

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

**BUĞDAYIN TAVLANMASINDA MİKRODALGA UYGULAMASININ  
ÖĞÜTME VE EKMEKÇİLİK KALİTESİNE ETKİSİ ÜZERİNE BİR  
ARAŞTIRMA**

**Hilal ARSLAN BAYRAKCI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Konya, 2008**

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

**BUĞDAYIN TAVLANMASINDA MİKRODALGA UYGULAMASININ ÖĞÜTME VE  
EKMEKÇİLİK KALİTESİNE ETKİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

**Hilal ARSLAN BAYRAKCI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

*Konya/2008*

Bu tez 18/09/2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy çokluğu/ oy birliği ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr.Selman TÜRKER  
(Danışman)

Prof.Dr.Adem ELGÜN  
(Üye)

Yrd.Doç.Dr.Nermin BİLGİÇLİ  
(Üye)

**ÖZET****Yüksek Lisans Tezi****BUĞDAYIN TAVLANMASINDA MİKRODALGA UYGULAMASININ ÖĞÜTME VE EKMEKÇİLİK KALİTESİNE ETKİSİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA**

Hilal ARSLAN BAYRAKCI

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Selman TÜRKER

2008, 94 sayfa

Jüri: Prof. Dr. Selman TÜRKER

Prof. Dr. Adem ELGÜN

Yrd. Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Bu araştırmada iki farklı buğday çeşidi (Bezostaya-1 ve Gerek-79) şahide karşı mikrodalga uygulanarak tavlama tabi tutulmuştur. Mikrodalga uygulamasında 4 farklı sıcaklık derecesinde (32°C, 40°C, 55°C ve 70°C) ısıtma ve 3 dakika dinlenme süresi kullanılmıştır. Mikrodalga işlemi uygulanmayan şahit buğdaylar Bezostaya-1 (sert) 24 saat, Gerek-79 (yumuşak) 12 saat süre ile dinlendirilmiştir. Tavlanmış buğdaylar laboratuvar değirmeninde öğütülüp elde edilen unlar üzerinde bazı fiziksel, kimyasal ve teknolojik analizler yapılmıştır. Aynı örneklerin unlarından ekme denemeleri yapılmış, elde edilen ekmeklerin kalitatif ve duyu özellikleri belirlenmiştir. Tavlama mikrodalga işlemi uygulanan buğdaylarda normal tavlama işlemi uygulanan şahit örneklerle göre un verimi artarken, kül miktarı düşmüş, sonuçlar istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Alveogramda 70°C'ye kadar su kaldırma, direnç, enerji, elastikiyet değerleri istatistik olarak önemli ( $p<0.01$ ) artış göstermiştir. Ancak 70 °C ve üzerindeki uygulamalar ekme kalitesine olumsuz etki yapmış, en iyi sonuçlar 55 °C'de alınmıştır. Bu kalite artışı, ekme pişirme denemelerinde de, ekmeğin hem dış hem de iç özelliklerinde gözlenmiştir.

Sonuç olarak, laboratuvar şartlarında buğdaylara mikrodalga uygulanması ile un veriminde artış sağlanırken kül miktarında azalma olmuş, unun teknolojik kalite özelliklerinde ve ekme hacminde artış gözlenmiş, normal tavlama kıyasla mikrodalga ile tavlamanın daha kısa sürede daha iyi sonuçlar verdiği, un ve öğütme kalitesini artırdığı, tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Buğday, Bezostaya-1, Gerek-79, Mikrodalga, Tavlama, Kül, Öğütme kalitesi, Ekme kalitesi

**ABSTRACT****Master Thesis****A RESEARCH ON THE EFFECT OF MICROWAVE APPLICATION IN THE  
TEMPERING OF WHEAT ON MILLING AND BAKING QUALITY**

Hilal ARSLAN BAYRAKCI

Selcuk University

Graduate School of Natural And Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Selman TÜRKER

2008, 94 page

Jury: Prof. Dr. Selman TÜRKER

Prof. Dr. Adem ELGÜN

Yrd. Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

In this research two wheats varieties (Bezostaya-1 and Gerek-79) were tempered with microwave application. In microwave application at four different temperature (32°C, 40°C, 55°C and 70°C) and in three minute tempering time were used. Control samples which without microwave application were tempered during 24 hour for Bezostaya-1 and 12 hour for Gerek-79. Tempered wheats were ground by laboratory mill and some physical, chemical and technological analysis were made on the wheat flour samples. Bread making studies were achieved on the same flour samples and some qualitative and sensory properties of produced breads were determined. On microwave application in wheat tempering, ash content decreased while the flour yield of the samples increases at statistically significant level ( $p<0.01$ ). Until heating up to 70°C alveogram water absorption, resistance, energy and flexibility values increased at statistically significant level ( $p<0.01$ ). And the breadmaking properties of the flours obtained by microwave tempering method, increased at statistically significant level ( $p<0.01$ ). 55 °C tempering temperature was the optimum for two wheat varieties.

As result, the microwave application in the tempering gave satisfactory results in milling and baking qualities.

**Key Words:** Wheat, Bezostaya-1, Gerek-79, Microwave, Tempering, Ash, Milling Quality, Baking Quality

## TEŐEKKÜR

Bu araştırmanın planlanmasından yazımına kadar yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Adem ELGÜN, Prof. Dr. Selman TÜRKER, Yrd. Doç. Dr. Nermin BİLGİÇLİ'ye teőekkürlerimi sunarım. Araştırmanın yürütülmesinde ve laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan tüm araştırma görevlilerine teőekkürü bir borç bilirim.

İşletme imkanlarını araştırmama açan Demirpolat Őirketler Grubu'na Őükranlarımı sunarım.

Ayrıca tez süresi boyunca maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşim Mustafa BAYRAKCI'ya teőekkür ederim.

*Konya, Eylül-2008*

Hilal ARSLAN BAYRAKCI

## İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ .....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ .....	3
3. MATERYAL VE METOT .....	13
3.1. Materyal .....	13
3.2. Metot .....	13
3.2.1. Denemenin kuruluşu ve istatistiksel analizler .....	13
3.2.2. Analitik metotlar .....	14
3.2.3. Araştırma metotları .....	14
3.2.3.1. Tavlama işlemi .....	14
3.2.3.2. Öğütme .....	15
3.2.3.3. Fiziksel analizler .....	16
3.2.3.4. Kimyasal analizler .....	16
3.2.3.5. Teknolojik analizler .....	16
3.2.3.6. Alveo-konsistograf denemeleri .....	16
3.2.3.7. Ekmek denemeleri .....	16
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA .....	18
4.1. Analitik Sonuçlar .....	18
4.2. Araştırma Sonuçları .....	19
4.2.1. Unun fiziksel özellikleri .....	19
4.2.1.1. Un verimi .....	19
4.2.1.2. Un rengi .....	25
4.2.1.3. Granilasyon inceliği (Elek analizi) .....	26
4.2.2. Unun kimyasal özellikleri .....	28

4.2.2.1. Su miktarı.....	28
4.2.2.2. Kül miktarı .....	33
4.2.2.3. Protein miktarı .....	35
4.2.3. Unun teknolojik özellikleri .....	36
4.2.3.1. Yaş gluten miktarı .....	36
4.2.3.2. Gluten indeks değeri.....	41
4.2.3.3. Düşme sayısı.....	42
4.2.4. Alveo-konsistograf denemeleri .....	44
4.2.4.1. Su kaldırma değeri (HYDHA).....	44
4.2.4.2. Direnç (T) .....	50
4.2.4.3. Uzama (A) .....	52
4.2.4.4. Enerji (Fb) .....	53
4.2.4.5. Elastikiyet indeksi (Iec) .....	55
4.2.5. Ekmek pişirme denemeleri.....	56
4.2.5.1. Ekmek ağırlığı .....	56
4.2.5.2. Ekmek hacmi .....	63
4.2.5.3. Spesifik hacim .....	64
4.2.5.4. Simetri .....	66
4.2.5.5. Tekstür .....	67
4.2.5.6. Gözenek.....	68
4.2.6. Ekmeklerin renk özellikleri.....	69
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	78
6. KAYNAKLAR .....	79

## ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 4.1.	Buğday Örneklerine Ait Bazı Fiziksel Analiz Sonuçları .....	18
Çizelge 4.2.	Buğday Örneklerine Ait Bazı Kimyasal Analiz Sonuçları.....	18
Çizelge 4.3.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Fiziksel Analiz Sonuçları (I. Tekerrür) .....	20
Çizelge 4.4.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Fiziksel Analiz Sonuçları(II. Tekerrür) .....	21
Çizelge 4.5.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Fiziksel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	22
Çizelge 4.6.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Fiziksel Özelliklerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	23
Çizelge 4.7.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Kimyasal Analiz Sonuçları (I. Tekerrür) .....	29
Çizelge 4.8.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Kimyasal Analiz Sonuçları (II. Tekerrür) .....	30
Çizelge 4.9.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Kimyasal Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	31
Çizelge 4.10.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Kimyasal Özelliklerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	32
Çizelge 4.11.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Teknolojik Analiz Sonuçları (I. Tekerür) .....	37
Çizelge 4.12.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Teknolojik Analiz Sonuçları (II. Tekerür) .....	38
Çizelge 4.13.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Teknolojik Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	39
Çizelge 4.14.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Teknolojik Özelliklerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	40
Çizelge 4.15.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Alveo-konsistograf Analiz Sonuçları (I. Tekerrür)	45
Çizelge 4.16.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Alveo-konsistograf Analiz Sonuçları (II. Tekerrür) .....	46



Çizelge 4.17.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Alveo-konsistograf Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	47
Çizelge 4.18.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Alveo-konsistograf Özelliklerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	48
Çizelge 4.19.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Özellikleri (I.Tekerür) .....	57
Çizelge 4.20.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Özellikleri (II.Tekerür) .....	58
Çizelge 4.21.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	59
Çizelge 4.22.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları .....	60
Çizelge 4.23.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Özelliklerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları .....	61
Çizelge 4.24.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Rengi Analiz Sonuçları (I. Tekerür) .....	70
Çizelge 4.25.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Rengi Analiz Sonuçları (II. Tekerür) .....	71
Çizelge 4.26.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Rengine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	72
Çizelge 4.27.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Rengine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	73
Çizelge 4.28.	Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Rengine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları.....	74

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1.	Öğütmede Un Verimi Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi ( $p<0.05$ ) .....	25
Şekil 4.2	Unların Granülasyon Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi ( $p<0.01$ ) .....	27
Şekil 4.3	Unun Kül Miktarı Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi .....	34
Şekil 4.4	Düşme Sayısı Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi ( $p<0.01$ ) .....	44
Şekil 4.5	Alveo-konsistogramda Unun Su Kaldırma Değeri (HYDHA) Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi ( $p<0.01$ ) .....	50
Şekil 4.6	Alveo-konsistogramda Unun Direnç Değeri (T) Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi .....	51
Şekil 4.7.	Alveo-konsistogramda Uzama Değeri (A) Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi .....	53
Şekil 4.8.	Alveo-konsistogramda Enerji Değeri (Fb) Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi .....	54
Şekil 4.9.	Alveo-konsistogramda Elastikiyet Değeri (Iec) Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi .....	56
Şekil 4.10.	Ekmeğin Ağırlığı Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi .....	62
Şekil 4.11.	Ekmeğin Hacim Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi.....	64
Şekil 4.12.	Ekmeğin Spesifik Hacim Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi.....	65
Şekil 4.13.	Ekmeğin Simetri Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi.....	67
Şekil 4.14.	Ekmeğin Kabuk Kırmızılığı (a) Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi.....	75
Şekil 4.15.	Ekmeğin İç Parlaklık (L) Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi.....	76
Şekil 4.16.	Ekmeğin İç Kırmızılık (a) Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi.....	77
Şekil 4.17.	Ekmeğin İç Sarılık (b) Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi.....	77

## 1. GİRİŞ

İnsanoğlu yerleşik hayata geçtikçe tahılın beslenmedeki önemi günbegün artmıştır. Ekmek yapımının tarihi gelişimiyle ekmek için en uygun tahılın buğday olduğu anlaşıldıktan sonra buğday üretimi hızla artmıştır. Ekim alanları hızla yayılırken, insanlar tarafından sürekli geliştirilip ıslah edilmiştir.

Tahıl öğütme teknolojisi zamanla gelişmiş ve endüstriyelleşerek günümüz düzeyine ulaşmıştır.

Buğday tanesinin fiziksel özelliklerini öğütmeye elverişli kılmak için tane suyunu optimum düzeye getirerek tavlama işlemi gerçekleştirilir. Tavlama ile buğdaya verilen su, difüzyon yoluyla tane içine girer ve yayılır. Buğdaya verilen suyun tane içinde dağılması paçal yoluyla; soğuk tavlama, ılık tavlama, sıcak tavlama ve buharla tavlama yöntemleriyle yapılır.

Kül miktarının takibi, son üründen çok değirmencilik kalitesini tahmininde geçerli olmaktadır. Tanenin yüksek kül muhtevası ile kabuk kısımlarının fazlalığı arasında doğrusal ve pozitif bir ilişki vardır. Elde edilen unda külün düşüklüğü; paritenin yüksekliğine, rengin beyazlığına, randıman düşüklüğüne, sonuç olarak daha kıymetli una işaret eder (Elgün ve Ertugay 1995).

Elgün ve Türker'in (1995), mikrodalga uygulamalarının buğdayın tavlama sırasında tanenin kabuk-endosperm ayrışımı ve un özelliklerine etkisini inceledikleri bir araştırmada; Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdayları kullanılmıştır. Bezostaya-1 % 16, Gerek-79 % 14 su içerecek şekilde elde edilen tavlı buğday örnekleri mikrodalga işlemi uygulanarak ve uygulanmadan çekiçli değirmende öğütülmüşlerdir. Mikrodalga işleminin, her iki buğdayın da un verimini artırırken; kül miktarını azalttığı, ekmek kalitesini artırdığı görülmüştür. Bu durum, birim buğdaydan daha fazla un eldesi anlamına geldiği için, ekonomik olarak önemli bir katkı sağlayabileceğine ve proses olarak mikrodalga işleminde kabuk-endosperm ayrışımının daha iyi olduğuna işaret sayılır.

Bu araştırmada farklı iki buğday çeşidi üzerinde klasik usulde tavlanan şahide karşı, farklı normlarda mikrodalga uygulayarak kısa sürede gerçekleştirilen tavlama işleminin, valsli değirmende elde edilen unlarının öğütme ve ekmek kalite parametrelerine etkisi araştırılacak, optimum uygulama normu belirlenecektir.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Dünyada pek çok ülkede görüldüğü gibi ülkemizde de nüfus artışı hızla devam etmektedir. Buna bağlı olarak da gıda maddelerine olan ihtiyaçta artmaktadır. Tahıllar insan beslenmesinde olduğu gibi hayvan beslenmesi ve endüstride de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. İnsanlar tarafından tüketilen gıda maddeleri içerisinde günlük diyetin % 66'lık kısmı tahıllarda temin edilmektedir. Tahıllar içerisinde ise buğday; ayrı bir yeri olan stratejik bir besin maddesidir (Tulukçu 1998).

Dünyadaki buğday üretimi 1960'lı yıllardan sonra hızla bir artış göstermiş ve bu yıllar arasında üretimdeki artış dünya nüfus artışının üstünde gerçekleşmiştir. Örneğin bu dönemde dünya nüfusu yaklaşık 2 kat artarken (1960 da yaklaşık 3 milyar olan nüfus 1990 da 5.3 milyar kadar olmuştur) dünya buğday üretimi 3 kat artış göstermiştir (Özkaya ve Özkaya 2005).

2004 yılı FAO verilerine göre dünyada buğday üretimi 629 milyon tona ulaşmıştır (Anonymous 2008).

Ekmek; esas ingredient olarak buğday unu, maya, tuz ve suyun belli oranlarda karıştırılıp yoğrulması ve hamurun belli bir süre fermente ettirilip pişirilmesi ile elde edilen temel bir gıda maddesidir. Beslenmemizde birinci derecede öneme sahip olan ekmeğin diğer önemli özellikleri; kendine has nötr karakterde bir aromaya sahip oluşu dolayısıyla diğer gıdalar için iyi bir taşıyıcı özellik arz etmesi, diğer gıdalara göre daha ucuz ve kolay sağlanabilir olması, besleyici ve doyurucu özellikler içermesidir. İnsan beslenmesinde karbonhidrat ve protein kaynağı olarak önemli bir yer teşkil etmektedir. Türkiye'de kişi başına harcanan enerjinin % 66'sı tahıllardan, bunun da % 56'sı ekmekten, proteinin ise % 50'si ekmekten kaynaklanmaktadır. Yapılan araştırmalarda, insan vücudunun günde en az 500 kalorilik karbonhidrat kaynaklı enerjiye almazsa bu enerjinin proteinlerden veya depo glikojenden sağlanacağını ortaya belirtmektedir. Bu düzeyin üzerinde alınan karbonhidrat miktarı, vücudun enerji ihtiyacını karşılamakla beraber yağların yakılmasını kolaylaştırır ve yapıcı-onarıcı proteinlerin yakılmalarını önler. 500

kalorilik bu enerji, 250 gramlık ekmek tarafından karşılanabilmektedir (Elgün ve Ertugay 1995).

19. yüzyılda, Fransa ve Macaristan'da öğütme tekniği oldukça gelişip, Budapeşte önemli bir değirmen sanayi merkezi haline geldikten sonra, Amerika'da da öğütme tekniği kısa sürede benimsenmiş ve başka gelişmeler olmuştur. 1850-1900 yılları arasında öğütme bir endüstri haline gelmiştir. 20. yüzyılda pnömatik taşıma başlamış ve proseslerde bilgisayarlar kullanılmıştır. Günümüzde değirmenler tam otomatik ve kontinü çalışan modern sistemler olmuştur. Bu sistemde amaç taneyi kırmak ve endospermi mümkün olduğunca kabuk ve ruşeymden ayırıp incelterek un haline getirmektir. Bugünün tekniğinde buğday tanesinin kabuk, endosperm ve ruşeym kısımlarını birbirinde tamamen ayırmak mümkün değildir. Öğütmede, un inceliğine gelen materyal hemen ayrılmalıdır (Özkaya ve Özkaya 2005).

Un verimi normal bir diyagramda elde edilebilen 100 patent dereceli toplam un miktarıdır. Yani beyaz un verimidir. Yüksek olması arzu edilir. Normal şartlarda % 70-75 arasında değişir. Un veriminin ifade edilmesinde öğütülen kirli buğdaya veya temizlenmiş-tavlanmış buğdaya göre kıyaslama yapılır. İlki ekonomiklik, ikincisi ise teknolojik açıdan önem arz eder. Un veriminin ifadesinde; ya 100 birim unu veren buğday miktarı, yada 100 birim buğdaydan elde edilen % un miktarı kullanılır. Ekstraksiyonu artıran şartlar, uzun redüksiyon uygulaması un verimini artırır, fakat un kalitesi düşer. Bu bakımdan pratikte "Randıman" ifadesi un kalitesini tahminde yaygın şekilde kullanılır. Randıman arttıkça unda kepek kontaminasyonu, kül miktarı ve renk intensitesi artar. Protein miktarı yükselirken kalitesi düşer. Ekmekçilik kalitesi bakımından, % 70-75 randımanlı unlar, protein miktar ve kalitesinin birlikte yükseldiği en kuvvetli unlardır. Bu sınırların altında unun ekmekçilik değeri azalırken; baklavalık-böreklik, keklik kalitesi artar. Yüksek randımanlılarda da kaliteyi düşürücü kabuk altı tane tabakalarının kontaminasyonu artarak, yine ekmeklik kalitesi düşer. Özellikle % 70-75 randımandan sonra, birim randımana karşılık kepek kontaminasyonu hızlı bir yükseliş gösterir (Elgün ve Ertugay 1995).

Bir gıda maddesinin külü, organik maddelerin yanmasından sonra arta kalan inorganik kalıntıdır. Küçük ve buruşuk taneler oransal olarak daha fazla kepek

içermeleri sebebiyle kül miktarları genellikle iri tanelilerden yüksektir (Elgün ve ark. 2001).

Buğday ve ürünlerinin ticari değerlerinin belirlenmesinde kül miktarı önemli bir kalite kriteri olarak kullanılır (Hibbs ve Posner 1997). Bunun yanında kül miktarı orijinal materyaldeki inorganik maddelerin bir göstergesidir (Bender 1990).

Tanedeki mineral maddelerin dağılışı; kabukta en fazla, merkezi endosperimde en düşüktür. Kabuktan sonra embriyo, aleuron tabakası ve unlu endospermin periferik tabakaları yüksek nispette küle sahiptir. Bu özellikten, değirmende buğdayın öğütülmesiyle elde edilen unun, kepek muhtevasını yani randımanını tahmin etmede yararlanır. Yüksek kül miktarına sahip olan unlar yüksek randımanlı olarak değerlendirilir (Elgün ve Ertugay 1995).

Toplam kül miktarı değeri, unların saflık indeksi olarak yaygın olarak kullanılan bir değerdir. Kepekteki mineral madde içeriği endospermin yaklaşık 20 katı olduğundan, kül miktarı artışı, una kepek karışığının bir göstergesidir (Pomeranz ve Meleon 1994).

Değirmencilikte toplam kül değerinin en çok kullanıldığı alanlar, öğütme kalitesinin tahmin ve un paçalının yapılmasıdır. Bu amaçla kümülatif kül kurvesi kullanılır. Kümülatif kül kurvesi değişik buğdayların veya teknolojilerin öğütme kalitelerinin karşılaştırılmasında yaygın kullanılan bir tekniktir (Elgün ve Ertugay 1995).

Elgün'e (1998) göre, buğdayda kül miktarının fazla olması, kabuğun kalın olduğuna, kepek çıkıntısının fazla olacağına ve kirliliğe işaret eder. Ufak, buruşuk, kırık, yenik ve karın girintisi derin taneli buğdayların tane külü yüksektir.

Literatürde buğday ve undaki kül miktarlarına bağlı olarak, diğer kimyasal bileşenlerdeki değişiklikler şu şekilde özetlenmiştir;

Pomeranz'a (1988) göre, en iyi jelatinizasyon özelliği genellikle düşük küllü un ekstraksiyonlarında görülür. Buğday ununda kül miktarı arttıkça, lif miktarı da artmaktadır. Beyaz ekmekte 2.7 g/100 g, esmer ekmekte 8.5 g/100 g, kepekte ise 27g/100g toplam besinsel lif bulunduğu tespit edilmiştir (Sencer 1987). Diğer

tarafından kül miktarı yüksek buğday ve unların protein miktarı da yüksektir (Elgün ve Ertugay 1995). Barrett ve ark.'a (1980) göre ise, gıdaların besleyicilik değeri artan kül miktarıyla birlikte artar. Hibbs ve Posner'e (1997) göre, kül miktarı tanenin merkezinden dış kısma doğru artar. Mineral içeriğinin farklılığı, ekolojik ve genetik faktörler ile bunların interaksiyonuna bağlanabilir.

Tavlama, un sanayinde, un kalitesi başta olmak üzere, un verimini, kalitesini ve enerji tüketimini etkileyen önemli işlemlerden birisidir. Tavlama, öğütülecek taneyi, optimum su seviyesine getirme ve dinlendirme olarak tanımlanabilir. Tanenin tavlama sürecindeki amaç; tane suyunu optimum seviyeye getirerek; tanenin fiziksel özelliklerini öğütmeye elverişli kılmak, bazen de elde edilecek unun ekmekçilik değerini yükseltmektir (Keskinöglü ve ark. 2001).

Öğütme teknolojisinde tavlamaı etkileyen üç faktör vardır. Bunlar tavlama suyu, sıcaklığı ve süresidir (Elgün ve Ertugay 1995).

Soğuk tavlama verilecek suyun tanede yayılıp dengeye ulaşabilmesi için 1-3 güne ihtiyaç varken, 30-40 °C arasında yapılan ılık dinlendirme şartlarında bu süre 1-3 saatte kadar düşürülebilmektedir (Elgün ve Ertugay 1995). Yapılan bir araştırmada, 26-30 °C'de bir gece bekletildikten sonra öğütülen örneklerin kül miktarlarının, 21 °C'de dinlendirilenlere göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Buna ilaveten kış aylarında 15-17 °C'de öğütülen buğdayların, un veriminin düştüğü, kül miktarının arttığı, unun emeklik kalitesinin düştüğü, 37 °C'deki suyla 27 °C'de tavlama yapıldığında kül miktarının hemen hemen yaz aylarındaki seviyeye düştüğü ve emeklik kalitesinin geliştiği ayrıca bildirilmiştir (Seçkin 1986).

Tavlama sıcaklık kullanımı, hem süreyi kısaltarak hem de tanenin fiziksel özelliklerinde optimizasyon sağlayarak; enerji sarfiyatını düşürmekte ve un kalitesinde üstünlük sağlamaktadır (Keskinöglü ve ark. 2001).

Tavlama verilecek suyun, buğday kabuğundan içeri girmesi yavaş yavaş olmaktadır. Kabuk tabakaları arasındaki su alışverişinin normal sıcaklıkta uzun zaman aldığı, oysa sıcaklık artışı ile su absorpsiyonunun maksimum seviyeye ulaştığı ve bu durumda buğday tanesi normal şartlar altında kendi ağırlığının % 40'ı kadar su alabildiği belirtilmektedir (Lockwood 1982).



Özkaya (1986), buğdayın maksimum su absorpsiyonunun, sıcaklıkla değişirse bile, doyma noktasına gelme süresinin, sıcaklık ile ilişkisi olduğunu, örneğin doyma noktasına; oda sıcaklığında 48-72 saatte, 27 °C'de 24 saatte, 40 °C'de 8 saatte, 60 °C'de 2 saatte ve 80 °C'de 40 dakikada ulaştığını bildirmektedir.

Ilık tavlama metodu ile ilgili olarak yapılan araştırmalarda, en uygun endosperm yumuşamasının 45 °C'de elde edildiği, patent un veriminin arttığı elemenin kolaylaştığı, 75 mikrodan küçük un taneciklerinde nispi bir azalma olduğu belirlenmiştir (Kent 1990).

Ilık tavlama metodunun üstünlüğü ilk defa Grosse (1929) ileri sürülmüştür. Wisner ve Shelenberger (1949) ile Jones (1949), ılık tavlamanın, suyun taneye alınmasına, yayılmasına ve tavlama süresinin kısalmasına olumlu etkisini belirlemişlerdir.

Ticari bir değirmende yapılan bir çalışmada, ılık ve soğuk tavlama metotları karşılaştırılmış ve ılık tavlama metoduyla elde edilen un randımanı ve patent un veriminin daha yüksek, kül miktarının ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun ülke ekonomisi ve değirmenciligi açısından büyük öneme sahip olduğu bildirilmiştir (Türker ve ark. 1997).

Ertugay ve ark. (1991), farklı dozlarda uygulanan klorlu su ile soğuk ve ılık tavlama işlemlerinin kırmızı ekmeklik buğdaylarda öğütme değeri ile unun bazı kalitatif ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi üzerine yaptıkları bir araştırmada, ılık tavlama işleminin; un ve irmik verimini artırması yanında, renk ağarması ve mikroorganizma yükü oluşması üzerine daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Bazı araştırmacılar, buğdayların sıcak tavlama üzerinde çalışmışlardır (Woog ve ark. 1964; Doty ve Baker 1977; Kathuria ve Sidhua 1984 a ve b).

Sıcak tavlamanın makarnalık ve ekmeklik buğdaylar üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 50 °C'de 30 dakika süreyle yapılan tavlama işleminin; irmikte ihmal edilebilir düzeyde renk kaybına sebep olduğu, ancak kül içeriğinde önemli miktarda azalmaya sebep olduğu ortaya konmuştur (Kathuria ve Sidhua 1984a).

Daskolava ve ark. (1980), buğdayın tavlama işlemi üzerine dielektrik ısıtmanın etkilerini incelemişler ve sonuç olarak bu ısıtma ile tavlama süresinin kısaldığını, öğütme ve ekmek yapım kalitesinin arttığını, un veriminin yükseldiğini, unun kül içeriğinin düştüğünü, ekmek hacminin arttığını tespit etmişlerdir.

Son yıllarda birçok ülkede kullanım rahatlığı ve zamandan sağladığı tasarruf nedeniyle evlerde ve toplu beslenme yerlerinde, mikrodalga fırınlara olan talep oldukça artmıştır. Bu talep, gıda üretimi ve hazır gıda servisi endüstrilerinin; evlerde kullanılan mikrodalga fırınlar için, yeni gıda formülasyonları ve paketlenme dizaynları geliştirmelerine neden olmuştur (Karakaya 1991).

Mikrodalga fırınlar magnetron, transformator, dağıtıcı ve kontrol ünitesinden oluşur. Mikrodalga fırınların en önemli ünitesi magnetrondur. Magnetronlar 4000-6000 Volt'luk elektrik enerjisini mikrodalgalara dönüştürür (Erdem 2007).

Mikrodalgalar 0.1 mm-1.0 m aralığında dalga boyuna sahip yüksek frekanslı radyasyonlardır (Karakaya 1991).

Mikrodalgaların frekansları 300-30.000 MHz arasında değişir. Dielektrik maddelerin ısıtılmasında rol oynayan iki ana mekanizma dipol rotasyon ve iyonik polarizasyondur. Nem içeren gıda maddesi mikrodalga radyasyonuna maruz kaldığında, su gibi dipol molekülleri, hızlı bir şekilde değişen elektrik alanıyla birlikte dipolleri sıraya sokma eğilimi gösterir. Sonuç olarak oluşan sürtünmeyle ısı açığa çıkar ve bu ısı komşu moleküllere iletilir. Mikrodalgayla kalın maddeler kolayca ısıtılabilir. Mikrodalgayla ısıtılan ürün içerisinde bulunan serbest nem hızla buharlaşır ve uzaklaştırılan nem oranı taşınım kurutmaya göre daha yüksektir (Dadalı 2007).

Günümüz gıda endüstrisinde mikrodalga enerji uygulamaları yeni bir teknoloji olmasına karşın, çok yaygın bir kullanım alanı bulmakta ve bugün kullanılmakta olan birçok ısısal işlemin yerini alacak bir başarı ve potansiyel göstermektedir. 1978'de 122 adet olarak bilinen sanayi tipi mikrodalga ekipman kullanımının, 1991 yılında 360 adet olduğu bildirilmiştir. Bugün ise endüstriyel olarak kullanılan mikrodalga ekipmanlarının sayısı kesin olarak bilinmemektedir.

Mikrodalga ısıtma enerjisi 1960'lı yıllardan beri proses mühendisleri tarafından sanayide uygulanmaktadır. İlk uygulamalar gıda sanayisinde görülmüş çeşitli endüstrilerde ve laboratuvarlarda son on yıldır yaygın olarak mikrodalga kullanılmıştır. Örneğin; gıda, kağıt, inşaat malzemeleri, metalürji sanayi, çevre ile ilgili radyoaktif atık ve hastane artıklarının zararsız hale getirilmesinde kullanım ve uygulama alanı bulmuştur. Günümüzde mikrodalga enerji, dondurulmuş ürünlerin çözündürülmesinde, kurutma, kavurma, pişirme, pastörizasyon, sterilizasyon işlemlerinde, kek ve reçellerde küf mantarlarının azaltılmasında, dondurarak kurutma ve haşlama işlemlerinde kullanılmaktadır (Dadalı 2007).

Mikrodalga uygulayabilmek için bir ürünün dielektrik kaybına sahip olması gerekir. Yani değişken bir elektromanyetik alan uygulandığında, madde içinde dipolar elektrik yüklerinin oluşması gerekir. Su molekülleri kolaylıkla dipolar elektrik yükleri oluşturabildiğinden, su içeren yapıda her ürün, mikrodalga ile ısıtmaya uygundur. Bu sebeple, özellikle meyve ve sebzelerin bileşimlerinde suyun önemli düzeyde bulunması nedeniyle gıdaların mikrodalga teknolojisi ile kurutulması yaygınlaşmıştır. Değişik şekillerde, çok geniş bir spektrumda elde edilebilen mikrodalgalarda kullanılan frekanslar ve dalga boyları endüstriyel, bilimsel ve tıbbi amaçlar için sınırlandırılmıştır. Gıda sanayinde işleme ve pişirme için I.T.U. (Uluslararası Haberleşme Birliği) tarafından düzenlenen mikrodalga kullanım frekansları,  $2450 \pm 50$  MHz ve  $915 \pm 15$  MHz olarak öngörülmektedir (Dadalı 2007).

Mikrodalğanın hububat ve ürünlerinde kullanımı ile ilgili araştırmalar şu şekilde özetlenebilir;

Dilimlenmiş ekmeğin küflenmeye karşı korunması amacıyla mikrodalgalarla yararlanır. Dilimlenmiş ve ambalajlanmış ekmeğin mikrodalga tüneline 90 °C'ye kadar ısıtılır, böylece hiçbir kimyasal kullanılmadan uzun süre küflenmeden muhafaza edilebilir (Reuter 1980).

Mikrodalgalarla ayrıca hamurun kabartılması, bisküvi ve kurabiye pişirilmesi, fındık benzeri gıdaların kavrulmasında, normla hava basıncında ve vakum altında kurutma gibi işlemlerde de yararlanılmaktadır (Reuter 1980).

Mikrodalga'nın makarna üretiminde kurutma aşamasında kullanılabileceği düşünülmüş ve makarna kurutulması üzerine değişik araştırmacılar tarafından endüstriyel standartlarda kullanılması üzerine çalışılmıştır. Winston (1974), çeşitli tipteki makarnaların mikrodalga ile kurutulması üzerine yaptığı ilk denemelerde, makarnanın presten çıktıktan sonra mikrodalga ile kurutulmasının elde edilen son ürünün aşırı kırılgan olması nedeni ile yetersiz olduğunu bildirmiştir. Bu ürünle ilgili sonradan yapılan pişirme denemelerinde de mikrodalga ile kurutulmuş makarna, pişirme sonrası parçalanmış asılı halde çözünmemiş katı maddeler içeren yoğun ve çamurumsu görüntüde bir pişirme suyu ortaya çıkmıştır. Kurutmanın ürünün başlangıç nem içeriğinin bir fonksiyonu olmasından dolayı mikrodalga kurutma öncesinde sıcak hava kurutma ile ürünün nem içeriğinin yeterli bir düzeye indirildikten sonra mikrodalga kurutucu kullanılmasının yeterli bir kalitede ürün elde edilmesinde yararlı olacağı düşünülmüştür. Nitekim Katskee (1977)'de mikrodalga kurutmanın ilk basamağında ürünün aşırı nem kaybını önlemek amacıyla % 17'lik bir nem içeriğine kurutulmasını hedeflemiştir. 71-82 °C'de yaklaşık 30 dakika uygulanan bu işlemden sonra mikrodalga kurutma aşamasında ürün istenilen son nem içeriğine 10-20 dakika gibi bir sürede gelmiştir. Bu aşamada ortam şartlarının 82-93 °C ve % 78-80 RH olduğu ölçülmüştür. Yapılan bir diğer benzer çalışmada, mikrodalga ile makarna kurutma endüstriyel standartlara ulaştırılmaya çalışılmıştır. Proseste, hava akımıyla ısıtmayı takiben mikrodalga-sıcak hava kombinasyonu ile çalışan ikinci bir kurutma aşaması kullanılmıştır. Yeni hazırlanmış makarna hamuru % 30 nem içermektedir. 71-82 °C'de tünele ulaşan bu ürün sıcak hava ile nem oranı % 18'e azalmaktadır. İkinci aşamada 915 MHz de çalışan mikrodalga ile sağlanan 82-95 °C'deki mikrodalga-sıcak hava kısmındaki nem oranı % 13-13.5'e azaltılmaktadır. Proses 90 dakikada tamamlanmakta ve geleneksel prosese göre enerji gereksinimi çok daha düşük olduğu bildirilmektedir (Giese 1992).

Makarna kurutma prosesinde mikrodalga kullanılması kurutma sürenin 8 saatten 90 dakikaya indirilmesi başarısının endüstriyel uygulamalarda 1/3 oranında enerji tasarrufu sağlayabileceği bildirilmiştir (Anon. 1989).

Bir başka araştırmada, tarhananın kurutulma aşamasında mikrodalga ısıtmadan yararlanılması üzerine çalışılmış ve tarhana hamurunun hazırlanmasından

sonra, fermantasyon aşamasını takiben mikrodalga kurutmanın uygulanabilirliği ve kalitesine etkisi araştırılmıştır (Baysal ve ark. 1995). 1.2 KW gücünde 2450 MHz'de çalışan mikrodalga kullanılarak farklı kalınlıklarda tarhananın (2,5-5.0 mm) kurutulması denenmiştir. Mikrodalga kurutmada ürün kalınlığının etkisinin önemli olduğu ve kalınlığın 2.5 mm'den 5.0 mm'ye çıktığında kurutma için gerekli sürenin de 2 kat artış gösterdiği saptanmıştır. Mikrodalga kurutma ile güneşte kurutma süreleri karşılaştırıldığında ise, geleneksel güneşte kurutma ile 5 günde tamamlanabilen kurutma işleminin, 2.5 mm ürün kalınlığında mikrodalga kurutmada 12 dakika ve 5 mm ürün kalınlığında mikrodalga kurutmada 29 dakikaya azaldığı belirlenmiştir.

Yin ve Walker (1995), fuel-oil fiyatlarındaki artış nedeniyle ekmek pişirmenin en önemli aşaması olan fırınlama aşamasında geleneksel pişirme fırınları yerine hava akımlı, mikrodalga ve elektrikli fırınlar gibi geleneksel olmayan yöntemlerin kullanılması üzerinde çalışmışlardır. Mikrodalga pişirme sonrasında elde edilen ürünlerde daha kısa ürün pişirme süresine gereksinim olmasına karşın kırılğan, daha kaba, fakat yumuşak dokuda bir ürün elde edilmiştir. Elektrikli fırınlarda pişirilen ürünlerde ise ekmek içi gözenek özellikleri oldukça iyi bulunurken, kabuk rengini almamıştır. Isıtma kombinasyonunun sağlanmasıyla daha iyi ürünler elde edilebileceği belirtilmiştir.

Mikrodalga ile ekmek pişirilmesi kadar diğer unlu mamullerin de pişirilmesi araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Örneğin, kek pişirmedeki sürenin azalmasının yanı sıra, daha büyük kek hacimlerinin mikrodalga pişirme prosesi ile elde edilebilmesi de söz konusudur (Anon. 1989). % 0-2.5-5-7.5 oranlarında buğday, pirinç ve mısır nişastası içeren kek formüllerinin mikrodalga ile pişirilen keke kalitesi üzerine etkileri araştırılmış ve buğday nişastasının ağırlık kaybı, hacim indeksi ve düzgünlük indeksini diğer nişastalara göre daha fazla etkilediği bildirilmiştir (Şümnü 2001).

Mikrodalga uygulaması hububat ürünlerinde başka amaçlar için de kullanılmış ve etkileri incelenmiştir. % 10-12 süne zararı görmüş buğdaydan elde edilmiş un örneklerine mikrodalga ısıtma uygulamasının unun bazı kalitatif ve reolojik özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. 625 W ve 90-180 saniye uygulanan mikrodalga işlemi ile un örneklerinde nem miktarlarının azaldığı, gluten miktarı ve

gluten indeksi değerlerinde değişim olmadığı, ancak sedimantasyon değerlerinin yükseldiğini saptamışlardır. Mikrodalga işlemin süresindeki artışla beraber  $\alpha$ -amilaz aktivitesinin düştüğü ve alveograf değerlerinin yükseldiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; mikrodalga işleminin süne zararı görmemiş buğday unlarında olduğu gibi süne zararı görmüş buğdaylardan elde edilen unların kalite özelliklerini yükseltebileceği ve bu konudaki çalışmaların sürdürülmesi gerektiği bildirilmiştir (Dıraman ve Boyacıoğlu 1996a ve b).

### **3. MATERYAL VE METOT**

#### **3.1. Materyal**

Bu çalışmada, Konya piyasasından temin edilen Bezostaya-1 ve Gerek-79 çeşidi buğdaylar materyal olarak kullanılmıştır.

#### **3.2. Metot**

##### **3.2.1. Denemenin kuruluşu ve istatistiksel analizler**

Deneme iki çeşit buğday üzerinde, iki farklı tavlama işlemine (mikrodalgalı ve mikrodalgasız) tabi tutularak 2 tekerrürlü faktoriyel plana göre yürütülmüştür.

Tavlama tüm örnekler için %16 su esasına göre yapılmıştır. Şahit örneklerden Bezostaya-1 24 saat, Gerek-79 ise 12 saat süre ile mikrodalga işlemine tabi tutulacak örnekler ise 3 dk süre ile dinlendirilmişlerdir.

Mikrodalga işlemi 4 farklı sıcaklık derecesinde (32°C, 40°C, 55°C ve 70°C) mikrodalga fırında (Arçelik MD 595, Türkiye) 900 W'da gerçekleştirilmiştir. İşlem ürün 50 gramlık partiler halinde cam kap içine 5 mm kalınlıkta yayılarak uygulanmıştır.

Tavlama sonunda şahit örnekler klasik sistemde su verilip (%16), dinlendirilerek (24-12 saat) doğrudan, mikrodalga ile tavlama uygulanan örnekler ise tav suyu verildikten sonra 3 dakika dinlendirilip mikrodalga uygulamasına tabi tutulmuş, kabuk tavlama (% 1) verildikten sonra laboratuvar tipi valsli değirmende (CHOPIN MOULIN CD1, Fransa) öğütülmüştür. Elde edilen unlarda bazı kimyasal ve teknolojik analizler ile ekmek denemeleri yapılmıştır. Ekmeğin fiziksel ve duyu özellikleri belirlenmiştir.

Elde edilen değerler istatistiksel analize tabi tutularak özetlenip, incelenmişlerdir. Varyans analizindeki farklılıkları istatistiksel 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).

### 3.2.2. Analitik metotlar

Hammadde olarak kullanılan buğdaylarda fiziksel olarak; tane homojenliği, hektolitre ağırlığı, bintane ağırlığı ve sertlik tayinleri Elgün ve ark. (2001)'e göre, renk değerleri (L, a ve b) ise Minolta CR 400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) cihazında belirlenmiştir.

Kimyasal olarak; su içeriği AACC 44-19 metoduna göre, kül miktarı ICC- Standart No.104-1 metoduna göre, protein AACC 46-12 (Anon. 1990)'a göre, Zeleny sedimantasyon tayini ICC-standart No.116 metoduna göre, gluten tayini AACC 38-12 'ye göre (Anon. 1990), düşme sayısı (falling number) değeri AACC 56-81b (Anon. 2002b)'e göre yapılmıştır.

### 3.2.3. Araştırma metotları

#### 3.2.3.1. Tavlama işlemi

Araştırmada Bezostaya-1, Gerek-79 buğday çeşitleri için klasik ve mikrodalga ile iki farklı tavlama uygulanmıştır.

Tüm örnekler %16 su esasında aşağıdaki formüle göre tav suyu verilmiştir.

$$X = \frac{D_1}{D_2} \cdot xW - W$$

X = Verilecek su miktarı

D<sub>1</sub> = Örnek kuru maddesi

D<sub>2</sub> = Örnekte istenen kuru madde

W = Buğday miktarı



Verilen su miktarının birimi ile buğday miktarının birimi aynıdır.

Buna göre;

Klasik Tavlama:

Klasik tavlama uygulanan buğdaylar şahit örnek olarak kullanılmıştır.

Bezostaya-1 24 saat, Gerek-79 ise 12 saat süreyle dinlendirilmiştir.

Mikrodalga uygulamalı tavlama:

Mikrodalga işlemine tabi tutulacak buğdaylara (Bezostaya-1 ve Gerek-79) tav suyu (% 16) verilip 3 dakika süreyle dinlendirilmiştir. İşlem Arçelik MD 595 Marka mikrodalga fırında 900 W 'da gerçekleştirilmiştir. Uygulamada sıcaklık normu olarak 32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C olmak üzere dört farklı sıcaklık derecesi kullanılmıştır. Sıcaklık ölçümü fırın çıkışında buğday kitlesi içine yerleştirilen termometreyle yapılmıştır. Örnekler mikrodalga fırın tepsisine tek sıra olacak şekilde (50 gr) yerleştirilmiş ve her defasında fırının soğuması beklenmiştir. Bu nedenle işlem iki adet aynı marka mikrodalga fırın ile gerçekleştirilmiştir. 32 °C' ye 6 sn.'de, 40 °C' ye 10 sn.' de, 55 °C' ye 30 sn.'de 70 °C' ye 60 sn.' de ulaşılmıştır. Mikrodalga uygulanan örneklere fırın çıkışında %1 oranında kabuk tavı verilerek öğütülmüştür.

### **3.2.3.2 Öğütme**

Şahit numuneler ile mikrodalga işlemi uygulanmış örnekler laboratuvar tipi valsli değirmende (CHOPIN MOULIN CD1, Fransa) öğütülmüştür. Değirmen kırma ve redüksiyon olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Temizlenmiş ve tavllanmış buğdaylar önce kırma sistemine verilerek bu işlemde buğdaydan kaba kepek ve biraz da kırma unu ayrılmıştır. Bunun dışında asıl ana ürün olarak elde edilen irmik, redüksiyon sistemine gönderilmiştir. Redüksiyon sisteminde irmik una indirgenmiş ve ince kepekten ayrılmıştır. Ayrılan ince kepek ikinci defa redüksiyon sisteminden geçirilerek toplam un elde edilmiştir. Kırma ve redüksiyon sistemlerinden elde edilen un örnekleri tartılıp un verimi (%) hesaplanmıştır.

### **3.2.3.3. Fiziksel analizler**

Renk tayini L, a ve b değerlerinin ölçülmesiyle gerçekleştirilmiştir. Unlarda elek analizi ve incelik (granülasyon) testi 140 µ elekte 2 dk elenmek sureti ile yapılmıştır. Elek altı materyal oranı (%), granülasyonda incelik parametresi olarak kullanılmıştır.

### **3.2.3.4. Kimyasal analizler**

Öğütme sonrası elde edilen unlarda kimyasal olarak su , kül ve protein miktarı analizleri yapılmıştır.

### **3.2.3.5. Teknolojik analizler**

Öğütme sonrası elde edilen unlarda teknolojik olarak Zeleny sedimentasyon, yaş gluten, gluten indeks ve düşme sayısı tayinleri yapılmıştır.

### **3.2.3.6. Alveo-konsistograf denemeleri**

Mikrodalga ile tavlama işlemine tabi tutulmuş ve mikrodalga uygulanmadan tavllanmış buğdaylar valsli laboratuvar değirmeninde % 65-75 randımanla un haline getirilerek; Alveo-konsistografda su kaldırma (HYDHA), uzama (A), enerji (Fb), direnç (T) ve elastikiyet (Iec) ölçümleri AACC 54-30A ve 54-50'ye (Anon. 2002b)'e göre yapılmıştır.

### **3.2.3.7. Ekmek denemeleri**

AACC 10-10 ve Anon.'da (1990) verilen metotlar baz alınarak 100 gram un esasına göre; % 3 maya, % 1,5 tuz ve kaldırdığı kadar su kullanılarak ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Olgun hamur elde edilene kadar yoğrulan (Hobart N50, Kanada) hamurlar 30 °C % 80-90 nispi nemde dinlendirilip, 230 °C'de 25 dakika süre ile

fırında pişirilmiştir(Arçelik ARMD 580, Türkiye). Ekmekler fırından çıkar çıkmaz ağırlık ve hacimleri ölçülmüş ve 1 saat sonra polietilen torbalara konarak ağızları kapatılmıştır. 24 saat sonra ekmek özellikleri 1-10 puan arasında puanlanarak değerlendirilmiş ve spesifik hacim değerleri hesaplanmıştır( Elgün ve ark. 2001). Kabuk ve ekmek içi rengi L, a ve b değerleri ölçülerek yapılmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

##### 4.1. Analitik Sonuçlar

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarına ait bazı fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1’de verilen sonuçlara göre Bezostaya-1’in daha sert, homojen ve iri; Gerek-79’un yumuşak ve beyaz tane yapısındaki bir buğday çeşidi olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2’de verilen kimyasal analiz sonuçları ise Bezostaya-1’in kuvvetli, Gerek-79’un ise zayıf ve düşük alfa amilaz aktivitesine sahip olduğunu göstermektedir.

**Çizelge 4.1. Buğday Örneklerine Ait Bazı Fiziksel Analiz Sonuçları**

Buğday Çeşidi	Tane Homojenliği (%)	Hektolitre Ağırlığı (k\hl)	Bintane Ağırlığı (g)*	Sertlik (%)	Renk		
					L	a	b
Bezostaya-1	92.84	73.6	32.96	78	55.24	6.43	17.78
Gerek-79	87.96	78.2	26.36	44	60.63	4.90	21.70

\* Kuru madde esasına göre

**Çizelge 4.2. Buğday Örneklerine Ait Bazı Kimyasal Analiz Sonuçları**

Buğday Çeşidi	Su (%)	Kül* (%)	Protein (%)**	Zeleny Sedimentasyon (cc)	Yaş Gluten (%)	Düşme Sayısı (sn)
Bezostaya-1	10.7	1.82	13.2	32	45	285
Gerek-79	9.9	1.26	11.8	30	37	500

\* Kuru madde esasına göre \*\* Kuru madde esasına göre ve Protein: N\*5.75

## 4.2. Araştırma Sonuçları

Öğütülen buğdaylardan elde edilen unlara ait fiziksel, kimyasal, teknolojik ve reolojik analiz sonuçları Çizelge 4.3, 4.4, 4.7, 4.8, 4.11, 4.12, 4.15 ve 4.16'da, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ile Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.5, 4.6, 4.9, 4.10, 4.13, 4.14, 4.17 ve 4.18 de verilmiştir.

Bu unlardan yapılan ekmeklerin bazı analiz sonuçlarına ait veriler 4.19, 4.20, 4.24 ve 4.25'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ile Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.21, 4.22, 4.23, 4.26, 4.27 ve 4.28'de verilmiştir.

### 4.2.1. Unun fiziksel özellikleri

Örneklere ait bazı fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4.3 ve 4.4'de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ile Duncan testi sonuçları Çizelge 4.5 ve 4.6'da verilmiştir.

#### 4.2.1.1. Un verimi

Un verimi normal bir diyagramda elde edilen 100 patent dereceli toplam un miktarıdır. Yani beyaz un verimidir. Yüksek olması arzu edilir (Elgün ve Ertugay 1995).

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarının öğütülmesi sonucu elde edilen un verimi değerleri Çizelge 4.3. ve 4.4' de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen un verimi değerleri %  $70.52 \pm 4.06$  (63.60-77.70) olarak bulunmuştur.

**Çizelge 4.3. Tavlama Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Fiziksel Analiz Sonuçları (I. Tekerrür)**

Buğday Çeşidi	Mikrodalga Uygulaması (°C)	Un Verimi (%)	Renk			Granülasyon İnceliği (%)*
			L	a	b	
<b>Bezostaya-1</b>	<b>Şahit</b>	64.72	91.76	-0.92	11.68	57.60
	<b>32</b>	68.05	90.84	-0.7	10.47	65.40
	<b>40</b>	68.80	84.16	-0.48	10.27	78.20
	<b>55</b>	71.60	81.86	-0.26	9.66	87.30
	<b>70</b>	67.70	80.00	-0.65	9.64	87.60
<b>Gerek-79</b>	<b>Şahit</b>	68.30	96.52	-0.88	9.93	55.50
	<b>32</b>	73.30	96.31	-0.96	9.39	68.80
	<b>40</b>	75.30	94.97	-0.77	9.08	79.50
	<b>55</b>	77.70	87.41	-0.81	8.96	85.40
	<b>70</b>	72.20	85.09	-1.00	8.78	86.20

\* 140 µ elek altı

**Çizelge 4.4. Tavlama Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Fiziksel Analiz Sonuçları (II. Tekerrür)**

Buğday Çeşidi	Mikrodalga Uygulaması (°C)	Un Verimi (%)	Renk			Granülasyon (%)*
			L	a	b	
Bezostaya-1	Şahit	66.10	93.22	-0.83	11.56	56.50
	32	68.30	92.64	-0.58	10.50	64.90
	40	68.60	87.23	-0.40	10.49	78.10
	55	70.80	86.00	-0.41	10.40	86.80
	70	67.50	82.64	-0.65	10.38	87.20
Gerek-79	Şahit	63.60	96.68	-0.95	10.25	54.20
	32	75.00	96.52	-0.78	9.06	67.60
	40	75.30	95.51	-0.76	8.83	78.40
	55	77.20	89.49	-1.08	8.17	84.90
	70	70.50	86.12	-1.15	8.12	85.70
<b>Ortalama**</b>		70.52	89.74	-0.75	9.78	74.79
<b>Standart sapma (±)**</b>		4.06	5.47	0.23	0.99	12.22
<b>Minimum**</b>		63.60	80.00	-1.15	8.12	54.20
<b>Maximum**</b>		77.70	96.68	-0.26	11.68	87.60

\* 140 µ elek altı \*\* I. ve II. Tekerrür için

**Çizelge 4.5. Tavlama da Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Fiziksel Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları**

VK	SD	Renk									
		Un Verimi		L		a		b		Granülasyon	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	1	106.861	69.374**	147.262	65.956**	0.531	57.696**	10.484	84.124**	0.578	1.720ns
Sıcaklık (B)	4	41.598	27.006**	94.440	42.298**	0.068	7.335**	1.709	13.715**	704.106	2095.553**
(A x B)	4	6.454	4.190*	5.346	2.394ns	0.045	4.926*	0.014	0.111ns	4.979	14.819**
Hata	10	1.540				0.009		0.125		0.336	

\*p<0.05 seviyesinde önemli. \*\* p<0.01 seviyesinde önemli. ns: önemsiz



**Çizelge 4.6. Tavlama da Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Fiziksel Özelliklerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları\***

	n	Un Verimi (%)	Renk			Granülasyon (%)**	
			L	a	b		
<b>Buğday Çeşidi</b>	<b>Bezostaya-1</b>	10	68.21 <sup>b</sup>	87.03 <sup>b</sup>	-0.58 <sup>a</sup>	10.50 <sup>a</sup>	74.96 <sup>a</sup>
	<b>Gerek-79</b>	10	72.84 <sup>a</sup>	92.46 <sup>a</sup>	-0.91 <sup>b</sup>	9.05 <sup>b</sup>	74.62 <sup>a</sup>
<b>Mikrodalga Uygulama Sıcaklığı (°C)</b>	<b>Şahit</b>	4	65.68 <sup>d</sup>	94.54 <sup>a</sup>	-0.89 <sup>b</sup>	10.85 <sup>a</sup>	55.95 <sup>d</sup>
	<b>32</b>	4	71.16 <sup>b</sup>	94.07 <sup>a</sup>	-0.75 <sup>ab</sup>	9.85 <sup>ab</sup>	66.67 <sup>c</sup>
	<b>40</b>	4	72.00 <sup>ab</sup>	90.46 <sup>b</sup>	-0.60 <sup>a</sup>	9.66 <sup>b</sup>	78.55 <sup>b</sup>
	<b>55</b>	4	74.32 <sup>a</sup>	86.19 <sup>c</sup>	-0.64 <sup>a</sup>	9.29 <sup>b</sup>	86.10 <sup>a</sup>
	<b>70</b>	4	69.47 <sup>c</sup>	83.46 <sup>c</sup>	-0.86 <sup>b</sup>	9.23 <sup>b</sup>	86.67 <sup>a</sup>

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki bakımdan birbirinden farklıdır (p<0.05) \*\* 140 µ elek altı

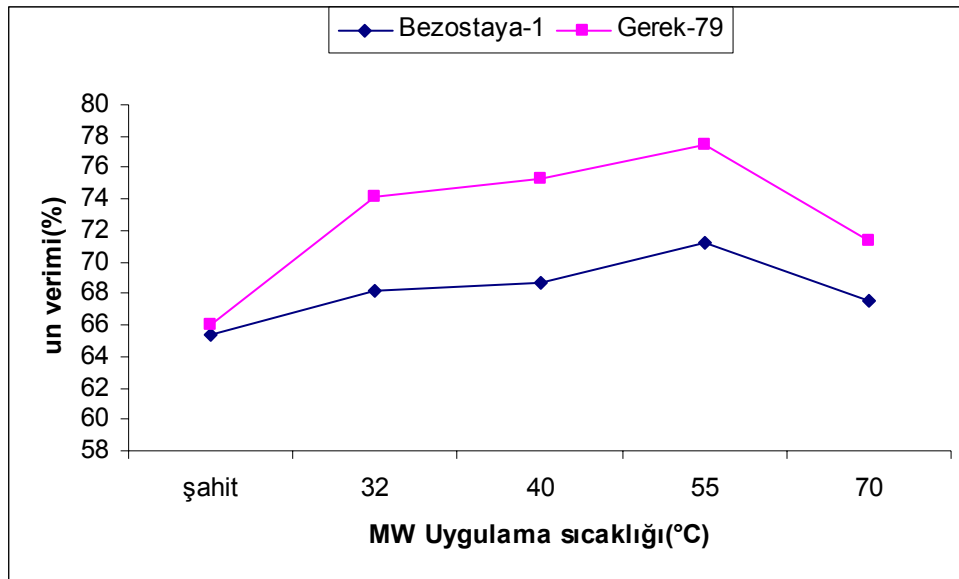
Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının un verimi değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de belirtilmiştir. Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının un verimi değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. Un verimi üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu da istatistiki olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının un verimi değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Buna göre; Gerek-79 buğdayının un verimi değerleri Bezostaya-1’e göre yüksektir. Şahit numunenin un verimi % 65.68 iken, mikrodalga uygulanmış buğdayların randımanı sıcaklık yükselişine göre (32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C) sırasıyla, % 71.16, % 72.00, % 74.32, % 69.47 olarak bulunmuştur. Şahit numuneye göre mikrodalga uygulama sıcaklığı arttıkça un veriminde de artış gözlenmiştir. Ancak 70 °C uygulamasında tekrar bir düşüş gözlenmiştir. Bu da yüksek sıcaklık uygulamasının un verimini olumsuz olarak etkilediğini göstermektedir. Burada, 55 °C’ye kadar uygulanan mikrodalga uygulamasının kabuk-endosperm ayrışımını teşvik ettiği, ancak bunun üzerindeki sıcaklıklarda sıcaklığın ters etkide bulunduğu sonucuna varılmaktadır.

Mikrodalga uygulaması ile un veriminde artış olmasının, mikrodalğanın kabuk-endosperm ayrışımını daha iyi sağlanmasıyla olduğunu Elgün ve Türker de (1995) bildirmişlerdir.

Un verimi değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu Şekil 4.1’de verilmiştir. Buna göre, zayıf ve yumuşak yapılı Gerek-79’un mikrodalga işleminden daha çok etkilendiği ve kabuk endosperm artışının daha fazla olduğu görülmektedir. Kabuk-endosperm ayrışımı, normal tavlama işlemlerinde sert buğdaylarda daha kolay olmaktadır. Burada, yumuşak buğdayın daha yüksek un verimi göstermesi ilginç bir sonuçtur.



**Şekil 4.1. Öğütmede Un Verimi Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi ( $p<0.05$ )**

#### 4.2.1.2. Un rengi

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarının öğütülmesi sonucu elde edilen unların renklerine ait değerler Çizelge 4.3 ve 4.4’de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların renk değerleri L (parlaklık) için  $89.74 \pm 5.47$  (80-96.68), a (kırmızılık) için  $-0.751 \pm 0.23$  (-1.15-(-0.26)), b (sarılık) için  $9.781 \pm 0.81$  (8.12-11.68) olarak bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının un rengi değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de belirtilmiştir. Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının un rengi değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. a (kırmızılık) değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksiyonu da istatistiki olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının un rengi değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir. Genelde granülasyonda incelik arttıkça, unun sarı renk (b) yoğunluğunun düştüğü görülmektedir. İncelik arttıkça, ışığın kırılma esasına göre rengin ağardığına dair literatür bilgileri mevcuttur. Buna göre; Gerek-79 daha parlak ve daha beyaz un vermiştir. Tavlamada

mikrodalga uygulaması artan sıcaklık ile birlikte, parlaklığı düşürürken, unun beyazlığını artırmıştır. Un beyazlığı un verimi ve incelik ile birlikte yükselmiştir. Un veriminin yükselmesi, kabuk-endosperm ayrışımının kolaylaşması ile açıklanabilir.

#### 4.2.1.3. Granülasyon inceliği (Elek analizi)

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarının öğütülmesi sonucu elde edilen granülasyon değerleri Çizelge 4.3 ve 4.4’de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların granülasyon değerleri oldukça geniş bir değişim aralığında % 54.20-87.60 olarak bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının unun granülasyon değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de belirtilmiştir. Mikrodalga uygulamasının unun granülasyon değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Unun granülasyon değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksiyonu da istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

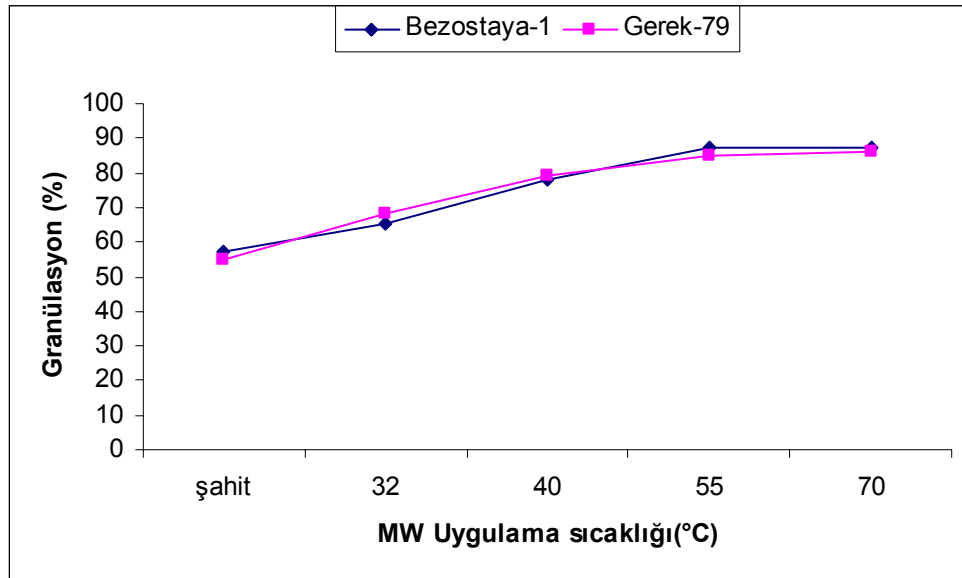
Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının unun granülasyon değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Buna göre; şahit numunenin granülasyon oranı % 55.95 iken, bu oran mikrodalga ile tavlama sonucu sıcaklık yükselişine göre (32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C) sırasıyla % 66.67, % 78.55, % 86.10, % 86.67 şeklinde artmıştır. Görüldüğü üzere sıcaklık uygulaması ile elek üzeri materyalde azalma gözlemlenmiştir. Sıcaklık derecesi arttıkça elek altına geçen un oranı artmıştır. Bu da mikrodalga ile tavlamanın öğütme etkinliğini ve kalitesini artırdığını, daha ince un partikülleri eldesini sağlamıştır. Bu sonuca göre mikrodalga işlemi sırasında, sıcaklığın artışıyla tavlamanın etkinliğinin arttığını, daha ince mozaikleşme sonucu, granülasyonun incelendiği anlaşılmaktadır. Tavlama da görülen mozaikleşme yoğunluğu, tavlama süresi ve sıcaklık uygulaması ile artmaktadır.

Granülasyon değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksiyonu Şekil 4.2’de verilmiştir. İnteraksiyonun gidişi, genellikle mikrodalga uygulamasının, çeşite bakmaksızın, benzer granülasyon inceliği gösterdiğini, yüksek dozda uygulamanın

yumuşak buğdayda daha etkili olabileceğini, daha ince granülasyonda un elde edilebileceğini göstermektedir. 55-70 °C aralığında un veriminin düşmesine karşılık, inceliğin hala devam etmesi, un verimini düşüren etkenin aleuron tabakasından oluştuğunu, muhtemelen aleuronun kabuğa yapışarak kepeklerle birlikte ayrıldığını göstermektedir. Bunu 70 °C'deki kül miktarındaki düşüş de (Şekil 4.3) doğrulamaktadır. Yüksek sıcaklıklarda, kabukla ayrılan aleuron endospermin dış tabakalarını da birlikte sürükleyerek un veriminin düşmesine sebep olmaktadır (Şekil 4.2).

Unun inceliği, tavlama işleminde etkili faktörlere bağlı olarak, unun endospermdeki mozaikleşmenin sıklığı ile sağlanır. Bu; ortam sıcaklığı, su dağılışı ve süre ile ilişkilidir. Burada, mikrodalga uygulamasının mozaikleşme olayını hızlandırdığı ve ince materyal artışını tetiklediği sonucuna varılmaktadır.



**Şekil 4.2. Unların Granülasyon Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi (p<0.01)**

#### 4.2.2. Unun kimyasal özellikleri

Örneklere ait bazı kimyasal analiz sonuçları; Çizelge 4.7 ve 4.8’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ile Duncan testi sonuçları Çizelge 4.9 ve 4.10’da verilmiştir.

##### 4.2.2.1 Su miktarı

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların su miktarı değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.7 ve 4.8’de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların su miktarı değerleri  $12.59 \pm 1.11$  (10.85-14.37) olarak bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin su miktarı değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.9’da verilmiştir. Buğday çeşidinin ve mikrodalga uygulamasının su miktarı değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının su miktarı değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Mikrodalga uygulama sıcaklığı arttıkça su miktarı değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Mikrodalga ile tavlama uygulanmamış şahit unun su miktarı değeri ortalama % 13.78 iken mikrodalga ile tavlama buğday unlarının su miktarı değerleri uygulama sıcaklığına göre sırasıyla (32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C) % 13.09, % 12.91, % 11.74 ve % 11.42 olarak azalmıştır. Su miktarı muhtemelen tanenin dış tabakalarında daha fazla olmak üzere ısı uygulama sonucu düşmektedir. Bu sebeple de, mikrodalga uygulaması sonrasında kabuk tavı verilerek öğütme gerçekleştirilmiştir.

Tav suyunun tanenin kepek ve aleuron tabakalarında daha yaygın biriktiği, % 25’inin aleuron tabakasında tutulduğu bilinmektedir (Pomeranz 1988). Sulu ortamda, mikrodalga ile sıcaklık uygulaması; nişastanın bulunmadığı aleuron tabakasında, muhtemelen hücre duvarlarında sertleşmeye sebep olarak kabuğa daha sıkı bağlanmasına, 70 °C’den sonra ise dış endospermde nişasta jeletinizasyonu ile kepek miktarı artırılarak, un veriminin düşmesine neden olmaktadır.

**Çizelge 4.7. Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Kimyasal Analiz Sonuçları (I. Tekerrür)\***

Buğday Çeşidi	Mikrodalga Uygulaması (°C)	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)***
<b>Bezostaya-1</b>	<b>Şahit</b>	13.47	0.69	11.20
	<b>32</b>	13.01	0.65	11.30
	<b>40</b>	12.80	0.61	11.30
	<b>55</b>	11.05	0.60	11.50
	<b>70</b>	10.94	0.58	11.50
<b>Gerek-79</b>	<b>Şahit</b>	14.22	0.77	10.50
	<b>32</b>	13.56	0.75	10.60
	<b>40</b>	13.51	0.72	10.70
	<b>55</b>	12.58	0.71	10.90
	<b>70</b>	12.13	0.70	11.00

\* Kuru madde esasına göre \*\* Protein= N\*5.75 ve kuru madde esasına göre

**Çizelge 4.8. Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Kimyasal Analiz Sonuçları (II. Tekerrür)\***

<b>Buğday Çeşidi</b>	<b>Mikrodalga Uygulaması (°C)</b>	<b>Su (%)</b>	<b>Kül (%)</b>	<b>Protein (%)**</b>
<b>Bezostaya-1</b>	<b>Şahit</b>	13.09	0.68	11.10
	<b>32</b>	12.05	0.64	11.20
	<b>40</b>	11.75	0.61	11.30
	<b>55</b>	11.10	0.60	11.60
	<b>70</b>	10.85	0.58	11.60
<b>Gerek-79</b>	<b>Şahit</b>	14.37	0.78	10.40
	<b>32</b>	13.77	0.76	10.50
	<b>40</b>	13.61	0.72	10.70
	<b>55</b>	12.26	0.71	10.80
	<b>70</b>	11.79	0.69	10.90
<b>Ortalama***</b>		12.59	0.67	11.03
<b>Standart sapma (±)***</b>		1.11	0.06	0.38
<b>Minimum***</b>		10.85	0.58	10.40
<b>Maximum***</b>		14.37	0.78	11.60

\* Kuru madde esasına göre \*\* Protein= N\*5.75 ve kuru madde esasına göre \*\*\*I. ve II. Tekerrür için



**Çizelge 4.9. Tavlama da Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Kimyasal Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları**

VK	SD	Su		Kül		Protein	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	1	6.833	5.244**	0.057	2289.800**	2.178	544.500**
Sıcaklık (B)	4	3.860	31.207**	0.006	221.000**	0.148	37.000**
(A x B)	4	0.020	0.162 ns	0.000	3.800**	0.003	0.750ns
Hata	10	0.124		0.000		0.004	

\*p<0.05 seviyesinde önemli. \*\* p<0.01 seviyesinde önemli. ns: önemsiz

**Çizelge 4.10. Tavlama da Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Kimyasal Özelliklerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları\***

		n	Su (%)	Kül** (%)	Protein*** (%)
<b>Buğday Çeşidi</b>	<b>Bezostaya-1</b>	10	12.011 <sup>b</sup>	0.623 <sup>b</sup>	11.360 <sup>a</sup>
	<b>Gerek-79</b>	10	13.180 <sup>a</sup>	0.731 <sup>a</sup>	10.700 <sup>b</sup>
<b>Mikrodalga Uygulama Sıcaklığı (°C)</b>	<b>Şahit</b>	4	13.788 <sup>a</sup>	0.730 <sup>a</sup>	10.800 <sup>c</sup>
	<b>32</b>	4	13.098 <sup>ab</sup>	0.700 <sup>b</sup>	10.900 <sup>bc</sup>
	<b>40</b>	4	12.918 <sup>b</sup>	0.665 <sup>c</sup>	11.000 <sup>b</sup>
	<b>55</b>	4	11.748 <sup>c</sup>	0.650 <sup>d</sup>	11.200 <sup>a</sup>
	<b>70</b>	4	11.428 <sup>c</sup>	0.640 <sup>d</sup>	11.250 <sup>a</sup>

\* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki bakımdan birbirinden farklıdır (p<0.05) \*\*Kuru madde esasına göre \*\*\*Protein= N\*5.75 ve kuru madde esasına göre

#### 4.2.2.2. Kül miktarı

Buğday tanesinin karakteristik morfolojik kısımları embriyo, endosperm, tohum kabuğu ve perikarp tabakalarını içermektedir. Bir öğütme fraksiyonu olan kepek; perikarp, tohum kabuğu, hiyalin ve aleuron tabakalarından oluşmaktadır (Evers ve Bechtel, 1988). Buğday öğütme işleminin amacı; taneyi kırarak açmak. kepekten mümkün olduğunca fazla miktarda endospermi sıyırmak ve pratik olarak saf endospermi kademeli olarak un boyutuna indirgemektir.

Öğütme işleminin etkinliği, değirmencinin esas olarak kepekten arı olan endospermi ne kadar iyi bir şekilde ayırabildiğine bağlıdır (Bass 1988). Kepek varlığının ölçümü için halihazırda kullanılan başlıca yöntemler; kül tayini ve renk derecesinin ölçümüdür (Whitworth, 1994; Bass, 1998; Whitworth ve ark., 1998; Harrigan ve Bussmann, 1999).

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların kül miktarı değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.7 ve 4.8’de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların kül miktarı değerleri %  $0.67 \pm 0.64$  (0.58-0.78) olarak bulunmuştur.

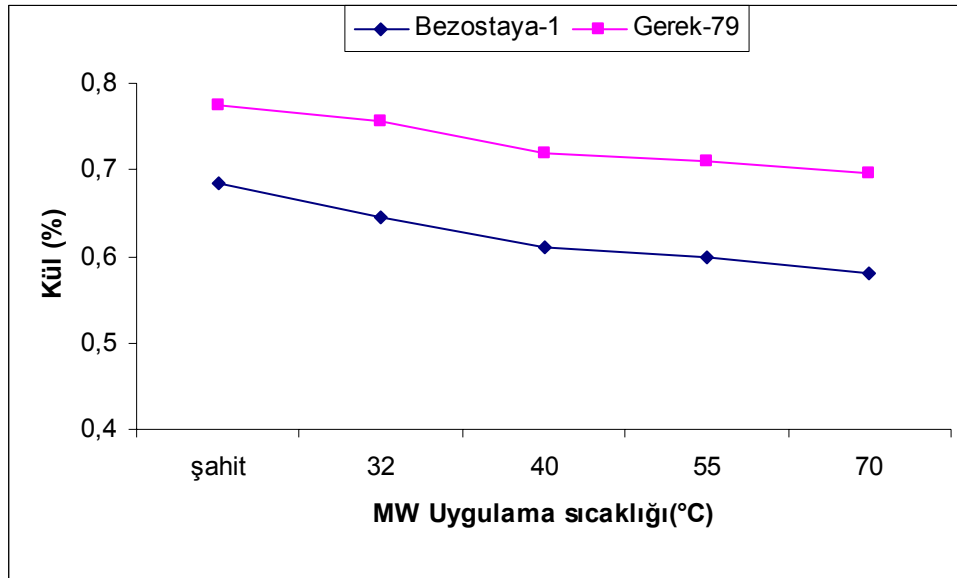
Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin kül miktarı değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.9’da verilmiştir. Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulaması ile “çeşit x sıcaklık” interaksiyonunun kül miktarı değerlerine etkisi istatistik olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının kül miktarı değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Genel olarak Gerek-79 buğdaylarının kül miktarı, Bezostaya-1 buğdaylarının kül miktarına göre yüksektir. Gerek-79’un kül miktarının fazlalığı, un veriminin yüksekliği ile alakalıdır. Mikrodalga uygulama sıcaklığı arttıkça kül miktarlarında düşüş gözlenmiştir.

Normal tavlama uygulanmış şahit unun kül miktarı değeri ortalama olarak % 0.73 iken; mikrodalga ile tavllanmış buğday unlarının kül miktarı değerleri sıcaklık aşamalarına göre (32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C) sırasıyla % 0.70, 0.66, 0.65, 0.64 değerleri bulunmuştur. Kül miktarında sıcaklık artışına paralel düşüş tespit edilmiştir. Keskinoglu ve ark. (1997) yaptıkları çalışmada farklı ılık tavlama uygulamalarının öğütme kalitesine etkisini incelemiş ve sonuç olarak su verme işlemleri tamamen sıcak su ile gerçekleştirildiğinde. tamamen soğuk su ile yapılan tavlama göre çok daha düşük kül içeriğine sahip un elde edilebileceğini ortaya koymuşlardır.

Kül miktarı değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu Şekil 4.3’de verilmiştir. Her iki buğday çeşidi için de şahit numunelerin (mikrodalgasız tavlama) kül miktarları mikrodalga ile tavlama uygulanmış numunelerin kül miktarlarına göre yüksektir. Mikrodalga uygulama sıcaklıklarının artması ile kül miktarlarında düşüş olmuştur. Bu da mikrodalga ile tavlama sonucunda ısıl işlemin etkisiyle kabuk-endosperm ayrışmasının endospermin mozaikleşmesinin hızlanmasıyla normal tavlama göre daha iyi olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.3. Unun Kül Miktarı Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi**

Normal olarak randıman arttıkça unda kepek kontaminasyonu ve kül miktarı artar. Ancak elde edilen sonuçlar ışığında mikrodalga ile tavlama sonrasında randıman artarken, kül miktarı aksine düşüş göstermiştir. Kuvvetli Bezostaya-1 çeşidinde düşüş hızı daha fazla olmuştur. Bu sonuçlar, mikrodalga uygulaması ile artan sıcaklıkların, külce zengin aleuron tabakasının, kabuğa bağlanarak kepek ile birlikte kolayca ayrıldığını ve sonuçta paritesi zengin bir un elde edildiğini göstermektedir.

#### 4.2.2.3. Protein miktarı

Protein miktarı yüksek buğdayların pazar değeri daha yüksektir. Sert kırmızı buğdayların protein miktarı genellikle daha fazladır. Yüksek protein, yüksek gluten varlığına işaret eder. Yüksek gluten ise daha hacimli ve daha kaliteli ekmek demektir (Elgün 2002). Un proteini yüksekliği de aynı şekilde kalite ve değer yüksekliğine işaret eder.

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların protein miktarı değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.7 ve 4.8’de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların protein miktarı değerleri %  $11.03 \pm 0.38$  (10.40-11.60) olarak bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin protein miktarı değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.9’da verilmiştir. Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının protein miktarı değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının protein miktarı değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Genel olarak Bezostaya-1 buğdaylarının protein oranı Gerek-79 buğdaylarına göre yüksektir. Mikrodalga uygulama sıcaklığı yükseldikçe protein oranlarında da artış olduğu gözlenmiştir.

Şahit numunenin protein oranı % 10.80 iken, bu oran mikrodalga uygulama sıcaklığı (32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C) arttıkça sırasıyla; % 10.90, % 11.00, % 11.20, % 11.25 olarak yükselmiştir.

Protein oranındaki bu artış, azalan kül miktarına karşın un verimindeki yükselmenin bir sonucu olarak görülebilir. Bu da, kabuk-endosperm ayrışımının kolaylaşması sonucu, artan un veriminin aleuron tabakasından çok dış endosperm tabakalarından sağlandığını göstermektedir.

#### **4.2.3. Unun teknolojik özellikleri**

Örneklere ait bazı teknolojik analiz sonuçları; Çizelge 4.11 ve 4.12’de, bu değerlere ait varyans analiz sonuçlarıyla Duncan testi sonuçları Çizelge 4.13 ve 4.14’de verilmiştir.

##### **4.2.3.1. Yaş gluten miktarı**

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların yaş gluten miktarı değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.11 ve 4.12’de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların yaş gluten miktarı değerleri  $31.10 \pm 1.82$  (28-34) olarak bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin yaş gluten miktarı değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.13’de verilmiştir. Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının yaş gluten miktarı değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının yaş gluten miktarı değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Genel olarak Bezostaya-1 buğdaylarının yaş gluten miktarı Gerek-79 buğdaylarına göre yüksektir. Bu un örneklerine de aynen yansımıştır (Çizelge 4.11).

**Çizelge 4.11. Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Teknolojik Analiz Sonuçları (I. Tekerrür)**

Buğday Çeşidi	Mikrodalga Uygulaması (°C)	Yaş Gluten (%)	Gluten İndeks (%)	Düşme Sayısı (sn)
<b>Bezostaya-1</b>	<b>Şahit</b>	30	63	338
	<b>32</b>	31	64	340
	<b>40</b>	33	65	342
	<b>55</b>	34	66	346
	<b>70</b>	34	67	≥400
<b>Gerek-79</b>	<b>Şahit</b>	29	50	≥400
	<b>32</b>	30	51	≥400
	<b>40</b>	31	51	≥400
	<b>55</b>	32	52	≥400
	<b>70</b>	32	52	≥400

**Çizelge 4.12. Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Teknolojik Analiz Sonuçları (II. Tekerrür)**

Buğday Çeşidi	Mikrodalga Uygulaması (°C)	Yaş Gluten (%)	Gluten İndeks (%)	Düşme Sayısı (sn)
<b>Bezostaya-1</b>	<b>Şahit</b>	29.00	64	340
	<b>32</b>	30.00	65	345
	<b>40</b>	32.00	65	352
	<b>55</b>	33.20	67	367
	<b>70</b>	34.00	67	≥400
<b>Gerek-79</b>	<b>Şahit</b>	28.00	51	≥400
	<b>32</b>	29.00	51	≥400
	<b>40</b>	30.00	52	≥400
	<b>55</b>	31.00	53	≥400
	<b>70</b>	32.00	53	≥400
<b>Ortalama*</b>		31.10	58.45	378.50
<b>Standart sapma (±)*</b>		1.82	7.12	27.62
<b>Minimum*</b>		28.00	50.00	338
<b>Maximum*</b>		34.00	67.00	≥400

\*I. ve II. Tekerrür için



**Çizelge 4.13. Tavlama da Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Teknolojik Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları**

VK	SD	Yaş Gluten		Gluten İndeks		Düşme Sayısı	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	1	13.122	34.351**	938.450	2681.286**	9245.000	324.386**
Sıcaklık (B)	4	11.432	29.927**	5.425	15.500**	620.875	21.785**
(A x B)	4	0.322	0.843ns	0.325	0.929ns	620.875	21.785**
Hata	10	0.382		0.350		28.500	

\*p<0.05 seviyesinde önemli. \*\* p<0.01 seviyesinde önemli. ns: önemsiz

**Çizelge 4.14. Tavlama da Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Bazı Teknolojik Özelliklerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları\***

		n	Yaş Gluten (%)	Gluten İndeks (%)	Düşme Sayısı (sn)
<b>Buğday Çeşidi</b>	<b>Bezostaya-1</b>	10	32.020 <sup>a</sup>	65.300 <sup>a</sup>	357.000 <sup>b</sup>
	<b>Gerek-79</b>	10	30.400 <sup>b</sup>	51.600 <sup>b</sup>	≥400.000 <sup>a</sup>
<b>Mikrodalga Uygulama Sıcaklığı (°C)</b>	<b>Şahit</b>	4	29.000 <sup>c</sup>	57.000 <sup>d</sup>	369.500 <sup>b</sup>
	<b>32</b>	4	30.000 <sup>c</sup>	57.750 <sup>cd</sup>	371.250 <sup>b</sup>
	<b>40</b>	4	31.500 <sup>b</sup>	58.250 <sup>bc</sup>	373.500 <sup>b</sup>
	<b>55</b>	4	32.550 <sup>ab</sup>	59.500 <sup>ab</sup>	378.250 <sup>b</sup>
	<b>70</b>	4	33.000 <sup>a</sup>	50.750 <sup>a</sup>	≥400.000 <sup>a</sup>

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki bakımdan birbirinden farklıdır (p<0.05).

Mikrodalga uygulama sıcaklığı yükseldikçe yaş gluten miktarlarında da artış olmuştur (Çizelge 4.11).

Şahit numunenin yaş gluten miktarı % 29 iken, bu oran mikrodalga uygulama sıcaklığı (32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C) arttıkça sırasıyla; % 30.00, % 31.50, % 32.55 ve % 33.00 olarak yükselmiştir.

Genellikle unun toplam protein içeriğinde bir artış varsa; gluten içeriğinin de arttığı kabul edilmektedir (Pertin ve ark. 1992). Burada proteinde % 0.45'lik (Çizelge 4.10) bir artışa karşılık yaş glutende % 2'lik ortalama değer artışı gözlemlenmiştir.

#### **4.2.3.2. Gluten indeks değeri**

Gluten indeks değeri, yaş gluten kalitesini belirlemede kullanılan metotlardan bir tanesidir (Elgün ve ark. 2001, Curic ve ark. 2001). 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. 2001).

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların gluten indeks değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.11 ve 4.12'de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların gluten indeks değerleri  $58.45 \pm 7.12$  (50-67) olarak bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin gluten indeks değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.13'de verilmiştir. Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının gluten indeks değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının gluten indeks değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Genel olarak Bezostaya-1 buğdaylarının gluten indeks değerleri Gerek-79 buğdaylarına göre yüksektir. Mikrodalga uygulama sıcaklığı yükseldikçe gluten indeks değerlerinde de artış olmuştur.

Şahit numunenin gluten indeks değeri % 57 iken, bu oran mikrodalga uygulama sıcaklığı (32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C) arttıkça sırasıyla; % 57.75, % 58.25, % 59.5, % 50.75 olarak yükselmiştir. Ancak 70°C uygulamasından sonra gluten indeks değerinde şahit numuneden bile daha düşük bir değer bulunmuştur.

Mikrodalga uygulamasının 55 °C'ye kadar gluten kalitesini artırdığı, 70 °C'nin üzerinde ise yaş gluten miktarı artarken kalitenin bozulduğu gözlemlenmiştir. Burada muhtemelen mikrodalga ısıtma işleminin intermoleküler gluten bağlarına zarar vererek, sıkı yapıyı bozduğu sonucu çıkarılabilir. Beraberinde düşme sayısının hızla yükselmesi, enzimatik aktivitenin de hızla düştüğünü, glutenin sıkı yapı kazanması beklenirken tersine yıkıma uğradığını göstermektedir. Bu sonuçlar, mikrodalga uygulamasının oldukça kritik bir işlem olduğuna işaret etmektedir.

#### 4.2.3.3. Düşme sayısı

Düşme sayısı tayini ile unda var olan amilaz enziminin aktivitesi belirlenmektedir. Amilaz aktivitesinin belirlenmesi ekmek üretim teknolojisi açısından önem taşımaktadır.

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların düşme sayısı değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.11 ve 4.12'de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya ve Gerek buğdaylarından elde edilen unların düşme sayısı değerleri %  $378.50 \pm 27.60$  (338-400) olarak bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin düşme sayısı değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.13'de verilmiştir. Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının düşme sayısı değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Düşme sayısı değeri üzerine "çeşit x sıcaklık" interaksyonu da istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

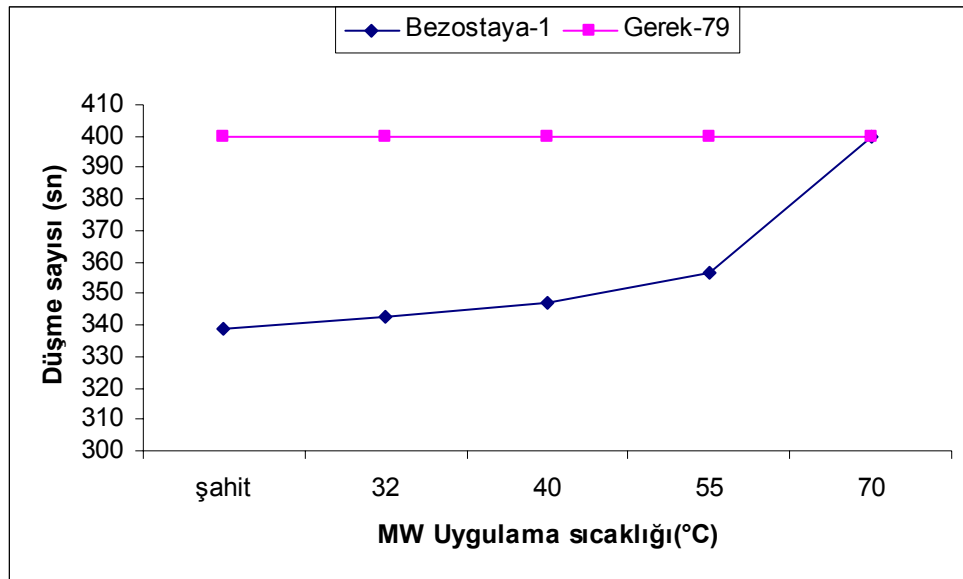
Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının düşme sayısı değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Genel olarak Bezostaya-1 buğdaylarının düşme sayısı değerleri Gerek-79 buğdaylarına göre düşüktür. Mikrodalga uygulama sıcaklığı yükseldikçe düşme sayısı değerlerinde artış olmuştur.

Şahit numunenin düşme sayısı değeri (sn) 369.50 iken, bu oran mikrodalga uygulama sıcaklığı (32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C) arttıkça sırasıyla; 371.25, 373.50, 378.25 ve 400 olarak yükselmiştir.

Mikrodalga uygulaması ile amilaz aktivitesinde azalma gözlemlenmiştir. Bunun nedeni uygulanan sıcaklıkla enzimlerin inaktive olması ile açıklanabilir.

Düşme sayısı değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu Şekil 4.4'de verilmiştir. Buna göre, Gerek-79 unları zaten düşük aktivite verdikleri için, değişim gözlenememiştir. Bezostaya-1 unlarında ise mikrodalga ısıl işlemi, 55 °C'ye kadar yavaş, yüksek sıcaklıklarda hızlı bir şekilde alfa amilaz aktivitesini düşürmüştür. Sonuç olarak, mikrodalga ısıl işleminin, artan sıcaklıklara paralel olarak alfa amilaz aktivitesini düşürdüğü, 55 °C'den sonra ise yüksek inaktivasyon seviyesine ulaşabildiğini göstermektedir. Buğday amilazlarının termostabil oldukları, proteazların ise 60 °C'den sonra inaktive olabildikleri (Pomeranz 1988) dikkate alındığında, gluten yapısında aşırı sıkılaşıma ve direnç artışı beklenebilir.



**Şekil 4.4. Düşme Sayısı Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi (p<0.01)**

#### 4.2.4. Alveo-konsistograf denemeleri

Buğday örneklerinin unlarına ait alveo-konsistograf analiz sonuçları Çizelge 4.15 ve 4.16’da verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ile Duncan testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.17 ve 4.18’de verilmiştir.

Hamurun uzamaya karşı gösterdiği direncin bir kurve halinde (alveogram) kaydedilmesinden sonra elde edilen kurvenin yüksekliği, taban uzunluğu, alanı ile şişen hamurun patlama anındaki hacmi bize unun ekmeklik değeri hakkında bilgi verir (Elgün ve ark. 2001).

##### 4.2.4.1. Su kaldırma değeri (HYDHA)

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların su kaldırma değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.15 ve 4.16’da verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların su kaldırma değerleri %  $51.92 \pm 2.32$  (48.5-54.7) olarak bulunmuştur.

**Çizelge 4.15. Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Alveo-konsistograf Analiz Sonuçları (I. Tekerrür)**

Buğday Çeşidi	Mikrodalga Uygulaması (°C)	Su Absorbsiyonu (HYDHA)	Direnç (T)	Uzama (A)	Enerji (Fb)	Elastikiyet (Iec)
<b>Bezostaya-1</b>	<b>Şahit</b>	53	66	85	113	22.3
	<b>32</b>	54	67	78	127	32.3
	<b>40</b>	54.2	79	61	164	40.6
	<b>55</b>	54.5	84	57	168	40.1
	<b>70</b>	54.6	66	46	133	37.9
<b>Gerek-79</b>	<b>Şahit</b>	48.5	37	141	64	22.3
	<b>32</b>	49.3	38	132	72	26.9
	<b>40</b>	49.6	41	120	105	32
	<b>55</b>	50.3	49	113	110	31.2
	<b>70</b>	50.8	39	90	76	28.8

**Çizelge 4.16. Tavlamda Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Alveo-konsistograf Analiz Sonuçları (II. Tekerrür)**

Buğday Çeşidi	Mikrodalga Uygulaması (°C)	Su Absorbsiyonu (HYDHA)	Direnc (T)	Uzama (A)	Enerji (Fb)	Elastikiyet (Iec)
<b>Bezostaya-1</b>	<b>Şahit</b>	53.20	67	89	113	21.64
	<b>32</b>	53.80	68	82	126	31.60
	<b>40</b>	54.00	81	63	163	40.00
	<b>55</b>	54.40	86	58	167	39.40
	<b>70</b>	54.70	69	45	134	37.20
<b>Gerek-79</b>	<b>Şahit</b>	48.60	37	143	66	22.70
	<b>32</b>	49.10	39	134	72	26.80
	<b>40</b>	49.50	42	119	103	32.30
	<b>55</b>	50.40	48	111	108	31.70
	<b>70</b>	50.70	37	88	74	29.50
<b>Ortalama*</b>		51.92	58.05	93	114.94	31.46
<b>Standart sapma (±)*</b>		2.32	17.78	32.02	35.02	5.97
<b>Minimum*</b>		48.50	37.00	45	64	21.64
<b>Maximum*</b>		54.70	86.00	143	168	40.6

\* I. ve II. Tekerrür için



**Çizelge 4.17. Tavlama Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Alveo-konsistograf Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları**

VK	SD	Su Absorbsiyonu		Direnç		Uzama		Enerji		Elastikiyet	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	1	95.048	8640.727**	5313.800	4087.538**	13886.45	5049.618**	15568.200	15568.200**	172.872	1041.398**
Sıcaklık (B)	4	2.166	196.886**	170.750	131.346**	1380.375	501.955**	1909.700	1909.700**	132.896	800.577**
(A x B)	4	0.117	10.614**	20.550	15.808**	29.075	10.573**	22.700	22.700**	14.828	89.327**
Hata	10	0.011		1.300		2.75		1.000		0.166	

\* p<0.05 seviyesinde önemli. \*\* p<0.01 seviyesinde önemli. ns: önemsiz

**Çizelge 4.18. Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Alveo-consistograf Özelliklerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları\***

		n	Su Absorbsiyonu (HYDHA)	Direç (T)	Uzama (A)	Enerji (Fb)	Elastikiyet (Iec)
<b>Buğday Çeşidi</b>	<b>Bezostaya-1</b>	10	54.040 <sup>a</sup>	73.300 <sup>a</sup>	66.40 <sup>b</sup>	140.800 <sup>a</sup>	34.300 <sup>a</sup>
	<b>Gerek-79</b>	10	49.680 <sup>b</sup>	40.700 <sup>b</sup>	119.100 <sup>a</sup>	85.000 <sup>b</sup>	28.420 <sup>b</sup>
<b>Mikrodalga Uygulama Sıcaklığı (°C)</b>	<b>Şahit</b>	4	50.825 <sup>d</sup>	51.750 <sup>c</sup>	114.500 <sup>a</sup>	89.000 <sup>e</sup>	22.225 <sup>d</sup>
	<b>32</b>	4	51.550 <sup>c</sup>	53.000 <sup>c</sup>	106.500 <sup>b</sup>	99.250 <sup>d</sup>	29.400 <sup>c</sup>
	<b>40</b>	4	51.825 <sup>b</sup>	60.750 <sup>b</sup>	90.75 <sup>c</sup>	133.750 <sup>b</sup>	36.225 <sup>a</sup>
	<b>55</b>	4	52.400 <sup>a</sup>	66.750 <sup>a</sup>	84.750 <sup>d</sup>	138.250 <sup>a</sup>	35.600 <sup>a</sup>
	<b>70</b>	4	52.700 <sup>a</sup>	52.750 <sup>c</sup>	67.250 <sup>e</sup>	104.250 <sup>c</sup>	33.350 <sup>b</sup>

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki bakımdan birbirinden farksızdır (p<0.05).

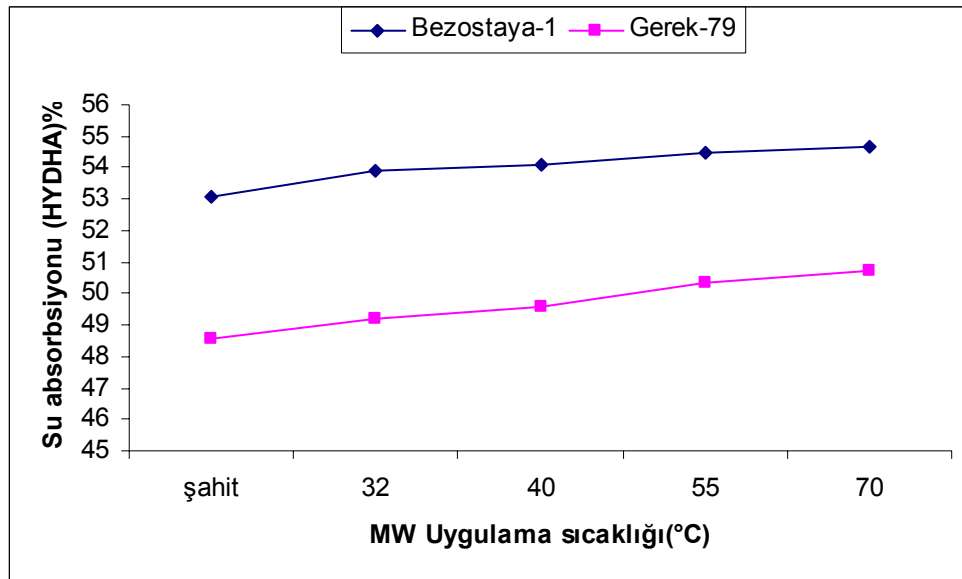
Unun su kaldırma kapasitesi başta gluten miktarı olmak üzere partikül iriliği ve zedelenmiş nişasta miktarı etki eder (Elgün ve ark. 2001). Göçmen (1991), hamurdaki suyun gluten iplikleri ve bununla çevrili olan nişasta granülleri tarafından absorbe edildiğini ve bir miktar suyun da gluten ağı ile nişasta granülleri arasında serbest halde bulunduğunu ve suyun hamur elastikiyeti üzerine önemli etkisi bulunduğunu belirtmiştir.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin su kaldırma değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.17’de verilmiştir. Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının su kaldırma değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. Su kaldırma değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu da istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının su kaldırma değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Bezostaya-1 buğday unlarının su kaldırma değerleri Gerek-79 çeşidinin unlarına göre daha yüksektir. Mikrodalga uygulama sıcaklığı arttıkça su kaldırma değerlerinde artış gözlenmiştir. . Normal tavlama uygulanmış şahit unun su kaldırma değeri ortalama olarak % 50.82 iken mikrodalga ile tavllanmış buğday unlarının su kaldırma değerleri sıcaklık aşamalarına göre (32°C, 40°C, 55°C ve 70°C) sırasıyla %51.55, %51.82, % 52.40, % 52.70 olarak artmıştır.

Su kaldırma değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu Şekil 4.5’de verilmiştir. Görüldüğü gibi, su absorpsiyonu daha düşük olan Gerek-79’da mikrodalga uygulamasının absorpsiyonu artırma etkisi daha açık görülmektedir. Kuvvetli Bezostaya-1’in su kaldırma kapasitesinin yüksekliği protein miktar ve kalitesinin yüksekliği (Şekil 4.2) ile ilgilidir. Su absorpsiyonunun mikrodalga sıcaklık uygulaması ile yükselmesi, un verimi ile birlikte artan incelik ve protein miktarı artışı (Pomeranz 1988) ile açıklanabilir. 55 °C’den sonra, gluten indeks düşerken hala su absorpsiyonunun artması, gluten kalitesinin düştüğüne işaret etmektedir.



**Şekil 4.5. Alveo-konsistogramda Unun Su Kaldırma Değeri (HYDHA) Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi (p<0.01)**

#### 4.2.4.2. Direnç (T)

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların direnç değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.15 ve 4.16’da verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların direnç değerleri  $58.05 \pm 17.78$  (37-86) mm olarak bulunmuştur.

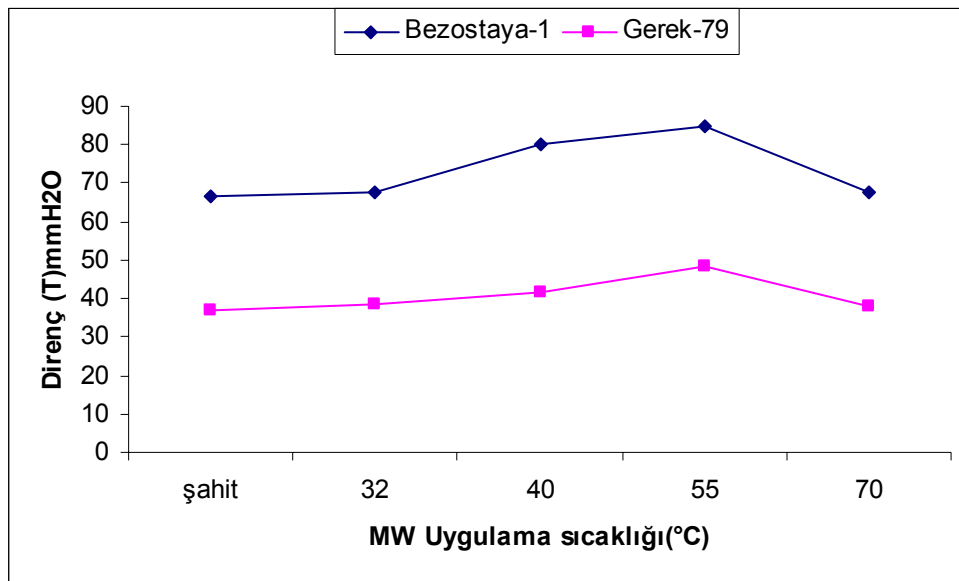
Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin direnç değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.17’de verilmiştir. Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının direnç değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli (p<0.01) bulunmuştur. Direnç değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksiyonu da istatistiki olarak önemli (p<0.01) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının direnç değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Yoğurmaya karşı direnç gluten mukavemeti ve gluten kalitesi ile ilgilidir (Elgün ve ark. 2001). Bezostaya-1 buğday unlarının direnç değerleri Gerek-79 çeşidinin

unlarına göre daha yüksektir. Mikrodalga uygulama sıcaklığı arttıkça direnç değerlerinde artış gözlenmiştir. Ancak mikrodalgada tavlamanın en yüksek sıcaklık normu olan 70 °C ‘de tavlanan buğdaylarda elde edilen unların direnç değerlerinde tekrar bir düşüş gözlenmiştir. Normal tavlama uygulanmış şahit unun direnç değeri ortalama olarak 51.75 mm iken mikrodalga ile tavllanmış buğday unlarının direnç değerleri sıcaklık aşamalarına göre (32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C) sırasıyla 53.00 mm, 60.75 mm, 66.75 mm, 52.75 mm’dir. Direnç değerindeki bu yükselme artan protein oranına bağlı olarak yükselen gluten miktarına bağlanabilir.

Direnç değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu Şekil 4.6’da verilmiştir. Görüldüğü gibi mikrodalga uygulaması kuvvetli Bezostaya-1 buğday ununda, artan sıcaklıkla direnç üzerine daha etkili olmakta. 55 °C’den sonra bu etki kaybolmaktadır. Bu düşüşle muhtemelen, gluten sisteminde yıkım etkisi olmaktadır. Paralel olumsuzluk gluten indeksi ile de gözlenmiştir (Çizelge 4.14). Bu bulgular, 55 °C üzerindeki mikrodalga uygulamalarında, enzim inaktivasyonundan çok, gluten degradasyonunun etkili olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.6. Alveo-konsistogramda Unun Direnç (T) Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksyonunun Etkisi**

#### 4.2.4.3. Uzama (A)

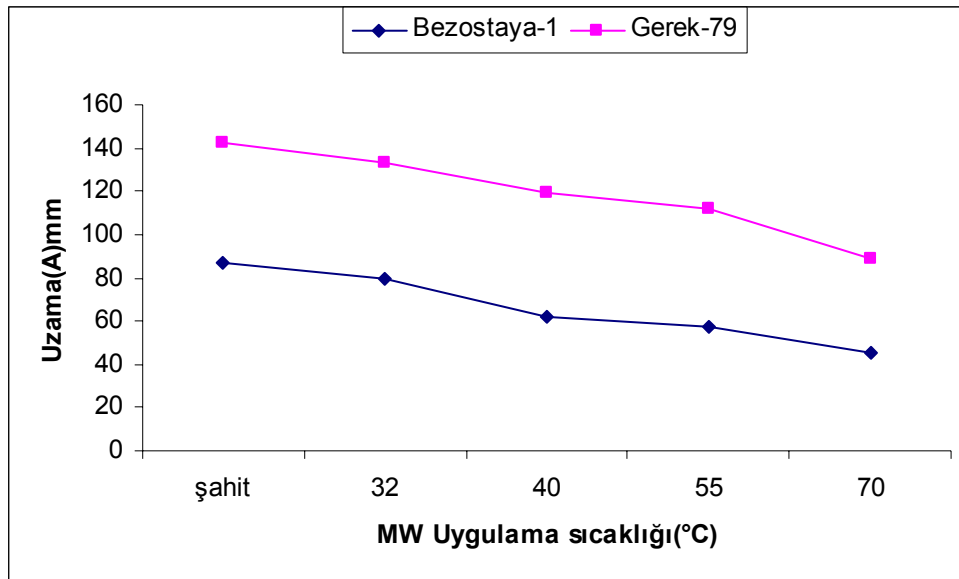
Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen un örneklerinin uzama değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.15 ve 4.16’da verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların uzama değerleri  $93 \pm 32.02$  (45-143) mm olarak bulunmuştur. Dikici (2005)’de yaptığı çalışmada benzer sonuçlar elde etmiştir.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin uzama değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.17’de verilmiştir. Buğday çeşidinin uzama değerlerine etkisi ve mikrodalga uygulamasının uzama değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Uzama değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu da istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının uzama değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Bezostaya-1 buğdayının ununu uzama değeri Gerek-79 buğdayının ununun uzama değerine göre düşüktür. Mikrodalga uygulama sıcaklığı arttıkça uzama değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Mikrodalgada tavlama uygulanmamış şahit ununun uzama değeri ortalama 114.50 mm iken mikrodalga uygulama sıcaklığına göre (32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C) bu değerler sırasıyla 106.50 mm, 90.70 mm, 84.75 mm ve 67.25 mm olarak düşmüştür.

Uzama değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu Şekil 4.7’de verilmiştir. Mikrodalga ile sağlanan sıcaklığın uzamayı düşürücü etkisi açıkça görülmektedir. Uzama istenen bir özelliktir. Bezostaya-1 çeşidi sıcaklıktan daha az etkilenmiştir. 55 °C’den sonra, mikrodalga ısıl uygulaması ile direnç ve uzamanın birlikte düşmesi gluten yıkımını doğrulamaktadır.



**Şekil 4.7. Alveo-konsistogramda Uzama (A) Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi**

#### 4.2.4.4. Enerji (Fb)

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen un örneklerinin enerji değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.15 ve 4.16’da verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların enerji değerleri  $114.94 \pm 35.02$  (64-168) 10E-4J olarak bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin enerji değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.17’de verilmiştir. Buğday çeşidinin enerji değerlerine etkisi ve mikrodalga uygulamasının enerji değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Enerji değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksiyonu da istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

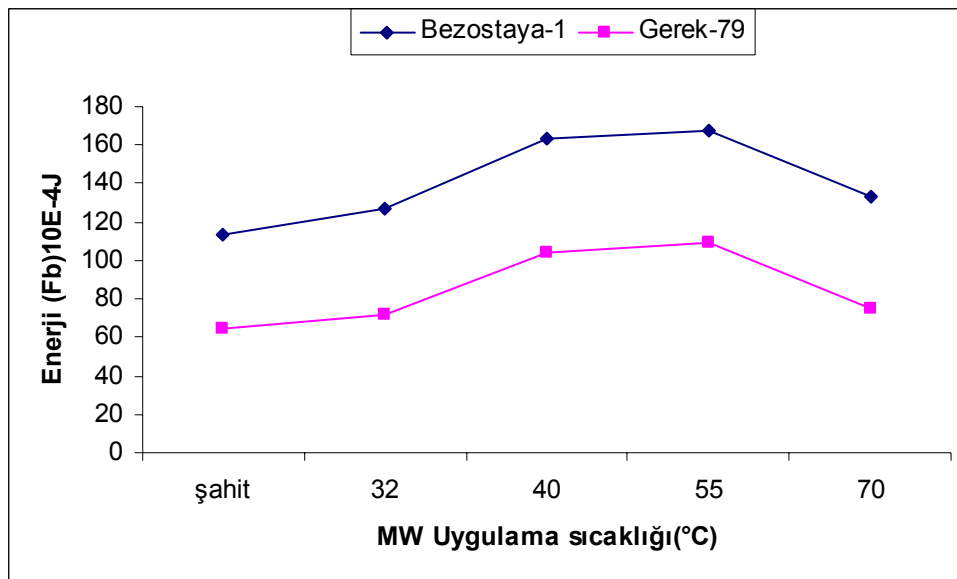
Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının enerji değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Bezostaya-1 buğdayının ununu enerji değeri Gerek-79 buğdayının ununun enerji değerine göre daha yüksektir. Mikrodalga uygulama sıcaklığı arttıkça enerji değerlerinde artış gözlenmiştir. Ancak mikrodalgada tavlamanın en yüksek sıcaklık

normu olan 70°C ‘de tavlanan buğdaylarda elde edilen unların enerji değerlerinde tekrar bir düşüş gözlenmiştir. Mikrodalgada tavlama uygulanmamış şahit ununun enerji değeri ortalama 89 10E-4J iken mikrodalga uygulama sıcaklığına göre (32 °C, 40 °C, 55 °C ve 70 °C) bu değerler sırasıyla (10E-4J) 99.25, 133.75, 138.25, 104.25 olarak bulunmuştur.

Enerji. kurve alanı ekme kalitesi ile doğrudan ilgilidir. Pişme gücü (enerji) kurvenin alanıdır (Anon. 2002c). Pomeranz (1988) ile Elgün ve Ertugay (2000)’de enerji değeri arttıkça ekme özelliklerinin de düzeldiğini belirtmişlerdir.

Enerji değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu Şekil 4.8’de verilmiştir. Kuvvetli buğdayın enerji artışının biraz daha fazla olduğu söylenebilir. Enerji artışı, 40 °C’lik mikrodalga uygulaması ile yavaşlamakta, 55 °C’den sonra olumsuz etki görülmektedir. Bu durum 70 °C’lik mikrodalga ısıl uygulamasında gluten yapısının zarar görmesi sonucu, hem direnç hem de uzamadaki düşüşe bağlı olarak cereyan etmektedir. Bu sonuç muhtemelen ekme kalitesini de olumsuz etkileyecektir.



**Şekil 4.8. Alveo-konsistogramda Enerji (Fb) Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksyonunun Etkisi**



#### 4.2.4.5. Elastikiyet indeksi (Iec)

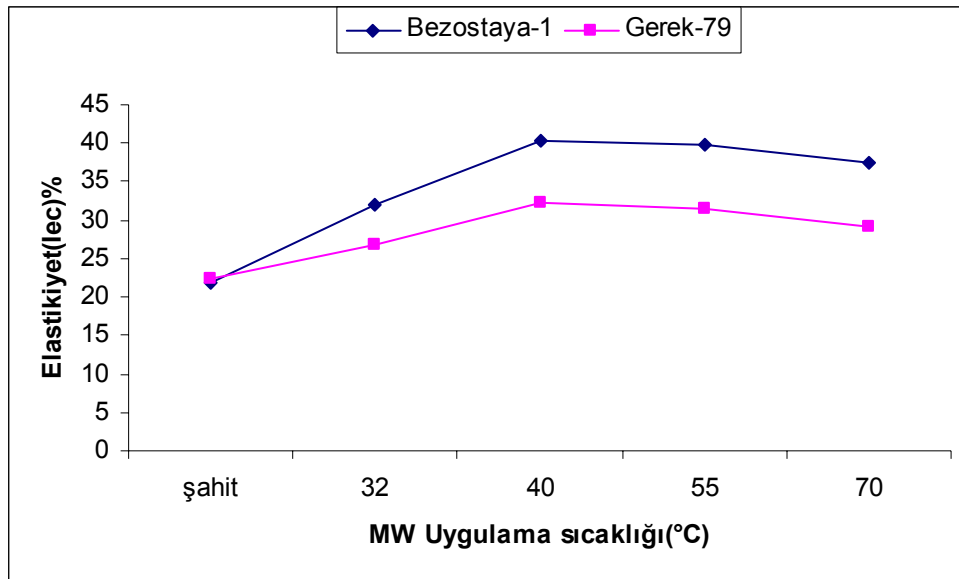
Elastikiyet indeksi kurvenin başlangıcından 4 cm sonraki basıncın, yüksekliğe oranıdır. Her zaman 100'den küçüktür (Anon 2002c). Hamurun dayanıklılığı ve fermantasyon toleransı hakkında bilgi vermektedir.

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen un örneklerinin elastikiyet indeksi değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.15 ve 4.16'da verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unların elastikiyet indeksi değerleri  $\% 31.46 \pm 5.97$  (21.64-40.6) olarak bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin elastikiyet indeksi değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.17'de verilmiştir. Buğday çeşidinin ve mikrodalga uygulamasının elastikiyet indeksi değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Elastikiyet indeksi değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu da istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının elastikiyet indeksi değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Elastikiyet değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu Şekil 4.9'da verilmiştir. Mikrodalga uygulaması, kuvvetli buğday ununda daha fazla olmak üzere elastikiyet üzerine olumlu etkide bulunmuştur. 40 °C'den sonra elastikiyetin düştüğü anlaşılmaktadır. Bu durum, artan sıcaklık uygulamalarında hamur sisteminin olumsuz yönde etkilenmeye başladığına dair bir işaret sayılabilir.



**Şekil 4.9. Alveo-konsistogramda Elastikiyet (Iec) Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi**

#### 4.2.5. Ekmek pişirme denemeleri

Buğday örneklerinin unlarından yapılan ekmeklerin bazı değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.19 ve 4.20’de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analiz sonuçları ile Duncan testi sonuçları sırasıyla Çizelge 4.21, 4.22 ve 4.23’de verilmiştir.

##### 4.2.5.1. Ekmek ağırlığı

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unlardan yapılan ekmeklerin ağırlık değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.19 ve 4.20’de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unlardan yapılan ekmeklerin ağırlık değerleri  $138.09 \pm 1.02$  gram (135.90-139.40) olarak bulunmuştur. Ekmek ağırlığı buğday ve ununun ekmek verimi hakkında bilgi verir.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin ekmek ağırlığı değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.21 ve 4.22’de verilmiştir.

**Çizelge 4.19. Tavlama da Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Bezostaya ve Gerek Buğdaylarından Elde Edilen Unların Ekmek Özellikleri (I. Tekerrür)**

<b>Buğday Çeşidi</b>	<b>Mikrodalga Uygulaması (°C)</b>	<b>Ekmek Ağırlığı (g)</b>	<b>Ekmek Hacmi (cc)</b>	<b>Spesifik Hacim (cc/g)</b>	<b>Simetri (1-10 puan)</b>	<b>Tekstür (1-10 puan)</b>	<b>Gözenek (1-10 puan)</b>
<b>Bezostaya-1</b>	<b>Şahit</b>	139.70	450	3.29	7.00	6.00	6.75
	<b>32</b>	137.19	500	3.64	7.50	7.00	7.75
	<b>40</b>	136.98	545	4.00	7.75	8.00	8.00
	<b>55</b>	136.99	565	4.16	8.00	8.75	8.00
	<b>70</b>	135.90	510	3.55	7.25	7.75	7.75
<b>Gerek-79</b>	<b>Şahit</b>	139.22	345	2.80	7.25	5.75	6.00
	<b>32</b>	138.63	365	2.93	8.00	6.00	7.00
	<b>40</b>	138.50	370	2.97	8.00	7.00	7.50
	<b>55</b>	137.58	455	3.41	8.50	7.50	7.75
	<b>70</b>	136.36	370	3.00	8.00	6.75	7.00

**Çizelge 4.20. Tavlama da Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Bezostaya ve Gerek Buğdaylarından Elde Edilen Unların Ekmek Özellikleri (II. Tekerrür)**

<b>Buğday Çeşidi</b>	<b>Mikrodalga Uygulaması (°C)</b>	<b>Ekmek Ağırlığı (g)</b>	<b>Ekmek Hacmi (cc)</b>	<b>Spesifik Hacim (cc/g)</b>	<b>Simetri (1-10 puan)</b>	<b>Tekstür (1-10 puan)</b>	<b>Gözenek (1-10 puan)</b>
<b>Bezostaya-1</b>	<b>Şahit</b>	138.3	450	3.27	7.00	6.25	6.75
	<b>32</b>	138.92	500	3.59	7.50	7.00	7.75
	<b>40</b>	138.90	535	3.95	7.75	8.00	8.00
	<b>55</b>	138.55	555	4.10	7.75	8.25	8.00
	<b>70</b>	138.20	505	3.50	7.25	7.25	7.75
<b>Gerek-79</b>	<b>Şahit</b>	139.40	430	2.82	7.25	5.25	6.00
	<b>32</b>	138.73	440	2.93	7.75	6.25	7.00
	<b>40</b>	138.60	460	3.08	8.25	7.00	7.00
	<b>55</b>	137.22	480	3.45	8.50	7.50	7.25
	<b>70</b>	136.46	450	3.02	8.00	6.75	7.00
<b>Ortalama*</b>		138.09	464.73	3.39	7.69	7.01	7.31
<b>Standart sapma (±)*</b>		1.02	65.12	0.43	0.42	0.87	0.61
<b>Minimum*</b>		135.90	345	2.80	7.00	5.25	6.00
<b>Maximum*</b>		139.40	565	4.16	8.50	8.75	8.00

\* I.ve II. Tekerrür için

**Çizelge 4.21. Tavlama da Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Bezostaya ve Gerek Buğdaylarından Elde Edilen Unların Ekmek Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları**

VK	SD	Ağırlık		Hacim		Spesifik Hacim	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	1	0.057	0.069ns	45125.000	902.500**	2.204	1695.754**
Sıcaklık (B)	4	3.313	4.002*	4895.000	97.900**	0.311	238.917**
(A x B)	4	0.337	0.407ns	493.750	9.875**	0.036	27.571**
Hata	10	0.828		50.00		0.001	

\* p<0.05 seviyesinde önemli. \*\* p<0.01 seviyesinde önemli. ns: önemsiz

**Çizelge 4.22. Tavlama da Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Özelliklerine Ait Varyans Analiz Sonuçları**

VK	SD	Simetri		Textür		Gözenek	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	1	1.128	120.333**	4.050	72.000**	1.512	24.200**
Sıcaklık (B)	4	0.630	67.167**	2.848	50.639**	1.325	21.200**
(A x B)	4	0.042	4.500*	0.027	0.472ns	0.012	0.200ns
Hata	10	0.009		0.056		0.062	

\* p<0.05 seviyesinde önemli. \*\* p<0.01 seviyesinde önemli. ns: önemsiz

**Çizelge 4.23. Tavlama Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Özelliklerine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları\***

		n	Ağırlık (gr)	Hacim(cc)	Spesifik Hacim (cc/g)	Simetri (1-10puan)	Textür (1-10puan)	Gözenek (1-10puan)
<b>Buğday Çeşidi</b>	<b>Bezostaya-1</b>	10	137.963 <sup>a</sup>	511.500 <sup>a</sup>	3.705 <sup>a</sup>	7.475 <sup>b</sup>	7.425 <sup>a</sup>	7.500 <sup>a</sup>
	<b>Gerek-79</b>	10	138.070 <sup>a</sup>	416.500 <sup>b</sup>	3.041 <sup>b</sup>	7.950 <sup>a</sup>	6.525 <sup>b</sup>	6.950 <sup>b</sup>
<b>Mikrodalga Uygulama Sıcaklığı (°C)</b>	<b>Şahit</b>	4	139.155 <sup>a</sup>	418.750 <sup>d</sup>	3.045 <sup>d</sup>	7.125 <sup>c</sup>	5.813 <sup>d</sup>	6.250 <sup>b</sup>
	<b>32</b>	4	138.368 <sup>ab</sup>	451.250 <sup>c</sup>	3.273 <sup>c</sup>	7.688 <sup>b</sup>	6.563 <sup>c</sup>	7.250 <sup>a</sup>
	<b>40</b>	4	138.245 <sup>ab</sup>	477.500 <sup>b</sup>	3.500 <sup>b</sup>	7.938 <sup>a</sup>	7.500 <sup>ab</sup>	7.500 <sup>a</sup>
	<b>55</b>	4	137.585 <sup>ab</sup>	513.750 <sup>a</sup>	3.780 <sup>a</sup>	8.188 <sup>a</sup>	8.000 <sup>a</sup>	7.750 <sup>a</sup>
	<b>70</b>	4	136.730 <sup>b</sup>	458.750 <sup>c</sup>	3.268 <sup>c</sup>	7.625 <sup>b</sup>	7.000 <sup>bc</sup>	7.375 <sup>a</sup>

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki bakımdan birbirinden farklıdır (p<0.05).

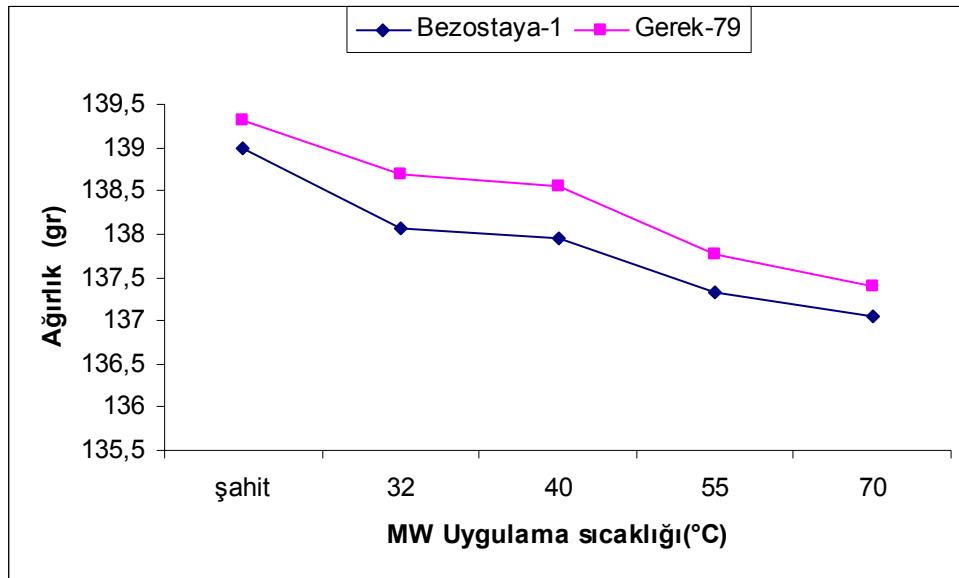
Mikrodalga uygulamasının ekmek ağırlığı değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının ekmek ağırlığı değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Ekmek ağırlığı, unun ekmek verimini ifade eder (Dikici 2005). Ekmek ağırlığı gluten kalitesi, su tutma kapasitesi ve bu suyu pişirme sürecinde ekmeğin muhafaza etmesi ile artar, bu da ekmek verimine yansır.

Ekmek ağırlığı değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksiyonu Şekil 4.10’da verilmiştir.

Mikrodalga uygulaması, ekmek ağırlığını kuvvetli buğdayda daha fazla olmak üzere düşürmüştür. Bu sonuç ekmeğin daha iyi kabardığını göstermektedir. 55 °C’ye kadarki mikrodalga uygulamaları gluten kalitesine bağlı, daha sonraki düşüşler ise gluten kalitesindeki düşüşe bağlı pişirme kaybı olarak düşünülebilir. Çünkü 40 °C sonrasında görülen düşüş miktarı öncekine göre daha fazladır (Çizelge 4.19 ve 4.23 ile Şekil 4.10). 55 °C üstü mikrodalga uygulamaları, kaliteye bağlı olmadığından ekmek verimini düşürdüğü söylenebilir.



Şekil 4.10. Ekmek Ağırlığı Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi



#### 4.2.5.2. Ekmek hacmi

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unlardan yapılan ekmeklerin hacim değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.19 ve 4.20’de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unlardan yapılan ekmeklerin hacim değerleri  $464.73 \pm 65.12$  (345-565) cc olarak bulunmuştur.

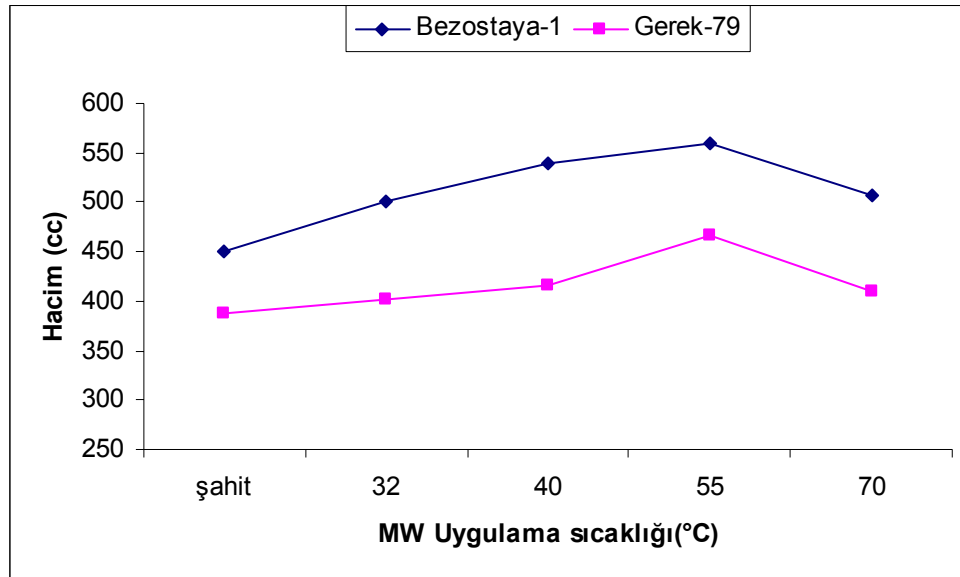
Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin ekmek hacmi değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21 ve 4.22’de verilmiştir. Buğday çeşidinin ekmek hacmi değerlerine etkisi ve mikrodalga uygulamasının ekmek hacmi değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Ekmek hacmi değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu da istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının ekmek hacmi değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Bezostaya-1 buğdayının unundan yapılan ekmeklerin hacim değerleri Gerek-79 buğdayının unundan yapılan ekmeklerin hacim değerlerine göre daha yüksektir. Mikrodalga uygulama sıcaklığı arttıkça ekmek hacmi değerlerinde artış gözlenmiştir. Ancak mikrodalgada tavlamanın en yüksek sıcaklık normu olan  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$  ‘de tavlanan buğdaylarda elde edilen ekmeklerin hacim değerlerinde tekrar bir düşüş gözlenmiştir. Mikrodalgada tavlama uygulanmamış şahit unundan elde edilen ekmeklerin hacim değeri ortalama  $418.75$  cc iken mikrodalga uygulama sıcaklığına göre ( $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  ve  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) bu değerler sırasıyla  $451.25$  cc,  $477.50$  cc,  $513.75$  cc ve  $458.75$  cc olarak bulunmuştur. Mikrodalga uygulaması ile kül miktarı düştükçe ekmek hacminde de artış gözlenmiştir.

Unun kül miktarı, iyi kabarmış ekmek elde etmede önemli rol oynar. Kül miktarı fazla olan unların ekmekleri iyi kabarmamaktadır (Göçmen 1991). Kül miktarının artması ile unun gaz tutma yeteneği azalır (Ünal 1989). Diğer taraftan protein miktarı ve kalitesindeki artışlar ekmek kalitesine de olumlu etkide bulunmuştur.

Ekmek hacmi değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu Şekil 4.11’de verilmiştir. Görüldüğü gibi, mikrodalga uygulaması ile birlikte görülen hacim artışı kuvvetli buğday için daha fazla olmuştur. 55 °C üzerinde, olumsuz etki görülmüştür. Burada, un verimi, protein miktar ve kalitesi ile enzim aktivitesindeki düşüşler etkili olmuştur.



**Şekil 4.11. Ekmeğin Hacim Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi**

#### 4.2.5.3. Spesifik hacim

Ekmek spesifik hacmi; ekmek hacminin ekmek ağırlığına oranıdır (Ercan ve ark. 1988). Ekmek hacmini artıran faktörler ekmek spesifik hacmini de artırır (Dikici 2005).

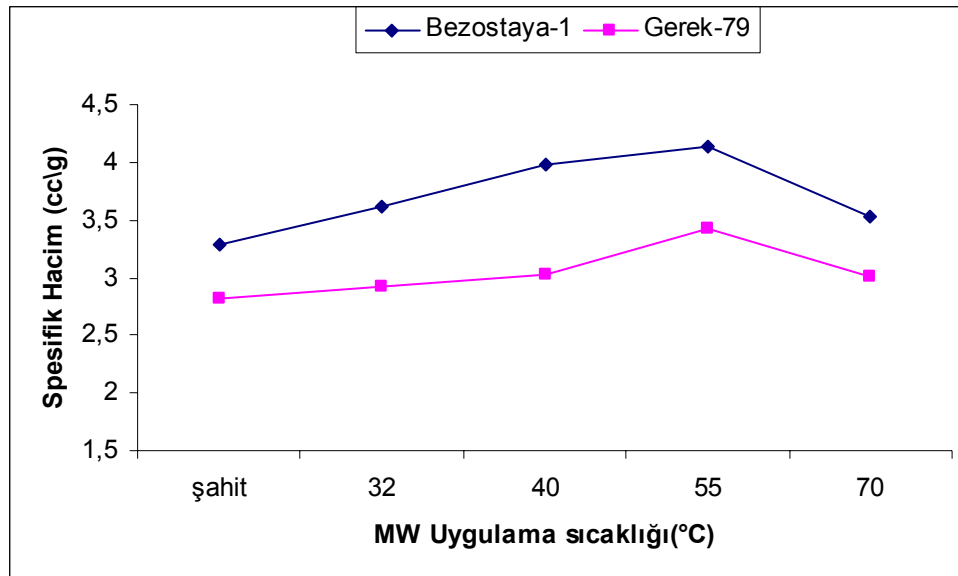
Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unlardan yapılan ekmeklerin spesifik hacim değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.19 ve 4.20’de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unlardan yapılan ekmeklerin spesifik hacim değerleri  $3.39 \pm 0.43$  (2.8-4.16) cc/g olarak bulunmuştur. Literatürde spesifik hacim değerleri ile ilgili benzer sonuçlar bulunmuştur (Dikici 2005, Kaya 2007).

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin spesifik hacim değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21 ve 4.22’de verilmiştir. Buğday çeşidinin spesifik hacim değerlerine etkisi ve mikrodalga uygulamasının spesifik hacim değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. Spesifik hacim değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu da istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur.

Puhr (1989), absorpsiyon yeteneğine bağlı olarak ekme spesifik hacminin arttığını belirlemiştir.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının spesifik hacim değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Spesifik hacim değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu Şekil 4.12’de verilmiştir. İnteraksiyonun gidişi, hacim değerine paralel seyretmektedir. Bu sonuçlar 55 °C’ye kadarki mikrodalga uygulamalarının, un ve ekmekte kalite artışı yanında, bayatlamayı geciktirici etkisinin de söz konusu olduğunu göstermektedir.



**Şekil 4.12. Ekmekte Spesifik Hacim Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi**

#### 4.2.5.4. Simetri

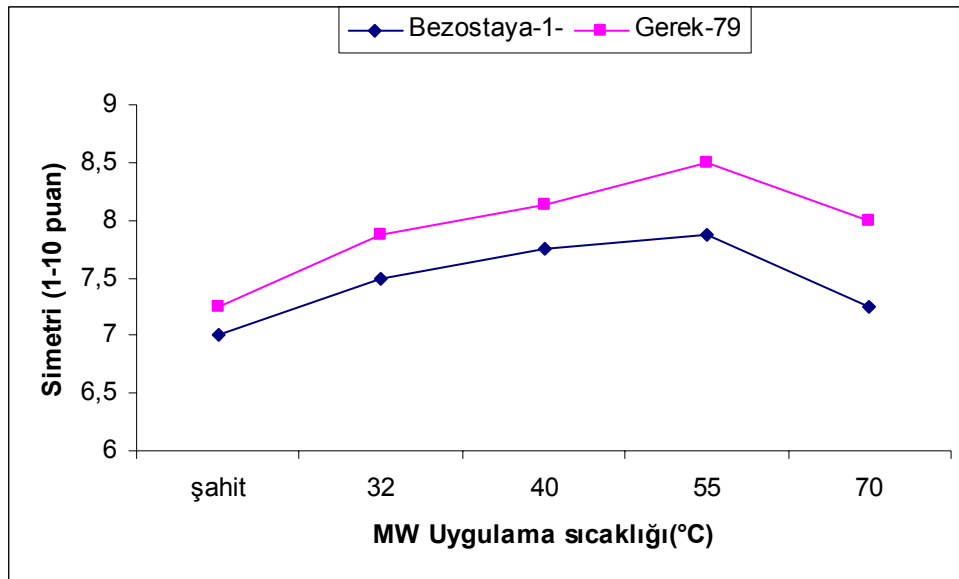
Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unlardan yapılan ekmeklerin simetri değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.19 ve 4.20’de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unlardan yapılan ekmeklerin simetri değerleri  $7.69 \pm 0.42$  (7-8.5) puan olarak bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin simetri değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21 ve 4.22’de verilmiştir. Buğday çeşidinin simetri değerlerine etkisi ve mikrodalga uygulamasının simetri değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Simetri değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu da istatistiki olarak önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının simetri değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Buğdayların mikrodalga uygulanmamış unlarından yapılan ekmeklerin simetri değerleri daha düşükken mikrodalga ile tavllanmış buğday unlarından yapılan ekmeklerin simetri puanlarında artış gözlenmiştir. Ekmek kalitesinin artmasına bağlı olarak simetri puanları da artış göstermiştir.

Simetri değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu Şekil 4.13’de verilmiştir. Zayıf buğday unu daha simetrik ekmek vermiş, mikrodalga uygulaması 55 °C’ye kadar simetriliği artırmıştır. Unda kalite artışına sebep olan, 70 °C sıcaklık uygulaması, ekmeğin simetri görünüşünü de olumsuz etkilemiştir.



**Şekil 4.13. Ekmegin Simetri Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi**

#### 4.2.5.5. Tekstür

Tekstür ekmek için gözenek inceliği, homojenliği ve yumuşaklığını ifade eden önemli bir parametredir (Dikici 2005). Ekmek kalitesi ve raf ömrü açısından iyi bir göstergedir.

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unlardan yapılan ekmeklerin tekstür değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.19 ve 4.20’de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unlardan yapılan ekmeklerin tekstür değerleri  $7.01 \pm 0.87$  (5.25-8.75) puan olarak bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin tekstür değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21 ve 4.22’de verilmiştir. Buğday çeşidinin tekstür değerlerine etkisi ve mikrodalga uygulamasının tekstür değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının tekstür değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. Kuvvetli buğday bu bakımdan, zayıf Gerek-79’a göre daha düzgün tekstür göstermiştir.

Buğdayların mikrodalga uygulanmamış unlarından yapılan ekmeklerin tekstür değerleri daha düşükken mikrodalga ile tavllanmış buğday unlarından yapılan ekmeklerin tekstür puanlarında önemli artış gözlenmiştir. Ekmek kalitesinin artmasına bağlı olarak tekstür puanları da artış göstermiştir. Ancak 70 °C'lik yüksek mikrodalga sıcaklığı uygulaması ile un kalitesindeki düşüşe paralel olarak da tekstür hızla bozulmuştur.

Sonuç olarak enerji değeri arttıkça ekmek hacminin arttığı (Pomeranz 1988, Göçmen 1991, Elgün ve ark. 2001) ve buna bağlı olarak da ekmek içi tekstürün iyileştiği söylenebilir (Pomeranz 1988, Elgün ve Ertugay 1995).

#### 4.2.5.6. Gözenek

İyi bir ekmekte gözenekler küçük, homojen, kenarları ince ve aynı kalınlıkta olmalıdır (Elgün ve ark. 2001).

Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unlardan yapılan ekmeklerin gözenek değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.19 ve 4.20'de verilmiştir. Ortalama olarak Bezostaya-1 ve Gerek-79 buğdaylarından elde edilen unlardan yapılan ekmeklerin gözenek değerleri  $7.31 \pm 0.61$  (6-8) puan olarak bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının örneklerin gözenek değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21 ve 4.22'de verilmiştir. Buğday çeşidinin gözenek değerlerine etkisi ve mikrodalga uygulamasının gözenek değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulama sıcaklığının gözenek değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Buğdayların mikrodalga uygulanmamış unlarından yapılan ekmeklerin gözenek değerleri daha düşükken mikrodalga ile tavllanmış buğday unlarından yapılan ekmeklerin gözenek puanlarında artış gözlenmiştir. Un ve ekmek kalitesinin artmasına bağlı olarak gözenek puanları da artış göstermiştir.

#### 4.2.6. Ekmeklerin renk özellikleri

Ekmek özelliklerine ait kabuk ve iç renk değerleri Çizelge 4.24 ve 4.25’de verilmiştir. Kabuk renginin ortalama L (parlaklık) değeri  $67.04 \pm 5.57$  (57.57-75.96); a (kırmızılık) değeri  $5.48 \pm 2.43$  (2.36-11.12); b (sarılık) değeri  $32.37 \pm 5.65$  (22.8-39.9) olarak bulunmuştur. İç renginin ortalama L (parlaklık) değeri  $72.95 \pm 3.07$  (68.01-79.11); a (kırmızılık) değeri  $-1.96 \pm 0.52$  ((-2.71)-(-1.19)); b (sarılık) değeri  $17.72 \pm 2.12$  (13.84-21.08) olarak bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının ekmeklerin kabuk ve iç rengi değerleri üzerine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26 ve 4.27’de verilmiştir. Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının ekmek kabuk ve iç rengi değerlerine etkisi istatistiki olarak önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur.

Buğday çeşidi ve mikrodalga uygulamasının ekmeklerin kabuk ve iç rengi değerleri üzerine etkisine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Buna göre. Gerek-79 daha parlak ve açık renkli kabuk rengi verirken, artan mikrodalga uygulama sıcaklıkları  $55 \text{ }^\circ\text{C}$ ’ye kadar hem parlaklığı hem de kabuk kırmızılığını artırmıştır.

Kabuk kırmızılığı değeri üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu Şekil 4.14’de verilmiştir.  $55 \text{ }^\circ\text{C}$ ’ye kadar. her iki buğday için mikrodalga uygulaması kabukta kırmızılığı artırmış, ancak yüksek sıcaklıkta kuvvetli buğday aşırı kabuk kırmızılığı artışı vermiştir.

**Çizelge 4.24. Tavlama da Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Rengi Analiz Sonuçları (I. Tekerrür)**

Buğday Çeşidi	Mikrodalga Uygulaması (°C)	Ekmek Kabuk Rengi			Ekmek İçi Rengi		
		L	a	b	L	a	b
Bezostaya-1	Şahit	57.57	5.47	30.78	70.22	-1.38	18.01
	32	64.53	6.39	29.73	71.36	-1.19	17.34
	40	67.09	6.59	28.53	72.77	-1.28	17.16
	55	68.18	6.76	26.11	74.58	-2.08	13.88
	70	58.39	11.09	22.83	75.81	-1.83	16.91
Gerek-79	Şahit	65.18	2.36	39.11	68.05	-2.26	20.82
	32	72.14	3.28	39.90	71.06	-2.65	20.47
	40	74.70	3.50	38.79	73.96	-2.54	19.49
	55	75.79	3.68	36.75	75.76	-2.69	15.43
	70	65.80	5.48	32.62	79.09	-1.82	17.27



**Çizelge 4.25. Tavlama Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Rengi Analiz Sonuçları (II. Tekerrür)**

Buğday Çeşidi	Mikrodalga Uygulaması (°C)	Ekmek Kabuk Rengi			Ekmek İçi Rengi		
		L	a	b	L	a	b
Bezostaya-1	Şahit	57.61	5.32	30.25	70.18	-1.34	18.12
	32	64.63	6.42	29.24	71.44	-1.21	17.44
	40	67.12	6.65	28.48	72.74	-1.24	17.21
	55	68.35	6.81	26.66	74.54	-2.07	13.84
	70	58.41	11.12	22.80	75.80	-1.79	16.72
Gerek-79	Şahit	65.22	2.47	39.21	68.01	-2.20	21.08
	32	72.24	3.39	39.17	71.08	-2.67	20.34
	40	75.00	3.60	38.07	73.83	-2.34	19.79
	55	75.96	3.80	36.05	75.88	-2.71	15.40
	70	65.76	5.90	32.21	79.11	-1.92	17.47
<b>Ortalama*</b>		67.04	5.48	32.37	72.95	-1.96	17.72
<b>Standart sapma (±)*</b>		5.57	2.43	5.65	3.07	0.52	2.12
<b>Minimum*</b>		57.57	2.36	22.80	68.01	-2.71	13.84
<b>Maximum*</b>		75.96	11.12	39.90	79.11	-1.19	21.08

\* I. ve II. Tekerrür için

**Çizelge 4.26. Tavlama da Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Rengine Ait Varyans Analiz Sonuçları**

VK	SD	Ekmek Kabuk L		Ekmek Kabuk a		Ekmek Kabuk b	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	1	288.116	33135.872**	61.811	4840.351**	465.323	3654.896**
Sıcaklık (B)	4	98.966	11381.989**	11.565	905.637**	35.438	278.349**
(A x B)	4	0.017	1.993ns	1.128	88.355**	0.345	2.712ns
Hata	10	0.009		0.013		0.127	

\* p<0.05 seviyesinde önemli. \*\* p<0.01 seviyesinde önemli. ns:önemsiz

**Çizelge 4.27. Tavlama da Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Rengine Ait Varyans Analiz Sonuçları**

VK	SD	Ekmek İçi (L)		Ekmek İçi (a)		Ekmek İçi (b)	
		KO	F	KO	F	KO	F
Çeşit (A)	1	2.042	921.718**	3.520	1179.097**	21.903	1577.475**
Sıcaklık (B)	4	42.588	19226.984**	0.237	79.524**	14.956	1077.150**
(A x B)	4	4.130	1864.607**	0.289	96.777**	1.066	76.761**
Hata	10	0.002		0.003		0.014	

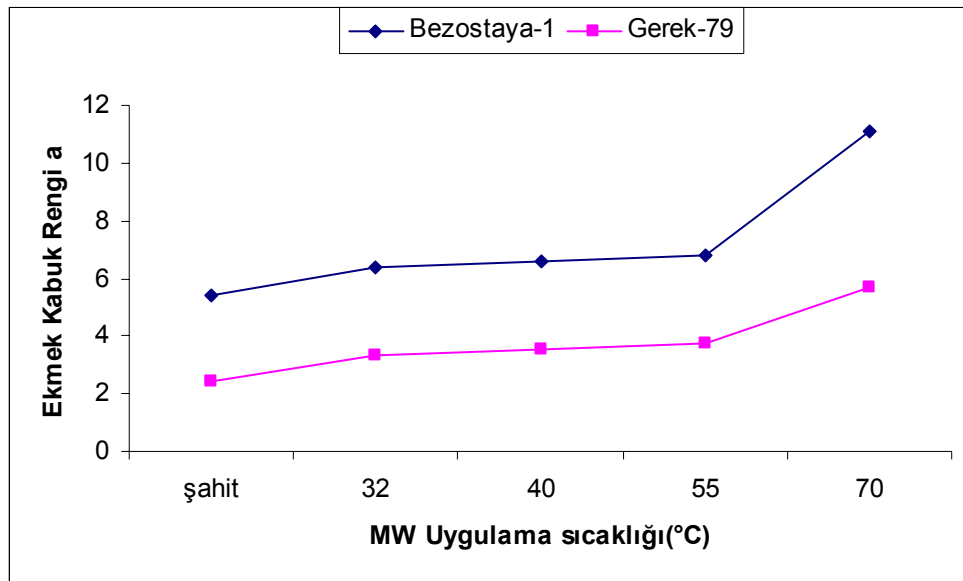
\* p<0.05 seviyesinde önemli. \*\* p<0.01 seviyesinde önemli. ns: önemsiz

**Çizelge 4.28. Tavlamada Mikrodalga Uygulamasına Tabi Tutulmuş Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmek Rengine Ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları\***

		n	Ekmek Kabuğu			Ekmek İçi		
			L	a	b	L	a	b
<b>Buğday Çeşidi</b>	<b>Bezostaya-1</b>	10	63.188 <sup>b</sup>	7.262 <sup>a</sup>	27.541 <sup>b</sup>	72.944 <sup>b</sup>	-1.541 <sup>a</sup>	16.663 <sup>b</sup>
	<b>Gerek-79</b>	10	70.779 <sup>a</sup>	3.746 <sup>b</sup>	37.188 <sup>a</sup>	73.583 <sup>a</sup>	-2.380 <sup>b</sup>	18.756 <sup>a</sup>
<b>Mikrodalga Uygulama Sıcaklığı (°C)</b>	<b>Şahit</b>	4	61.395 <sup>e</sup>	3.905 <sup>d</sup>	34.838 <sup>a</sup>	69.115 <sup>e</sup>	-1.795 <sup>a</sup>	19.508 <sup>a</sup>
	<b>32</b>	4	68.385 <sup>c</sup>	4.870 <sup>bc</sup>	34.510 <sup>a</sup>	71.235 <sup>d</sup>	-1.930 <sup>b</sup>	18.898 <sup>b</sup>
	<b>40</b>	4	70.978 <sup>b</sup>	5.085 <sup>bc</sup>	33.468 <sup>b</sup>	73.325 <sup>c</sup>	-1.850 <sup>ab</sup>	18.413 <sup>c</sup>
	<b>55</b>	4	72.070 <sup>a</sup>	5.263 <sup>b</sup>	31.393 <sup>c</sup>	75.190 <sup>b</sup>	-2.388 <sup>c</sup>	14.638 <sup>e</sup>
	<b>70</b>	4	62.090 <sup>d</sup>	8.397 <sup>a</sup>	27.615 <sup>d</sup>	77.453 <sup>a</sup>	-1.840 <sup>ab</sup>	17.093 <sup>d</sup>

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki bakımdan birbirinden farklıdır (p<0.05).

Kabuk kırmızılığındaki bu artış, muhtemelen randıman yüksekliği ile birlikte artan gluten harici azotlu maddelere bağlı olarak Maillard reaksiyonuna bağlanabilir (Elgün ve Ertugay 1995). 55 °C sonrasındaki ani yükseliş ise muhtemelen, daha düşük tane suyu (Çizelge 4.2) ile öğütülen bu üründe, daha yüksek oluşan nişasta zedelenmesi (Pomeranz 1988) ile açıklanabilir. Sert ve kuvvetli yapıdaki Bezostaya-1'deki kırmızı kabuk rengi intensitesinin yüksekliği ve 70 °C'deki aşırı artışı da bunu doğrulamaktadır.



**Şekil 4.14. Ekmekte Kabuk kırmızılığı (a) değeri üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi**

Ekmek iç rengi değerleri (L, a ve b) üzerine “çeşit x sıcaklık” interaksyonu Şekil 4.15,4.16 ve 4.17’ de verilmiştir. Ekmek içi renginde (Çizelge 4.28), Gerek-79 daha parlak fakat sarı renk intensitesi yüksek ekmek içi vermiştir.

Artan mikrodalga uygulama sıcaklıkları, hem ekmek içi parlaklığını ve hem de beyazlığını artırmıştır (Çizelge 4.28).

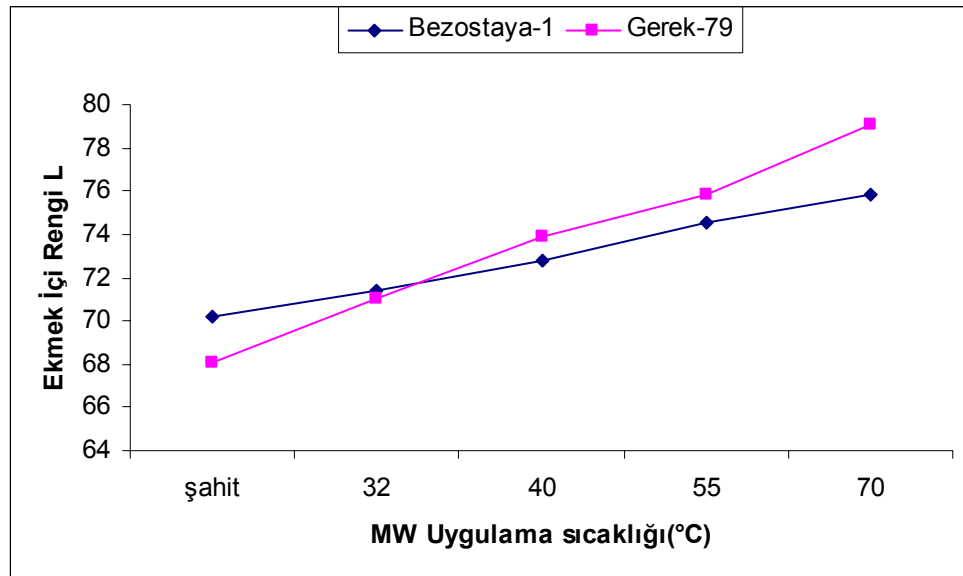
Ekmek içi parlaklığında önemli çıkan “çeşit x sıcaklık” interaksyonunun gidişi Şekil 4.15’te verilmiştir. Görüldüğü gibi zayıf Gerek-79 sıcaklık artışı ile birlikte daha hızlı artan ekmek içi parlaklığı göstermiştir. Aynı interaksyon (Şekil 4.16) ekmek içi kırmızılığında. artan sıcaklıklarla birlikte. özellikle Bezostaya-1 için düşen olumlu

değerler vermiştir. Ekmek içi sarılığı ise Bezostaya-1’de daha fazla olmak üzere düşüş göstermiş. yani ekmek içi beyazlaşmıştır. Fakat 55 °C üzerinde ekmek içi sarılığı ani artış göstermiştir.

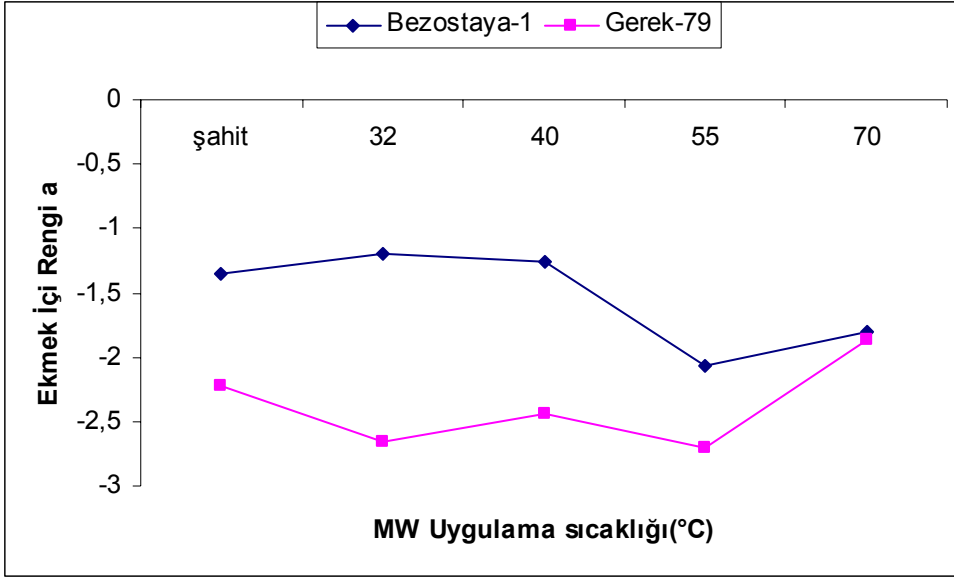
Gerek-79’daki parlaklığın daha fazla artışı, Maillard reaksiyonu ürünlerinin, yumuşak ve zayıf buğdayda daha düşük olduğuna işaret etmektedir.

Bezostaya-1’in daha yüksek ekmek içi kırmızılığına (a) sahip olması, kırmızı çeşit olması ile açıklanabilir. Ancak bunun 40-55 °C aralığında düşmesi ve 70 °C’de artması anlamlıdır. Bu, tekstürün iyileşmesinin 40-55 °C aralığında daha iyi olduğuna işaret etmektedir.

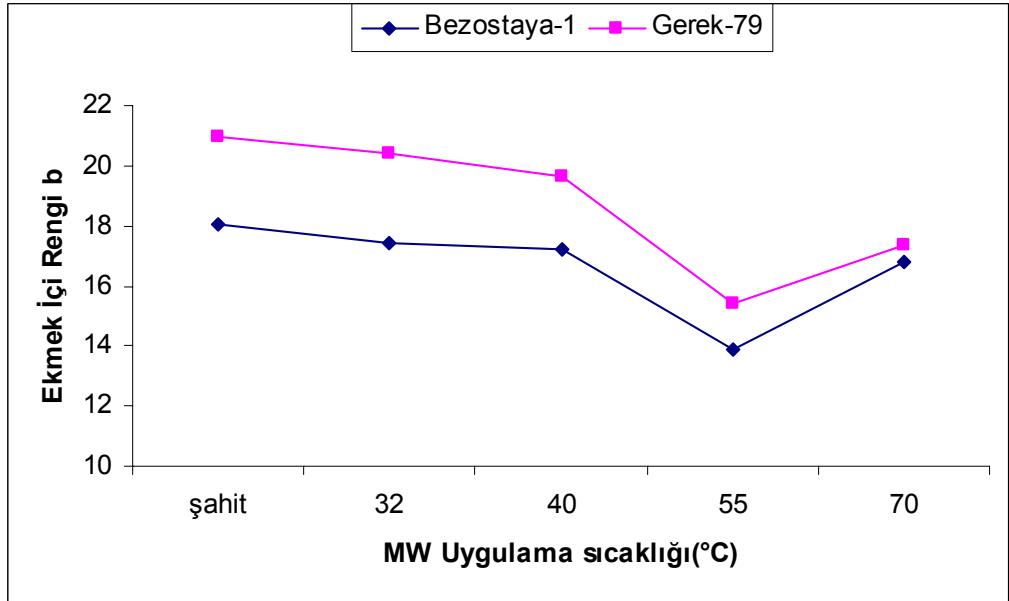
Şekil 4.17 mikrodalga ile sıcaklık uygulamasının ekmek içi sarı renk yoğunluğunu nasıl etkilediğini açıkça göstermektedir. Bu bulgular, 40 °C üzerinde ekmek içi tektüründe hızla düzelmeye bağlı olarak, ekmek içinde beyazlamanın hızla arttığına işaret etmektedir. Ancak 70 °C’lik mikrodalga uygulaması, parlaklığı arttırmaya devam ederken, ekmek içinde kırmızı ve sarı renk yoğunluğunu yükseltmiştir.



**Şekil 4.15. Ekmek İçi Parlaklık (L) Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi**



Şekil 4.16. Ekmek İçi Kırmızılık (a) Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi



Şekil 4.17. Ekmek İçi Sarılık (b) Değeri Üzerine “Çeşit x Sıcaklık” İnteraksiyonunun Etkisi

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada. kırmızı-kuvvetli Bezostaya-1 ile beyaz-yumuşak Gerek-79 buğday çeşitleri kullanılarak, mikrodalga (MW) ısıtma yöntemi ile uygulanan tavlama işleminin klasik tavlamaya göre üstünlükleri araştırılmıştır.

1. 32 ile 70 °C arasında %16 su seviyesindeki buğdaylara uygulanan mikrodalga ısıtma yöntemi ile dinlendirmeye ihtiyaç duyulmaksızın, şahite göre un veriminde artış, buna karşılık unun kül miktarında düşüş elde edilmiştir.
2. Elde edilen unun protein miktarında az, fakat kalitatif özelliklerinde (gluten, indeks, enerji) önemli artış gözlemlenmiştir. Buna paralel olarak ekmeğinin kalitatif özelliklerinde de (hacim, tekstür, iç beyazlığı) önemli düzelme görülmüştür. 55 °C'nin optimum sıcaklık derecesi olduğu, daha yüksek sıcaklıkların un, hamur ve ekmeğin özelliklerine olumsuz etkide bulunacağı anlaşılmıştır.
3. Sonuç olarak, tavlama mikrodalga uygulaması buğday çeşidine bakmaksızın, kabuk-endosperm ayrışımını artırmış, bir taraftan tavlama süresini kısaltırken, diğer taraftan da öğütme ve ekmeğin kalitesinde önemli düzeyde yükselişe sebep olmuştur.
4. Uygulamanın, enerji sarfiyatı bakımından uygun olması durumunda, un değirmenciliğinde yatırım ve işletim masraflarında düşüşe, öğütme ve unun kalitesinde önemli artışa sebep olabileceği, ilgili sektörlere önemli katmadeğer sağlayabileceği sonucuna varılmıştır.
5. Bilimsel açıdan ise, mikrodalga uygulamasının 55 °C'ye kadar enzim aktivitesinde az düşüşe karşılık, protein miktar ve kalitesinde önemli artışa sebep olduğu, ancak 55 °C üzerindeki uygulamalarda, enzim aktivitesi yanında gluten kalitesinde de aşırı bir düşüş meydana geldiği anlaşılmıştır.



## 6. KAYNAKLAR

- Anonymous, 1989. Microwave food processing. *Food Technology*, 43(1):117-126.
- Anonymous, 1990. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*. 8<sup>th</sup> ed. St. Paul, Minnesota: AACC. U.S.A.
- Anonymous, 2002b. *Un ve Buğday Analizleri Laboratuar Cihazları Kataloğu*. K. Kantar, Ankara.
- Anonymous, 2002c. [www.chopin-sa.com](http://www.chopin-sa.com)
- Anonymous 2008. [http://www.fao.org/statistics/yearbook/vol\\_1\\_1/site\\_en.asp](http://www.fao.org/statistics/yearbook/vol_1_1/site_en.asp)
- Barret, F.F., Kulp, K., Loewe, R.J., Ranum, P.M. 1980. Nutrient levels in internationally milled wheat flours. *Cereal Chemistry*. 57:469.
- Bass, E.J. 1988. Wheat flour milling. In: *Wheat Chemistry and Technology*, Y. Pomeranz (Ed.), Vol. I. 3<sup>rd</sup> Ed., AACC, Minnesota, A.B.D.
- Baysal, T., Akbaba, H., Yaman, U. 1995. Microwave dehydration of tarhana. 9<sup>th</sup> World Congress, Hungary.
- Bender, A.E. 1990. *Dictionary of Nutrition and Food Technology*. Butterworth & Co Ltd., London, England..
- Curic, D., Karlovic, D., Tusak, D., Petrovic, B., Dugum, J. 2001. Gluten as a standart of wheat flour quality. *Food Technology and Biotechnology* 39 (4):353-361.
- Dadalı, G. 2007. *Bamya ve Ispanağın Mikrodalga Tekniği Kullanılarak Kurutulması, Doku ve Renk Özelliklerinin İncelenmesi ve Modellenmesi*. Yüksek lisans tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Daskalova, Z., Baldzhiev, D., Shikrenov, D. 1980. Effect of dielectric heating on conditioning period of wheat. *Khronitelna Promioblenost*; 29(5); 19-22.
- Dıraman, H. ve Boyacıoğlu, H. 1996a. Unlara mikrodalga işleminin uygulanması üzerine çalışmalar: I. Süne zararı olmayan unlarda mikrodalga işleminin uygulanması ile görülen bazı kalitatif ve reolojik değişmeler. *Un Mamülleri Dünyası*, 5(56):4-10.
- Dıraman, H. ve Boyacıoğlu, H. 1996b. Unlara mikrodalga işleminin uygulanması üzerine çalışmalar: II. Süne hasarlı unlarda mikrodalga işleminin uygulanması ile görülen bazı kalitatif ve reolojik değişmeler. *Un Mamülleri Dünyası*, 5(56):4-10.
- Dikici, N. 2005. Farklı Tip Unlarda Ekmekçilik Kalitesi ile Farklı Metotlarla Ölçülen Un ve Hamur Özellikleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek lisans tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Doty, N.C., Baker, C.W. 1977. Microwave conditioning of hard red spring wheat I. effect of wide power range of flour and bread quality. *Cereal Chemistry*. 54: 717.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve Deneme Metotları. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No:295, Ankara.
- Elgün, A. 1998. Tahıl İşleme Teknolojisi (ders notları). Selçuk Üniv. Ziraat Fak., Konya.
- Elgün, A. 2002. Buğdayda kalite takdiri ve alınan önlemler. *Konya Ticaret Borsası Dergisi*, 5(11):22-23.
- Elgün, A., Ertugay, Z. 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum.
- Elgün, A., Türker, S. 1995. Mikrodalga uygulamalarının buğdayın tavlansında tanenin kabuk-endosperm ayrışımı ve un özelliklerine

etkisi. Selçuk Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı Proje No:ZF 92/138, Konya.

Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. 2001. Tahıl ve Ürünlerine Analitik Kalite Kontrolü. Konya Ticaret Borsası. Yayın No:2 Konya.

Ercan, R., Seçkin, R. ve Velioğlu, S. 1988. Ülkemizde yetiştirilen bazı buğday çeşitlerinin ekmeklik kalitesi. Gıda, 13 (2): 107-114.

Erdem, T. 2007. Ozonlu Su ile Yıkanan Kırmızı Pul Biberin Mikrodalga Enerjisi ile Kurutulması. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Ertugay, Z., Çelik, İ., Koca, F. 1991. Farklı dozlarda uygulanan klorlu su ile soğuk ve ılık tavlama işlemlerinin kırmızı-ekmeklik buğdaylarda öğütme değeri ile unun bazı kalitatif ve mikrobiyolojik özelliklerine etkisi. Doğa, (15):661-673.

Evers, A.D., Bechtel, D.B. 1988. Microscopic structure of the wheat grain. In: Wheat Chemistry and Technology. Y. Pomeranz (Ed.), Vol. I. 3<sup>rd</sup> Ed., AACC, Minnesota, A.B.D.

Giese, J. 1992. Advances in microwave food processing. Food Technology, 119.

Grosse, 1929. Solicheinen weizervarbereiter cinbauen. Die Mühle, 66:1089-1094.

Göçmen, D. 1991. Marmara Bölgesinde Üretilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Ekmeklik Kalitesi Üzerinde Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Grosse, 1929. Solicheinen weizervarbereiter cinbauen. Die Mühle, 66:1089-1094.

Harrigan, K.A., Bussman, S. 1999. Digital image analysis of bran contamination in flour. Cereal Foods World, 44 (1): 12-26.

- Hibbs, A.N., Posner, E.S. 1997. Wheat Flour Milling. AACC. St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- Jones, D.D. 1949. Product and market dynamics in the international breakfast cereal industry. Cereal Foods World, Vol:37, No:5.
- Karakaya, S. 1991. Mikrodalga Fırında Pişirmenin Gıdaların Besin Değerine Etkisi Açısından Elektrikli Fırında Pişirme Yöntemiyle Karşılaştırılması. Yüksek lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kathuria, D.K., Sidhua, JS. 1984a. Indian Durum Wheats I. Effect of Conditioning Treatments on the Milling Quality and Composition of Semolina. Cereal Chemistry, 61:460.
- Kathuria, D.K., Sidhua, JS. 1984b. Indian Durum Wheats II. Effect of Conditioning Treatments on the Quality of Spaghetti. Cereal Chemistry, 61:463.
- Katskee, A. 1977. Facts about microwave macaroni drying. Macaroni Journal, 4: 36-37.
- Kaya, S. 2007. Süne ve Kıvımlı Emgili Buğday Tanelerinin Sortex Cihazı ile Ayrılması Üzerine Bir Araştırma. Yüksek lisans tezi, S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kent, N.L. 1990. Technology of Cereals. Pergamon Pres, Oxford, U.K.
- Keskinoğlu, R., Elgün, A., Türker, S. 2001. Bir un değirmeninde uygulanan farklı ılık tavlama işlemlerinin öğütme kalitesine etkisi. Gıda, 26(6):419-427.
- Lock Wood, J. 1982. Flour Milling. Hanry Simon Limited, England.
- Özkaya, H. 1986. Öğütme Teknolojisi ve Un Kalitesi. SEGEM seminer notları, Ankara.
- Özkaya, H., Özkaya, B. 2005. Öğütme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Ankara.

- Perten, H., Bondesson, A., Mjorndal, A. 1992. *Cereal Foods World*. (37): 655-660.
- Pomeranz, Y. 1988. *Wheat Chemistry and Technology*. Vol:1-2. AACC. St. Paul, Minnesota, U.S.A.
- Pomeranz, Y., Meloan, C.E. 1994. *Food Analysis Theory and Practise*. Champman & Hall, New York, U.S.A.
- Puhr, D.P. 1989. *Effect of Baking Absorption on Bread Yield*. M.S. Thesis. North Dakota State University. Fargo., ND, USA. .
- Reuter, H. 1980. *Das dielektrische Erwärmen von Lebensmittein*. Tell 2, Neuere Anwendungen in der Industriellen Verarbeitung, JFL 31/1, 7-12.
- Seçkin, R. 1986. *Buğday tanesinin fiziki özellikleri öğütmenin temel prensipleri ve unda bazı kalite kriterleri*. Standart Ekonomik ve Teknik Dergi, Özel Sayı, 11:51-56.
- Sencer, E. 1987. *Beslenme ve Diyet*. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., İstanbul.
- Şümmü, G. 2001. *Use of various starches in microwave baked cakes*. Gıda, 26(2):75-82.
- Tulukçu, E. 1998. *Konya Ekolojik Şartlarında Bazı Makarnalık Buğday Genotiplerinin Kuru ve Sulu Şartlardaki Performanslarının Belirlenmesi*. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü , Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Türker, S., Elgün, A., Şahin, R. 1997. *Fabrika şartlarında uygulanan soğuk ve ılık tavlama işlemlerinin buğdayın öğütme özellikleri ve un kalitesine etkileri*. Unlu Mamüller Dünyası, 6(2):17-27.
- Ünal, S. 1989. *Hububat Teknolojisi Ders Notları*. E.Ü. Mühendislik Fakültesi, Çoğaltma Yayın. No:28.
- Whitworth, M.B. 1994. *Under the spotlight*. International milling flour & Feed. 88 (5) Supplement, 10-13.

- Whitworth, M.B., Evers, T.D., Brock, C.J. 1998. On-line measurement of bran in flour by image analysis. 16<sup>th</sup> ICC Congress 1998, Cereal Science-Its contribution to health and well being, 9-12 May 1998, Vienna, Austria.
- Wisher, F.W., Shellenberger, S.A. 1949. Relationship of physical factors to the granulation of flour. *Norwest Miller* 238 Sec. 2(11):11a
- Winston, M. 1974. Microwaves and pasta drying. *Macaroni Journal*. 9. 22-23.
- Woggle, D.H., McMasters, M.M., Word, A.B. 1964. Changes in some properties of the aleuron cell layer caused by steam conditioning. *Cereal Chemistry*, 41:401.
- Yin, Y. and Walker, C.E. 1995. A quality comparison of breads baked by conventional versus nonconventional ovens: a review. *Journal of the science of food and agriculture*. 67:283-291.