



**T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI FİZİKSEL UYGULAMALARIN
TAM BUĞDAY UNUNUN DEPOLAMA
STABİLİTESİ, EKMEKÇİLİK KALİTESİ VE
BESİNSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ
ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR
Mustafa Kürşat DEMİR
DOKTORA TEZİ
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Ekim-2010
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

ÖZET

Doktora Tezi

BAZI FİZİKSEL UYGULAMALARIN TAM BUĞDAY UNUNUN DEPOLAMA STABİLİTESİ, EKMEKÇİLİK KALİTESİ VE BESİNSEL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Mustafa Kürşat DEMİR

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Adem ELGÜN

2010, 131 Sayfa

Jüri

(Danışman) Prof. Dr. Adem ELGÜN
Prof. Dr. Hamit KÖKSEL
Prof. Dr. Selman TÜRKER
Prof. Dr. Nihat AKIN
Prof. Dr. Süleyman SOYLU

Bu araştırmada, Bezostaya-1 buğday örneklerinin kepekli fraksiyonlarına bazı stabilizasyon işlemlerinin uygulanmasıyla daha iyi depolama stabilitesi, ekmekçilik kalitesi ve besinsel özelliklere sahip tam buğday unlarının elde edilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçla, 2 farklı kuvvete sahip Bezostaya-1 buğday örneklerinin öğütülmesini takiben elde edilen, % 35'lik kepekli fraksiyon; otoklav, mikrodalga, infrared ve ultraviyole stabilizasyon işlemleri uygulanarak stabilize edilmiştir. Stabilizasyon işleminden sonra, kepekli fraksiyonlar daha önce ayrılan beyaz un ile karıştırılarak tam buğday unu elde edilmiştir. Elde edilen tam buğday unlarında; depolama stabilitesi, unun kalitatif özellikleri, hamurun reolojik özellikleri, ekmekçilik özellikleri ve bazı besinsel değişim parametreleri incelenmiştir.

34 ±1 °C'de % 65 nispi nemde 35 günlük hızlandırılmış depolama uygulaması sonucunda, örneklerin hiçbirinde larva ve canlı böcek gelişimine rastlanmamıştır. Tüm stabilizasyon işlemleri maya-küf yükünü düşürerek mikrobiyolojik kaliteyi arttırmıştır.

Tam buğday unlarında uygulanan mikrodalga ve otoklav işlemleri, yaş gluten miktarı ve kalitesi ile hamur reolojik özellikleri üzerine olumlu etkide bulunmuşlardır. Ekmek pişirme denemelerinde, otoklav ve mikrodalga stabilizasyon metotları diğerlerine göre daha yüksek hacimli, hafif, ince tekstürlü, geç bayatlayan, iç rengi daha beyaz ve raf ömrü daha uzun ekmekler vermiştir.

Besinsel açıdan ise, stabilizasyon uygulamaları fitik asit miktarını düşürürken, sindirilebilir protein ve mineral madde oranlarını, toplam fenolik maddeyi ve antioksidan aktiviteyi arttırmıştır.

Sonuç olarak, mikrodalga ve otoklav stabilizasyon işlemlerinin depolama stabilitesi, un, ekmek ve besinsel kalitesi açısından daha olumlu sonuçlar verdiği, ultraviyole ve infrared işlemlerinin ise olumsuz bir etki yapmadığı ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Tam buğday unu, tam buğday ekmeği, stabilizasyon metotları, otoklav, mikrodalga, infrared, ultraviyole.

ABSTRACT

PhD Thesis

A RESEARCHES ON THE EFFECTS OF SOME PHYSICAL APPLICATIONS ON STORAGE STABILITY, BREADMAKING QUALITY, AND NUTRITIONAL PROPERTIES OF WHOLE WHEAT FLOURS

Mustafa Kürşat DEMİR

Graduate School of Natural and Applied Sciences of Selçuk University
The Degree of Doctor of Philosophy in Food Engineering

Advisor : Prof. Dr. Adem ELGÜN

2010, 131 Page

Jury:

(Advisor) Prof. Dr. Adem ELGÜN
Prof. Dr. Hamit KÖKSEL
Prof. Dr. Selman TÜRKER
Prof. Dr. Nihat AKIN
Prof. Dr. Süleyman SOYLU

In this study, it was aimed to obtain whole wheat flour with better storage stability, breadmaking quality and nutritional properties by application of some stabilization processes on branny fractions of Bezostaya-1 wheat samples.

For this purpose, 35 % of branny fraction obtained by milling of Bezostaya-1 wheat samples with two different strong was stabilized using autoclaving, microwave, infrared and ultraviolet stabilization processes. Then, whole wheat flour was obtained by incorporation of the previously separated white flour into the branny fractions. The obtained whole wheat flours were analyzed to determine their storage stability, qualitative properties, dough rheology properties, breadmaking properties and changes in their some nutritional parameters.

Following the 35 days of accelerated storage application at 34 ± 1 °C and 65 % relative humidity, it was revealed that none of the samples was found to indicate development of larvae and live insects. All the stabilization processes were determined to increase the microbiological quality by reducing yeast and mold counts.

Microwave and autoclaving processes applied on the whole wheat flours had a positive effect on wet gluten content and quality as well as on rheological properties of dough. Bread baking experiments revealed that autoclaving and microwave stabilization methods resulted in higher voluminous, lighter, thinner textured, slower staling, whiter interior color, and longer shelf life breads than did the other stabilization methods.

In respect of the nutritional aspect, stabilization applications decreased the phytic acid content while increasing the rate of protein and mineral digestibility, total phenolic content and antioxidant activity.

As a consequence, it was revealed that the microwave and autoclaving processes resulted in better performance with respect to the storage stability and nutrition quality as well as flour and bread quality; on the other hand, ultraviolet and infrared processes did not have any negative effect on these properties.

Keywords: Whole wheat flour, whole wheat bread, stabilization methods, autoclaving, microwave, infrared, ultraviolet.

ÖNSÖZ

Son yıllarda, tam buğday unu ve ürünlerinin sağlık ve beslenme üzerindeki olumlu etkisinin pek çok araştırma ile ortaya konmasıyla bu ürünlerdeki talep sürekli artış göstermiştir. Bu çalışmada artan bu talebi karşılamak için tam buğday ununun daha yüksek depolama stabilitesi, ekmeçilik ve besleme değerinde üretilmesi amaçlanmış olup, uygulanan stabilizasyon metotları ile istenilen hedeflere ulaşılmıştır.

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde görevli tüm öğretim elemanlarına, çalışmanın planlanmasından yazımına kadar yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Adem ELGÜN, Prof. Dr. Selman TÜRKER ve Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ'ye, çalışmanın yürütülmesinde ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen bölümümüzdeki tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve manevi desteğini her zaman hissettiğim eşim Berat DEMİR'e, materyal teminindeki yardımlarından dolayı Alaybeyi Un Fabrikası'na, bu çalışmanın alt yapısı niteliğinde olan ve desteklediği proje ile bu çalışmanın da büyük kısmı desteklemiş olan TÜBİTAK kurumuna ve TOVAG ekibine ve çalışmayı destekleyen bir diğer kurum olan Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğüne teşekkürü bir borç bilirim.

*Mustafa Kürşat DEMİR
Konya- Ekim, 2010*

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1. Materyal.....	17
3.2. Metot.....	17
3.2.1. Deneme planı.....	17
3.2.2. Tam buğday unlarının elde edilmesi.....	17
3.2.3. Stabilizasyon işlemlerin uygulanması.....	18
3.2.4. Analitik analiz metotları.....	20
3.2.4.1. Buğday örneklerinin fiziksel analizleri.....	20
3.2.4.2. Buğday örneklerinin kimyasal analizleri.....	20
3.2.4.3. Buğday örneklerinin fizikokimyasal analizleri.....	20
3.2.4.4. Tam buğday unu örneklerinin reolojik özellikleri.....	21
3.2.5. Araştırma metotları.....	20
3.2.5.1. Tam buğday ununun depolama stabilitesi.....	21
3.2.5.2. Tam buğday unlarındaki kalitatif değişimler.....	22
3.2.5.3. Ekmek denemeleri.....	22
3.2.5.4. Besinsel analizler.....	23
3.2.5.4.1. Protein tayini.....	23
3.2.5.4.2. Mineral madde.....	24
3.2.5.4.3. Sindirilebilirliği protein ve mineral madde oranı.....	24
3.2.5.4.4. Fitik asit miktarı.....	24
3.2.5.4.5. Toplam fenolik madde.....	24
3.2.5.4.6. Antioksidan aktivite.....	25
3.2.5.4.7. Toplam diyet lifi (TDL) miktarı.....	25
3.2.6. İstatistikî analizler.....	26
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	27
4.1. Analitik Sonuçlar.....	27
4.2. Araştırma Sonuçları.....	28
4.2.1. Tam buğday unu örneklerinin depolama stabilitesi.....	28
4.2.2. Tam buğday unu örneklerinin kalitatif özellikleri.....	32
4.2.2.1. Renk.....	32
4.2.2.2. Düşme sayısı.....	36
4.2.2.3. Yaş gluten.....	40
4.2.2.4. Gluten indeks.....	41
4.2.2.5. Zeleny sedimantasyon.....	43
4.2.2.6. Uzatmalı sedimantasyon.....	45
4.2.3. Tam buğday unu hamurlarının reolojik özellikleri.....	46
4.2.3.1. Farinogram özellikleri.....	46
4.2.3.1.1. Su absorpsiyonu.....	48

4.2.3.1.2. Gelişme süresi.....	49
4.2.3.1.3. Stabilite.....	51
4.2.3.1.4. Yumuşama derecesi.....	53
4.2.3.2. Ekstensogram özellikleri.....	55
4.2.3.2.1. Enerji.....	56
4.2.3.2.2. Uzunlamaya karşı direnç.....	58
4.2.3.2.3. Uzunlamaya yeteneği.....	60
4.2.3.2.4. Maksimum direnç.....	61
4.2.4. Tam buğday unu ekmeği denemeleri.....	63
4.2.4.1. Ekmek dış özellikleri.....	63
4.2.4.1.1. Ekmek ağırlığı.....	65
4.2.4.1.2. Ekmek hacmi.....	67
4.2.4.1.3. Ekmek spesifik hacmi.....	69
4.2.4.1.4. Simetri.....	70
4.2.4.1.5. Kabuk rengi.....	72
4.2.4.2. Ekmek içi özellikleri.....	75
4.2.4.2.1. Tekstür-gözenek yapısı.....	75
4.2.4.2.2. İç rengi.....	79
4.2.4.2.3. Ekmek içi sertliği.....	81
4.2.4.3. Tam buğday unu ekmeklerinin mikrobiyolojik özellikleri.....	83
4.2.5. Tam buğday unu ekmeğinin besinsel özellikleri.....	88
4.2.5.1. Protein miktarı.....	91
4.2.5.2. Sindirilebilir protein.....	92
4.2.5.3. Fitik asit miktarı.....	95
4.2.5.4. Toplam fenolik madde.....	97
4.2.5.5. Antioksidan aktivite.....	100
4.2.5.6. Toplam diyet lifi (TDL).....	102
4.2.5.7. Mineral madde miktarı.....	103
4.2.5.8. Sindirilebilir mineral madde.....	110
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	114
KAYNAKLAR.....	115
ÖZGEÇMİŞ.....	131

1. GİRİŞ

Rafine gıdaların medeniyet hastalıkları denilen birçok rahatsızlığa neden olduğunun anlaşılmasından sonra, tüm dünya az girdili ekolojik gıdalara ilgisini arttırmış, bunlardan erişilebilirliği en kolay ve ucuz olduğu bilinen tane tahıl ve baklagiller büyük önem kazanmıştır (Lai ve ark., 1989). Bu arada tüm tahıl çeşitleri ekmekten bisküviye, makarnadan kahvaltılık tahıl ürünlerine kadar, çok değişik formlarda kullanılmaya başlanmış, tanenin tüm morfolojik tabakaları bir arada, çok değişik ürünlere işlenmiştir (Pomeranz, 1988).

Bu hızlı yöneliş Avrupa ve Amerika’da ilk önceleri nostaljik bir ilgi şeklinde görülsede, bilimsel bulgu ve kanıtlar az işlenmiş, lifli ve ekolojik gıdaların kullanımını cazip hale getirmiştir. Bu nedenle Amerika Birleşik Devletleri, 2005 yılını “Year of Whole Grain” olarak açıklayarak, beslenme uzmanları ve yerel yönetimler tam taneli gıda tüketimini teşvik etmiş ve ilgiyi bu ürünlere çekmiştir (Sosland, 2005). Bu arada Amerika ve Avrupa’da tam tahıl ve buğday ürünlerine yönelişin yıllık % 30 oranında arttığı, tüketilen tahılın ancak % 15’inin tam tane halinde değerlendirildiği, buna karşılık halkın hala % 40’ının özellikle gençlerin, Tam Taneli Ürünlere ilgilerinin düşük olduğu bildirilmektedir. Şu anda birçok değirmencilik firması Tam Tahıl kırma ve unlarını üretmek üzere ya mevcut sistemlerini modifiye etmekte, ya da yeni fabrikalar kurmaktadır. Örneğin, Amerika’da Con. Agra şirketi 1900 ton/gün kapasiteli bir fabrikasını sadece tam buğday ununa; 417 ton/gün kapasiteli bir diğerini ise, yulaf ürünlerine tahsis etmiştir (Sosland, 2005). Tam tahıl ürünlerine yapılan yatırımlar, “Sağlık ve Refah” yatırım olarak görülmekte, bu ürünler içerisinde ise en büyük ilgiyi tam buğday unu çekmektedir. 1988’e göre, günümüzde bu tür ürünlere talebin 6 kat daha fazla olduğu belirtilmektedir.

Ülkemizde de tam tahıl ve buğday unu ile değişik karışımların fırın ürünlerinde hızla kullanılmaya başladığı ve yayıldığı, özellikle büyük şehirlerde ve lüks semtlerde tezgah satışları ile büyük bir cazibe kazandığı açıkça görülmektedir. Bunların kullandığı hammadde ise, kısmen ithal edilmekte, kısmen de yabancı markaların, “Know-How”ı altında formülasyonlar gerçekleştirilerek, piyasaya yüksek fiyatlarla arz etmektedirler. Avrupa ve Amerika’da artan yoğun ilginin, Türkiye’ye de en kısa sürede yansıtacağı düşünüldüğünde, talep artışının nasıl karşılanacağı, önemli bir sorun olarak önümüze

çıkılmaktadır. Özellikle kabarmış ekmek üretiminin hammaddesi olan tam buğday unu üretimi en büyük talep patlamasını gösterecektir (Elgün ve ark., 2009).

Kullanılacak tam buğday ununda istenilen özellikler özetlenecek olursa, tüm fraksiyonları doğal haliyle içinde olan, uzun raf ömrüne sahip, pişkin, iyi kabarmış, lezzetli ve geç bayatlayan ekmek verecek nitelikte olmalıdır. Buna karşılık bu tip unlar çok iri granülasyonda çekilmekte, 3-5 hafta içinde ransid tat-koku bozulmasına uğramakta, yüksek böceklenme riski taşımakta, yeterince, 3 hafta dinlendirilmeden kullanılmasından dolayı düşük ekmek hacmi ve çok kötü ekmek içi özellikleri göstermekte, bu olumsuzlukların giderilmesi için kullanılan katkı maddeleri ise hem doğal özelliği yok etmekte ve hem de maliyetleri yükseltmektedir. Dolayısıyla Tam Buğday ve Tahıl Unu ekmekleri, normal somun ekmeğine göre 2-4 kat daha yüksek fiyatla pazarlanmaktadır (Elgün ve ark., 2009).

Bu çalışma, artan tam buğday talebinin, modern un değirmenciliği şartlarında daha yüksek kapasitede, daha kaliteli, yüksek besin değerinde, uzun raf ömründe ve daha ucuza karşılanabilmesi amacıyla düzenlenmiştir. Araştırma kapsamında bazı fiziksel işlemler kullanılarak, elde edilen tam buğday unlarının şahide karşılık depolama stabilitesi, un ve ekmek kalitesi ve besleme değerindeki kayıplar minimum düzeye düşürülecek şekilde; laboratuvar şartlarında, öğütme, stabilizasyon işlemleri, un ve ekmek kalite denemeleri ile konu bilimsel ve teknolojik imkanlar açısından incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Buğday (*Triticum sp.*) gluten içeriği ile yegâne kabarılabilen ekmek yapımına uygun tahıl çeşididir. Unsu endospermde, miktarca, merkezden dış endosperme doğru yoğunluğu artarken, ekmekçilik kalitesi düşmektedir. Bu sebeple en kaliteli unlar merkezi endospermden çekilen düşük randımanlı olanlardır. Dış endosperm ve endospermin en dış sıra hücrelerini kapsayan aleuron tabakası una dahil edilebildiğinde artan randımanla birlikte, un kalitesi düşmekte, buna karşılık una geçen protein, mineral madde, lipit, vitamin ve enzimlerin yani mikro besin elementlerinin yoğunluğu yükselmekte, besin değerlerinde artış gözlenmektedir. Bu durum buğdayın una işlenmesinde teknolojik ihtiyaçlar ile besinsel fonksiyonu karşı karşıya getirmektedir (Elgün ve Ertugay, 1995).

Buğday tanesi, yaklaşık % 8 kabuk, % 7 aleuron, % 3 ruşeym ve % 82 unsu endosperm tabakalarından ibarettir. Kabuk (perikarp + testa) özellikle selüloz, mineraller ve pigmentler; aleuron tabakası besin değeri yüksek ve suda eriyebilir karbonhidratlar, proteinler, mineraller, lipitler, vitaminler (özellikle B kompleksi) ve fenolikler; ruşeym kısmı ise aleuron gibi eriyebilirliği yüksek proteinler, lipitler, şekerler, enzimler ve özellikle vitamin B ve E vitaminince zengindir. Değirmencilikte una esas teşkil eden unsu endosperm tabakası ise, özellikle nişasta deposu olup, ikinci dereceden de önemli düzeyde protein (gluten) ihtiva etmektedir (Elgün ve Ertugay, 1995).

Buğday ekmeğinin kabarılabilme ve kolay hazmedilebilme özelliği sebebiyle, buğday ziraatı ve taş değirmen Romalılar tarafından tüm Akdeniz çevresine yayılmıştır. 19 yüzyılda ilk un fabrikasının kurulması, kepeğin eleklerle ayrılması, öğütmede taş yerine valslerin kullanılması gibi gelişmeler daha beyaz ve kaliteli ekmek imalatını bugünkü noktalara ulaştırmıştır (Kent, 1970; Pomeranz, 1988; Posner ve Hibbs, 1997; Pirayeshfar ve ark., 2001).

Son yıllarda ise beslenme çalışmaları rafine gıdalara karşı bir eğilim kazanmış olup, ilgili olarak da tam buğday ve diğer tahıl ürünlerinin, ekmek, bisküvi, makarna, bulgur ve kahvaltılık tahıl ürünlerinde kullanımı teknolojik ve besinsel açıdan detaylı şekilde araştırılmaya başlanmıştır (Elgün ve ark., 2009).

Rafine beyaz una odaklı günümüz değirmencilik teknolojisi, kaliteli ve depolamaya dayanıklı unu sanayinin emrine sunarken, insanın temininde zorlandığı mikro besin elementleri ve besinsel lifçe zengin kepek (kabuk+aleuron) ve ruşeym kısımlarını hayvan yemi olarak değerlendirmektedir (Elgün ve ark., 2009). Değirmencilik sektöründeki ekstraksiyon oranına bağlı olarak, buğdayın öğütülmesi esnasında ayrıştırılan fraksiyonlardan dolayı rafine unlarda demir miktarında % 7,0-62,5, çinko miktarında % 85,5-90,7, magnezyum miktarında % 47,4-63,1, kalsiyum miktarında ise % 3,3-56,5'lik kayıpların meydana geldiği de ortaya konulmuştur. (Dağlıoğlu ve Tuncel, 1999). Son yıllardaki insanın doğal metabolizmasına en uygun bitkisel gıda olduğuna inanışın arttığı tam buğday unu ve bunu çağrıştıran kepekli ekmeklerin pazar payları hızla yükselmeye başlamıştır (Ranhotra ve ark., 1990; Rasco ve ark., 1991; Butt ve ark., 2004). Amerika ve Avrupa'da lifli gıdalara ilginin artması (Lai ve ark., 1989), un üreten sanayi kuruluşlarını yeni yatırım alanlarına yönlendirmiş, diğer taraftan da sağlıkla ilgili riskleri en aza indirmeye gayreti ile hükümetler tam tahıl ve buğday ürünlerini teşvik kapsamına almıştır. Amerika Birleşik Devletleri 2005 yılını "Tam Tahıl Ürünleri Yılı" olarak ilan etmiştir (Sosland, 2005). Buğdayın yanında, yulaf, çavdar, mısır ve arpa gibi tahıl çeşitlerinin de tam tane ürünlerine işlenmesine hız verilmiştir.

Tam tahıllar geniş ölçüde besinsel bileşenleri, diyet lifini özellikle de B ve E vitaminlerini, selenyum, çinko, bakır, magnezyum gibi biyolojik aktivite bileşenlerini ve çeşitli kronik hastalıkları azaltan fitokimyasalları bünyesinde bulundurmaktadır (Slavin, 2000; Slavin ve ark., 2001; Adam ve ark., 2002). Tam buğday unundan yapılan ekmeklere bakıldığında ise, rafine undan yapılanlara göre daha yüksek makro ve mikro mineral madde içeriğinin olduğu bilinmektedir (Dağlıoğlu ve Tuncel, 1999).

Yapılan epidemiyolojik çalışmalar, kandaki trigliserid ve kolesterol seviyelerinin yükselmesine, özellikle kronik kalp hastalıkları için önemli risk taşıyan düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterolünün (LDL-C) sebep olduğunu göstermiştir (Anderson ve Tietzen-Clark, 1986; Adam ve ark., 2002). Bu alanda kobay fareler üzerinde bir çok çalışma yapılmış, çeşitli tam tahılların ve bunların öğütme ürünlerinin kandaki lipid seviyesini düşürücü özelliğinin olduğu tespit edilmiştir (Chen ve ark., 1981; Topping ve ark., 1990; Arjmandi ve ark., 1992; Lund ve ark., 1993; Wang ve Klopfenstein, 1993; Adam ve ark., 2002). Özellikle de tahıl kaynaklarından diyet lifinin alımı ile kronik kalp hastalıkları (Wolk ve ark., 1999; Adam ve ark., 2002) ve diyabet riskinin azaldığı, bazı bilimsel çalışmalarla (Meyer ve ark., 2000; Adam ve ark., 2002)

ortaya konmuştur. Ayrıca tam buğday ürünlerinin bitkisel kaynaklı sterollerce de zengin bir kaynak olması birçok hastalığı önlenmesindeki rolünü arttırmaktadır (Toivo ve ark., 2000).

Tam tahıl ürünleri diyet lifini içeren, fermente olabilir karbonhidratların, dirençli nişasta ve oligosakkaritlerin zengin bir kaynağıdır. Bağırsağa ulaşan sindirilmemiş karbonhidratlar, bağırsak mikroflorası tarafından kısa zincirli yağ asitlerine ve gazlara fermente edilmektedir. Bu ürünler kısa zincirli yağ asitleri asetat, bütirat ve propiyonatları içermekte olup, bütirat bağırsak mukozaya hücreleri için yakıt olarak kullanılmaktadır. Bu karbonhidratlar, dışının bağırsaktaki geçiş hızını arttırmaktadır (Slavin, 2000). Ayrıca tam tahıl ürünleri yoğun olarak doğal antioksidanları, vitaminleri, iz elementleri ve fenolik asitler gibi bileşikler, lignanları, fitoöstrojenleri ve fitik asit gibi anti besinsel bileşenleri içermektedir (Thompson, 1994; Slavin, 2000). Fitoestrogenler; izoflavonları, izoflavanları, steroller ve lignanları içermekte olup, insan sağlığı üzerinde etkili olan bazı biyolojik aktiviteler, metabolizma ve endojenik cinsiyet hormonlarının üretimi üzerine etkili bileşenlerdir (Knight ve Eden, 1996; Adlercreutz ve Mazur, 1997; Kurzer ve Xu, 1997; Slavin ve ark., 1999; Slavin, 2000) Fitoestrogenlerin ayrıca antioksidan, antikarsinojen ve antianjiogenetik etkileri de olduğu bilinmektedir (Büyüktuncer ve Başaran, 2005).

Tam tahıl ve ürünleri, antioksidan özelliğe sahip vitamin E'nin, yani tokoferollerin kaynağı olarak görülmektedir. Vitamin E; hücre içi antioksidan olup çoklu doymamış yağ asitlerini oksidasyona karşı korumaktadır. Fenolik asitler, tanenin kepek kısmında oldukça zengin olup, bu kısma lokalize olmuşlardır. Buğday kepeğinde fenolik asitlerden en yüksek oranda ferulik asit bulunmaktadır (Onyeneho ve Hettiarachchy, 1992; Slavin, 2000). Hatta ferulik asitin ana kaynağı olarak buğday kepeği (5 mg/g) gösterilmektedir (Scalbert ve Williamson, 2000).

Ayrıca tam buğday unu önemli bir antioksidant olan fitik asitçe de zengindir (Graf ve ark., 1987). fitik asit bünyesinde bağlı fosfor ve diğer K, Fe, Mg, Zn ve Ca gibi elementlerin biyoyararlılığını önemli ölçüde engellemeyen bir bileşiktir (Slavin ve ark., 2001; Adam ve ark., 2002; Lopez ve ark., 2003). Fitik asit oranı buğday tanesinin morfolojik açıdan farklı kısımlarında homojen bir dağılım göstermemekte olup, bir unun fitik asit içeriği, kül miktarı ve ekstraksiyon oranı ile önemli ölçüde ilişkilidir. Fitatın önemli bir kısmı alöron tabakasında, çok az bir kısmı da embriyoda bulunmakla birlikte nişastalı endosperm kısmı fitat içermemektedir ve una karışan kepek miktarı arttıkça bu undaki fitik asit miktarı da artmaktadır. Fakat tahıllara uygulanan teknolojik

işlemler ile bu işlemlerin çeşitli aşamalarında fitik asit miktarlarında önemli değişimler meydana getirilebilmektedir (Türksoy ve Özkaya, 2005). Özellikle de mayalı ürünlerde önemli faydalılık artışları tespit edilmiştir (Lopez ve ark., 2003; Said-Wahab ve ark., 2004).

Tam tahıllarda ayrıca enzim inhibitörleri, fitik asit, hemaglutinin, fenolik bileşenler ve tanenler gibi anti-besinsel bileşenlerde bulunmaktadır. Fakat hayvanlar üzerinde yapılan bazı araştırmaların neticelerinde; proteaz inhibitörleri, fitik asit, fenolik bileşenler ve saponinlerin olumsuz yönlerinin yanısıra kolon ve göğüs kanseri riskini azalttığı ve de kandaki glukoz, insülin, kolesterol ve triaçilgliserol seviyelerini düşürdüğü de tespit edilmiştir (Steinmetz ve Potter, 1991; Slavin ve ark., 1999).

Tam buğday unu, kepek ve ruşeym tabakalarını bünyesinde bulundurmakla kazandığı bu besinsel üstünlüklerin yanısıra, teknolojik açıdan bazı kayıplara da neden olmaktadır. Un ve son ürün rengi esmerleşmekte, unda kısa sürede ransid tat gelişmekte, küflenme ve böceklenme riski artmakta ve üretilen ekmeklerin hacimleri düşmektedir (Pomeranz, 1988; Pyle, 1988).

Jones (2006), yaptığı bir epidemiyolojik çalışmada, tam tahılların sağlık kalitesinin yükseltilmesinde etkili gıdalar olduğunu belirtmiştir. Bir miktar yenilen tahıl bazlı gıdalar özellikle de yağ, şeker, tuz ilave edilmemiş tam tahıllar ulusal diyet rehberlerinde bulunmaktadır (Truswell, 2002). Düşük kalorili, yüksek lifli, düşük şeker ve tuz içerikli ve daha az katkılı gıdalar daha sağlıklı bir hayat için tüketicilerin tercihi haline gelmiştir (Meuser ve ark., 1994). Bu yüzden düşük glisemik indeksli, önemli protein kaynağı olan, diyet lifi, vitamin ve antioksidan içeren ideal ekmekler dünya üzerinde popüler gıdalar haline gelmiştir (Lopez ve ark., 2001; Dewettinck ve ark., 2008).

Tam buğday unu ve bu unlardan üretilen ürünler ile ilgili bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Haris ve ark. (1950), yaptıkları çalışmalarında tam buğday ekmeklerin toplam tokoferol miktarının 1,30 mg/g, beyaz un ekmeğinin ise 0,28 mg/g olduğunu bildirmişlerdir.

Harland ve Harland (1980), rafine beyaz un ekmeği ile tam buğday ekmeklerinin mineral madde içeriklerini incelediklerini çalışmaları da, tam buğday unu ekmeklerinin rafine beyaz un ekmeklerine göre, demir içeriğinin yaklaşık % 120, fosfor içeriklerinin ise % 297 daha fazla olduklarını tespit etmişlerdir.

Bryson ve ark. (1980), yaptıkları çalışmalarında tam buğday unu ekmeklerinin enerji değerlerinin 216 kcal, % 70 randımanlı beyaz un ekmeklerinin ise 233 kcal olduğunu tespit etmişlerdir.

Pedersen ve ark. (1989), % 100 randımanlı tam buğday unu ile % 75 randımanlı unu karşılaştırmışlar, randımandaki bu artışı ile diyet lifi (4,3 kat), fosfor (2,9 kat), kalsiyum (1,8 kat), demir (2,7 kat), biotin (2,5 kat) ve folik asit (5,2 kat) miktarında da önemli artışlarını olduğunu tespit etmişlerdir.

Weaver ve ark. (1991), tam buğday unundan yapmış oldukları mayalandırılmış ekmeklerde absorbe edilen “Ca” miktarını yüksek bulmuşlardır.

Miller ve ark. (2000), tam taneli tahıl ve ürünlerinin antioksidan aktivitesi ile ilgili yapmış oldukları çalışmalarında; beyaz un ekmeklerinin 1200 Trolox eşdeğeri/100g, tam buğday ekmeklerinin ise 2000 Trolox eşdeğeri/100g antioksidan aktiviteye sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Jacobs ve ark. (2001)’da, oldukça ilginç bir çalışmaya imza atmışlar, 1977-1994 yılları arasında Norveç’te yaşayan insanlar (16933 erkek, 16915 kadın) tam buğday unu tüketimi ve bu kişilerin sağlık durumları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Belirtilen süreler arasında tam buğday unu ve bu unlardan üretilen ekmekler ile beslenen kişilerin ölüm oranlarının azaldığını, 1 dilim tam buğday ekmeği tüketen erkeklerin % 11,2 kadınların % 6,1; 3 dilim tüketen erkeklerin ise % 9,1, kadınların % 4,2 ölüm oranına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Ayrıca ekmeğin üretiminde ilave edilen tam buğday unu miktarının % 5’ten % 60’a çıkarılması ile de erkeklerde ölüm oranının % 3,6 azaldığı, kadınlarda ise % 1,1 azaldığını bildirmişlerdir.

Prabhasankar ve Rao (2001), yaptıkları bir çalışmada; farklı tipteki değirmenlerde öğütülen tam unların fonksiyonel, kimyasal ve fizikokimyasal karakterini incelemiştir. Taş, diskli, çekiçli ve valsli değirmenlerde buğdayın öğütülmesi esnasında sırasıyla 90, 85, 55 ve 35 °C sıcaklıkların oluştuğu tespit edilmiştir. Bu sıcaklık derecelerinin sonucu olarak, taş ve diskli değirmenlerde tam buğday ununun öğütülmesiyle, protein degradasyonu meydana gelmektedir. Ayrıca toplam amino asitlerde de, çekiçli ve diskli değirmenlere kıyasla büyük kayıplar tespit edilmiştir. Doymamış yağ asitlerince; özellikle de linoleik asit, taş değirmende en düşük seviyelerde iken (% 1,3), bunu sırasıyla diskli (% 2,2), çekiçli (% 2,8) ve valsli (% 3,8) değirmen unları takip etmiştir.

Pirayeshfar ve ark. (2001), Hindistan’a özgü bir fırın ürünü olan Chapati yapımında, tam buğday ununun ve emülgatör olarak % 0,5 oranında gliserol

monostearat'ın kullanımı ile daha yumuşak, güzel görünümlü ve tipik buğday aromasına sahip ürünlerin elde edildiğini tespit etmişlerdir.

Horvatic ve Eres (2002), tam buğday unundan yapmış oldukları bisküvilerde, hamurun hazırlanması aşamasında lisin aminoasidi açısından önemli bir kayıp olmadığı, ancak pişirme sonrasında % 27–47 arasında lisin kayıplarının olduğunu tespit etmiştir.

Manthey ve Schorno (2002), tam durum buğdayından makarna yaparak, bu makarnaların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelenmişlerdir. Elde edilen sonuçlar itibariyle; tam buğday unundan yapılan makarnanın yüzeyi kırmızımsı kahve rengi renkte, pürüzlü yapıda olmuştur. Ayrıca tam buğdaydan yapılan makarnanın, irmikten yapılanaya göre daha düşük mekaniksel güce, pişirme özelliklerine ve oldukça fazla pişirme kayıplarına sahip olduğu tespit etmiştir.

Truswell (2002), rafine una göre, tam buğday unlarının selenyum içeriğinin % 92 oranında daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Butt ve ark. (2004), esmer una % 10 oranında kepek ilavesiyle elde edilen ekmeklerin, tam buğday unuyla yapılan ekmeklerle kıyaslanabilecek duyuşal ve yapısal özelliklere sahip olabileceklerini tespit etmişlerdir.

Fredriksson ve ark. (2004), tam buğday unundan yapılan ekmeklerde akrilamid oluşumunda önemli bir ön madde olan asparajin miktarının, fermantasyon süresinin uzatılmasıyla azaltılabildiğini ortaya koymuşlardır.

Kihlberg ve ark. (2004), tarım sistemlerinin, öğütme ve pişirme teknolojilerinin tam buğday ununa etkilerini incelemişler; zedelenmiş nişasta miktarı, ekstensograf ve farinograf değeri, hamur gelişme süresi ve stabilitesine üzerine valsli değirmenlerde öğütülen örneklerin, taş değirmenlere göre daha iyi sonuçlar verdiklerini tespit etmişlerdir. Bu unlardan yapılan ekmeklerin duyuşal özelliklerinin daha iyi olduğunu rapor etmişlerdir.

Said-Wahab ve ark. (2004), kültüre aldıkları 8 farklı buğdayı, tam buğday ununa işleyerek, bu unların fitik asit içeriklerini incelemek için yapmış oldukları mayalı ve mayasız ekmeklerde istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir.

Sebecic ve Vedralina-Dragojevic (2004), tam buğday unu kullanarak yapmış oldukları bisküvilerde, yaklaşık olarak % 200 oranında çinko, % 150 oranında ise bakır artışının olduğunu tespit etmişlerdir.

Raccach ve ark. (2004), tam buğday unundan ekmek üretiminde fermantasyon sıcaklığının 25°C'den 35°C'ye çıkartılmasıyla fermantasyon süresinin 2,9 kat kadar azaltılabildiğini tespit edilmişlerdir.

Batifoulier ve ark. (2006), dokuz farklı buğday kültüründen elde etmiş oldukları tam buğday unlarını, % 75 randımanlı beyaz unları ile karşılaştırdıkları çalışmalarında, tam buğday unların ortalama 2,24-4,16 µg/g tiamin, 0,75-0,96 µg/g riboflavin ve 1,31-2,57 µg/g pridoksin'e sahip olduklarını, beyaz unların ise 1,25-2,20 µg/g tiamin, 0,43-0,58 µg/g riboflavin ve 0,27-0,52 µg/g pridoksin'e sahip olduklarını bildirmiştir. Aynı unlardan ekmek yapıldığında da, pişirilme sırasında tam buğday ekmeklerinde % olarak daha az B-vitamini kayıplarının (% 6 tiamin, % 25 pridoksin daha az) olduğu belirlenmiştir.

Karağaoğlu ve ark. (2008)'da, Ankara il merkezli üretilen farklı çeşitteki ekmeklerin özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, tam buğday unu ekmeklerinin ortalama protein (%), yağ (%), karbonhidrat (%) ve enerji(kkal) değerlerinin sırasıyla $9,9 \pm 2,6$, $1,7 \pm 0,3$, $54,7 \pm 4,9$ ve $274,7 \pm 32,4$ olduğunu, beyaz ekmeklerin ise bu değerinin yine aynı sırayla $8,7 \pm 0,9$, $1,5 \pm 1,2$, $58,3 \pm 3,8$ ve $283,3 \pm 9,6$ olduğunu bildirmişlerdir.

Hemery ve ark (2010); tam buğday unu ve rafine unun (0,55 küllü) fenolik asit miktarlarını inceledikleri çalışmalarında; beyaz unun ferulik asit cinsinden 72 ± 1 µg/g sinapic asid cinsinden 5 ± 3 µg/g, tam buğday ununun ise ferulik asit cinsinden 861 ± 33 µg/g, sinapic asit cinsinden 67 ± 4 µg/g toplam fenolik asite sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Tam buğday unundan üretilen fırın ürünleri daha esmer renkli ürünler vermektedir. Bu değişimde oksidasyon, Maillard ve karamelizasyon olayları besinsel değeri olumsuz etkilerken, doğal pigmentasyonu sağlayan karotenoid ve flavanoid renk maddeleri antioksidan fonksiyona sahiptir (Slavin, 2000). Yüksek randımanlı unlardan yapılan fırın ürünleri daha yüksek akrilamid oluşumu göstermektedirler. Uzun süreli maya fermentasyonu bu oluşumu sınırlayabilmektedir (Fredrikson ve ark., 2004). Öte yandan tam buğday unundan yapılan ekmekteki aşırı hacim düşünün sebebi, kabuk selülozunun seyreltici etkisi yanında, özellikle ruşeymdeki indirgen özellik gösteren glutathion mevcudiyetidir (Pomeranz, 1988; Pyle, 1988).

Bu bulgular, elde edilecek tam buğday ununun optimum granülasyonda olmasını, ruşeymin aşırı zarar görmemesi gereğini, enzimatik aktiviteye bağlı olarak mikro besin elementlerinin bozulmasını hızlandıran kepek ve ruşeym tabakalarındaki bu potansiyellerin kontrol altına alınması gerektiğini, ortaya koymaktadır. Bu da öğütme sırasında uygun bir diyagram modifikasyonu ile olumsuzlukların nedeni olan kabuk ve ruşeym tabakalarının fazla zedelenmeden ayırt edilmesi ve bazı fiziksel işlemlerle

olumsuzlukların giderilerek tekrar una karıştırılması veya tanenin doğrudan muamelesi yoluyla gerçekleştirilebilir (Elgün ve ark. 2009).

Un değirmenciliğinde amaç, maksimum oranda endosperm ayrışımını sağlayarak, minimum oranda kepek ve ruşeym gibi yan ürünlerin una karışmasının engellemektir. Çünkü öğütme prosesinde ekstraksiyon oranına bağlı olarak bu yan ürünlerden özellikle de ruşeym, una karışıkça, son ürünün depolama stabilitesini ve pişme kalitesini etkilemektedir. Bu nedenle tanenin yaklaşık % 2,5-3,0'lük kısmını oluşturan ruşeym değirmen teknolojilerinde ayrıştırılmaktadır. Fakat ayrıştırılan ruşeym buğday ununa göre, daha fazla protein (3 kat), yağ (7 kat), şeker (15 kat), mineral madde (6 kat) içeriğine sahiptir (Srivastava ve ark., 2007; Sudha ve ark., 2007). Yapılan birçok çalışmada da buğday ruşeymi ve ekstraktlarının özellikle antikanserojenik özelliğe sahip olduğu bilimsel olarak ortaya konulmuştur (Telekes ve ark.,2009). Ayrıca tokoferollerin en zengin kaynağı olan ruşeym, B grubu vitaminlerin ve doymamış yağ asitlerinde oldukça zengin bir kaynağıdır. Bu nedenle, özellikle ruşeymin stabilizasyonu depolama süresinin uzatılabilmesi açısından önemli olduğu kadar son ürün besinsel kalitesinin artırılması açısından da önemli bir bileşen rolündedir (Srivastava ve ark., 2007; Sudha ve ark., 2007).

Bu amaçla yapılan stabilizasyon çalışmalarının çoğu patentli çalışmalar olup, oldukça değerlidir. Literatür bilgilerine göre; otoklavlama, fırınlama, kavurma, kuru ısıtma işlemi, Infrared ısıtma, antioksidant maddeler ile muamele ve mikrodalga uygulamaları gibi farklı stabilizasyon metotları buğday tanesinin kepek ve özellikle ruşeym kısmına uygulanarak stabilizasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir (Rao ve ark., 1980; Sivri, 1991; Vetrmani ve ark., 1992; Kermasha ve ark., 1993; Klinker, 1994; Zwingelberg ve Fretzdorff, 1996; Pınarlı, 2004; Srivastava ve ark., 2007).

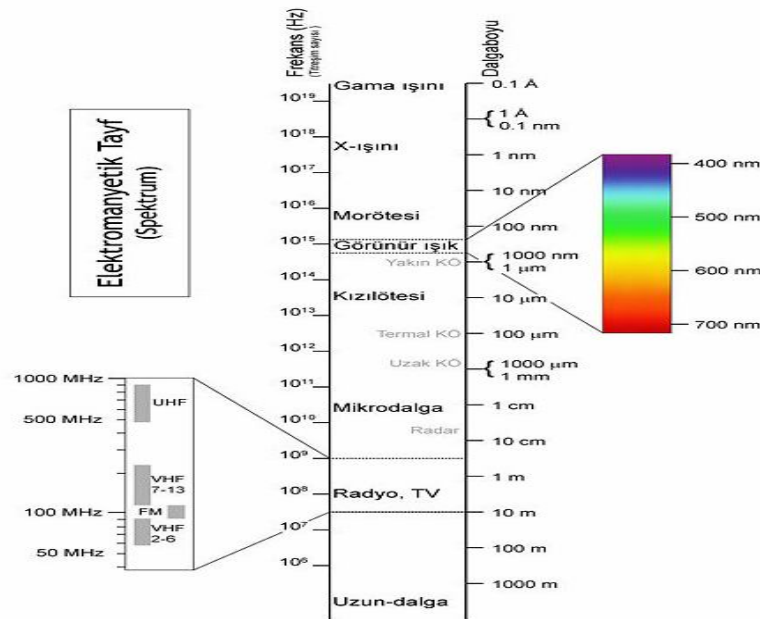
Kuru ısıtma, son üründe tat, aroma ve renk gibi bazı değişikliklere neden olmasının yanında enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları sonucunda, besinsel özelliklerde özellikle de esansiyel aminoasitlerde azalmaya sebep olmaktadır (İbanoğlu, 2002).

Bu nedenle gıda üreticileri gıdanın raf ömrünü uzatabilmek ve besin değerini koruyabilmek için yeni teknoloji ve yöntem arayışına girerek bazı teknolojileri uygulamaya başlamışlardır (Elez-Martinez ve ark., 2005; Liang ve ark., 2006). Mevcut teknolojilere alternatif yeni gıda işleme teknolojileri geliştirilirken, ürün kalitesinin iyileştirilmesinin yanı sıra zaman ve enerji tasarrufunun da sağlanması amaçlar arasındadır (Özkoç, 2010).

Bu stabilizasyon yöntemlerinden en eskilerinden birisi de basınçlı buhar yani otoklavlama işlemidir. Otoklavların asıl amacı, doymuş ve basınç altındaki su buharında 100 °C'nin üzerinde sterilizasyon (Karadağ, 2005) olsa da, bir çok çalışmada özellikle de ruşeym stabilizasyon metodu olarak literatürlerde yerini almıştır (Srivastava ve ark., 2007; Sudha ve ark. 2007).

Son zamanlarda da gıdalara ışın uygulamaları oldukça popüler hale gelmiştir. Işınlama prosesleri birçok üründe dezenfeksiyon ve sterilizasyon sağlamakla kalmayıp, son ürünlerin raf ömrünü ve besinsel değerlerini geliştirmektedir. Uluslararası pek çok çalışmaya bakıldığında ışınlama proseslerinin özellikle buğday üzerinde uygulandığı, gerek mikrobiyolojik kalitesi gerekse entomolojik kalitesi açısından oldukça başarılı sonuçlar verdiği, hatta bu buğdaylardan yapılan ekmeklerin daha kaliteli olduğu ortaya konulmuştur (Singer ve ark., 2006).

Bu ışınların tümü elektromanyetik tayf içinde yer almaktadır. Elektromanyetik tayf (spektrum), dalga boylarına göre atom altı değerlerden başlayıp (*Gama ışını veya X-ışını*) binlerce kilometre uzunlukta olabilecek radyo dalgalarına kadar birçok farklı radyasyon tipini içerir. İnsan gözünün algılayabildiği tek radyasyon tipi olan görünür ışık, elektromanyetik tayfta çok ince bir aralık bandında yer almaktadır (Anon., 2010a). Şekil 1.1'de elektromanyetik tayfin ve bazı ışınım (*radyasyon*) türlerinin tayf üzerindeki yaklaşık yerlerini gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Elektromanyetik spektrum ve bazı ışınım (*radyasyon*) türlerinin tayf üzerindeki yaklaşık yerlerini gösterir illüstrasyon.

Elektromanyetik radyasyon, başlıca yedi kategoride incelenir. Bunlar düşük frekanstan yüksek frekansa doğru radyo dalgaları, mikrodalga, kızılötesi (IR), görünür ışık, morötesi (UV), X-ışınları ve Gama ışınlarıdır (Anon., 2010a).

Mikrodalgalar; infrared dalgalardan daha uzun, radyo dalgalarından daha kısa, dalga boyuna sahip yüksek frekanslı radyasyonlardır (Karakaya, 1991; Özkütük, 2005). Mikrodalga ısıtma işlemi değildir (Buffler, 1993). Mikrodalga gıdanın iç kısımlarına ulaştığı anda o bölgedeki pozitif ve negatif yüklü su molekülleri ile etkileşerek, bu molekülleri titreştirir. Böylece moleküllerin sürtünmesiyle ısı enerjisi açığı çıkmaktadır (Türker ve Elgün, 1998). Mikrodalga ısıtma işleminin, geleneksel ısıtma metotlarına göre daha hızlı ısıtma, daha etkin enerji, kusursuz proses kontrolü, son üründe de daha yüksek besin değeri gibi gıda endüstrisinde kullanımının birçok avantajları mevcuttur (Decareau ve Peterson, 1986; Dağlıoğlu ve ark., 2000; Seyhun ve ark., 2004). Mikrodalga enerjisinin eşsiz ısıtma kabiliyeti hem ev hem de gıda endüstrisinde kullanımını birçok alanda avantajlı hale getirmiştir (Dağlıoğlu ve ark., 2000).

Son yıllarda, gıdaların ısıtma işlemleriyle korunmasında gıdanın yapısında yüksek sıcaklıkların etkisiyle açığa çıkan olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacıyla da "ısıtılmayan yollarla" gıda muhafaza yöntemleri önem kazanmıştır (Elez-Martinez ve ark., 2005; Liang ve ark., 2006). Bu nedenle son yıllarda araştırmalar soğuk sterilizasyon yöntemleri üzerine yoğunlaşmış ve ısıtma işlemi alternatif olarak endüstriyel anlamda kullanılmaya başlamıştır (Turhan ve ark., 2006).

Ultraviyole (UV) radyasyon, güneşten gelen ve dalga boyu insan gözünün görebildiği ışıklardan daha kısa ancak X-ışınlarından daha uzun olan, 10 nm- 400 nm dalga boyu aralığında, mor ötesi ışıklara denir (Özkütük, 2005; Turhan ve ark., 2006; Anon., 2010a; Anon., 2010b). UV radyasyon kaynakları arasında; güneş ışığı ve suni kaynaklar (Uzun, Kısa ve Orta Dalga UV lambaları) gösterilebilir. (Turhan ve ark., 2006). UV radyasyon, dalga boyuna göre; yakın-UV (near-UV, 380-200 nm) ve uzak-UV (extreme- UV, 200-10 nm) olarak ikiye ayrılabilir. İnsan sağlığına ve çevreye etkileri göz önüne alındığında UV-A (Uzun UV, Long Wave UV, siyah ışık; 380-315 nm), UV-B (orta UV, Medium Wave UV; 315-280 nm) ve UV-C (kısa UV, Short Wave UV, Germisidal UV; 280-10 nm) olarak üç bölümde incelenebilir (Özkütük, 2005). UV-A, dünyaya büyük miktarda erişir. Çoğu UV-A ışınları ozon tabakasından doğrudan geçer. UV-B radyasyon çoğu stratosferde ozon tarafından soğurulur. UV-C radyasyon yüksek enerjili olduğundan potansiyel olarak en fazla zararlıdır. Ama, bütün UV-C

stratosferde oksijen ve ozon tarafından soğurular ve dünya yüzeyine erişmez. Kısa dalga UV radyasyonu (UV-C); bakteriler, virüsler, mantarlar, maya ve algler gibi çoğu mikroorganizma için öldürücü etkiye sahiptir (Turhan ve ark., 2006). Ultraviyole özellikle sterilizasyon işlemlerinde sıkça kullanılan, kısa dalga boyu ve yüksek enerjisi nedeniyle her çeşit mikroorganizmayı öldürebilen niteliktedir (Boylan ve ark., 1987; Ishida ve ark., 1991). Son yıllarda özellikle de meyve- sebze ürünlerinde yüzey dezenfeksiyonu amacıyla yoğun olarak kullanılan bir yöntem haline gelmiştir (Turhan ve ark., 2006).

Kızılötesi radyasyon (dalga boyu; 0,76-1000 mm), bir başka ifade ile Infrared ışına, ısı enerjisi, radyo frekansı ve mikrodalga ile ısıtmada olduğu gibi elektromanyetik dalga olarak transfer etmektedir. Diğer yandan kızılötesinin elektromanyetik spektrumdaki yeri görünür ışıkla mikrodalga arasındadır. Kızılötesi radyasyon, yakın-kızılötesi (0,76-2 mm), orta-kızılötesi (2-4 mm) ve uzak-kızılötesi (4-1000 mm) olarak sınıflandırılmaktadır. Gıda maddeleri, kızılötesi radyasyona maruz bırakıldıklarında, ortaya çıkan enerjiyi değişen oranlarda soğurma kabiliyetine sahiptirler. Son zamanlarda infrared ısıtma, gıda endüstrisinde yaygın olarak kurutma, pişirme, çözdürme, pastörizasyon ve sterilizasyon gibi ısı işlemlerde kullanılmaktadır (Özkoç, 2010). Infrared (kızıl ötesi) ısıtma da gıdalarda çokça kullanılan, geleneksel ısıtma yöntemlerine göre, ekipmanlarının basit ve esnek kullanım alanlarına sahip olması, daha üniform bir ısıtma şekli olması, kalite kayıpların daha az olduğu, daha basit ve daha az ısıtma süresi sunan ve önemli oranda enerji tasarrufu sağlayan bir ısıtma şeklidir. (Krishnamurthy ve ark., 2008; Özkoç, 2010). Infrared ısıtmanın bir diğer özelliği de gıda teknolojilerinde proses gereği kullanılan ısıtma, pişirme, kızartma, pastörizasyon ve sterilizasyon gibi prosesler ile kolayca kombine edilebilmesidir. Yapılan birçok çalışmada gıdaların gerek mikrobiyal yüklerinin azaltılmasında gerekse besinsel öğelerinin korunmasında infrared ısıtmanın etkili olduğu ortaya konmuştur (Krishnamurthy ve ark., 2008). Kızılötesi ısıtmanın en çok kullanıldığı alanlardan biri kurutmadır. Diğer yöntemlerle (konvektif kurutma, dondurarak kurutma gibi) karşılaştırıldığında, düşük maliyetle yüksek kalitede ürün elde etme olanağı sağladığı bildirilmektedir (Krishnamurthy ve ark., 2008; Özkoç, 2010). Infrared ısıtma gelecek vaat eden bir ısıtma tekniği olup, son yıllarda özellikle yüzey kurutmada ve meyve-sebze ürünlerinde yoğun olarak kullanılmaya başlamıştır. Fakat her gıda maddesinde kullanım olanağı gıdanın çeşidi, kalınlığı, kızılötesi ısıtma kaynağının nüfuz derinliği gibi etkenlere bağlı olarak gıda kurutma başarısı oranını değiştirmektedir. Gıda

örnekleri uzun süre kızılötesi radyasyona maruz kaldıklarında yapısal özelliklerinde bozulmalar meydana geldiği de belirtilmektedir (Sandu, 1986; Özkoç, 2010).

Bu stabilizasyon metotları ile ilgili yapılan literatür bilgilerine bakıldığında ise;

Tao (1989); mikrodalga, kuru ısı işlem, otoklav ve gama ışınları ile pirinç kepeğinin stabilizasyonu üzerinde yaptığı çalışmada, stabilizasyon işlemleri uygulandıktan sonra pirinç kepeklerini ambalajlı olarak 33 ± 2 °C'de, % 75 ± 5 nispi nemde 4 hafta süreyle bekletilmiştir. Sonuç olarakta, serbest yağ asitlerinin (FFA) mikrodalga stabilizasyonu ile % 4,0-6,2 oranında arttığını, işlem görmeyen kontrol grubu kepeklerde ise % 4,0-68,0 oranında bir artış görüldüğünü bildirmiştir. Bu sonuçlara göre de, kepek stabilizasyonun da en etkili yöntem olarak mikrodalga işleminin olduğu ve otoklavlama işleminin de FFA açısından mikrodalga kadar başarılı olduğu ve daha iyi renk ve besinsel özellikler verdiğini tespit etmiştir.

Akşit ve ark. (1993)' da, mikrodalga enerjisinin sterilizasyon etkinliğini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmalarında *S. aureus*, *E. coli*, *P. aeruginosa* bakteri suşlarının 1 dakika sonunda öldüklerini tespit etmişlerdir.

El-Adawy (1997), susam kepeğine stabilizasyonu amacıyla otoklavlama işlemi uygulamış ve bu susamları % 72 randımanlı buğday unlarına % 14, 16, 18 ve 20 protein oranlarında ilave etmek suretiyle elde ettiği ekmeklerin kalitatif ve besinsel özelliklerini incelemiştir. Elde ettiği sonuçlara göre de, her protein seviyesinde otoklavlanmış susam kepeği ilavesinin, ham susam kepeği ilaveli olanlara göre ekmek hacimlerin daha yüksek olduğunu, organoleptik özelliklerinin de (renk, tekstür ve genel kabul edilebilirlik) geliştiğini tespit etmiştir. Ayrıca otoklavlanmış susam kepeği ilavesiyle üretilen ekmeklerin % 1,86 ham lif, % 2,83 kül, 37,2 g toplam esansiyel amino asit, % 77,8 protein sindirilebilirliğine sahip olduğu, otoklav işlemi uygulanmayanların ilavesiyle üretilen ekmeklerde ise % 1,73 ham lif, % 2,43 kül, 36,1 g toplam esansiyel amino asit, % 74,7 protein sindirilebilirliğinin olduğu tespit edilmiştir.

De Kock ve ark. (1999) yaptıkları çalışmalarında, 10 farklı buğdaydan elde ettikleri farklı iriliklere inceltelen kepeklere stabilizasyon amacıyla otoklavlama işlemi uygulanmışlar, işlem sonucunda ise tekrar beyaz un ile karıştırarak remiks unların özelliklerini incelemiştir. Sonuç olarak; otoklav işleminin akıbetinde lipaz aktivitesinin gerilediği, ekmek hacimlerinin yükseldiği, daha kaliteli ve raf ömrü uzun ürünleri elde edildiğini bildirmişlerdir.

Marathe ve ark. (2002), tam buğday ununa uygulamış oldukları gama ışınlarının fizikokimyasal ve besinsel özelliklerine ve bu unlardan yapılan chapati ürünü ve

duyusal özellikleri üzerine etkisini araştırmışlar, elde ettikleri sonuçlara göre de ışın uygulamasının gerek un kalitesi, gerekse ürün kalitesi üzerine olumsuz bir etkinin olmadığını ve hatta raf ömrünün uzattığı, duyuşal özelliklerinin geliştiğini bildirmişlerdir.

Hebbar ve ark. (2003), mikrodalga ve infrared radyasyonunun bal ve bal kalitesi üzerine etkisi araştırdıkları bir çalışmada, mikrodalga ve infrared işlemlerinin balların mikrobiyolojik kalitesi geliştirdiği, mevcut uygulanan geleneksel termal proseslere göre, özellikle mikrodalga işleminin oldukça hızlı ve başarılı bir yöntem olduğunu ve bal üretimi teknolojisine kazandırılmasının faydalı olabileceğini bildirmişlerdir.

Pınarlı ve ark. (2004), makarna ürürünün buğday ruşeymi ile zenginleştirilmesi üzerine yaptıkları çalışmada, mikrodalga stabilizasyon işlemlerine tabi tuttukları % 15 oranında buğday ruşeymini, % 85'lik irmiklere ilave ederek üretimi gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarakta makarnaların duyuşal özelliklerinin, mikrodalga işlemleri uygulan ruşeymlerin ilavesi ile üretilenlerin, ham ruşeym ve % 100 irmik ile üretilenlere göre daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Hidaka ve Kubota (2006), buğday tanesi yüzeyinde bulunan mikroorganizmalar üzerine yaptıkları çalışmada 254 nm ve 97 W/m² ultraviyole radyasyonu kullanmak suretiyle, 6,3 saat sonunda bakteriler ve 5,6 saat sonunda da küfler üzerinde % 90 oranında sterilizasyon sağlayabildiğini bildirmişlerdir.

Singer ve ark. (2006)'da, buğday tanelerine farklı dozlarda (0, 0,5, 1,0 ve 2,0 kGy) gama ışınları uyguladıkları çalışmada, gerek un kalitesi, gerekse bu unlardan yapılan Fransız tip ekmeklerin kalitatif ve duyuşal özelliklerinde, olumsuz değişiklerin olmadığını bildirmişlerdir.

Srivastava ve ark. (2007)'da, buğday ruşeymine stabilizasyon amacıyla mikrodalga ve otoklav işlemleri uygulandığında lipaz aktivitesinin tamamiyle kaybolduğunu ve depolama stabilitesinin arttığını bildirmişlerdir.

Vadivambal ve ark. (2007), pilot tipi mikrodalga enerjisini 250, 300, 400 ve 500 Watt gücünde 28 ve 56 saniye süreler uygulamışlar ve farklı oranlarda tavllanmış (% 14, 16 ve 18) ve depolanmış buğdaylarda yaygın olarak görülen *Tribolium castaneum*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Sitophilus granarius* böceklerinin gelişimini incelemişlerdir. Sonuç olarak süre ve mikrodalga enerji gücü arttıkça, böceklerin ölüm oranlarının arttığı, son üründe bu böceklerin tamamiyle yok olduğu, mikrodalga ısıl işleminin ürüne zarar vermediği tespit edilmiştir.

Yadav ve ark. (2010), tam buğday ununa stabilizasyon amacıyla otoklav (0,352 kg/cm²- 10 dakika) ve mikrodalga (900 Watt-2450MHz-80 saniye) işlemleri uygulamışlar, işlem sonucunda tam buğday unlarından Hindistan'a özgü bir tahıl bazlı ürün olan Chapatileri üretiminde kullanmışlardır. Sonuç olarak uygulanan stabilizasyon ile tam buğday unlarının polifenoloksidaz enzimlerinin azaldığını, ve buna bağlı olarak raf ömrünün arttığı ve son ürün kalitesinin de değişmediğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Benzer konuda daha önce yapılan bir çalışmada (Elgün ve ark. 2009), kuvvetli buğdayların tam buğday unu üretimine daha uygun oldukları tespit edildiğinden; bu çalışmada, Bezostaya-1'in orta ve yüksek kuvvette iki çeşidine yer verilmiştir.

Denemelerde kullanılan buğday örnekleri bir un değirmeninden (Alaybeyi Un Fabrikası, Konya), tarladan hasat edildiği nitelikte temin edilmiş, laboratuvar şartlarında temizlenmiş ve kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme planı

Tam buğday unu üretimi denemeleri; orta ve yüksek kuvvetli iki farklı Bezostaya-1 çeşitinin öğütülmesiyle elde edilen kepekli materyalin, kontrole karşı dört farklı stabilizasyon işlemine (otoklav, ultraviyole, mikrodalga ve infrared) tabi tutularak ve 2 tekerrürlü olarak, (2 x 5) x 2 şeklinde düzenlenen tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre yürütülmüştür (Düzgüneş ve ark.,1987).

3.2.2. Tam buğday unlarının elde edilmesi

Denemelerde kullanılan 2 farklı kuvvetteki temizlenmiş Bezostaya-1 buğday çeşitlerine (orta ve yüksek kuvvette) % 16 su esasına göre tavlama işlemi uygulanmıştır. Tavlamayı takiben 24 saat süreyle hermetikli kapatılmış cam kavanozlarda dinlendirilmiştir. Verilecek su miktarı hesabında da, aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$X = [(D_1/D_2) \times W] - W$$

X = Verilecek su miktarı; D_1 = Örnek kuru maddesi

D_2 = Örnekte istenen kuru madde; W = Buğday miktarı

Tavlanmış buğdaylar laboratuvar tipi valsli değirmende (Chopin, CD 1, Villeneuve La Garenne, Fransa) öğütülerek; un, irmik, ince ve kaba kepek fraksiyonları elde edilmiştir.

Kırma valsinde elde edilen fraksiyonlardan un ve kaba kepek bir kenara ayrılmış, irmik ise redüksiyon sistemindeki düz valslerden 2 defa geçirilerek una indirgenmiştir.

Değirmenin redüksiyon sisteminden arta kalan ince kepek ise, daha önce kırma valsinden ayrılan kaba kepeklerle karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışım, çekiçli değirmende (Perten, LM 3100, Perten Instruments AB, Huddinge, İsveç) 500 mikron çaplı göz açıklığı bulunan elek kullanılarak, öğütülmüştür. Böylece 500 mikron ve aşağı partikül iriliğinde yaklaşık % 35 ± 1 randımanda öğütülmüş kepekli fraksiyon elde edilmiştir.

Daha sonra elde edilen bu kepekli fraksiyonlara, dört farklı stabilizasyon işlemi (Otoklav, Mikrodalga, Ultraviyole ve Infrared) ayrı ayrı uygulanmıştır.

Her iki öğütme ünitesinden elde edilen unlar bir araya getirilerek; yaklaşık % 65 ± 1 randımanda beyaz un elde edilmiştir.

Stabilizasyon işlemleri uygulanan kepekli fraksiyonlar, daha önce ayrılan % 65 ± 1 randımanlı beyaz una ayrı ayrı ilave edilip; karıştırılarak, tam buğday unları (% 100) elde edilmiştir. Elde edilen bu tam buğday unları, polietilen torbalara alınarak olgunlaşması için oda şartlarında 21 gün süreyle bekletilmiş, akabinde de analize tabi tutulmuştur.

3.2.3. Stabilizasyon işlemlerin uygulanması

Uygulama normları, daha önce Elgün ve ark. (2009) tarafından yürütülen bir çalışmanın sonuçlarına göre belirlenmiştir.

Stabilizasyon amacıyla uygulanan normlar aşağıdaki şekildedir:

- i. **Otoklavda** Stabilizasyon: Kepekli fraksiyonlar, nem almayacak şekilde ağızları sıkı şekilde bağlanmış otoklavlanabilir poşetler içinde, otoklavda (Hiclave Model HV-50L Hirayama, Japonya), 121 °C'ye ulaştıktan sonra, 15 dakika bekletilerek stabilize edilmiştir.
- ii. **Mikrodalga** Isıtma: Kepekli fraksiyonlar, 750 Watt gücündeki mikrodalga fırında (Arçelik ARMD- 580, İstanbul, Türkiye) 100 g'lık partiler halinde ve 3 mm derinliğinde olacak şekilde cam bir kap içerisinde işleme tabi tutulmuştur.

Stabilizasyon işlemi ise, kepekli fraksiyonların sıcaklığı 70 °C'ye ulaştıktan sonra, ısıtma olmaksızın 1 dakika daha mikrodalga fırın içerisinde kapağı kapalı şekilde bekletilerek yapılmıştır.

- iii. **Infrared** Isıtma: 100 gramlık partiler halinde ve 3 mm derinliğinde olacak şekilde cam ve altındaki ayna düzeneğinden oluşan bir platforma yayılan kepekli fraksiyonlar, infrared lamba (Philips, IR-250R 250 W, Eindhoven, Hollanda) vasıtasıyla, ürün içi sıcaklığı 70 °C'ye ulaşmaya kadar ısıtılmış, bu sıcaklık derecesinde ulaştıktan sonra da 1 dakika daha bekletilerek infrared stabilizasyonu gerçekleştirilmiştir.
- iv. **Ultraviyole** Radyasyon: Flow kabin ortamındaki UV lamba (Nüve LN-120, Ankara, Türkiye, 30 Watt, 254 nm) vasıtasıyla, 3 mm derinliğinde yayılan kepekli fraksiyonlara, 3 dakika süre ile ultraviyole radyasyonu uygulanmıştır.

Daha homojen ve etkin bir stabilizasyon sağlanması için; infrared ve ultraviyole stabilizasyon işlemleri uygulanmadan evvel, kepekli fraksiyonlar 100 gramlık partiler halinde; 0,2 x 20 x 20 cm ebatlarına sahip cam bir platformun üzerine, derinliği 3 mm'yi geçmeyecek şekilde düzgün bir şekilde yayılmıştır. Kepekli fraksiyonların aralarında ise, uygulanan infrared ve ultraviyole ışınlarının, materyalin alt kısımlarına da etki edebilmesi amacıyla, yaklaşık 1cm²'lik boşluklar bırakılmıştır. Cam platformun alt kısmına ise, yine aynı ebatlara sahip bir ayna düzeneği yerleştirilmiştir.

Sıcaklığın etkin olduğu, kuru stabilizasyon işlemlerinde (Mikrodalga ve infrared), ön denemelere elde edilen sonuçlar itibariyle, ürün sıcaklığı dikkate alınarak, 70 °C'a ulaştıktan sonra, 1 dakikalık bekleme süresi uygulanmıştır.

Sıcaklık etkisinin söz konusu olmadığı UV uygulamasının buğday kalitesine etkisi üzerine bir ön deneme yapılmıştır. Denemede, 3 mm derinliğinde Bezostaya-1 sert buğdayları 1, 2, 3, 5 ve 10 dakika süreyle UV (30 Watt, 254 nm'de) ışınlamaya tabi tutulmuştur. Daha sonra her bir buğday örneği valsli değirmende asıl denemelerde olduğu gibi öğütülmek suretiyle tam buğday haline getirilmiştir. Elde edilen 5 farklı işlem süresi uygulanan buğday örneklerinde 2 paralelli ve 2 tekerrürlü olarak Zeleny sedimentasyon testleri yapılmıştır. 1, 2 ve 3 dakika UV uygulamaları sonunda 14 cc olan Zeleny sedimentasyon değerleri, 5 dakika sonunda 13 cc'ye ve 10. dakika sonunda ise 12 cc'ye düşmüştür. Sonuç olarak UV uygulamasında, sıcaklık yükselmesinin söz konusu olmadığı ve 3 dakikalık uygulama süresinde buğday kalitesinde herhangi bir düşüş tespit edilmeyen en uzun süre olduğu için, bu süre denemelerde optimum norm olarak kabul edilmiştir (Elgün ve ark., 2009).

Denemelerde buğdaylardan bir kısmı da aynı öğütme proseslerinden geçirilmiş, stabilizasyon uygulanmaksızın doğrudan karıştırılarak, **kontrol** grubu olarak değerlendirilmiştir.

3.2.4. Analitik analiz metotları

3.2.4.1. Buğday örneklerinin fiziksel analizleri

Denemelerde kullanılan buğday örneklerinde fiziksel olarak, hektolitre (kg/hl), bin tane ağırlığı (g), tane iriliği (%) ve sertliği (%) analizleri, Elgün ve ark. (2005)'e göre yapılmıştır. Ayrıca öğütülen buğday örneklerinin renk okumaları L*, a* ve b* değerleri cinsinden Hunter Lab Color Quest II Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) cihazı kullanılarak L* değeri [(0) siyah-(100) beyaz], a* değeri [(+) kırmızı- (-) yeşil] ve b* değeri [(+) sarı-(-) mavi] cinsinden ölçülmüştür (Francis, 1998).

3.2.4.2. Buğday örneklerinin kimyasal analizleri

Denemelerde kullanılan buğday örneklerinin su miktarı tayininde 135 °C'de 2,5 saat kurutma normu uygulanarak hesaplanmış (AACC 44-19), ayrıca bu örneklerin protein tayini Kjeldahl metoduyla yapılmış (AACC 46-12), sonuçlar 5,70 çarpım faktörü ile kuru madde esasına göre verilmiştir (AACC, 1990). Kül tayini AACC 08-01 metodu kullanılarak, Ham yağ miktarı AACC 30-25'e, Ham lif miktarı ise AACC 32-10'a, göre yapılmıştır (AACC, 1990).

3.2.4.3. Buğday örneklerinin fizikokimyasal analizleri

Zeleny sedimantasyon tayini ICC-Standart No:116/1 metoduna göre (ICC, 2002) belirlenmiştir. Uzatmalı sedimantasyon tayininde, normal sedimantasyon testinden farklı olarak, brom fenol mavisi eklendikten ve 2 saat bekletildikten sonra ölçüm yapılarak modifiye edilmiştir (Greenaway ve ark., 1965). Yaş gluten miktarı ile Gluten indeks değerinin (AACC 38-12) tespitinde Glutomatic-2200 yıkama cihazı ve Centrifuge 2015 santrifüj sistemlerini içeren cihazlar (Perten Instruments AB,

Huddinge, İsveç) ve kuru gluten miktarının belirlenmesinde ise Glutork 2020 cihazı (Perten Instruments AB, Huddinge, İsveç) kullanılmıştır (AACC, 1990).

3.2.4.4. Tam buğday unu örneklerinin reolojik özellikleri

Tam buğday unu örneklerinin farinograf özellikleri ICC Standart Metod No: 115/1'e göre, ekstensograf özellikleri ise ICC Standart Metod No: 114/1'e göre tespit edilmiştir (ICC, 2002).

3.2.5. Araştırma metotları

Stabilizasyon işlemlerine tabi tutulan kepekli fraksiyonların, beyaz un kısmı ile birleştirilmesi sonucu elde edilen tam buğday unları üzerinde; depolama stabilitesi, kalitatif değişimler, hamur ve ekmek özellikleri ile bu ekmeklerin de bazı besinsel değişimleri incelenmiştir.

3.2.5.1. Tam buğday ununun depolama stabilitesi

Bu kapsamda, böceklenme durumu (larva ve canlı böcek sayımı), mikrobiyolojik yük değişimi (küf-maya sayımı) ve su aktivitesi testleri uygulanmıştır.

Daha önceki çalışmamızın sonuçlarına göre (Elgün ve ark., 2009), böceklenme durumunun tespiti amacıyla, ön deneme olarak öğütülmüş tüm tam buğday unları oda şartlarında 90 günlük bir depolamaya; bunun yanı sıra bir de süre bakımından hızlandırılmış olarak 34 ± 1 °C'de, % 65 nispi nemde 35 gün süre ile kontrollü şartlarda depolamaya bırakılmıştır. Tam buğday unları ağızları tülbentle kapatılmış cam kavanozlara 25'şer gram örnekler halinde konulmuş ve bu şekilde depolanama periyotlarında takip altına alınmıştır. Bu ön denemelerin sonuçlarına göre, depolama stabilitesi açısından her iki takip periyodunun birbirinden farksız olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla, daha hızlı sonuç alınması açısından, bu denemede 34 ± 1 °C'de , % 65 nispi nemde 35 günlük hızlandırılmış depolama süreli stabilizasyon normu olarak alınmış olup, bu sürenin sonunda böceklenme durumuna bakılmıştır. Larva ve canlı böcek sayısı, Hill (1990)'a göre belirlenmiştir.

Stabilizasyon işlemini takibinden remiks yapılarak oda şartlarında 21 gün süre ile olgunlaşma periyoduna bırakılmış tam buğday unu örneklerinde mikrobiyolojik kalite göstergesi olarak da küf-maya sayımı yapılmıştır (Anonim 2005).

Su aktivitesi değerleri, AquaLab Series 3TE (Decagon Devices, Inc., Pullman, Washington) marka cihaz kullanılarak belirlenmiştir (Certel ve ark., 2009). Ölçüm öncesi cihaz saf su ile ($1,000 \pm 0,001$) kalibre edilmiştir.

3.2.5.2. Tam buğday unlarındaki kalitatif değişimler

21 günlük olgunlaşma periyodunun ardından, tam buğday unlarının; renk, yaş öz miktarı ve gluten indeks değerleri, Zeleny sedimentasyon ve uzatmalı sedimentasyon testleri madde 3.2.4.3.'de, hamurun reolojik değerlerini belirlemek amacıyla da farinograf ve ekstensograf analizleri madde 3.2.4.4.'de anlatıldığı şekilde yapılmıştır. Tam buğday unlarının amilolitik aktivitesi de, AACC 56-81b'ye göre belirlenmiştir.

3.2.5.3. Ekmek denemeleri

Ekmek pişirme denemelerinde direkt pişirme metodu (AACC 10-10) Türk usulü ekmeklere göre modifiye edilerek kullanılmıştır. Bunun için, 100 g esasına göre, üç hafta dinlendirilmiş tam buğday unlarından homojen bir şekilde alınmıştır. Daha sonra önceden tespiti yapılan farinograf değerleri baz alınarak, bu değerlerin 2 birim daha az miktarda (cc) su verilerek ve % 1,5 sofrata tuzu, % 3,0 yaş maya ilave edilerek olgun hamur elde edilene kadar yoğrulmuştur. Bu hamurlar, % 80-90 nispi nemde ve 30°C sıcaklıkta 2 defa 30 dakikalık kitle fermantasyonuna bırakılmış ve bu süreler sonunda katlanıp havalandırılmıştır. Daha sonra da ekmek hamuruna son şekli verilip, 30 °C'de 50 dakika süreyle son fermantasyona tabi tutulmuştur. Kabaran hamurlar 250 ± 5 °C'de 15 dakika süre ile fırında (Arçelik ARMD-580, Türkiye) pişirilmiştir. Elde edilen ekmeklerin, fırın çıkışında ağırlık ve hacim ölçümleri yapılmış, spesifik hacim değerleri de hesaplanmıştır. Ekmekler, bir saat sonra polietilen torbalara konularak ağızları kapatılmıştır (Elgün ve ark., 2005).

24 saat sonra simetri, tekstür ve ekmek içi gözenek yapısı puanlanarak (0-10) değerlendirilmiştir (Elgün ve ark., 2005).

Elde edilen ekmek paralellerinden biri 24 saat, diğeri 72 saat sonra polietilen torbadan çıkartılarak testere ağızlı elektrikli bıçak ile özel yapılmış kalıbı içinde 20 mm

kalınlığında 5 ayrı dilime kesilmiş, orta dilimi renk tayininde kullanılmış, iki yan dilimin içe bakan yüzeylerinde sertlik ölçümü yapılarak, Newton/cm² (N/cm²) cinsinden ölçülmüştür (Elgün ve ark., 1985).

Ekmek örneklerinin rengi L*, a* ve b* değerleri cinsinden Hunter Lab Color Quest II Minolta CR 400 cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Francis, 1998).

Küf ve maya sayımı için, her bir ekmek örneğinin iç kısmından aseptik koşullarda 10 g tartılarak içinde 90 ml % 0,85'lik fizyolojik tuzlu su bulunan steril poşete konulmuş ve stomacher ile 5 dakika homojenize edilmiştir. Elde edilen 10⁻¹'lik dilüsyondan 1 ml alınarak içinde 9 ml dilüsyon sıvısı bulunan tüpe ilave edilmiş, işlem aynı şekilde tekrarlanarak seri dilüsyonlar elde edilmiştir. Küf-Maya yükünü belirlemek için, hazırlanan dilüsyonlardan 0,1 ml alınarak Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar'a (DRBC) paralelli olarak, yüzeye yayma yöntemi ile ekim yapılmış, Petri kapları 25 °C'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda küf ve maya sayımı yapılmıştır (Certel ve ark., 2009).

Su aktivitesi değerleri, 3.2.5.1.'de belirtildiği gibi ekmek içinden homojen bir şekilde örnekleme yapılmak suretiyle tespit edilmiştir (Certel ve ark., 2009).

3.2.5.4. Besinsel analizler

Analiz öncesinde bütün tam buğday unu ekmek örnekleri 50 °C'de 18 saat süreyle hava sirkülasyonlu kurutma dolabında (Nüve FN-500, Ankara, Türkiye) kurutulmuş ve ardından el blenderi (Moulinex Super Juniors, Paris, Fransa) kullanılarak, 500 µ elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Granüler formdaki örnekler daha sonra ağzı tamamen kapalı polietilen torbalar içinde besinsel analizlerde kullanılmak üzere derin dondurucuda muhafaza altına almıştır.

3.2.5.4.1. Protein tayini

AACC 46-12 metoduna göre, Kjeldahl metoduyla yapılmış olup, 5,70 çarpım faktörü kullanılarak hesaplanmış, sonuçlar kuru madde esasına göre, oransal (%) olarak verilmiştir (AACC, 1990).

3.2.5.4.2. Mineral madde

0,5 g kuru ve öğütülmüş tam buğday ekmek örnekleri, 10 ml HNO₃ + H₂SO₄ kullanılarak mikrodalga (Mars 5, CEM Corporation, USA) yaş yakma metoduyla yakılmış, elde edilen süzüklerde mineral madde içerikleri ICP-AES (Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry) cihazında (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) tayin edilmiştir (Skujins, 1998).

3.2.5.4.3. Sindirilebilirliği protein ve mineral madde oranı

Sindirilebilir protein ve mineral madde oranları, in-vitro olarak Bookwalter ve ark. (1987) ve Saharan ve ark. (2001)'na göre, modifiye edilerek belirlenmiştir. 1 gram kurutulmuş ve öğütülmüş tam buğday unu örneği üzerine 25 ml pepsin çözeltisi (0,03 N 1 litre HCl + 2 gram pepsin) ilave edilip karıştırılarak, bu karışım çalkalamalı su banyosunda 40 °C'de 3 saat tutulmuş, bu sürenin sonunda her bir örnek standart külsüz filtre kağıdından süzümüştür. Sindirilebilir protein ve mineral madde oranlarının belirlenebilmesi içinde, bu süzüklerden 20'şer ml alınarak yaş yakma işlemi yapılmış ve 100 ml'ye saf suyla tamamlanmıştır. Daha sonra da elde edilen bu çözeltilerin bir kısmında protein analizi (AACC, 1990); kalan kısmında da mineral madde analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar ise, toplam protein ve toplam mineral madde içerikleri ile oranlanmış, sindirilebilir protein ve mineral madde oranları (%) tespit edilmiştir.

3.2.5.4.4. Fitik asit miktarı

Haug ve Lantzsch (1983)'e göre, kolorimetrik metot kullanılarak yapılmıştır. Örnekteki fitik asit, hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve Demir III çözeltisi ile çöktürülerek serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik yolla belirlenmiş, buradan da fitik asit miktarı hesaplanmıştır. Sonuçlar mg/100g cinsinden verilmiştir.

3.2.5.4.5. Toplam fenolik madde

Toplam fenolik madde içeriği, Folin-Ciocalteu Metodu kullanılarak kolorimetrik olarak tayin edilmiştir. Tüm örnekler (200 mg), asitlendirilmiş metanol

(HCl/metanol/su, 1:80:10, h/h) içerisinde (4 ml), 2 saat süre ile bir çalkalamalı su banyosunda (24 ± 1 °C) çalkalanarak ekstrakte edilmiştir. Daha sonra bu karışım, 3000 rpm'de 10 dakika süre ile santrifüj edilmiş ve sonrasında elde edilen supernatant kullanılarak toplam fenolik madde içeriği tespit edilmiştir (Gao ve ark., 2002; Beta ve ark., 2005). Analizde 0,1 ml supernatant örnek, 0,5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi (% 10'luk, h/h, suda) ve 1,5 ml sodyum karbonat çözeltisi (% 20'lik, a/h, suda) deney tüpünde karıştırılarak, 2 saat oda sıcaklığında (24 ± 1 °C) inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda da çözeltilerin absorbans değerleri 760 nm de spektrofotometrede (Hitachi-U1800, Japonya) okunmuş ve toplam fenol miktarı gram ekstrede mg gallik asite (mg GAE/g) eşdeğer olacak şekilde hesaplanmıştır (Slinkard ve Singelton, 1977; Gamez-Meza ve ark., 1999).

3.2.5.4.6. Antioksidan aktivite

Fenolik madde içeriğinde belirtildiği gibi ekstrakte edilen örneklerde, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikali metodu üzerinden tayin edilmiş olup, % olarak belirlenmiştir (Gyamfi ve ark., 1999; Beta ve ark., 2005).

3.2.5.4.7. Toplam diyet lifi (TDL) miktarı

TDL miktarı AACC 32-07 metoduna göre tespit edilmiştir (AACC, 1990). Analizi örneği ($1,000 \pm 0,005$ g) sabit sıcaklıklarda sırasıyla α -amilaz, proteaz ve amyloglukosidaz enzimleri ile muamele edilmiş, ardından etil alkol (% 95 ve % 78'lik) ve asetonla yıkanmıştır. Daha sonra kalan kalıntı, 105 °C'de sabit ağırlığa gelene kadar dielektrik fırında bekletilmiş ve tartılmıştır. Paralel olarak yürütülen deney sonucunda tartımları alınmış örneklerden birinde kül (**k**), diğerinde protein (**p**) analizi yapılmış olup, TDL miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Toplam diyet lif} = [(m_2 - m_1) - (k+p) \times 100] / M$$

m_1 = krozenin ağırlığı (g) ; m_2 = krozenin ağırlığı + TDL kalıntısının ağırlığı

M = Örnek ağırlığı (g)

3.2.6. İstatistiki analizler

Araştırma sonunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, farklılıkları istatistiki olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. İstatistiki analiz sonuçları, tablolar halinde özetlenmiş, önemli bulunan interaksiyonlar ise şekiller üzerinde tartışılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Analitik Sonuçlar

% 16 su içerecek şekilde 24 saat süreyle tavlanan, iki farklı kuvvete sahip Bezostaya-1 buğday örneklerinin işlem görmeden valsli değirmende öğütülmesiyle elde edilen tam buğday unlarının, bazı fiziksel, kimyasal ve reolojik analiz sonuçları Çizelge 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'te verilmiştir.

Bu sonuçlar göre, her iki buğday örneğinin de homojen tane yapısında olduğu, fakat kuvvetli Bezostaya-1(B) buğdayının, orta kuvvetteki Bezostaya-1(A) buğdayına göre; irilik, sertlik, renk, protein, yaş gluten, gluten indeks ve sedimantasyon değerleri bakımından daha üstün olduğu, ayrıca kuvvetli Bezostaya-1(B) çeşidinin daha kırmızı, daha sert ve daha yüksek kuvvette olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Buğday örneklerinin bazı fiziksel tane özellikleri¹

Örnek	Hektolitire ağırlığı (kg/hl)	Bin tane ağırlığı (g) ³	İrilik dağılışı (%) ⁴			Sertlik (%)
			2,8 mm	2,5 mm	2,2 mm	
Bezostaya-1(A) ²	82,6 ^a	35,44 ^b	56,19 ^b	40,40 ^a	2,59 ^a	74 ^b
Bezostaya-1(B) ²	82,8 ^a	37,23 ^a	77,37 ^a	18,85 ^b	2,31 ^a	78 ^a

¹ Sonuçlar iki paralel ortalaması olup, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneği, (B): yüksek kuvvetli buğday örneği; ³ Kuru madde üzerinden verilmiştir; ⁴ Elek üstü.

Çizelge 4.2. Buğday örneklerine ait analitik kalite değerleri¹

Bileşen		Bezostaya-1 (A) ²	Bezostaya-1 (B) ²
Renk	L*	84,33 ^a	83,69 ^b
	a*	1,73 ^b	1,79 ^a
	b*	14,28 ^a	14,23 ^a
Kül (%) ³		1,483 ^a	1,539 ^a
Su (%)		11,12 ^a	10,69 ^b
Protein (%) ^{3,4}		13,11 ^b	14,98 ^a
Ham yağ (%) ³		2,76 ^a	2,70 ^a
Ham lif (%) ³		2,78 ^b	2,87 ^a
Düşme sayısı (sn) ³		≥500 ^a	401 ^b
Yaş Gluten miktarı (%) ³		29,7 ^b	34,0 ^a
Kuru gluten miktarı (%) ³		10,4 ^b	12,6 ^a
Gluten indeks (%) ³		70,2 ^b	79,8 ^a
Zeleny sedimantasyon (cc) ⁵		25 ^b	33 ^a
Uzatmalı sedimantasyon (cc) ⁵		33 ^b	43 ^a

¹ Sonuçlar iki paralel ortalaması olup, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³ Kuru madde üzerinden verilmiştir; ⁴ N x 5,7; ⁵ % 14 su esasına göre verilmiştir.

Çizelge 4.3. Tam buğday unu örneklerinin farinogram değerleri¹

Örnek	Su absorpsiyonu (%)	Gelişme süresi (dakika)	Stabilite (dakika)	Yumuşama derecesi (BU ³)
Bezostaya -1(A) ²	69,1 ^a	3,5 ^b	3,9 ^b	73 ^a
Bezostaya -1(B) ²	69,2 ^a	5,0 ^a	6,4 ^a	65 ^b

¹ Sonuçlar iki paralel ortalaması olup, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³ Brabender ünitesi

Çizelge 4.4. Tam buğday unu örneklerinin ekstensogram değerleri¹

Örnek	Enerji (cm ²)	Uzamaya karşı direnç (BU ³)	Uzama kabiliyeti (mm)	Maksimum direnç (BU ³)
Bezostaya -1(A) ²	36 ^b	227 ^b	106 ^b	229 ^b
Bezostaya -1(B) ²	43 ^a	240 ^a	121 ^a	245 ^a

¹ Sonuçlar iki paralel ortalaması olup, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³ Brabender ünitesi

4.2. Araştırma Sonuçları

4.2.1. Tam buğday unu örneklerinin depolama stabilitesi

Üretimi gerçekleştirilen tam buğday unu örneklerinde depolama stabilitesi kriterleri olarak; küf-maya yükü, su aktivitesi ve larva-canlı böcek durumu alınmış ve bu kapsamda yapılan analizlere ait değerler Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5’ten görüldüğü gibi kontrol grubu örneklerde dahil olmak üzere tam buğday unu örneklerinin hiçbirinde larva ve canlı böcek yüküne rastlanmamıştır. Ayrıca tam buğday unları örneklerinin; küf-maya yükü değerleri 1,90- 3,62 log *kob/g* arasında; su aktivitesi (a_w) değerleri ise 0,631-0,784 arasında değişim göstermiştir.

Üretilen tam buğday unlarının küf-maya yükü ve su aktivitesi değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6’da, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da, Çizelge 4.7’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.5. Tam buğday unu örneklerinin depolama stabilitesi değişimlerine ait sonuçlar¹

Örnek	İşlem	T ³	Larva ve canlı böcek yükü ⁴ (adet)	Küf-maya yükü (log kob/g)	Su Aktivitesi(a _w)
Bezostaya-1(A) ²	Kontrol	1	Tespit edilmedi	3,58	0,763
		2	Tespit edilmedi	3,57	0,761
	Otoklav	1	Tespit edilmedi	2,36	0,677
		2	Tespit edilmedi	2,43	0,681
	Ultraviyole	1	Tespit edilmedi	2,88	0,683
		2	Tespit edilmedi	2,93	0,687
	Mikrodalga	1	Tespit edilmedi	2,40	0,657
		2	Tespit edilmedi	2,32	0,654
	Infrared	1	Tespit edilmedi	2,87	0,682
		2	Tespit edilmedi	2,89	0,687
Bezostaya-1(B) ²	Kontrol	1	Tespit edilmedi	3,59	0,784
		2	Tespit edilmedi	3,62	0,780
	Otoklav	1	Tespit edilmedi	2,26	0,660
		2	Tespit edilmedi	2,18	0,660
	Ultraviyole	1	Tespit edilmedi	2,57	0,671
		2	Tespit edilmedi	2,59	0,673
	Mikrodalga	1	Tespit edilmedi	2,00	0,626
		2	Tespit edilmedi	1,90	0,631
	Infrared	1	Tespit edilmedi	2,40	0,672
		2	Tespit edilmedi	2,43	0,675

¹Sonuçlar iki paralel ortalamasıdır; ²(A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³T= Tekerrür; ⁴ 34 ± 1 °C' ve % 65 nispi nemde 35. gündeki verilerdir.

Çizelge 4.6. Tam buğday unu örneklerinin depolama stabilitesi değişimlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Küf-maya yükü		Su aktivitesi	
		KO	F	KO	F
Buğday örneği (A)	1	0,36	219,94**	0,01	80,65**
Stabilizasyon işlemi (B)	4	1,25	758,11**	0,01	1562,15**
A x B	4	0,04	24,27**	0,01	51,61**
Hata	10		0,002		0,001

¹* p<0,05 düzeyinde önemli, ** p<0,01 düzeyinde önemli, ns=önemsiz

Çizelge 4.7. Tam buğday unu örneklerinin depolama stabilitesi değişimlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	N	Küf-maya yükü (log kob/g)	Su aktivitesi (a _w)
<i>Buğday örneği</i>			
Bezostaya-1(A) ²	10	2,82 ^a	0,69 ^a
Bezostaya-1(B) ²	10	2,55 ^b	0,68 ^b
<i>Stabilizasyon işlemi</i>			
Kontrol	4	3,59 ^a	0,77 ^a
Otoklav	4	2,31 ^d	0,67 ^c
Ultraviyole	4	2,74 ^b	0,68 ^b
Mikrodalga	4	2,16 ^c	0,64 ^d
Infrared	4	2,65 ^c	0,68 ^b

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir.

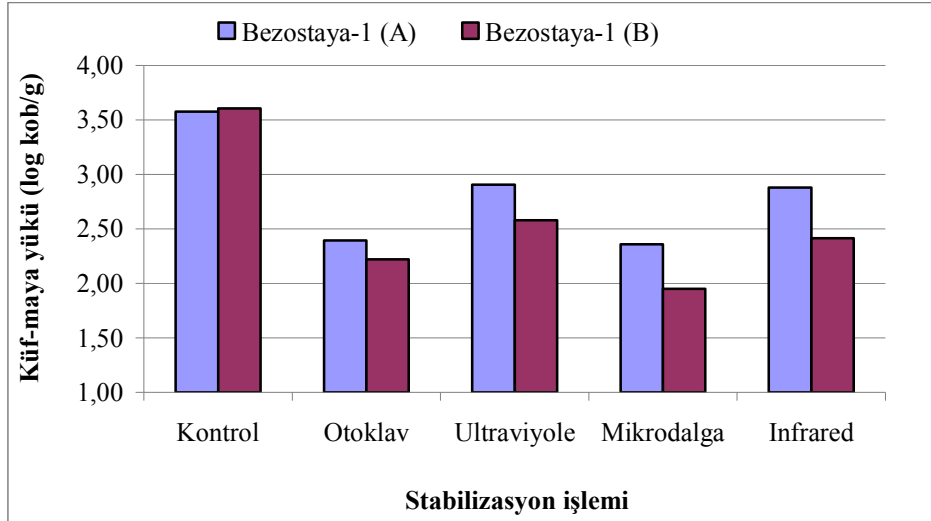
Tam buğday unlarının depolama stabilitesini belirlemede, küf-maya sayımının en iyi ölçüm metodu olduğunu bilinmektedir (Elgün ve ark., 2009). Su aktivitesi (a_w) değerlerinin yüksek olması, gıda maddelerindeki mikrobiyal yükün artmasına neden olan başlıca faktörlerden birisidir. Dolayısıyla su aktivitesindeki değişimler, küf-maya sayısını da etkilemektedir (Anon., 2005). Yapılan araştırmalara göre, unların a_w değerlerinin 0,80-0,87 arasında, % 10-13 su içeren hububatların a_w değerlerinin ise 0,65-0,75 arasında olduğu belirtilmiştir (Anon., 2005).

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.6) göre; buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonları, küf-maya yükü değişimi ve su aktivitesi değerleri üzerinde ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli etkide bulunmuştur.

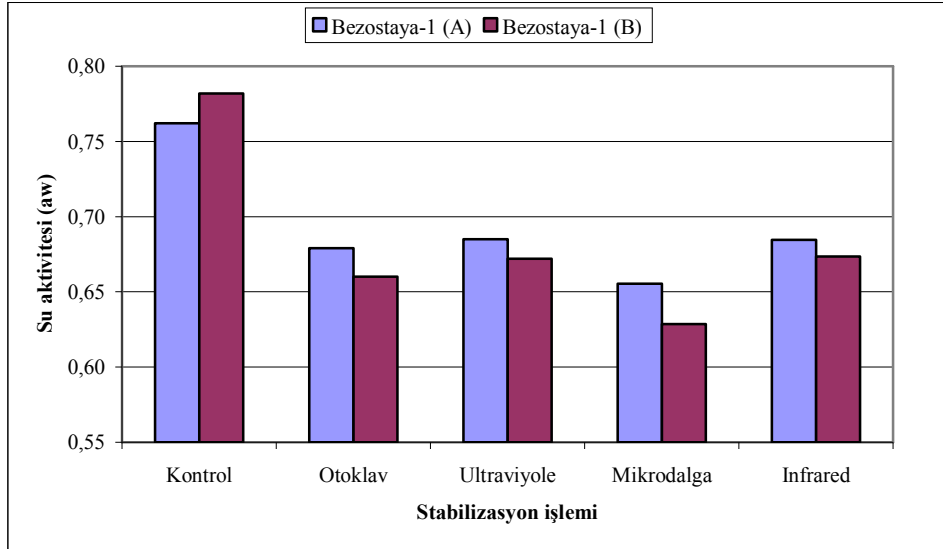
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları göre (Çizelge 4.7); orta kuvvette Bezostaya-1 buğdayları kullanılmak suretiyle üretilen tam buğday unlarının küf-maya yükü değerlerinin (2,82 log *kob/g*), kuvvetli Bezostaya-1 buğdayları kullanılarak üretilen tam buğday unlarının küf-maya yüklerine (2,55 log *kob/g*) göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kontrol grubu örneklerine göre (3,59 log *kob/g*) genel olarak tüm stabilizasyon işlemlerinin, mikrobiyal yükü düşürdüğü, mikrobiyal yükün azaltılması açısından ise, en etkili sonuçların sırasıyla mikrodalga (2,16 log *kob/g*), otoklav (2,31 log *kob/g*), infrared (2,65 log *kob/g*) ve ultraviyole (2,74 log *kob/g*) stabilizasyon işlemleri ile elde edilebildiği ortaya konulmuştur.

Su aktivitesi değerlerine bakıldığında ise (Çizelge 4.7); küf-maya yükü değerleri sonuçlarına benzer sonuçlar elde edilmiştir. Tüm proseslerin yine küf-maya yükü verilerinde olduğu gibi, su aktivitesi değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir. En düşük su aktivitesi değerleri mikrodalga (0,64) stabilizasyon işleminde elde edilmiş olup, bunu otoklav (0,67) işlemi takip etmiş, birbiriyle aynı sonuçları veren (0,68) ultraviyole ve infrared işlemleri bunların ardından gelmiştir. En yüksek değerler ise, kontrol grubu (0,77) tam buğday unu örneklerinde tespit edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.6), istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunan, tam buğday unu örneklerinin küf-maya yükü değişimleri üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksyonu Şekil 4.1’te, su aktivitesi değerleri üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksyonu ise Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Tam buğday unu örneklerinin küf-maya yükü değişimleri üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksiyonu



Şekil 4.2. Tam buğday unu örneklerinin su aktivitesi değerleri üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksiyonu

İnteraksiyonun gidişi (Şekil 4.1), mikroorganizma yükünün buğday örneğine göre değiştiğini, şahit örnekte daha kuvvetli olanın yükü fazla iken, stabilize edilen örneklerde ise orta kuvvete sahip tam buğday unlarının daha fazla mikroorganizma taşıdığı görülmektedir. İşlemlerin sert yapılı buğdayda daha etkili olduğu anlaşılmaktadır. Aynı gidiş su aktivitesi değerlerinde de görülmektedir (Şekil 4.2). Elde edilen sonuçlara göre, mikrobiyal yükün azaltılması açısından en etkili sonuçların mikrodalga ve otoklav işlemleri uygulanan örneklerde elde edildiği, dolayısıyla su aktivitesi değerlerinin de bu sonuçlara paralel olarak geliştiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, tam buğday unlarının depolama stabilitesinin artırılması açısından en başarılı ve

en etkili sonuçları mikrodalga stabilizasyon işleminin verdiği ve bunu otoklav stabilizasyon metodun takip ettiği ortaya konulmuştur. Birçok literatür çalışmasına bakıldığında, hem stabilizasyon ve hem de dezenfeksiyon yöntemi olarak kullanılan mikrodalga, otoklav, ultraviyole ve infrared işlemlerinin mikrobiyal yükü azaltıcı etkisinin açıkça ortaya konduğu görülmektedir (Tao, 1989; Hebbar ve ark., 2003; Özkütük, 2005; Vadivambal ve ark., 2007; Vadivambal, 2009). Özellikle de bu çalışma ile ortaya konduğu gibi, buğday ve diğer tahıllar ve de bunların kepekli fraksiyonları üzerinde mikrodalga radyasyonunun dezenfeksiyon ve stabilizasyon açısından daha başarılı sonuçlar verdiğini gösterir çalışmalar da mevcuttur (Tao, 1989; Sanchez-Hernandez ve ark., 2002; Vadivambal ve ark., 2007; Vadivambal, 2009).

Sonuç olarak, raf ömrü stabilitesi açısından, stabilizasyon işlemleri hem spor inaktivasyonu ve hem de su aktivitesini düşürme yoluyla etkili olmaktadır. Su aktivitesinin düşürmesinin muhtemel sebep ise, ortamdaki suda eriyebilir bileşenlerin (şeker, tuz vs) miktarlarındaki artış olabilir.

4. 2.2. Tam buğday unu örneklerinin kalitatif özellikleri

4.2.2.1. Renk

Tam buğday unu örneklerinin renk ölçüm verileri olan L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerlerine ait veriler Çizelge 4.8’de özetlenmiştir. Tam buğday unların; “L*” değerleri 84,70-87,42, “a*” değerleri 1,79-2,33 ve “b*” değerleri ise 11,66-12,28 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Matus-Ca’diz ve ark. (2003)’da 79 farklı genotipteki buğdaylar ve bu buğdayların öğütülmesiyle elde edilen tam unların “L”, “a” ve “b” cinsinden renk değerlerini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, kırmızı-sert buğday çeşitlerinin “L” değerlerinin 80,1-82,5; “a” değerlerinin 2,3-2,6; “b” değerlerinin ise 9,8-10,6 arasında olduğunu; beyaz-sert buğday çeşitlerinin ise “L” değerlerinin 81,0-84,1; “a” değerlerinin 2,0-2,5; “b” değerlerinin ise 9,6-11,8 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tam buğday unlarının renk reflaktansı olan L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9’da, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.10’da özetlenmiştir.

Çizelge 4.8. Tam buğday unu örneklerinin renk özellikleri¹

Örnek	İşlem	T ³	Renk			
			L*	a*	b*	
Bezostaya-1(A) ²	Kontrol	1	87,26	1,80	11,90	
		2	87,06	1,79	11,73	
	Otoklav	1	86,03	2,19	12,28	
		2	86,64	2,00	12,07	
	Ultraviyole	1	87,33	1,79	11,96	
		2	87,39	1,82	12,05	
	Mikrodalga	1	87,42	2,11	12,04	
		2	86,07	2,22	12,02	
	Infrared	1	87,09	2,09	11,91	
		2	87,03	2,05	11,96	
	Bezostaya-1(B) ²	Kontrol	1	86,11	2,18	11,66
			2	86,18	2,14	11,76
Otoklav		1	85,58	2,33	11,70	
		2	84,70	2,33	12,28	
Ultraviyole		1	85,94	2,19	11,89	
		2	86,56	2,14	11,75	
Mikrodalga		1	85,93	2,26	11,76	
		2	85,17	2,22	11,91	
Infrared		1	85,83	2,20	11,94	
		2	86,00	2,18	11,95	

¹ Sonuçlar iki paralel ortalamasıdır; ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³ T= Tekerrür

Çizelge 4.9. Tam buğday unu örneklerinin renk değişimlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Renk					
		L*		a*		b*	
		KO	F	KO	F	KO	F
Buğday örneği (A)	1	6,41	31,94**	0,27	93,78**	0,09	3,69ns
Stabilizasyon işlemi (B)	4	0,73	3,65*	0,05	18,38**	0,05	2,19ns
A x B	4	0,01	0,03ns	0,02	6,26**	0,01	0,32ns
Hata	10	0,201		0,003		0,024	

¹* p<0,05 düzeyinde önemli, ** p<0,01 düzeyinde önemli, ns=önemsiz

Çizelge 4.10. Tam buğday unu örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	N	Renk		
		L*	a*	b*
Buğday örneği				
Bezostaya -1(A) ²	10	86,93 ^a	1,99 ^b	11,99 ^a
Bezostaya -1(B) ²	10	85,80 ^b	2,22 ^a	11,86 ^a
Stabilizasyon işlemi				
Kontrol	4	86,65 ^a	1,98 ^b	11,76 ^b
Otoklav	4	85,74 ^b	2,21 ^a	12,08 ^a
Ultraviyole	4	86,81 ^a	1,99 ^b	11,91 ^{ab}
Mikrodalga	4	86,15 ^{ab}	2,20 ^a	11,93 ^{ab}
Infrared	4	86,49 ^{ab}	2,13 ^a	11,94 ^{ab}

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.9) bakıldığında; buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonlarının a* değerleri üzerinde ($p < 0,01$) istatistiki olarak önemli; “L*” değerleri üzerinde buğday örneği $p < 0,01$, stabilizasyon işlemi $p < 0,05$ seviyesinde önemli; renk “b*” değerleri üzerinde ise, bu iki varyasyon istatistiki açıdan önemsiz etkide olduğu tespit edilmiştir.

Tam buğday unu örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında ise (Çizelge 4.10); orta kuvvetli Bezostaya-1 buğdayının ortalama “L*”, “a*” ve “b*” değerlerinin sırasıyla 86,93, 1,99 ve 11,99; kuvvetli Bezostaya-1 buğdaylarının ise sırasıyla 85,80, 2,22 ve 11,86 olduğu tespit edilmiştir. Humphries ve ark. (2004); farklı buğday örneklerinden elde edilen tam buğday unları üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında, “L” değerlerinin 68,37-87,40; “a” değerlerinin -1,44-5,37 ve “b” değerlerinin 7,3-25,27 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Bu sonuçlara göre (Çizelge 4.10), buğday kuvvetinin artması, son ürün renginde de değişimlere sebep olmuş, daha mat, daha kırmızı renkli bir ürün eldesini mümkün kılmıştır. Stabilizasyon işleminin parlaklık (L*) değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, kontrol grubu örneklerin ortalama “L*” değerlerinin 86,65 olduğu, otoklav (85,74), mikrodalga (86,15) ve infrared (86,49) gibi ısı stabilizasyon işlemleri uygulanan kepekli fraksiyonların tam buğday unlarına ilave edilmesi ile “L*” değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Ultraviyole uygulamalarında ise, istatistiki olarak “L*” parlaklık değerleri değişmemiştir. Bu da ultraviyole stabilizasyonun ısı etkisinin olmamasından kaynaklandığı göstermektedir. Sonuç olarak otoklav, mikrodalga ve infrared stabilizasyon işlemleri uygulanan kepekli fraksiyonlar kullanılarak üretilen tam buğday unlarının parlaklık değerleri düşmüş olup, daha mat bir renkte ürün eldesi sağlamıştır. En çok etkiyi ise, otoklav işlemi yapmıştır. Bu da, muhtemelen düşme sayısı değerlerinde olduğu gibi, otoklav işleminin, diğer stabilizasyon metotlarına nazaran daha fazla ısıtma etkisinden kaynaklanmaktadır. Isıl işlem proseslerinin esmerleşme reaksiyonlarına neden olduğunu bilinmektedir (İbanoğlu, 2002). Otoklav’ın ıslak şartlarda bir ısıtma işlemi olarak en çok (Karadağ, 2005), mikrodalga ve infrared işlemlerinin de kuru işlemler olarak sekonder düzeyde (Vadivamdal ve ark., 2007; Krishnamurthy ve ark., 2008), tam buğday unlarının parlaklığını azaltmıştır.

Kırmızılık (“a*”) değerleri incelendiğinde, parlaklık değerlerine zıt olarak bir artış olduğu görülmüş olup, bu da beklenen bir sonuçtur. İbanoğlu (2002) buğday ruşeymine infrared uygulamasının parlaklık değerlerinin düşürdüğünü, kırmızılık

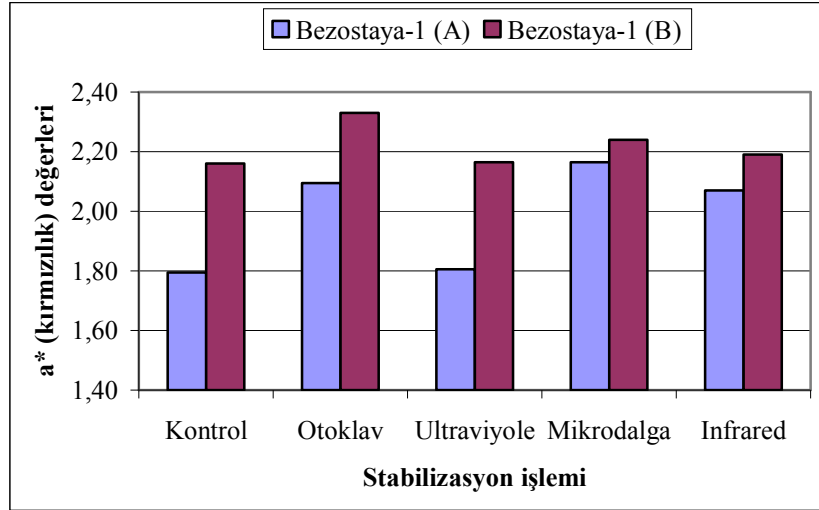
değerlerini de arttırdığını bildirmiştir. Pınarlı ve ark. (2004) yaptıkları bir çalışmada, buğday ruşeymine mikrodalga uygulaması ile, kontrol grubu örneklerine nazaran L (parlaklık) değerlerinin düştüğünü, a (kırmızılık) değerlerinin ise tersine arttığını bildirmişlerdir.

Buğday kuvvetinin, sarılık (b*) değerleri üzerine önemli bir etkisini olmadığını Çizelge 4.10'dan açıkça görülmektedir. Kontrol grubu örneklerin "b*" değerleri 11,76 iken, otoklav, ultraviyole, mikrodalga ve infrared stabilizasyon metotlarında "b*" değerlerin sırasıyla 12,08, 11,91, 11,93 ve 11,94 olduğu ve stabilizasyon işlemi uygulanan kepekli fraksiyonlarla üretilen tam buğday unlarının sarılık değerlerinde az da olsa bir artış olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.10). Yadav ve ark. (2010), tam buğday unu ve bu undan yapılan chapati ürünü üzerine depolama çalışmaları yaparak, renk değişim özelliklerini de incelemişlerdir. Sonuç olarak, otoklav ve mikrodalga stabilizasyon işlemlerinin ilk günlük sonuçlarına göre; gerek hamur, gerekse son ürün olan chapati'de sarılık değerlerinin değişmediğini, fakat her 24 saatlik periyotlarda yapmış oldukları ölçümlerde sarılık değerlerinin kontrol grubu örneklerine göre arttığını bildirmişlerdir. İbanoğlu (2002)'da buğday ruşeyminin infrared bir lamba kullanmak suretiyle ısıtılmasının son ürün üzerinde renk değişimleri üzerine etkisini incelediği çalışmada, sarılık değerlerinin oldukça fazla artma-azalma eğiliminde (değişken) olduğunu bildirmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.9), istatistiki olarak önemli bulunan tam buğday unu örneklerinin "a*" değerleri üzerine etkili ($p < 0,01$) "*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*" interaksiyonu da Şekil 4.3'te göstermiştir.

Tam buğday unlarının kırmızılık değerleri üzerine etkili olan "*Buğday örneği x stabilizasyon işlemi*" interaksiyonuna (Şekil 4.3) bakıldığında ise; buğday kuvvetinin artması ve termal etki yapan (otoklav, mikrodalga ve infrared) stabilizasyon metodlarının uygulanması ile a* (kırmızılık) değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Daha kuvvetli karakterdeki "B" buğdayının, daha kırmızı renk yoğunluğu verdiği de açıkça görülmektedir.

İnteraksiyon gidişi, proteince zengin "B" buğdayının, stabilizasyon işlemlerinden daha çok etkilendiğini, ısı etkisi olmayan ultraviyole radyasyonunun ise, etkisiz kaldığını göstermektedir. Buğday kuvveti ile buğdayın sertlik ve protein oranları arasında sıkı bir korelasyon mevcuttur. Genel olarak sertlik oranının artması ile protein oranı daha yüksek olmakta, buna bağlı olarak da buğdayın kuvveti daha da yükselmektedir (Elgün ve ark. 2005).



Şekil 4.3. Tam buğday unu örneklerinin “a*” değerleri üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksiyonu

Ayrıca kepekli fraksiyonlara stabilizasyon işlemlerinin uygulaması oluşan termal etki ile esmerleşme reaksiyonları meydana gelmiş olup, bunun sonucu, daha kırmızı renkte (Pyle, 1988) ürünler elde edilmiştir. Literatür bilgilerine bakıldığında da, mikrodalga (Hebbar ve ark., 2003; Pınarlı ve ark., 2004), infrared (İbanoğlu, 2002; Hebbar ve ark., 2003) ve otoklav (Chamani ve ark., 2009) işlemleri ile esmerleşme reaksiyonları olduğu ve ürün renginin daha kırmızı olduğu bildirilmektedir.

4.2.2.2. Düşme sayısı

Tam buğday unu örneklerinin düşme sayısı (sn) değerlerine ait veriler Çizelge 4.11’de özetlenmiştir. Amilolitik aktivitenin bir göstergesi olan düşme sayısı (Elgün ve ark., 2005) değerleri ise, 388- \geq 500 arasında değişim göstermiştir. Özkaya (2004) farklı ekstraksiyon oranlarında, farklı buğday türlerinin özelliklerini incelediği bir çalışmada, Bezostaya-1 buğday çeşidinden elde edilen tam buğday ununun (% 100) düşme sayısı değerini 534 sn olarak tespit etmiştir.

Tam buğday unlarının düşme sayısı (sn) değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.13’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.11. Tam buğday unu örneklerinin düşme sayısı, gluten, gluten indeks, Zeleny sedimantasyon ve uzatmalı sedimantasyon özellikleri¹

Örnek	İşlem	T ³	Düşme sayısı (sn)	Yaş Gluten (%)	Gluten indeks (%)	Zeleny Sedimantasyon ⁴ (cc)	Uzatmalı Sedimantasyon ⁴ (cc)
Bezostaya-1(A) ²	Kontrol	1	388	30,2	71,8	27,0	38,0
		2	390	30,3	71,0	27,0	38,0
	Otoklav	1	416	30,8	72,0	28,0	37,0
		2	418	30,9	72,4	28,0	38,0
	Ultraviyole	1	404	30,3	71,1	27,0	38,0
		2	407	30,5	71,4	28,0	38,0
	Mikrodalga	1	400	30,9	72,5	28,0	38,0
		2	396	31,1	72,4	28,5	38,0
	Infrared	1	400	30,4	71,5	27,0	38,0
		2	401	30,5	70,9	27,0	38,0
Bezostaya-1(B) ²	Kontrol	1	492	34,0	80,1	32,0	51,0
		2	494	34,0	80,7	32,0	50,0
	Otoklav	1	≥500	34,3	81,3	35,0	54,0
		2	≥500	34,3	81,4	36,0	56,0
	Ultraviyole	1	492	34,0	80,7	32,0	50,0
		2	495	34,2	80,9	33,0	52,0
	Mikrodalga	1	494	34,1	80,5	35,0	58,0
		2	498	34,3	81,0	35,0	56,0
	Infrared	1	494	34,1	80,5	32,0	50,0
		2	496	33,9	80,2	33,0	51,0

¹ Sonuçlar iki paralel ortalamasıdır; ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³ T= Tekerrür

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.12) bakıldığında; buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonlarının düşme sayısı değerleri üzerinde (p<0,01) istatistiki olarak önemli etkide olduğu tespit edilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre (Çizelge 4.13); düşme sayısı (sn) üzerinde buğday örneğinin etkisi olup, daha yüksek kuvvette sahip buğdayın düşme sayısı değerlerinin de yüksek olduğu, yani amilolitik aktivitelerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Kotancılar ve ark. (2000a) farklı kuvvete sahip buğdaylardan elde edilen unların reolojik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, 2 farklı kuvvette buğday unu kullanmışlar ve kuvvetli unların düşme sayılarını (627 sn), daha zayıf karakterdeki unlara (546 sn) göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Özkaya (2004)'da değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki un örneklerinin özelliklerini incelediği çalışmasında, buğday unu örneklerinin kuvveti arttıkça, düşme sayısı değerlerinin de buna paralel olarak arttığını tespit etmiştir.

Çizelge 4.12. Tam buğday unu örneklerinin düşme sayısı, gluten, gluten indeksi, Zeleni sedimantasyon ve uzatmalı sedimantasyon değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Düşme Sayısı		Yaş Gluten		Gluten İndeksi		Zeleni Sedimantasyon		Uzatmalı Sedimantasyon	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Buğday örneği (A)	1	43711,25	13048,13**	62,30	5417,78**	407,71	4056,76**	177,01	833,00**	1110,05	1480,07**
Stabilizasyon işlemi (B)	4	159,75	47,69**	0,19	16,46**	0,79	7,87**	4,64	21,82**	8,58	11,43**
A x B	4	68,00	20,30**	0,05	4,20*	0,21	2,07ns	1,26	5,94*	9,68	12,90**
Hata	10	3,350		0,011		0,100		0,212		0,750	

¹ Sonuçlar iki paralel ortalamasıdır; ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³ T= Tekerrür ⁴ % 14 su esasına göre verilmiştir.

Çizelge 4.13. Tam buğday unu örneklerinin düşme sayısı, gluten, gluten indeksi, Zeleni sedimantasyon ve uzatmalı sedimantasyon değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

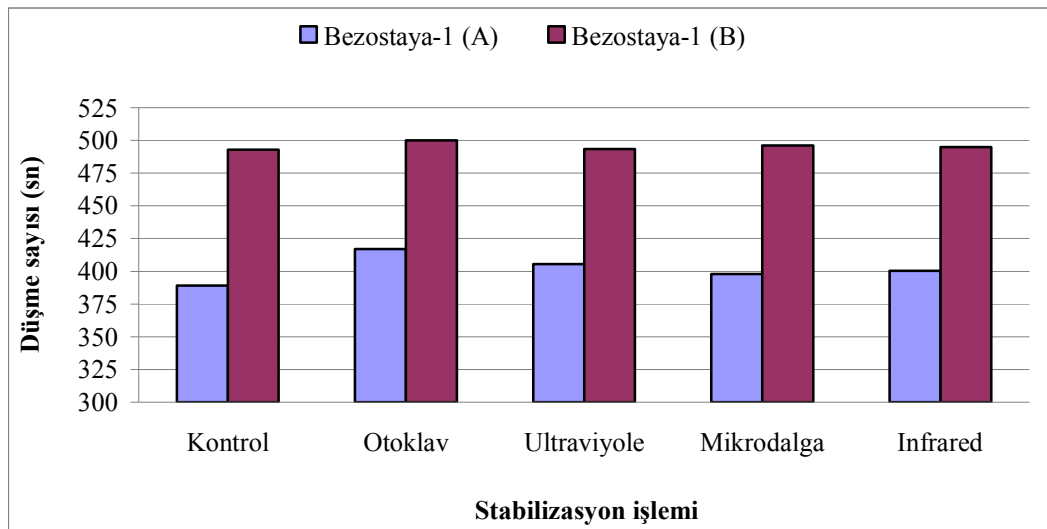
	N	Düşme Sayısı (sn)	Yaş Gluten (%)	Gluten İndeksi (%)	Zeleni Sedimantasyon (cc)	Uzatmalı Sedimantasyon (cc)
Buğday örneği						
Bezostaya -1(A) ²	10	402,00 ^b	30,59 ^b	71,70 ^b	27,55 ^b	37,90 ^b
Bezostaya -1(B) ²	10	495,50 ^a	34,12 ^a	80,73 ^a	33,50 ^a	52,80 ^a
Stabilizasyon işlemi						
Kontrol	4	441,00 ^c	32,13 ^b	75,90 ^c	29,50 ^b	44,25 ^c
Otoklav	4	458,50 ^a	32,58 ^a	76,78 ^a	31,75 ^a	46,25 ^{ab}
Ultraviyole	4	449,50 ^b	32,25 ^b	76,03 ^{bc}	30,00 ^b	44,50 ^{bc}
Mikrodalga	4	447,00 ^b	32,60 ^a	76,60 ^{ab}	31,63 ^a	47,50 ^a
Infrared	4	447,75 ^b	32,23 ^b	75,78 ^c	29,75 ^b	44,25 ^c

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir.

Kepekli fraksiyonlarına stabilizasyon işlemi uygulanan tam buğday unu örneklerinin düşme sayıları değerleri incelendiğinde ise, tüm stabilizasyon metodlarının düşme sayısı değerlerini yükselterek, amilolitik aktiviteyi düşürdüğü belirlenmiştir. Sudha ve ark. (2007) buğday ruşeymini stabilize etmek amacıyla uyguladıkları otoklavlama işleminin enzim aktivitesini tamamen düşürdüğünü, Hebbar ve ark (2003)'da mikrodalga ve infrared uygulamalarının ballara uygulanmasıyla enzim aktivitesinin azaldığını bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.12), istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunan, tam buğday unu örneklerinin düşme sayısı değerleri üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksyonu Şekil 4.4’te, verilmiştir.

Şekil 4.4 incelendiğinde, buğday kuvveti artmasıyla, düşme sayısı değerlerini de arttığı yani α -amilaz aktivitesinin düştüğü görülmektedir. Ayrıca kepekli fraksiyonlara stabilizasyon işlemlerinin uygulanmasıyla, kepekli kısımların içerisindeki proteazların 60 °C’den sonra inaktive oldukları, artan sıcaklıklara paralel olarak da alfa-amilaz aktivitesinin düştüğü (Pomeranz 1988) yönünde sonuçlar da elde edilmiştir. Bu da beklenen bir sonuçtur. Birçok literatür bilgisine bakıldığında; otoklav (Sudha ve ark., 2007), mikrodalga (Hebbar ve ark., 2003), infrared (Hebbar ve ark., 2003; Krishnamurthy ve ark., 2008) ve ultraviyole (Turhan ve ark., 2006) işlemlerinin uygulandığı gıda maddelerinde enzim aktivitelerinin düştüğü veya inaktive edildiği görülmektedir.



Şekil 4.4. Tam buğday unu örneklerinin düşme sayısı değerleri üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksyonu

Sonuç olarak, düşme sayısındaki en fazla değişim etkisini ise, otoklavda stabilizasyon işlemi vermiştir. Bu da muhtemelen otoklavlama işlemindeki ısı prosesi sıcaklığının (121 °C’de 15 dakika) diğer stabilizasyon metotlarına göre (70 °C’de 1 dakika), daha yüksek olmasından ileri gelmektedir (Çizelge 4.13).

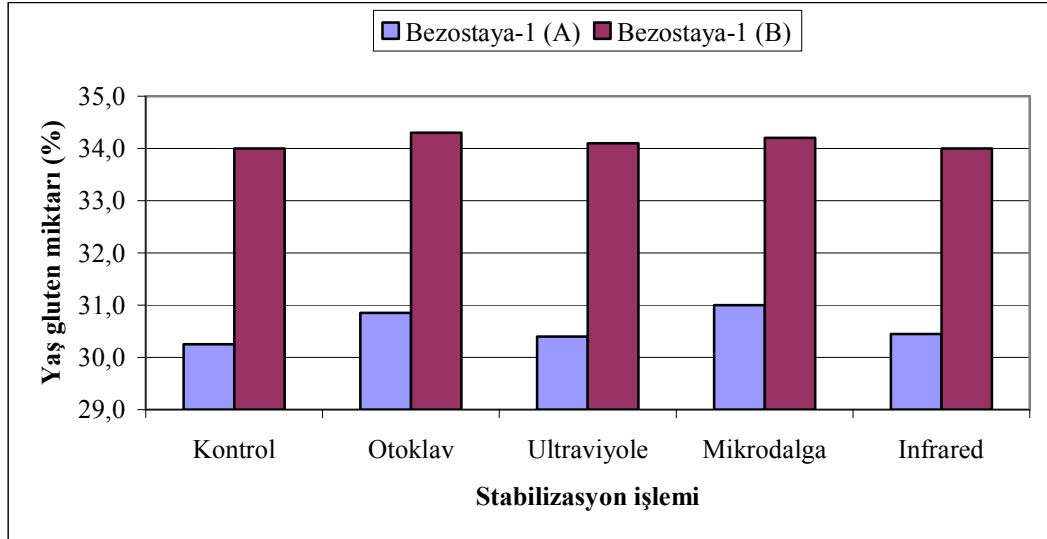
4.2.2.3. Yaş gluten

Protein miktarı unda bulunan toplam azot ile ilgili olduğu halde protein kalitesi glutenin karakteri ile ilgilidir. Unların protein kalitesinin belirleyen en pratik ve en kolay metodlardan birisi de yaş gluten tayinidir (Elgün ve ark., 2005). Üretilen tam buğday unu örneklerinin yaş gluten miktarı (%) değerleri, 30,2-34,3 arasında değişim göstermiş olup, tam buğday unu örneklerinin yaş gluten miktarı (%) değerlerine ait veriler çizelge 4.11’de; varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.13’de özetlenmiştir. Sungur (2003) tam buğday unu üretiminde kullandığı Bezostaya-1 buğdayının yaş gluten oranının % 29,4 olduğunu bildirmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.12) göre; buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonlarının, yaş gluten miktarı değerleri üzerinde ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre de (Çizelge 4.13); orta kuvvette sahip Bezostaya-1 buğdaylarının yaş gluten miktarı ortalamaları % 30,59 iken, daha kuvvetli Bezostaya-1 buğdaylarının yaş gluten miktarı ortalamaları ise % 34,12 olarak tespit edilmiştir. Bu da buğday kuvvetinin artması ile yaş gluten miktarı değerlerinin arttığını göstermektedir. Stabilizasyon metodlarının yaş gluten miktarı üzerindeki etkisine bakıldığında ise, en yüksek % yaş gluten miktarı değerleri, ısı özellikli otoklav ve mikrodalga uygulamalarında elde edilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.12), istatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunan, tam buğday unu örneklerinin yaş gluten miktarı değerleri üzerine etkili “*Buğday kuvveti x Stabilizasyon işlemi*” interaksyonu Şekil 4.5’te gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Tam buğday unu örneklerinin yaş gluten miktarı değerleri üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksiyonu

Şekil 4.5.’e göre; beklendiği gibi buğday kuvveti arttıkça, yaş gluten miktarı da artmıştır. Bazı istisnai durumların dışında, bir buğdayın kuvvetli olması, o buğdayın hem protein oranının yüksek olması, hem de bu proteinin yüksek kalitede olması demektir. Gluten de bir protein fraksiyonu olarak, buğdayın protein miktarıyla önemli ölçüde ilişkilidir. Yüksek protein içerikli buğdayların sert yapılı ve güçlü glutenlere sahip oldukları ve ekmeklik özelliklerinin daha iyi olduğu, düşük proteinli buğdayların ise, yumuşak yapılı ve zayıf glutenli oldukları da bilinmektedir (Elgün ve Ertugay, 1995). Stabilizasyon işlemlerinden en yüksek gluten miktarı verilerini her iki örnekte de otoklav ve mikrodalga işlemleri vermiştir. Türker ve Elgün (1998)’de, buğdaylara mikrodalga uygulanmasının yaş gluten miktarının arttırdığını belirlemişlerdir. Ancak orta kuvvetteki A buğdaylarının kepekli fraksiyonları, stabilizasyon işlemlerinden daha çok etkilenmiştir. Diğer ısı özellikli infrared radyasyonu etkisinin yüzeysel olması sebebiyle 1 dakikalık süre etkisiz kaldığı görülmektedir. Isıl işlemin antiproteolitik etkisi ile gluteni kuvvetlendirici etkisi bilinmektedir (Pomeranz, 1988). Bu sebeple daha zayıf buğday örneği ve ısı etkisi daha fazla olan stabilizasyon işlemlerinde daha etkin sonuç elde edilmiştir.

4.2.2.4. Gluten indeksi

Gluten indeksi değeri, yaş gluten kalitesini belirlemede kullanılan metotlardan bir tanesidir. Bu değer, unun kuvvetinin ölçüsüdür. Aynı protein ve yaş gluten miktarına

sahip unların ekmek özellikleri farklı olabilmektedir. Bu fark; protein kalitelerindeki farktan kaynaklanmaktadır (Elgün ve ark., 2005).

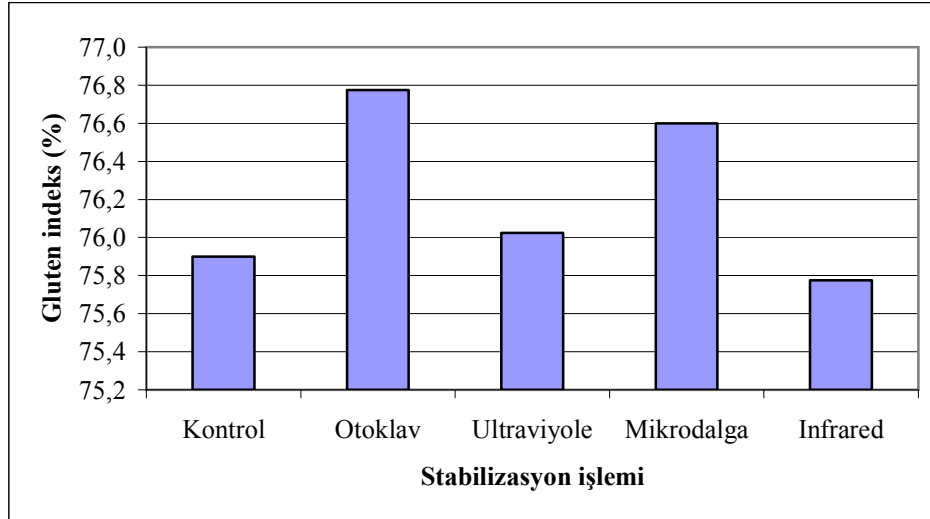
Üretilen tam buğday unu örneklerinin gluten indeks (%) değerleri, 70,9-81,4 arasında değişim göstermiş olup, bu değerlere ait veriler çizelge 4.11’de; varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.13’te özetlenmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.12) göre; buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonlarının, gluten indeks değerleri üzerinde ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre de (Çizelge 4.13); Bezostaya-1 (A) buğdaylarının ortalama gluten indeks değerlerinin (% 71,70), Bezostaya-1 (B) buğdaylarının ortalama gluten indeks değerlerinden (% 80,73) daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Stabilizasyon metodlarının gluten indeks değerleri üzerinde etkisine bakıldığında ise, en yüksek değerler, otoklav (% 76,78) işleminde elde edilmiş olup, bunu sırasıyla mikrodalga (% 76,60), ultraviyole (% 76,03) ve infrared (% 75,78) işlemleri takip etmiştir. Otoklav ve mikrodalga işlemleri, kontrol grubu örneklere göre, daha yüksek gluten indeks değerleri vermiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.12), istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunan, tam buğday unu örneklerinin gluten indeks değerleri üzerine “*Stabilizasyon işleminin*” etkisi Şekil 4.6’da, verilmiştir.

Şekil 4.6’ya bakıldığında; kepekli fraksiyonlarına mikrodalga ve otoklav işlemlerinin uygulanmasıyla, gluten indeks değerlerinin de önemli bir şekilde arttırdığı açıkça görülmektedir. Bayrakçı (2008)’da, 70 °C’nin altında mikrodalga işleminin uygulanması ile gluten kalitesinin arttığını bildirmiştir. Sonuçlar gluten miktarı ile büyük paralellik göstermektedir. Ancak gluten indeks değerleri, stabilizasyon işlemlerinin etkisini daha abartılı olarak göstermiş, proteolitik inaktivasyonun en yüksek olduğu otoklav işlemi ile en yüksek gluten indeks değerleri elde edilmiştir. Bunun sebebi, stabilizasyon işlemleri ile düşme sayısının hızla yükselmesi, enzimatik aktivitenin de hızla düşmesi ve glutenin sıkı yapı kazanması şeklinde açıklanabilir (Bayrakçı, 2008).



Şekil 4.6. Tam buğday unu örneklerinin gluten indeks değerleri üzerine “Stabilizasyon işleminin” etkisi

4.2.2.5. Zeleny sedimantasyon

Buğday kalitesini belirlemede kullanılan en önemli verilerden birisi de belirli randıman ve irilikteki un partiküllerinin sulu zayıf asitlerde, su alıp şişmesi ve belirli sürede çökmeleri sonucu oluşan hacmin ölçülmesi esasına dayanan Zeleny sedimantasyon testidir. Sedimantasyon değerinin yüksek bulunması, kalitenin yüksek olduğunu gösterir. Böyle unlardan yapılan ekmeklerin hacimleri de yüksek olmaktadır (Elgün ve ark., 2005). Kepekli fraksiyonlarına farklı stabilizasyon işlemlerinin uygulanması sonucu elde edilen tam buğday unu örneklerinin, Zeleny sedimantasyon miktarlarına ait değerler Çizelge 4.11’de özetlenmiştir. Bu tam buğday unlarının ortalama olarak Zeleny sedimantasyon değerleri 27-36 ml arasında değişim göstermiştir.

Tam buğday unu örneklerinin Zeleny sedimantasyon (ml) değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiş olup, buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonları Zeleny sedimantasyon değerleri üzerinde ($p < 0,01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

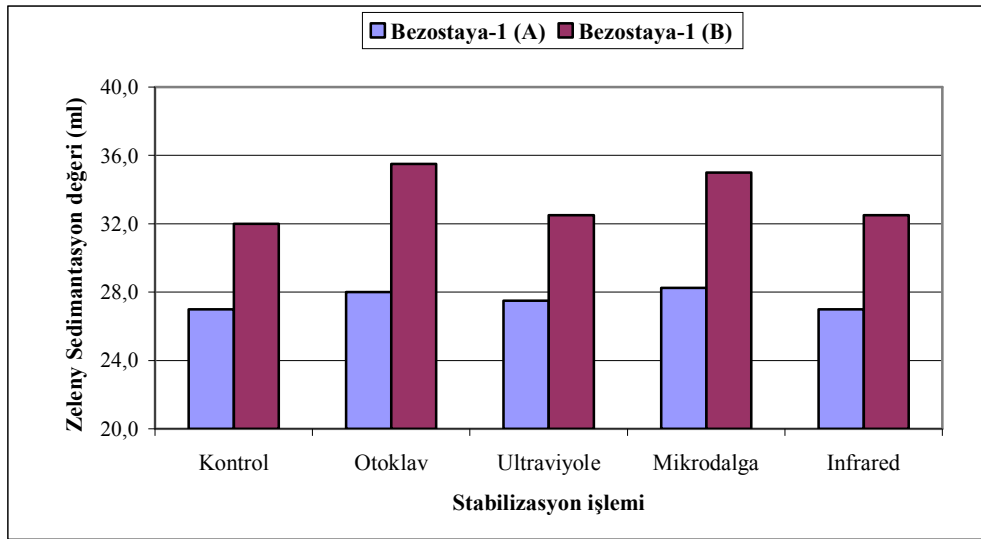
Çizelge 4.13’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; kuvvetli buğdaylardan elde edilen tam buğday unu örneklerinin ortalama Zeleny sedimantasyon değerleri 33,50 ml olarak tespit edilmiş iken, buğday kuvveti daha düşük olan tam buğday unların da ise bu değer 27,55 ml olarak belirlenmiştir. Kuvvetli ve kaliteli buğdayların ve bunlardan elde edilen unların Zeleny sedimantasyon değerlerinin

yüksek çıkması beklenen bir sonuçtur. (Elgün ve Ertugay, 1995). Gluten miktarı fazla ve kalitesi yüksek olan buğday unlarının partikülleri, seyreltik asitlerde daha fazla şişeceğinden, yoğunlukları daha az olmakta ve yüksek sedimantasyon değeri vermektedirler (Özkaya ve Kahveci,1990; Köksel ve ark., 2000).

Uygulanan stabilizasyon metodlarından, Zeleny sedimantasyon miktarındaki artış açısından en başarılı sonuçları ise, otoklav (31,75 ml) ve mikrodalga (31,63 ml) işlemleri vermişlerdir. Ultraviyole (30,00 ml) ve infrared (29,75 ml) uygulanan kepekli fraksiyonları ihtiva eden örnekler ile kontrol (29,50 ml) grubu örnekleri arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir.

İstatistiki olarak önemli ($p < 0,05$) bulunan, tam buğday unu örneklerinin Zeleny sedimantasyon değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksyonu Şekil 4.7’de, verilmiştir.

Şekil 4.7’ye göre; kepekli fraksiyonlara otoklav ve mikrodalga stabilizasyon işlemleri uygulanması, yaş gluten ve gluten indeks değerlerinde (Çizelge 4.11 ve Şekil 4.5 ve 4.6) olduğu gibi en iyi sonuçları vermiş olup, tam buğday unlarının kuvvetinin artması Zeleny sedimantasyon değerlerini arttırmıştır. Sonuçlar yaş gluten miktarı ve gluten indeks değerleri ile paralellik arz etmektedir. Ancak stabilizasyon işlemlerine bağlı varyasyonda, işlemler kuvveti daha yüksek örneklerde daha fazla artışa sebep olmuştur. Gluten miktarı fazla ve kalitesi daha iyi olan tam buğday unların sedimantasyon değeri de yüksek çıkmaktadır (Poliwal ve Singh, 1986).



Şekil 4.7. Tam buğday unu örneklerinin Zeleny sedimantasyon değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksyonu

Sonuç olarak, otoklav (Sivri, 1991) ve mikrodalga (Vetrimani ve ark., 1992), uygulamalarının penetrasyon yeteneğinin daha yüksek olması nedeniyle kuru madde oranındaki değişimlere de bağlı olarak, protein kalitesini etkileyen tüm unsurların geliştiği kanaatine varılmıştır.

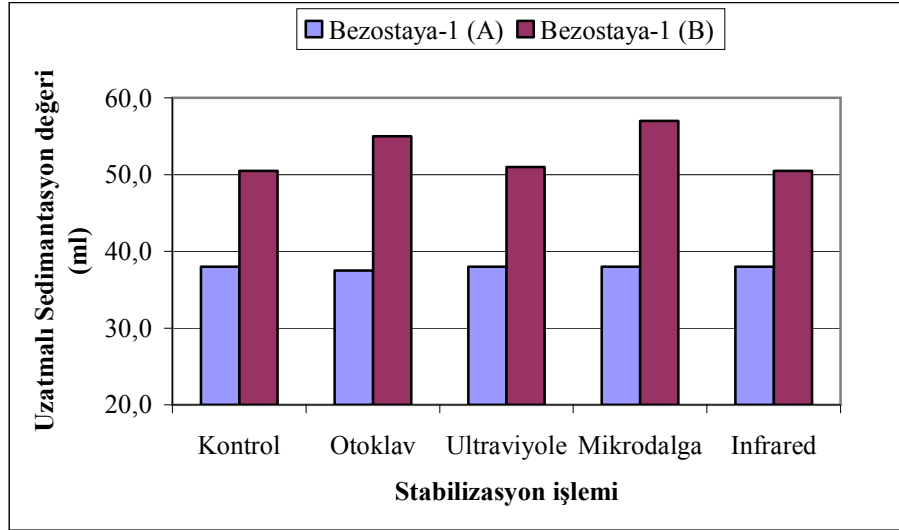
4.2.2.6. Uzatmalı sedimantasyon

Günümüzde, unda süne ve kımıl zararının belirlenmesinde en fazla kabul gören ve uygulanan “uzatmalı (gecikmeli, beklemeli, geri, değiştirilmiş) sedimantasyon” testi, aynı zamanda buğday ve un kalitesi hakkında bilgi veren bir yöntemdir. (Greenaway ve ark., 1965; Dizlek, 2010). Bu analiz sonuçlarına göre; standart ve gecikmeli yöntemlerle elde edilen sedimantasyon değerleri arasında negatif yönde fark yok ise orta kalite olduğunu; % 10’a kadar artış varsa iyi, daha fazlası ise çok iyi kalitede olduğunu göstermektedir (Ünver, 2000). Üretilen tam buğday unu örneklerinin uzatmalı sedimantasyon (ml) değerleri, 37-58 arasında değişim göstermiş olup, tam buğday unu örneklerinin uzatmalı sedimantasyon değerlerine ait veriler çizelge 4.11’de; varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.13’te özetlenmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.12) göre; buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonlarının, uzatmalı sedimantasyon değerleri üzerinde ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli etkisinin bulunduğu tespit edilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre de (Çizelge 4.13); buğday kuvveti arttıkça, Zeleny sedimantasyon değerlerinde olduğu gibi uzatmalı sedimantasyon değerleri de artmıştır. Kuvvetli buğdayların uzatmalı sedimantasyon değerleri ortalaması 52,80 ml iken, orta kuvvette sahip buğdayların ise bu değerleri 37,90 ml olarak tespit edilmiştir. Stabilizasyon metodlarının uzatmalı sedimantasyon değerleri üzerindeki etkisi incelendiğinde ise, en yüksek verileri 47,50 ml ile mikrodalga ve 46,25 ml ile otoklav işlemleri vermiş iken, bunu ultraviyole (44,50 ml) işlemi takip etmiştir. En düşük değerler ise, kontrol ve infrared işlemleri vermiştir.

İstatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunan, tam buğday unu örneklerinin uzatmalı sedimantasyon değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksiyonu Şekil 4.8’de, verilmiştir. Sonuçlar, Zeleny Sedimantasyon sonuçları ile paralellik göstermektedir.



Şekil 4.8. Tam buğday unu örneklerinin uzatmalı sedimentasyon değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksyonu

Şekil 4.8’e göre; buğday kuvvetinin artmasıyla uzatmalı sedimentasyon değerlerini de arttığı gözlemlenmektedir. Ayrıca en yüksek sonuçları, otoklav ve mikrodalga işlemleri vermiştir. Yaş gluten miktarı ve kalitesindeki artışın sonucu olarak, sedimentasyon değerlerinin arttığı düşünülmektedir. Mikrodalga uygulamasının otoklav işlemine göre daha yüksek değer vermesi, otoklavlama işleminde % 35’lik kepekli fraksiyondaki gluten proteinlerinin daha fazla zarar görmesi ile açıklanabilir.

4.2.3. Tam buğday unu hamurlarının reolojik özellikleri

4.2.3.1. Farinogram özellikleri

Protein miktarı un kalitesini belirlemede tek başına yeterli değildir. Unun ekmek yapımına uygunluğu hakkında bazı fikirler elde edilebilmektedir; ancak fırıncı aynı zamanda unun kuvveti ile de ilgilenmektedir. Birçok alet un kuvvetine ilişkin karakteristiklerin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Reolojik özellikleri belirlemede kullanılan cihazlardan birisi de farinografıdır (Elgün ve ark., 2005).

Farklı buğday örneği ve stabilizasyon işlemleri uygulanarak elde edilen tam buğday unu hamurlarının farinogram değerleri Çizelge 4.14’te; varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15’te, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.14. Tam buğday unu hamurlarının farinogram değerleri¹

Örnek	İşlem	T ³	Su		Gelişme süresi (dakika)	Stabilite (dakika)	Yumuşama derecesi (BU ⁴)	
			Absorbsiyonu (%)					
Bezostaya-1(A) ²	Kontrol	1	65,8		5,5	6,1	57	
		2	65,5		4,8	6,5	57	
	Otoklav	1	64,6		8,2	12,6	0	
		2	64,0		7,5	12,2	30	
	Ultraviyole	1	67,1		4,3	5,1	64	
		2	67,0		4,1	5,0	57	
	Mikrodalga	1	66,4		5,7	5,2	54	
		2	67,0		4,8	4,9	58	
	Infrared	1	66,6		3,8	4,7	66	
		2	66,4		3,7	4,7	68	
	Bezostaya-1(B) ²	Kontrol	1	66,8		5,8	7,9	54
			2	66,4		5,5	7,5	58
Otoklav		1	64,0		10,3	17,1	0	
		2	64,2		10,2	16,8	20	
Ultraviyole		1	64,6		7,2	13,1	39	
		2	64,5		7,5	12,8	40	
Mikrodalga		1	67,8		6,0	9,7	40	
		2	67,2		5,4	9,5	34	
Infrared		1	66,5		6,0	9,8	41	
		2	66,8		5,8	9,2	34	

¹ Sonuçlar iki paralel ortalamasıdır; ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³ T= Tekerrür ⁴ Brabender ünitesi

Çizelge 4.15. Tam buğday unu hamurlarının farinogram değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	S D	Su		Gelişme Süresi		Stabilite		Yumuşama derecesi	
		Absorbsiyonu		Süresi					
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Buğday örneği (A)	1	0,13	1,68ns	14,97	123,17**	107,65	1856,00**	1266,72	118,52**
Stabilizasyon işlemi (B)	4	4,83	63,53**	11,31	93,12**	42,62	734,82**	360,38	33,72**
A x B	4	1,93	25,42**	1,45	11,92**	5,29	91,24**	114,13	10,68**
Hata	10	0,076		0,122		0,058		10,688	

¹* p<0,05 düzeyinde önemli, ** p<0,01 düzeyinde önemli, ns=önemsiz

Çizelge 4.16. Tam buğday unu hamurlarının farinogram değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	N	Su Absorbsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dakika)	Stabilite (dakika)	Yumuşama Derecesi (BU)
Buğday örneği					
Bezostaya -1(A) ²	10	66,04 ^a	5,24 ^b	6,70 ^b	56,79 ^a
Bezostaya -1(B) ²	10	65,88 ^a	6,97 ^a	11,34 ^a	40,00 ^b
Stabilizasyon işlemi					
Kontrol	4	66,13 ^{bc}	5,40 ^{bc}	7,00 ^c	56,00 ^a
Otoklav	4	64,20 ^c	9,05 ^a	14,68 ^a	25,00 ^c
Ultraviyole	4	65,80 ^{cd}	5,78 ^b	9,00 ^b	50,00 ^{ab}
Mikrodalga	4	67,10 ^a	5,48 ^{bc}	7,33 ^c	46,50 ^b
Infrared	4	66,58 ^{ab}	4,83 ^c	7,10 ^c	52,25 ^{ab}

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir.

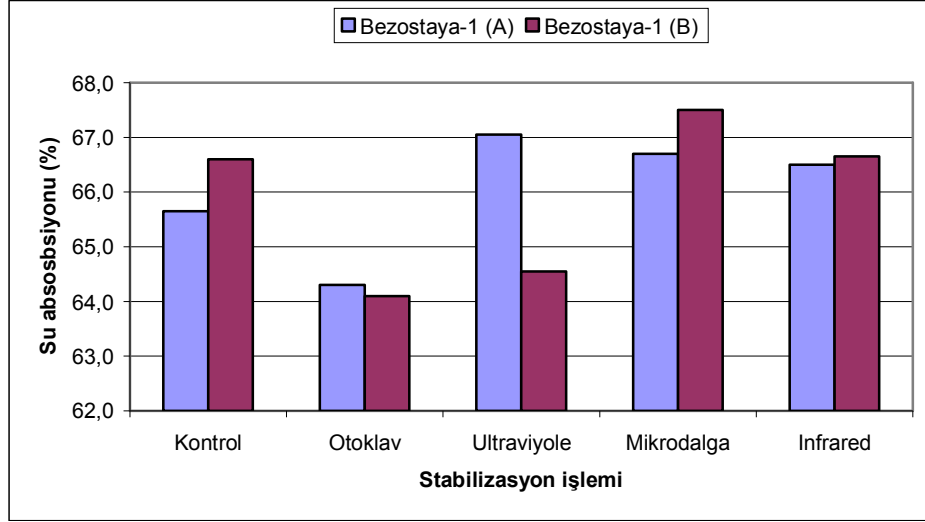
4.2.3.1.1. Su absorpsiyonu

Farklı buğday örneği ve kepekli fraksiyonlarına farklı stabilizasyon işlemleri uygulanarak üretilen tam buğday unu hamurlarının su absorpsiyonu değerleri, % 64,0-67,8 arasında değişim göstermiştir. Hemalatha ve ark. (2007), farklı buğday örnekleri üzerine yapmış oldukları incelemelerde, tam buğday unlarının su absorpsiyon (%) değerlerinin 69,9 ile 76,2 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Sungur (2003)'da, tam buğday unlarının üzerinde farklı yüzey aktif maddeleri ve hidrokolloidlerin etkisini dendiği çalışmasında su absorpsiyon (%) değerlerinin 66,2-68,5 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Menderis (2006), Güneydoğu Anadolu bölgesinde yetiştirilen 20 farklı ekmeklik buğday örneğinde yaptığı denemelerde, % su absorpsiyon değerlerinin 55,50-65,95 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; buğday örneği varyasyonu su absorpsiyonu değerleri üzerinde istatistiki olarak önemsiz etkide bulunmuş iken, stabilizasyon işlemi varyasyonu ise aynı değerler üzerinde ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre de; buğday örneği hamurların su absorpsiyonu (%) değerlerini değiştirmemiştir. Stabilizasyon metotların içinde ise, en fazla su absorpsiyonu değerlerine mikrodalga işleminin, en düşük su absorpsiyonu değerlerine de otoklav işleminin sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.16). Uygulanan diğer stabilizasyon işlemleri (ultraviyole, infrared) ise kontrol grubuna göre, su absorpsiyonu açısından çok az bir değişim göstermiştir. Bayrakçı (2008) yaptığı çalışmasında, normal tavlama uygulanmış unların su kaldırma değerlerinin ortalama olarak % 50,82 olduğunu, mikrodalga ile tavllanmış buğday unlarının ise su kaldırma değerlerinin sıcaklık aşamalarına göre (32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C) sırasıyla % 51,55, % 51,82, % 52,40, % 52,70 olarak arttığını bildirmiştir. Kanemaru ve ark. (2005)'da buğday tanesi ve buğday ununa uyguladığı farklı dozlarda ışınlama işleminin su absorpsiyonu değerlerini değiştirdiğini; 0, 0,5, 1,0 ve 2,0 kGy ışın uygulaması ile buğday tanelerinin % su absorpsiyon değerlerinin sırasıyla 54,8, 55,2, 57,3, ve 57,5 olduğunu, unlarda ise bu değerlerin sırasıyla 54,08, 55,5, 55,8 ve 55,7 olduğunu bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunan, tam buğday unu hamurlarının su absorpsiyonu değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksiyonu Şekil 4.9’da gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Tam buğday unu hamurlarının su absorpsiyonu değerleri üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksyonu

Şekil 4.9’a göre; en yüksek su absorpsiyonu değerlerini mikrodalga stabilizasyon işlemi, en düşük değerleri ise otoklavlama işlemi vermiştir. Bayrakçı (2008)’da mikrodalga işleminin uygulanması ile buğday unlarının su absorpsiyon değerlerini arttırdığını bildirmiştir. Mikrodalga uygulamasında, su absorpsiyonunun yüksek değerlerde olması, gluten yapısının en az düzeyde zarar gördüğünü göstermekte, Şekil 4.8’deki uzatmalı sedimentasyon değerlerindeki yüksek verilere de açıklık kazandırmaktadır.

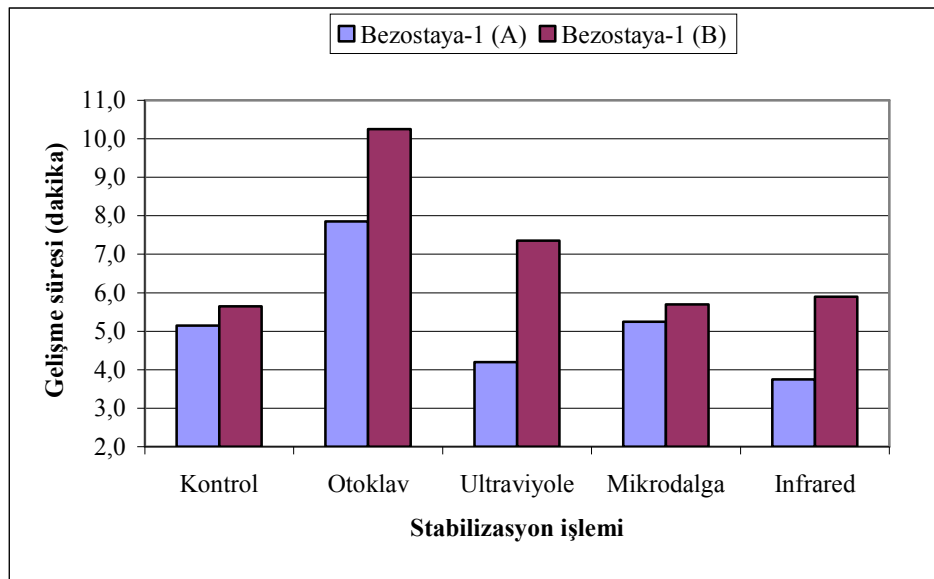
4.2.3.1.2. Gelişme süresi

Tam buğday unu hamurlarının gelişme süresi değerlerine ait veriler Çizelge 4.14’te verilmiş olup, bu değerler 3,7 ile 10,3 dakika arasında değişim göstermiştir. Ayrıca gelişme süresi verilerine ait varyans analizi sonuçları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da sırasıyla Çizelge 4.15 ve 4.16 verilmiştir. Karaduman (2002) yaptığı çalışmasında incelemiş olduğu buğday hatları ve çeşitleri üzerindeki analizlerinde gelişme sürelerinin 2,3-10,5 dakika arasında değişim gösterdiğini, Menderis (2006)’de 20 farklı buğday üzerinde yaptığı çalışmasında gelişme sürelerinin 2,1-6,7 dakika arasında değiştiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.15’de verilen varyans analizi sonuçlarına bakıldığında; buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonlarının, gelişme süresi değerleri üzerinde ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 4.16’de verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre de; daha kuvvetli buğday olan Bezostaya-1 (B) örneklerinin gelişme süresi ortalamaları 6,97 dakika olarak tespit edilmiş olup, orta kuvvetli Bezostaya-1 (A) buğdaylarının bu değerleri 5,24 dakika olarak tespit edilmiştir. Buna göre, kuvvetli buğdayların gelişme sürelerinin de daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kotancılar ve ark. (2000a) farklı kuvvette sahip olan buğday unu örneklerinin reolojik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, % 13,0 protein ve % 28,4 glutene sahip kuvvetli buğday ununun farinogram gelişme süresinin 11,0 dakika, % 8,6 protein ve % 21,8 glutene sahip zayıf karakterli buğday unlarının ise gelişme süresinin 2,0 dakika olduğunu tespit etmişlerdir. Autio ve ark. (2001) farklı özelliklere sahip buğday unlarının reolojik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, protein oranı % 12,2 ve gluten miktarı % 27,2 olan buğday unu örneklerinin gelişme süresinin 2,0 dakika olduğunu, protein oranı % 14,2 ve gluten miktarı % 31,7 olan daha kuvvetli buğday unu örneklerinin ise gelişme süresinde 3,25 dakika olup, daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Stabilizasyon metodlarının tam buğday unlarının gelişme süreleri üzerine etkisi incelendiğinde ise; en yüksek değerleri otoklav işleminin vermiş olduğu görülmektedir. (Çizelge 4.18). Bu değerleri ise, mikrodalga ve ultraviyole işlemleri takip etmiştir. Kontrol grubu ile infrared uygulanan örnekler arasında ise bir fark gözlenmemiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli ($p < 0,01$) bulunan, tam buğday unu hamurlarının gelişme süresi değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksiyonu Şekil 4.10’te gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Tam buğday unu hamurlarının gelişme süresi değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksiyonu

Şekil 4.10'a göre; kuvvetli buğdayların beklendiği üzere gelişme süreleri de yüksek çıkmıştır. Kepekli fraksiyonlarına uygulanan stabilizasyon metodları içerisinde ise, en etkili sonuçları otoklav işlemi vermiştir. Buradaki aşırı artış, ısı işleminden önemli düzeyde etkilenen kabuk altı tabakalar ve gluten muhtevasının, glutenin su alıp şişme özelliğini düşürerek, süreyi uzatması ile açıklanabilir. Bu olgu, uzatmalı sedimantasyon ve farinograftaki su absorpsiyonu değerleri ile de doğrulanmaktadır (Şekil 4.8 ve 4.9). Ayrıca her iki buğday örneğinde az miktarda da olsa mikrodalga işleminin gelişme süresini arttırdığı görülmektedir. Diğer stabilizasyon yöntemleri ise, buğday kuvvetine göre oldukça farklılıklar göstermiştir. Bu artış ise, otoklavdakinin aksine, gluten yapısındaki olumlu gelişme sonucu su absorpsiyonu artışı şeklinde yorumlanabilir. Yousif and Khalil (2000)'da mikrodalga işleminin uygulanması ile hamur gelişme sürelerini de olumlu yönde geliştirdiğini bildirmişlerdir. Ekmeklik kalitesi iyi olan bir unun farinogramın da gelişme süresi ve stabilitesinin uzun, yoğurma tolerans sayısı ve yumuşama derecesi değerlerinin düşük olması istenir. Gelişme süresinin uzun olması, yoğurma süresinin uzun olacağını gösterdiği gibi, öz miktarının fazla ve kalitesinin yüksek olduğunu belirtir (Özkaya ve Kahveci, 1990; Elgün ve ark., 2005). Çizelge 4.13'e bakıldığında da, kepekli fraksiyonlarına otoklav ve mikrodalga stabilizasyon işlemleri uygulanmış kısımları ihtiva eden tam buğday unlarının yaş gluten miktarı ve kalitelerinin diğer stabilizasyon yöntemlerine göre, daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir.

4.2.3.1.3. Stabilite

Stabilite değeri, bir unun kalitesine bağlı olarak hamurunun yoğrulması sırasında paletlere gösterdiği direncin değişmeden kalmasının dakika olarak ifade eder (Elgün ve ark., 2005). Stabilite süresinin fazla olması hamurun elastikiyetinin ve işlenmeye elverişliliğinin fazla olduğunu, bu unlardan yapılacak ekmeklerin hacimlerinin fazla olacağını gösterir (Özkaya ve Kahveci, 1990). Farklı buğday kuvveti ve kepekli fraksiyonlarına farklı stabilizasyon işlemleri uygulanarak üretilen tam buğday unu örneklerinin hamur stabilitesi değerleri 4,7 -17,1 dakika arasında değişmiştir (Çizelge 4.14). Ercan ve ark. (1989)'da yaptıkları bir çalışmalarında, buğday çeşitlerinin hamur stabilite değerlerini 0,9-9,0 dakika arasında bulmuşlardır. Özkaya (2004), farklı buğdayların farklı ekstraksiyon oranlarında özelliklerini incelediği çalışmasında, Bezostaya-1 buğdayının % 100 ekstraksiyon (tam buğday) ununun stabilite değerlerinin

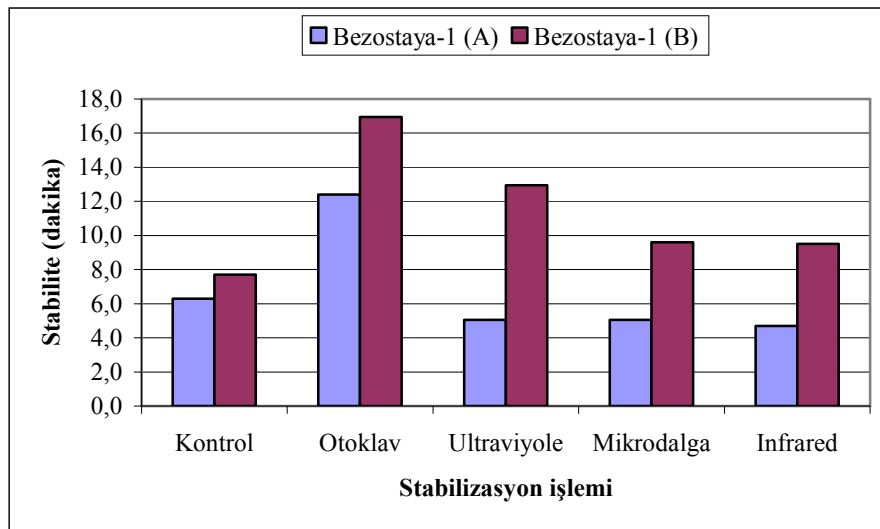
ortalama 3,2 dakika olduğunu tespit etmiştir. Stabilité değerlerine ait varyans analizi sonuçları ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da sırasıyla Çizelge 4.15 ve 4.16 verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.15) göre; buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonlarının, hamur stabilitesi değerleri üzerinde ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.16); buğday kuvveti daha az olan Bezostaya-1 (A) buğdaylarının stabilite ortalama değerleri 6,70 dakika olarak tespit edilmişken, daha kuvvetli Bezostaya-1 (B) buğdaylarının bu değerleri 11,34 dakika olup daha yüksektir. Otoklav stabilizasyon işlemi uygulanan örnekler ortalama 14,68 dakika ile en yüksek hamur stabilitesi değerlerini verirken, bunu sırasıyla ultraviyole (9,00 dk.), mikrodalga (7,33 dk.), infrared (7,10 dk.) işlemleri uygulanan örnekler ve kontrol (7,00 dk.) grubu örnekleri takip etmiştir.

İstatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunan, tam buğday unu hamurlarının stabilite değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksyonu Şekil 4.11’de, gösterilmiştir.

Şekil 4.11’den de görüldüğü gibi, en yüksek stabilite değerleri otoklav işleminde elde edilmiş olup, buğdayın kuvvetinin artması da bu değerlerin yükselmesine sebep olmuştur. Buğday kuvvetinin artması ile bu buğdaylardan elde edilen hamurların reolojik özellikleri de arttırmaktadır (Kotancılar ve ark. 2000a). Ayrıca buğday kuvvetinin artması ile stabilizasyon metodlarının etkinliği de artmıştır.



Şekil 4.11. Tam buğday unu hamurlarının stabilite değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksyonu

4.2.3.1.4. Yumuşama derecesi

Yumuşama derecesi unun işlemeye karşı toleransı ve fermantasyon süresi hakkında bilgi vermektedir (Özkaya ve Kahveci, 1990). Yumuşama derecesinin fazlalığı ise hamurun işlenmeye uygun olmadığını, fermantasyon toleransının düşük olduğunu göstermektedir (Elgün ve ark., 2005).

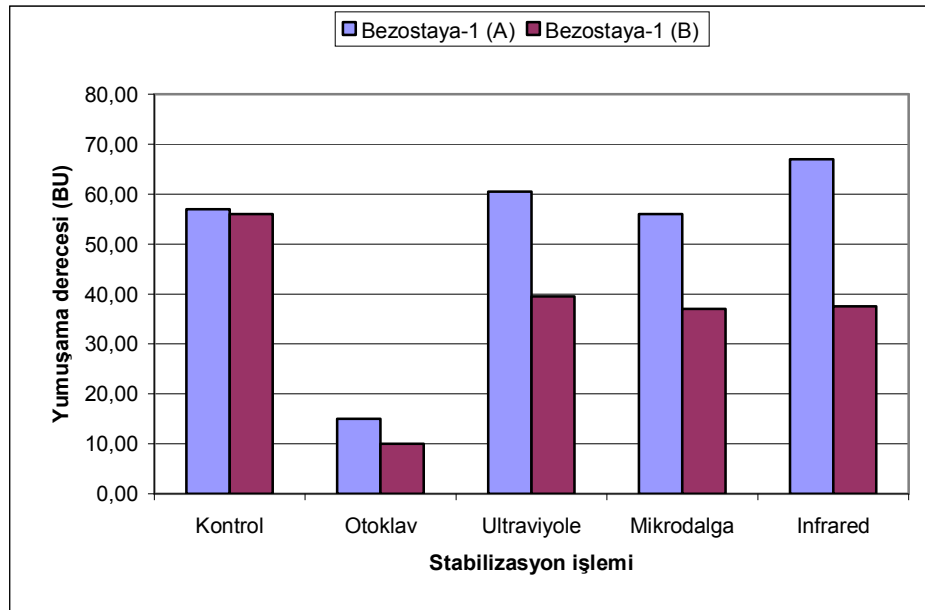
Bu nedenle yumuşama derecesinin düşük çıkması istenir. Üretilen tam buğday unlarından elde edilen hamurlarının yumuşama derecesi (Brabender Unit- (BU)) değerleri, 0-68 arasında değişim göstermiştir. Menderis (2006), 20 farklı buğday çeşitleri ve hatları üzerine yapmış olduğu çalışmada yumuşama derecesi değeri 142,50 BU ile 40,0 BU arasında değişmiş olduğunu bildirmiştir. Kepekli fraksiyonlarına farklı stabilizasyon metotları uygulanan ve farklı buğdaylar kullanılarak üretilen tam buğday unu örneklerinden elde edilen hamurların yumuşama derecesi değerlerine ait veriler Çizelge 4.14'te; varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15'te, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.16'da özetlenmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre; buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonlarının, hamurun yumuşama derecesi değerleri üzerinde ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.16'da verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre de; Bezostaya-1 (A) buğdaylarının yumuşama derecesi ortalama değerleri 56,79 BU olarak tespit edilmişken, kuvvet bakımından daha üstün olan Bezostaya-1 (B) buğdaylarının yumuşama derecesi ortalamaları ise 40,00 BU olarak belirlenmiştir. Kuvveti yüksek olan buğdayların yumuşama derecelerinin de, daha düşük çıkması beklenen bir sonuçtur. Ayrıca kepekli fraksiyonlarına stabilizasyon işlemi uygulanarak üretilen tam buğday unlarının yumuşama derecelerinin de, kontrol grubu örneklere nazaran düştüğü, yani kepekli fraksiyonları stabilize edilen tam buğday unu hamurlarının işleme özelliklerinin geliştiği tespit edilmiştir. En düşük yumuşama derecesi, daha önceki verilere paralel olarak kepekli fraksiyonlarına otoklavda stabilizasyon işlemi uygulanan örneklerde (25,00 BU) tespit edilmiş olup, bunu istatistiki olarak birbirinden farksız sonuçları veren mikrodalga (46,50 BU), ultraviyole (50,00 BU) ve infrared (52,25 BU) işlemleri takip etmiştir. Kontrol grubu örnekleri ise, en yüksek yumuşama derecesi ortalamaları vermiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli ($p < 0,01$) bulunan, tam buğday unu hamurlarının yumuşama derecesi değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksiyonu Şekil 4.12’de verilmiştir.

Yumuşama derecesi önemli bir kalite kriteri olup; artması kalite bozukluklarına işaret etmektedir (Elgün ve ark., 2005). Kepekli fraksiyonlara otoklavda stabilizasyon işleminin uygulanması, her iki kuvvette buğdayların yumuşama derecesini azalttığı gibi, diğer farinogram özelliklerine geliştirdiği için, özellikle de enzimatik inaktivasyon açısından en etkili stabilizasyon yöntemi olarak belirlenmiştir. Bunu mikrodalga ve ultraviyole stabilizasyonları izlemiştir. İnfrared işlemi ise, kontrol grubuna eş değerde hamur reolojisi göstererek, un kalitesi ve farinogram özellikleri açısından nötr bir stabilizasyon yöntemi olduğunu göstermiştir. İnfrared radyasyonun, konveksiyonel yöntemlere göre, kurutma, pişirme, pastörizasyon ve dezenfeksiyon açısından daha uygun olması, kalite ve besinsel kayıplarının en aza indirgenmesi ve enerji tasarrufu gibi birçok yönüyle avantajlı olması nedeniyle (Özkoç, 2010), hububat ve ürünlerinde de kullanılmasının ileriki zamanlarda daha popülerite kazanacağı düşünülmektedir.



Şekil 4.12. Tam buğday unu hamurlarının yumuşama derecesi değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksiyonu

4.2.3.2. Ekstensogram özellikleri

Hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnç ile uzama yeteneğini özel grafik kağıdı üzerine çizen ve reolojik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan diğer bir cihaz ise ekstensografıdır (Elgün ve ark., 2005). Ekstensogramın değerlendirilmesinde; uzamaya karşı direnci (hamurun sabit deformasyondaki direnci), maksimum direnci, uzama yeteneği ve enerji değerleri belirlenmektedir. Maksimum direncin, uzama yeteneği değerine bölünmesi ile de oran sayısı değerleri elde edilebilir. Hamurda oran ve enerji değerleri ne kadar büyük olursa, hamurun fermantasyon toleransı ve işlenmeye uygunluğu o kadar fazla olur (Pyler, 1988; Özkaya ve Kahveci, 1990; Elgün ve ark., 2005).

Farklı buğday örneği ve stabilizasyon işlemleri uygulanarak üretilen tam buğday unlarından elde edilen ekstensogramların değerlerine ait veriler Çizelge 4.17’de; varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.17. Tam buğday unu hamurlarının ekstensogram değerleri¹

Örnek	İşlem	T ³	Enerji (cm ²)	Uzamaya karşı direnç (BU ⁴)	Uzama yeteneği (mm)	Maksimum Direnç (BU ⁴)
Bezostaya-1(A) ²	Kontrol	1	33	212	110	219
		2	34	282	100	282
	Otoklav	1	38	232	54	234
		2	36	240	55	240
	Ultraviyole	1	36	250	98	250
		2	33	237	97	238
	Mikrodalga	1	38	322	83	325
		2	37	309	85	314
	Infrared	1	35	279	92	282
		2	35	264	93	264
Bezostaya-1(B) ²	Kontrol	1	49	278	117	284
		2	48	273	115	280
	Otoklav	1	54	548	68	586
		2	52	550	68	580
	Ultraviyole	1	59	386	105	388
		2	57	362	107	366
	Mikrodalga	1	53	309	114	315
		2	50	308	112	312
	Infrared	1	50	374	93	377
		2	48	340	88	341

¹ Sonuçlar iki paralel ortalamasıdır; ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³ T= Tekerrür ⁴ Brabender ünitesi

Çizelge 4.18. Tam buğday unu hamurlarının ekstensogram değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Enerji		Uzamaya Karşı Direnç		Uzama Yeteneği		Maksimum Direnç	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Buğday örneği (A)	1	1361,25	735,81**	60610,05	166,31**	720,00	100,00**	69738,05	216,75**
Stabilizasyon işlemi (B)	4	19,00	10,27**	8906,13	24,44**	1422,93	197,63**	11033,45	34,29**
A x B	4	16,00	8,65**	15640,18	42,91**	125,13	17,38**	19022,80	59,12**
Hata	10	1,850		364,450		7,200		321,750	

¹* p< 0,05 düzeyinde önemli, ** p< 0,01 düzeyinde önemli, ns=önemsiz

Çizelge 4.19. Tam buğday unu hamurlarının ekstensogram değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	N	Enerji (cm ²)	Uzamaya Karşı Direnç (BU)	Uzama Yeteneği (mm)	Maksimum Direnç (BU)
Buğday örneği					
Bezostaya -1(A) ²	10	35,50 ^b	262,70 ^b	86,70 ^b	264,80 ^b
Bezostaya -1(B) ²	10	52,00 ^a	372,80 ^a	98,70 ^a	382,90 ^a
Stabilizasyon işlemi					
Kontrol	4	41,00 ^c	261,25 ^c	110,50 ^a	266,25 ^c
Otoklav	4	45,00 ^a	392,50 ^a	61,25 ^d	410,00 ^a
Ultraviyole	4	46,25 ^a	308,75 ^b	101,75 ^b	310,50 ^b
Mikrodalga	4	44,50 ^{ab}	312,00 ^b	98,50 ^b	316,50 ^b
Infrared	4	42,00 ^{bc}	314,25 ^b	91,50 ^c	316,00 ^b

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir.

4.2.3.2.1. Enerji

Ekmekçilik kalitesi yüksek olan bir unun, enerji değerlerinde yüksek olması istenmektedir (Elgün ve ark., 2005). Üretilen tam buğday unu örneklerinden elde edilen hamurların ortalama enerji değerleri 33-59 cm² arasında bulunmuştur (Çizelge 4.17). Ülkemizde yetiştirilen başlıca buğday çeşitlerinin kalitesini belirlemeye yönelik olarak yapılan bir çalışmada, 15 buğday çeşidinin öğütülmesi ile elde edilen unların ortalama enerji değerinin 16,1 cm² ile 119,5 cm² arasında değiştiği saptanmıştır (Ercan, 1989).

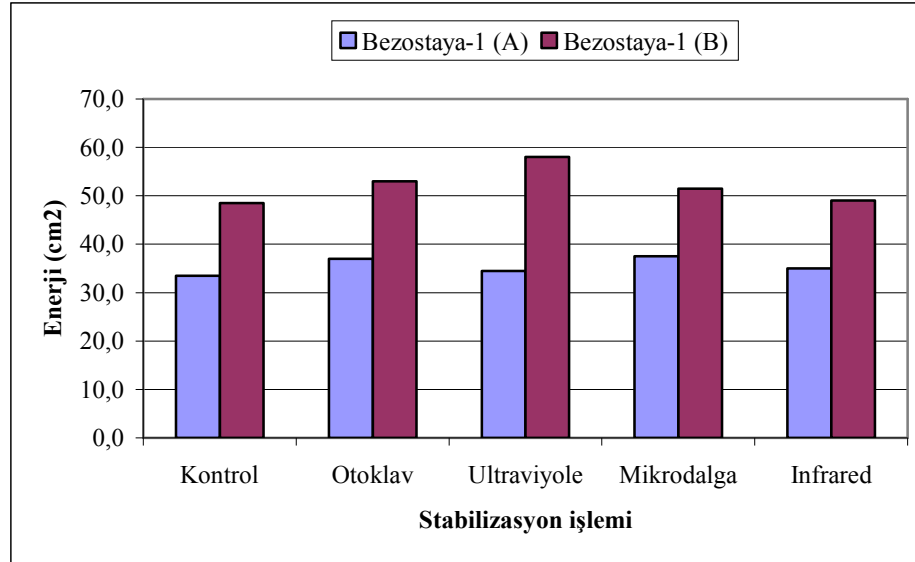
Buğday örneği ve stabilizasyon işlemi faktörleri enerji değeri üzerinde p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre de, Bezostaya-1 (B) buğdaylarının enerji değerleri ortalamaları (52,00 cm²), Bezostaya-1 (A) buğdaylarının enerji değerleri ortalamalarından (35,50 cm²), yüksek bulunmuştur. Daha kuvvetli olan buğdayların enerji değerleri de yüksektir. Kotancılar ve ark. (2000a) yaptıkları bir çalışmaları; % 13,0 protein, % 28,4 gluten ve 42 ml. sedimantasyon değerine sahip

kuvvetli bir unun enerji değerinin 100 cm² olduğunu, buna karşılık % 8,6 protein, % 21,8 gluten ve 22 ml. sedimantasyon değerine sahip daha zayıf karakterli bir ununun ise ekstensogram enerjisi değerinin 43 cm² olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, kepekli fraksiyonlara stabilizasyon işlemlerinin uygulanması, hamur enerji değerlerini de arttırmıştır. En yüksek değerleri ise, önceki sonuçlara paralel olarak mikrodalga (44,50 cm²), otoklav (45,00 cm²) ve ultraviyole (46,25 cm²) stabilizasyon işlemleri vermiştir. Bunda; yaş gluten, gluten indeks ve sedimantasyon değerlerinin yükselmesinin etkisi vardır. Boz ve ark. (2010), buğday ununa çeşitli katkıların etkisi denedikleri çalışmalarında, kullanılan tüm tam buğday ununun enerji değerinin ortalamalarının 63,87 cm² olduğunu, bu unlara % 2,5 oranında gluten ilave edilmesi ile de enerji değerlerinin 79,62 cm²' ye yükseldiğini bildirmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli (p<0,01) bulunan, tam buğday unu hamurlarının enerji değerleri üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemleri” interaksyonu Şekil 4.13’te verilmiştir.

Şekil 4.13’e bakıldığında; buğdayların kuvveti arttıkça, bu buğdaylardan elde edilen hamurların enerji değerlerinin de arttığı, ayrıca kepekli fraksiyonlarına stabilizasyon işlemleri uygulanan tüm metodlarının enerji değerlerini de arttırdığı açıkça görülmektedir.



Şekil 4.13. Tam buğday unu hamurlarının enerji değerleri üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemleri” interaksyonu

En yüksek enerji (cm²) sonuçlarını, yüksek kuvvete sahip buğday ununun kepekli fraksiyonlarına ultraviyole uygulaması vermişken, en düşük sonuçları ise orta kuvvete sahip buğdaylarda kontrol ile birlikte ultraviyole uygulaması vermiştir. Bu da, stabilizasyon işlemlerinin buğdayların kuvvetine göre, oldukça farklı şekillerde etki mekanizmasına sahip olduğunu göstermektedir. Fakat kuvveti farklı her iki buğday çeşidinde de enerji artışı bakımından, en stabil sonuçları yine otoklav ve mikrodalga işlemlerinin verdiğini de açıkça Şekil 4.13'te görülmektedir. Zayıf buğday unlarının, kuvvetli buğday unlarına göre enerji değerleri düşüktür (Topdemir, 2004). Ayrıca buğdayın başta protein miktarının yüksek olmasının yanı sıra, protein kalitesini belirleyen unsurların da yüksek olması, tüm reolojik özelliklerini geliştirdiği gibi, enerji değerlerinin yükseltmektedir (Ercan, 1989; Bayrakçı, 2008).

Çizelge 4.19'daki değerler dikkate alındığında ise; genelde direnç artışının enerjide yükselmeye sebep olduğu görülmektedir. Buradaki muhtemel sebep ise, kepekli fraksiyonda biriktiği bilinen proteolitik enzimlerin (Pomeranz, 1988), inaktivasyonudur. Uzama yeteneğinin çok düştüğü otoklav işlemi, en yüksek ısıl etkinlik ile bunu doğrulamaktadır.

4.2.3.2.2. Uzamaya karşı direnç

Tam buğday unu hamurlarının uzamaya karşı direnç verileri Çizelge 4.17'de özetlenmiştir. Tam buğday unlarından elde edilen hamurların ortalama olarak uzamaya karşı direnç değerleri, 212 ile 550 BU arasında olduğu belirlenmiştir. Farklı buğday örneği ve kepekli fraksiyonlarına farklı stabilizasyon işlemleri uygulanarak üretilen tam buğday unu hamurlarının uzamaya karşı direnç değerlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18'de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.18); buğday örneği ve stabilizasyon işlemi faktörleri uzamaya karşı direnç değeri üzerinde $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

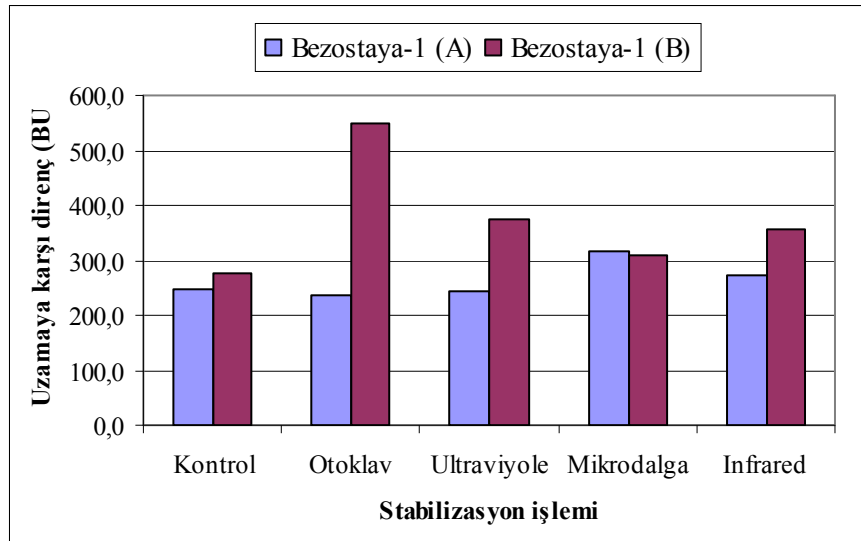
Duncan Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre de; Bezostaya-1 (A) buğdaylarının ortalama uzamaya karşı dirençleri 262,70 BU olarak belirlenmişken, kuvvet bakımından daha üstün olan Bezostaya-1 (B) buğdaylarının ise bu değerleri 372,80 BU olduğu tespit edilmiştir. Kepekli fraksiyonlara uygulanan stabilizasyon metotları içinde ise, en yüksek uzamaya karşı direnç ortalamalarını 392,50 BU ile otoklav işlemi vermiş, bunu sırasıyla

istatistik olarak farksız olarak infrared (314,25 BU), mikrodalga (312,00 BU) ve ultraviyole (308,75 BU) uygulamaları takip etmiştir. En düşük uzamaya karşı direnç değerlerini ise, 261,25 BU ile kontrol grubu vermiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli ($p < 0,01$) bulunan, tam buğday unu hamurlarının uzamaya karşı direnç değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksyonu Şekil 4.14’te verilmiştir.

Şekil 4.14’teki interaksyona göre; buğday kuvveti arttıkça, genel olarak uzamaya karşı direnç değerleri de artmıştır. Kotancılar ve ark. (2000a)’da, kuvvetli buğday unlarının hamur mukavemetlerini, yani uzamaya karşı dirençlerini, zayıf unlara göre yüksek olduğu bildirmişlerdir.

Ayrıca kepekli fraksiyonlara uygulanan stabilizasyon işlemlerinin tümü kontrol grubu örneklerine göre, uzamaya karşı direnç değerlerini arttırmıştır. En yüksek ısıl işlem normunun kullanıldığı otoklav işlemi, daha yüksek proteolitik inaktivasyona neden olduğu içinde, en yüksek uzamaya karşı direnç değerlerini vermiştir. Mikrodalganın etkisi, diğer stabilizasyon metotlarının aksine, kuvvetli ve orta kuvvetli örnekler üzerinde farklı olmamıştır. Nandeesh ve ark. (2010) buğday kepeğine stabilizasyon amacıyla 3 farklı işlem (kavurma, kavurma-buharlama ve mikrodalga) uygulayıp, daha sonra bu kepekleri % 30 oranında buğday unuyla paçal ederek özelliklerini inceledikleri çalışmalarında; kavurma, kavurma-buharlama (otoklav) ve mikrodalga işlemlerinin uzamaya karşı direnç değerlerini arttırdığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.14. Tam buğday unu hamurlarının uzamaya karşı direnç değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksyonu

4.2.3.2.3. Uzama yeteneği

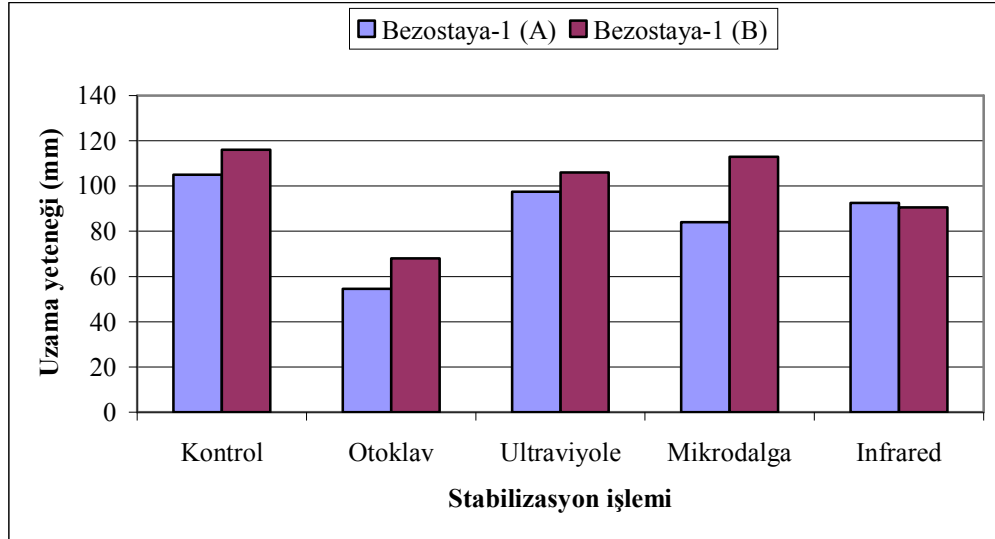
Üretilen tam buğday unlarının ortalama olarak uzama yeteneği değerleri 54-117 mm arasında değişim göstermiş olup, bu değerlere ait tüm veriler Çizelge 4.17’de özetlenmiştir. Boz ve ark. (2010)’da farklı materyaller ilave etmek suretiyle üretmiş oldukları tam buğday unu hamurlarının uzama yeteneği değerlerinin $81,68 \pm 1,78$ ile $112,34 \pm 3,15$ mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.18’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre; buğday örneği ve stabilizasyon işlemleri varyasyonlarının, uzama yeteneği değerleri üzerinde ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 4.19’da verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre de; kuvveti daha az olan buğdaylardan (Bezostaya-1 (A)) elde edilen tam buğday unu hamurlarının uzama yeteneği 86,70 mm olarak belirlenirken, daha kuvvetli karakteristiki özelliklere sahip olan buğdaylardan (Bezostaya-1 (B)) elde edilen tam buğday unu hamurlarının ise ortalama 98,70 mm uzama yeteneğine sahip olduğu, yani buğday kuvvetinin artmasına bağlı olarak, uzama yeteneğinin de arttığı tespit edilmiştir. Kepekli fraksiyonlara uygulanan stabilizasyon işlemlerinde ise, en düşük uzama yeteneğini 61,25 mm ile otoklav işlemleri vermiş olup, bunu sırasıyla infrared (91,50 mm), mikrodalga (98,50 mm) ve ultraviyole (101,75 mm) işlemleri takip etmiştir. Tüm stabilizasyon işlemleri, hamurun uzama yeteneğini azaltıcı etkide bulunmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre, istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunan, tam buğday unu hamurlarının uzama yeteneği değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksiyonu Şekil 4.15’te verilmiştir.

Şekil 4.15’a göre; kepekli fraksiyonlara uygulanan tüm stabilizasyon işlemlerinin uzama yeteneği değerlerini etkilediği, en fazla düşüş eğiliminin ise otoklav işleminde olduğu tespit edilmiştir. Bunun muhtemel sebebi ise, proteolitik inaktivasyon sonucu gluten ağı yapısının kuvvetlenerek, daha sıkı bir hamur yapısı elde edilmesiyle, hamur direncini arttırarak uzama yeteneğini düşürmesinden kaynaklanmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995). Sonuç olarak otoklav işlemleri, en yüksek düzeyde etkileyerek, uzamada aşırı düşüş göstermiştir. Diğer stabilizasyon metotları ise, 70 °C ve altında çalıştığından proteolitik inaktivasyon ve uzama düşüşü sınırlı kalmıştır. Mikrodalga uygulaması ise en azından hamurun uzama yeteneğini korumuş, direnci arttırarak, enerji değerinde olumlu etkide bulunmuştur.



Şekil 4.15. Tam buğday unu hamurlarının uzamaya yeteneği değerleri üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksiyonu

Yapılan bir çok çalışma da bunu destekler niteliktedir. Bayrakçı (2008) mikrodalgada tavlama uygulanmamış buğdaylardan elde edilen hamurların uzama kabiliyetinin ortalama 114,50 mm olduğunu, mikrodalga uygulananlarda ise, sıcaklık değerine göre (32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C) uzama kabiliyetinin sırasıyla 106,50 mm, 90,70 mm, 84,75 mm ve 67,25 mm olarak düştüğünü bildirmiştir. Nandeesh ve ark. (2010)’da buğday kepeğine uyguladıkları stabilizasyon metodlarının, hamur uzayabilirlik değerlerini düşürdüğünü, en etkili sonuçları ise otoklav işlemi dahil edilen stabilizasyon uygulamasında elde edildiğini bildirmişlerdir.

4.2.3.2.4. Maksimum direnç

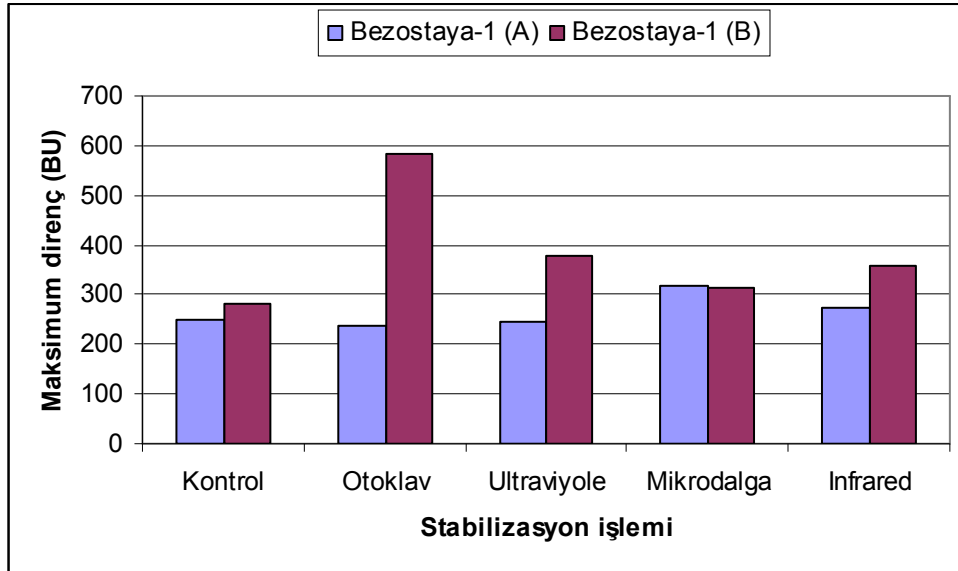
Kepekli fraksiyonlarına farklı stabilizasyon metotları uygulanan ve farklı buğday örnekleri ile üretilen tam buğday unlarından elde edilen hamurlarının maksimum direnç değerleri de, 219 ile 586 BU (Brabender Unit) arasında değişim göstermiştir. Boz ve ark. (2010)’da farklı materyaller ilave etmek suretiyle üretmiş oldukları tam buğday unu hamurlarının maksimum direnç değerlerinin $347,81 \pm 33,74$ ile $689,68 \pm 54,90$ BU arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Maksimum direnç verilerine ait varyans analizi sonuçlarına göre, buğday örneği ve stabilizasyon işlemi $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Duncan Çoklu karşılaştırma sonuçlarına göre de; kuvveti daha yüksek olan buğday örnekleri ve kepekli fraksiyonlarına stabilizasyon metotları uygulanan örnekler daha yüksek maksimum direnç değerleri vermiştir. Uzunmaya karşı direnç değerlerine paralel olarak gelişen bu değerlerin benzer sonuçlar vermesi beklenen bir neticedir.

İstatistiki olarak önemli ($p < 0,01$) bulunan, tam buğday unu hamurlarının maksimum direnç değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksyonu Şekil 4.16’da, verilmiştir.

Şekil 4.16’ya bakıldığında, interaksyonun gidişi, uzunmaya karşı direnç değerlerine paralellik göstermektedir. Buğday kuvvetinin artması ve % 35’ lik kepekli fraksiyonlara stabilizasyon metodlarının uygulanması maksimum direnç değerlerini de beklendiği şekilde arttırmıştır.



Şekil 4.16. Tam buğday unu hamurlarının maksimum direnç değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksyonu

4.2.4. Tam buğday unu ekmeği denemeleri

Ekmeklerin değerlendirilmesinde genelde, dış (hacim ve kabuk yapısı ve kabuk rengi) ve iç (ekmek içi gözenek yapısı ve ekmeğin içi rengi, yumuşaklık) özellikleri göz önünde bulundurulmaktadır (Pylar, 1988). Başlıca kalitatif ekmeğin analizleri; pişme kaybı (ağırlık), ekmeğin hacmi ile ilgili değerler (ekmeğin hacmi ve/ya da spesifik hacmi), gözenek yapısı, ekmeğin içi yumuşaklığı değerleridir (Elgün ve ark., 2005).

4.2.4.1. Ekmeğin dış özellikleri

Farklı kuvvete sahip buğdaylar kullanılarak, kepekli fraksiyonlarına farklı stabilizasyon metotları uygulanarak üretilen tam buğday unlarından yapılan ekmeklerin bazı dış görünüş özelliklerine ait veriler Çizelge 4.20’de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Tam buğday unu ekmeklerinin bazı dış görünüş özellikleri¹

Örnek	İşlem	T ³	Ağırlık (g)	Hacim (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)	Simetri (1-10)	Kabuk Rengi			
							L*	a*	b*	
Bezostaya-1(A) ²	Kontrol	1	152,13	330	2,17	6,5	58,38	10,25	20,41	
		2	151,89	325	2,14	7,0	58,46	10,94	20,74	
	Otoklav	1	147,69	380	2,57	8,0	54,32	11,62	20,30	
		2	147,84	390	2,64	7,0	54,58	11,85	20,51	
	Ultraviyole	1	149,65	350	2,34	8,0	57,00	11,05	20,65	
		2	148,92	370	2,48	8,0	57,01	11,03	20,34	
	Mikrodalga	1	148,00	370	2,50	7,5	55,10	11,78	20,73	
		2	147,42	370	2,51	7,5	55,15	11,84	20,62	
	Infrared	1	150,70	335	2,22	7,5	56,32	11,00	20,57	
		2	150,64	330	2,19	7,0	56,44	11,18	20,60	
	Bezostaya-1(B) ²	Kontrol	1	150,84	390	2,59	6,5	58,15	10,37	21,32
			2	150,66	370	2,46	7,0	58,03	10,73	21,23
Otoklav		1	147,01	450	3,06	7,5	53,04	12,69	21,18	
		2	146,97	450	3,06	7,5	53,29	12,65	20,92	
Ultraviyole		1	148,62	420	2,83	7,5	55,14	11,53	21,28	
		2	148,34	420	2,83	7,0	55,41	11,41	21,23	
Mikrodalga		1	147,15	450	3,06	7,5	51,69	12,90	20,80	
		2	147,61	440	2,98	7,5	51,50	12,63	20,81	
Infrared		1	149,98	420	2,80	6,5	54,77	11,74	21,04	
		2	149,63	410	2,74	7,0	55,02	11,62	21,19	

¹ Sonuçlar iki paralel ortalamasıdır; ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³ T= Tekerrür

Çizelge 4.21. Tam buğday unu ekmeklerinin bazı dış görünüş özelliklerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Ekmek Ağırlığı		Ekmek Hacmi		Spesifik Hacim		Simetri		Kabuk Rengi (L*)		Kabuk Rengi (a*)		Kabuk Rengi (b*)	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Buğday örneği (A)	1	3,26	46,53**	22445,00	390,35**	1,08	405,68**	0,31	2,78ns	13,98	823,68**	1,64	41,13**	1,53	84,27**
Stabilizasyon işlemi (B)	4	11,92	170,40**	2629,38	45,73**	0,16	60,32**	0,58	5,11*	15,45	910,12**	2,04	51,08**	0,03	1,65ns
A x B	4	0,11	1,56ns	141,88	2,47ns	0,01	2,22ns	0,13	1,11ns	1,36	80,16**	0,17	4,26*	0,06	3,48ns
Hata	10	0,070		57,500		0,003		0,112		0,017		0,040		0,018	

¹* p<0,05 düzeyinde önemli, ** p<0,01 düzeyinde önemli, ns=önemsiz

Çizelge 4.22. Tam buğday unu ekmeklerinin bazı dış görünüş özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	N	Ekmek Ağırlığı (g)	Ekmek Hacmi (cc)	Spesifik Hacim (cc/g)	Simetri (0-10)	Kabuk Rengi		
						L*	a*	b*
Buğday örneği								
Bezostaya -1(A) ²	10	149,49 ^a	355,00 ^b	2,38 ^b	7,40 ^a	56,28 ^a	11,25 ^b	20,55 ^b
Bezostaya -1(B) ²	10	148,68 ^b	422,00 ^a	2,84 ^a	7,15 ^a	54,60 ^b	11,83 ^a	21,10 ^a
Stabilizasyon işlemi								
Kontrol	4	151,38 ^a	353,75 ^d	2,34 ^d	6,75 ^b	58,23 ^a	10,57 ^c	20,93 ^a
Otoklav	4	147,38 ^d	417,50 ^a	2,83 ^a	7,50 ^a	53,81 ^d	12,20 ^a	20,73 ^a
Ultraviyole	4	148,88 ^c	390,00 ^b	2,62 ^b	7,63 ^a	56,14 ^b	11,25 ^b	20,88 ^a
Mikrodalga	4	147,55 ^d	407,50 ^a	2,76 ^a	7,50 ^a	53,36 ^c	12,29 ^a	20,74 ^a
Infrared	4	150,24 ^b	373,75 ^c	2,49 ^c	7,00 ^{ab}	55,64 ^c	11,39 ^b	20,85 ^a

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir.

4.2.4.1.1. Ekmek ağırlığı

Ekmek ağırlığındaki düşüş, gaz üretiminin yükseldiğine ve ekmek hacminin arttığına işaret etmektedir (Demir, 2004). Dolayısıyla ekmek ağırlığını düşmesi istenilir.

Farklı buğday örnekleri ve kepekli fraksiyonlarına farklı stabilizasyon metotları uygulanarak üretilen tam buğday unlarından yapılan ekmeklerin ağırlık değerlerine ait veriler Çizelge 4.20’de verilmiş olup, ortalama olarak 147,01- 152,13 g arasında değişim göstermiştir. Sungur (2003)’da farklı katkı maddeleri ilavesiyle üretmiş olduğu tam buğday unu ekmeklerinin ağırlık değerlerinin 154-167 g arasında değiştiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.21’de verilen varyans analizi sonuçlarına göre; buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonları, ekmek ağırlığı değerleri üzerinde ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre de; Bezostaya-1 (A) buğdayı örneklerinden üretilen ekmeklerin ortalama ağırlık değerleri 149,49 g olarak tespit edilmişken, daha yüksek kuvvetli Bezostaya-1 (B) buğdayından elde edilen tam buğday unu ekmeklerinin ortalama ağırlık değerleri ise 148,68 g olarak belirlenmiştir. Buna göre, buğday kuvvetinin artması ile bu buğdaylardan yapılan ekmeklerin ağırlık değerleri de düştüğü tespit edilmiştir.

Onur ve Özkaya (2001), iki farklı kuvvete sahip buğday unlarından üretilen ekmeklerin özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, daha düşük kuvvetli unlardan (% 12,1 protein ve 29 ml sedimantasyon) üretilen ekmeklerin ağırlık değerlerinin 143 g, daha yüksek kuvvetli unlardan (% 14,1 protein ve 38 ml sedimantasyon) üretilenlerin ise 139 g olduğunu bildirmişlerdir. Kotancılar ve ark. (2000b)’da zayıf ve kuvvetli buğdaylardan üretmiş oldukları ekmeklerin ağırlık değerlerinin değiştiğini, zayıf karakterli unlardan yapılan ekmeklerin ağırlıklarının 134 g olduğunu, kuvvetli unlardan yapılanların ise 131 g olduğunu bildirmişlerdir.

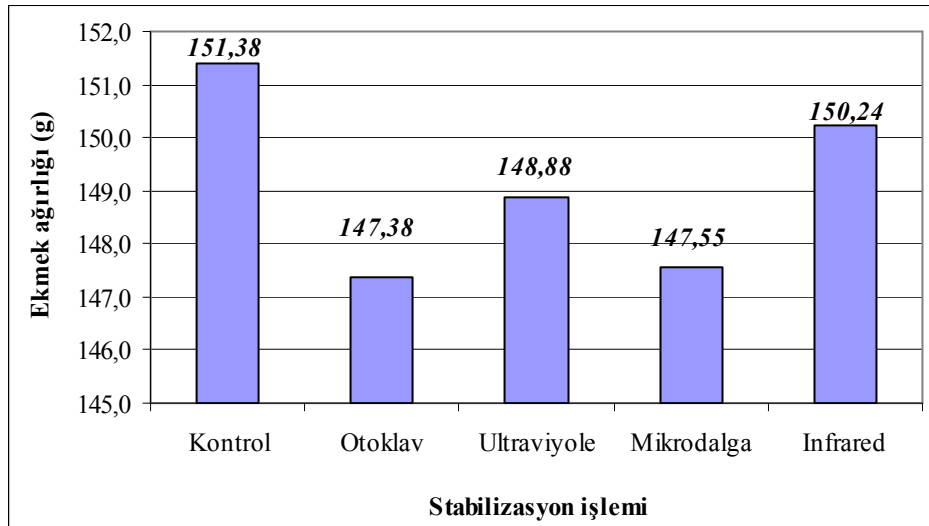
Stabilizasyon işlemlerinin etkinliği üzerinde incelemeler yapıldığında ise (Çizelge 4.22); ortalama ekmek ağırlığı değerleri en yüksekten en düşüğe doğru sıralandığında, kontrol (151,38 g), infrared (150,24 g) ultraviyole (148,88 g), mikrodalga (147,55 g) ve otoklav (147,38 g) şeklinde bir dizilim elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, en düşük ekmek ağırlığı değerleri otoklav ve mikrodalga işlemlerinde elde edilmiş olup, tüm stabilizasyon işlemlerini ağırlık değerlerini düşürücü etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunan, tam buğday unu ekmeklerinin ağırlık değerleri üzerine “*Stabilizasyon işleminin*” etkisi Şekil 4.17’de verilmiştir.

Şekil 4.17’ye göre; tüm stabilizasyon işlemlerinin ekmek ağırlığını düşürücü etkide bulunduğu, en başarılı sonuçlar da otoklav ve mikrodalga işlemleriyle elde edildiği görülmektedir.

Buğday ruşeymi, indirgen özelliğe sahip glutathion bakımından zengin olup (Pyler, 1988; Pomeranz, 1988), ekmek hacminde düşüşe sebep olmaktadır. Burada görülen (Çizelge 4.22) muhtemel sebep ruşeymin içinde yer aldığı kepekli materyale uygulanan stabilizasyon işlemlerinin glutathion parçalanması sonucu hacmi arttırıp, ağırlığı düşürücü etkisi ile açıklanabilir. Bu sonuç araştırmanın amacını doğrular niteliktedir. Türker ve Elgün (1996)’de çığ ve otoklavlanmış buğday ruşeymlerin ekmek kalitesi üzerine etkisi denedikleri ruşeym ekmeği çalışmalarında, otoklav işlemi ile tüm ekmeklerin ağırlık değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Türker ve Elgün (1998) ve Bayrakçı (2008) yapmış oldukları çalışmalarında, buğdaylara mikrodalga işleminin uygulamasıyla, ekmek ağırlığı değerlerinin özellikle de kuvvetli buğdayda daha fazla olmak üzere düştüğünü bildirmiştir.

Sonuç olarak mikrodalga uygulaması da, otoklavda olduğu kadar olumlu etkide bulunup, hamurun gaz tutma kapasitesini arttırdığı ve fermantasyonu teşvik ettiği görülmektedir.



Şekil 4.17. Tam buğday unu ekmeklerinin ağırlık değerleri üzerine “*stabilizasyon işleminin*” etkisi

Fermantasyon teşvikinin sebebi ise, bu işlemler ile ortamdaki suda eriyebilir şekerler ve maya gıdası özelliğindeki amonyum tuzlarının artmasıyla açıklanabilir. Çünkü kepekli fraksiyonlar, suda eriyebilirliği yüksek, zengin tane kısımlarını içermektedir.

4.2.4.1.2. Ekmek hacmi

Üretilen tam buğday unu ekmeklerinin ortalama olarak ekmek hacim değerleri 325 cc ile 450 cc arasında belirlenmiş göstermiş olup, bu değerlere ait veriler Çizelge 4.20'de verilmiştir. Sungur (2003)'da yapmış olduğu tam buğday unu ekmeklerinin hacim değerlerinin 265-386 cc arasında olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.21'de verilen varyans analizi sonuçlarına göre; buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonları, üretilen tam buğday unu ekmeklerinin hacim değerleri üzerinde ($p < 0,01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

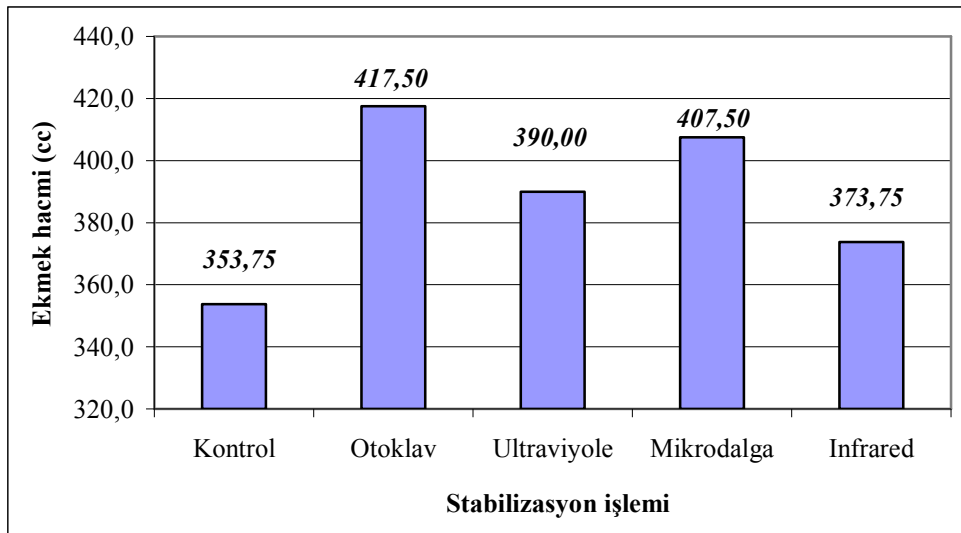
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.22); kuvvet bakımından daha zayıf buğdaylardan üretilen ekmeklerin ortalama hacim değerleri 355 cc, daha kuvvetli buğday unu ekmeklerinin ortalama hacim değerleri ise 422 cc olup daha yüksektir. Çünkü, kuvvetli buğdaylarından yapılan ekmeklerin hacimleri daha büyük olmaktadır. Ayrıca, kepekli fraksiyonlara uygulanan tüm stabilizasyon metodlarının, açık bir şekilde ekmek hacimlerini arttırdığı da tespit edilmiştir. Ortalama ekmek hacim değerleri, en yüksekten en düşüğe doğru sıralandığında ise; 417,50 cc (otoklav), 407,50 cc (mikrodalga), 390,00 cc (ultraviyole), 373,75 cc (infrared) ve 353,75 cc (kontrol) olduğunu görülmüş, otoklav ve mikrodalga işlemlerinin en yüksek hacim değerleri verdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.22). Türker ve Elgün (1996) buğday ruşeymi katkılı ekmeklerin kalite özelliklerini incelemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, çiğ buğday ruşeymi katkılı ekmeklerin hacim değerlerinin 423,13 cc olduğunu, aynı ruşeymin otoklav işlemine tabi tutulmasıyla da ekmeklerin hacim değerlerini 496,88 cc'ye yükseldiğini tespit etmişlerdir. Türker ve Elgün (1998) bir başka çalışmaların ise, mikrodalga işlemi uygulanan Bezostaya-1 buğdayından yapılan ekmeklerin ortalama hacim değerlerinin 384,6 cc, uygulanmayan ekmeklerin ise hacim değerlerinin 357,0 cc olduğunu bildirmişlerdir. De Kock ve ark. (1999)'da işlem görmemiş farklı kepekler ilave edilerek üretilen ekmeklerin, beyaz un ekmeğine oranladıkları hacim verimlerinin % 90,2 olduğunu, aynı kepeklere otoklavda

stabilizasyon uygulandığında ise hacim veriminin % 93,9 yükseldiğini yani ekmek hacimlerinin arttığını bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, istatistiki olarak önemli ($p < 0,01$) bulunan, tam buğday unu ekmeklerinin hacim değerleri üzerine “*Stabilizasyon işleminin*” etkisi Şekil 4.18’de gösterildiği gibidir.

Tam buğday unu ekmek hacimlerini, tüm stabilizasyon işlemleri arttırıcı etkide bulunmuş olup; bu unların kalitatif (Çizelge 4.13) ve reolojik (Çizelge 4.16) özellikleri sonuçlarını destekler şekilde, en yüksek ekmek hacim değerlerini otoklav ve mikrodalga stabilizasyonları vermiştir. Sonuçlar, stabilizasyon işlemi sırasında, kepekli materyalde bulunan ruşeym içeriğindeki indirgen özellikli glutathion tripeptidinin en etkin biçimde parçalandığı, otoklav ve mikrodalga uygulamalarında en yüksek hacim veriminin elde edildiğini göstermektedir. Ultraviyole radyasyonu ısıl etki göstermediğinden, infrared uygulaması ise yüzeysel etkiye sahip olduğundan hacim artışındaki etkileri sınırlı kalmıştır (Şekil 4.18). Otoklav işleminin, mikrodalga işlemine göre daha yüksek hacim vermesi ise muhtemelen glutathion parçalanmasının daha etkin olması ile açıklanabilir.

Türker ve Elgün (1996), buğday ruşeymine stabilizasyon amacıyla uyguladıkları otoklavlama işlemi sonucunda ekmek hacimlerinin arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca yine Türker ve Elgün (1998) yapmış oldukları bir başka çalışmada, mikrodalga işlemini uygulanmış buğdaylardan yapılan ekmeklerin hacim değerlerinin de arttığını tespit etmişlerdir.



Şekil 4.18. Tam buğday unu ekmeklerinin hacim değerleri üzerine “*stabilizasyon işleminin*” etkisi

Gerek stabilizasyon amacıyla, gerekse buğday kalitesinin artırılması yönünde yapılan tüm otoklav ve mikrodalga işlemi uygulamaları, bizim ekmek hacim değerleri sonuçlarımızı desteklemektedir. (Türker ve Elgün, 1996; Türker ve Elgün, 1998; De Kock ve ark., 1999; Vadivamdal ve ark., 2007; Bayrakçı, 2008).

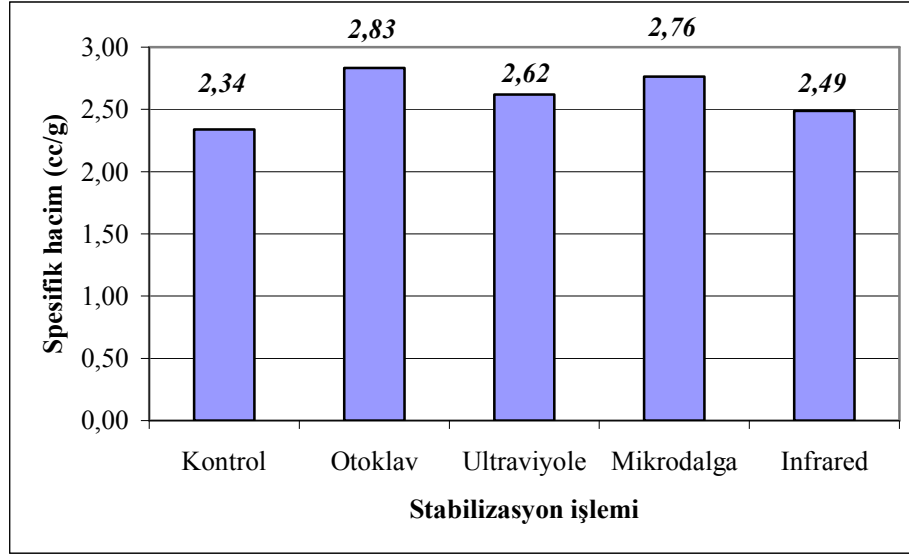
4.2.4.1.3. Ekmek spesifik hacmi

Ekmek spesifik hacmi; ekmek hacminin ekmek ağırlığına oranıdır (Elgün ve ark. 2005). Ekmek hacmini artıran faktörler, ekmek spesifik hacmini de artırır (Elgün ve Ertugay, 1995). Üretilen tam buğday unu ekmeklerinin spesifik hacim değerleri 2,14-3,06 cc/g arasında değişmiştir. Sungur (2003)'da, Bezostaya-1 buğdayından elde ettiği tam buğday unu ekmeklerinin spesifik hacim değerlerinin 1,60 ile 2,50 cc/g arasında olduğunu bildirmiştir. Haros ve ark. (2001) yaptıkları tam buğday unu ekmek denemelerinde, bu ekmeklerin spesifik hacim değerlerinin ortalama $2,71 \pm 0,08$ ml/g, Skrbic ve ark. (2009)'da ortalama $3,62 \pm 0,09$ ml/g olduğunu tespit etmişlerdir.

Tam buğday unu ekmeklerinin spesifik hacim değerlerine ait varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.21), buğday örneği ve stabilizasyon işlemi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.22'de verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, daha kuvvetli olan buğdayı (B) unlarından üretilen ekmeklerin ortalama spesifik hacim değerleri 2,84 cc/g olarak tespit edilmiş iken, orta kuvvete sahip buğdaylarda (A) yapılan ekmeklerin bu değerleri ise 2,38 cc/g olarak belirlenmiştir. Ayrıca kepekli fraksiyonlara uygulanan stabilizasyon işlemlerinin tümü, ekmek hacim değerlerinde olduğu gibi spesifik hacim değerlerini de yükseltmiştir. En yüksek spesifik hacim değerlerini, otoklav (2,83 cc/g) ve mikrodalga (2,76 cc/g) işlemleri vermiş olup, bunu sırasıyla ultraviyole (2,62 cc/g) ve infrared (2,49 cc/g) stabilizasyon işlemleri takip etmiştir. En düşük değerler ise, kontrol grubu (2,34 cc/g) örneklerinin ekmeklerinde elde edilmiştir. Türker ve Elgün (1996)'da, otoklavlanmış buğday ruşeymi katkılı ekmeklerin spesifik hacim değerlerinin 2,86 cc/g, ham ruşeym katkılı olanların ise 2,39 cc/g olduğunu bildirmişlerdir.

İstatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunan, tam buğday unu ekmeklerin spesifik hacim değerleri üzerine “*Stabilizasyon işleminin*” etkisi Şekil 4.19'da, gösterilmiştir.



Şekil 4.19. Tam buğday unu ekmeklerinin spesifik hacim değerleri üzerine “stabilizasyon işleminin” etkisi

Şekil 4.19’a göre, en yüksek ekmek spesifik hacim (cc/g) değerleri, kepekli fraksiyonlarına otoklav ve mikrodalga işlemleri uygulanan ekmeklerde elde edilmiştir. Gelinaz ve ark. (2001)’da ısıl işlem uygulanan unlardan elde edilen ürünlerde, uygulanmayan örneklere göre spesifik hacim artışlarının olduğunu bildirmişlerdir. Türker ve Elgün (1996 ve 1998)’de mikrodalga ve otoklav işlemlerinin ekmek hacim değerlerinde olduğu gibi, spesifik hacim değerlerini de arttırdığını bildirmişlerdir. Ekmek hacim değerleri ile ekmek spesifik hacim değerleri arasındaki paralellikten dolayı böyle bir artışın olması doğaldır (Elgün ve Ertugay, 1995).

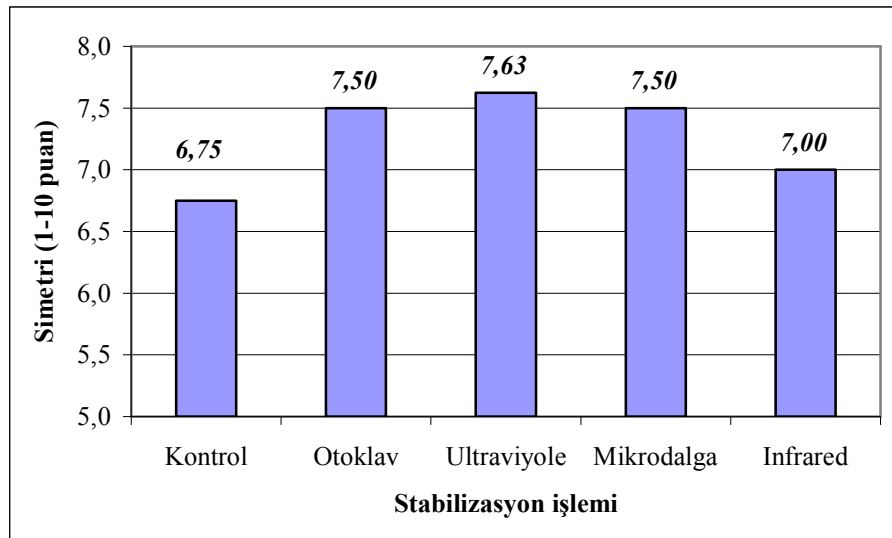
4.2.4.1.4. Simetri

Kepekli fraksiyonlarına farklı stabilizasyon işlemleri uygulanan ve farklı kuvvette buğday örnekleri kullanılarak üretilen tam buğday unlarıyla yapılan ekmeklerinin simetri puan (1-10) değerleri 6,5-8,0 arasında değişim göstermiştir. Tam buğday unu ekmeklerinin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21’te verilen olup, stabilizasyon işleminin faktörü ekmek simetri değerleri üzerinde ($p < 0,05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bayrakçı (2008)’de, mikrodalga işlemi uyguladığı buğdaylardan ürettiği ekmeklerin simetri puanlama değerlerinin 7,0-8,5 (1-10 puan) arasında değiştiğini bildirmiştir.

Çizelge 4.22’te verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; buğday örnekleri ekmeklerin simetri puanlama değerlerini etkilememiş olup, kepekli fraksiyonlara uygulanan stabilizasyon işlemlerini tümü ise ekmeklerin simetri özelliklerini iyileştirici etki de bulunmuştur. En düşük simetri puanlama değerleri, kontrol grubu örneklerin ekmeklerinde (6,75 puan) elde edilmişken, diğer tüm stabilizasyonlar daha yüksek puanlama değerleri vermiştir. Bayrakçı (2008), mikrodalga uygulanmayan buğdaylardan üretilen ekmeklerin ortalama simetri puanlama (1-10) değerlerinin 7,13 olduğunu, farklı sıcaklıklarda mikrodalga işlemi uygulaması ile de bu değerlerinin 7,63-8,19 puan arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir.

İstatistiki olarak önemli ($p<0,05$) bulunan, tam buğday unu ekmeklerin simetri puanlama değerleri üzerine “*Stabilizasyon işleminin*” etkisi Şekil 4.20’de, verilmiştir.

Simetri değerleri üzerine etkili stabilizasyon işleminin interaksiyonuna bakıldığında (Şekil 4.20); en düşük değerler beklendiği gibi herhangi bir işlem uygulanmayan kontrol grubu örneklerinin ekmeklerinde elde edilmiştir. Stabilizasyon amacıyla kepekli fraksiyonlara uygulanan tüm işlemlerin, ekmeklerin diğer kalitatif özelliklerinin geliştirdiği gibi, simetri özelliklerinin de geliştirdiği, daha hacimli, daha simetrik ekmekler elde edilmesini sağladığı belirlenmiştir (Şekil 4.18 ve 4.20). Ekmeklerin kalitesindeki artışa paralel olarak, simetri değerlerinin de artması beklenen bir sonuçtur (Bayrakçı, 2008).



Şekil 4.20. Tam buğday unu ekmeklerinin simetri değerleri üzerine “*stabilizasyon işleminin*” etkisi

4.2.4.1.5. Kabuk rengi

Tam buğday unu ekmeklerinin kabuk rengi ölçüm değerleri olan L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerlerine ait veriler Çizelge 4.20’de özetlenmiş olup, bu ekmeklerin; “L*” değerleri 51,50-58,46, “a*” değerleri 10,25-12,90 ve “b*” değerleri ise 20,30-21,32 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Yamsaengsung ve ark. (2010) farklı su oranları (% 52 ve % 58) ilave etmek suretiyle üretmiş oldukları tam buğday unu ekmeklerinin “L” değerlerinin sırasıyla 51,99 ve 56,58, “a” değerlerinin 11,39 ve 14,21 ve “b” değerlerini ise 25,68 ve 28,99 olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir. Sungur (2003)’da katkısız tam buğday unu ekmeklerinin kabuk rengi L, a ve b değerlerinin sırasıyla 53,6, 8,9 ve 27,3 olduğunu bildirmiştir.

Tam buğday unu ekmeklerinin renk reflaktansı olan L*, a* ve b* değerlerine ait varyans analizi sonuçları da Çizelge 4.21’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.22’de özetlenmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.21) göre, buğday örneği faktörünün “L”, a* ve “b*” değerleri üzerinde ($p<0,01$), stabilizasyon işlemi faktörünün ise “L*” ve “a*” değerleri üzerinde ($p<0,01$), istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

Tam buğday unu ekmek örneklerinin renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında ise (Çizelge 4.22); daha yüksek kuvvette sahip Bezostaya-1 (B) buğdayı ekmeklerinin ortalama “L*”, “a*” ve “b*” değerlerinin sırasıyla 54,60, 11,83 ve 21,10 olduğu; orta kuvvette sahip Bezostaya-1 (A) buğdayı ekmeklerinin ise, aynı değerlerin yine sırasıyla 56,28, 11,25 ve 20,55 olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre (Çizelge 4.22), buğday kuvvetinin artmasıyla, unu rengi sonuçlarına da paralel olarak, üretilen ekmeklerin parlaklıklarının düşük olduğu, fakat daha kırmızı renkli kabuk yapısına sahip oldukları tespit edilmiştir. Kotancılar ve ark. (2000b), zayıf buğday unu kullanarak yapmış oldukları ekmeklerin kabuk rengi “L” ve “a” değerlerinin sırasıyla 63,2 ve 10,7 olduğunu, kuvvetli buğday unu kullanarak yaptıkları ekmeklerde ise kabuk rengi “L” ve “a” değerlerinin sırasıyla 50,3 ve 16,6 olduğunu bildirmişlerdir.

Ayrıca, kabuk rengi parlaklık değerlerinin (L*) kontrol grubu örneklerde ortalama 58,23 olduğu, kepekli fraksiyonlarına otoklav (53,81), mikrodalga (53,36) ve infrared (55,64) ve ultraviyole (56,14) stabilizasyon işlemlerinin uygulanan tam buğday unlarında üretilen ekmeklerin parlaklık değerlerinin azaldığı da belirlenmiştir. En fazla

parlaklık düşüşlerini ise, mikrodalga işlemi ve ardından da otoklav uygulamaları vermiştir.

Kabuk renginin etkileyen parametrelerin en önemlisi a^* (kırmızılık) faktörüdür (Demir, 2004). Kırmızılık değerleri üzerinde bir değerlendirme yapıldığında, daha sert, daha kuvvetli olan Bezostaya-1 (B) tam buğday unlarından yapılan ekmeklerin kabuk renkleri de beklendiği gibi daha kırmızı olmuştur. Ayrıca kepekli fraksiyonlara uygulanan tüm stabilizasyon işlemleri, kontrol grubu örneği ekmeklerine (10,57) göre daha kırmızı kabuk rengi vermiştir. En yüksek kırmızılık değerleri ise, un sonuçlarına da paralel olarak otoklav (12,20) ve mikrodalga (12,29) işlemlerinde elde edilmiştir.

Kabuk rengini " b^* " sarılık değerlerine bakıldığında ise; buğday kuvvetinin artması ile ekmek sarılık değerlerinde bir artış söz konusu iken, stabilizasyon işleminin sarılık değerleri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

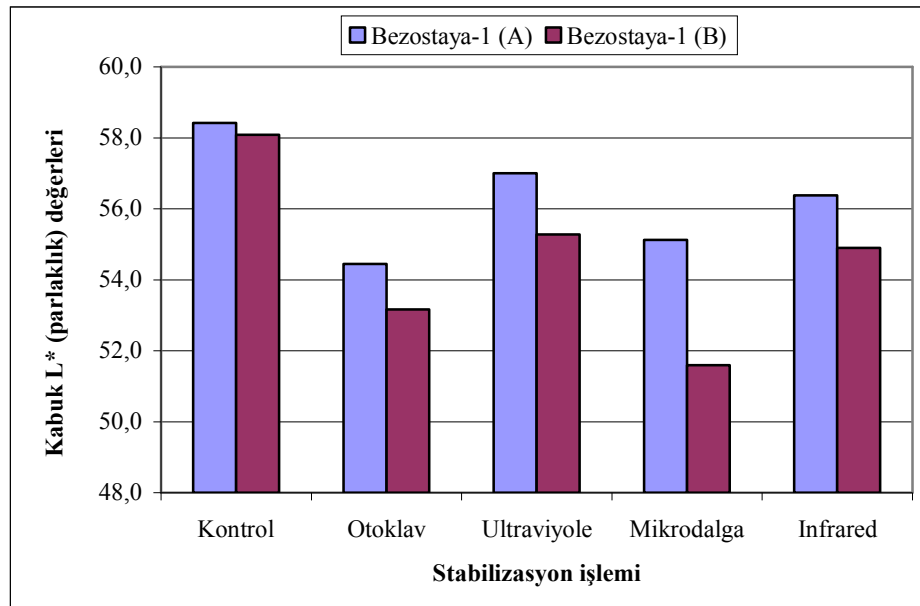
Stabilizasyon işlemlerinin ürün rengine etkisini belirten literatür çalışmalarına bakıldığında ise; İbanoğlu (2002) buğday ruşeymine stabilize etmek amacıyla uyguladığını infrared radyasyonun parlaklık değerlerini düşürdüğünü, kırmızılık değerlerini artırdığı ve sarılık değerlerini değiştirmedeği bildirmiştir. Pınarlı ve ark. (2004)'da ruşeym katkılı makarna denemelerinde, ruşeyme mikrodalga uygulamasıyla örneklerinin L (parlaklık) değerlerinin 30,3, a (kırmızılık) değerlerinin 7,2 olduğunu; mikrodalga işlemi uygulanmayan kontrol grubu makarnalarının ise L (parlaklık) değerlerini 33,6, a (kırmızılık) değerlerinin ise 6,2 olduğunu bildirmişlerdir. Yadav ve ark. (2010)'da stabilizasyon amacıyla otoklav ve mikrodalga işlemleri uyguladıkları tam buğday unundan yaptıkları chapatilerin, işlem uygulanmayan kontrol grubu örneklerine göre, sarılık değerlerinin değişmediğini bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.21), tam buğday unu ekmeklerinin kabuk L^* değerleri ($p<0,01$) üzerine etkisini gösteren "*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*" interaksiyonu Şekil 4.21'de; kabuk a^* değerleri ($p<0,05$) üzerine etkisini gösteren "*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*" interaksiyon Şekil 4.22'de göstermiştir.

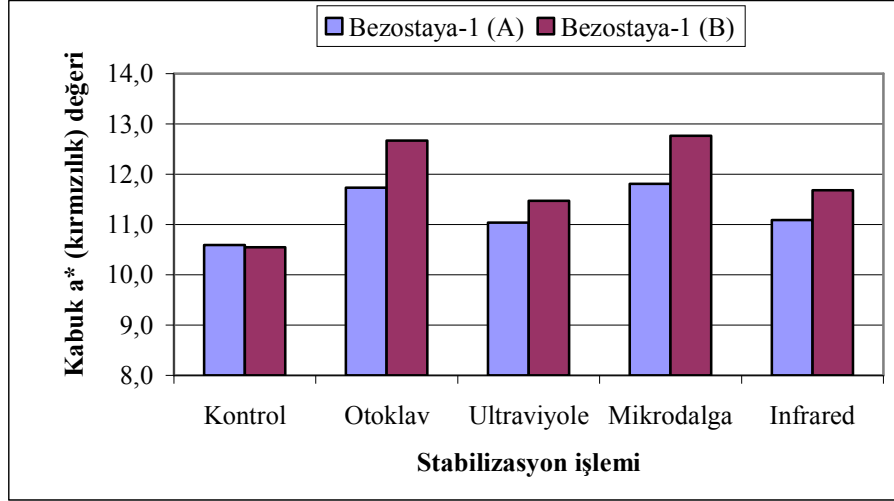
Şekil 4.21 ve Şekil 4.22'ye birlikte bakıldığında; buğday kuvvetinin artması, L^* (parlaklık) değerlerini düşürmüş, ekmeklerin kırmızılık değerlerini ise arttırmıştır. Daha kuvvetli buğdayların daha kırmızimsı koyu renkli olması nedeniyle, son ürün rengi de buna bağlı olarak daha koyu kırmızı bir renk almaktadır. Kotancılar ve ark (2000b), proteince zengin kuvvetli buğdaylardan yapılan ekmeklerin kabuğunun " L " değerlerinin

düştüğünü, a değerlerini ise yükseldiğini yani ekme kabuk renginin de kırmızı renk yoğunluğunun arttığını bildirmişlerdir.

Ayrıca kepekli fraksiyonlara uygulanan tüm stabilizasyon işlemleri, otoklav ve mikrodalga işlemlerinde daha da etkin olmak üzere, kırmızı renk yoğunluğunu artırarak, parlaklık değerlerin de düşmesine sebep olmuşlardır. Bu sonuçlar stabilizasyon işleminin kepekli materyalde oluşturduğu esmerleşme reaksiyonlarının yanında ekme pişirme aşamasında da esmerleşme reaksiyonlarına ortam hazırladığı şeklinde yorumlanabilir. Ultraviyole radyasyonunun un renginde etkili olmayıp (Çizelge 4.10), ekme pişirme aşamasında etkin görünmesi buna gerekçe gösterilebilir. Mesela ultraviyole radyasyonu sonucu artabilecek enzimatik aktivasyon un aşamasında rengi etkilememesine karşılık, pişirme aşamasında Maillard ve Karamelizasyon olaylarına destek sağlayabilir. Yapılan birçok araştırmaya bakıldığında, başta ısıl işlem olmak üzere, mikrodalga (Hebbar ve ark., 2003; Pınarlı ve ark., 2004), infrared (İbanoğlu, 2002; Hebbar ve ark., 2003), ultraviyole (Liu ve ark., 2009) ve otoklav (Chamani ve ark., 2009) işlemlerinin son ürün rengini etkilediği, özellikle de kırmızılık değerlerini arttırdığı belirtilmektedir. Tam buğday unu ve ürünlerinde Maillard ve Karamelizasyon olaylarının daha çok gerçekleştiği de bilinmektedir (Greene ve Bovell-Benjamin, 2004) ve bunun sonucu olarakta kepekli fraksiyonları stabilize edilmiş tam buğday unlarından yapılan ekme daha mat, daha kırmızı renkte elde edilmektedir (Pylar, 1988).



Şekil 4.21. Tam buğday unu ekmeleklerinin kabuk L* değerleri üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksiyonu



Şekil 4.22. Tam buğday unu ekmeklerinin kabuk a* değerleri üzerine Etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksyonu

4.2.4.2. Ekmek içi özellikleri

Farklı kuvvete sahip buğday örnekleri ve kepekli fraksiyonlarına farklı stabilizasyon işlemleri uygulanarak üretilen tam buğday unlarından yapılan ekmeklerin bazı iç özelliklerine ait veriler Çizelge 4.23’te, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.24’te, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.25’te verilmiştir.

4.2.4.2.1. Tekstür-gözenek yapısı

Ekmek içi tekstürü; ince cidarlı, sık gözenek yapısına sahip, homojen ve ipeksi iç yapıyı ifade eder. Ekmek kalitesi ve raf ömrü açısından, önemli bir ekmek içi değerlendirme parametresidir (Elgün ve Ertugay, 1995). Tüketiciler genellikle besin değeri yüksek, fakat tadı hoş olmayan bir ürün yerine, tadı ve tekstürü güzel olan bir ürünü daha çok tercih etmektedir.

Bu etkilerin bir sonucu olarak da bilinçli ve/veya özel tüketici gruplarının dışında kalan kitleler tarafından kepek katkılı ekmeklerin tüketimi düşük düzeylerde kalmaktadır (Sievert ve ark., 1990). Bu nedenle tam buğday unu ekmeklerinde de, tüketici beğenisi açısından tekstür özelliklerinin yüksek olması istenilmektedir.

Çizelge 4.23. Tam buğday unu ekmeklerinin bazı iç özellikleri¹

Örnek	İşlem	T ³	Tekstür- Gözenek yapısı (1-10)	İç rengi			Sertlik (N/cm ²)	
				L*	a*	b*	1. gün	3. gün
Bezostaya-1(A) ²	Kontrol	1	5,0	51,24	5,55	16,80	1,43	1,79
		2	4,0	50,98	5,08	17,03	1,48	1,86
	Otoklav	1	6,5	53,75	6,06	15,86	0,62	0,89
		2	6,5	53,55	6,67	16,13	0,64	0,91
	Ultraviyole	1	6,5	53,10	5,39	16,13	0,80	1,02
		2	6,0	53,43	5,47	16,17	0,84	1,06
	Mikrodalga	1	6,5	53,79	5,43	16,23	0,72	0,99
		2	6,5	53,45	5,55	16,11	0,75	0,95
	Infrared	1	5,5	52,09	5,23	16,15	0,85	1,01
		2	5,0	52,07	5,41	16,50	0,88	1,05
Bezostaya-1(B) ²	Kontrol	1	5,5	51,87	5,76	15,74	0,63	0,88
		2	5,5	51,59	5,91	15,01	0,60	0,85
	Otoklav	1	7,5	54,29	6,33	14,66	0,35	0,70
		2	7,5	54,20	6,31	14,72	0,37	0,74
	Ultraviyole	1	7,5	53,01	6,69	15,04	0,39	0,71
		2	7,0	52,94	6,58	15,24	0,40	0,75
	Mikrodalga	1	7,0	54,62	5,97	13,92	0,55	0,84
		2	7,0	54,12	6,08	13,69	0,55	0,82
	Infrared	1	6,0	52,63	5,83	14,76	0,60	0,88
		2	6,5	52,94	6,01	14,01	0,54	0,81

¹ Sonuçlar iki paralel ortalamasıdır; ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³ T= Tekerrür

Üretilen tam buğdaylardan yapılan ekmeklerin organoleptik olarak değerlendirilen (0-10 puan) tekstür-gözenek yapısı özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 4.23'te verilmiş olup, bu ekmeklerin tekstür ortalama puanları; 4,0-7,5 değerleri arasında değişmektedir. Sungur (2003)'da katkısız tam buğday unu ekmeklerinin gözenek yapısı (2-10) puanlama değerlerinin ortalama 6,0 olduğunu bildirmiştir.

Tam buğday unu ekmeklerinin organoleptik olarak değerlendirilen tekstür-gözenek yapısı puanlama (1-10) değerlerine ait varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 4.24), buğday örneği ve stabilizasyon işlemi faktörleri p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.25'te verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; buğday kuvvetinin artması ile bu buğdaylardan yapılan ekmeklerin tekstür özellikleri de gelişmiş olup, daha yüksek puanlama değerleri vermişlerdir. Kepekli fraksiyonlarına stabilizasyon işlemi uygulanan tam buğday unlarından üretilen ekmeklerde ise, en yüksek tekstür-gözenek yapısı değerlerini otoklav (7,0), mikrodalga (6,75) ve ultraviyole (6,75) işlemleri vermiştir.

Çizelge 4.24. Tam buğday unu ekmeklerinin bazı iç özelliklerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Tekstür- Gözenek Yapısı		İç rengi (L*)		İç rengi (a*)		İç rengi (b*)		1. Gün Sertlik		3. Gün Sertlik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
		Buğday kuvveti (A)	1	4,05	40,50**	1,13	29,43**	1,59	43,68**	13,32	182,90**	0,81	1437,25**
Stabilizasyon İşlemi (B)	4	2,88	28,75**	4,72	122,58**	0,41	11,35**	0,75	10,24**	0,17	294,54**	0,18	183,85**
A x B	4	0,05	0,50ns	0,19	4,87*	0,20	5,41*	0,28	3,90*	0,07	118,73**	0,12	121,49**
Hata	10	0,100		0,038		0,036		0,073		0,001		0,001	

¹* p< 0,05 düzeyinde önemli, ** p< 0,01 düzeyinde önemli, ns=önemsiz

Çizelge 4.25. Tam buğday unu ekmeklerinin bazı iç özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	N	Tekstür-Gözenek Yapısı (1-10)	İç Rengi			Sertlik (N/cm ²)	
			L*	a*	b*	1. gün	3. gün
Buğday kuvveti							
Bezostaya -1(A) ²	10	5,80 ^b	52,75 ^b	5,58 ^b	16,31 ^a	0,90 ^a	1,15 ^a
Bezostaya -1(B) ²	10	6,70 ^a	53,22 ^a	6,15 ^a	14,68 ^b	0,50 ^b	0,80 ^b
Stabilizasyon işlemi							
Kontrol	4	5,00 ^c	51,42 ^d	5,58 ^c	16,15 ^a	1,04 ^a	1,35 ^a
Otoklav	4	7,00 ^a	53,95 ^a	6,34 ^a	15,34 ^{bc}	0,50 ^d	0,81 ^c
Ultraviyole	4	6,75 ^a	53,12 ^b	6,03 ^{ab}	15,65 ^{ab}	0,61 ^c	0,89 ^b
Mikrodalga	4	6,75 ^a	54,00 ^a	5,76 ^{bc}	14,99 ^c	0,64 ^c	0,90 ^b
Infrared	4	5,75 ^b	52,43 ^c	5,62 ^c	15,36 ^{bc}	0,72 ^b	0,94 ^b

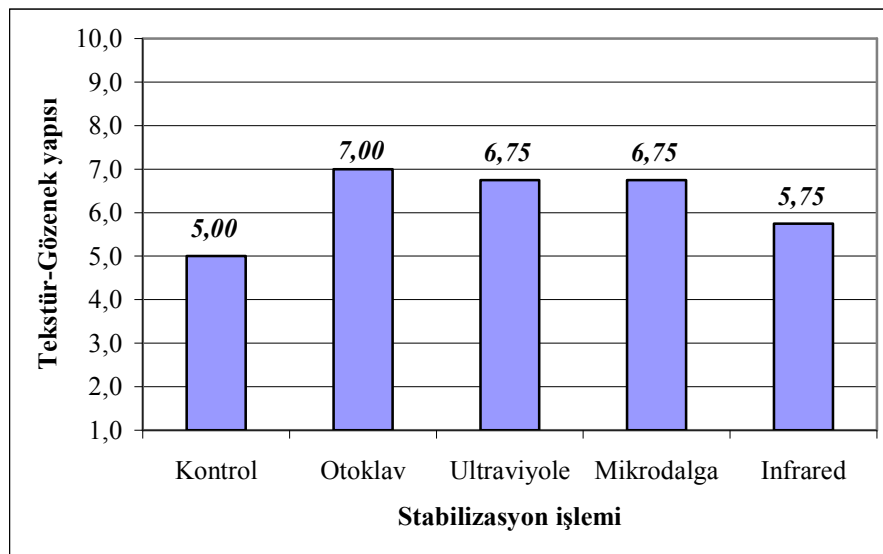
¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir.

Bu sırayı infrared (5,75) işlemi takip etmiş olup, en düşük tekstür-gözenek yapısı puanlaması ise kontrol grubu (5,0) örneklerinden üretilen ekmeklerde elde edilmiştir. Bayrakçı (2008), mikrodalga işlemi uygulanan buğdaylardan yapılan ekmeklerin kalitesinin arttığını ve bunun yanı sıra, tekstür özelliklerinin de iyileştiğini bildirmiştir. Srivastava ve ark. (2007)'da, buğday ruşeymine mikrodalga ve otoklav uygulandığında tekstür özelliklerinin geliştiğini bildirmiştir. Türker ve Elgün (1996) ise otoklavlanmış ruşeym ilave edilerek yapılan ekmeklerin, çığ olarak ilave edilen göre iç yapıların daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunan, tam buğday unu ekmeklerinin tekstür-gözenek yapısı değerleri üzerine “*Stabilizasyon işleminin*” etkisi Şekil 4.23’te verilmiştir.

Şekil 4.23 incelendiğinde; kepekli fraksiyonlarına stabilizasyon işlemi uygulanarak üretilen tam buğday unlarından yapılan ekmeklerin tümü, kontrol grubu örneklerinin ekmeklerine göre, daha iyi tekstür-gözenek yapısı özellikleri verdikleri, yani kepekli fraksiyonlara stabilizasyon uygulamasının ekmeklerin tekstürlerinin de iyileştirdiği belirlenmiştir. En iyi tekstür-gözenek yapısı puanlama değerlerini ise; otoklav, mikrodalga ve ultraviyole işlemleri vermiştir. Bu işlemler, ekmek hacmi ve spesifik hacmi değerlerinin olumlu yönde etkilerken (Çizelge 4. 22), ekmek içi tekstürü değerlerini de olumlu etkide bulunmuştur.

Sonuç olarakta enerji değeri arttıkça, ekmek hacminin arttığı (Pomeranz, 1988; Elgün ve ark., 2005) ve buna bağlı olarak da ekmek içi tekstür-gözenek yapısı özelliklerinin iyileştiği söylenebilir (Pomeranz, 1988; Elgün ve Ertugay, 1995)



Şekil 4.23. Tam buğday unu ekmeklerinin tekstür-gözenek yapısı değerleri üzerine “*stabilizasyon işleminin*” etkisi

4.2.4.2.2. İç rengi

Üretilen tam buğday unu ekmeklerin iç rengi özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 4.23'te verilmiştir. Bu ekmeklerin iç renginin "L*" değerleri 50,98 ve 54,62 arasında, "a*" değerleri 5,08 ve 6,69 arasında, "b*" değerleri ise 13,69 ve 17,03 arasında değişmiştir (Çizelge 4.23). Hung ve ark. (2007)'da, farklı oranlarda (% 10, 30, 50 ve 100) tam waxy buğday unu ile beyaz unun paçalından üretmiş oldukları ekmeklerin iç renk "L*", "a*" ve "b*" değerlerinin 39,7-67,8; 1,5-8,5 ve 14,8-16,6 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Sungur (2003)'da, katkısız tam buğday unu ekmeklerinin iç renk L, a ve b değerlerinin sırasıyla 54,4, 6,0 ve 21,1 olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.24'te verilen varyans analizi sonuçlarına göre; buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonlarının, iç renk "L*", "a*" ve "b*" değerleri üzerinde ($p < 0,01$) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu görülmektedir.

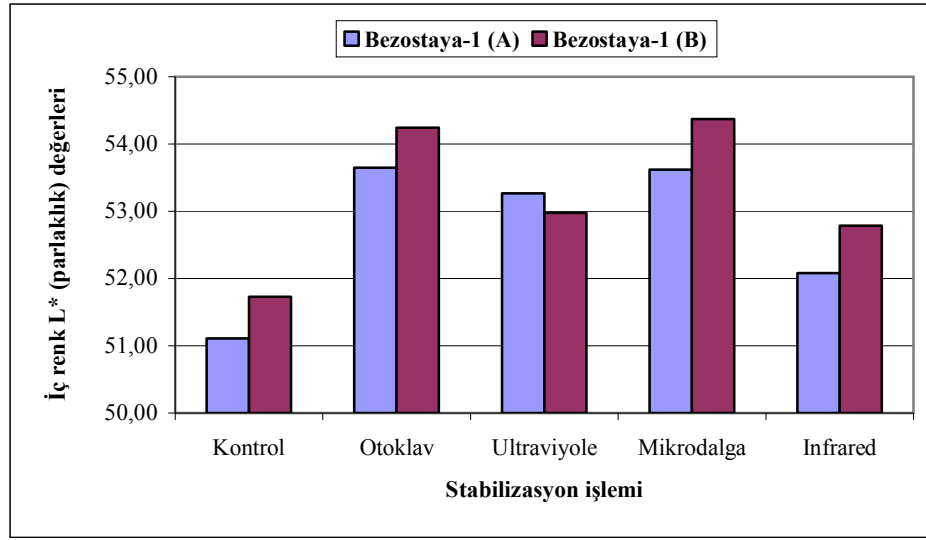
Bezostaya-1 (A) buğdayından üretilen tam buğday ekmeklerinin ortalama olarak "L*" değerlerinin 52,75, "a*" değerlerinin 5,58 ve "b*" değerlerinin ise 16,31 olduğu; daha yüksek kuvvette karakteristiki özelliklere sahip Bezostaya-1 (B) tam buğday unu ekmeklerinin ise, bu değerlerinin sırasıyla 53,22, 6,15 ve 14,68 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.25). Buna sonuçlara göre, buğday kuvvetinin artmasıyla, ekmek içi beyazlığının arttığı, sarılık değerlerinin ise azaldığı belirlenmiştir. Bezostaya-1 (B) daha yüksek ekmek içi kırmızılığın (a) sahip olması, daha sert ve kırmızı çeşit olması ile açıklanabilir.

Üretilen ekmeklerin iç rengi açısından etkili olan parametreler, L* (parlaklık) ve b* (sarılık) değerleridir (Demir, 2004). Kotancılar ve ark. (2000b)'da farklı kuvvette unlardan yapmış oldukları ekmeklerin iç renklerinin değerlendirilmesinde, "L" ve "b" değerlerini kriter olarak almışlardır. Zayıf undan yaptıkları ekmeklerin "L" değerlerinin 74,3 ve "b" değerlerinin 14,9; kuvvetli undan yaptıklarının ise "L" değerlerinin 78,4 ve "b" değerlerinin 12,3 olduğu bildirmişlerdir.

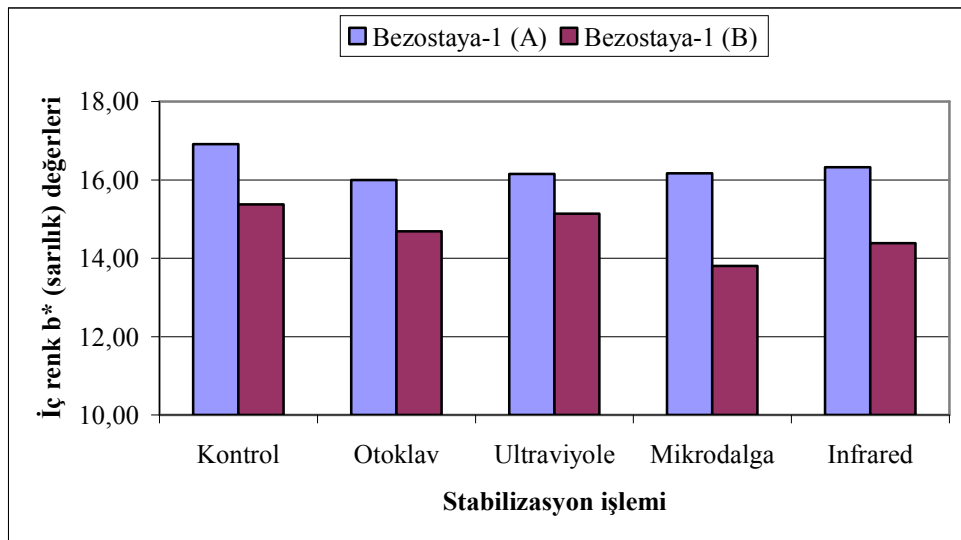
Stabilizasyon işleminin, tam buğday unu ekmeklerinin iç renk değerleri üzerinde etkisi incelendiğinde ise; en yüksekten en düşüğe doğru "L*" parlaklık değerleri sırasıyla mikrodalga (54,00), otoklav (53,95), ultraviyole (53,12), infrared (52,43) ve kontrol (51,42) örnekleri ekmeklerinde elde edilmiştir. En düşükten en yükseğe doğru sarılık değerleri sıralandığında da, mikrodalga (14,99), otoklav (15,34), infrared (15,36), ultraviyole (15,65) ve kontrol (16,15) örneklerinin ekmekleri vermiştir. Bu sonuçlara göre, tüm stabilizasyon işlemleri işlem uygulanmayan kontrol grubu örneklere

göre,ekmek içi “L*” parlaklık değerlerinin arttırmış, “b*” sarılık değerlerini ise düşürmüştür. İç renk açısından ise, daha önceki sonuçlara da paralel olarak, en başarılı sonuçların otoklav ve mikrodalga işlemi uygulanan kepekli fraksiyonları içeren örneklerin ekmeklerinde elde edilebileceği kanısına varılmıştır.

Varyans analizi sonuçlarına göre, istatistiki olarak önemli ($p < 0,05$) bulunan, tam buğday unu ekmeklerinin iç renk “L* (parlaklık)” ve “b* (sarılık)” değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksiyonları sırasıyla Şekil 4.24 ve Şekil 4.25’te verilmiştir.



Şekil 4.24. Tam buğday unu ekmeklerinin L* (parlaklık) değerleri üzerine “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” etkisi



Şekil 4.25. Tam buğday unu ekmeklerinin b* (sarılık) değerleri üzerine “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” etkisi

Şekil 4.24 ve 4.25'e göre; kepekli fraksiyonlarına stabilizasyon işleminin uygulanmasıyla, bu tam buğday unlarından yapılan ekmeklerinin iç rengi değerleri de olumlu yönde etkilenmiştir. Ekmek içi parlaklık değerlerinin arttığı, sarılık renk indeksinin düştüğü, yani ekmek içi beyazlığının arttığı da açıkça görülmektedir. Sonuç olarak, kepekli fraksiyonların stabilizasyonu ile, hem ekmek içi parlaklığı, hem de beyazlığı daha yüksek ekmeklerin elde edilmesini sağlamıştır. Hacmi yüksek, ipeksi tekstür ve homojen gözenek yapısında, kabuğu kırmızı ve iç rengi beyaz olan ekmekler her zaman daha tercih sebebi olmuştur. Ekmek hacmi ve tekstür özelliklerini geliştiren uygulamalar genellikle, ekmek içi beyazlığını da arttırmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995). Bu kriterler ölçüsünde stabilizasyon işlemleri açısından en başarılı sonuçların otoklav ve mikrodalga işlemlerinde elde edilebileceği kanısına varılmıştır. Özellikle mikrodalga uygulamasının en parlak ve sarı renk yoğunluğu en düşük ekmek içi rengi özellikleri vermesi oldukça anlamlıdır. Otoklav işlemi ise hacimde iyi sonuç vermesine karşılık, ekmek içi parlaklığında muhtemelen Maillard reaksiyonu sonucu biraz düşük değerler göstermiştir.

4.2.4.2.3. Ekmek içi sertliği

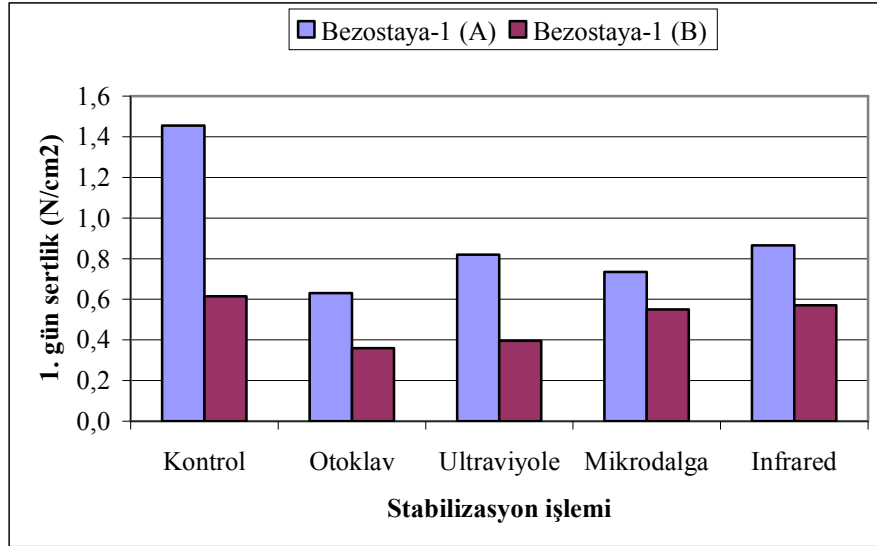
Kepekli fraksiyonlarına farklı stabilizasyon metotları uygulanarak ve farklı kuvvette sahip buğday örnekleri kullanılarak üretilen tam buğday unu ekmeklerinin 1. gün ekmek içi sertlik ölçüm değerleri 0,35-1,48 N/cm²; 3. gün ekmek içi sertlik ölçüm değerleri 0,70-1,86 N/cm² arasında bulunmuştur. Tam buğday unu ekmeklerinin varyans analizi sonuçları da Çizelge 4.24'te verilen olup, buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonları ekmek içi sertlik değerleri (1. ve 3. gün) üzerinde (p<0,01) istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.25'te verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; buğday örneğine göre, ekmek içi sertlik değerleri farklılık göstermiştir. Daha yüksek kuvvete sahip Bezostaya-1 (B) buğdaylarında yapılan ekmeklerin 1. ve 3. gün ekmek içi sertlik değerleri sırasıyla 0,50 ve 0,80 N/cm² olarak belirlenmişken, kuvveti daha düşük Bezostaya-1 (A) buğdaylarının tam unlarından yapılan ekmeklerin 1. ve 3. gün sertlik değerleri 0,90 ve 1,15 N/cm² olarak belirlenmiştir. Kotancılar ve ark. (2000b), farklı kuvvete sahip unlardan yapmış oldukları ekmeklerin sertlik değerlerini PNR penetrometre kullanarak ölçmüşler ve zayıf undan üretilen ekmeklerin 1. gün sertlik değerlerinin 34,7 PB, 3. gün değerlerinin ise 24,3 PB olduğunu, kuvvetli undan

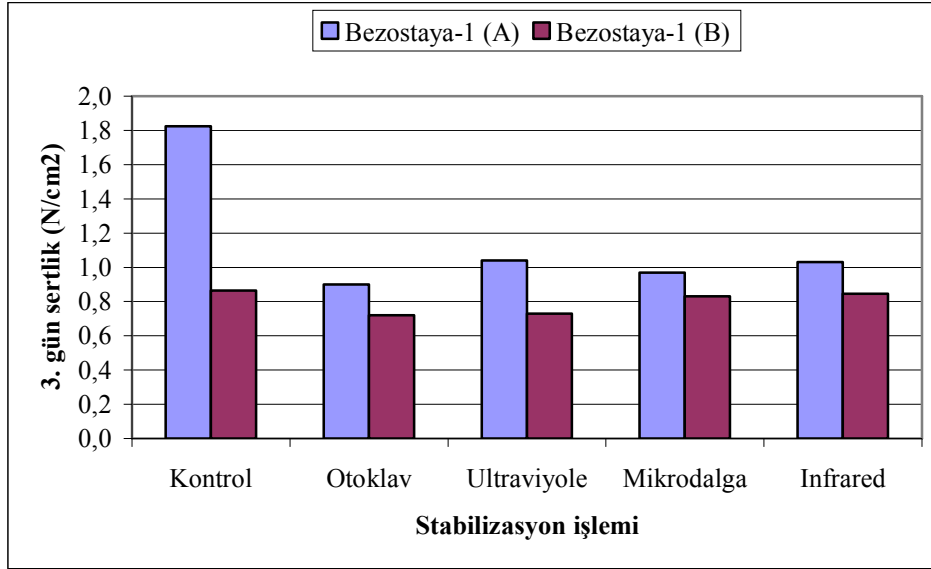
yapılanların ise aynı değerlerinin sırasıyla 49,0 ve 35,5 PB olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlara göre, ekmeğin üretiminde kullanılan buğdayın kuvvetinin armasına bağlı olarak üretilen ekmeklerin daha yumuşak olduğunu ve daha geç bayatladığını bildirmişlerdir. Maleki ve ark. (1980)'da farklı kalite de unlarla yaptıkları ekmeklerin yumuşaklık değerlerinin de farkı olduğunu bildirmişler ve bayatlama oranındaki farklılıkların unun protein kalitesiyle ilgili olduğunu belirtmişlerdir.

Kepekli fraksiyonlara uygulanan stabilizasyon işleminin etkisi incelendiğinde ise; en yüksek 1. ve 3. gün ekmeğin sertlik değerleri (1,04 ve 1,35 N/cm²) beklendiği üzere, kontrol grubu örneklerinden üretilen ekmeklerde elde edilmiştir. En düşük 1. ve 3. gün ekmeğin sertlik değerlerini ise, otoklav (0,50 ve 0,81 N/cm²) stabilizasyon işlemi uygulanan örneklerin ekmekleri vermiştir. Bunu mikrodalga (0,64 ve 0,90 N/cm²) ve ultraviyole (0,61 ve 0,89 N/cm²) işlemi takip etmiştir. İnfrared uygulaması da kontrol grubu örneklere göre, 1. ve 3. gün ekmeğin sertlik değerlerini (0,72 ve 0,94 N/cm²) düşürmüştür.

Varyans analizi sonuçlarına göre, istatistiki olarak önemli (p<0,01) bulunan, tam buğday unu ekmeklerinin 1. gün ve 3. gün sertlik ölçüm değerleri üzerine etkili "Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi" interaksiyonları sırasıyla Şekil 4.26 ve Şekil 4.27'de verilmiştir.



Şekil 4.26. Tam buğday unu ekmeklerinin 1. gün sertlik değerleri üzerine etkili "Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi" interaksiyonu



Şekil 4.27. Tam buğday unu ekmeklerinin 3. gün sertlik değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksiyonu

Her iki şekile birlikte bakıldığında (Şekil 4.26 ve 4.27); kullanılan buğdayların kuvvetinin artmasıyla ve bu buğdaylardan ayrılan % 35’lik kepekli fraksiyonlara stabilizasyon işlemlerinin uygulanmasıyla üretilen tam buğday unlarından yapılan ekmeklerin iç sertlik değerlerinin de azaldığı açıkça görülmektedir. Her iki şekilde de, birbirine paralel azalma eğilimleri görülmekte olup, en düşük ekmek içi sertlik değerlerini otoklav uygulamasının verdiği gözlemlenmiştir. Bunu ise, mikrodalga ve ultraviyole işlemleri takip etmiştir. Bunun muhtemel sebebi ise, unun protein içeriği ve protein kalitesini etkileyen özelliklerinin artmasına bağlı olarak üretilen ekmeklerin hacim değerlerinin de artması, hacim ve tekstür değerleri artışının da daha yumuşak ekmek içi yapısını beraberinde getirmesinden ileri gelmektedir (Maleki ve ark., 1980; Kotancılar ve ark., 2000b).

4.2.4.3. Tam buğday unu ekmeklerinin mikrobiyolojik özellikleri

Tüketici açısından bir gıda maddesini duyuşal olarak kabul edilemez hale getiren herhangi bir değişim, bozulma olarak tanımlanır. Bozulma fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal olmak üzere üç şekilde meydana gelebilmekte olup, fırın ürünlerinde fiziksel ve kimyasal bozulmalarla birlikte, raf ömrünü kısaltan ve ekonomik kayıplara sebep olan mikrobiyal kaynaklı bozulmalarda görülebilmektedir (Certel ve ark., 2009).

Ülkemizde karbonhidrat ve protein kaynağı olarak insan beslenmesinde birincil öneme sahip olan ekme, yüksek su aktivitesi (0,96-0,98) ve pH değeri (5,6-5,8) nedeniyle mikroorganizma gelişmesi için uygun bir ortamdır. Ekme başta olmak üzere, fırın ürünlerinde mikrobiyal bozulmaların çoğunu, küflenme ve sünme oluşturmaktadır. Unlarda ise, önemli miktarda küf sporu olduğu bilinmektedir (Certel ve ark., 2009).

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği (Tebliğ No: 2009/6) göre; Ekme ve ekme çeşitlerinde bulunmasına müsaade edilen maksimum maya ve küf sayısının, $1,0 \times 10^3$ kob/g olması, logaritmik olarak düzenlendiğinde ise maksimum “3” (üç) olması istenmektedir (Anonim, 2009). Ayrıca bir gıda maddelerinin su aktivitesi değerlerinin yüksek olması, o gıda maddesinde mikrobiyal yükünün de artmasına neden olan başlıca faktörlerden birisidir ve ekmekleri su aktivitesi (a_w) değerleri, 0,95-1,00 arasında değişmektedir (Anonim, 2005).

Üretilen tam buğday unu ekmeklerinde mikrobiyolojik kalite kriterleri olarak değerlendirilen su aktivitesi (a_w) değerleri 0,935-0,975 arasında, maya-küf sayısı ise 0,78-1,18 log kob/g arasında değişim göstermiş olup, tam buğday unu ekmeklerinin mikrobiyolojik özelliklerine ait veriler çizelge 4.26’da; varyans analizi sonuçları Çizelge 4.27’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Tam buğday unu ekmeklerinin mikrobiyolojik özellikleri¹

Örnek	İşlem	T ³	Su Aktivitesi (a_w)	Küf-Maya Yüğü (log kob/g)	
Bezostaya-1(A) ²	Kontrol	1	0,975	1,17	
		2	0,970	1,10	
	Otoklav	1	0,945	1,00	
		2	0,942	1,08	
	Ultraviyole	1	0,949	1,01	
		2	0,951	1,03	
	Mikrodalga	1	0,943	0,95	
		2	0,943	0,94	
	Infrared	1	0,951	1,02	
		2	0,950	0,98	
	Bezostaya-1(B) ²	Kontrol	1	0,962	1,18
			2	0,960	1,08
Otoklav		1	0,935	0,90	
		2	0,937	0,90	
Ultraviyole		1	0,948	0,85	
		2	0,944	0,91	
Mikrodalga		1	0,948	0,90	
		2	0,941	0,78	
Infrared		1	0,951	1,06	
		2	0,953	1,01	

¹ Sonuçlar iki paralel ortalamasıdır; ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³ T= Tekerrür

Çizelge 4.27. Tam buğday unu ekmeklerinin mikrobiyolojik özelliklerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Su Aktivitesi		Maya-Küf Yüğü	
		KO	F	KO	F
Buğday örneği (A)	1	0,01	13,79**	0,03	11,48**
Stabilizasyon İşlemi (B)	4	0,01	74,17**	0,03	14,82**
A x B	4	0,01	5,56*	0,01	2,99ns
Hata	10	0,001		0,002	

¹* p<0,05 düzeyinde önemli, ** p<0,01 düzeyinde önemli, ns=önemsiz

Çizelge 4.28. Tam buğday unu ekmeklerinin mikrobiyolojik özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	N	Su Aktivitesi (aw)	Maya-Küf Yüğü (log kob/g)
Buğday örneği			
Bezostaya -1(A) ²	10	0,952 ^a	1,028 ^a
Bezostaya -1(B) ²	10	0,948 ^a	0,957 ^a
Stabilizasyon işlemi			
Kontrol	4	0,967 ^a	1,132 ^a
Otoklav	4	0,940 ^d	0,970 ^{bc}
Ultraviyole	4	0,948 ^b	0,950 ^{bc}
Mikrodalga	4	0,944 ^{cd}	0,893 ^c
Infrared	4	0,951 ^{bc}	1,018 ^{ab}

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir.

Certel ve ark. (2009)'da, farklı sıcaklık derecelerinde muhafaza edilmiş normal ekmeklerin su aktivitesi değerlerinin 0,971-0,999 arasında, kepekli ekmeklerin ise 0,948-0,996 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Kotancılar ve ark. (2009)'da üretmiş oldukları Vakfikebir ekmeklerinin a_w değerlerinin kabukta 0,879-0,937 arasında, iç kısımda ise, 0,962-0,968 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

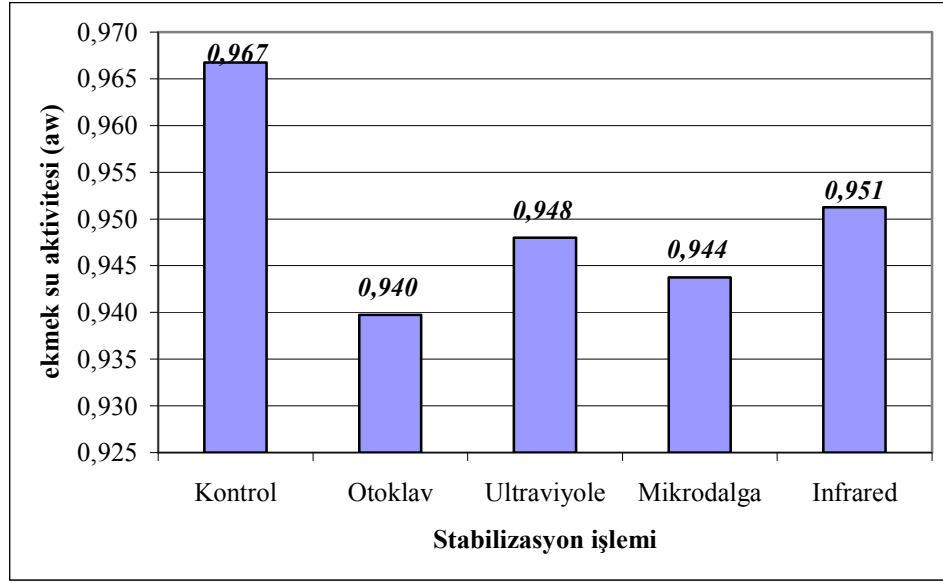
Buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonları, su aktivitesi ve küf-maya sayısı değerleri üzerinde (p<0,01) istatistiki olarak önemli etkide bulunmuştur (Çizelge 4.27). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları göre de (Çizelge 4.28); farklı buğday örneği kullanımının, maya-küf sayısı ve su aktivitesi değerleri üzerinde etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bilindiği gibi, mikroorganizmalar doğada yaygın olarak bulunmaktadır. Mikroorganizmaların gıdalara işlenmeye başlamadan önce ve üretim sırasında bulaşmalarını tamamen önlemek ise bazı özel durumlar dışında imkansızdır. Hammaddelere çevreden hava, toz, toprak, su ve gübre gibi kaynaklardan kolaylıkla mikroorganizmalar bulaşabilmektedir (Ünlütürk ve Turantaş, 2003). Dolayısıyla

mikroorganizmaların buğday kuvvetine göre, bulaşma koşullarını oluşturması da beklenemez ve buğday kuvvetinin herhangi bir etkisinin olmaması da oldukça doğaldır.

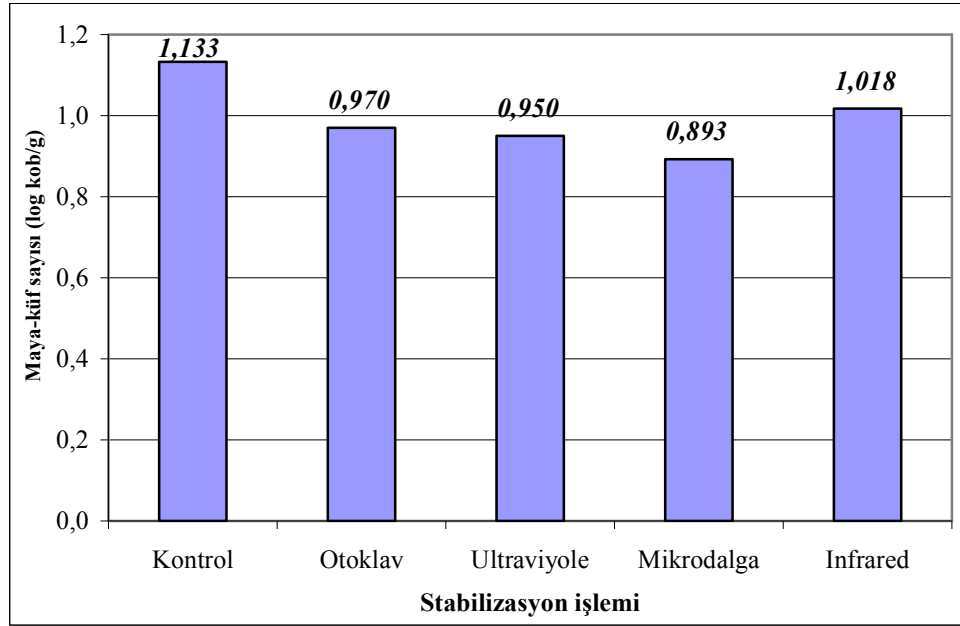
Kepekli fraksiyonlara uygulanan stabilizasyon işlemi ise, su aktivitesi değerlerini düşürürken, buna bağlı olarak ekmeklerin mikrobiyolojik kalitesini de arttırmıştır. En yüksek su aktivitesi (0,967) ve maya-küf sayısı (1,132 log *kob/g*) değerleri kontrol grubu ekmeklerinde elde edilmiştir. Kepekli fraksiyonlara uygulanan stabilizasyon işlemlerinin, ekmek içi su aktivitesi değerlerine etkisi incelendiğinde ve en düşükten en yükseğe doğru sıralandığında ise; 0,940 (otoklav), 0,944 (mikrodalga), 0,948 (ultraviyole) ve 0,951 (infrared) şeklinde dizilim olduğu tespit edilmiştir. En düşükten en yükseğe doğru log *kob/g* cinsinden maya-küf sayısı değerleri sıralandığında da; 0,893 (mikrodalga), 0,950 (ultraviyole), 0,970 (otoklav) ve 1,018 (infrared) şeklinde dizilim elde edilmiştir. Bu da beklenen bir sonuçtur. Daisuke ve ark. (2001)'da, buğday ve soya fasulyesi yüzeyine, 1,5 kW gücünde, infrared ışınlarının 10 saniye süreyle uygulanmasıyla, yaklaşık olarak toplam bakteri sayısının 10^3 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Vadivambal (2009)'da, mikrodalga işlemi ile mikroorganizmaların kolaylıkla inhibe edildiğini ve hatta 500 Watt'ta 28 saniye veya 400 Watt'ta 56 saniye mikrodalga işlemi uygulandığında, böceklenme riskinin tamamen giderildiğini bildirmiştir. Fine ve Gervais (2004)'de, ultraviyole ışınlarını 58 J/cm^2 gücüyle uyguladıkları çalışmalarında, mikroorganizma yükünün yaklaşık 10^7 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Tam buğday unu ekmeklerinin su aktivitesi ve maya-küf sayısı değerleri üzerine ($p<0,01$) “*Stabilizasyon işleminin*” etkisi sırasıyla Şekil 4.28 ve Şekil 4.29'te gösterilmiştir.

Kepekli fraksiyonlara stabilizasyon işlemlerinin uygulamasıyla, su aktivitesi değerlerinin ve buna paralel olarak maya-küf sayısının önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.28 ve 4.29). Her iki şekilden de görüldüğü gibi, kepekli kısımlara uygulanan stabilizasyon işlemleri, ekmek örneklerinde önemli düzeyde su aktivitesi düşüşü sağlamış, bu olumlu etki maya-küf gelişmesini de sınırlandırmıştır. Genel olarak otoklav ve mikrodalga uygulamaları, daha etkin sonuçlar vermiştir. Maya-küf gelişimi sonuçlarına bakıldığında ise, en etkili metodun mikrodalga uygulaması olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.29). Buradan da, mikrodalga uygulamasının, otoklav işlemine göre, küf sporu inaktivasyonunda daha etkili olduğu sonucu çıkarılabilir. Tam buğday ununun depolama stabilitesinde, yani raf ömründe de benzer sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4.1 ve 4.2).



Şekil 4.28. Tam buğday unu ekmeklerinin su aktivitesi değerleri üzerine “Stabilizasyon işleminin” etkisi



Şekil 4.29. Tam buğday unu ekmeklerinin maya-küf sayısı değerleri üzerine “Stabilizasyon işleminin” etkisi

Buğday tanesinin çevre şartlarına en çok maruz kalan kısımları, perikarp ve testa kısımları olup, aleuron tabakasıyla birlikte kepekli fraksiyonları oluşmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995). Dolayısıyla bir buğday tanesine mikroorganizma, böcek ve böcek yumurtalarının bulaşabileceği ilk kısımda, bu kepekli fraksiyonu oluşturan kabuk tabakalarıdır. Tam buğday unu üretiminde ise, beyaz unun içerisinde kalan bu kepekli kısımlar, o unun mikrobiyolojik kalitesini direkt olarak etkilemektedir. Ayrıca

mikroorganizmaların buldukları gıda maddesinin menşesine de bağılı olarak, ısıı proses sonucunda, gıdadaki bulunma miktarlarının azaltılabildiğı ve hatta tamamen de yok edilebildiğı bir gerçektir. Gıdalardaki toplam mikroorganizma sayısı ne kadar düşük olursa, bu mikroorganizmaları kontrol altına almak veya yok etmek de, o kadar kolay olmaktadır ve mikrobiyolojik yükü düşük gıdalar, daha uzun raf ömrüne sahiptir (Ünlütürk ve Turantaş, 2003). Dolayısıyla, tam buğday unu üretimi öncesi kepekli fraksiyonlara otoklav, infrared ve mikrodalga ve ultraviyole işlemlerin uygulanması ile, gerek tam buğday ununda, gerekse bu hammaddeden yapılan ekmeklerde maya-küf yükünün azalmış olması beklenen bir neticedir. Yapılan birçok çalışmada da, otoklav (Karadağ, 2005), mikrodalga (Vadivambal, 2009) infrared (Krishnamurthy ve ark., 2008) ve ultraviyole (Fine ve Gervais, 2004; Turhan ve ark., 2006) işlemlerinin mikroorganizmaları inhibe edici özelliklerinin olduğı bildirilmiştir. Buna göre de, stabilizasyon işlemleri ile tam buğday unu ekmeklerinin raf ömrünün uzadığı sonucuna varılmıştır.

4.2.5. Tam buğday unu ekmeğinin besinsel özellikleri

Tam buğday unu ekmeklerinin besinsel özelliklerine ait veriler Çizelge 4.29'da; varyans analizi sonuçları Çizelge 4.30'da, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Çizelge 4.29. Tam buğday unu ekmeklerinin besinsel özellikleri¹

Örnek	İşlem	T ³	Protein ⁴ (%)	Sindirilebilir Protein (%)	Fitik Asit (mg/100g)	Toplam Fenolik madde (mg GAE/g)	Antioksidan aktivite (%)	Toplam diyet lifi (%)
Bezostaya-1(A) ²	Kontrol	1	13,86	73,68	510	1,23	12,8	11,91
		2	13,84	73,16	519	1,17	13,1	11,88
	Otoklav	1	13,72	78,43	421	1,21	16,0	11,82
		2	14,06	77,98	432	1,23	15,7	11,94
	Ultraviyole	1	13,85	77,46	492	1,39	17,4	11,91
		2	13,92	76,68	498	1,37	16,9	11,95
	Mikrodalga	1	13,98	75,38	427	1,27	16,0	11,85
		2	13,82	75,32	442	1,22	16,5	11,80
	Infrared	1	13,84	77,67	460	1,28	17,2	11,93
		2	13,81	78,41	467	1,35	15,9	11,87
Bezostaya-1(B) ²	Kontrol	1	15,97	64,95	610	1,17	13,8	12,11
		2	15,92	65,41	627	1,20	13,4	12,15
	Otoklav	1	15,98	72,63	486	1,20	16,1	12,02
		2	15,94	73,02	480	1,20	16,8	12,11
	Ultraviyole	1	15,87	68,78	581	1,43	18,4	12,15
		2	16,01	68,49	576	1,38	17,8	12,08
	Mikrodalga	1	15,92	74,20	480	1,28	17,7	12,06
		2	15,86	74,02	495	1,20	16,8	12,10
	Infrared	1	15,95	72,84	555	1,43	18,1	12,12
		2	15,84	73,35	537	1,46	17,7	12,07

¹ Sonuçlar iki paralel ortalamasıdır; ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³T= Tekerrür, ⁴ N x 6,25 ve kuru madde esasına göre verilmiştir.

Çizelge 4.30. Tam buğday unu ekmeklerinin besinsel özelliklerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Protein		Sindirilebilir Protein		Fitik Asit		Toplam Fenolik Madde		Antioksidan Aktivitesi		Toplam Diyet Lifi	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Buğday örneği (A)	1	20,93	2290,00**	159,50	1344,40**	28804,05	408,28**	0,01	2,35ns	4,14	19,04**	0,22	106,77**
Stabilizasyon işlemi (B)	4	0,01	0,40ns	27,86	234,86**	9251,13	131,13**	0,04	32,50**	11,94	54,91**	0,01	1,59ns
A x B	4	0,01	0,23ns	8,62	72,66**	447,93	6,40**	0,01	3,45ns	0,09	0,42ns	0,01	0,49ns
Hata	10	0,009		0,119		70,55		0,001		0,217		0,002	

¹* p< 0,05 düzeyinde önemli, ** p< 0,01 düzeyinde önemli, ns=önemsiz

Çizelge 4.31. Tam buğday unu ekmeklerinin besinsel özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	N	Protein (%)	Sindirilebilir Protein (%)	Fitik Asit (mg/100g)	Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g)	Antioksidan Aktivite (%)	Toplam Diyet Lifi (%)
Buğday örneği							
Bezostaya -1(A) ²	10	13,87 ^b	76,42 ^a	462,80 ^b	1,27 ^a	15,77 ^b	11,89 ^b
Bezostaya -1(B) ²	10	15,93 ^a	70,77 ^b	544,70 ^a	1,30 ^a	16,66 ^a	12,10 ^a
Stabilizasyon işlemi							
Kontrol	4	14,90 ^a	69,30 ^d	566,50 ^a	1,19 ^b	13,28 ^c	12,01 ^a
Otoklav	4	14,93 ^a	75,52 ^a	454,75 ^d	1,21 ^b	16,15 ^b	11,97 ^a
Ultraviyole	4	14,94 ^a	72,85 ^c	536,75 ^b	1,39 ^a	17,63 ^a	12,02 ^a
Mikrodalga	4	14,90 ^a	74,73 ^b	461,00 ^d	1,24 ^b	16,75 ^{ab}	11,96 ^a
Infrared	4	14,86 ^a	75,57 ^a	504,75 ^c	1,38 ^a	17,23 ^a	12,00 ^a

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir.

4.2.5.1. Protein miktarı

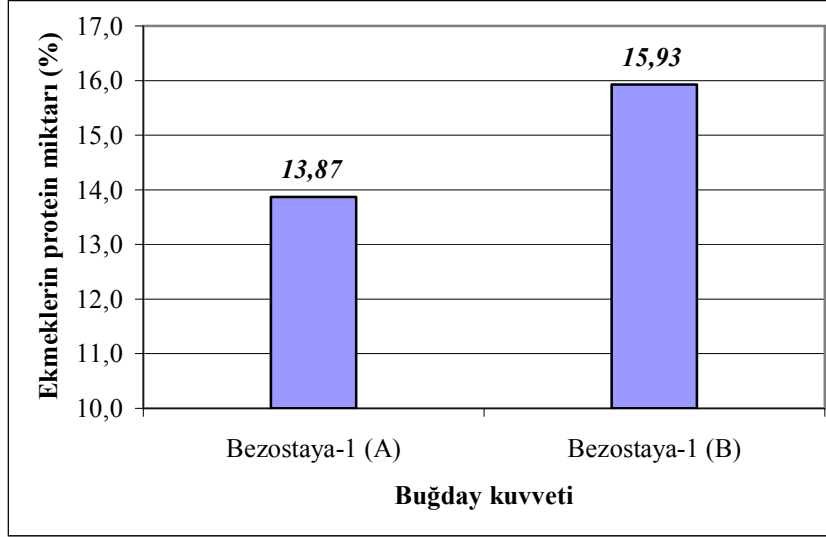
Tam buğday unu ekmeklerinin protein miktarlarına ait veriler Çizelge 4.29’da verilmiş olup, % 13,72 ile 16,01 arasında değişmiştir. Skrbic ve Filipcev (2008), üretmiş oldukları tam buğday ekmeklerinin ortalama protein miktarı değerlerinin % $14,08 \pm 0,95$; Skrbic ve ark. (2009)’da ortalama % $15,7 \pm 1,66$ olduğunu bildirmişlerdir.

Buğday örneği faktörü ekmeklerin protein miktarı üzerinde ($p < 0,01$) istatistiki olarak önemli bulunmuş iken, stabilizasyon işlemi faktörü ise protein miktarını etkilemediği tespit edilmiştir (Çizelge 4.30).

Duncan Çoklu Karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.32); buğday örneklerinin kuvvetinin artmasına bağlı olarak, bu buğdaylardan üretilen ekmeklerinde protein miktarında artışlar tespit edilmiştir. Protein oranı yüksek bir hammaddeden, yüksek protein oranına sahip son ürünlerin elde edilmesi beklenen bir sonuçtur. Kepekli fraksiyonlara uygulanan stabilizasyon işleminin ise, ekmeklerin protein değerlerini etkilemediği ve korunduğu belirlenmiştir. El-Adawy (1997) zenginleştirme amacıyla susam kepeği kullanarak yapmış olduğu ekmek denemelerinde, kepekler üzerinde farklı stabilizasyon metodlarını denemiş, otoklavlanmış kepek ilave edilen ekmekler ile işleme tabi tutulmayan ekmeklerin her ikisinde protein oranlarının % 16,2 olduğunu ve değişmediğini bildirmiştir. Sun ve ark. (2006)’da infrared ısı işlemi uygulanan unların protein içeriğinin % 12,8, uygulanmayan kontrol grubunun ise % 12,9 olduğunu ve önemli bir protein değişiminin olmadığını bildirmişlerdir. Pınarlı ve ark. (2004) stabilizasyon işleme tabi tuttıkları buğday ruşeymleri ile yapılan makarna örneklerinin, çığ olarak ilave edilenler ile aynı protein miktarına sahip olduğunu ve değişmediğini bildirmişlerdir. Vadivambal ve ark. (2007)’de mikrodalga işlemi uygulanması sonucunda buğdayların ve unların protein oranının çok az miktarda artış gösterdiğini ama istatistiki olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir. Hidalgo ve ark. (2008) tam buğday ununa otoklavlama işlemi uygulanması ile protein oranının değişmediğini tespit etmişlerdir.

Tam buğday unu ekmeklerinin protein miktarı değerleri üzerine ($p < 0,01$) “*Buğday örneğinin*” etkisi sırasıyla Şekil 4.30’da gösterilmiştir.

Şekil 4.30’a göre; kuvvetli buğdayların yüksek protein içeriğine sahip olmasından dolayı (Çizelge 4.2), bu buğdaylar kullanılarak yapılan ekmeklerin protein oranları da daha yüksek çıkmıştır (Elgün ve Ertugay, 1995; Elgün ve ark., 2005).



Şekil 4.30. Tam buğday unu ekmeklerinin protein miktarı değerleri üzerine “*Buğday örneğinin*” etkisi

4.2.5.2. Sindirilebilir protein

Bir gıdanın ham protein değeri, ihtiva ettiği nitrojen miktarının ölçüsüdür. Bu nitrojenin ne kadarının sindirildiği, laboratuvar ortamında pepsini ile muamele edilerek tespit edilebilir. Ancak tüpte yapılan bu sindirim denemesinde sindirim kanalındaki enzimlerden yalnız pepsinle çalışıldığı için, alınan sonuçlar hayvanlarda yapılan sindirim denemelerine uymamaktadır. Bu metotla sadece gıda proteinleri birbiriyle karşılaştırılabilmektedir (Demirci, 2005).

Bitkisel proteinlerden vücudun yaralanma oranı, hayvansal proteinlere göre genelde düşük olup, tahıllar % 78-85 oranında sindirilirler. (Akşit, 1991; Demirci, 2005). Ekmekteki proteinleri sindirilebilme oranı ise, ortalama % 74’tür (Bilgiçli, 2004).

Üretilen tam buğday unu ekmeklerinin sindirilebilir protein oranlarına ait veriler Çizelge 4.29’da verilmiş olup, ortalama olarak % 64,95-78,43 arasında değişim göstermiştir. McCance ve Walsham (1948)’da yapmış oldukları çalışmalarında, tam buğday unlarından yapılan ekmeklerinin sindirilebilir protein oranlarının % 66,2-86,7 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonları, sindirilebilir protein (%) değerleri üzerinde ($p < 0,01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.30).

Duncan çoklu karşılaştırma sonuçların göre; buğday örneklerinin kuvvetinin artması, sindirilebilir protein oranlarını azaltmıştır (Çizelge 4.31). Bunun muhtemel

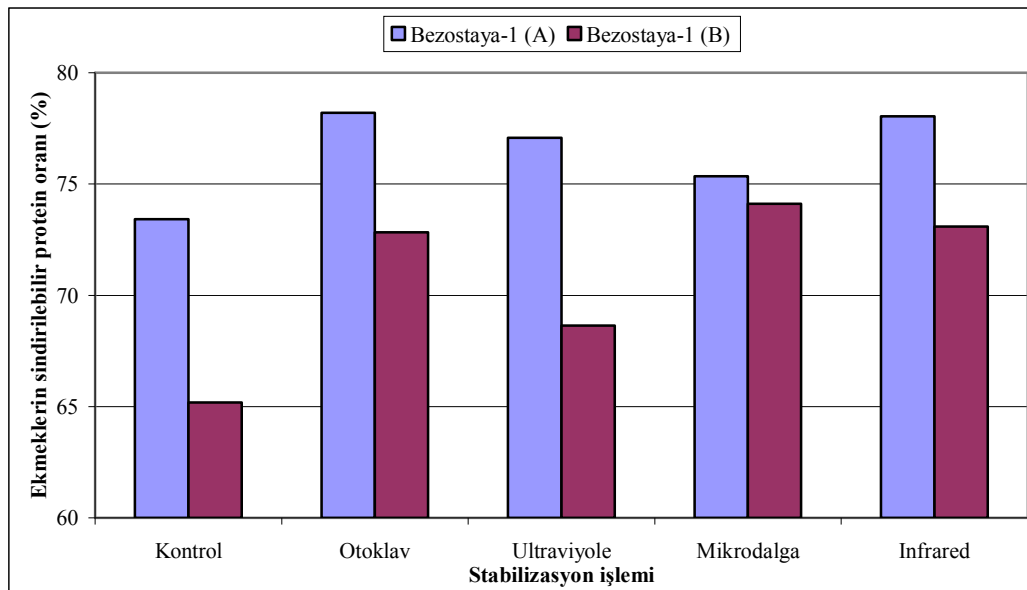
sebebi ise, kuvveti yüksek Bezostaya-1 (B) buğdaylarından yapılan ekmeklerin fitik asit içeriklerinin de yüksek olmasında kaynaklanmaktadır. Çünkü fitik asit proteinlerle reaksiyona girerek, bunların sindirilebilirliğini azaltmaktadır (Bilgiçli, 2004). Dhinga ve Jood (2001); buğday unu yerine soya ve arpa unu katkısı kullanım olanaklarını araştırdığı çalışmalarında; % 100 buğday unuyla yapılan ekmeklerin protein oranının % 11,5; protein sindirilebilirliğinin ise % 74,0 olduğunu bildirmiştir. Aynı araştırmada buğday unu yerine, % 0, 10 ve 15 oranlarında arpa unu ilavesiyle ekmeklerini protein oranının (% 11,4; 11,0; 10,6) düştüğü ve buna karşılıklıta sindirilebilir protein oranlarının (% 74,1; 74,2; 74,3) arttığını bildirmişlerdir. Buğday unu yerine % 5 ve 10 oranlarında soya unu ilavesiyle de protein oranlarının arttığı (% 12,1 ve 13,7) fakat sindirilebilir protein oranlarının (% 70,6 ve 69,1) düştüğünü bildirmişlerdir.

Stabilizasyon işleminin sindirilebilir protein oranları üzerine etkisi incelendiğinde ise; kontrol grubu tam buğday unlarından yapılan ekmek örneklerinin sindirilebilir protein oranının % 69,30 olduğu, stabilizasyon metodlarının uygulanmasıyla da ekmeklerin protein sindirim oranını arttırdığı yani daha yararlı hala geldikleri anlaşılmıştır. En yüksek sindirilebilir protein değerleri, infrared (% 75,57) ve otoklav (% 75,52) işlemlerinde elde edilmiş olup, bunu sırasıyla mikrodalga (% 74,73) ve ultraviyole (% 72,85) işlemleri takip etmiştir. Mitchell ve ark. (1945), stabilizasyon amacıyla soya fasulyesi ununa otoklavlama işlemi uyguladıkları çalışmalarında, sindirilebilir protein oranlarının % 73'ten % 83,1'e çıktığını bildirmişlerdir. El- Adawy (1997), otoklavlanmış susam kepeği ilaveli ekmeklerinin sindirilebilir protein miktarının % 77,8, protein etki oranının (PER) ise 2,28 olduğunu; işlem uygulanmayan kepeklerin ilavesiyle üretilen ekmeklerde ise bu değerlerin sırasıyla 74,7 ve 2,17 olduğunu bildirmiştir. Abu-Tarboush (1998)'da, yağsız soya fasulyesi ununa stabilizasyon amacıyla farklı dozlarda 0, 1, 3, 5, 7 ve 10 kGy ışın uygulamışlar ve elde ettikleri sonuçlara göre de sindirilebilir protein oranlarının 79,8'den 84,2'ye doğru arttığını bildirmiştir. Wray (1999), sarı bezelyelere infrared uygulamak suretiyle kalite ve besinsel özelliklerindeki değişimleri incelediği çalışmada, ham bezelyelerin % 82,4 protein sindirilebilirliğinin olduğunu, 16,8 kW/m²'lik infrared uygulamasıyla % 88,3'e yükseldiğini bildirmiştir. Habiba (2002)'da, bezelye tohumlarının ham haliyle sindirilebilir protein oranının % 73,5 ± 1,3 olduğunu, 10 ve 15 dakika süreyle otoklavlama işlemi ile sindirilebilir protein oranlarının sırasıyla % 77,4 ± 1,2 ve 78,3 ± 1,42 olarak; 4 ve 8 dakika mikrodalga işlemi uygulamasıyla da yine sırasıyla % 74,2 ± 1,4 ve 75,1 ± 1,3 olarak arttığını bildirmiştir. Krishnamurthy ve

ark. (2008)'da soya sütüne infrared uygulanması ile sindirilebilir protein oranının % 3,3 oranında arttığını bildirmişlerdir. Chamani ve ark.(2009), kanola tam ununa otoklav (% 89,79) ve 15 kGy (%83,37), 30 kGy (86,33) ve 45 kGy (% 90,60) ışın uygulamalarının, işlem görmeyenlere (% 81,75) göre, toplam amino asit sindirilebilirliğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre, istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunan, tam buğday unu ekmeklerinin sindirilebilir protein değerleri üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksiyonları Şekil 4.31’de gösterilmiştir.

Şekil 4.31’den görüldüğü gibi; kuvvetli buğdayların sindirilebilir protein miktarı daha az olup, kepekli fraksiyonlara uygulanan tüm stabilizasyon işlemleri sindirilebilir proteinler oranlarını arttırmıştır. Muhtemelen kuvvetli buğdayların sert yapılı olması ve fitik asit içeriklerinin de fazla olmasından dolayı, proteinlerin sindirilebilirliğini engellemiştir. Stabilizasyon işlemleri ise, un proteinlerinde disagregasyona sebep olarak sindirilebilirliklerini arttırmıştır. Stabilizasyon amacıyla uygulanan ısıl proseslerinin protein sindirimini de açıkça arttırdığı literatürdeki birçok çalışmada görülmektedir (Mitchell ve ark.,1945;El- Adawy, 1997;Abu-Tarboush, 1998; Wray, 1999; Habiba 2002; Krishnamurthy ve ark., 2008; Chamani ve ark., 2009). Daha zayıf karaktere sahip buğday örnekleri kullanılarak yapılan ekmeklerin sindirilebilir protein oranları daha yüksek olup, stabilizasyon işlemlerinden daha az etkilenmiştir. Kuvvetli buğday örneklerinin ekmeklerinde ise, kepekli fraksiyonlara stabilizasyon işleminin, özellikle de mikrodalga işleminin uygulaması, sindirilebilir protein oranını arttırmıştır.



Şekil 4.31. Tam buğday unu ekmeklerinin sindirilebilir protein oranları üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksiyonu

4.2.5.3. Fitik asit miktarı

Hububatta doğal bir bileşen olarak bulunan fitik asit, insan beslenmesinde gerekli olan çinko, demir, kalsiyum ve magnezyum gibi minerallerle kompleks oluşturarak bunların biyoyararlılığını düşüren ve de besleyici kaliteyi olumsuz yönde etkileyen anti-besinsel bir ögedir. Bunun yanısıra, fitik asidin minerallerle birleşmesiyle oluşan fitatlar, fitat-protein kompleksleri oluşturarak protein emilimini de olumsuz yönde etkilemektedir (Bilgiçli, 2002; Özkaya, 2004).

Üretilen tam buğday unu ekmeklerinin fitik asit miktarına ait veriler Çizelge 4.29'da verilmiş olup, 427 ile 627 mg/100 g arasında değişim göstermiştir. Qazi ve ark.(2003); üretmiş oldukları tam buğday unu ekmeklerinin üzerinde fermantasyon süresinin etkisini denedikleri çalışmalarında, 15, 30 ve 45 süreyle mayalama prosesinin fitik asit içeriğini önemli ölçüde düşürdüğünü, ortalama 550,9-551,7 mg/100g arasında fitik asit içeriğine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Özkaya (2004)'da, değişik buğday çeşitlerinden elde edilen farklı ekstraksiyondaki unlardan yapılan ekmek örneklerinin, fitik asit miktarlarını incelediği çalışmasında, Bezostaya-1 buğdayından yapılan tam buğday unu ekmeklerinin fitik asiti içeriklerinin ortalama 642,3 mg/100g olduğunu bildirmiştir.

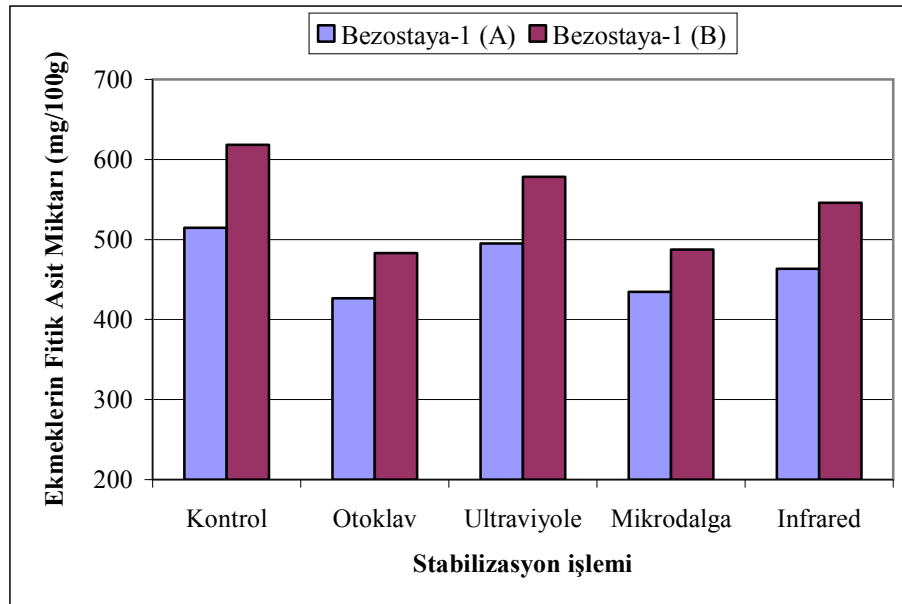
Varyans analizi sonuçlarına göre; buğday örneği ve stabilizasyon işlemi varyasyonlarının, üretilen tam buğday ekmeklerinin fitik asit içeriği değerleri üzerinde ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli etkide bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.31'de verilen Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre de; Bezostaya-1 (A) buğdayı ekmeklerinin ortalama 462,80 mg/100 g fitik asit içeriğine, daha kuvvetli olan Bezostaya-1 (B) buğday ekmeklerinin ise 544,70 mg/100 g içeriğe sahip oldukları belirlenmiştir. Özkaya (2004) farklı buğday ve ekmeklerinin fitik asit içerikleri üzerine yapmış olduğu araştırmasında, % 14,3 protein sahip olan buğday çeşitlerinden yapılan tam buğday ekmeklerinin ortalama fitik asit içeriğinin 708,3 mg/100 g bulmuşken, daha düşük proteine sahip (% 11,1) buğday ekmeklerinde ise bu değerlerin 642,3 mg/100 g olduğunu tespit etmiştir.

Kepekli fraksiyonlara uygulanan stabilizasyon işlemleri ise, beklendiği gibi fitik asit içeriklerini önemli ölçüde azaltmıştır. Ekmeklerin fitik asit içerikleri, en yüksekten en düşüğe doğru sıralandığında ise; otoklav (454,75 mg/100g), mikrodalga (461,00 mg/100g), infrared (504,75 mg/100g), ultraviyole (536,75 mg/100g) ve kontrol (566,50 mg/100g) grubu örnekler şeklinde sıralanmıştır. Termal proseslerin ve radyasyon

uygulamalarının fitik asit içeriğini düşürdüğü, birçok çalışma ile de kanıtlanmıştır. Masud ve ark. (2007), buğdaylara sırasıyla 10, 30 ve 60 dakika boyunca ısı işlem uygulamış ve bunların sonucunda sırasıyla % 14, % 19.6 ve % 30 fitik asit kaybı gözlemişlerdir. Porres ve ark. (2003)'da, mercimeklere otoklav işlemi uygulanması ile fitik asit içeriğinin düştüğünü, ham mercimeklerin 6,23 mg/g, otoklav işlemi uygulananların ise 5,76 mg/g fitat içeriğine sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Al-Kaisey ve ark. (2003)'da, bakladaki anti-besinsel faktörlerin azaltılabilirliği üzerine yapmış oldukları bir çalışmalarında, 10 kGy ışın uygulamasıyla fitik asit içeriğinin % 0,523'ten % 0,428'e düştüğünü ve böylece % 18,2 oranında fitik asitin elemine edildiğini bildirmişlerdir. Habiba (2002)'da, bezelye tohumlarına mikrodalga (2450 MHz-8 dakika) ve otoklav (121 °C-15 dakika) işleminin uygulanmasıyla, 11,9 mg/g olan fitik asit değerlerinin, sırasıyla 10,2 ve 10,4 mg/g'a düştüğünü bildirmiştir. Ahn ve ark. (2003)'da, hazırlamış oldukları farklı dozlarda fitik asit konsantrlerine, gama ışınlarının etkisini denedikleri çalışmalarında, 100 µg/ml'lik fitik asit çözeltisine 5 kGy ışın uygulandığında % 72,66, 10 kGy uygulandığında ise % 84,09 oranında fitik asit azalmasının olduğunu tespit etmişlerdir. Arntfield ve ark (2001)'da, infrared uygulaması ile mercimeklerin fitik asit içeriğinin % 1,28 oranında azaltılabileceğini bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli ($p < 0,01$) bulunan, tam buğday unu ekmeklerinin fitik asit değerleri üzerine etkili "*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*" interaksiyonu Şekil 4.32' da verilmiştir.



Şekil 4.32. Tam buğday unu ekmeklerinin fitik asit miktarları üzerine etkili "*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*" interaksiyonu

Şekil 4.32'ye göre; kuvvetli buğdaylardan yapılan tam buğday unu ekmeklerinin fitik asit değerleri daha yüksek bulunmuş iken, kepekli kısımlarına stabilizasyon işlemleri uygulanarak üretilen tam buğday unu ekmeklerinin ise fitik asit değerleri daha düşük bulunmuştur. En başarılı sonuçları ise, otoklav ve mikrodalga işlemleri vermiştir. Ultraviyole ve infrared işlemleri de, fitik asit miktarlarını az da olsa düşürmüştür.

Birçok literatür çalışması, ısı işlem uygulamalarının fitik asit içeriğini düşürdüğünü göstermektedir (Arntfield ve ark. 2001; Habiba, 2002; Ahn ve ark., 2003; Al-Kaisey ve ark., 2003; Porres ve ark., 2003; Masud ve ark., 2007; Krishnamurthy ve ark., 2008). Ultraviyole gibi ışın uygulamalarının fitik asit miktarının düşürmesinin muhtemel sebebi ise, fitat bileşenlerinin bu ışınların karşısında kimyasal bozunuma uğramasından ileri gelmektedir. Fitatlar ışın uygulamaları ile azaldığı da kanıtlanmıştır (Siddhuraju ve ark., 2002).

4.2.5.4. Toplam fenolik madde

Fenolik bileşenler birçok bitkide, tahıllarda ve diğer hububat ürünlerinde önemli miktarda bulunan, antioksidan aktiviteye sahip bileşiklerdir. Bu fenolikler, özellikle de tanenin dış kısımlarına yakın kepek tabakalarında yoğun bir şekilde bulunmaktadır. Fenolik bileşikleri un kalitesini etkilediği, un ve ekmek pigmentasyonuna katkıda bulunduğu bilinmektedir (Beta ve ark., 2005). Ayrıca fenolik maddelere olan ilgi onların antioksidan aktivitesinden kaynaklanmaktadır (Jende-Strid, 1985; Onyeneho ve Hettiarachchy, 1992; Andreasen ve ark., 2000).

Üretilen tam buğday unu ekmeklerinin toplam fenolik madde içerikleri 1,17 ile 1,46 (mg GAE/g) arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.29). Yu (2007)'da, tam buğday unu ekmeğinin toplam fenolik madde içeriğini yaklaşık 1,20 mg GAE/g olduğunu bildirmiştir.

Çizelge 4.30'da verilen varyans analizi sonuçlarına göre, stabilizasyon işlemi varyasyonu, üretilen tam buğday unu ekmeklerinin toplam fenolik madde içerikleri üzerinde ($p < 0,01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına bakıldığında ise; farklı kuvvette sahip buğday örneklerinin kullanılması, ekmeklerin toplam fenolik madde içeriğini değiştirmemiştir. Toplam fenolik madde içeriğinin, çevre ve genetik faktörlerine bağlı olarak değişebildiği bilinmektedir (Liyana-Pathirana ve Shahidi, 2006). Dolayısıyla

farklı buğday örnekleri kullanılarak yapılan tam buğday unu ekmekleri ile toplam fenolik madde içeriği arasında bir ilişkinin olmaması da beklenen bir neticedir.

Kepekli fraksiyonlara stabilizasyon işlemlerinin uygulanmasıyla da, toplam fenolik madde içeriklerinin korunduğu ve hatta ultraviyole ve infrared uygulamalarında artışların olduğu tespit edilmiştir. En yüksek toplam fenolik madde içeriği, ultraviyole (1,39 mg GAE/g) ve infrared (1,38 mg GAE/g) uygulamalarında tespit edilmiştir. Kepekli fraksiyonlarına otoklav (1,21 mg GAE/g) ve mikrodalga (1,24 mg GAE/g) işlemleri uygulanarak üretilen tam buğday unlarının ekmekleri ile kontrol (1,19 mg GAE/g) grubu ekmekler arasında, toplam fenolik içeriği açısından farklılıkların olmadığı, yani bir başka deyişle ısıl stabilizasyona rağmen fenolik madde içeriğinin korunduğu tespit edilmiştir. Yapılan birçok çalışmaya bakıldığında, özellikle de yüksek ısı uygulamalarının, toplam fenolik madde içeriklerini etkilediği görülmektedir. Çünkü termal proses sonucu, fitokimyasalların degradesyona ve oksidasyona uğradığı, buna bağlı olarakta fenolik bileşiklerin azaldığı bildirilmektedir. Fakat yapılan birkaç çalışmaya bakıldığında ise, özellikle otoklavlama işleminin uygun normlarda yapıldığında, fenolik maddelerin korunduğu görülmektedir. Buğday yan ürünlerine 15 dakika süre buharlama işleminin uygulanıp, tekrar beyaz unu ile remiks edildiği bir çalışmada, % 25-37 arasında ferulik ve *p*-kumarik asit içeriğinin azaldığı, fakat toplam fenolik madde içeriğinin ise değiştirmedeği tespit edilmiştir (Yu, 2007).

Lee ve ark. (2006); yer fıstığı kabuğu ekstraktlarına uyguladığı 150 °C'lik infrared radyasyon ile infrared ısıtma tekniklerinin toplam fenolik içeriğine etkisini inceledikleri çalışmalarında, başlangıç değeri 72,9 µM olan içeriğin, her iki işlem ile de arttığı, 60 dakikalık işlem sonucunda da infrared ısıtmanın toplam fenolik içeriğini 90,3µM, infrared radyasyonun ise 141,6 µM'e çıkardığını tespit etmişlerdir.

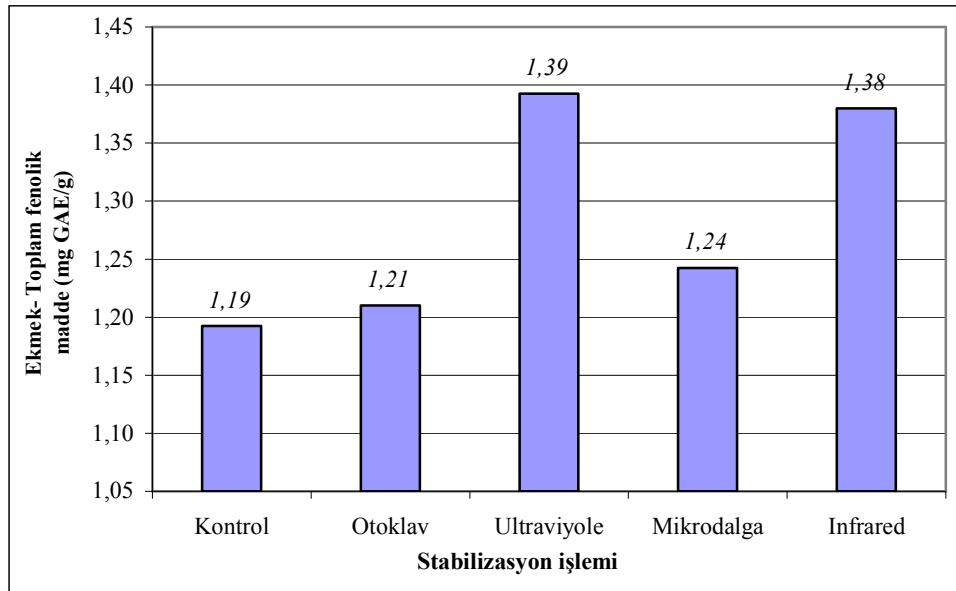
Ju ve ark (2010); Chaga mantarına 120 °C'de 3 saat süreyle otoklavlama işleminin uygulanması ile çözünür fenolik bileşiklerini $58,7 \pm 5,4$ 'ten, $125 \pm 5,2$ 'ya (GAE mg/100g) çıktığını, yani otoklavlama ile bağlı formda olan fenoliklerin çözünür hale geldiklerini bildirmişlerdir.

Türkmen ve ark. (2005), mikrodalga ve geleneksel yöntemlerde (buhar ve kaynatma) pişirilen bazı sebzelerin toplam fenolik içeriklerini incelemişler ve pişirme metodunun sebzelerin çeşidine göre, fenolik bileşiklerinde artma ve azalmalar meydana getirdiğini; örneğin mikrodalga ile pişirmesinde bezelyelerin % 17 ve pırasalarda % 18 azalma, brokolilerde % 25 ve ıspanakta % 9 artışların olduğunu tespit etmişlerdir.

Erkan ve ark. (2008), UV-C ışınlarının farklı sürelerde (1, 5 ve 10 dakika) çilek meyvesinin üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, tüm UV-C uygulamalarının fenolik madde içeriklerini arttırdığını bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunan, tam buğday unu ekmeklerinin toplam fenolik madde değerleri üzerine “*Stabilizasyon işleminin*” etkisi Şekil 4.33’te gösterilmiştir.

Şekil 4.33’e göre; kepekli fraksiyonlara stabilizasyon işlemlerinin uygulanmasıyla, bu tam buğday unlarından üretilen ekmeklerin toplam fenolik madde içeriklerinin üzerinde olumlu etkisinin olduğu, en yüksek değerlerin ise ultraviyole ve infrared işlemlerinde elde edildiği görülmektedir. Otoklav ve mikrodalga işlemleri de deskriptif olarak biraz yüksek fenolik madde içerdikleri de açıkça şekilden görülmüştür. Stabilizasyon metodlarının uygulanması ile toplam fenolik içeriklerinin artmasının muhtemel sebebi ise, bağlı olan fenolik bileşiklerin serbest kalmasından ileri gelmektedir. Bitkilerdeki çoğu fenolik bileşenler, çözünmeyen polimer bileşikler birlikte bağlı durumdadır (Peleg ve ark., 1991; Senevirathne ve ark., 2010). Termal veya radyasyon prosesler sonucunda, selülozik bileşenler ve hücre duvarları kırılmakta ve böylece bağlı formadaki fenolik maddeler serbest kalmaktadır (Cheng ve ark. 2006; Randhir ve ark., 2008) Bu da; bilindiğinin aksine fenolik bileşenlerin artışına sebep olmaktadır (Randhir ve ark., 2008; Senevirathne ve ark., 2010).



Şekil 4.33. Tam buğday unu ekmeklerinin toplam fenolik madde içerikleri üzerine “*Stabilizasyon işleminin*” etkisi

4.2.5.5. Antioksidan aktivite

Antioksidanlar düşük konsantrasyonlarda bile oksidatif zararları engeleyebilen ya da azaltabilen maddeler olup, son zamanlarda özellikle farmakolojik çalışmalarda oldukça önem kazanmıştır. İnsan diyetindeki antioksidan etkili bileşiklerin oksidatif strese sebebiyet veren reaktif oksijen türleri ve reaktif azot türlerinin insan vücuduna verdiği zararları önemli ölçüde engelleyebildiği bilinmektedir (Tekeli ve ark., 2008).

Üretilen tam buğday unu ekmeklerinin antioksidan aktivitesi miktarlarına ait veriler Çizelge 4.29'da verilmiş olup, ortalama olarak % 12,8-18,4 arasında değişim göstermiştir. Mpofu ve ark. (2006), tam buğday unu örneklerinin ortalama antioksidan aktivitesi değerlerinin serbest radikal süpürme etkisi (DPPH) metoduyla % 13,21 ile 14,22 arasında olduğu bildirmiştir. Li ve ark. (2005) ise aynı metodu kullanarak % 23,66-33,51 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

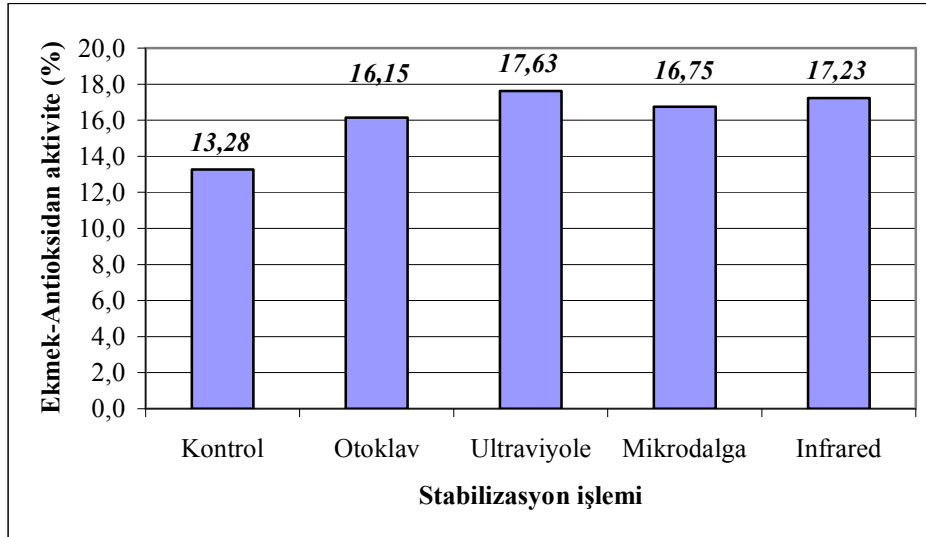
Buğday örneği ve stabilizasyon işlemi faktörleri ekmeklerin antioksidan aktivitesi (%) üzerinde ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.30).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre (Çizelge 4.31); buğday kuvveti daha yüksek olan Bezostaya-1 (B) örneklerinden yapılan ekmeklerinin daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip oldukları tespit edilmiştir. Bunun muhtemel sebebi, daha kuvvetli olan buğday ekmeklerinin fitik asit ve deskriptik olarak fenolik madde içeriklerinin de yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Fitik asit'in iyi bir antioksidan özelliği sahip olduğu da bilinmektedir (Graf ve ark., 1987; Slavin, 2000) Ayrıca kepekli fraksiyonlarına stabilizasyon işlemleri uygulanan buğday örneklerin ekmeklerin, kontrol grubu ekmeklere göre daha yüksek antioksidan aktivite sahip oldukları da belirlenmiştir. En düşük antioksidan aktiviteden, en yükseğe doğru sıralandığında ise; kontrol (% 13,28), otoklav (% 16,15), mikrodalga (% 16,75), infrared (% 17,23) ve ultraviyole (% 17,63) şeklinde dizilim göstermişlerdir. Lee ve ark. (2006), yer fıstığı kabuğu ekstraktlarına uyguladıkları infrared radyasyonu işleminin sonucunda; başlangıçta % 2,34 olan aktivitenin, 5 dakikalık radyasyon muamelesiyle % 6,25 ve 10 dakikalık muameleyle ise % 14,65'e çıktığını ve antioksidan aktivitenin arttığını tespit etmişlerdir. Randhir ve ark. (2008)'da, buğdaylara otoklavlama işleminin uygulanmasıyla antioksidan aktiviteyi % 19-20 arasında arttırdığını bildirmişlerdir. Hayat ve ark. (2010) 2 farklı çeşitteki mandarin posasına, mikrodalga ışınlarının etkisini incelemişler ve elde ettikleri sonuçlara göre de mikrodalga işlemi uygulandığında (500 watt), antioksidan aktivitenin bir çeşitte % 8,5'tan % 16,2'ye, diğer çeşitte ise %

18,4'ten % 29,1'e çıktığını tespit etmişlerdir. Fan (2005)'da sebzelere farklı dozlarda (0, 0,5, 1,0 ve 2,0 kGy) gama ışınları uygulaması, Lemoine ve ark. (2007) brokoli'ye UV-C ışınlarının (8 kJ m⁻²) uygulanmasıyla ile antioksidan aktivitesinin arttığını bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli (p<0,01) bulunan, tam buğday unu ekmeklerinin antioksidan aktivitesi miktarları üzerine “*Stabilizasyon işleminin*” etkisi Şekil 4.34' te gösterilmiştir.

Şekil 4.34'e göre; kepekli fraksiyonlara uygulanan tüm stabilizasyon işlemlerinin, toplam antioksidan aktiviteyi arttırdığı görülmektedir. En fazla artış ise, ultraviyole stabilizasyonun da görülmüş olması rağmen, tüm işlemlerin gözle görülür bir şekilde etkili olduğu tespit edilmiştir. Antioksidan özellikli fenolik maddelerin artışı, antioksidan aktivitenin artışına katkıda bulunmuştur. Öte yandan antioksidan aktivite gösterdiği bilinen fitik asit miktarı aksine düşüş göstermektedir. Gerek termal, gerekse radyasyon uygulamalarının antioksidan aktiviteyi artırdığı yönündeki birçok literatür bilgileri de bu artışı doğrulamaktadır (Fan, 2005; Lee ve ark., 2006; Lemoine ve ark., 2007; Randhir ve ark., 2008; Hayat, 2010). Bu artışta toplam fenolik madde içeriğinin yanısıra Maillard reaksiyonu da etkili olmuştur (Randhir ve ark., 2008; Senevirathne ve ark., 2010).



Şekil 4.34. Tam buğday unu ekmeklerinin antioksidan aktivitesi miktarı üzerine “*Stabilizasyon işleminin*” etkisi

4.2.5.6. Toplam diyet lifi (TDL)

Sindirim sistemi, aşırı şişmanlık, diyabet ve barsak hastalıkları gibi bir çok rahatsızlıkların oranında artmaların görülmesi nedeniyle, diyet lifinin metabolik ve sağlık açısından önemi de artmıştır. Bu tür rahatsızlıklar için yüksek diyet lifi içeriğine sahip gıdalarının günlük öğünlerde daha fazla alınması tavsiye edilmektedir (Slavin, 2000; Slavin ve ark., 2000).

Üretilen tam buğday unu ekmeklerinin toplam diyet lifi (TDL) miktarlarına ait veriler Çizelge 4.29'da verilmiş olup, ortalama olarak % 11,80-12,15 arasında değişim göstermiştir. Haros ve ark. (2001), tam buğday unlarında toplam diyet lifinin yaklaşık % 12,10 olduğunu bildirmiştir. Bonafaccia ve ark. (2000) ise, farklı buğdaylar kullanarak üretmiş oldukları ekmeklerin diyet lifi içeriklerini de incelemişler ve tam buğdaydan yaptıkları ekmeklerin % 12,40, bu ekmeğin üretimin de kullanılan tam unun ise % 13,80 toplam diyet lifinin sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Buğday örneği faktörü, ekmeklerin TDL miktarlarını üzerine ($p<0,01$) istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.30).

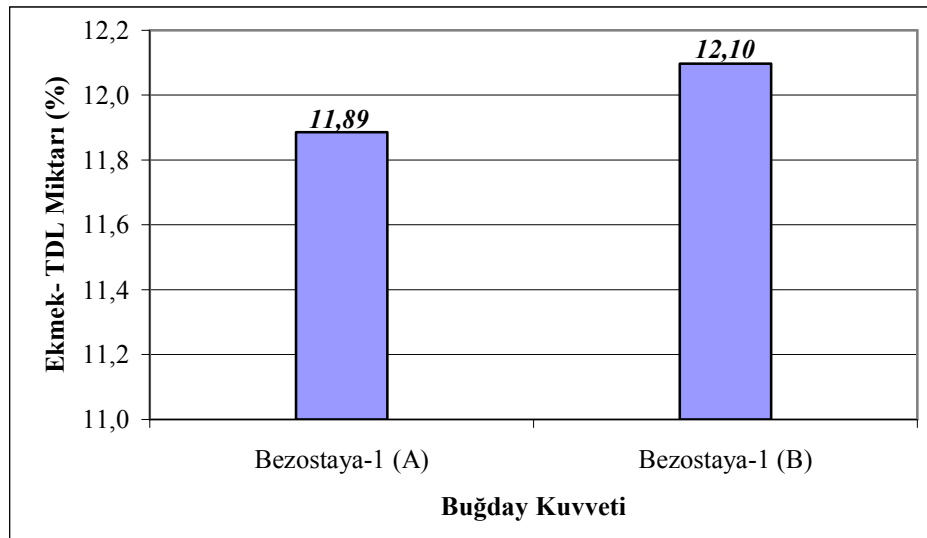
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; stabilizasyon işlemleri TDL miktarları üzerinde etki göstermemişken, kuvvetleri farklı olan buğdaylardan yapılan ekmeklerinin ise TDL miktarında değişimler olmuştur. Daha kuvvetli olan buğdaylardan yapılan ekmeklerin TDL miktarı ortalamaları % 12,10 olup, kuvveti daha az olan buğdaylarınkinden (% 11,89) daha yüksek çıkmıştır. Bonafaccia ve ark. (2000), farklı buğdaylar kullanarak yapmış oldukları ekmeklerinin besinsel özelliklerini inceledikleri çalışmalarında; % 12,8 proteine sahip olan ekmeklerin % 4,4 TDL'e, % 11,8 proteine sahip olanların ise % 3,2 TDL'e sahip olduklarını bildirmişlerdir. Yalçın ve ark. (2007)'da, Türkiye'de yetiştirilen kabuksuz arpaların diyet lifleri üzerinde yapmış oldukları araştırmalarında, protein oranı ile TDL miktarı arasında korelasyon olduğunu, % 14,2 proteinli arpalarının % 12,3 TDL içeriğine, % 13,0 proteinli arpaların ise % 11,0 TDL içeriğine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Kepekli fraksiyonlara uygulanan stabilizasyon işlemi ise, ekmeklerin toplam diyet lifi içeriği üzerinde önemli bir etkide bulunmamıştır. Bu da, kepekli fraksiyonlarına stabilizasyon işlemleri uygulanan tam buğday unları ile yapılan ekmeklerin diyet lifi içeriğinin korunduğunu göstermektedir. Siljestrom ve ark. (1986), tam buğday ve buğday unlarına farklı termal proseslerin etkisi inceledikleri çalışmalarında, TDL miktarının bu termal proseslerden pek fazla etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli ($p<0,01$) bulunan, tam buğday unu ekmeklerinin TDL miktarı üzerine “*Buğday örneğinin*” etkisi Şekil 4.35’te gösterilmiştir.

Şekil 4.35’ten; kuvvetli daha yüksek olan Bezostaya-1 (B) örneklerinden yapılan ekmek örneklerinin daha yüksek TDL miktarları verdikleri görülmektedir. Bunu muhtemel sebebi ise, bu ekmeklerinin fitik asit değerlerinin de yüksek olmasından ileri gelmektedir. Çünkü tahıllarda bulunan fitik asit, besinsel lifin bir parçasıdır (Idouraine ve ark., 1996). Ayrıca Çizelge 4.31’de stabilizasyon uygulamalar ile toplam fenolik ve toplam antioksidan aktivitesi üzerinde paralel değişimler olduğu görülmektedir. Bu bulgular, fenolik ve antioksidan artışının, diyet lifindeki çözünmeden kaynaklandığı görüşünü desteklemektedir.

4.2.5.7. Mineral madde miktarı

Tam buğday unlarından yapılan ekmeklerin mineral madde içeriklerine ait veriler Çizelge 4.32’de özetlenmiştir. Bu ekmeklerin ortalama olarak; “Zn” miktarı 1,47-1,51 mg/100g, “Fe” miktarı 1,77-3,41 mg/100g, “Ca” miktarı 39,15-42,33 mg/100g, “K” miktarı 420,61-498,30 mg/100g, “Mg” miktarı 155,88-62,47 mg/100g ve “P” miktarı 356,12-41,77 mg/100g arasında bulunmuştur (Çizelge 4.32).



Şekil 4.35. Tam buğday unu ekmeklerinin TDL miktarları üzerine “*Buğday örneğinin*” etkisi

Çizelge 4.32. Tam buğday unu ekmeklerine ait mineral madde analiz sonuçları (mg/100g)*

Örnek	İşlem	T ³	Mineral madde (mg/100g) ⁴						
			Zn	Fe	Ca	K	Mg	P	
Bezostaya-1(A) ²	Kontrol	1	1,56	1,77	39,37	426,69	56,71	363,18	
		2	1,53	1,89	39,15	420,61	55,88	356,12	
	Otoklav	1	1,59	1,98	41,79	430,10	56,86	366,06	
		2	1,63	2,15	40,96	434,12	57,14	368,61	
	Ultraviyole	1	1,55	1,80	39,40	424,60	56,09	364,69	
		2	1,60	2,03	39,84	427,84	56,54	363,45	
	Mikrodalga	1	1,70	2,07	42,33	466,79	61,83	400,05	
		2	1,71	2,25	42,13	455,13	60,94	396,19	
	Infrared	1	1,57	1,89	39,65	442,49	57,03	380,16	
		2	1,57	1,98	39,87	431,37	56,21	375,75	
	Bezostaya-1(B) ²	Kontrol	1	1,47	2,91	40,57	485,45	58,75	385,40
			2	1,51	2,95	40,12	480,60	58,71	387,30
Otoklav		1	1,58	2,94	40,61	492,34	62,16	404,43	
		2	1,60	3,02	41,15	490,05	61,65	401,24	
Ultraviyole		1	1,50	2,89	40,80	482,81	59,56	392,51	
		2	1,53	3,05	40,76	486,42	60,28	398,19	
Mikrodalga		1	1,55	3,04	40,96	498,30	62,26	410,77	
		2	1,59	3,41	41,21	493,55	62,47	408,73	
Infrared		1	1,51	2,98	40,80	487,62	60,85	402,45	
		2	1,52	3,11	40,96	486,28	60,64	403,90	

¹ Sonuçlar iki paralel ortalamasıdır; ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³ T= Tekerrür; ⁴ Kuru madde esasına göre verilmiştir.

Dağlıoğlu ve Tuncel (1999), Türkiye’de üretilen farklı ekmek tiplerinin mineral maddelerini içeriklerini inceledikleri çalışmalarında, tam buğday unu ekmeklerinin ortalama olarak “K”, “Ca”, “Mg”, “PO₄⁻³”, “Fe” ve “Zn” miktarının sırasıyla 386 ± 9,4, 75 ± 1,8, 48 ± 2,1, 314 ± 6,6, 2,25 ± 1,2 ve 1,53 ± 0,5 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir. Harland ve Harland (1980)’da; üretmiş oldukları tam buğday unu ekmeklerinin ortalama olarak “Ca”, “P”, “Mg”, “Zn” ve “Fe” miktarının sırasıyla 27,1, 330, 124, 2,6 ve 3,4 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir. Lopez ve ark. (2002)’da, tam buğday unu ekmeklerinin, “Mg” miktarlarının 50-80 mg/100g, “Ca” miktarlarının 30-100 mg/100g, “Zn” miktarının 1,5-2,0 mg/100g ve “Fe” miktarının 2-4 mg/100g olduğunu bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına (Çizelge 4.33) göre; tam buğday unu ekmeği örneklerinin “Zn”, “Ca”, “K”, “Mg” ve “P” miktarları üzerine, stabilizasyon işlemi ve buğday örneği faktörleri istatistiki olarak (p<0,01) önemli bulunmuştur. “Fe” miktarını ise, sadece buğday örneği (p<0,01) faktörü etkilemiştir .

Duncan Çoklu Karşılaştırma testi sonuçlarına (Çizelge 4.34) göre de; Buğday çeşitlerinden kuvvetli (B) olan, Zn hariç diğerlerinde daha yüksek “Ca”, “K”, “Fe”, “Mg” ve “P” oranları vermiştir.

Çizelge 4.33. Tam buğday unu ekmeklerinin mineral madde miktarına ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Mineral Madde											
		Zn		Fe		Ca		K		Mg		P	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Buğday örneği (A)	1	0,02	43,58**	5,50	339,53**	0,60	7,43*	13712,04	704,28**	51,52	312,00**	3387,28	459,23**
Stabilizasyon İşlem (B)	4	0,01	19,76**	0,06	3,41ns	2,27	28,30**	388,72	19,97**	11,48	69,53**	554,42	75,00**
A x B	4	0,01	3,69*	0,01	0,38ns	1,19	14,78**	109,73	5,64*	2,36	14,29**	82,90	11,22**
Hata	10	0,001		0,016		0,080		19,47		0,165		7,392	

¹* p< 0,05 düzeyinde önemli, ** p< 0,01 düzeyinde önemli, ns=önemsiz

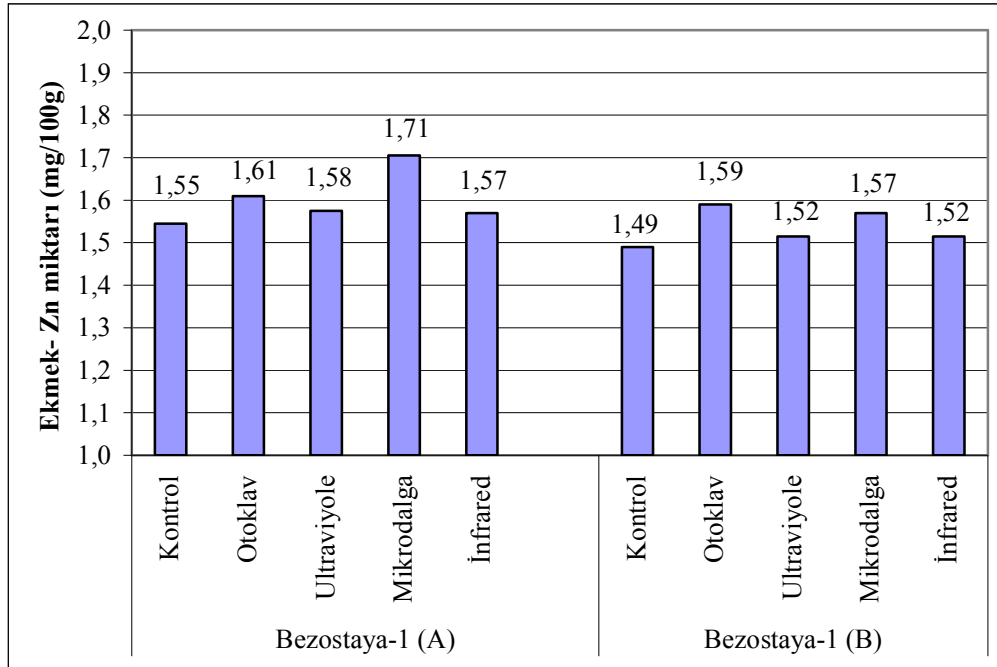
Çizelge 4.34. Tam buğday unu ekmeklerinin mineral madde miktarına ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	N	Mineral Madde (mg/100g)					
		Zn	Fe	Ca	K	Mg	P
Buğday örneği							
Bezostaya -1(A) ²	10	1,60 ^a	1,98 ^b	40,45 ^a	435,97 ^b	57,52 ^b	373,46 ^b
Bezostaya -1(B) ²	10	1,54 ^b	3,03 ^a	40,80 ^a	488,34 ^a	60,73 ^a	399,49 ^a
Stabilizasyon işlemi							
Kontrol	4	1,52 ^b	2,38 ^b	39,80 ^b	453,34 ^c	57,51 ^d	373,00 ^d
Otoklav	4	1,60 ^a	2,52 ^{ab}	41,13 ^a	461,65 ^{bc}	59,45 ^b	385,09 ^{bc}
Ultraviyole	4	1,55 ^b	2,44 ^{ab}	40,20 ^b	455,42 ^{bc}	58,12 ^{cd}	379,71 ^c
Mikrodalga	4	1,64 ^a	2,69 ^a	41,66 ^a	478,44 ^a	61,88 ^a	404,04 ^a
Infrared	4	1,54 ^b	2,49 ^{ab}	40,32 ^b	461,94 ^b	58,68 ^{bc}	390,57 ^b

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir.

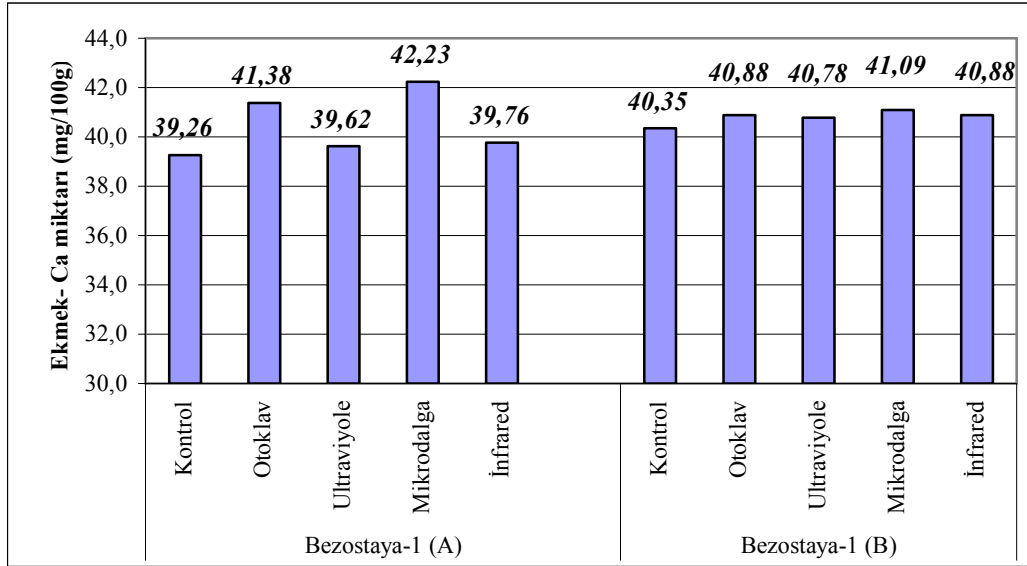
Ayrıca kepekli fraksiyonlarına stabilizasyon uygulaması yapılan tam buğday unlarından üretilmiş ekmeklerin tüm mineral miktarlarında artışlar meydana gelmiştir. Özellikle de, otoklav ve mikrodalga stabilizasyon işlemleri daha etkili olmuştur. McCurdy (1992), ham kanola yağına infrared uygulamasıyla (123 °C) fosfor içeriğini 46 ppm'den 273 ppm'e çıktığını bildirmiştir. Yue ve ark. (1998), ultraviyole uygulamasının buğday tanelerinin mineral madde içeriğini değiştirdiğini, ultraviyole uygulama dozajın artmasına bağlı olarak arttırdığını, 5,31 kJm⁻² ultraviyole ışınlarının uygulanmasıyla P (%), K (%), Fe (ppm) ve Zn (ppm) minerallerinin yaklaşık sırasıyla % 0,27, % 0,89, 51,5 ppm ve 23,5 ppm'den, % 0,41, % 1,03, 81,2 ppm ve 34,5 ppm'e çıkardığını tespit etmişlerdir. Porres ve ark. (2003)'da, mercimek örneklerine 120 °C'de 1 atm'de 30 dakikalık otoklav işleminin uygulanmasıyla, kül miktarının % 3,42'den % 3,53'e yükseldiğini ve buna bağlı olarak "Ca" miktarının da 69,1'den 73,6 mg/100g'a çıktığını bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli bulunan, tam buğday unu ekmeklerinin "Zn", "Ca", "K", "Mg" ve "P" miktarları üzerine etkili "*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*" interaksiyonları sırasıyla Şekil 4.36, 4.37, 4.38, 4.39 ve 4.40'da verilmiştir.

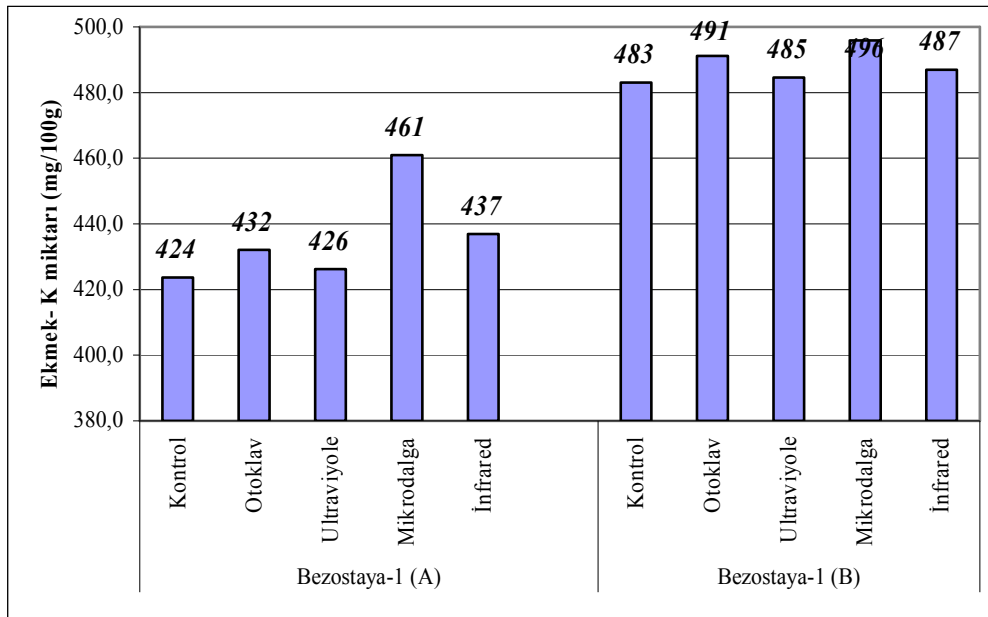


Şekil 4.36. Tam buğday unu ekmeklerinin çinko miktarları üzerine etkili "*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*" interaksiyonu

Kuvveti daha az olan buğdaylardan yapılan tam buğday unu ekmeklerinin daha yüksek çinko konsantrasyonu gösterdiği belirlenmiştir. Stabilizasyon işleminin ise, şahide göre çinko miktarını arttırdığı ve en etkin işlem durumundaki otoklav ve mikrodalga uygulamalarında da muhtemelen daha fazla ısıl kayıpla oransal artışlara neden olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.36).



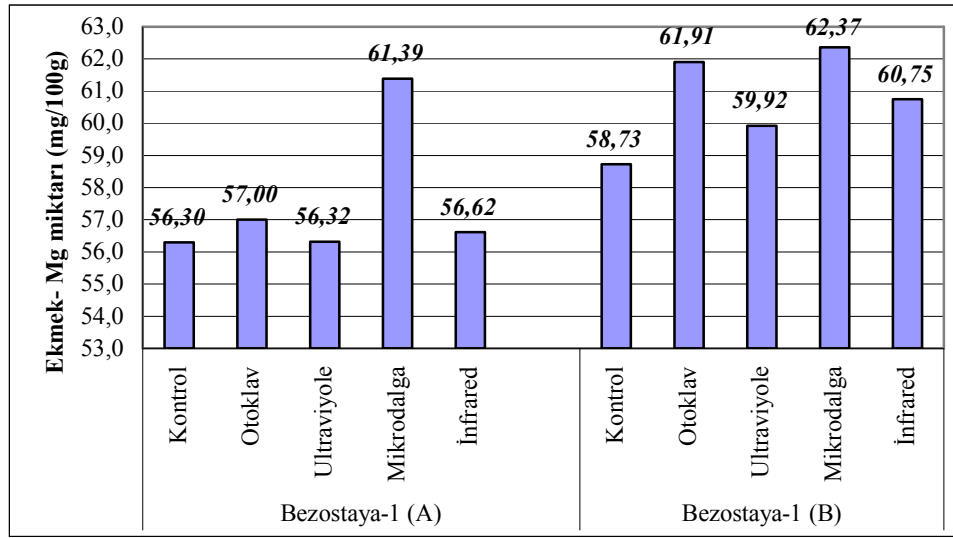
Şekil 4.37. Tam buğday unu ekmeklerinin kalsiyum miktarları üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksiyonu



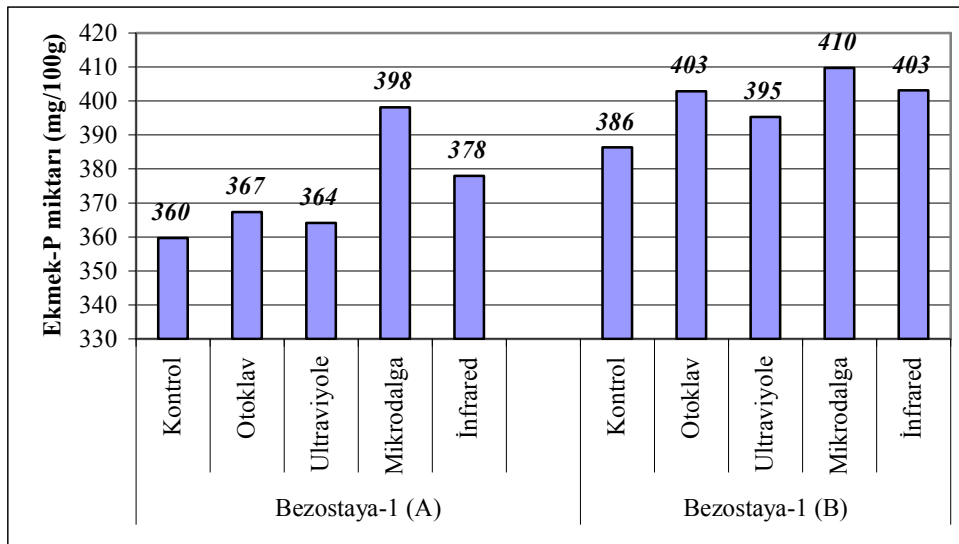
Şekil 4.38. Tam buğday unu ekmeklerinin potasyum miktarları üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksiyonu

Tam buğday unu ekmeklerinin kalsiyum miktarları da çinkoya benzer gidiş sergilemekte, kuvveti daha az olan buğdayların ekmeklerinde sonuçlar daha belirgin şekilde görülmektedir (Şekil 4.37).

Potasyumun kaliteyi artırıcı etkisi çok iyi bilinmekte olup, kuvveti yüksek buğday örneklerinin ekmeklerinde yüksek konsantrasyonda bulunması bu bilgiyi pekiştirmektedir. (Şekil 4.38). Magnezyum da, potasyum gibi kalite ile ilişkili olması nedeniyle benzer artışlar göstermiştir (Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Tam buğday unu ekmeklerinin magnezyum miktarları üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksiyonu



Şekil 4.40. Tam buğday unu ekmeklerinin fosfor miktarları üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksiyonu

Fosfor miktarının kuvveti daha yüksek buğdaylardan üretilen tam buğday unu ekmeklerinde fazla olması (Şekil 4.40), beklendiği gibi fitik asit muhtevasıyla (Çizelge 4. 31) paralellik göstermiştir.

Şekil 4.36, 4.37, 4.38, 4.39 ve 4.40'a birlikte bakıldığında ise; kepekli fraksiyonlarına stabilizasyon işlemlerinin uygulanmasıyla, tam buğday unlarından yapılan ekmeklerin “Zn”, “Ca”, “K”, “Mg” ve “P” miktarlarının da arttırdığı, en fazla etkiyi ise en yüksek penetrasyon kabiliyetine sahip mikrodalga ve otoklav işlemlerinin (Sivri, 1991; Vetrmani ve ark., 1992) sağladığı görülmektedir. Buradaki artışlar muhtemel esmerleşmeye bağlı parçalanma ürünleri ve diğer uçucu bileşenlerin uzaklaşması veya ulaşılabilirlik özelliklerinin artışı ile açıklanabilir (Elgün ve ark., 2009). Literatürlere bakıldığında da; ultraviyole, otoklav, infrared ve mikrodalga işlemlerinin mineral madde içeriğini arttırdığı veya koruduğu yönünde birçok çalışmaya rastlamak mümkündür (McCurdy, 1992; Yue ve ark.,1998; Porres ve ark., 2003; Nandeesh ve ark., 2010).

Ayrıca, yetişkin bir erkeğin günlük alması tavsiye edilen (RDA) “Ca”, “Fe”, “K”, “Mg”, “P” ve “Zn” değerleri sırasıyla 800 mg, 10 mg, 1.8 g, 350 mg, 800 mg ve 15 mg'dır (Aksoy, 2000). Kepekli fraksiyonlarına otoklav işlemi uygulanmış tam buğday unları kullanılarak üretilen ekmeklerin 100 gramı, günlük ihtiyaç duyulan “Ca”un % 5,1, “Fe”in % 25,2, “K”un % 25,6, “Mg”un % 17,0, “P”un % 48,1 ve “Zn”nun % 10,7'sini; mikrodalga işlemi uygulananların 100 gramı ise, “Ca”un % 5,2, “Fe”in % 26,9, “K”un % 26,6, “Mg”un % 17,7, “P”un % 50,5 ve “Zn”nun % 10,9'unu vücuda alınmasına sağlayacaktır.

Sonuç olarak, tam buğday unlarının üretiminden evvel kepekli fraksiyonlara stabilizasyon işlemlerinin uygulanması ile son ürün kalitesinin yükseldiği, özellikle de otoklav ve mikrodalga uygulamalarının tam buğday unu ekmeklerinin mineral madde içeriğini önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir.

4.2.5.8. Sindirilebilir mineral madde

Tam buğday unu ekmeklerinin sindirilebilir mineral madde değerlerine ait veriler Çizelge 4.35’de, varyans analizi sonuçları Çizelge 4.36’da ve Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları da Çizelge 4.37’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.35. Tam buğday unu ekmeklerine ait sindirilebilir mineral madde sonuçları (%)¹

Örnek	İşlem	T ³	Sindirilebilir Mineral Madde (%)						
			Zn	Fe	Ca	K	Mg	P	
Bezostaya-1(A) ²	Kontrol	1	71,82	56,14	64,06	78,90	80,06	69,68	
		2	71,54	56,32	64,51	78,96	81,04	69,54	
	Otoklav	1	83,73	65,10	69,71	85,61	87,96	75,61	
		2	82,95	65,03	69,78	85,08	88,70	75,06	
	Ultraviyole	1	73,62	57,89	67,06	80,16	81,37	70,60	
		2	73,56	57,81	67,23	80,30	81,51	70,52	
	Mikrodalga	1	82,84	64,94	69,65	84,60	85,61	74,15	
		2	82,51	65,01	69,69	84,91	84,69	74,63	
	Infrared	1	79,06	59,45	67,81	82,16	83,64	71,87	
		2	79,84	59,87	67,49	82,74	83,57	71,06	
	Bezostaya-1(B) ²	Kontrol	1	64,11	52,01	61,47	78,71	79,17	69,37
			2	65,08	52,34	61,25	78,02	79,69	69,15
Otoklav		1	78,04	60,11	63,25	83,91	87,54	74,45	
		2	77,91	59,68	63,11	84,36	87,52	74,56	
Ultraviyole		1	66,51	55,41	62,14	80,01	80,15	70,58	
		2	66,47	55,60	62,19	80,34	80,44	70,87	
Mikrodalga		1	74,31	59,17	63,01	83,67	84,61	72,33	
		2	74,90	60,04	63,17	83,60	85,10	72,41	
Infrared		1	73,11	58,00	62,59	81,98	81,95	71,63	
		2	70,56	57,84	62,77	82,13	82,63	71,52	

¹ Sonuçlar iki paralel ortalamasıdır; ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir; ³ T= Tekerrür

Bu ekmeklerin ortalama olarak; sindirilebilir “Zn” miktarı % 64,11-83,73, sindirilebilir “Fe” miktarı % 52,01-65,10, sindirilebilir “Ca” miktarı % 61,25-69,79, sindirilebilir “K” miktarı % 78,02-85,61, sindirilebilir “Mg” miktarı % 79,17-88,70 ve sindirilebilir “P” miktarı % 69,15-75,61 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.35). Urga ve Narasimha (1998); ekşi hamur yöntemi ile üretmiş oldukları tam buğday unu ekmeklerinin sindirilebilir “Ca” miktarının % 73,63 ± 7,21, sindirilebilir “Fe” miktarının % 79,36 ± 5,14, sindirilebilir “Zn” miktarının % 88,26 ± 2,41, sindirilebilir “P” miktarının ise % 86,41 ± 4,31 olduğunu bildirmişlerdir. Bizim değerlerimize göre, biraz daha fazla sindirilebilirlik oranlarının tespit edilmesinin muhtemel sebebi, ekşi hamur metodunun kullanılmış olmasıdır. Çünkü ekşi hamur metodun ile yapılan ekmeklerinin sindirilebilirlik oranlarının daha yüksek olduğu da birçok araştırma ortaya konmuştur (Lappi ve ark., 2010; Rizzello ve ark., 2010).

Çizelge 4.36. Tam buğday unu ekmeklerinin sindirilebilir mineral madde değerlerine ait varyans analizi sonuçları¹

VK	SD	Sindirilebilir Mineral Madde											
		Zn		Fe		Ca		K		Mg		P	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Buğday örneği (A)	1	269,89	1850,03**	69,90	1005,40**	135,41	5776,80**	2,22	29,23**	4,37	25,44**	1,76	24,99**
Stabilizasyon işlemi (B)	4	115,58	792,25**	51,28	737,50**	8,88	380,01**	26,86	353,92**	41,32	240,50**	19,06	275,48**
A x B	4	1,93	13,21**	2,70	38,82**	2,26	96,46**	0,24	3,19ns	0,16	0,95ns	0,82	11,79**
Hata	10	0,146		0,070		0,023		0,076		0,172		0,069	

¹* p<0,05 düzeyinde önemli, ** p<0,01 düzeyinde önemli, ns=önemsiz

Çizelge 4.37. Tam buğday unu ekmeklerinin sindirilebilir mineral madde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

	N	Sindirilebilir Mineral Madde (%)					
		Zn	Fe	Ca	K	Mg	P
Buğday örneği							
Bezostaya -1(A) ²	10	78,147 ^a	60,756 ^a	67,699 ^a	82,339 ^a	83,815 ^a	72,272 ^a
Bezostaya -1(B) ²	10	70,800 ^b	57,017 ^b	62,495 ^b	81,673 ^b	82,880 ^b	71,684 ^b
Stabilizasyon işlemi							
Kontrol	4	68,138 ^c	54,203 ^d	62,823 ^d	78,648 ^d	79,990 ^c	69,435 ^d
Otoklav	4	80,658 ^a	62,480 ^a	66,462 ^a	84,740 ^a	87,930 ^a	74,920 ^a
Ultraviyole	4	70,040 ^d	56,678 ^c	64,655 ^c	80,203 ^c	80,868 ^d	70,643 ^c
Mikrodalga	4	78,640 ^b	62,283 ^a	66,380 ^a	84,195 ^a	85,003 ^b	73,373 ^b
Infrared	4	74,893 ^c	58,790 ^b	65,165 ^b	82,245 ^b	82,947 ^c	71,520 ^c

¹ Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05); ² (A): orta kuvvetli buğday örneğidir, (B): yüksek kuvvetli buğday örneğidir.

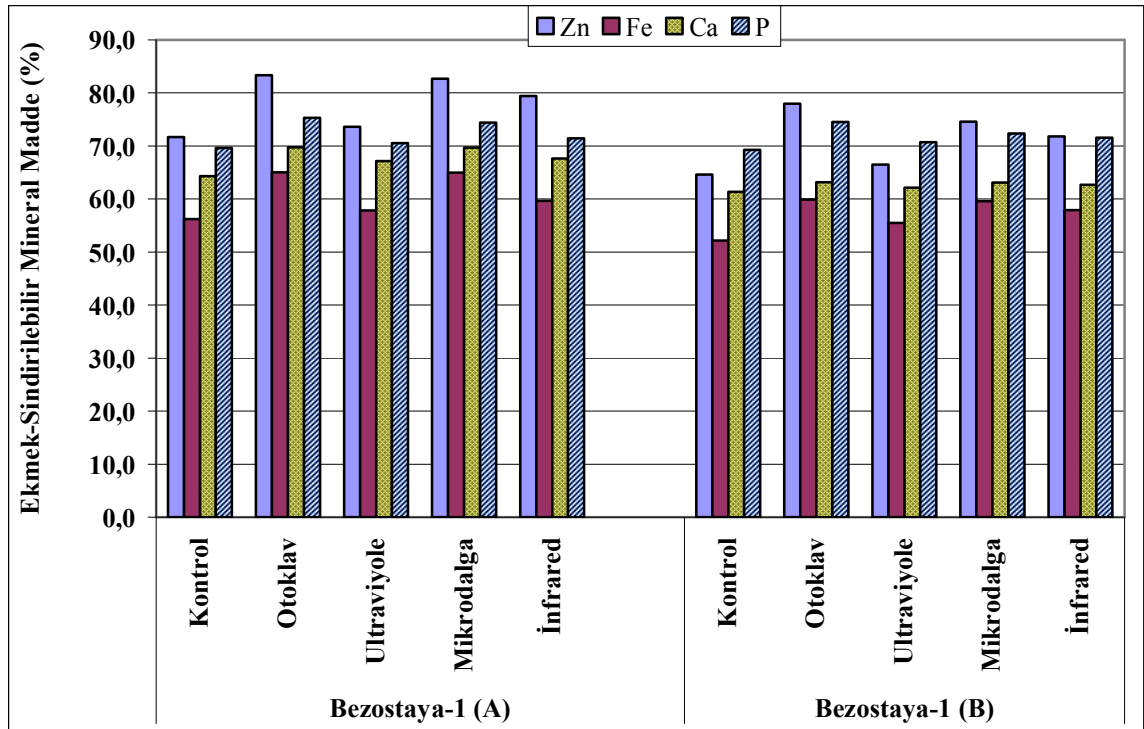
Çizelge 4.36’da verilen varyans analizi sonuçlarına göre; tam buğday unu ekmeği örneklerinin sindirilebilir “Zn”, “Fe”, “Ca”, “K”, “Mg” ve “P” oranları üzerine, stabilizasyon işlemi ve buğday örneği faktörleri istatistiki olarak ($p<0,01$) önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.37’de verilen Duncan Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre de; buğday örneğinin kuvvetinin artması ile sindirilebilir mineral madde oranlarının azaldığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi ise, kuvveti daha yüksek olan Bezostaya-1 (B) buğdaylarının fitik asit içeriğinin de yüksek olmasından (Çizelge 4.33) ileri gelmektedir. Sindirilebilir protein oranlarının da olduğu gibi, daha düşük veriler elde edilmiştir. Fitik asit, çinko, demir, kalsiyum, magnezyum ve bakır gibi minerallerle proteinleri direkt veya indirekt olarak bağlayıp bunların çözünürlük, fonksiyonellik ve sindirilebilirliklerini değiştirebilen anti-besinsel bir öge olmasından dolayı (Bilgiçli, 2004) kuvveti yüksek olan buğdayların ekmeklerinde sindirilebilirliğinde düşük çıkması normaldir.

Kepekli kısımlara uygulanan stabilizasyon işlemi ise, sindirilebilir mineral madde oranlarını gözle görülür bir şekilde arttırmıştır. Habiba (2002), bezelye örnekleri üzerinde, geleneksel pişirme yöntemler ile otoklav ve mikrodalga pişirme yöntemlerini kıyasladığı çalışmasında, otoklavda pişirme süresinin 5 dakikadan 15 dakikaya çıkması ile sindirilebilir fosfor miktarının % 8,80’den % 15,1, mikrodalgada pişirme süresinin ise 4 dakikadan 12 dakika çıkarılması ile de % 10,0’dan % 13,1’e çıktığını bildirmiştir. Duhan ve ark (2002)’da, ıslatılmamış bezelye örneklerini basınçlı bir pişirici de (otoklav- 1,5 kg/cm²) işleme tabi tutulmuşlar ve sonuç olarakta kontrol grubu örneklerine göre sindirilebilir fosfor oranının % 17, sindirilebilir kalsiyum oranının %10 ve sindirilebilir demir oranının ise % 26 oranında artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiki olarak önemli bulunan, tam buğday unu ekmeklerinin sindirilebilir “Zn”, “Fe”, “Ca” ve “P” oranları üzerine etkili “*Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi*” interaksyonu Şekil 4.41 gösterilmiştir.

Şekil 4.41’e bakıldığında; sindirilebilir mineral madde oranları açısından, kuvveti daha zayıf olan Bezostaya-1 (A) buğdaylarından elde edilen tam buğday unu ekmeklerinde daha olumlu sonuçlar tespit edilmiştir. Kuvveti daha yüksek olan buğdayların tam un ekmeklerinde ise sindirilebilir mineral madde oranı düşmüştür. Bunun muhtemel sebebi, Bezostaya-1 (B)’den yapılan ekmeklerin fitik asit içeriklerinin de yüksek olmasıdır.



Şekil 4.41. Tam buğday unu ekmeklerinin sindirilebilir çinko, demir, kalsiyum ve fosfor oranları üzerine etkili “Buğday örneği x Stabilizasyon işlemi” interaksyonu

Genel olarak, kepekli fraksiyonlara uygulanan stabilizasyon işlemleri, tam buğday unu ekmeklerinin sindirilebilir mineral madde miktarını arttırmıştır. Özellikle de otoklav ve mikrodalga stabilizasyon işlemleri, un ve ekmek kalitesini arttırırken, mineral madde muhtevasını da oransal olarak arttırmış ve sindirilebilirlik oranlarını yükseltmiştir. Bu durum ısıl etki sonucu, fitatların parçalanması ve serbest forma geçmesi ile açıklanabilir. Birçok literatür bilgisi ile de, termal ve ultraviyole gibi ısıl etkisi olmayan işlemlerin fitik asit içeriğini düşürücü etkisinin olduğu kanıtlanmıştır (Arntfield ve ark., 2001; Habiba, 2002; Siddhuraju ve ark., 2002; Ahn ve ark., 2003; Al-Kaisey ve ark., 2003; Porres ve ark., 2003; Masud ve ark., 2007; Krishnamurthy ve ark., 2008). Buğday kuvveti dikkate alındığında da, protein miktarı ve kalitesi yüksek buğday çeşitlerinden elde edilen tam buğday unu ekmeklerinin mineral madde miktarlarının daha yüksek olduğu, sindirilebilirlik oranlarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, Çizelge 4.31’de görüldüğü gibi, daha kuvvetli olan buğdaylardan üretilen tam buğday unu ekmeklerinin çok daha fazla fitik asit içeriğine sahip olması ve buna bağlı olarak biyoyararlılığın düşmesi ile açıklanabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, öğütülerek ayrılan % 35'lik kepekli fraksiyonlarına otoklav, mikrodalga, infrared ve ultraviyole stabilizasyon işlemleri uygulanan tam buğday unlarının ve ekmeklerinin depolama stabilitesi, mikrobiyolojik kalitesi, kalitatif ve besinsel özelliklerindeki değişimler araştırılarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Kepekli fraksiyonlarına stabilizasyon işlemleri uygulanan tam buğday unlarının ve bu unlardan üretilen ekmeklerin, daha uzun raf ömrüne sahip oldukları ve mikrobiyolojik kalitelerinin de daha iyi olduğu belirlenmiştir.
2. Stabilizasyon uygulamalarından özellikle de mikrodalga ve otoklav işlemlerinin, tam buğday unları ve ekmeklerinin kalitatif özellikleri ve raf ömrü açısından daha etkin olduğu ortaya konmuştur.
3. Tam buğday unu ekmeklerinin besinsel özellikleri, tüm stabilizasyon işlemleri ile gelişme göstermiştir. Toplam fenolik madde ve antioksidan etki bakımından ultraviyole ve infrared uygulamaları daha etkin bulunurken; mikrodalga ve otoklav işlemleri ise fitik asit miktarını düşürmüş ve mineral madde miktarı ile sindirilebilirliklerini arttığı tespit edilmiştir.
4. Kuru sistem mikrodalga radyasyonunun, otoklav işlemine göre daha kolay ve uygulanabilir olacağı belirlenmiştir. Otoklavlama tekniği ise, sürekli sistemde kızgın buhar sterilizasyonu tekniği ile ticarileştirilebilir.
5. Sonuçların endüstriyel çapta uygulanabilirliğinin ortaya konulabilmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Abu-Tarboush, H. M., 1998, Irradiation inactivation of some antinutritional factors in plant seeds, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 2698–2702.
- ACCC, 1990. American association of cereal chemists, Approved methods of the AACCC: 8th ed., The association:St. Poul, MN.
- Adam, A., Lopez, H. W., Leuillet, M., Demigne, C. and Remesy, C., 2002, Whole wheat flour exerts cholesterol-lowering in rats in its native form and after use in bread- making, *Food Chemistry*, 80, 337-344.
- Adlercreutz, H. and Mazur, W., 1997, Phyto-oestrogens and western diseases, *Annals of Medicine*, 29, 95-120.
- Ahn, H. J., Kim, J. H., Yook, H. S. and Byun, M. W. 2003, Irradiation effects on free radical scavenging and antioxidant activity of phytic acid, *Journal of Food Science* 68 (7), 2221-2224.
- Aksoy, M., 2000, Beslenme biyokimyası. Hatipoğlu Yayıncılık 622 sayfa, Ankara.
- Akşit, M. A. 1991, Beslenmeye giriş. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi yayınları No: 220, 231 sayfa, Eskişehir.
- Akşit, K .S., Ünalın, F., Gürler, B. ve Nakipoğlu, Y., 1993, Mikrodalga enerjisi ve dezenfektan solüsyonlarla çapraz infeksiyonun önlenmesine ilişkin bir ön çalışma, *Ankem Dergisi*, 4, 306-312.
- Al-Kaisey, M. T, Alwan, A. K. H., Mohammad, M. H. and Saeed, A. H., 2003, Effect of gamma irradiation on antinutritional factors in broad bean, *Radiation Physics and Chemistry* 67, 493–496.
- Anderson, J. W. and Tietzen-Clark, J., 1986, Dietary fiber hyperlipidemia, hypertension, and coronary heart disease, *The American Journal of Gastroenterology (AJG)*, 81, 907-919.
- Andreasen, M. F., Christensen, L. P., Meyer, A. S. and Hansen, A., 2000, Content of phenolic acids and ferulic acid dehydrodimers in 17 rye (*Secale cereale l.*) varieties, *Journal of agriculture and Food Chemistry*, 48, 2837-2842.
- Anonim, 2005, Merck gıda mikrobiyolojisi uygulamaları, A.K. Halkman (ed), Başak Matbaacılık Ltd. Şti., 358 sayfa, Ankara.
- Anonim, 2009, Türk gıda kodeksi mikrobiyolojik kriterler tebliği (Tebliğ No: 2009/6), Ankara.
- Anonymous, 2010a, http://tr.wikipedia.org/wiki/Elektromanyetik_tayf. [Ziyaret Tarihi: 19 Temmuz 2010].

- Anonymous 2010b, <http://en.wikipedia.org/wiki/Ultraviolet>. Ziyaret Tarihi: [19 Temmuz 2010].
- Arjmandi, B. H., Craig, J., Nathani, S. and Reeves, R. D., 1992, Soluble dietary fiber and cholesterol influence in vitro hepatic and intestinal cholesterol biosynthesis in rats, *Journal of Nutrition*, 122, 1559-1565.
- Arntfield, S. D., Scanlon, M. G., Malcolmson, L. J., Watts, B. M., Cenkowski, S., Ryland, D. and Savoie, V., 2001, Reduction in lentil cooking time using micronization: comparison of 2 micronization temperatures. *Journal Of Food Science*, 66 (3), 500-505.
- Autio, K., Flander, L., Kinnunen, A. and Heinonen, R., 2001, Bread quality relationship with rheological measurements of wheat flour dough. *Cereal Chemistry*, 78 (6), 654-657.
- Batifoulier, F., Verny, M. A., Chanliaud, E., Rémésy, C. and Demigné, C., 2006, Variability of B vitamin concentrations in wheat grain, milling fractions and bread products. *European Journal of Agronomy*, 25 (2), 163-169.
- Bayrakçı, A. H., 2008, Buğdayın tavlanmasında mikrodalga uygulamasının öğütme ve ekmeçlilik kalitesine etkisi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üni. Fen Bilimleri Ens. Gıda Mühendisliği Anabilim dalı*, 94 sayfa, Konya.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E. and Sapirstein, H. D., 2005, Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions, *Cereal Chemistry*, 82, 390-393.
- Bilgiçli, N., 2002, Fitik asitin beslenme açısından önemi ve fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretim metotları. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 16 (30), 79-83.
- Bilgiçli, N., 2004, Tarhananın fitik asit içeriği ve bazı besin öğeleri üzerine maya, malt ve fitaz katkılarının etkileri, Doktora Tezi, *Selçuk Üni. Fen Bilimleri Ens. Gıda Mühendisliği Anabilim dalı*, 99 sayfa, Konya.
- Bonafaccia, G., Gali, V., Francisci, R., Mair, V., Skrabanja, V. and Kreft, I., 2000, Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread, *Food Chemistry*, 68 (4), 437-441.
- Bookwalter, G. N, Kirleis, A. W. and Mertz, E. T., 1987, In vitro digestibility of protein in milled sorghum and other processed cereals with and without soy fortification, *Journal of Food Science*, 52 (6), 1577-1579.
- Boylan, R. J., Goldstein, G. R. and Schulman, A., 1987, Evaluation of an ultraviolet disinfection unit, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 58, 650-654.
- Boz, H., Karaoğlu, M.M., Kotancılar, H.G. ve Gerçekaslan, K.E., 2010, The effects of different materials as dough improvers for organic whole wheat bread, *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1472-1477.

- Bryson, E., Dore, C. and Garrow, J. S., 1980, Wholemeal bread and satiety, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 34 (2), 113 -116.
- Buffler, C. R., 1993, Microwave cooking and processing. New York, NY: Van Nostrand Reinhold.
- Butt, M. S., Qamar, M. I., Anjum, F. M., Abdul-Aziz and Randhawa, M. A., 2004, Development of minerals-enriched brown flour by utilizing wheat milling by-products, *Nutrition and Food Science*, 34 (4), 161-165.
- Büyüktuncer, Z. ve Başaran, A. A., 2005, Fitoöstrojenler ve sağlıklı yaşamdaki önemleri, *Hacettepe Üni. Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 25(2), 79-94.
- Certel, M., Erem, F. ve Karakaş, B., 2009, Farklı depolama koşullarında normal ve kepekli ekmeklerin mikrobiyolojik özellikleri, su aktivitesi ve sünme durumunun değişimi, *Gıda Dergisi* 34 (6), 351-358.
- Chamani, M., Molaei, M., Foroudy, F., Janmohammadi, H. and Raisali, G., 2009, The effect of autoclave processing and gamma irradiation on apparent ileal digestibility in broiler breeders of amino acids from canola meal, *African Journal of Agricultural Research*, 4 (7), 592-598.
- Chen, W. J. L., Anderson, J. W. and Gould, M. R., 1981, Effect of oat bran, oat gum and pectin on lipid metabolism of cholesterol fed rats, *Nutrition Reports International*, 24, 1093-1098.
- Cheng, Z., Su, L., Moore, J., Zhou, K., Luther, M., Yin, J. and Yu, L., 2006, Effects of post harvest treatment and heat stress on availability of wheat antioxidants, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 54, 5623–5629.
- Daglioglu, O., Tasan, M. and Tuncel, B., 2000, Effects of microwave and conventional baking on the oxidative stability and fatty acid composition of puff pastry, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 77, 543–545.
- Dağlıoğlu, O. and Tuncel, B., 1999, Macro and micro mineral contents of Turkish bread types, *Nahrung*, 43 (1), 61-62.
- Daisuke, H., Toshitaka, U., Wenzhong, H. and Yaunaga, E., 2001, The short-time infrared ray sterilization of the cereal surface, *Proceedings of IFAC Control Applications in Post-Harvest And Processing Technology*, Tokyo, Japan, 195–201.
- De Kock, S., Taylor, J. and Taylor, J. R. N., 1999, Effect of heat treatment and particle size of different brans on loaf volume of brown bread, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 32 (6), 349-356.
- Decareau, R. V. and Peterson, R., 1986, Microwave processing and engineering, Chichester: Ellis Horwood., 18-21.
- Demir, M. K., 2004, Likit ferment sisteminde kullanılan maya (*Saccharomyces cerevisiae*) performansının artırılmasında ortam şartları ve katkılamının

optimizasyonu üzerine bir çalışma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üni.Fen Bilimleri Ens. Gıda Mühendisliği Anabilim dalı*, 59 sayfa, Konya.

Demirci, M., 2005, Beslenme, 2. Baskı, Onur Grafik, 297 sayfa, İstanbul.

Dewettinck, K., Bockstaele, F. V., Kühn, B., Van de Walle, D., Courtens, T. M. and Gellynck, X., 2008, Nutritional value of bread: influence of processing, food interaction and consumer perception, *Journal of Cereal Science*, 48, 243-257.

Dhingra, S. and Jood, S., 2001, Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour, *Food Chemistry*, 77, 479-488.

Dizlek, H., 2010, Süne zararına uğramış ekmeçlik buğdayların bazı niteliklerinin incelenmesi ve iyileştirilmesi olanakları üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, *Çukurova Üni. Fen Bilimleri Ens. Gıda Mühendisliği Anabilim dalı*, 252 sayfa, Adana.

Duhan, A., Khetarpaul, N., ve Bishnoi, S., 2002, Content of phytic acid and HCl-extractability of calcium, phosphorus and iron as affected by various domestic processing and cooking methods, *Food Chemistry*, 78 (1), 9-14.

Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987, Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistiksel Metodları-II), Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 1021, 381 sayfa, Ankara.

El-Adawy, T. A., 1997, Effect of sesame seed protein supplementation on the nutritional, physical, chemical and sensory properties of wheat flour bread, *Food Chemistry* 59(1), 7-14.

Elez-Martinez, P., Escola-Hernandez, J., Soliva-Fortuny, RC. and Martin-Belloso, O., 2005, Inactivation of lactobacillus brevis in orange juice by high-intensity pulsed electric fields, *Food Microbiology*, 22, 311-319.

Elgün, A., Ertugay, Z. ve Seçkin, R. 1985, Farklı özelliklerde elde edilen malt unu katkılarının ekmeçin kalitatif ve aromatik özelliklerine etkisi üzerine araştırmalar, *Doğa*, 10 (1), 70-79.

Elgün, A. ve Ertugay, Z. 1995, Tahıl işleme teknolojisi, Atatürk Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları No:718, 376 sayfa, Erzurum.

Elgün, A., Türker, S. ve Bilgiçli, N., 2005, Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü, S.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ders Notları, 112 sayfa, Konya.

Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N., Demir, M. K. ve Ertaş, N., 2009, Depolama stabilitesi, ekmeçilik kalitesi ve besin değeri daha yüksek tam buğday unu üretimi üzerine bir araştırma, *Tübitak-TOVAG proje no: 106 O 187*, 64 sayfa, Konya.

Ercan, R., 1989, Bazı ekmeçlik buğday çeşitlerinin kalitesi, *Gıda Dergisi*, 14 (4), 219-228.

- Ercan, R., Seçkin, R. ve Velioglu, S., 1989, Ülkemizde yetiştirilen yabancı ekmeklik buğday çeşitlerinin kalitesi, *Gıda Dergisi*, 14 (6), 353-361.
- Erkan, M., Wang, S. Y. and Wang, C. Y., 2008, Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 48, 163-171.
- Fan, X., 2005, Antioxidant capacity of fresh-cut vegetables exposed to ionizing radiation, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 995-1000.
- Fine, F. and Gervais, P., 2004, Efficiency of pulsed UV light for microbial decontamination of food powders, *Journal of Food Protection*, 67 (4), 787-792.
- Francis, F. J., 1998, Colour Analysis, In Nielsen S.S. (Ed.), Food Analysis. An Aspen Publishers: Maryland, GAithersnurg, USA., 599-612.
- Fredriksson, H., Tallving, J., Rosen, J. and Aman, P., 2004, Fermentation reduces free asparagine in dough and acrylamide content in bread, *Cereal Chemistry*, 81 (5), 650-653.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R. and Angulo-Guerrero, O., 1999, Antioxidant activity in soybean oil of extracts from thompson grape bagasse, *Journal of the American Oil Chemists Society (JAOCS)*, 76, 1445-1447.
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B. D. and Mazza, G., 2002, Wheat quality: antioxidant activity of wheat millstreams, in: wheat quality elucidation, eds. P. Ng and C. W. Wrigley, AACC International: St. Paul. MN., 219-233.
- Gelinas, P., Mckinnon, C. M., Rodrigue, N. and Montpetit, D., 2001, Heating conditions and bread-making potential of substandard flour, *Journal of Food Science*, 66 (4), 627-632.
- Graf, E., Empson, K. L. and Eaton, J. W., 1987, Phytic acid: A natural antioxidant, *The Journal of Biological Chemistry*, 262, 11647-11650.
- Grene, J. L. and Bovell-Benjamin, A. C., 2004, Macroscopic and sensory evaluation of bread supplemented with sweet-potato flour, *Journal of Food Science*, 69 (4), 167-173.
- Greenaway, W. T., Neustadt, M. H., and Zeleny, L., 1965, Communication to the Editor : A test for stink bug damage in wheat. *Cereal Chemistry*, 42 (6):577-579.
- Gül, H., 2007, Mısır ve buğday kepeğinin hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi, Doktora Tezi, *Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, 232 Sayfa, Adana.
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M. and Aniya, Y., 1999, Free radical scavenging action of medical herbs from ghane: thonningia sanguinea on experimentally-induced liver injuries, *General Pharma*, 32 (6), 661-667.

- Habiba, R. A., 2002, Changes in anti-nutrients, protein solubility, digestibility, and HCl-extractability of ash and phosphorus in vegetable peas as affected by cooking methods, *Food Chemistry*, 77 (2),187-192.
- Haris, S. P. L., Quaife, M. L. and Swanson, W. J., 1950, Vitamin E content of foods. *The Journal of Nutrition*, 40 (3), 367-381.
- Harland, B. F. and Harland J., 1980, Fermentative reduction of phytate in rye, white, and whole wheat breads, *Cereal Chemistry*, 57 (3), 226-229.
- Haros, M., Rosell, C. M. and Benedito, C., 2001, Fungal phytase as a potential breadmaking additive, *European Food Research and Technology*, 213 (4-5), 317-322.
- Haug, W. and Lantzsch, H. J., 1983, Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal product, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1423-1426.
- Hebbar, H. U., Nandini, K. E., Lakshmi, M. C. and Subramanian, R., 2003, Microwave and infrared heat processing of honey and its quality. *Food Science and Technology Research*, 9 (1), 49-53.
- Hemalatha, M. S. , Manu, B. T., Bhagwat, S. G., Leelavathi, K. and Prasada Rao, U. J. S., 2007, Protein characteristics and peroxidase activities of different Indian wheat varieties and their relationship to chapati-making quality, *European Food Research and Technology*, 225 (3-4), 463-471.
- Hemery, Y. M., Anson, N. M., Havenaar, R., Haenen, G. R. M. M., Noort, M. W. J. and Rouau, X., 2010, Dry-fractionation of wheat bran increases the bioaccessibility of phenolic acids in breads made from processed bran fractions, *Food Research International*, 43 (5),1429-1438.
- Hidaka, Y. and Kubota, K., 2006, Study on the sterilization of grain surface using UV radiation-development and evaluation of UV irradiation equipment, *Japan Agricultural Research Quarterly*, 40 (2), 157-161.
- Hill, D. S., 1990, Pests of stored products and their control, Belhaven Pres. 274 sayfa, London.
- Hidalgo, A., Brandolini, A. and Gazza, L., 2008, Influence of steaming treatment on chemical and technological characteristics of einkorn (*Triticum monococcum L. ssp. monococcum*) wholemeal flour, *Food Chemistry*, 111, 549–555.
- Horvatic, M. and Eres, M., 2002, Protein nutritive quality during production and storage of dietetic biscuits, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82 (14), 1617-1620.
- Humphries, J. M., Graham, R. D., Mares, D. J., 2004, Application of reflectance colour measurement to the estimation of carotene and lutein content in wheat and triticale, *Journal of Cereal Science*, 40, 151–159.

- Hung, P. V., Maeda, T. and Morita, N., 2007, Dough and bread qualities of flours with whole waxy wheat flour substitution, *Food Research International*, 40,273–279.
- ICC, 2002, International association for cereal science and technology, ICC- Vienna.
- Idouraine, A., Khan, M. J. and Weber, C. W., 1996, In vitro binding capacity of wheat bran, rice bran, and oat fiber for Ca, Mg, Cu and Zn alone and in different combinations,, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 44, 2067-2072.
- Ishida, H., Nahara, Y., Tamamoto, M. and Hamada, T., 1991, The fungicidal effect of ultraviolet light on impression materials, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 65 (4), 532-535.
- İbanoğlu, E., 2002, Kinetic study on colour changes in wheat germ due to heat, *Journal of Food Engineering*, 51, 209-213.
- Jacobs, D. R., Meyer, H. E. and Solvoll, K., 2001, Reduced mortality among whole grain bread eaters in men and women in the Norwegian county study, *European journal of clinical Nutrition*, 55, 137-143.
- Jende-Strid, B., 1985, Phenolic acids in grains of wild-type barley and proanthocyanidin-free mutants, *Carlsberg Research Communications*, 50, 1-14.
- Jones, J. M., 2006, Grain-based foods and health, *Cereal Foods World*, 51, 108-113.
- Ju, H. K., Chung, H. W., Hong, S. S., Park, J. H., Lee, J. and Kwon, S. W., 2010, Effect of steam treatment on soluble phenolic content and antioxidant activity of the Chaga mushroom (*Inonotus obliquus*), *Food Chemistry*, 119, 619–625.
- Hayat, K., Zhang, X., Farooq, U., Abbas, S., Xia, S., Jia, C., Zhong, F. and Zhang, J., 2010, Effect of microwave treatment on phenolic content and antioxidant activity of citrus mandarin pomace, *Food Chemistry*, 123, 423–429.
- Kanemaru, J., Tavares, D. T., Singer, C. S., Hilsenrath, F. C., Sabato, S. F. and Tadini, C. C., 2005, Influence of gamma radiation on rheological properties of wheat flour. *Eurotherm Seminar 77 – Heat and Mass Transfer in Food Processing June 20-22, 2005, Parma, Italy*.
- Karaağaoğlu, N., Karabudak, E., Yavuz, S., Yüksek, O., Dinçer D., Tosunbayraktar, G. ve Eren, F. H., 2008, Çeşitli ekmeklerin protein, yağ, nem, kül, karbonhidrat ve enerji değerleri, *Gıda Dergisi*, 33(1), 19-25.
- Karadağ, A., 2005, Otoklav ile sterilizasyon, 4. *Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi. 20-25 nisan 2005, Samsun*, 78-86.
- Karaduman, Y., 2002, Anadolu tarımsal araştırma enstitüsü tarafından geliştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin ve çeşit adayı hatlarının kalite özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üni. Fen Bilimleri Ens. Gıda Mühendisliği Anabilim dalı*, 73 sayfa, İzmir.

- Karakaya, S., 1991, Mikrodalga fırında pişirmenin gıdaların besin değerine etkisi açısından elektrikli fırında pişirme yöntemiyle karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim dalı*, 66 sayfa, İzmir.
- Kaya, S., 2007, Süne ve kıvılcıklı emgili buğday tanelerinin sortex cihazı ile ayrılması üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üni. Fen Bilimleri Ens. Gıda Mühendisliği Anabilim dalı*, 88 sayfa, Konya.
- Kent, N. L., 1970, *Technology of cereals*, Pergamon Press, Oxford, 221 sayfa, U.K.
- Kermasha, S., Bisakowski, B., Ramaswamy, H. and Van de Voort, F., 1993, Comparison of microwave, conventional and combination heat treatment on wheat germ lipase activity, *International Journal of Food Science and Technology*, 28, 617-623.
- Kihlberg, I., Johansson, L., Kohler, A. and Risvik, E., 2004, Sensory qualities of whole wheat pan bread-influence of farming system, milling and baking technique, *Journal of Cereal Science*, 39 (1), 67-84.
- Klinker, R. W., 1994, Stabilization of wheat germ by microwave heating, *Getride Mehl und Brot*, 48, 18-21.
- Knight, D. C. and Eden, J. A., 1996, A review of the clinical effects of phytoestrogens, *Obstet Gynecol*, 87, 897-904.
- Kotancılar, H. G., Gerçekaslan, K. E. ve Karaoğlu, M. M., 2009, Crumb pasting and staling properties of white and traditional Vakkıkebir breads, *Turkish Journal of Agriculture And Forestry*, 33, 435-443.
- Kotancılar, H.G., Babagil, M.A. ve Çelik, İ., 2000a, Farklı kuvvetteki unların reolojik özellikleri üzerine yoğurma ve fermantasyon sürelerinin etkisi, *Unlu Mamüller Teknolojisi*, 9 (1), 39-48.
- Kotancılar, H. G., Babagil, M. A. ve Çelik, İ., 2000b, Zayıf ve kuvvetli unlara uygulanan yoğurma ve fermantasyon sürelerinin ekmek kalitesi üzerine etkisi, *Unlu Mamüller Teknolojisi*, 9 (2), 40-48.
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A. ve Karaca, H., 2000, *Hububat laboratuvarı el kitabı*. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Yayın No:47, 106 sayfa, Ankara.
- Krishnamurthy, K., Khurana, H. K., Jun, S., Irudayaraj, J. and Demirci, A., 2008, Infrared heating in food processing: an overview, *Food Science and Food Safety*, 7, 2-13.
- Kurzer, M. S. and Xu, X., 1997, Dietary phytoestrogens, *Annual Review of Nutrition*, 17, 353-381.
- Lai, C. S., Davis, A. B. and Hosney, R. C., 1989, Production of whole wheat bread with good loaf volume, *Cereal Chemistry*, 66, 224-227.

- Lappi, J., Selinheimo, E., Schwab, U., Katina, K., Lehtinen, P., Mykkanen, H., Kolehmainen, M. and Poutanen, K., 2010, Sourdough fermentation of wholemeal wheat bread increases solubility of arabinoxylan and protein and decreases postprandial glucose and insulin responses. *Journal of Cereal Science*, 51,152–158.
- Lee, S. C., Jeong, S. M, Kim, S. Y., Park, H. R., Nam, K. C. and Ahn, D. U., 2006, Effect of far-infrared radiation and heat treatment on the antioxidant activity of water extracts from peanut hulls, *Food Chemistry*, 94, 489–493.
- Lemoine, M. L., Civello, P. M., Martnez, G. A., and Chaves, A. R., 2007, Influence of postharvest UV-C treatment on refrigerated storage of minimally processed broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 1132-1139.
- Li, W., Shan, F., Sun, S., Corke, H. and Beta, T., 2005, Free radical scavenging properties and phenolic content of Chinese black-grained wheat, *Journal of Agricultural and Food Chemistr*, 53 (22), 8533-8536.
- Liang, Z., Cheng, Z. and Mittal, G. S., 2006, Inactivation of spoilage microorganisms in apple cider using a continous flow pulsed electric field system, *LWT - Food Science and Technology*, 39 (4), 350-356.
- Liu, L. H., Zabararas, D., Bennett, L. E., Aguas, P. and Woonton, B. W., 2009, Effects of UV-C, red light and sun light on the carotenoid content and physical qualities of tomatoes during post-harvest storage, *Food Chemistry*, 115, 495–500.
- Liyana-Pathirana, C. M. and Shahidi, F., 2005, Antioxidant properties of commercial soft and hard winter wheats (*Triticum aestivum* L.) and their milling fractions, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 477–485.
- Lopez, H. W., Leenhardt, F., Coudray, C. and Remesy, C., 2002, Minerals and phytic acid interactions: is it a real problem for human nutrition?, *International Journal of Food Science and Technology*, 37 (7), 727-739.
- Lopez, H. W., Adam, A., Leenhardt, F., Scalbert, A. and Remesy, C., 2001, Control of the nutritional value of bread, *Industries Des Cereales*, 124, 15-20.
- Lopez, H. W., Duclos, V., Coudray, C., Krespine, V., Feillet-Coudray, C., Messenger, A., Demigne, C. and Remesy, C., 2003, Making bread with sourdough improves mineral bioavailability from reconstituted whole wheat flour in rats. *Nutrition*, 19 (6), 524-530.
- Lund, E.K., Salf, K.L. and Johnson, I.T., 1993, Baked rye products modify cholestrol metabolism and crypt cell proliferation rates in rats, *Journal of Nutrition*, 123, 1834-1843.
- Yue, M., Li, Y. and Wang, X., 1998, Effects of enhanced ultraviolet-B radiation on plant nutrients and decomposition of spring wheat under field conditions, *Environmental and Experimental Botany*, 40 (3), 187–196.

- Maleki, M., Hosoney, R. C., Mattern, P. J., 1980, Effects of loaf volume, moisture content, and protein quality on the softness and staling rate of bread, *Cereal Chemistry*, 57(2), 138-140.
- Manthey, F. A. and Schorno, A. L., 2002, Physical and cooking quality of spaghetti made from whole wheat durum, *Cereal Chemistry*, 79 (4), 504-510.
- Marathe, S. A., Machaiah, J. P., Rao, B. Y. K., Pednekar, M. D. and Rao, S. V., 2002, Extension of shelf-life of whole-wheat flour by gamma radiation, *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 163-168.
- Masud, T., Mahmood, T., Latif, A., Sammi, S. and Hameed, T., 2007, Influence of processing and cooking methodologies for reduction of phytic acid content in wheat (*Triticum aestivum*) varieties, *Journal of Food Processing and Preservation*, 31, 583-594.
- Matus-Ca'diz, M. A., Hucl, P., Peron, C. E., and Tyler, R. T., 2003, Genotype x environment interaction for grain color in hard white spring wheat, *Crop Science*, 43, 219-226.
- Mccance, R. A. and Walsham, C. M., 1948, The digestibility and absorption of the calories, proteins, purines, fat and calcium in wholemeal wheaten-bread, *British Journal of Nutrition*, 2, 26-41.
- McCurdy, S. M., 1992, Infrared processing of dry peas, canola, and canola screenings, *Journal of Food Science*, 57(4), 941-944.
- Menderis, 2006, Güneydoğu anadolu bölgesi koşullarında geliştirilen bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum l.*) hatları ile yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinin kalite özelliklerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Harran Üni. Fen Bilimleri Ens. Gıda Mühendisliği Ana Bilim dalı*, 62 sayfa, Şanlıurfa.
- Meuser, F., Brümmer, J. M. and Seibel, W., 1994, Bread varieties in central Europe, *Cereal Food World*, 39, 222-230.
- Meyer, K. A., Kushi, L. H., Jacobs, D. R. Jr., Slavin, J., Sellers, T. A. and Folsom, A. R., 2000, Carbohydrates, dietary fiber and incident type 2 diabetes in older women, *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 921-930.
- Miller, H. E., Rigelhof, F., Marquart, L., Prakash, A. and Kanter, M., 2000, Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables. *Journal of the American College of Nutrition*, 19, 312-319.
- Mitchell, H. H., Hamilton, T. S., Beadles, J. R. and Simpson, F., 1945, The importance of commercial processing for the protein value of food products. I. Soybean, coconut and sunflower seed, *The Journal of Nutrition*, 29 (1), 13-25.
- Mpofu, A., Sapirstein, H. D. and Beta, T., 2006, Genotype and environmental variation in phenolic content, phenolic acid composition, and antioxidant activity of hard spring wheat, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (4), 1265-1270.

- Nandeesh, K., Jyotsna, R. and Rao, G. V., 2010, Effect of differently treated wheat bran on rheology, microstructure and quality characteristics of soft dough biscuits, *Journal of Food Processing and Preservation* (in press).
- Onur, M. S. ve Özkaya, H., 2001, Dondurulmuş hamurun ekmeçlik özelliklerine bazı faktörlerin etkileri, *Unlu Mamuller Teknolojisi*, 10 (53), 41-55.
- Onyeneho, S. N. and Hettiarachchy N. S., 1992, Antioxidant activity of durum wheat bran, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 40, 1496-1500.
- Özkaya, B., 2004, Ekmeğin fitik asit miktarına çeşit ve ekstraksiyonun etkisi, *Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri*, Proje no: 2002-07-11-064, Ankara.
- Özkaya, H. ve Kahveci, B., 1990, Tahıl ve ürünleri analiz yöntemleri, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:14, 152 sayfa, Ankara.
- Özkoç, S. Ö., 2010, Kızılötesi ve kızılötesi-kombinasyon ısıtma teknolojilerinin gıda işleme uygulamalarında kullanımı, *Gıda*, 35 (3), 211-218.
- Özkütük, N., 2005, Mikrodalga ve ultraviyole ile dezenfeksiyon uygulamaları, kullanım alanları genel özellikleri, 4. *Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi*. 20-25 nisan 2005, Samsun. 338-343.
- Pedersen, B., Knudsen, K. E. and Eggum, B. O., 1989, Nutritive value of cereal products with emphasis on the effect of milling, *World Review of Nutrition and Dietetics*, 60:1-5.
- Peleg, H., Naim, M., Rouseff, R. L. and Zehavi, U., 1991, Distribution of bound and free phenolic acids in oranges (*Citrus sinensis*) and grapefruit (*Citrus paradise*), *Journal in Science of Food and Agriculture*, 57, 417-426.
- Pınarlı, İ., 2004, Investigation of the properties of macaroni enriched with wheat germ, Doktora Tezi, *Gaziantep Üni. Fen Bilimleri Ens. Gıda Müh. Anabilim dalı*, 95 sayfa, Gaziantep.
- Pınarlı, İ., İbanoglu, Ş. and Öner, M. D., 2004, Effect of storage on the selected properties of macaroni enriched with wheat germ, *Journal of Food Engineering*, 51, 209-213.
- Pirayeshfar, B., Rao, P.H. and Manohar, R. S., 2001, Effect of surfactants on quality of chapati, *Seed and Plant*, 17 (1), 21-31.
- Poliwal, S. C. and Singh, G., 1986, Physico-chemical milling and bread making quality of wheats of utar pradesh, *Journal of Food Science and Technology*, 23(4), 189-193.
- Pomeranz, Y., 1988, Wheat chemistry and technology, AACC. St. Paul, 562 sayfa, Minessota, U.S.A.

- Porres, J. M., López-Jurado, M., Aranda, P. and Urbano, G., 2003, Effect of heat treatment and mineral and vitamin supplementation on the nutritive use of protein and calcium from lentils (*Lens culinaris M.*) in growing rats, *Nutrition*, 19 (5), 451-456.
- Posner, S. E. and Hibbs, N. A., 1997, Wheat flour milling, American association of cereal chem., 341 sayfa, Inc. St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- Prabhasankar, P. and Rao, P. H., 2001, Effect of different milling methods on chemical composition of whole wheat flour, *European Food Research and Technology*, 213 (6), 465-469.
- Pyler, E. J., 1988, Baking science and technology, 3rd ed. Sosland Publishing Company, 1300 sayfa, Kansas.
- Qazi, I. M., Wahab, S., Shad, A. A., Zeb, A. and Ayuab, M., 2003, Effect of different fermentation time and baking on phytic acid content of whole-wheat flour bread, *Asian Journal of Plant Sciences*, 2 (8), 597-601.
- Raccach, M., Bamiro, T., Clinch, J., Combs, G., Gierczynski, A. and Karam, R., 2004, Natural fermentation of wheat flours, *Food Control*, 15 (3), 191-195.
- Randhir, R., Kwon, Y. I. and Shetty, K., 2008, Effect of thermal processing on phenolics, antioxidant activity and health-relevant functionality of select grain sprouts and seedlings, *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 9, 355–364.
- Ranhotra, G. S., Gelroth, J. A. and Astroth, K., 1990, Total and soluble fiber in selected bakery and other cereal products, *Cereal Chemistry*, 65, 499-501.
- Rao, H.P., Kumar, G.V., Rao, R.G.C.P. and Shurpaleker, S.R., 1980, Studies on stabilization of wheat germ, *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 13, 302-307.
- Rasco, B. A., Borhan, M., Yegge, J. M., Lee, M. H., Siffring, K. and Bruinsma, B., 1991, Evaluation of enzyme and chemically treated wheat bran ingredients in yeast- raised breads, *Cereal Chemistry*, 68, 295-299.
- Rizzello, C. G., Nionelli, L., Coda, R., Angelis, M. D. and Gobbetti, M., 2010, Effect of sourdough fermentation on stabilisation, and chemical and nutritional characteristics of wheat germ, *Food Chemistry*, 119, 1079–1089.
- Saharan, K., Khetarpaul, N. and Bishnoi, S., 2001, HCl-extractibility of minerals from ricebean and fababean: influence of domestic processing methods, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 2, 323-325.
- Said-Wahab, Anjum, F. M., Butt, M. S., Sarwar, M. and Aurang-Zeb, 2004, Phytic acid content of bread prepared from wheat varieties grown in NWFP, *Sarhad Journal of Agriculture*, 20 (1), 157-162.

- Sanchez-Hernandez, D., Balbastre, J. V., and Osca, J. M., 2002, Microwave energy as a viable alternative to methyl bromide and other pesticides for rice disinfection of industrial processes, *Fourth International Working Conference on Alternatives to Methyl Bromide*, Seville, 159-162.
- Sandu, C., 1986, Infrared radiative drying in food engineering: a process analysis, *Biotechnology Progress*, 2 (3), 109-119.
- Scalbert, A. and Williamson, G., 2000, Dietary intake and bioavailability of polyphenols, *The Journal of Nutrition*, 130, 2073-2085.
- Sebecic, B. and Vedrina-Dragojevic, I., 2004, Wheat flour confectionery products as a source of inorganic nutrients: zinc and copper contents in hard biscuits, *Die Nahrung*, 48 (2), 141-144.
- Senevirathne, M., Kim, S. H., Kim, Y. D., Oh, C. K., Oh, M. C., Ahn, C. B., Je, J. Y., Lee, W. W. and Jeon, Y. J., 2010, Effect of far-infrared radiation drying of citrus press-cakes on free radical scavenging and antioxidant activities, *Journal of Food Engineering*, 97, 168–176.
- Seyhun, N., Şümnü, G., ve Şahin, S., 2004, Farklı nişasta ve emülgatör çeşitlerinin ve yağ miktarlarının mikrodalga ile pişirilen keklerin bayatlaması üzerindeki etkileri. *Gıda*, 29 (5), 337-343.
- Sievert, D., Pomeranz, Y., and Abdelrahman, A., 1990, Functional Properties of Soy Polysaccharides and Wheat Bran in Soft Wheat Products. *Cereal Chemistry*, 67(1): 10-13.
- Sivri, D., 1991, Buğday ruşeymi katılarak besin değeri yükseltilmiş unların ekmeklik kalitesinin düzeltilme imkanları, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üni. Fen Bilimleri Ens. Gıda Müh. Anabilim dalı*, 59 sayfa, Ankara.
- Siddhuraju, P., Makkar, H. P. S. and Becker, K., 2002, The effect of ionising radiation on antinutritional factors and the nutritional value of plant materials with reference to human and animal food, *Food Chemistry*, 78, 187–205.
- Siljestrom, M., Westerlunds, E., Bjorck, I., Holm, J., Asp, N. G., and Theander, O., 1986, The effects of various thermal processes on dietary fibre and starch content of whole grain wheat and white flour, *Journal of Cereal Science*, 4 (4), 315-323.
- Singer, C. S., Sabato, S. F. and Tadini, C. C., 2006, Breadmaking properties of flour produced from irradiated wheat. *2006 CIGR Section VI International Symposium on Future of Food Engineering*. Warsaw, Poland.
- Skrbic B. and Filipcev, B., 2008, Nutritional and sensory evaluation of wheat breads supplemented with oleic-rich sunflower seed, *Food Chemistry*, 108 (1), 119-129.
- Skrbic, B., Milovac, S., Dodig, D. and Filipcev, B., 2009, Effects of hull-less barley flour and flakes on bread nutritional composition and sensory properties, *Food Chemistry*, 115 (3), 982-988.

- Skujins, S., 1998, Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista), A short guide to Vista series ICP – AES operation, Variant Int. AG, Zug, version 1.0, Switzerland.
- Slavin, J. L., Martini, M. C., Jacobs, D. R. Jr. and Marquart, L., 1999, Plausible mechanisms for the protectiveness of whole grains, *American Journal of Clinical Nutrition*, 70, 459-463.
- Slavin, J. L., 2000, Mechanisms for the impact of whole grain foods on cancer risk, *Journal of American College of Nutrition*, 19 (3), 300-307.
- Slavin, J. L., Marquart, L. and Jacobs, Jr. D., 2000, Consumption of whole-grain foods and decreased risk of cancer: proposed mechanism, *Cereal Foods World*, 45 (2), 54-58.
- Slavin, J.L., Jacobs, D., Marquart, L. and Wiemer, K., 2001, The role of whole grains in disease prevention, *Journal of American Dietetic Association*, 101, 780-785.
- Slinkard, K., Singelton, V. L., 1977, Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods, *American Journal of Enology and Viticulture*, 28 (1), 49-55.
- Sosland, L. J., 2005, Whole wheat demand, *World Grain*, 23 (2), 22-27.
- Srivastava, A. K., Sudha, M. L., Baskaran, V. and Leelavathi, K., 2007, Studies on heat stabilized wheat germ and its influence on rheological characteristics of dough, *European Food Research and Technology*, 224, 365-372.
- Steinmetz, K. A. and Potter, J. D., 1991, Vegetables, fruit and cancer. II. Mechanisms, cancer causes control, 2, 472-442.
- Sudha, M. L., Srivastava, A. K. and Leelavathi, K., 2007, Studies on pasting and structural characteristics of thermally treated wheat germ, *European Food Research and Technology*, 225, 351-357.
- Sun, S., Watts, B. M., Lukow, O. M. and Arntfield, S. D., 2006, Effects of micronization on protein and rheological properties of spring wheat, *Cereal Chemistry*, 83 (4), 340–347.
- Sungur, B., 2003, Tam buğday unu ekmeklerinde suda çözünebilir gıamların kullanım olanakları, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üni. Fen Bilimleri Ens. Gıda Müh. Ana bilim dalı*, 110 sayfa, Ankara.
- Tao, J., 1989, Rice bran stabilization by improved internal and external heating methods, PhD Thesis, *Louisiana State Univ. and Agricultural and Mechanical Coll.*, 188 page, Baton Rouge, LA, United States.
- Tekeli, Y., Sezgin, M. ve Şanda M. A., 2008, Konya’da yetişen *centaurea pterocaula* truatv.’m fenolik yapısı ve antioksidan etkisi, *S.D.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*. 3 (1), 35-41.

- Telekes, A., Hegedus, M., Chae, C. H. and Vekey, K., 2009, Avemar (wheat germ extract) in cancer prevention and treatment, *Nutrition and Cancer*. 61 (6), 891-899.
- Thompson, L. U., 1994, Antioxidants and hormone-mediated benefits of whole grains, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34, 473-497.
- Toivo, J., Lampi, A. M., Aalto, S., and Piironen, V., 2000, Factors affecting sample preparation in the gas chromatographic determination of plant sterols in whole wheat flour, *Food Chem.* 68 (2), 239-245.
- Topdemir, P., 2004, Türkiye’de yetiştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin un ve ekmek kalitelerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üni. Fen Bilimleri Ens. Gıda Müh. Anabilim dalı*. 57 sayfa. Manisa.
- Topping, D. L., Illman, R. J., Roach, P. D., Trimble, R. P., Kambouris, A. and Netsel, P. L., 1990, Modulation of the hypolipidemic effect of fish oils by fiber in rats: studies with rice and wheat bran, *Journal of Nutrition*, 120 (4), 325-330.
- Truswell, A. S., 2002, Cereal grains and coronary heart disease, *European Journal of Clinical Nutrition* 56, 1-14.
- Turhan, İ., Topuz, A., Tetik, N. ve Karhan, M., 2006, Meyve ve sebzelerin muhafazasında ultraviyole ışık uygulamaları, *Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006*, Bolu. 289-292.
- Türker, S. ve Elgün., A., 1996, Ruşeym ekmeği üzerine araştırmalar. *Un Mamülleri Dünyası* 5 (4), 4-11.
- Türker, S. ve Elgün, A., 1998, Süne-kıvımlı zararlı tavlı buğdaylara mikrodalga uygulamasının öğütme ve un özelliklerine etkisi, *Gıda*, 23 (1), 67-73.
- Türkmen, N., Sarı, F. and Velioglu, Y. S., 2005, The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables, *Food Chemistry*, 93,713–718.
- Türksoy, S. ve Özkaya, B., 2005, Bazı buğday çeşitleri ve bunlardan yapılan ekmeklerin fitik asit miktarları, *G.A.P. IV. Tarım kongresi.21-23 Eylül*, Şanlıurfa, 564-569.
- Urga, K. and Narasimha, H.V., 1998, Traditional sour dough bread (Difo Dabbo) making: II. Effects on HCL extractability of minerals. *The Ethiopian Journal of Health Development*, 12 (3), 175-181.
- Ünlütürk, A. ve Turantaş, F., 2003, Gıda mikrobiyolojisi, Üçüncü baskı, Meta basım matbaacılık hizmetleri, 606 sayfa, İzmir.
- Ünver, E. 2000, Gecikmeli sedimentasyon testi, süne ve kıvımlı buğday kalitesine etkisini gösterir. *Unlu Mamuller Teknolojisi Yıl 9. Sayı 6.* s:4

- Vadivambal, R., Jayas, D. S. and White, N. D. G., 2007, Wheat disinfection using microwave energy, *Journal of Stored Products Research*, 43, 508–514.
- Vadivambal, R., 2009, Disinfection of stored grain insects using microwave energy, PhD Thesis, *Department of Biosystems Engineering University of Manitoba*, 193 page, Winnipeg, Manitoba.
- Vetrimani, R., Jyothirmayi, N., Rao, P. H. and Ramadoss, C. S., 1992, Inactivation of lipase and lipoxygenase in cereal bran, germ and soybean by microwave treatment, *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 25, 532-535.
- Wang, W. M. and Klopfenstein, C. F., 1993, Effect of twin-screw extrusion on the nutritional quality of wheat, barley and oats, *Cereal Chemistry*, 70, 712-715.
- Weaver, C. M., Heaney, R. P., Martin, B. R. and Fitzsimmons, M. L., 1991, Human calcium absorption from whole-wheat products, *The Journal of Nutrition*, 121 (11), 1769-1775.
- 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, *The Journal of The American Medical Association (Jama)*, 281 (21), 1998-2004.
- Wray, S. L., 1999, Thermo-physical and nutritional changes of dehulled yellow peas during Infrared processing (micronization), MS Thesis, *Manitoba University Department of Biosystems Engineering*. 102 page, Winnipeg, Manitoba, Kanada.
- Yadav, D. N., Patki, P. E., Srihari, S. P., Sharma, G. K. and Bawa, A. S., 2010, Studies on polyphenol oxidase activity of heat stabilized whole wheat flour and its chapatti making quality, *International Journal of Food Properties*, 13 (1), 142-154.
- Yalçın, E., Çelik, S., Akar, T., Sayım, İ. and Köksel, H., 2007, Effects of genotype and environment on β - Glukan and dietary fiber contents of hull-less barleys grown in Turkey, *Food Chemistry*, 101, 171-176.
- Yamsaengsung, R., Schoenlechner, R. and Berghofer, E., 2010, The effects of chickpea on the functional properties of white and whole wheat bread, *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 610–620.
- Yousif, E. I. and Khalil, H. I., 2000, Effect of microwave heating on the rheological and baking properties of wheat flour, *Annals of Agricultural Science* 45 (2), 541-553.
- Yu, L. 2007, Wheat antioxidants. John Wiley and Sons. Inc. 276 sayfa. Hoboken, New Jersey.
- Zwingelberg, H. and Fretzdorff, B., 1996, Effect of microwave treatment on the keeping characteristics of food grade wheat germ, *Getredie Mehl und Brot*, 50, 214-218.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mustafa Kürşat Demir
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Kayseri-1979
Telefon : 332-223 29 52
Faks : 332-241 01 08
e-mail : kdemir@selcuk.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Gazi Lisesi, Merkez, ISPARTA	1996
Üniversite	: Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Gıda Müh. Bölümü, Selçuklu, KONYA	2000
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Ens. Gıda Müh. Bölümü Ana Bilim Dalı, Selçuklu, KONYA	2004
Doktora	: Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Ens. Gıda Müh. Bölümü Ana Bilim Dalı, Selçuklu, KONYA	2010

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2001- Devam Ediyor	Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü-Konya	Araştırma Görevlisi

UZMANLIK ALANI: Tahıl ve Tahıl Ürünleri

YABANCI DİLLER: İngilizce

YAYINLAR:

Yüksek Lisans Tezinden Yayın

Demir M.K., Elgün A., Bilgiçli, N. 2006. Sıvı Ferment Yöntemi ile Ekmek Üretiminde Kullanılan Maya (*Saccharomyces Cerevisiae*) Performansına Katkılamaya ve Ortam Şartlarının Etkisi. *Gıda. (31), sayı:6 syf:303-310.*

Demir M.K., Elgün A., Türker S., Bilgiçli N., Ertaş N. 2005. Likit ferment sisteminde kullanılan maya (*Saccharomyces cerevisiae*) performansının arttırılmasında, ortam şartları ve katkılamının optimizasyonu üzerine bir çalışma. *Gıda Kongresi- İzmir. (poster sunu).*