablo D.35: Duyusal Analiz, Elastikiyet, Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

VARYANS KAYNAĞI	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
DÜZEL MODEL	196,125	7	28,018	28,186	,000
PANELİST	1161,161	1	1161,161	1168,114	,000
NUMUNE	196,125	7	28,018	28,186	,000
HATA	47,714	48	,994		
TOPLAM	1405,000	56			
DÜZEL. TOPLAM	243,839	55			

Tablo D.36: Duyusal Analiz, İç Renk, Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

VARYANS KAYNAĞI	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
DÜZEL. MODEL	76,857	7	10,980	5,270	,000
PANELİST	1063,143	1	1063,143	510,309	,000
NUMUNE	76,857	7	10,980	5,270	,000
HATA	100,000	48	2,083		
TOPLAM	1240,000	56			
DÜZEL. TOPLAM	176,857	55			

Tablo D.37: Duyusal Analiz, Tat/Aroma, Sonuçlarının Varyans Analiz Verileri

VARYANS KAYNAĞI	KARELER TOPLAMI	df	KARELER ORTALAMASI	F	P
DÜZEL. MODEL	83,929	7	11,990	3,934	,002
PANELİST	1585,786	1	1585,786	520,336	,000
NUMUNE	83,929	7	11,990	3,934	,002
HATA	146,286	48	3,048		
TOPLAM	1816,000	56			
DÜZEL. TOPLAM	230,214	55			

ÖZGEÇMİŞ

Erkan Mankan 17.10.1982 yılında Antalya'da doğdu. 2000 yılında Antalya Anadolu Lisesini bitirdikten sonra, 2005 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2006 yılından beri İstanbul Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Yüksek Lisans programına devam etmektedir. Halen özel sektörde Ürün Sorumlusu olarak görev yapmaktadır ve fonksiyonel özellikler içeren hububat ürünleri, fiziksel hamur analizleri ve cihazları, distilasyon, ekstraksiyon ve paralel buharlaştırma sistemleri özel ilgi alanları arasındadır.