

**YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ, MİKROFLUIDİZER  
VE ULTRASOUND UYGULAMALI PEYNİR ALTI SUYU  
İLAVESİNİN EKMEĞİN TEKSTÜR, RENK VE BAZI  
KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

**Semra ÇİÇEK**

**Y.Lisans Tezi**

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Yrd. Doç. Dr. Ferid AYDIN**

**Prof. Dr. Faruk BOZOĞLU**

**2011**

**Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Y. LİSANS TEZİ**

**YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ, MİKROFLUIDİZER VE  
ULTRASOUND UYGULAMALI PEYNİRALTI SUYU  
İLAVESİNİN EKMEĞİN TEKSTÜR, RENK VE BAZI  
KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

**Semra ÇİÇEK**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ERZURUM**

**2011**

**Her hakkı saklıdır**



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**Yüksek Hidrostatik Basınç, Mikrofluidizer ve Ultrasound Uygulamalı Peyniraltı Suyu İlavesinin Ekmeğin Tekstür, Renk ve Bazı Kalite Parametreleri Üzerindeki Etkileri.**

Yrd. Doç. Dr. Ferid AYDIN'nın danışmanlığında ve Prof. Dr. Faruk BOZOĞLU'nun yardımcı danışmanlığında, Semra ÇİÇEK tarafından hazırlanan bu çalışma 21/07/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Faruk BOZOĞLU

İmza

Üye : Prof. Dr. Mükerrerem KAYA

İmza

Üye : Prof. Dr. Nesimi AKTAŞ

İmza

Üye : Prof. Dr. Hanifi SARAÇ

İmza

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ferit AYDIN

İmza

(imza)

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum  
Enstitü Müdürü  
Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Proje No:

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

## ÖZET

### Y.Lisans Tezi

YÜKSEK HİDROSTATİK BASINÇ MİKROFLUIDİZER VE  
ULTRASOUND UYGULAMALI PEYNİRALTI SUYU  
İLAVESİNİN EKMEĞİN TEKSTÜR, RENK VE BAZI  
KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Semra ÇİÇEK

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ferid AYDIN

Ortak Danışman: Prof. Dr. Faruk BOZOĞLU

Bu çalışmada microfluidizasyon, ultrasound ve yüksek hidrostatik basınç uygulanmış peyniraltı suyunun %25 oranında ilavesinin ekmeğin tekstür, renk ve bazı kalite parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Genel olarak yapılan uygulamaların incelenen parametreler üzerinde olumlu etkide buldukları tespit edilmiştir. Yüksek hidrostatik basınç uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmeğin (YHBPE) uygulamalarında; YHBPE, normal peyniraltı suyu ilaveli ekmeğin (NPE) ve normal ekmeğin (NE)'ye göre tekstür analizinde ölçülen sertlik özelliğinde olumlu sonuç göstermiştir. Bu durum ekmeğin raf ömrünü uzatmak amacıyla yüksek hidrostatik basınç uygulamasının kullanılabilirliğini göstermektedir. Yapılan renk analizlerinde; yüksek hidrostatik basınç uygulamasının Maillard reaksiyonunu olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. YHBPE yapılan deneysel analizlerde en fazla rutubet oranına sahip olmuştur. Mikrofluidizer ve ultrasound uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmeğin (MPE); tekstür analizinde ölçülen sertlik özelliğinde en yumuşak ekmeğin olmuştur. Ultrasound uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmeğin (UPE)'nin sertlik ölçümünde NE'den önemlibir farklılığa sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu uygulamada mikrofluidizer ve ultrasound uygulamasının tekstür değerlerinde ekmeğin kaliteyi olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Ölçülen renk değerlerini incelediğimizde bu iki uygulamanın da Maillard reaksiyonunu önleyici etkide bulunduğunu ifade edebiliriz. Yapılan deneysel analizlerde; MPE ve UPE, diğer ekmeğlerden daha fazla rutubet oranı göstermekle birlikte kabuk iç oranında yine diğer ekmeğlerden daha düşük değerlere sahip olmuşlardır. Yapılan duyusal analizlerde bu üç uygulamanın tüketici memnuniyetine olumlu yönde etkide bulunduğu gösterilmiştir.

**2011, 73 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Peyniraltı suyu, ekmeğin, microfluidizasyon, ultrasound, yüksek hidrostatik basınç

## ABSTRACT

Mastery Thesis

### THE EFFECT OF ADDITION OF WHEY WITH HIGH HIDROSTATIC PRESSURE MICROFLUIDIZER AND ULTRASOUNDAPPLICATION ON SOME QUALITY PARAMETERS, COLOUR, TEXTURE OF THE BREAD

Semra ÇİÇEK

Atatürk University

Natural Sciences Institute

Department of Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ferid AYDIN

Co-Supervisor: Prof. Dr. Faruk BOZOĞLU

In this study, the effects of the addition of whey applied of microfluidization, ultrasound and high hydrostatic pressure of the rate of 25% on some quality parameters, colour and texture of the bread were investigated. It is detected that the applications carried out generally had positive effect on the parameters examined. In the applications of the bread with whey high hydrostatic pressure, YHBPE showed more positive result than the bread with normal whey added and normal bread as regards hardness properties measured in texture analyses. This situation indicates that the application of high hydrostatic pressure could be used in order to lengten the self-life of the bread. In colour analysis carried out, it was detected that high hydrostatic pressure application affected Maillard reaction in a negative way. YHBPE had the most humudity rate in the experimental analyses carried out. In the applications of the bread added with whey and applied with microfluidizer and added with whey became the softest bread in the feature of hardness measured in texture analysis. In the harness measurement of the bread applied with ultrasound and added with whey, it was detected that it has more significant distinction than normal bread. In this application, it was detected that the application of microfluidizer and ultrasound affected the quality in bread in positive way in texture value. When we examine colour valwes measured, we can express that these two applications had protective impact of Maillard reaction. In experimental analysis, while MPE and UPE showed more humidity rate than the other breads, they have lower valwes than the other breads in wood rate of the bread. In sensitive analysis, it has been indicated that these three applications affected the satisfaction of the consumer in positive manner.

MPE: The bread added whey and applied with microfluidizer

UPE: The bread added whey and applied with ultrasound

YHBPE: The bread added whey and applied with high hydrostatic pressure

**2011, 73 pages**

**Keywords:** whey, bread, microfluidization, ultrasound, high hydrostatic pressure

## TEŞEKKÜR

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Ferid AYDIN'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırma konusunun seçimi, yürütülmesi ve tüm çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen yardımcı danışmanım olan Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyelerinden Sayın Prof. Dr. Faruk BOZOĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmalarımı yürütmem için Gıda Mühendisliği Ekmek Fırınına tahsis eden Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA'ya teşekkür ederim.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Alev BAYINDIRLI'ya ve Araş. Gör. Sayın Burçin GÜZEL'e ultrasound uygulaması için değerli yardımlarından dolayı çok teşekkür ederim. Mikrofluidizer uygulaması için kıymetli mesailerinden istifade ettiğim Orta Doğu Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı yardımcısı Sayın Doç. Dr. Behiç MERT'e, Yüksek Hidrostatik Basınç uygulaması için benden değerli zamanını ve bilgisini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Hami ALPAS'a çok teşekkür ederim.

Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Hamit KÖKSEL'e tekstür ve renk analizleri için laboratuvarı tahsis etmesi ve bana zaman ayırması sebebiyle ve bu analizlerin gerçekleştirilmesinde yardımlarını esirgemeyen Okutman Sayın Yelda ZENCİR'e, Okutman Sayın Selin HEYBELİ'ye ve Araş. Gör. Sayın Seher GÜMÜŞ'e katkılarından dolayı minnettarlık duymaktayım. Ayrıca duyuşal panellere iştirak eden Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü tüm araştırma görevlilerine ilgilerinden dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmalarında un analizleri ve ekmek pişirme denemelerimi yaptığım Ankara Halk Ekmek A.Ş. Genel Müdürü Sayın Murat ŞANLI'ya, Gıda mühendisi olan Sayın Şengül

MUTLU'ya ve laboratuvar çalışanlarına ilgilerinden ve yardımlarından ötürü teőekkürü borç bilirim.

Tez çalıőmalarımnda kullandığım peyniraltı suyunun temini için gerekli izni veren ve yardımlarını esirgemeyen Atatürk Orman iftliği Süt ve Süt rnleri İşletmesi çalıőanlarına ayrıca teőekkürü ederim.

Bu çalıőmadaki tüm verilerin SPSS programındaki istatistiksel analizlerin yapımında yardımlarını gördüğüm Zootečni Bölümü đretim yesi Sayın Prof. Dr. Ömer Cevdet BİLGİN'e içtenlikle minnettarlığımı sunarım.

Ayrıca kendime içtenlikle gülümsemeyi ve teőekkürü etmeyi bir borç bilirim.

Semra ÇİÇEK

Temmuz 2011

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
<b>1.GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>5</b>
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>20</b>
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Unlar.....	20
3.1.2. Peyniraltı Suyu.....	21
3.1.3. Diğer Materyaller.....	21
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Denemenin Planlanması.....	21
3.2.2. Un Analizleri.....	22
3.2.3. Peyniraltı Suyu Analizleri.....	22
3.2.3.a. Kurumadde Tayini.....	22
3.2.3.b. Kül Tayini.....	22
3.2.3.c. Yağ Tayini.....	22
3.2.3.d. Asitlik Tayini.....	23
3.2.3.e. pH Değerinin Belirlenmesi.....	23
3.2.4.Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulaması.....	23
3.2.5. Ultrasound Uygulaması.....	23
3.2.6. Mikrofluidizer Uygulaması.....	24
3.2.7. Ekmek Pişirme Denemeleri.....	24
3.2.8. Ekmekte Yapılan Analizler.....	25
3.2.8.a. Deneysel Analizler.....	25



3.2.8.b. Ekmek İçi Yumuşaklığının Belirlenmesi .....	25
3.2.8.c. Ekmek İçi ve Kabukta L, a,b, Renk Değerlerinin Belirlenmesi .....	25
3.2.8.d. Duyusal Analizler .....	26
3.2.8.e. Ekmek İç Yapısının Mikroskop Altındaki Görüntüsü.....	26
3.2.9. İstatistiksel Analizler .....	27
<b>4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>28</b>
4.1. Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Tekstür Analiz Sonuçları.....	28
4.2. Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Renk Analiz Sonuçları .....	32
4.3.Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Deneysel Analiz Sonuçları.....	38
4.4.Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Duyusal Analiz Sonuçları .....	40
4.5.Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarındaki Ekmek İç Yapısının Mikroskop Altındaki Görüntüsü.....	42
4.6.Mikrofluidizer ve Ultrasound Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Tekstür Analiz Sonuçları.....	44
4.7.Mikrofluidizer ve Ultrasound Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Renk Analiz Sonuçları .....	48
4.8.Mikrofluidizer ve Ultrasound Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Deneysel Analiz Sonuçları.....	52
4.9.Mikrofluidizer ve Ultrasound Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Duyusal Analiz Sonuçları .....	55
4.10.Mikrofluidizer ve Ultrasound Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarında Ekmek İç Yapısının Mikroskop Altındaki Görüntüsü.....	57
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>59</b>
KAYNAKLAR .....	63
EKLER.....	70
EK 1.....	70
EK 2.....	71

EK 3.....	72
ÖZGEÇMİŞ	

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

a*	Kırmızı- Yeşil
b*	Mavil- Sarı
C*	Chroma
cm	Santimetre
dk	Dakika
g	Gram
h	Hue Açısı
kg	Kilogram
kHz	Kilo Hertz
l	Litre
L*	Koyuluk/ Açıklık
m	Metre
M	Molarite
ml	Mililitre
mm	Milimetre
MPa	Megapascal
N	Newton
°C	Santigrat Derece
s	Saniye
V	Hacim
W	Watt
$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta

### Kısaltmalar

TMO	Türk Mahsulleri Ofisi
-----	-----------------------

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Ekmek özelliklerinden sertlik değerine ait uygulama x süre interaksyonu...	30
Şekil 4.2. Ekmek özelliklerinden elastikiyet değerine ait uygulama x süre interaksyonu.....	31
Şekil 4.3. Renk özelliklerinden $a^*$ değerine ait uygulama x kısım interaksyonu.....	35
Şekil 4.4. Renk özelliklerinden $b^*$ değerine ait uygulama x kısım interaksyonu.....	35
Şekil 4.5. Renk özelliklerinden $C^*$ değerine ait uygulama x kısım interaksyonu.....	36
Şekil 4.6. Renk özelliklerinden h değerine ait uygulama x kısım interaksyonu.....	36
Şekil 4.7. Ekmek özelliklerinden sertlik değerine ait uygulama x süre interaksyonu...	46
Şekil 4.8. Ekmek özelliklerinden yapışkanlık değerine ait uygulama x süre interaksyonu.....	46
Şekil 4.9. Ekmek özelliklerinden çiğnenebilirlik değerine ait uygulama x süreinteraksyonu.....	47
Şekil 4.10. Renk özelliklerinden $a^*$ değerine ait uygulama x kısım interaksyonu.....	50
Şekil 4.11. Renk özelliklerinden h değerine ait uygulama x kısım interaksyonu.....	51

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Ultrasound işleminin gıda teknolojilerindeki uygulamaları.....	19
Çizelge 3.1. Una ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.....	20
Çizelge 3.2. Peyniraltı suyunun genel nitelikleri.....	21
Çizelge 4.1. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait tekstür analiz sonuçları*.....	27
Çizelge 4.2. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarının tekstür analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları.....	28
Çizelge 4.3. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait Sertlik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları*.....	29
Çizelge 4.4. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait elastikiyet ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları*.....	29
Çizelge 4.5. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait çignenebilirlik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları*.....	30
Çizelge 4.6. YHB uygulanmış PAS ilaveliekmek uygulamalarına ait renk analiz sonuçları*.....	32
Çizelge 4.7. YHB uygulanmış PASilaveli ekmek uygulamalarının renk analiz sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları.....	33
Çizelge 4.8. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait L* ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları*.....	33
Çizelge 4.9. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait a* ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları*.....	34
Çizelge 4.10. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait h ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları*.....	34
Çizelge 4.11. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait deneysel analiz sonuçları*.....	38
Çizelge 4.12. YHB uygulanmış PAS ilaveliekmek uygulamalarının deneysel analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.13. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait duyuusal analiz sonuçları.....	39
Çizelge 4.14. YHB uygulanmış PAS ilaveliekmek uygulamalarının duyuusal analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları.....	39
Çizelge 4.15. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait kabuk ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.....	40
Çizelge 4.16. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarınaait simetri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.....	40
Çizelge 4.17. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait renk ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.....	41
Çizelge 4.18. YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarındaki ekmek iç yapısının mikroskop altındaki görüntüsü.....	42
Çizelge 4.19. M ve U uygulanmış PASilaveliekmek uygulamalarına ait tekstür analiz sonuçları*.....	43

<b>Çizelge 4.20.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarının tekstür analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları.....	44
<b>Çizelge 4.21.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait sertlik ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.....	45
<b>Çizelge 4.22.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait çignenebilirlik ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.....	45
<b>Çizelge 4.23.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait renk analiz sonuçları*.....	48
<b>Çizelge 4.24.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarının renk analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları.....	48
<b>Çizelge 4.25.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait L* ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.....	49
<b>Çizelge 4.26.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait a* ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.....	49
<b>Çizelge 4.27.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait b* ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.....	50
<b>Çizelge 4.28.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait deneysel analiz sonuçları*.....	52
<b>Çizelge 4.29.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarının deneysel analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları.....	52
<b>Çizelge 4.30.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait duyusal analiz sonuçları*.....	55
<b>Çizelge 4.31.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarının duyusal analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları.....	55
<b>Çizelge 4.32.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait ekmek içi yapısı değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.....	55
<b>Çizelge 4.33.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait tat değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları*.....	56
<b>Çizelge 4.34.</b> M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarında ekmek iç yapısının mikroskop altındaki görüntüsü.....	57

## 1.GİRİŞ

Günümüzde gıda ürünlerinin çeşitlendirilmesi gerek farklı damak tatlarına uygundeğişik lezzetler oluşturmak, gerek insan sağlığı için önemli fonksiyonel gıda ürünleri üretmek ve gerekse raf ömrü üzerinde olumlu etkiler yaparak israfı önlemek açısından büyük önem kazanmıştır. Gıda ürünleri içerisinde de unlu mamuller, özellikle ekmek büyük önem arz etmektedir.

Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği'ne göre ekmeğin tanımı; ekmeklik buğday ununa içilebilir nitelikte su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*), gerektiğinde "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği"nde izin verilen katkı maddeleri ile Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'ndan üretim izni almış şeker, enzim ve benzeri maddeleri içeren ekmek katkı karışımları katılarak hazırlanan hamurun tekniğine uygun bir şekilde yoğrulup, çeşitli şekillerde hazırlanıp fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan üründür şeklinde verilmektedir (Anonim 2002).

Ekmek üretimi insanların kullandığı en eski teknolojilerden biridir. Babil, Eski Mısır, Eski Yunan ve Roma'da ekmeğin insan beslenmesinin önemli bir parçası olduğu bilinmektedir. Anadolu'da yaklaşık 8 bin yıldır ekmek üretimi yapılmaktadır. O zamandan beri insanoğlu ekmek üretim teknolojisini geliştirmiştir. Yeni malzemelerin ve araç-gereçlerin bulunması sonucu ekmek üretiminde sürekli ve etkileyici bir gelişme meydana gelmiştir (Giannou *et al.* 2003)

Bugün dünyada çok çeşitli gıda maddeleri üretiliyor olmasına rağmen, ekmek dünya ülkelerinin %53'ünde toplam kalorisinin %50'sini, dünya ülkelerinin %87'sinde ise alınan kalorisinin %30'dan fazlasını sağlamakta olup, az tüketildiği söylenen batı Avrupa ülkelerinde bile alınan proteinin %30'unu, karbonhidratların %50'sini ve B grubu vitaminlerinin de %50'sini sağladığı belirtilmektedir (Özkaya 1992).

Ülkemizde ekmeğin insanların günlük besin ihtiyaçlarının karşılanmasında çok önemli bir yeri vardır.Ülkemizde kişi başına tüketilen günlük 333 g ekmeğin miktarı ile en fazla ekmeğin tüketilen ülke konumundadır (TMO 2008). Ekmeğin ülkemizde beslenme açısından bu kadar önemli yer tutması; beslenme alışkanlığı, diğer besinlere oranla ucuzluğu, tok tutma özelliği, birçok yiyeceğe nötr gıda olduğundan katık olabilmesi, kolay elde edilebilmesi ile açıklanabilir (Öten ve Ünsal 2006).

Büyük ölçüde hububata dayalı bir beslenme alışkanlığı olan ülkemizde ekmeğin hem besin değerini artıracak, hem de hamurun fiziksel ve kimyasal yapısını düzelterek yüksek hacimli, kaliteli, geç bayatlayan bir ekmeğin üretimini sağlayacak, ekmeğin mikrobiyolojik olarak bozulmasını önleyecek katkı maddelerinin ekmeğin üretiminde kullanılması teknik ve ekonomik açılarından kaçınılmazdır. Bu husus, düşük kaliteli hammaddeden kaynaklanan kalite bozukluklarının önlenmesi açısından da büyük önem taşımaktadır (Ertugay 1984).

Ekmeğin raf ömrü bayatlama ve mikrobiyal bozulma gibi fizikokimyasal değişimlerle sınırlanmaktadır. Bayatlama; ekmeğin piştikten sonra oluşan ve organizmaların neden olduğu değişimlerin dışında kalan diğer değişimlerin tümü olarak açıklanmıştır (Altan 1986; Barber *et al.* 1992; Elgün ve Ertugay 2002). Ekmeğin bayatlaması, ekmeğin hala sağlıklı ve yenilebilir olmasına rağmen, ekmeğin duyusal kalitesinde meydana gelen değişikliklerden dolayı çok miktarda ekmeğin kaybedilmesine ve önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır.Ekmeğin bayatlamasının mekanizmasını belirlemek için yıllardır çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen, bu mekanizmanın detaylarını ortaya koymada henüz istenilen seviyeye ulaşılamamıştır (Başpınar 1995; Hug-Iten *et al.*2003).

Yapılan çok sayıda araştırmalarda, ekmeğin bayatlamasının nişastanın retrogradasyonu (çirşlenme) ile yakından ilişkili olduğu gözlenmiştir (Inagaki and Seib 1992; Zobel and Kulp 1996; Leo'n *et al.* 1997; Ribotta 2004). Nişasta esas itibarıyla hidrofilik karakterli bir madde olmasına rağmen, nişastanın soğuk suda çözünmediği ve tanecikler halinde



süspanse olduğu görülmüştür (D'appolonia and Morad 1980; Elgün ve Ertugay 2002). Bu durum, unlarda doğal olarak bulunan nişasta taneciklerinden, nişasta moleküllerinin ve molekülleri oluşturan glukoz zincirlerinin birbirlerine çok sayıdaki hidrojen bağlarıyla sıkı sıkıya bağlanmasından kaynaklanmaktadır. Ancak, yeterli miktarda su ile uygulama edilen ve ısıtılan nişastada, kinetik enerjileri artan su molekülleri nişasta moleküllerinin ve zincirlerinin aralarına girerek, zincirler ve moleküller arasındaki hidrojen bağlarını önemli ölçüde koparmakta ve nişastanın (çirışlenme olarak adlandırılan) jelimsi bir yapı almasına neden olmaktadır. Nişasta jelinde sıcaklığın azalması ile hidrojen bağı çekimi sonucunda, moleküller ve zincirler yeniden birleşme eğilimi göstermekte ve bunun sonucunda nişasta zincirleri, aralarına giren suyu dışlayarak birleşmekte ve yığınlaşmakta ve sonuçta retrogradasyon adı verilen mekanizmayı meydana getirmektedirler (Pomeranz 1987; Elgün ve Ertugay 2002).

Bayatlama esnasında ekmeğin fiziksel yapısında çeşitli değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler; tat ve koku değişimi, sertliğin artması, ekmeğin kabuğunun parlaklığını yitirmesi, ekmeğin içi ufalanmasının artması, ekmeğin opaklığının artması, ekmeğin su bağlama kapasitesinin azalması, nişastanın amilaz enzimine duyarlılığının azalması, ekmeğin içinden ekstrakte edilir çözünmüş nişasta miktarının azalması olarak açıklanmıştır (Altan 1986; Elgün ve Ertugay 2002).

Gelişmekte olan ülkeler kategorisinde bulunan ve yetersiz beslenmenin önde gelen problemlerden olduğu ülkemizde temel gıda maddelerinin zenginleştirilmesi, toplumda eksikliği görülen besin öğelerinin tüm toplum gruplarına ulaştırılması açısından çok önemlidir. Zenginleştirme, gıdada normal bulunan veya bulunmayan bir veya daha fazla besin öğesinin nüfusun genelinde veya belirli grubunda kanıtlanmış olan yetersizliğin önlenmesi için gıdaya eklenmesi olarak tanımlanmaktadır (Uzer 1991; Eksi vd 1996).Ekmeğin yapımında; hammaddelerden ve işlemlerden kaynaklanan kusurları gidermek, ekmeğin niteliklerini iyileştirmek, bayatlamayı geciktirmek, süre, yer ve iş gücü tasarrufu sağlamak amaçlarıyla çeşitli katkı maddelerinin kullanımı ile zenginleştirilme yapılması gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır (Altan ve Özer 1995).

Ayrıca tıp alanındaki gelişmelerin takip edilerek hastalık tedavisinde etkinliği kanıtlanmış olan materyallerin katkı maddesi olarak, en çok tüketilen gıda maddesi olan ekmeğin içeriğine katılması ülkemizde yer edinmesi gereken bir konudur. Bu şekilde doğru beslenme ile şuan da problem olan hastalıklardan bizden sonraki nesilleri kurtarmak mümkün olabilir.

Bu amaçlar doğrultusunda yapılan çalışmalarda ekmeğe katkı maddesi olarak başlangıçta yağsız süt tozu önerilmiştir ve yağsız süt tozunun %4 oranında katılmasıyla, ekmeğin; lizin ve kalsiyum bakımından yeterli duruma gelmesi, bunun kullanılmasına olan ilgiyi arttırmıştır. Yağsız süt tozunun %1-2'den yüksek düzeylerinin ekmeğin hacminde düşmeye neden olması üzerine, diğer katkı maddeleriyle birlikte kullanılması gündeme gelmiştir. Bu koşullarda %6 oranına kadar ekmeğin bileşimine katılabileceği olası görülmüştür (Pomeranz 1971).

1970'li yıllarda süt ve yağsız süt tozunun artan maliyetleri, yağsız süt tozunun yerini alabilecek katkı maddelerinin, ekmeğin yapımında kullanılmasını hızlandırmıştır. Bunlardan peyniraltı suyunun; gittikçe artan peynir üretimi ile birlikte gereksinim fazlası üretimi ve ucuza mal olması gibi üstünlüklere sahip olması, bu ürüne geniş kullanım alanları açmıştır (Cobb 1976; Hugunin 1980).

Bu çalışmada Yüksek Hidrostatik Basınç (YHB), Mikrofluidizer, Ultrasound uygulanmış peyniraltı suyunun ekmeğin kalitesi ve tekstür yapısı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

## 2.KAYNAK ÖZETLERİ

Sütün peynir mayası veya organik asitle pıhtılaştırılmasından ve peynirin esasını oluşturan pıhtının alınmasından sonra, geri kalan yeşilimsi sarı renkteki kısım olarak adlandırılan peyniraltı suyunun peynir mayası ile çöktürülmüş peynir çeşitlerine ait olanı 'tatlı peyniraltı suyu', bir organik asit ile çöktürülmüş peynir çeşitlerine ait olanı ise 'asit peyniraltı suyu' olarak tanımlanmaktadır (Elgün 1981)

Bileşim olarak süt ile benzerlik gösteren peyniraltı suyu, süt kurumaddesinin yaklaşık yarısını, süt şekerinin hemen hemen tamamını, proteinlerin yaklaşık 1/5'ini ve B vitaminlerinin ise büyük bir bölümünü içermektedir (Demirci ve Arıcı 1989).

Peyniraltı suyunun ana bileşeni olan laktoz; sindirim sisteminde peristaltik aktivitelerin stimülasyonu, bağırsakta patojenlerin büyümesini ve gelişmesini engelleyerek hafif asit reaksiyonun kurulması gibi yararlıdır. Ayrıca, laktoz optimal magnezyum miktarı temini, süt yağı ve diğer besin maddelerinin insan organizmasında sindirimini geliştirilmesini sağlamaktadır ve diş plaklarının oluşumuna da katılmamaktadır (Jeličić *et al.* 2008).  $\beta$ -Laktoglobulin ( $\beta$ -Lg), peyniraltı suyu proteinleri içerisinde en yüksek orana (%58) sahip olan ve ilk kez 1934'te araştırılan bir proteindir (de Wit 1989). $\alpha$ -Laktalbumin ( $\alpha$ -La), yağsız sütün proteinlerinin yaklaşık %2-5'ini oluşturmaktadır. Peyniraltı suyu proteinleri içerisinde miktar olarak en fazla (%20) bulunan proteindir ve tamamen meme bezinde sentezlenmektedir (Fox 1989). Sütte bulunan suda çözünen vitaminler peyniraltı suyuna da geçmektedir. Riboflavin, folik asit ve kobalamin önemli miktarlarda bulunur. Peyniraltı suyunda peynir üretimi sonrası çoğunlukla peyniraltı suyu proteinlerine bağlı durumdur (Yerlikaya vd 2010).

Peyniraltı suyunun mineral madde içeriği en başta kalsiyum ve fosfor tuzları bakımından önemlidir. Bu elementlerin tuzları, insanın diş ve kemik oluşumunda önemli göreve sahiptirler (Yöneş 1970). Serbest amino asitlerin miktarı

genellikle mikroorganizmaların proteolisis derecesine, laktik asit miktarı ise bakteriyel aktiviteye bağılı olarak değişik düzeylerde bulunmaktadır (Bakel ve Bozoğlu 1978).

Çevre kirlenmesinde ölçü olarak B.O.G. (Biyolojik Oksijen Gereksinimi) olarak ifade edilen bir değer kullanılmaktadır. Bu değer, kirli sulardaki organik maddeleri parçalamak için mikroorganizmalar tarafından kullanılan oksijen miktarını gösterir. Bir insanın günlük atıklarının parçalanabilmesi için bu değerin 60g/l, 1 litre peyniraltı suyu için ise bu değerin 40g/l olduğu saptanmıştır (Metin 1983). Bu bakımdan birçok ülkede peyniraltı suyunun hiçbir işleme tabi tutulmadan kanalizasyona veya çevreye bırakılması yasaklanmıştır. Ülkemizdeki süt işletmelerinde ise peynir üretimi sonucunda, her yıl binlerce ton peyniraltı suyu elde edilmekte ve bu ürün maalesef yeterince değerlendirilememektedir (Gülsün ve Sahan 1992).

Peyniraltı suyu, dünyada alkollü ve alkolsüz içecek tüketiminde (Kırdar 2001), asit stabilitesi ile yapı ve nem kontrolünü (yumuşaklığı) sağlayıp, köpüklenme ve emülsifiye olma özelliklerini arttırdığından dolayı şekerlemelerde ve birçok tatlı çeşidinde, pasta ve çikolata benzeri şekerli gıdaların üretiminde, yağ oranı yüksek kremlerde, mayonezde, sürülebilir krem peynirlerde, et sosları ve salata sosları gibi ürünlerin yapımında (Gökalp ve Işık 1999; Koçak ve Aydemir 1994), içerdiği yüksek miktardaki laktoz nedeniyle kek, bisküvi, pasta ve çöreklerde, bebekler için hazırlanan gıdaların üretiminde (Koçak ve Aydemir 1994) kullanım alanı bulmaktadır.

Peyniraltı suyu proteinlerinin baş ve boyun bölgesinde tümör bulunan hastaların diyetlerinde kullanılması (Chmiel 1997), peyniraltı suyu proteinlerinin kolon kanserinde bağışıklık sistemini güçlendirici etkisinin olduğu (Smithers *et al.* 1997), peyniraltı suyu ekstraktlarında çeşitli gelişme faktörleri olan IGF-1, IGF-2, bazik ve asidik FGF, TGF-beta 1, TGF-beta 2 gibi isimlendirilen maddelerin yıpranan dokuların tamirinde rol oynadığı (Register *et al.* 1997), peyniraltı suyu proteinlerinin atopik dermatitis (deri yangısı) hastalığında kullanımında erken dönemlerde müdahale durumunda hastalığın tedavisinde bir hafta gibi kısa bir sürede olumlu sonuç alınırken (Gauri 1997), Glukoma

(Karasu) hastalığında peyniraltı suyu hidrolizatı ile aktif fraksiyonları deney hayvanları üzerinde denenerek bu hastalığın peyniraltı suyu proteinleri ile başarılı bir şekilde tedavi edilebileceği sonuçları (Gauri 1997) peyniraltı suyunun tıp alanında kullanım yeri bulunduğunun göstergesidir.

Chumachenko *et al.* (1974), %5'lik peyniraltı suyu tozu katkısının; potasyum bromat, L-askorbik asit ve L-sistein ile beraber, tek başına kullanıldığına göre, çok daha iyi sonuç verdiğini, böylece hacim veriminde %6, ekmek içi gözenek iriliğinde %1-2 ve ekmek içi yumuşaklığında %13-15'lik bir artış kaydedildiğini bildirmektedirler.

Markianova *et al.* (1975) ise, %2'lik peyniraltı suyu tozu katkısının, yoğurmadan sonra hamurdaki uçucu karbonil bileşiklerini az miktarda yükselttiğini, fermantasyon süresince bu artışın %23-35 oranına ulaştığını, ekmekte gerek kabuğun ve gerek ekmek içinin aromatik maddelerce, oldukça zengin bir kompozisyona sahip olduğunu saptamışlardır.

Ekmek yapımı işlemindeki karakteristik parametreler, karışımın su absorpsiyonu, hamurun reolojik özellikleri ve ekmeğin hacim ve gevrekliğidir. Yapılan bir araştırmada yağlı alınmış %1'lik UF(ultra filtrasyon)-Serum proteini konsantresi ile kuvvetlendirilmiş hamur üzerinde yapılan fırınlama testleri sonucunda %5'den daha az bir hacim azalması görülmüştür. UF Serum proteini konsantresi ekmekte daha çok besleyiciliği artırma amacıyla kullanılmaktadır. Peyniraltı suyu tozu ve türevleri mayalı fırın ürünlerinde katkı miktarı olarak %1-7 dolaylarında kullanılmaktadır. Özellikle hidrolize edilmiş peyniraltı suyu ve laktoz türevleri, indirgen şeker içeriğine bağlı olarak Maillard reaksiyonuna hammadde sağlayıcı fonksiyona sahiptir (Gülsün ve Sahan 1992).

Peyniraltı suyu una katıldığı zaman, protein, mineral madde, tiamin ve riboflavin bakımından beslenme değerini artırmakta fakat unun su absorpsiyonunu azaltmakla, ekmek hacmini küçültmektedir. Bu olay peyniraltı suyunda bulunan laktozun yüksek

ozmotik basınç meydana getirerek mayanın çalışmasını inhibe etmesine bağlıdır (Ercan ve Seçkin 1985).

Yapılan araştırmaların bazılarında, peyniraltı suyunun ekmek hacmini küçülttüğü ve kalitenin olumsuz yönde etkilendiği gözlenmiştir. Peyniraltı suyundaki hamuru yumuşatan ve ekmek hacmini düşüren faktörün, süt serum proteinleri içindeki sistein-sistin formundaki, sıcaklığa dayanıksız bileşikler olduğu ifade edilmektedir. Bu bileşiklerin etkisi, peyniraltı suyunun ısıtılmasıyla (73°C’de 30 dk veya 85°C’de 3 dk veya 92°C’de 1 dk) büyük ölçüde ortadan kaldırılabilmektedir. Bazı araştırmacılara göre, ısıtma işlemi sonunda denatüre olmamış peyniraltı suyu proteinleri, unun ekmeklik kalitesi üzerine etkili olmaktadır (Özkaya ve Gürses 1986).

Peyniraltı suyu tozu (PAST) katkısı, su absorpsiyonunu azaltmış buna karşılık diğer farinogram özelliklerini iyileştirmiştir. Peyniraltı suyu tozu ilavesi ile hamurun uzama kabiliyeti azalmış direnci artmıştır (Ercan ve Seçkin 1985).

Peyniraltı suyunun bu olumsuz koşullarının minimum seviyeye indirgenmesi ya da ortadan kaldırılması amacı, peyniraltı suyuna farklı teknolojik uygulamaların sonuçlarının araştırılmasına yol açmıştır.

Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulaması (YHBU); sıvı veya katı gıdaların, ambalajlı veya ambalajsız olarak 100–1000 MPa basınca maruz bırakılmasıyla yapılan bir işlemdir. Gıdaların basınçla işlenmesi ABD’de Hite (1899) ve Hite *et al.* (1914) gibi araştırmacılar tarafından ilk olarak 19. yüzyıl sonunda ve 20. yüzyıl başlarında çalışılmıştır. Yüksek hidrostatik basıncın bakterileri öldürdüğüne dair ilk rapor Roger tarafından 1895 yılında açıklanmış olmasına rağmen, gıda endüstrisinde yüksek hidrostatik basınç ile mikrobiyal inaktivasyonu açıklayan önemli çalışma Bert Hite’in Temmuz 1899’da yayınlanan makalesidir. Hite’in ilk çalışması oda sıcaklığında 1 saat 600 MPa’lık basınca maruz bırakılan çiğ sütün raf ömrünün 4 gün uzatılabilmesi olmuştur. Bununla birlikte, sütte asitlik artışını da 200 MPa’lık bir uygulama ile 24 saat

geciktirmeyi başarmıştır. Hite *et al.* (1914), 400 ve 820 MPa arasında değişen basınç işlemine tabi tutulan çoğu meyve suyunun, işlemden sonra en az 5 yıl boyunca ticari olarak steril kaldıklarını göstermişlerdir. Larsen *et al.*(1918) yüksek hidrostatik basıncın mikrobiyal gelişmeyi inhibe ettiğini ve hücrelerin ölümüne sebep olduğunu ispatlamışlardır.

YHB uygulamasının gıdalardaki mikroorganizmaların ve enzimlerin inaktivasyonuna, sporların öldürülmesine, proteinlerin yapısına, besinlerin vitamin içeriği ve duyu niteliklerine (örneğin; aroma, renk, lezzet) etkisiyle ilgili birçok araştırma yapılmıştır (Suzuki *et al.*1998; Yuste *et al.*1999; Jung *et al.* 2000a, 2003; Huppertz *etal.* 2004a, 2005). Ayrıca YHB uygulaması özellikle gıdaların proteinlerini, polisakkaritlerini ve diğer bileşenlerini etkilediğinden dolayı yeni ürünlerin geliştirilmesinde veya bazı ingredientlerin fonksiyonlarının artırılmasında YHB'nin kullanılabilir olduğu birçok araştırmada ortaya konulmuştur (Hugas *et al.*2002; Ardia 2004). YHB uygulamasının bazı kimyasal reaksiyonları (örn; maillard reaksiyonları, farklı tat oluşumları, vitaminlerin yapısının bozulması ve enzimatik esmerleşme) engellediği de vurgulanmıştır (Ardia 2004).

Tipik bir YHB sistemi basınçkabini, düşük basınç pompası, YHB pompası(intensifiyer), kapak, kapak aparatları, vanalar ve kontrol ünitesinden (basınç ve sıcaklık ölçümü) oluşmaktadır (Singh 2001). YHB sisteminde uygulanan basıncın gıdaya iletilmesinde basınçlama sıvısı olarak özel hidrolik yağlar, hidrokarbonlar veya su kullanılmaktadır (Chefteland Culioli 1997). Basınçlama sıvısı olarak yağ kullanılan YHB sistemleri geçirgen olmayan materyal ile ambalajlanmış gıdalara uygulanabilmektedir. Pratikte ise basınçlama sıvısı olarak filtrelenmiş içilebilir su kullanılmaktadır (FDA 2000).

Günümüzde gıda sektöründe YHB uygulamalarının en fazla kullanıldığı ve bu konuda yoğun araştırma faaliyetleri sürdüren başlıca ülkeler; Japonya (meyve suyu, reçel, jambon, balık, sake (pirinç likörü), pirinç ürünleri, ABD (meyve suyu ve istiridye ),

Meksika (meyve suyu), Fransa (özellikle elma suyu) ve İspanya'dır (jambon ve diğer bazı et ürünleri) (Hugas *et al.*2002).

Yapılan literatür taramasında genellikle peyniraltı suyu proteinleri üzerinde YHB uygulamasının etkilerinin çalışıldığını anlamaktayız. Bu çalışmada YHB uygulaması direkt olarak peyniraltı suyuna yapılmıştır. Bu aşamada YHB uygulamasının peyniraltı suyunun bileşenlerine olan etkisinin literatür taraması yapılmıştır.

Lee *et al.* (2006) tarafından yayınlanan makalede YHB uygulanmış peyniraltı suyu proteinin yüzey hidrofobisite, çözünürlüğü, jelatinizasyon, emülsiyon özellikleri değerlendirilmiştir. Yaptıkları çalışmada hazırladıkları peyniraltı suyu proteininin tampon ve tuzlu solüsyonlarını 690 MPa'da ve 5, 10, 20, 30 dk boyunca YHB uygulamasına tabi tutmuşlardır. Muamele görmemiş peyniraltı suyu proteinini kontrol olarak kullanmışlardır. Bu çalışma sonuçlarına göre; pH 7,0'de YHB uygulaması görmüş 0,1 M fosfat tamponundaki peyniraltı suyu proteininin yüzey hidrofobisitesi, YHB uygulama zamanındaki 10'dan 30 dakikaya her bir artış ile paralel olarak artış göstermiştir. pH 7,0'deki peyniraltı suyu proteininin tuzlu solüsyonlarının 5,10,20 ya da 30 dk süreleri için YHB uygulamasında peyniraltı suyu proteininin çözünürlüğü azalmıştır.  $r=-0,946$  ile YHB uygulanmış ve muamele görmemiş peyniraltı suyu proteininin çözünürlüğü ve yüzey hidrofobisi arasında önemli bir korelasyon gösterilmiştir. YHB uygulama zamanındaki 5'den 30 dakikaya kadar her bir artış ile peyniraltı suyu proteininin jelleşmesi %20, %25, %30 oranında artışa sebep olmuştur. Peyniraltı suyu protein jelatinizasyonunun sertliğindeki bir artış protein konsantrasyonundaki bir artış olarak ifade edilmektedir. pH 5,8'de 690 MPa ve 5 dakika boyunca muamele görmüş fosfat tamponundaki peyniraltı suyu proteini emülsiyon aktivitesinde artış göstermiştir. pH 7,0'da ve 690 MPa'da 10,20,30 dk'da fosfat tamponunda YHB muamelesi görmüş peyniraltı suyu proteini emülsiyon stabilitesinde azalma göstermiştir. pH 5,8 ve pH 7,0'de fosfat tamponundaki peyniraltı suyu proteininin YHB muamelesi, su içindeki yağ emülsiyon modelinin emülsiyon stabilitesinde bir artışa katkıda bulunmuştur. Bu çalışma göstermiştir ki; fosfat tamponundaki ya da tuzlu solüsyonlardaki peyniraltı suyu proteininin YHB muamelesi;



peyniraltı suyu proteininin yüzey hidrofobitesinde artışayol açmaktadır. Bu çalışma sonucunda pH 5,8 ve 690 MPa 5dk fosfat tamponunda YHB muamele görmüş peyniraltı suyu proteinlerinin salata sosları, sosis, peynir prosesleri gibi gıdaların emülsiyon stabilitesinin geliştirilmesinde potansiyel olarak kullanılabilceği önerilmiştir.

YHB uygulamasının gıda bileşenlerinden en büyük payı alan su üzerindeki etkileri, araştırma konusu olmuştur. Suyun hacmi 22°C'de 100MPa'da %4, 400 MPa'da %12 ve 600 MPa'da%15 civarında azalmaktadır. Büyük bir kısmı suve az miktarda da gaz içeren gıdalar suyunsıkıştırılmasına benzer bir sıkıştırılma özelliğigösterdiği bildirilmektedir (Cheftel and Culioli 1997).Suyun adyabatik sıkıştırılmasında uygulananher 100 MPa basınç (basınçlama sıvısı ile gıdaarasındaki ısı transferinin olmadığı), ürüneyaklaşık 2-3°C'lik sıcaklık artışına nedenolmaktadır. Ayrıca suya uygulanan 1000MPa'lık basıncın oluşturduğu sıcaklıkdeğişiminin, suyun  $H^+ \times OH^-$  iyonlarını 10 ile 100kat artırdığı belirlenmiştir (Cheftel and Culioli1997). Basıncın etkisiyle iyonizasyondaki bu artış,suyun çözünme noktasında ve pH'da azalışaneden olurken düşük basınçlarda ise budeğişikliklerin tersinir olduğu bildirilmiştir(Hugas *et al.* 2002).Basıncın etkisiyle suyun hal değişimi birçokbileşikten farklıdır. Çünkü suyun donmasıhacimde bir artışa neden olmaktadır. Su değişikbasınç ve sıcaklıklarda, birkaç farklı buz kristalyapısı şeklinde katılaşımaktadır. Böylece, basıncınbirincil etkisi olarak bağlanmamış su molekülleriarasındaki mesafenin azalmasıyla kristal kafesyapısı bozulabilmektedir (Fikiin 2003; Molina-Garcia *et al.* 2004).

Proteinler üzerine YHB'ın etkisi; uygulanan basınçmiktarna, proteinin yapısına ve proteininbulunduğu ortama (örneğin; sıcaklık, pH, iyonik şiddet)bağlıdır (Hendrickx *et al.* 1998; Zorba ve Kurt2005; Anonymous 2006).Basınç ile proteinlerin denatürasyonuhidrofobik interaksiyonlara bağlıdır. Basıncın etkisiyle sudaki non-polar kalıntıların birleştiği vehidrofobik interaksiyonların etkisi sonucuproteinlerin içindeki suyun basınca bağlı olaraktransfer olduğu ve böylece proteinlerin yapısınınbozulduğu belirlenmiştir (Considine *et al.* 2007).Büyük bir kısmı hidrojen bağlarından oluşanproteinlerin sekonder yapıları çok yüksekbasınçlarda geri dönüşümsüz denatürasyona uğradığı belirlenmiştir. Bu yapının hidrojenbağları düşük basınçlarda

nispeten stabil olma eğiliminde iken yüksek basınçlarda bozulduğu görülmüştür (Hendrickx *et al.* 1998). Bununla birlikte hidrofobik interaksiyonların YHB uygulamasına karşı stabil olmamasından dolayı, geçici dimer ayrılmalarına yol açarak geridönüşümlü yapısal modifikasyonlara neden olduğu ileri sürülmüştür (López-Fandiño 2006a). Hidrofobik ve iyonik interaksiyonlarla bağlanmış olan proteinlerin tersiyer yapılarındaki önemli değişikliklerin genellikle 200 MPa'nın üzerindeki basınçlarda meydana geldiğinin bildirilmektedir (Hendrickx *et al.* 1998). Buna karşın Galazka *etal.* (1996) yaptıkları çalışmada 100 MPa'nın üzerindeki basınç uygulamalarının proteinlerin tersiyer ve kuaterner yapılarda değişmelere neden olduğunu gözlemlemiştir.

Yüksek hidrostatik basınç uygulaması proteinlerin hacminde de değişmelere neden olabilmektedir. YB uygulaması, proteinin hacimdeki azalışa eşlik eden reaksiyonları ve işlemleri hızlandırırken, hacimdeki artışa neden olan reaksiyonları dengellemektedir. Hacimde meydana gelen azalma (yaklaşık 30–80 ml/mol) kovalent olmayan bağların ya kırılması ya da oluşması ve solvent moleküllerinin yeniden düzenlenmesinden kaynaklandığı ileri sürülmüştür (Hendrickx *et al.* 1998; Hugas *et al.* 2002; Murchie *et al.* 2005). Tamamen stabil bir proteinin kantitatif denatürasyonu için 1000 MPa'dan daha fazla basınç gerekebileceği ifade edilmiştir (Prehoda *etal.* 1998).

YHB uygulamasının süt proteinlerinde konfirmasyonel değişikliklere ve proteinlerin hidratasyon derecesindeki bir artış sonucu protein sedimantasyon içeriğindeki değişikliklere neden olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca 200 MPa'da protein sedimantasyon içeriğinin azaldığı bunakarşın daha yüksek basınçlarda arttığı tespit edilmiştir. Bu artış daha yüksek kazein hidratasyonu ile sonuçlanmış ve misel dispersiyon derecesinde de bir artışa sebep olduğu belirtilmiştir. Protein sedimantasyon hidratasyonundaki artışa denatüre olmuş peyniraltı suyu proteinlerinin kazeinle birleşmesi sonucu suyun tutulmasının etkisinin olduğu ileri sürülmüştür (Kielczewska *et al.* 2004).

Süte 25-50°C’de 200-300MPa’lık YHB uygulamasıyla, 1–2 µm büyüklükteolan süt yağ globüllerinin oranında bir artış olurken 2–10 µm büyüklükte olanlarda ise birazalışın olduğu görülmüştür (Gervilla *et al.*2001).Tam yağlı süte 100–800 MPa’lık bir basınçuygulanmasıyla süt yağ globül membranproteinleri ile β-laktoglobülin ve α-laktoalbümin’nin disülfid bağları ile birleştiğigörülmüştür. Basıncın süresinin arttırılması ve basıncın 800 MPa kadar arttırılmasıyla süt yağglobül membranı ileβ-laktoglobülin birleşmemiktarında artış olduğu görülmüştür (Ye *et al.*2004).

Sütte bulunan enzimlerin çoğu basıncaoldukça dirençlidir. Plazmin, alkalın fosfataz,laktoperoksidaz, ksantin oksidaz,fosfohegzoizomeraz, γ-glutamilttransferaz ve lipazenzimi 400 MPa’a kadar basınca dirençli olanenzimlerdir (Scollard *et al.* 2000; Huppertz *et al.*2002; Huppertz *et al.* 2004b; Huppertz *et al.*2006). Buna karşın sütteki asitfosfataz aktivitesi200 MPa ve üzerindeki basınçlarda dikkate değerbir şekilde azalmaktadır (Huppertz *et al.* 2006).Plazmin enziminin YHB uygulamasına karşıdirençli olduğu ve hiçbir basınçta inaktiveolmadığı ileri sürülmüştür (García-Risco *et al.*2003; Malone *et al.*2003). Kimozin aktivitesininise 400 MPa’a kadar etkilenmezken 800 MPa’lıkbasınç uygulamasından sonra %50’sinin azaldığıbelirlenmiştir.Süte 5-40°C’de 400–800 MPa YHBuygulanmasıyla sütün yapısında bulunan bazıenzimlerin basınca stabilitesinin alkalın fosfataz, γ-glutamilttransferaz, fosfohegzoizomerazşeklinde olduğu görülmüştür.Fosfohegzoizomeraz 500 MPa’da inaktive olukenγ-glutamilttransferazın 400–800 MPa aralığındainaktive olduğu buna karşın bu basınçlarda alkalinfosfatazın inaktive olmadığı tespit edilmiştir.Ayrıca basınç uygulaması sonucu aktivitesiazaltılan alkalın fosfataz 35°C’de 2 saatbekletilmesi sonucunda yeniden aktif olduğu dagözlenmiştir (Rademacher and Hinrichs 2006).

Son yıllarda nano (çarpan:10<sup>-9</sup>sembol:n) ya da mikro (çarpan:10<sup>-6</sup> sembol:µ) emülsiyonların oluşumları ve kullanımlarına olan ilgi giderek artış göstermektedir (Henry *et al.* 2008; Wooster *et al.* 2008). Bu 100 nm damlacık ölçülerine sahip emülsiyonlar, mikro emülsiyon olma durumunda termodinamik olarak stabil olmaktan ziyade kinetik olarak stabildirler (Mason *et al.* 2006). Bu boyutlardaki emülsiyon

oluşturma çalışmalarında kullanılan teknolojilerden biri yüksek basınçlı homojenizasyon prosesi olarak adlandırılan mikrofluidizasyon işlemidir(Schultz *et al.* 2004).

rn sisteme giriş yapar ve etkileşim odasına 400m/s'ye kadar çıkabilen bir hızla yüksek-basınç pompası ile iletilir. Eğer gerekirse etkili bir şekilde soğutulur ve çıkış ünitesinde biriktirilir. Özel olarak oluşturulmuş geometriye sahip olan etkileşim odası bu teknolojinin en önemli yeridir ve en iyi sonuçları üretmek için sabit bir basınç pompası ile kombine edilmiştir (Microfluidics 2011).İlk adım olarak çok küçük parçacıklar oluşturulur. Proseste uniform partikül boyut dağılımı oluşturulmaktadır. Bunun sonucunda bu ürünler daha uzun raf ömrüne sahip olmakta ve ham materyallerin daha etkili kullanımı söz konusu olmaktadır. Uniform partikül boyut küçültme biyoyararlanımı geliştirir, faz ayrımını ya azaltır ya da yok eder ve maksimum stabilite sağlanmış olur. (Microfluidics 2011).

Süt rnleri emülsiyonlarının ve sütün homojenizasyonunda mikrofluidizer uygulamalarına göre yapılan çalışmalar vardır (Dalgleish *et al.* 1996; McCrae 1994; Olson *et al.* 2004; Robin *et al.* 1992; Robin, Remillard and Paquin 1993; Strawbridge, Ray, Hallett, Tosh and Dalgleish 1995). Bazı araştırmacılar mikrofluidizasyon sisteminin daha üstün özelliklere sahip olduğu kanaatinde dirler. Çünkü geleneksel emülsiyon aletlerinden ziyade mikrofluidizer kullanılarak oluşturulan emülsiyonlar daha küçük olarak gözükmektedirler (Dalgleish *et al.* 1996; Pinnamaneni, Das and Das 2003; Robin *et al.* 1992; Strawbridge *et al.* 1995).

Iordache andJelen (2003) tarafından yayınlanan makalede ısı ile denatüre edilmiş peyniraltı suyu proteinleri üzerinde yüksek basınçlı mikrofluidizer uygulamasının etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmada; suda ve taze asidik peyniraltı suyunda peynir altı suyunun protein konsantrasyonları (%5 protein) ve taze peynir altı suyu olarak 3 farklı solüsyon üzerinde çalışılmıştır. Bu solüsyonların pH'ları sırasıyla 5,8, 4,8, 3,8'e ayarlanmış tir. Hazırlanan solüsyonlar 90°C'de 10 dk boyunca ısı uygulamasına ve daha

sonra 150 MPa'da yüksek basınçlı mikrofluidizasyon işlemine maruz bırakılmıştır. Bu çalışmada santrifüj işleminden sonraki çökelti değerleri proteinlerin çözünememe derecesinin bir ölçümü olarak kaydedilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda mikrofluidizasyon işlemi özellikle pH 3,8'de çökelmeyen peyniraltı suyu protein polimerleri içinde ısı sebebiyle birleşmeleri engellediği ve çalışılan bütün solüsyonların mikrofluidizasyon uygulaması sonrasında çökelmeye hemen hemen tamamen direnç göstermiş oldukları kaydedilmiştir. Isı ile muamele edilmiş ve mikrofluidizer ile muamele görmüş peyniraltı suyu proteinleri sonraki ısı uygulaması üzerine yeniden toplanmış oldukları gözlenmiştir ve oluşan çökelti miktarında pH kriterinin önemli bir etkisinin olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışma sonucunda araştırmacılar; ısı uygulamaları peyniraltı suyu proteinlerinin çözünürlüğünü etkilediği için ısı ile muamele görmüş peyniraltı suyu proteinine çökelmeyen bir karakter veren bir proses adımının arzu edilebilir olacağını belirtmişlerdir. Buna ilave olarak; mikrofluidizer tarafından sağlandığı gibi yüksek basınçli homojenizasyon uygulamasının kullanımının çözünebilir peyniraltı suyu protein polimerleri üretimi için uygun bir yaklaşım olduğunu ve böylece peyniraltı suyu ürünlerinin geliştirilen özelliklerinin, spesifik gıdalar için kullanılabilmesini ifade etmişlerdir. Isı ile muamele edilmiş peyniraltı suyuna mikrofluidizasyon prosesinin uygulanmasının, ısı ile muamele edilmiş peyniraltı suyu proteinlerini içeren kurutulmuş peyniraltı suyu ürünlerinin çözünürlüğünü arttırmada kullanılabilmesini öne sürmüşlerdir.

Mikrofluidizasyon prosesi genellikle sütte ve süt ürünleri üzerinde çalışılmıştır. Bu çalışmalarda homojenizasyon mekanizmasının sütte meydana getirdiği oluşumlar gözlenmiş ve kaydedilmiştir. Süt endüstrisinde yaygın olarak kullanılan ve genellikle 18-20 MPa basınçta uygulanan iki basamaklı homojenizasyon sütün depolanması aşamasında kaymak bağlamasını engellemektedir (McCrae 1994; Paquin 1999). Sütün homojenizasyonu ile sütteki yağ globüllerinin ortalama çapı 2,5-5,0 µm'den 1 µm'nin altındaki değerlere düşer (Sharma and 1993; Dalgleish *et al.* 1996) ve buna bağlı olarak yeni oluşan yağ globüllerinin yüzey alanları yaklaşık olarak 4-10 kat artar (Keenan *et al.* 1983; Walstra 1995). Sütün yapısında bulunan yağ globüllerinin çevreleri fosfolipit - protein kompleksinden oluşmuş 5-10 nm kalınlığında bir membranla kuşatılmıştır.

Membranda ayrıca steroller, enzimler ve bazı iz elementler de vardır. Söz konusu membranlar bir emülgatör gibi etki yaparak, yağ küreciklerinin sütte emülsiyon durumunda bulunmalarını ve emülsiyonun stabilizasyonunu sağlarlar(Walstraet *al.* 1985;Jana and Upadhyay 1993).

Süte uygulanan homojenizasyon basıncının artmasına bağlı olarak peynir örneklerinin yağ miktarı artmıştır, buna bağlı olarak peyniraltı suyu örneklerinin yağ miktarı ise azalmıştır. Bilindiği gibi süte uygulanan homojenizasyon işlemi ile süt yağı daha küçük ve daha fazla sayıda taneciklere parçalanırken, kazein miselleri, yeni oluşan yağ tanecik zarında yer almakta ve tanecikler zarda bulunan kazeinin pıhtılaşmasına dayalı olarak kafes örgüsü şeklindeki yoğun ağ yapısı içerisinde daha sıkı bağlanabilmektedir (Walstraet *al.* 1999; Metzger and Mistry 1994;Üçüncü 2004).

Ultrasound, mekaniksel nitelikte olan ve insanların işittiği 20kHz'in üzerindeki frekanslara sahip bir enerji biçimidir. Mekaniksel niteliğinden dolayı, ultrasound iyonize olmayan radyasyonun diğer kaynaklarından farklıdır (Pohlman 1994).

Ultrasound etkisi, basınç dalgalarının elastik özelliklere sahip fiziksel bir ortamdan yayılması sonucu oluşur. Mekanik titreşimler mekanik basınç dalgalarına dönüşerek enerjiiyi ortama ve ortam da dalgayla temas eden maddeye aktarır.Titreşim halindeki nesne hareketini ortamdaki moleküllere aktarır ve her molekül bu hareketi komşu moleküle ileterek başlangıç konumuna geri döner (Mason and Lorimer2002).

Ses dalgasını ortama yaymak için ultrasonik ses üreten cihazlar kullanılır. Belirli bir frekansla çalışan bu cihazlar (endüstriyel kullanım için genellikle 20-50 kHz'dir) alternatif akımı, bir dönüştürücü sayesinde mekanik titreşimlere dönüştürürler. Bu titreşimler probu uygulanan frekansta titreterek titreşimlerin ortama iletilmesini sağlar.

Basıncın pozitif olduğu sıkışma evresinde, moleküller arasındaki ortalama uzaklık azalır. Buna karşın seyrelme evresinde, moleküller arası ortalama uzaklık artar ve

basınç negatif değerlere ulaşır. Basınç kritik değerin,  $P_c$ , altına düştüğünde moleküller arası ortalama uzaklık molekülleri bir arada tutmak için gerekli olan kritik değerin üstüne çıkar ve sıvı kırılarak boşluk veya başka bir deyişle kavitasyon oluşur (Mason and Lorimer 2002).

Bu kavitasyonlar, boşluklar veya kabarcıklar bir kez oluşuktan sonra, basınç maksimum negatif değerine ulaşana kadar büyürler. Basınç osilasyon sebebiyle sıkışma evresine gelerek pozitif değerlere ulaştığında, bu kavitasyon kabarcıkları çökmeye zorlanırlar (hacimleri küçülür, hatta bazıları tamamen kaybolur). Bu kabarcıkların tamamen veya kısmen çökmesi sonucu çok yüksek bir enerji açığa çıkarak şok dalgaları ve mikro-jetler oluşur (Neduzhii 1962;Lauterborn and Ohl 1997). Ortaya çıkan bu mekanizma ultrasoundun çeşitli endüstriyel alan ve proseslerde uygulanabilirliğini mümkün kılmaktadır. Çizelge 2.1'de ultrasound işleminin gıda teknolojilerindeki uygulamaları verilmiştir.

Jambraket *al.* (2011) tarafından yapılan bir çalışmada sukroz ya da süt tozu ilaveli ultrasound muamelesi yapılmış peyniraltı suyu proteinlerinin reolojik, fonksiyonel ve termo-fiziksel özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada 30 kHz frekans, 5 ve 10 dk zaman parametreleri kullanılarak sukroz ya da süt tozu ilavesi ve protein ile oluşturulan modeller yüksek güçte ultrasound ile muamele edilmiştir. Ultrasound uygulaması sonrasında çözünürlük, emülsiyon, köpük, reolojik ve termo-fiziksel özellikleri tanımlanıp incelenmiştir. Ultrasound uygulaması bütün incelenen özellikler üzerinde birkaç etki göstermiştir; mikroakım etkileri ve kavitasyon sonucunda protein denetürasyonuna sebep oldu. Ayrıca peyniraltı suyu protein izolatları, peyniraltı suyu protein konsantrasyonlu model sistemlerde muamele görmemiş örneğe kıyasla protein çözünürlüğünde azalmaya yol açtı. Sukroz ya da süt tozu ve peyniraltı suyu protein izolatları ile hazırlan model sistemlerin ultrasound uygulamasından sonra köpük hacimlerinde istatistiksel olarak önemli bir artış gözlenmiştir. Sadece izolatlar ve konsantrasyonlar ile hazırlanan model sistemler için emülsiyon stabilitesinde ve emülsiyon aktivitesinde istatistiksel olarak önemli bir azalma gösterilmiştir. Süt tozu ya

da sukroz ilavesinden sonra, ilk donma ve erime sıcaklıklarında ultrasound uygulaması boyunca istatistiksel olarak önemli bir azalma gösterilmiştir.

Villamiel andJong (2000) tarafından yapılan çalışmada sütte yağ, kazein, alkalın fosfataz, laktoperoksidaz, peyniraltı suyu proteinleri ( $\alpha$ -laktalbumin ve  $\beta$ -lactoglobulin) üzerine sürekli akım yüksek yoğunluklu ultrasoundun (ısı enerjisi ile ya da ısı enerjisi olmaksızın) etkileri çalışılmıştır. Sonuçlar, benzer proses şartlarına sahip geleneksel bir ısı sistem kullanılarak elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Ultrasound ısı enerjisi olmaksızın uygulandığında, enzimler üzerine neredeyse hiçbir etki göstermemiştir. Enzim ve peyniraltı suyu proteinlerinde en yüksek denatürasyon, ultrasound ve ısıya maruz bırakılan örneklerde bulunmuştur. 61°C'de ve 75,5°C'de ultrasound ve ısı arasındaki sinerjistik etki sırasıyla alkalın fosfataz ve laktoperoksidazın inaktivasyonunda gösterilmiştir. Ultrasound ve ısı arasındaki belirgin sinerjizim  $\alpha$ -laktalbumin ve  $\beta$ -lactoglobulinin denatürasyonunda ortaya çıkarılmıştır. Ultrasound etkisinin sonucu olarak yağ globüllerinin ölçülerinde (%81,5'e kadar) önemli bir azalma meydana gelmiştir.

Jambraket *al.* (2008) tarafından yapılan çalışmada peyniraltı suyu proteinin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi için peyniraltı suyu proteini üzerine ultrasound etkisinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri üzerine ultrasound uygulamasının etkisi, pH, çözünürlük ölçümleri ve köpük özellikleri yönünden incelenmiştir. Bu çalışmada; düşük-yoğunluklu ultrasound (500 kHz) ve yüksek-yoğunluklu ultrasound (20 kHz prop ve 40 kHz küvet) kullanılmıştır. peyniraltı suyu protein izolatlarının %10 (w/w) protein model süspansiyonları; peyniraltı suyu protein konsantrasyonları ve peyniraltı suyu protein hidrolizatı ultrasound probu (15 ve 30 dk için 20 kHz) ve ultrasound küveti (15 ve 30 dk için 40 kHz ve 500 kHz) ile muamele edilmiştir. pH ultrasound uygulamaları üzerinde önemli bir şekilde değişmemiştir. Protein model solüsyonlarının sıcaklıkları bütün ultrasound uygulamalarından sonra artış göstermiştir.



**Çizelge 2.1.**Ultrasound işleminin gıda teknolojilerindeki uygulamaları (Chemat *et al.* 2011)

Uygulamalar	Ultrasound Prensibi	Avantajlar	Ürünler
Piştirme	Uniform Isı Transferi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaman Tasarrufu</li> <li>• Gelişmiş Isı Transferi ve Organoleptik Kalite</li> </ul>	Et Sebze
Dondurma/ Kristalizasyon	Uniform Isı Transferi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaman Tasarrufu</li> <li>• Küçük Kristaller</li> <li>• Gelişmiş Difüzyon</li> <li>• Hızlı Sıcaklık Düşüşü</li> </ul>	Et Sebze Meyve Süt Ürünleri
Kurutma	Uniform Isı Transferi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaman Tasarrufu</li> <li>• Gelişmiş Organoleptik Kalite</li> <li>• Gelişmiş Isı Transferi</li> </ul>	Kurutulmuş Ürünler (Sebze, Meyve...)
Salamura	Artan Kütle Transferi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaman Tasarrufu</li> <li>• Gelişmiş Organoleptik Kalite</li> <li>• Ürün Stabilitesi</li> </ul>	Et Sebze Balık Peynir
Gaz Giderme	Basınç Olgusu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaman Tasarrufu</li> <li>• Gelişmiş Hijyen</li> </ul>	Çikolata Fermente Ürünler (Bira...)
Filtrasyon	Titreşimler	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaman Tasarrufu</li> <li>• Ürün Kayıplarında Azalma</li> </ul>	İçecekler (Meyve Suları)
Kesme	Kavitasyon Olayı	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaman Tasarrufu</li> <li>• Ürün Kayıplarında Azalma</li> <li>• Doğru Ve Tekrarlı Kesmek</li> </ul>	Kesilen Ürünler (Kek, Peynir...)
Emülsifikasyon	Kavitasyon Olayı	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emülsiyon Stabilitesi</li> </ul>	Emülsiyon Ürünleri (Ketçap, Mayonez...)
Köpük Giderme	Kavitasyon Olayı	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaman Tasarrufu</li> <li>• Gelişmiş Hijyen</li> </ul>	Gazlı İçecekler Fermente Ürünler (Bira...)
Oksidasyon	Kavitasyon Olayı	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zaman Tasarrufu</li> </ul>	Alkoller (Şarap, Viski)

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Unlar

Araştırmada kullanılan un3 farklı çuvaldan elde edilen paçal undur. Kullanılan unun özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Una ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

<b>Un Özellikleri</b>		<b>Ölçümler</b>
Rutubet	(%)	12,9
Kuru madde	(%)	87,1
Elek Üstü	(%)	0,045
Elek Altı	(%)	99,955
Kül	(%)	0,56
Asitlik	(%)	0,03
Yaş öz	(%)	31,97
Kuru öz	(%)	11,19
Sedimentasyon	(cm <sup>3</sup> )	26
Düşme Sayısı	(s)	869
<b>Farinogram Özellikleri</b>		<b>Ölçümler</b>
Su kaldırma	(%)	59,5
Gelişme süresi	(dk)	2,1
Hamur Stabilite	(dk)	4,6
Yumuşama derecesi (10 dk sonra)	(BU)	85
Yumuşama derecesi (ICC/max.12 dk sonra)	(BU)	107
<b>Ekstensogram Özellikleri</b>		<b>Ölçümler</b>
Uzama yeteneği	(mm)	111,5
Max. Hamur direnci	(BU)	358
Tepe Yüksekliği	(BU)	375,5
Hamur Enerjisi	(cm <sup>2</sup> )	58
Oran Sayısı	(BU/mm)	3,25

### 3.1.2. Peyniraltı Suyu

Araştırmada kullanılan peyniraltı suyu Atatürk Orman Çiftliği Süt ve Süt Ürünleri İşletmesi'nden temin edilmiştir. Araştırma süresince yapılan her denemede taze olarak işletmeden alınmıştır. Yüksek hidrostatik basınç, mikrofluidizer ve ultrasound uygulandıktan sonra ekmek denemeleri yapılmıştır. Deneme süresince 4°C'deki buzdolabında ağzı sıkıca kapatılmış kaplar içinde saklanmıştır. Araştırmada kullanılan peyniraltı suyuna ait özellikler Çizelge 3.2'de verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Peyniraltı suyunun genel nitelikleri

Nitelikler	Ölçümler
Kurumadde (%)	5,73
Kül (%)	0,38
Asitlik (%)	0,165
Ph (28,5°C)	4,925
Yağ (%)	0,3

### 3.1.3. Diğer Materyaller

İyi kalitede rafine tuz ve ekmek mayası (*Saccharomyces cerevisia*) kullanılmıştır. Taze olarak sağlanan maya kullanıldığı gün içerisinde buzdolabında muhafaza edilmiştir.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Denemenin Planlanması

Denemenin kuruluşunda paçal un 3 ayrı tipte undan elde edilmiştir; peyniraltı suyu %0, %25 oranlarında 2 düzeyde ele alınmıştır. 3 farklı depolama süresi (24 saat, 48 saat, 72 saat) kullanılmıştır. Denemede peyniraltı suyuna 3 farklı muamele (YHB,

Mikrofluidizer, ultrasound) yapılmıştır. Çalışmalarda tekstür analizi 3 tekerrürlü, renk analizi 4 tekerrürlü, deneysel analizler 2 tekerrürlü olarak yürülmüştür.

### **3.2.2. Un Analizleri**

Unda; nem, yaş öz, kuru öz, zeleny sedimentasyon, düşme sayısı, kül, asitlik, elek üstü, elek altı, farinograf, ekstensograf özellikleri Elgün vd (1998) tarafından belirtilen yöntemler kullanılarak tespit edilmiştir.

### **3.2.3. Peyniraltı Suyu Analizleri**

#### **3.2.3.a. Kurumadde Tayini**

Kurt vd (1996) esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.3.b. Kül Tayini**

Kurt vd (1996), (Demirci ve Gündüz 2000) esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.3.c. Yağ Tayini**

Peyniraltı suyunun yağ tayininde Gerber Yöntemi kullanılmıştır. Gerber bütirometresine 10 ml derişik sülfirik asit (  $H_2SO_4$ ), 11 ml peyniraltı suyu ve 1ml amil alkol konarak santrifüje yerleştirilmiştir. 1200 dev/dk hızla 5dk süreyle santrifüjlenmiştir. Buradan alınan bütirometrelerden okuma yapılarak peyniraltı sularında yağ oranı belirlenmiştir (Kurt vd 1996).

### **3.2.3.d. Asitlik Tayini**

Peyniraltı suyundan 25 ml alınarak üzerine 1-2 damla fenolftalein indikatörü damlatılmıştır. 0,1 N NaOH ile kaybolmayan pembe renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir. Harcanan NaOH miktarından % asitlik elde edilmiştir (Kurt vd 1996).

### **3.2.3.e. pH Değerinin Belirlenmesi**

pH metre ilk olarak 4,0 ve 7,0 pH'daki buffer çözeltileriyle kalibre edilmiştir. Daha sonra elektrotlar peyniraltı suyuna direkt olarak daldırılmış ve sıcaklık değerleriyle birlikte okuma yapılmıştır.

### **3.2.4.Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulaması**

Basınç işlemi 300 MPa'da 20°C'de 3 dk boyunca uygulanmıştır. Peyniraltı suyu 15 ml'lik falcon tüplerine hiç hava kalmayacak şekilde doldurulmuştur ve bu falcon tüpleri stretch film ile sarılmıştır. Bu şekilde 10 tane falcon tüpü hazırlanmıştır ve örnek basınç odasına yerleştirilmiştir. Basınç iletim ortamı olarak su kullanılmıştır. Basınç işleminden sonra falcon tüpleri buzdolabında 4°C'de muhafaza edilmiştir.

### **3.2.5. Ultrasound Uygulaması**

Ultrasound işlemi; 400 Watt gücü, 24 kHz çalışma frekansı, %100 amplitude, 105 W/cm<sup>2</sup> akustik güç yoğunluğuna sahip UP 400S model ultrasound cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 250 ml'lik beher içinde bulunan peyniraltı suyuna ultrasound işlemi 5 dk boyunca uygulanmıştır. Kullanılan prop tipi H14 olup, prop uzunluğu 100 mm ve prop çapı 14 mm'dir. Propun peyniraltı suyuna daldırılma derinliği 2 cm'dir. Ortalama olarak 26,08°C giriş sıcaklığına sahip olan peyniraltı suyu işlem sonrasında 51,83°C çıkış sıcaklığına sahip olmuştur. Sıcaklık artışından etkilenmemesi için peyniraltı suyu

ekmek yapımında kullanılmadan önce ağzı kapalı plastik şişe içinde buz torbalarında muhafaza edilmiştir.

### **3.2.6. Mikrofluidizer Uygulaması**

M-110Y model mikrofluidizer cihazı kullanılarak peyniraltı suyuna 750 bar (yaklaşık olarak 11 000 psi) basınç uygulanmıştır. Cihaz, 100-500 ml/dk akış hızına, 24x41x76 cm boyutlara, 25 kg ağırlığa sahiptir. Uygulama ilk olarak su üzerinde denenmiştir. Daha sonra örnek kabına peyniraltı suyu koyularak işleme başlanmıştır. Kapalı sistemde basınca maruz kalan peyniraltı suyu cihazın ürün çıkış noktasından direkt olarak plastik şişeye aktarılmıştır ve bu şekilde buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiştir.

### **3.2.7. Ekmek Pişirme Denemeleri**

Ticari fırında direkt hamur işlemi esasıyla ekmek yapımı gerçekleştirilmiştir. Oranları ayarlanarak karıştırılan 3 kg paçal una %1,5 rafine tuz (45 g), %6,7 maya (203 g) ilave edilmiştir. Deneme çalışmalarına göre bu karışıma %60 (1800 ml) su katılmıştır. Yoğurma işlemi, mikrofluidizer ve ultrasound uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmek pişirme denemelerinde 4 dk yavaş 18 dk hızlı olarak spiral yoğurucuda, yüksek hidrostatik basınç uygulanmış peyniraltı suyu ekmek pişirme denemelerinde ise 10 dk hızlı bir şekilde ekmek yapma makinesinin yoğurucusunda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen hamur tartılarak 3 eşit parçaya bölünerek 10 dk boyunca dinlendirilmiştir. Havalandırma işleminden sonra tekrar 10 dk dinlendirildikten sonra kesilip şekil verilmiştir. Fermantasyon odasında  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 75 dk fermantasyona bırakılan hamur giriş sıcaklığı  $190^{\circ}\text{C}$  ve çıkış sıcaklığı  $242^{\circ}\text{C}$ 'deki fırında 28 dk süre ile pişirilmiş ve fırından çıkarılan ekmekler tartılarak soğutulmuştur ve tekstür analizi için 24 saat oda koşullarında bekletilmeye terk edilmiştir (Ünal 1981). Araştırmada farklı hızlarda yoğurucuların kullanılması yüksek hidrostatik basınç uygulamasının örnek boyutunu küçültürmeyi gerektirmesinden (örneğin konulduğu alan çok küçük boyutlara sahip) dolayı bir zorunluluk olarak görülmüştür.

### **3.2.8. Ekmekte Yapılan Analizler**

#### **3.2.8.a. Deneysel Analizler**

Ekmekte; nem, kül, tuz, asitlik, ekmek ağırlığı, hamur verimi, hacim, spesifik hacim, kabuk iç oranı özellikleri Elgün vd (1998) tarafından belirtilen yöntemler kullanılarak tespit edilmiştir.

#### **3.2.8.b. Ekmek İçi Yumuşaklığının Belirlenmesi**

Ekmek içi yumuşaklığı LLOYD TA Plus Tekstur Analyser ile ölçülmüştür. Elde edilen ekmek 24, 48 ve 72 saat sonra testere ağızlı bıçak ile 1,25 cm kalınlığında dilimlere ayrılmıştır. Bu dilimlerden 2 dilim alınarak üst üste konulmuştur ve toplam olarak 2,5 cm kalınlığında ekmeklerde ölçüm alınmıştır. Ekmeklerin tekstür ölçümünde kullanılan silindir propun çapı 3,5 cm'dir. 1 mm/s inme hızı ile ekmek %25 oranında sıkıştırılarak tekstür değerleri bilgisayar ortamında okunmuştur.

#### **3.2.8.c. Ekmek İçi ve Kabukta L, a,b, Renk Değerlerinin Belirlenmesi**

Renk değerlerinin belirlenmesinde CIE  $L^*,a^*,b^*$  sistemine göre Minolta Spectrophotometer CM-3600d cihazı kullanılmıştır. Ekmek örneklerinde ekmeğin iç kısmından ekmek içi, dış kısmından kabuk renk değerleri tespit edilmiştir. Renk yoğunluklarının ölçümü ve sonuçların değerlendirilmesi, Uluslar arası Aydınlatma Komisyonunun (CIELAB: Commission Internationale de l'Eclairage) belirttiği formüle göre yapılmıştır. Bu formül, üç boyutlu renk ölçümünü esas almaktadır. L; 0= siyahtan 100= beyaza kadar olan örneğin açıklık koyuluğunu, a; kırmızı - yeşil, b sarı - mavi renk boyutunu veya yerini gösterir. Yani L değeri örneğin renginin açıklık ve koyuluğu hakkında bilgi verirken; + a değeri kırmızı, -a değeri yeşil, +b değeri sarı, -b değeri ise mavi renk yoğunluğunu göstermektedir (Anonymous 2001; Francis 1998).

### **3.2.8.d. Duyusal Analizler**

Ekmeğin özelliklerinden;ekmek içi yapısı, kabuk, şekil simetrisi, renk, tat, koku özellikleri duyuşal olarak incelenmiştir. Ekmek örneklerinin duyuşal analizinde EK 1 kullanılmıştır.

Ekmeklerin duyuşal analizi 10 panelist tarafından yapılmıştır. Panelistler ekmek özelliklerini 5puan üzerinden değerlendirmişlerdir. Duyusal analizde puanlar 1-5 arası numaralar kullanılarak oluşturulmuştur. 5 en olumlu puanı, 1 ise en olumsuz puanı temsil etmektedir.

### **3.2.8.e. Ekmek İç Yapısının Mikroskop Altındaki Görüntüsü**

Her iki ekmek pişirme denemesinde ekmekler dilimlenerek stereo mikroskobun altına konmuştur. Kullanılan stereo mikroskobun büyütmesi X40'dır. Bu mikroskobun okülerine fotoğraf makinasının objektif kısmı dayandırılarak fotoğraf çekimi yapılmıştır. Ekmek dilimleri üzerinde 24, 48 ve 120. saatlerde fotoğraf çekimi yapılmıştır.



### **3.2.9. İstatistiksel Analizler**

Araştırma, tam şansa bağlı deneme planına göre 5x2x3 faktöriyel düzende kurulmuş ve yürütülmüştür. Tekstür analizi 3 tekerrürlü, renk analizi 4 tekerrürlü, deneysel analizler ise 2 tekerrürlü olarak çalışılmıştır. Elde edilen ham veriler bilgisayar yardımıyla SPSS programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli bulunan ana varyasyon kaynakları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. İstatistik analiz sonuçları hazırlanan çizelgelerde özetlenmiş, önemli bulunan interaksiyonlar grafikler üzerinde tartışılmıştır (Yıldız ve Bircan 1991).

#### 4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

##### 4.1.Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Tekstür Analiz Sonuçları

Yüksek Hidrostatik Basınç (YHB) uygulanmış peyniraltı suyu (PAS) ilaveli ekmek uygulamalarının tekstür analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Bu verilere ait varyans analizlerinin sonuçları ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Varyasyon kaynaklarından olan uygulama, sertlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik üzerinde etkili olmuştur (Çizelge 4.2). Sözkonusu ekmek özelliklerinde uygulamalara göresertlik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.3’te, elastikiyet ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.4’te, çiğnenebilirlik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.**YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait tekstür analiz sonuçları\*

Uygulama	Süre (Saat)	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Elastikiyet (mm)	Çiğnenebilirlik (Nmm)
NE	24	7.709±0,89	0,584±0,01	5,401±0,07	24,346±3,39
NE	48	15,084±1,33	0,529±0,04	5,344±0,14	42,504±2,66
NE	72	17,225±2,47	0,513±0,02	5,456±0,11	48,067±6,18
NPE	24	6,152±0,62	0,565±0,06	5,400±0,07	18,731±2,19
NPE	48	10,589±1,03	0,515±0,03	5,490±0,44	29,839±3,09
NPE	72	13,740±0,76	0,543±0,03	5,420±0,19	40,352±1,45
YHBPE	24	8,084±0,34	0,538±0,03	5,407±0,11	23,475±0,79
YHBPE	48	10,676±1,00	0,544±0,06	5,422±0,05	31,504±4,69
YHBPE	72	10,880±0,44	0,543±0,03	6,269±0,05	37,044±2,98

\*Verilen değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır ±standart sapma

Çizelge 4.1 incelendiğinde depolama süresiyle birlikte sertliğin arttığı, yapışkanlığın azaldığı görülmektedir. Ayrıca yine depolama süresiyle birlikte çiğnenebilirlik değerleri artış göstermiştir. YHB uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmekte yapışkanlıkta 24. saate göre 48. ve 72. saatlerdeki ölçümlerde artış görülmektedir. Burada kırılmalığıdaki azalmanın etkili olduğunu söyleyebiliriz.

**Çizelge 4.2.**YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarının tekstür analiz sonuçlarına ait varyansanaliz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Sertlik		Yapışkanlık		Elastikiyet		Çiğnenebilirlik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Uygulama (A)	2	33,230	24,929*	0,000	0,02	0,239	7,336*	201,564	17,330*
Süre (Saat) (B)	2	105,62	79,236*	0,003	2,115	0,278	8,534*	888,100	76,357*
AxB	4	10,017	7,515*	0,002	1,125	0,234	7,170*	31,942	2,746
Hata	18								

\*p<0,05 düzeyinde önemli

Tekstür cihazında ölçümü yapılan değerlerden sertlik ifadesi, gıda maddesinin yapısında belirli bir deformasyonu sağlamak için uygulanması gereken kuvvet olarak; elastikiyet ifadesi, gıda maddesinin üzerindeki deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra kendini toparlayarak deformasyondan önceki haline dönme hızı olarak; yapışkanlık ifadesi, gıda maddesinin yapısını oluşturan iç bağların gücünü gösteren ifade olarak; çiğnenebilirlik ifadesi ise katı özellikte bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerji olarak tanımlanmaktadır (Szczesniak 1963; Bourne 1978).

YHBPE ve NPE, ekmek içi yumuşaklık ölçümünde sertlik özelliklerinde NE'den p<0,05 düzeyinde önemli bir fark göstermişlerdir (Çizelge 4.3).YHBPE 48. ve 72. saat sonraki sertlik ölçümleri neredeyse birbirine eşit çıkmıştır. NE ile NPE karşılaştırıldığında NE'deki sertlik artışı çok daha fazla olmuştur. NPE uygulamasında

peyniraltı suyundan gelen sistein-sistin bileşikleri ekmek içi yumuşaklığını artırıcı etkide bulunmuşlardır.

**Çizelge 4.3.** YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait Sertlik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları\*

Uygulama	N	Sertlik
YHBPE	9	9,87978±1,47 <sup>a</sup>
NPE	9	10,16033±3,38 <sup>a</sup>
NE	9	13,33933±4,57 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar  $p<0,05$  düzeyinde birbirinden farklıdır± standart sapma

YHBPE, ekmek içi yumuşaklık ölçümünde elastikiyet özelliğinde NPE ve NE'den  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir fark göstermektedir (Çizelge 4.4).NE, ekmek içi yumuşaklık ölçümünde çiğnenebilirlik özelliğinde NPE ve YHBPE'den  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir fark göstermiştir. Bayatlama seyrine bağlı olarak ekmek içi nem zamanla kabuğa doğru ilerlemektedir. NE'de daha fazla su kaybı sertlik değerlerini arttırmıştır. Bunun sonucu olarak NE için gerekli olan çiğnenebilirlik değeri artış göstermiştir. NPE'lerde ekmek içi nem miktarının azalması daha yavaş gerçekleşmiştir.

**Çizelge 4.4.** YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait elastikiyet ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları\*

Uygulama	N	Elastikiyet
NE	9	5,400±0,11 <sup>a</sup>
NPE	9	5,437±0,25 <sup>a</sup>
YHBPE	9	5,699±0,43 <sup>b</sup>

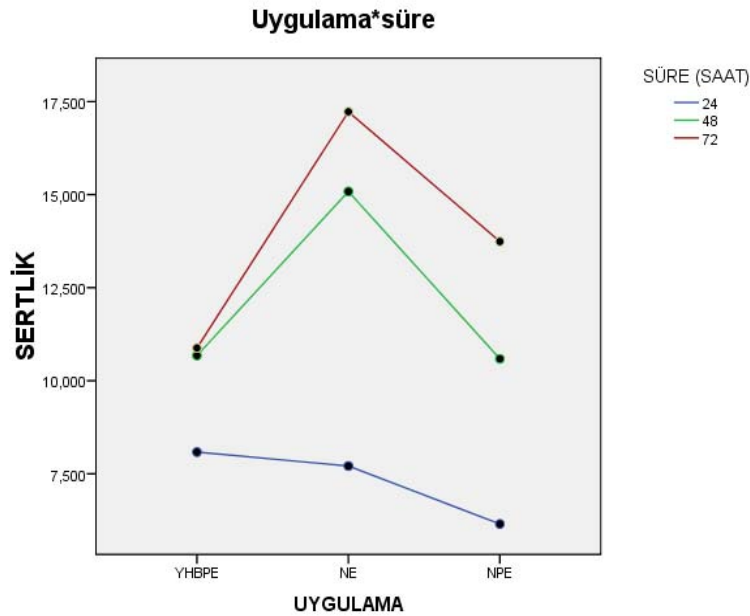
\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar  $p<0,05$  düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma

**Çizelge 4.5.**YHB uygulanmış PAS ilaveli ekme uygulamarına ait çiğnenebilirlik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları\*

Uygulama	N	Çiğnenebilirlik
NPE	9	29,64100±9,58 <sup>a</sup>
YHBPE	9	30,67422±6,54 <sup>a</sup>
NE	9	38,30544±11,38 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar  $p < 0,05$  düzeyinde birbirinden farklıdır± standart sapma

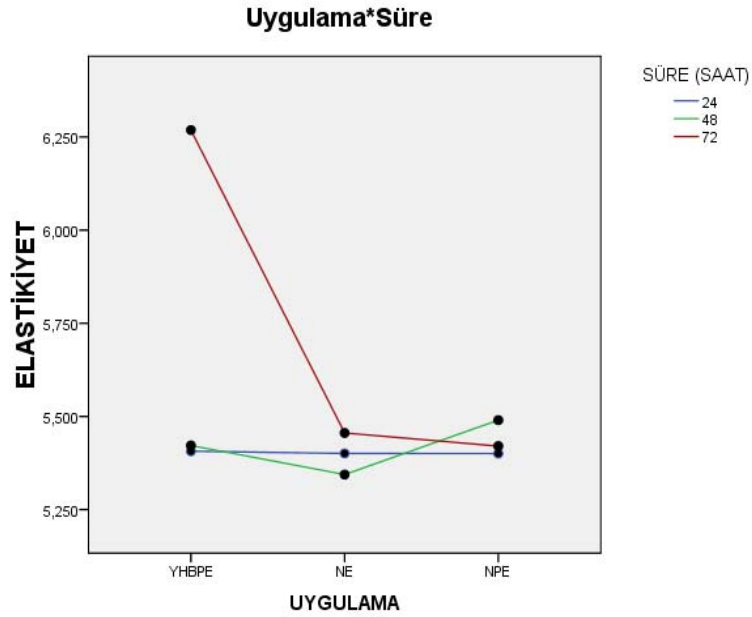
Yapılan varyans analizi sonucunda Uygulama x süre interaksiyonlarındasertlikve elastikiyet özellikleri  $p < 0,05$  düzeyinde önemli çıkmıştır. Bu interaksiyonlar sırasıyla Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



**Şekil 4.1.**Ekme özelliklerinden sertlik değerine ait uygulama x süre interaksiyonu

Ekme özelliklerinden sertlik değerlerine ait interaksiyon incelendiğinde her üç uygulamada da 24, 48 ve 72 saatlik değerlerde paralel bir sertlik seyri takip edilmiştir. Özellikle su kaybının etkili olduğu sertlik NE’lerde belirgin bir şekilde artış göstermiştir. YHBPE’lerde sertlik değeri ise 48. ve 72. saatlerde neredeyse hiç değişmemiştir.

Şekil 4.2 incelendiğinde YHBPE’de elastikiyet değerleri 24. ve 48. saatte aynı seviyede iken 72. saatte diğer uygulamalara göre yüksek bir artış göstermiştir. NPE ise 48. saatte 24. saatteki elastikiyet değeri artış gösterirken 72. saatte bu değer azalma göstermiştir.



**Şekil 4.2.** Ekmek özelliklerinden elastikiyet değerine ait uygulama x süre interaksiyonu

#### 4.2. Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Renk Analiz Sonuçları

YHB uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmek uygulamalarında renk analiz sonuçları Çizelge 4.6’da verilmiştir. Bu sonuçlara uygulanan varyans analizinin sonuçları ise Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Varyasyon kaynaklarından olan uygulamalara göre ölçülen renk özelliklerinden  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinde  $p < 0,05$  düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). Söz konusu renk özelliklerinde uygulamalara ait  $L^*$  ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.8’de,  $a^*$  ortalamalarının Duncan çoklu

karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.9'da, h ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

**Çizelge 4.6.**YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait renk analiz sonuçları\*

Uygulama	Kısım	L*	a*	b*	C*	H
NE	KÖY	60,26±2,45	14,90±1,05	37,46±0,07	40,32±0,40	68,32±1,38
NE	KAY	70,00±1,49	8,03±1,58	29,74±1,79	30,81±2,13	74,99±1,98
NE	İÇY	72,13±1,57	0,22±0,21	17,85±1,07	17,85±1,07	89,57±0,65
NPE	KÖY	57,18±1,35	15,63±0,27	35,56±0,84	38,85±0,72	66,27±0,76
NPE	KAY	67,85±3,63	10,69±1,98	31,86±0,94	33,64±1,34	71,52±2,97
NPE	İÇY	70,23±2,43	0,00±0,20	15,62±0,49	15,62±0,49	90,01±0,73
YHBPE	KÖY	59,91±3,00	15,21±0,90	36,15±0,60	39,24±0,81	67,19±1,04
YHBPE	KAY	65,39±2,75	11,45±1,21	32,60±0,61	34,56±0,81	70,66±1,80
YHBPE	İÇY	70,02±2,34	-0,27±0,10	15,57±0,68	15,58±0,68	90,99±0,38

\*Verilen değerler 4 tekerrürün ortalamasıdır±standart sapma

Ekmek içinin açıklık / koyuluğu veya beyazlığı hakkında fikir veren L\* değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre NPE ve YHBPE, NE'den  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir farklılık göstermişlerdir. Peyniraltı suyu ilavesi ekmeğin kabuk ön yüzeyinde, kabuk arka yüzeyinde ve iç yüzeyinde rengi koyulaştırmıştır.

**Çizelge 4.7.**YHB uygulanmış PASilaveli ekmek uygulamalarının renk analiz sonuçlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	L *		a*		b*		C*		H	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Uygulama (A)	2	22,39	3,76*	4,80	4,35*	1,377	1,675	0,558	0,49	9,619	4,187*
Kısım (B)	2	440,1	73,8*	725	657,9*	1305,9	1589*	1706,8	1503,3*	1738,1	756,5*
AxB	4	7,838	1,315	4,42	4,008*	8,993	10,94*	11,89	10,47*	8,876	3,86*
Hata	27										

\* p<0,05 düzeyinde önemli

Literatürde peyniraltı suyunun önemli düzeyde içerdiği laktozun sahip olduğu reaktif aldehit grubu ile amino asitlerin serbest amin grupları arasındaki reaksiyonunun, pişme sırasındaki kabukta renk pigmentasyonuna neden olduğu ileri sürülmektedir (Webb 1974; Hugunin 1980).Ayrıca peyniraltı suyundaki pigmentlerin de renkte koyuluğa neden olduğu ileri sürülebilir.

**Çizelge 4.8.**YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait L\* ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları\*

Uygulama	N	L*
NPE	12	65,0867±6,39 <sup>a</sup>
YHBPE	12	65,1050±4,96 <sup>a</sup>
NE	12	67,4617±5,66 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma

Ekmek kabuğunun kırmızılığı hakkında fikir veren a\* değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; NPE ve YHBPE'nin a\* değerleri NE'e göre daha yüksektir. Bu da NPE ve YHBPE'in NE'den daha fazla kırmızılığa sahip olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.9).



**Çizelge 4.9.** YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait a\* ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları\*

Uygulama	N	a*
NE	12	7,6900±6,37 <sup>a</sup>
NPE	12	8,7725±6,89 <sup>b</sup>
YHBPE	12	8,7975±6,93 <sup>b</sup>

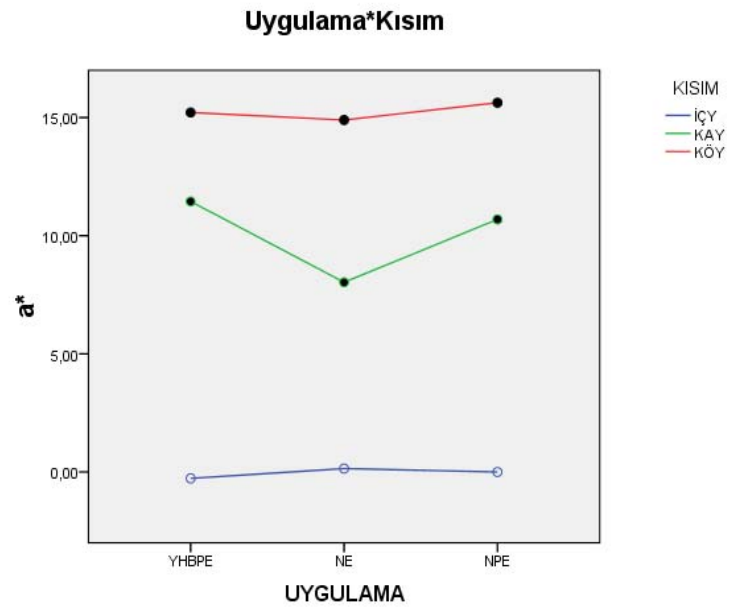
\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma

**Çizelge 4.10.** YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait h ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları\*

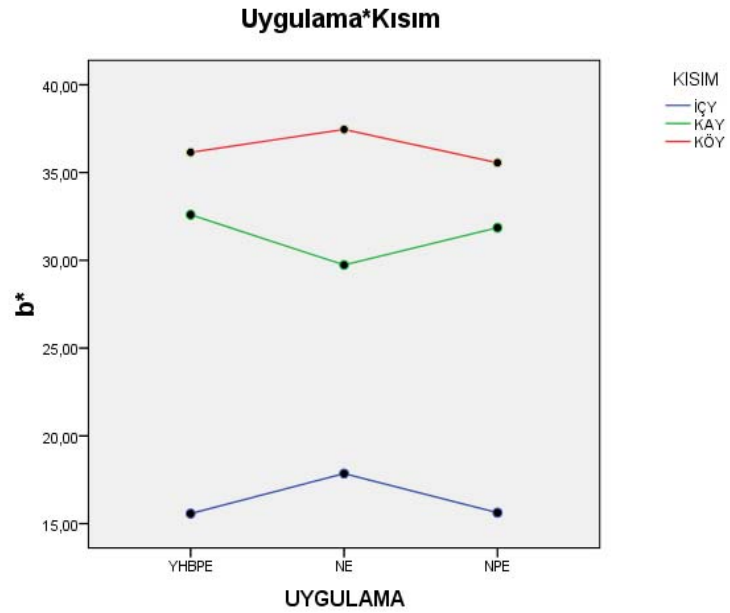
Uygulama	N	H
NPE	12	75,9325±10,76 <sup>a</sup>
YHBPE	12	76,2825±11,02 <sup>a</sup>
NE	12	77,6283±9,36 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma

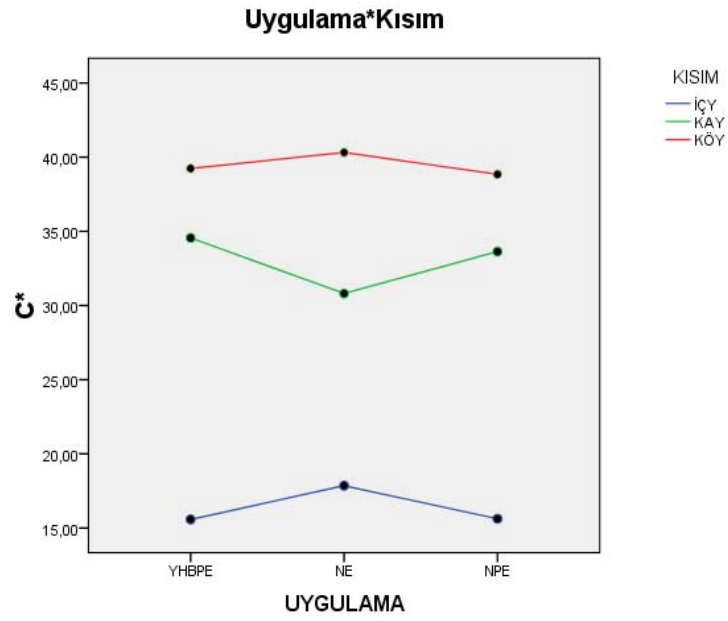
Çizelge 4.10'a göre NE, hue açısını gösteren en yüksek h değerine sahip olmuştur. NPE ve YHBPE h değerinde NE'den önemli bir farklılığa sahiptir (p<0,05). Yapılan varyans analizi sonucunda Uygulama x kısım interaksiyonlarında a\*, b\*, C\* ve h özellikleri p<0,05 düzeyinde önemli çıkmıştır. Bu interaksiyonlar sırasıyla Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'de gösterilmiştir.



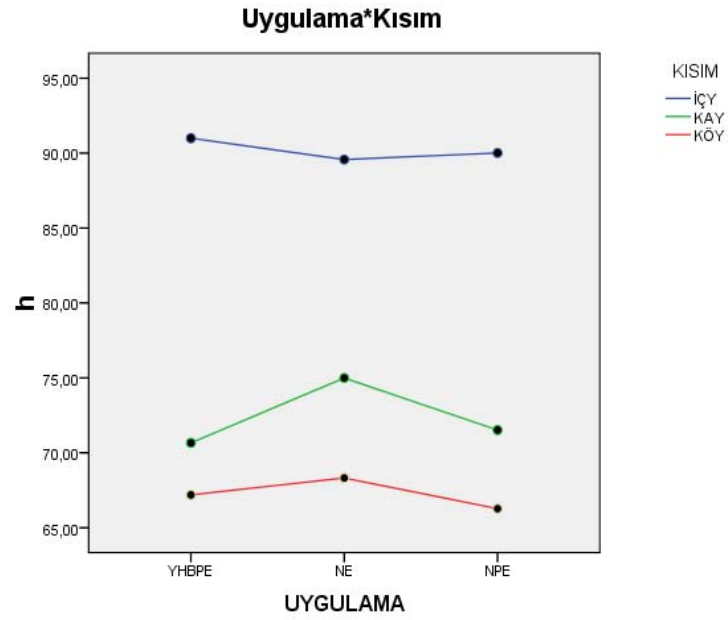
**Şekil 4.3.** Renk özelliklerinden a\* değerine ait uygulama x kısım interaksyonu



**Şekil 4.4.** Renk özelliklerinden b\* değerine ait uygulama x kısım interaksyonu



Şekil 4.5. Renk özelliklerinden C\* değerine ait uygulama x kısım interaksiyonu



Şekil 4.6. Renk özelliklerinden h değerine ait uygulama x kısım interaksiyonu

### **4.3. Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Deneysel Analiz Sonuçları**

YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait deneysel analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Bu verilere uygulanan varyans analizinin sonuçları ise Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Varyasyon kaynaklarından olan uygulamaya göre; ölçülen özelliklerden rutubet, ekmek ağırlığı, asitlik, kül, ve hacim değerlerinde  $p < 0,05$  düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

En yüksek rutubet ölçümü olan 38,795 değeri YHBPE’ye aittir. Basınç ile proteinlerin denatürasyonu hidrofobik interaksiyonlara bağlıdır. YHB sebebi ile peyniraltı suyu proteinlerindeki hidrofobik bağlar denatürasyona uğrarlar. Proteinler hidrofilik özellik kazanarak su bağlarlar. Bu şekilde rutubet miktarında artış meydana gelebilir.

Yüksek hidrostatik basınç uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmeklerde kabuk iç oranı diğer ekmeklere göre düşük bulunmuştur. En yüksek kabuk iç oranını 0,763 ile NE göstermiştir. NPE 148,480 g ile en yüksek ekmek ağırlığına sahiptir. Literatürde %10 ve %20 düzeylerinde peyniraltı suyu katkısının ekmek ağırlığı üzerinde arttırıcı etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Cobb 1976).

YHBPE’in kül oranı 2,215 olarak bulunmuştur. Bu değer NE’nin sahip olduğu kül değerinden düşüktür. Bunun nedeni olarak YHBPE’nin sahip olduğu yüksek rutubet oranı gösterilebilir.

**Çizelge 4.11.** YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait deneysel analiz sonuçları\*

Uygulama	Rutubet (%)	Kabuk İç Oranı	Ekmek Ağırlığı (g)	Asitlik (ml)	Kül (%)	Tuzsuz Kül (%)	Hamur Verimi (%)	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Spesifik Hacim (cm <sup>3</sup> /g)
NE	37,635±0,03	0,763±0,00	143,47±1,53	2,850±0,07	2,280±0,01	0,545±0,03	166,630±0,32	355,00±0,00	2,474±0,03
NPE	37,620±0,00	0,712±0,00	148,48±1,53	3,715±0,05	2,285±0,01	0,533±0,00	169,415±1,83	377,50±3,53	2,543±0,05
YHBPE	38,795±0,01	0,626±0,00	148,20±0,18	3,820±0,03	2,215±0,01	0,525±0,01	171,320±1,46	365,00±0,00	2,463±0,00

\*Verilen değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır±standart sapma

**Çizelge 4.12.** YHB uygulanmış PAS ilaveliekmek uygulamalarının deneysel analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Rutubet		Kabuk İç Oranı		Ekmek Ağırlığı		Asitlik		Kül		Tuzsuz Kül		Hamur Verimi		Hacim		Spesifik Hacim	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Uygulama	2	0,91	2097,3*	0,01	-	15,83	10,07*	0,57	206,08*	0,003	30,5*	0,00	0,47	11,13	5,98	254,2	61*	0,004	3,45
Hata	3																		

\*p<0,05 düzeyinde önemli

#### 4.4.Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Duyusal Analiz Sonuçları

YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarının duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Bu verilere uygulanan varyans analizinin sonuçları ise Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Varyasyon kaynaklarından olan uygulamaya göre; ekmek özelliklerinden kabuk, simetri ve renk değerlerinde  $p < 0,05$  düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Söz konusu özelliklerde uygulamaya ait kabuk ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.15'de, simetri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.16'da, renk ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir.

**Çizelge 4.13.** YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait duyusal analiz sonuçları\*

Uygulama	Ekmek İçi Yapısı	Kabuk	Simetri	Tat	Koku	Renk
NE	3,7±0,95	3,2±0,92	3,1±0,57	3,4±1,07	3,6±1,17	2,9±0,99
NPE	4,4±0,70	4,1±0,88	4,1±0,57	3,8±0,79	3,7±1,06	4±1,05
YHBPE	3,5±0,97	4,4±0,70	4,2±0,42	4±1,15	4,1±0,99	3,9±0,99

\*verilen değerler 10 tekrürün ortalamasıdır±standart sapma

**Çizelge 4.14.** YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarının duyusal analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Ekmek İçi Yapısı		Kabuk		Simetri		Tat		Koku		Renk	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Uygulama	2	2,23	2,87	3,9	5,57*	3,7	13,5*	0,93	0,9	0,7	0,6	3,7	3,59*
Hata	27												

\* $p < 0,05$  düzeyinde önemli

Çizelge 4.15'e göre kabuk özelliğinde en düşük puanı alan uygulama NE'dir. En yüksek puanı ise YHBPE almıştır. Bu durum panelistlerin kabuk olarak en çok YHBPE'ibeğendiklerini göstermektedir.

**Çizelge 4.15.** YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait kabuk ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

Uygulama	N	Kabuk
NE	10	3,20±0,92 <sup>a</sup>
NPE	10	4,10±0,88 <sup>b</sup>
YHBPE	10	4,40±0,70 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar  $p<0,05$  düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma

Duyusal analizde puanlandırılan parametrelerden olan simetri özelliğinde en yüksek puanı YHBPE almıştır. NE 3,10 değeri ile simetri özelliğinde en düşük puana sahip olmuştur.

**Çizelge 4.16.** YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait simetri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

Uygulama	N	Simetri
NE	10	3,10±0,57 <sup>a</sup>
NPE	10	4,10±0,57 <sup>b</sup>
YHBPE	10	4,20±0,42 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar  $p<0,05$  düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma

Panelistler tarafından puanlandırılan ekmeklerin renk özelliklerinde en düşük puana beklenildiği gibi NE sahip olmuştur. YHBPE ve NPE daha yüksek puanlar almışlardır. Bunun nedeni peyniraltı suyunda bulunan laktozun ekmek kabuğunda indirgen şeker özelliği nedeniyle renk pigmentasyonuna sebep olarak daha koyu renkte bir görüntü oluşturmasıdır.

**Çizelge 4.17.** YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait renk ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

Uygulama	N	Renk
NE	10	2,90±0,99 <sup>a</sup>
YHBPE	10	3,90±0,99 <sup>b</sup>
NPE	10	4,00±1,05 <sup>b</sup>










\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar  $p < 0,05$  düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma

#### 4.5. Yüksek Hidrostatik Basınç Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarındaki Ekmek İç Yapısının Mikroskop Altındaki Görüntüsü

YHB uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmek uygulamalarında ekmek iç yapısının mikroskop altında çekilen görüntüleri Çizelge 4.18’de verilmiştir. YHB uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmek uygulamalarındaki ekmek dilimlerinin genel görüntüsü EK 2’de verilmiştir. Ayrıca yapılan denemede ekmeklerin fırından çıktıktan sonraki genel görüntüsü EK 4’de verilmiştir.



**Çizelge 4.18.** YHB uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarındaki ekmek iç yapısının mikroskop altındaki görüntüsü

UYG.	24.Saat	48. Saat	120. Saat
NE			
NPE			
YHBP E			

#### 4.6. Mikrofluidizer ve Ultrasound Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Tekstür Analiz Sonuçları

Mikrofluidizer (M) ve ultrasound (U) uygulanmış PAS ilaveli ekmek pişirme denemelerinin tekstür analiz sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir. Bu verilere uygulanan varyans analizlerinin sonuçları ise Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Varyasyon kaynaklarından olan uygulama, sertlik ve çiğnenebilirlik üzerinde etkili olmuştur (Çizelge 4.20). Sözkonusu ekmek özelliklerinde uygulamaya ait sertlik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.21’de, çiğnenebilirlik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

**Çizelge 4.19.** M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait tekstür analiz sonuçları\*

Uygulama	Süre (Saat)	Sertlik (N)	Yapışkanlık	Elastikiyet (mm)	Çiğnenebilirlik (Nmm)
NE	24	9,386±0,81	0,531±0,02	5,359±0,22	26,765±3,50
NE	48	24,504±0,49	0,466±0,15	5,756±0,39	65,898±7,60
NE	72	22,805±0,27	0,431±0,04	5,594±0,62	54,632±2,61
NPE	24	8,337±0,37	0,570±0,01	5,372±0,63	25,494±2,54
NPE	48	14,840±0,96	0,426±0,15	5,147±0,27	32,606±3,65
NPE	72	28,910±0,23	0,447±0,23	5,172±0,51	66,773±2,84
MPE	24	14,146±1,50	0,548±0,01	5,125±0,21	39,769±5,16
MPE	48	13,836±1,84	0,501±0,02	5,507±0,44	37,972±3,71
MPE	72	19,747±1,57	0,442±0,00	5,404±0,19	47,074±3,25
UPE	24	7,933±0,31	0,552±0,02	5,583±0,42	24,473±2,90
UPE	48	18,459±1,07	0,472±0,01	5,426±0,39	47,420±6,34
UPE	72	24,667±1,82	0,428±0,02	5,514±0,48	57,926±1,94

\*verilen değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır±standart sapma

**Çizelge 4.20.** M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarının tekstür analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Sertlik		Yapışkanlık		Elastikiyet		Çiğnenebilirlik	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Uygulama (A)	3	13,707	11,12*	0,001	2,009	0,214	1,349	113,59	6,55*
Süre (Saat) (B)	2	598,24	485,5*	0,042	115,53*	0,030	0,191	2303,5	132,89*
AxB	6	62,373	50,62*	0,002	4,370*	0,090	0,57	440,88	25,435*
Hata	24								

\*p<0,05 düzeyinde önemli

Daha öncede belirtildiği gibi tekstür cihazında ölçümü yapılan değerlerden sertlik ifadesi, gıda maddesinin yapısında belirli bir deformasyonu sağlamak için uygulanması gereken kuvvet olarak; elastikiyet ifadesi, gıda maddesinin üzerindeki deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra kendini toparlayarak deformasyondan önceki haline dönme hızı olarak; yapışkanlık ifadesi, gıda maddesinin yapısını oluşturan iç bağların gücünü gösteren ifade olarak; çiğnenebilirlik ifadesi ise katı özellikte bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerji olarak tanımlanmaktadır (Szczeniak 1963; Bourne 1978).

MPE 15,90989sertlik değeri ile en yumuşak ekmek olarak bulunmuştur. NE, diğer tüm örnek tiplerinden daha yüksek bir değer olarak en sert ekmek olmuştur. Ultrasound uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmek ve normal peyniraltı suyu ilaveli ekmek arasında sertlik değerleri p<0,05 düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Ancak ultrasound ve mikrofluidizer sistemleri karşılaştırıldığında; mikrofluidizer uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmek sertlik özelliğinde en düşük değeri vermiştir. Yani ultrasound uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmek daha sert yapıdadır.

**Çizelge 4.21.** M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait sertlik ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

Uygulama	N	Sertlik
MPE	9	15,90989±3,21 <sup>a</sup>
UPE	9	17,01967±7,40 <sup>b</sup>
NPE	9	17,36267±9,12 <sup>b</sup>
NE	9	18,89811±7,19 <sup>c</sup>

\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar  $p<0,05$  düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma

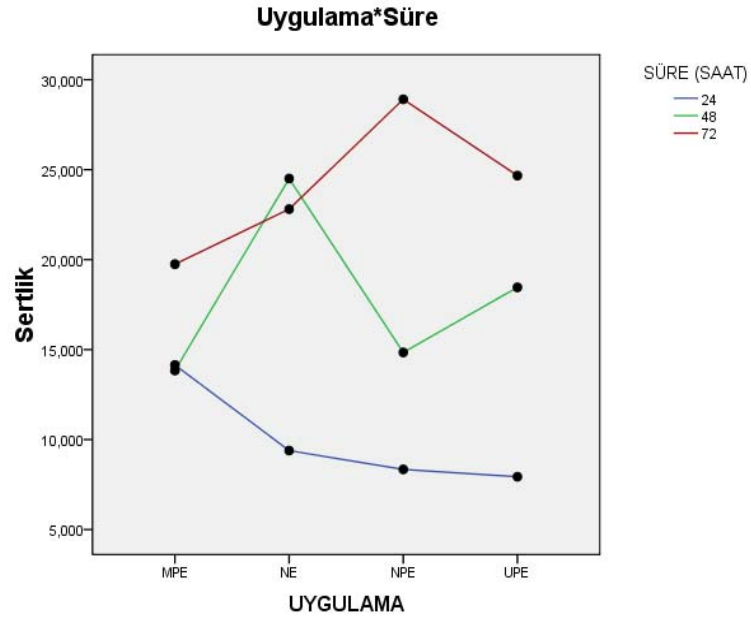
Çizelge 4.22'ye göre MPE, NPE ve UPE'nin kendi aralarında çiğnenebilirlik değerleri  $p<0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur. NE ise diğer tüm uygulamalardan  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahiptir. En sert ekmek olan NE'in beklendiği gibi ağza alındığında çiğnenmek için daha fazla enerjiye ihtiyacı olmaktadır.

**Çizelge 4.22.** M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait çiğnenebilirlik ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

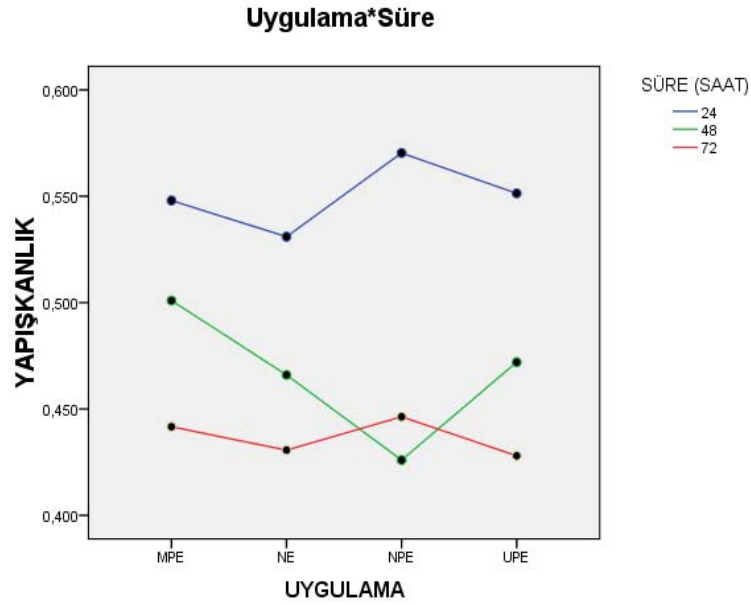
Uygulama	N	Çiğnenebilirlik
MPE	9	41,60467±5,49 <sup>a</sup>
NPE	9	41,62433±19,29 <sup>a</sup>
UPE	9	43,27322±15,25 <sup>a</sup>
NE	9	49,09844±17,99 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar  $p<0,05$  düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma

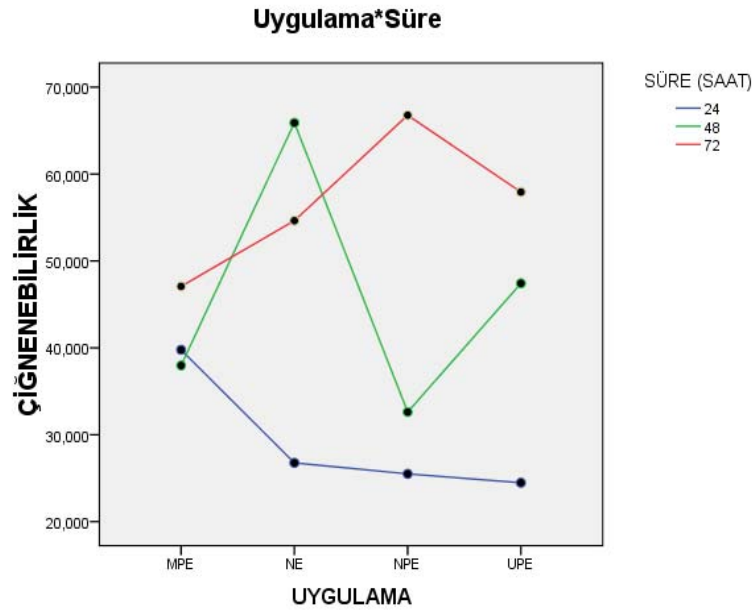
Yapılan varyans analizi sonucunda uygulama x süre interaksiyonlarında sertlik, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik özellikleri  $p<0,05$  düzeyinde önemli çıkmıştır. Bu interaksiyonlar sırasıyla Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da gösterilmiştir.



**Şekil 4.7.** Ekmek özelliklerinden sertlik değerine ait uygulama x süre interaksyonu



**Şekil 4.8.** Ekmek özelliklerinden yapışkanlık değerine ait uygulama x süre interaksyonu



**Şekil 4.9.** Ekmek özelliklerinden çiğnenebilirlik değerine ait uygulama x süre interaksyonu

#### 4.7.Mikrofluidizer ve Ultrasound Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Renk Analiz Sonuçları

M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek pişirme denemelerinde renk analiz sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir. Bu değerlere uygulanan varyans analizinin sonuçları ise Çizelge 4.24'te verilmiştir.

Varyasyon kaynaklarından olan uygulamane göre ölçülen renk özelliklerinden  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $h$  değerlerinde  $p < 0,05$  düzeyinde önemlifarklılıklar tespit edilmiştir. Sözkonusu renk özelliklerinde uygulamane ait  $L^*$  ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.25'de,  $a^*$  ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.26'da,  $h$  ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.27'de verilmiştir.

**Çizelge 4.23.**M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait renk analiz sonuçları\*

Uygulama	Kısım	L*	a*	b*	C*	H
NE	KÖY	59,99±2,46	13,06±1,01	35,27±0,35	37,61±0,66	69,69±1,29
NE	KAY	65,41±2,19	7,72±0,87	28,72±2,38	29,74±2,52	74,98±0,49
NE	İÇY	69,20±0,55	0,27±0,10	14,88±0,52	14,88±0,52	88,96±0,35
NPE	KÖY	56,44±3,29	14,74±1,02	35,82±1,44	38,75±1,09	67,60±2,08
NPE	KAY	61,87±1,11	9,82±0,70	29,81±1,13	31,39±1,14	71,78±1,26
NPE	İÇY	69,28±1,63	0,35±0,06	15,59±0,53	15,59±0,53	88,72±0,19
MPE	KÖY	57,46±2,43	13,50±0,44	35,42±0,90	37,91±0,90	69,13±0,67
MPE	KAY	66,16±1,69	7,62±1,08	28,92±1,11	29,91±1,33	75,28±1,52
MPE	İÇY	68,50±1,26	0,25±0,11	14,86±0,61	14,86±0,61	89,05±0,41
UPE	KÖY	57,08±0,36	14,77±0,40	36,38±0,44	39,26±0,55	67,91±0,32
UPE	KAY	65,87±1,68	6,62±1,08	28,10±0,80	28,88±1,02	76,79±1,75
UPE	İÇY	67,93±1,53	0,31±0,03	15,37±0,13	15,37±0,14	88,84±0,11

\*Verilen değerler 4 tekerrürün ortalamasıdır±standart sapma

**Çizelge 4.24.**M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarının renk analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	L*		a*		b*		C*		h	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Uygulama (A)	3	11,317	3,265*	4,24	8,42*	1,448	1,337	3,234	2,739	9,884	8,44*
Kısım (B)	2	495,93	143,1*	756,4	1503*	1752,1	1618*	2209,3	1871*	1736,8	1484*
AxB	6	7,962	2,297	2,99	5,94*	1,030	0,95	1,979	1,676	5,939	5,07*
Hata	36										

\*p<0,05 düzeyinde önemli

Ekmek renginin açıklığı ve koyuluğu hakkında bilgi veren L\* değerinin Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre en koyu renge sahip ekmek NPE olmuştur. NE ise

en açık renge sahip ekmektir. UPE ve MPE arasında L\* değerleri  $p<0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.25.** M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait L\* ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

Uygulama	N	L *
NPE	12	62,5325±5,85 <sup>a</sup>
UPE	12	63,6267±5,06 <sup>ab</sup>
MPE	12	64,0400±5,24 <sup>ab</sup>
NE	12	64,8675±4,32 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar  $p<0,05$  düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma

Ekmek kabuğunun kırmızılığı hakkında fikir veren a\* değerleri ortalamalarına uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; NE, UPE ve MPE'nin a\* değerleri NPE'e göre daha düşüktür. Söz konusu olan durum NPE'in diğer ekmek tiplerine göre kırmızıya daha yakın bir kabuk renginde olduğunu göstermektedir. Bunun sebebi peyniraltı suyunda bulunan laktozun indirgen şeker özelliği nedeniyle renk pigmentasyonuna neden olmasıdır. Peyniraltı suyuna uygulanan ultrasound ve mikrofluidizer uygulamaları laktozun bu işlevini ortadan kaldırmış olduklarını ifade edebiliriz.

**Çizelge 4.26.** M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait a\* ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

Uygulama	N	a*
NE	12	7,0167±5,52 <sup>a</sup>
MPE	12	7,1258±5,69 <sup>a</sup>
UPE	12	7,2333±6,21 <sup>a</sup>
NPE	12	8,3008±6,27 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar  $p<0,05$  düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma



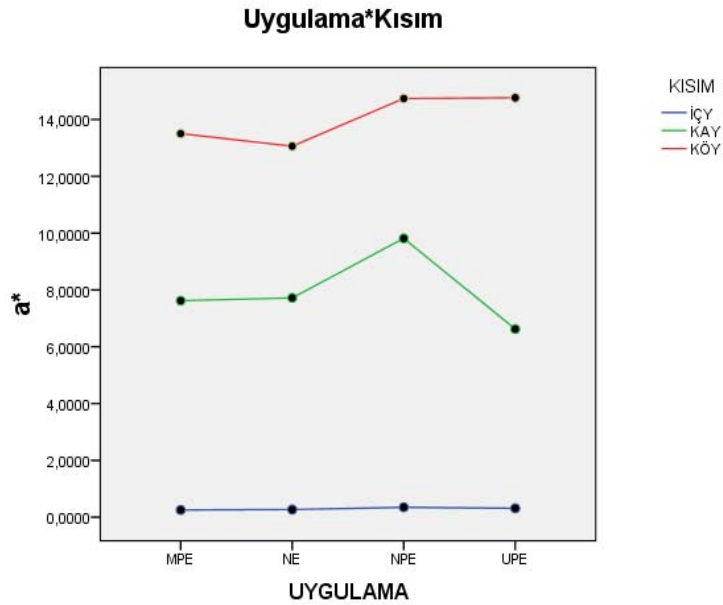
Çizelge 4.27'ye göre NPE sahip olduğu  $h=76,032500$  değeri ile MPE, UPE ve NE'den  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir farklılık göstermektedir. MPE, UPE ve NE'nin  $h$  değerleri ise kendi aralarında  $p<0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.27.** M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına aith ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

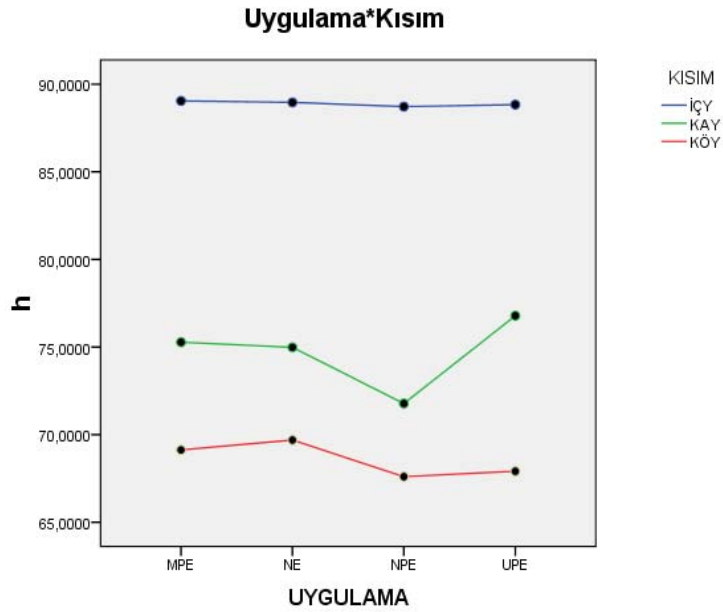
Uygulama	N	H
NPE	12	76,0325±9,62 <sup>a</sup>
MPE	12	77,8175±8,75 <sup>b</sup>
UPE	12	77,8442±9,01 <sup>b</sup>
NE	12	77,8792±8,52 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar  $p<0,05$  düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma

Yapılan varyans analizi sonucunda Uygulama x kısım interaksiyonlarında a\* ve h renk özellikleri  $p<0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu interaksiyonlar sırasıyla Şekil 4.12 ve Şekil 4.13'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.10.** Renk özelliklerinden a\* değerine ait uygulama x kısım interaksiyonu



**Şekil 4.11.** Renk özelliklerinden h değerine ait uygulama x kısım etkileşimi

#### 4.8. Mikrofluidizer ve Ultrasound Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Deneysel Analiz Sonuçları

M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarının deneysel analiz sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir. Bu değerlere uygulanan varyans analizinin sonuçları ise Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Varyasyon kaynaklarından olan uygulamaya göre; ölçülen özelliklerden rutubet, kabuk iç oranı, ekmek ağırlığı, asitlik, kül, tuzsuz kül ve hacim değerlerinde  $p < 0,05$  düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.28.** M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait deneysel analiz sonuçları\*

Uygulama	Rutubet (%)	Kabuk İç Oranı	Ekmek Ağırlığı (g)	Asitlik (ml)	Kül (%)	Tuzsuz Kül (%)	Hamur Verimi (%)	Hacim (cm <sup>3</sup> )	Spesifik Hacim (cm <sup>3</sup> /g)
NE	37,17±0,03	0,867±0,01	259,5±1,41	4,25±0,00	2,31±0,00	0,56±0,01	166,45±0,07	490±0,00	1,888±0,01
NPE	35,54±0,42	0,7459±0,03	258,375±0,18	4,8±0,07	2,405±0,01	0,655±0,01	166,545±0,32	482,5±3,54	1,867±0,01
MPE	37,91±0,07	0,6818±0,02	257,255±0,22	4,95±0,07	2,415±0,01	0,665±0,01	166,3±0,47	470±7,07	1,827±0,03
UPE	38,49±0,08	0,6649±0,00	261,265±0,33	3,95±0,07	2,445±0,01	0,695±0,01	167,135±0,29	482,5±3,54	1,847±0,01

\*verilen değerler 2 tekerrürün ortalamasıdır±standart sapma

**Çizelge 4.29.** M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarının deneysel analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Rutubet		Kabuk İç Oranı		Ekmek Ağırlığı		Asitlik		Kül		Tuzsuz Kül		Hamur Verimi		Hacim		Spesifik Hacim	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Uygulama	3	3,275	959,8*	0,017	39,2*	5,85	10,69*	0,44	116,8*	0,007	181,7*	0,007	181,7*	0,27	2,62	137,5	7,333*	0,001	4,97
Hata	4																		

\*p<0,05 düzeyinde önemli

En yüksek rutubet oranına sahip ekmek UPE'dir. NPE ise en düşük rutubet oranını göstermiştir. Uygulama tiplerinden her biri rutubet ortalamalarında birbirlerinden  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bir farklılık ortaya koymuşlardır. MPE ve UPE, NPE'den daha yüksek rutubet oranına sahiptir.

Kabuk iç oranına ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; UPE ve MPE'nin sahip olduğu kabuk iç oranı ortalamaları birbirinden  $p < 0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Ancak bu iki uygulama NPE ve NE'den önemli bir farklılığa sahiptirler. En yüksek kabuk iç oranına sahip olan NE ise NPE'den kabuk iç oranı değerine göre önemli bir farklılık ortaya koymuştur.

MPE sahip olduğu ekmek ağırlığı ile NE ve UPE'den farklı olarak önemli bulunmuştur. UPE, en yüksek ekmek ağırlığına sahiptir. Buna karşın en düşük ekmek ağırlığı, MPE'ye aittir. MPE ve NPE'nin ekmek ağırlıklarının arasındaki fark önemsiz bulunmuştur.

Asitlik ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; UPE 3,95 asitlik değeri ile diğer ekmeklerden önemli bir farklılığa sahiptir. Aynı şekilde NE sahip olduğu 4,25 asitlik değeri ile diğer ekmeklerden önemli bir farklılık oluşturmaktadır. MPE ve NPE arasında ise asitlik değerleri önemsiz bulunmuştur.. En yüksek asitliğe sahip olan uygulama UPE iken en düşük asitliğe sahip olan uygulama MPE'dir.

NE en düşük kül oranına sahiptir ve bu oranla diğer örnek tiplerinden  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahip olmuştur. NPE ve MPE'nin sahip olduğu kül oranları  $p < 0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur. UPE en yüksek kül oranı göstermekle birlikte MPE'den  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahiptir.

NE en düşük tuzsuz kül oranı göstermiştir. UPE en yüksek tuzsuz kül oranına sahiptir ve diğer örnek tiplerinden önemli bir farklılığa sahiptir. NPE ve MPE ise sahip oldukları tuzsuz kül oranları karşılaştırıldıklarında önemsiz bulunmuştur.

En düşük hacim değerine sahip olan MPE diğer örnek tiplerinden  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahiptir NPE, UPE ve NE'nin sahip olduğu hacim değerleri arasında  $p < 0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuştur. En yüksek hacim değerini gösteren uygulama NE'dir.

#### **4.9.Mikrofluidizer ve Ultrasound Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarının Duyusal Analiz Sonuçları**

M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek pişirme denemelerinde duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.30'da verilmiştir. Bu değerlere uygulanan varyans analizinin sonuçları ise Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Varyasyon kaynaklarından olan uygulamaya göre; ekmek özelliklerinden ekmek içi yapısı ve tat değerlerinde  $p < 0,05$  düzeyinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Sözkonusu özelliklerde uygulamaya göre ekmek içi yapısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.32'de, tat ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Ekmek içi yapısına göre en düşük puanı alan NE, MPE ve UPE'den  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahiptir. Panelistlerekmek içi yapısına göre en yüksek puanı UPE'ye vermişlerdir. MPE ve UPE arasında ekmek içi yapısı değerleri önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.30.**M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait duyu analizi sonuçları\*

Uygulama	Ekmek İçi Yapısı	Kabuk	Simetri	Tat	Koku	Renk
NE	4±0,82	3,3±0,95	4±0,47	3,2±1,03	3,7±0,82	3,8±0,63
NPE	4,1±0,57	3,5±0,85	4,1±0,57	3,1±0,88	3,4±0,84	3,8±0,63
MPE	4,6±0,52	3,9±0,74	4,2±0,42	3,6±0,84	3,4±0,97	4,2±0,63
UPE	4,8±0,42	4±0,67	4,2±0,42	4,1±0,57	3,4±0,97	4,4±0,70

\*verilen değerler 10 tekrarin ortalamasidir±standart sapma

**Çizelge 4.31.** M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarının duyu analizi sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	SD	Ekmek İçi Yapısı		Kabuk		Simetri		Tat		Koku		Renk	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Uygulama	3	1,49	4,163*	1,09	1,67	0,09	0,41	2,07	2,9*	0,22	0,28	0,9	2,13
Hata	36												

\*p<0,05 düzeyinde önemli

**Çizelge 4.32.**M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına ait ekmek içi yapısı değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*

Uygulama	N	Ekmek İç Yapısı
NE	10	4,0±0,82 <sup>a</sup>
NPE	10	4,1±0,57 <sup>ab</sup>
MPE	10	4,6±0,52 <sup>bc</sup>
UPE	10	4,8±0,42 <sup>c</sup>

\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar p<0,05 düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma

Tat değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; en yüksek puanı alan UPE, NPE ve NE'den  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahip olmakla birlikte MPE ile arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Fermentasyon sırasında peyniraltı suyu ilaveli ekmeklerde uçucu aroma bileşiklerinde artış olmaktadır. Bu artış tüketici tarafından olumlu karşılanmaktadır.

**Çizelge 4.33.**M ve U uygulanmış PAS ilaveli ekmek uygulamalarına aittat değerleri ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test sonuçları\*








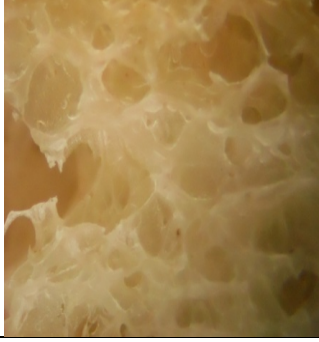




Uygulama	N	Tat
NPE	10	3,1±0,88 <sup>a</sup>
NE	10	3,2±1,03 <sup>a</sup>
MPE	10	3,6±0,84 <sup>ab</sup>
UPE	10	4,1±0,57 <sup>b</sup>

\*Farklı harfler ile işaretlenmiş olan ortalamalar  $p<0,05$  düzeyinde birbirinden farklıdır±standart sapma

#### 4.10. Mikrofluidizer ve Ultrasound Uygulanmış Peyniraltı Suyu İlaveli Ekmek Uygulamalarında Ekmek İç Yapısının Mikroskop Altındaki Görüntüsü

Mikrofluidizer ve ultrasound uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmek uygulamalarında ekmek iç yapısının mikroskop altındaki görüntüsü Çizelge 4.34'te verilmiştir. Mikrofluidizer ve ultrasound uygulanmış peyniraltı suyu ilaveli ekmek pişirme denemesindeki ekmek dilimlerinin genel görüntüsü EK 3'de verilmiştir.

**Çizelge 4.34.** M ve U uygulanmış PAS ilaveliekmek uygulamalarında ekmek iç yapısının mikroskop altındaki görüntüsü

Uyg.	24. saat	48. saat	120. saat
NE			
NPE			
MPE			
UPE			



## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada microfluidizasyon, ultrasound ve yüksek hidrostatik basınç uygulanmış peyniraltı suyunun %25 (un paçalının kaldırdığı suyun %25'i kastedilmektedir) oranında ilavesinin ekmeğin tekstür, renk ve bazı kalite parametreleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yapılan ekmek denemelerinde 24, 48 ve 72. saatlerde tekstür analizi yapılarak sertlik, elastikiyet, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik özellikleri karşılaştırılmıştır. Ekmeklerde renk ölçümü yapılarak  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C$  ve  $h$  değerleri mukayese edilmiştir. Yapılan ekmek denemelerinde deneysel analizler yapılarak rutubet, kabuk iç oranı, kül, tuzsuz kül, hacim, ekmek ağırlıkları, asitlik, spesifik hacim, hamur verimi özellikleri karşılaştırılmıştır. Son olarak yapılan ekmek denemelerinde ekmek içi yapısı, kabuk, simetri, tat, koku ve renk özellikleri üzerinden duyusal analiz yapılmıştır. Bu analizlerden elde edilen verilere uygulanan istatistiksel değerlendirmelere göre ( $p < 0,05$ ) alınan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

YHBPE ve NPE, tekstür analizi sonuçlarına göre sertlik değerlerinde NE'den  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahiptirler. En sert ekmek tipi NE'dir. Peyniraltı suyu katkısı ile ekmek sertliğinde görülen azalma ve 48-72. saat aralığında görülen sertlik artışı, normal ekmekte de yine bu süre dilimi arasında görülen sertlik artışına paralel bir seyir izlemiştir. YHBPE ve NPE, uygulanmış ekmeklerin sahip olduğu yapışkanlık değerleri NE değerlerine benzer sonuçlar verirken; YHBPE uygulaması, elastikiyet değerlerinde NPE ve NE'den önemli bir farklılık göstermiştir. En yüksek elastikiyet ortalamasına sahip olan ekmek tipi, YHBPE olmuştur. NE, çiğnenebilirlik değerleri ile NPE ve YHBPE'den önemli bir farklılık göstermiştir. 48. ve 72. saat sonraki elastikiyet ve çiğnenebilirlik değerleri 24. saat sonraki ölçümlere göre NE değerlerinden daha az değişkenlik göstermiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; MPE15,90989sertlik değeri ile en yumuşak ekmek tipi olarak bulunmuştur. UPE, Sertlik değerinde MPE'den  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahiptir. Sertlik 2 değerlerinde en sert ekmek tipi

16,24667 değeri ile NE olmuştur. 48. ve 72. saat sonraki sertlik ölçümlerinde çok belirgin bir farklılıkla UPE ve MPE'lerdeki sertlik değişimi NPE ve NE'lere göre daha az bir farkla değişmiştir. MPE, NPE ve UPE'nin kendi aralarında çiğnenebilirlik değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. NE, çiğnenebilirlik değerlerinde diğer tüm ekmek tiplerinden  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bir fark ortaya koymuştur. Yapışkanlık ve elastikiyet değerlerinde NE, NPE, UPE ve MPE arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur.

Ekmek renk değerlerinde ekmek renginin açıklık ve koyuluğu hakkında fikir veren  $L^*$  değeri ve kırmızılığı hakkında bilgi veren  $a^*$  değerleri istatistiksel olarak  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. NPE ve YHBPE sahip oldukları  $L^*$  değerleri ile NE'den  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bir farklılık göstermişlerdir. Peyniraltı suyu ilavesi ekmeğin kabuk ön yüzeyinde, kabuk arka yüzeyinde ve iç yüzeyinde rengi koyulaştırmıştır. NPE ve YHBPE'nin  $a^*$  değerlerinin NE'e göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. NE'in sahip olduğu  $h$  ortalaması NPE ve YHBPE'nin sahip olduğu  $h$  ortalamasından yüksektir. Aralarındaki fark  $p < 0,05$  düzeyinde önemlidir.

Renk analizinde ölçülen  $L^*$  değerlerine göre en koyu ekmek tipi NPE olmuştur. NE ise en açık renge sahip ekmek tipidir. UPE ve MPE arasında  $L^*$  değerinde  $p < 0,05$  düzeyinde önemsizdir. Ancak; NE'ye ait  $L^*$  değeri NPE, UPE ve MPE'nin sahip olduğu  $L^*$  değerine göre önemli bir farklılığa sahip olduğu tespit edilmiştir. NE, UPE ve MPE'nin  $a^*$  değerleri NPE'e göre daha düşüktür. Mikrofluidizer ve ultrasound uygulamaları laktozun renk üzerindeki etkisinin kısmen azalmasına yol açmışlardır. NPE diğer ekmek tiplerine göre kırmızıya daha yakın bir kabuk rengine sahiptir. NPE sahip olduğu  $h$  değeri ile diğer ekmek tipleri olan MPE, UPE ve NE'den  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahiptir. MPE, UPE ve NE ise kendi aralarında  $h$  değeri açısından  $p < 0,05$  düzeyinde önemsiz bulunmuşlardır.

Yapılan laboratuvar analizlerine göre YHBPE sahip olduğu rutubet oranı ile NE ve NPE'den  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bir farklılık göstermiştir. YHBPE en yüksek rutubet

oranına sahip ekmek olarak tesbit edilmiştir. Asitlik ve ekmek ağırlığı ölçümlerinde NE, NPE ve YHBPE'den önemli bir farklılık göstermiştir. En düşük kül oranına sahip olan YHBPE, NE ve NPE'den  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahiptir. NE sahip olduğu en düşük hacim ile YHBPE ve NPE'den önemli bir farklılık göstermiştir.

NE, NPE, UPE, MPE rutubet ortalamalarında birbirlerinden  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir fark ortaya koymuşlardır. MPE ve UPE, NPE'den daha yüksek rutubet oranına sahiptirler. MPE sahip olduğu ekmek ağırlığı ile NE ve UPE'den  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir farklılık göstermiştir. UPE en yüksek ekmek ağırlığına sahiptir. Buna karşın en düşük ekmek ağırlığının MPE'ye ait olduğu tespit edilmiştir. 3,95 ml ile en yüksek asitlik değerine sahip olan ekmek tipi UPE iken 4,95 ml ile en düşük asitliğe sahip olan ekmek tipi MPE olmuştur. UPE, en yüksek kül oranı göstermekle birlikte MPE'den  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahip olmuştur. NE, en düşük tuzsuz kül oranı göstermiştir ve bu oranla diğer ekmeklerden önemli bir farklılığa sahiptir. En düşük hacim değerine sahip olan MPE, diğer ekmek tiplerinden  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahiptir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre kabuk özelliğinde en düşük puanı alan ekmek tipi NE olurken en yüksek puanı ise YHBPE almıştır. Simetri özelliğinde en yüksek puanı YHBPE almıştır. NE simetri özelliğinde en düşük puana sahip olmuştur. YHBPE simetri özelliğinde NE ve NPE'den  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir farklılık göstermiştir. Renk özelliğinde en düşük puanı alan NE, NPE ve YHBPE'den  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahiptir. Ekmek içi yapısı, tat ve koku özelliklerinde ekmek tipleri önemsiz bulunmuştur.

Duyusal analiz sonuçlarına göre ekmek içi yapısına göre en düşük puanı alan NE, MPE ve UPE'den  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahiptir. Panelistler ekmek içi yapısına göre en yüksek puanı UPE'ye vermişlerdir. Tat değerlendirmelerine göre en yüksek puanı alan UPE, NPE ve NE'den  $p<0,05$  düzeyinde önemli bir farklılığa sahip olmakla birlikte MPE ile arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur.

Unlu mamüllerde kullanılacak süt sanayi yan ürünlerine YHB uygulamasının ürünlerin kalite özellikleri üzerinde ve bayatlama hadisesinin geciktirilmesi üzerinde olumlu etkilerini saptadığımız bu araştırmamızda kullandığımız basınç düzeyi değiştirilmek suretiyle yüksek hidrostatik basıncın PAS'daki bileşenler üzerinde yapacağı etkiler ayarlanmak yoluyla daha başarılı sonuçlara ulaşılması açıktır. Özellikle endüstriyel üretimde yaygınlıkla katkı olarak kullanılan PAS'larına tavsiye edilebilecek bir proses olduğunu söyleyebilmekteyiz.

Ultrasound (U) uygulaması enzim aktivitesinin inhibe edilmesinde, emülsiyon oluşturmada, oksidasyonun hızlandırılmasında ve pek çok alanda kullanılmaktadır. Mikrofluidizasyon (M) işlemi ise proteinlerin çözünebilirlikleri üzerine etkili olmaktadır. Özellikle U uygulamasının bayatlamanın geciktirilmesinde etkili olabileceği görülmektedir.

Tüketici tercihleri açısından PAS'na yapılan uygulamaların; yavan formulasyonlu halk tipi ekmek üretimini kabul edilebilir bir şekilde sonuçlandırması, hem ultrasound uygulamasının hem de mikrofluidizasyon uygulamasının YHB uygulamasında olduğu gibi ekmeğin karakteristik özelliklerini bozmadan ve hatta hamur verimi, ekmek hacmi, ekmek ağırlığı, renk tekstür gibi özelliklerini olumlu yönde etkilediği göz önüne alınarak özellikle de ekmek bayatlamasını geciktirecek uygulamalar olması bu konuda daha pek çok araştırmanın yapılabilirliğini ortaya koymaktadır.

**KAYNAKLAR**

- Altan, A., 1986. Tahıl İşleme Teknolojisi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No: 13, 107s.
- Altan, A., Özer, M.S., 1995. Küçük Ekmek Yapımında Bazı Katkı Maddelerinin Kullanılması, Gıda Dergisi, Sayı: 31, 43-47.
- Anonymous, 2001. Application note: Hunter L, a, b versus CIE 1976 L\*, a\*, b\*. Vol. 13, No. 2, Hunter Associates Laboratory, Inc., Virginia, 4p.
- Anonim, 2002. Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği. <http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2002-13.html>
- Anonymous, 2006. <http://www.jxau.edu.cn/shipin/news/THESIS1.DOC> (20.04.2006).
- Ardia, A., 2004. Process considerations on the application of high pressure treatment at elevated temperature levels for food preservation. Doktor der ingenieurwissenschaften, Fakultät III Prozesswissenschaften der Technischen.
- Bakel, Z.T. ve Bozoğlu, F., 1978. Peynir Suyu Proteinlerinden Faydalanma Yöntemleri. Gıda 3 (3):121.
- Barber, B., Ortola C., Barber, S., Fernandez F., 1992. Storage Of Packaged White Bread, Z. Lebens Unters Forsch 194: 442-449.
- Başpınar, S., 1995, Bazı Katkı Maddelerinin Unun Ekmekçilik Kalitesine Etkisi Üzerine Araştırmalar, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56 S. Ankara.
- Bourne MC. 1978. Texture Profile Analysis. Food Technology, 32 (7): 62-72.
- Cheftel, J.C. and Culioli, J., 1997. Effects of high pressure on meat: A review. Meat Science, 46, 211-236.
- Chemat and Kamran Khan, 2011. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. Ultrasonics Sonochemistry 18; 813-835
- Chmiel, J.F., 1997. Anti-Tumor Effects Of Dietary Whey Protein And It's Value For Head And Neck Cancer Patients , Proceeding Of The Second International Whey Conference Book, 310-315.
- Chumachenko, N.A., Markianova, L. M., Demchuk, A.P. And Roiter, I.M., 1974. The Effect Of Oxidizing And Reducing Agents On The Properties Of Dough And The Quality Of Bread. Khleboperkarnaya I Konditerskaya Promyshlennost No 5, 17. (Fsta 75-02m0162)
- Cobb, S.G., 1976. Alternatives To Nonfat Dry Milk. Bakers Digest 50 (2): 42.
- Considine, T., Patel, H. A., Anema, S. G., Singh, H., and Creamer, L. K. 2007. Interactions of milk proteins during heat and high hydrostatic pressure treatments-a review. Innovative Food Science and Emerging Technologies 8: 1-23.
- Dalgleish, D.G., Tosh, S. M., & West, S. 1996. Beyond homogenization: the formation of very small emulsion droplets during the processing of milk by a mikrofluidizer. Netherlands Milk and Dairy Journal, 50 (2), 135-148.
- D'apponia B. L., Morad M. M., 1980, Bread Staling, Cereal Chemistry And Technology, 58(3): 186-190.
- Demirci, M., Arıcı, M., 1989. Peyniraltı Suyunun Önemi, Hasad Dergisi 5(4):26-29.

- Demirci, M., Gündüz, H., 2000. Süt Teknoloğunun El Kitabı. Hasad Yayıncılık 3. Baskı.
- Eksi, A. ve Karadenizli, F., 1996, Gıda Zenginleştirme Yaklaşımı Ve Türkiye’de Uygulama Olanğı, J. Nutr. And Diet, 25 (2): 47-51.
- Elgün, A. 1981.Farklı Un Örneklerine L-Askorbik Asit İle Birlikte Katılan Peynir Suyu Tozunun Hamur Ve Ekmek Özelliklerine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma (Doktora Tezi)
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar, H.G., ( 1998 ). Tahıl Ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü Ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, No : 867, 238 S., Erzurum.
- Elgün, A. Ve Ertugay, Z., 2002, Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 718, Ziraat Fakültesi No: 297, Ders Kitapları Serisi No: 52, 407 S.
- Ercan, R., Seçkin, R., (1985 ). Bazı Katkı Maddelerinin Hamurun Fiziksel Özellikleri İle Ekmeğin Kalitesi Ve Bayatlamasına Etkileri Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Fasikül 1-2-3- 4’den Ayrı Basım. Ankara.
- Ertugay, Z., 1984, Un Lipidlerinin Önemi Ve Shortening Sistemlerinin Ekmek Kalitesine Etkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Dergisi, 32 (1): 101-108.
- FDA., 2000. Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing Technologies high pressure processing. U. S. Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition.
- Fikiin, K. A, 2003. Novelties of food freezing research in Europe and beyond. Technical University of Sofya, Bulgaria.
- Francis, F.J., 1998. Color Analysis in Food Analysis. S.S. Nielsen (Ed.), Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland, pp. 599-612.
- Galazka, V. B., Sumner, I. G. and Ledward, D.A., 1996. Changes in protein-protein and protein polysaccharide interactions induced by high pressure. Food Chemistry, 57, 393–398.
- García-Risco, M. R., Recio, I., Molina, E. And López-Fandiño, R., 2003. Plasmin activity in pressurized milk. Journal of Dairy Science, 86, 728–734.
- Gauri, K.K., 1997. Whey Processing Technology To Support Management Of Metabolic Diseases. Proceeding Of The Second International Whey Conference Book, 351-365.
- Gervilla, R., Ferragut, V., Guamis, B., 2001. High hydrostatic pressure effects on color and milk-fat globule of ewe’s milk. Journal of Food Science, 66, 6, 880–885.
- Giannou, V., Kessoglou, V. and Tzia, C. 2003.Quality and Safety Characteristics of Bread made from frozen dough.Journal of Food Engineering, 14: 99-108.
- Gökalp, H.Y., Işık, F. 1999. Peyniraltı Suyu ve Peyniraltı Suyu Tozunun Emülsiyon Özellikleri Ve Gıda Sanayisinde Bu Amaçla Kullanımları. Standart Dergisi 38(455), 61-72.
- Gülsün, M., Sahan, A., ( 1992 ). Peyniraltı Suyunun Özellikleri. Gıda (Gtd ) 13(4): 12-14.
- Hendrickx, M., Ludikhuyze, L., Van Den Broeck, I. and Weemaes, C., 1998. Effects of high pressure on enzymes related to food quality. Trends Food Science & Technology, 9, 197–203.
- Henry, J. V., Frith, W. J. Fryer, P.J., & Norton, I. T. 2008. Foods and Food Ingredients Journal. Japan, 213(3), 192-196

- Hite, B.H. 1899. The effect of pressure in the preservation of milk. Bull W V Univ. Agric. Exp. Sta., Morgantown, 58: 15-35.
- Hite, B.H., Giddings, N.J. and Weakly, C.E. 1914. The effects of pressure on certain microorganisms encountered in the preservation of fruits and vegetables. Morgantown. Bull WV Univ. Agric. Exp. Sta. Morgantown 146: 1-67 (in: Farkas and Hoover, 2000).
- Hugas, M., Garriga, M. and Monfort, J. M., 2002. New mild technologies in meat processing: high pressure as a model technology. Meat Science, 62, 359–371.
- Hug-Iten, S., Escher F., Conde Petit, B., 2003, Staling Of Bread: Role Of Amylose And Influence Of Starch-Degrading Enzymes, Cereal Chemistry, 80(6): 654-661.
- Hugunin, A.G., 1980. Whey. An Appportunity For The Baking Industry. Bakers Digest 54 (4): 8.
- Huppertz, T. Alan L. Kelly and Patrick F. Fox, 2002. Effects of High Pressure on Constituents and Properties of Milk. International Dairy Journal Vol.12, 561-572
- Huppertz, T., Fox, P. F. and Kelly, A. L., 2004a. High-pressure treatment of bovine milk: effects on casein micelles and whey proteins. Journal of Dairy Research, 71, 97–106.
- Huppertz T, Fox P F and Kelly A. L., 2004b. Plasmin activity and proteolysis in high pressure- treated bovine milk. Lait, 84, 297–304.
- Huppertz, T., Smiddy, M. A., Upadhyay, V. K. and Kelly, A. L., 2006. High-pressureinduced changes in bovine milk: a review. International Journal of Dairy Technology, 59, 2, 58-66.
- Inagaki, T., Seib, P., 1992, Firming Of Bread Crumb With Cross-Linked Waxy Barley Starch Substituted For Wheat Starch, Cereal Chemistry, 69: 321-326.
- Jambrak A.R., Timothy J.M., Vesna L., Zoran H., Ivana L. H. 2008. Effect Of Ultrasound Treatment On Solubility And Foaming Properties Of Whey Protein Suspensions. Journal Of Food Engineering 86; 281-287.
- Jambrak, A.R. et al. 2011. Rheological, Functional And Thermo-Physical Properties Of Ultrasound Treated Whey Proteins With Addition Of Sucrose Or Milk Powder. Journal Of Colloid And Interface Science Volume 171 Issue 2; 392-398)
- Jana AH, Upadhyay KG. 1993. A comparative study of the quality of Mozzarella cheese obtained from unhomogenized and homogenized bufalo milks. *Cultured Dairy Prod J*, 28: 16-22.
- Jung, S., De Lamballerie-Anton, M. and Ghoul, M., 2000a. Modifications of ultrastructure and myofibrillar proteins of post-rigor beef treated by high pressure. Food Science and Technology, 33, 313–319.
- Jung, S., Ghoul, M. and De Lamballerie-Anton, M., 2003. Influence of high pressure on the color and microbial quality of beef meat. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 36, 625–631.
- Keenan TW, Moon TW, Pylerski DP. 1983. Lipid globules retain globule membrane material after homogenization. *J Dairy Sci*, 66: 196-203.
- Kırdar, S. 2001. Peyniraltı Suyu İçecekleri. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 5 (2), 154-164.
- Kielczewska K., Czerniexicz M., Michalak J., Brandt W., 2004. The effect of high pressure on nitrogen compounds of milk. Journal of Physics: Condensed Matter, 16:S, 1067–1070.

- Koçak, C., Aydemir, S. 1994. Süt Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın No:20, 46 Sayfa.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. And Çağlar, A., 1996. Süt Ve Mamulleri Muayene Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Yayınları No: 257, S.398, Erzurum
- Larsen, W.P., Hartzell, T.B. and Diehl, H.S. 1918. The effects of high pressure on bacteria. *J. Inf. Diseases* 22: 271-279 (in: Farkas and Hoover, 2000).
- Lauterborn W, Ohl CD. 1997. Cavitation bubble dynamics. *Ultrasonics Sonochemistry*, 4: 65-75.
- Lee W., Clark S., Swanson B.G. 2006. Functional Properties of High Hydrostatic Pressure Treated Whey Protein. *Journal of Food Processing and Preservation*. Vol 30; 488-501
- Leo'n, A., Dura'n, E., Benedito De Barber C., 1997, A New Approach To Study Starch Changes In Dough Baking Process And Bread Storage, *Zeitschrift Für Lebensmittel Untersuchung Und-Forschung A*, 204: 316-320.
- López-Fandiño, R., 2006a. High pressure-induced changes in milk proteins and possible applications in dairy technology. *International Dairy Journal*, 16, 1119–1131.
- Iordache M. and Jelen P., 2003. High pressure microfluidization treatment of heat denatured whey proteins for improved functionality. *Innovative Food Science Emerging Technologies*
- Malone, S. A., Wick, C., Shellhammer, T. H. And Courtney, P. D., 2003. High pressure effects on proteolytic and glycolytic enzymes involved in cheese manufacturing. *Journal Dairy Science*, 86, 1139–1146.
- Mar Villamiel and Peter de Jong (2000). Influence Of High-Intensity Ultrasound And Heat Treatment In Continuous Flow On Fat, Proteins, And Native Enzymes Of Milk. *J. Agric. Food Chem.* 48 (2);472-478
- Markianova, L.M., Domchuk, A.P, Chumachenko, N.A. And Roiter, J.M., 1975. The Effect Of Dried Whey On The Content Of Volatile Carbonyl Compounds In Bread And Semi-Manufactured Products. *Izvestiya Vyshikh Unhebnnykh Zvedenii, Pishohevaya Teknologiya* No 4, 25. (Fsta 76-10m1290).
- Mason, T.G., Wilking, J. N. Meleson, K., Chang, C.B., & Graves, S. M. 2006. *Journal Of Physics: Condensed Matter*, 18, R635-R666.
- Mason T.J., Lorimer JP. 2002. *Applied Sonochemistry: Uses of Power Ultrasound in Chemistry and Processing*, Wiley-VCH Weenheim, 303p.
- McCrea, C. H. 1994. Homogenization of milk emulsions –use of microfluidizer. *Journal of the Society of dairy Technology*, 47(1), 28-31.
- Metin, M. 1983. Süt Sanayisinde Peynir Suyunun Değerlendirilmesi. E.Ü. Müh. Fak. Gıda Müh. Bölümü Dergisi 1(1),151-169.
- Metzger LE, Mistry VV. 1994. A new approach using homogenization of cream in the manufacture of reduced fat Cheddar cheese. 1. Manufacture, composition, and yield. *J Dairy Sci*, 77: 3506-3515.
- Microfluidics 2011. *Manual of Mikrofluidizer*. Newton, MA, USA: Microfluidics Corp., USA.
- Molina-Garcia, A. D., Otero, L., Martino, M. N., Zaritzky, N. E., Arabas, J., Szczepek, J. And Sanz, P. D., 2004. Ice VI freezing of meat: Supercooling and ultrastructural studies. *Meat Science*, 66, 709–718.



- Murchie, L. W., Cruz-Romero, M., Kerry, J. P., Linton, M., Patterson, M.F., Smiddy, M. And Kelly, A.L., 2005. High pressure processing of shellfish: A review of microbiological and other quality aspects. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6, 257–270.
- Neduzhii SA. 1962. Investigation of emulsification brought by sonic and ultrasonic oscillations. *Soviet Physics-Acustics*, 7: 221-235.
- Olson, D. W., White, C. H., & Richter, R. L. 2004. Effect of pressure and fat content on particle sizes in microfluidized milk. *Journal of dairy science*, 87(10), 3217-3223.
- Öten, M., Ünsal, S., 2006, Şanlıurfa Yöresine Özgü “Tırnaklı Ve Açık Ekmeklerin Bazı Kimyasal Bileşimlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma”, Hr. Ü. Z. F. Dergisi, 10 (3/4):57-62.
- Özkaya, H., Gürses, Ö.L., 1986. Peyniraltı Suyu Tozunun Ununun Ekmeklik Kalitesine Etkisi Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, Cilt 34, Fas: 1-2-3-4. Ankara.
- Özkaya, H., 1992, Ekmeğin Beslenmedeki Önemi Ve Ekmek Türlerinin Sağlık Açısından Farklılıkları, Unlu Mamuller Dünyası 1 (5): 9-15.
- Paquin P. 1999. Technological properties of high pressure homogenisers: the effect of fat globules, milk proteins, and polysaccharides. *Int Dairy J*, 9: 329-335.
- Pinnamaneni, S., Das, N. G., & Das, S.K. 2003. Comparison of oil-in water emulsions manufactured by microfluidization and homogenization. *Pharmazie*, 58(8), 554-558.
- Pohlman W. F. 1994. Ultrasound uses for cookery, and to improve cooking, textural, sensory, and shelf-life stability properties of beef muscle. Kansas State University, Manhattan, Kansas
- Pomeranz, Y., 1971. *Wheat Chemistry And Technology*. American Association Of Cereal Chemists. St. Paul. Minnesota.
- Pomeranz, Y., 1987, *Modern Cereals Science And Technology*, Vch Publishers Inc. U. S. A. , 485s.
- Prehoda, K. E., Mooberry, E. S. and Markley, J. L., 1998. High pressure effects on protein structure. *Protein dynamics, function and design* Ed: Jardetzky, O. and Lefevre, J.-F., NATO ASI Series, Plenum Pressed, 59-86.
- Rademacher, B. and Hinrichs, J., 2006. Effects of high pressure treatment on indigenous enzymes in bovine milk: Reaction kinetics, inactivation and potential application. *International Dairy Journal*, 16, 655–661.
- Register, G.O., Belford, D.A., Goddard, C., Howart, G.S., Smithers, G.W. Copeland, A.C., Silva, K.S., Toneman, L.Z., 1997. Prospective Clinical Applications For A Growth Factor Extract From Whey. *Proceeding Of The Second International Whey Conference Book*, 333-337.
- Ribotta, P. D., 2004, *The Staling Of Bread: An X-Ray Diffraction Study*, 218: 219-223.
- Robin, O., Blanchot, V., Vuilleumard, J. C., & Paquin, P. 1992. Microfluidization of dairy model emulsions. 1. Preparation of emulsions and influence of processing and formulation on the size distribution of milk-fat globules. *Lait* 72 (6), 511-531.
- Robin, O., Remillard, N., & Paquin, P. 1993. Influence of major process and formulation parameters on microfluidized fat globule size distribution and

- example of a practical consequence. *Colloids and surfaces A-Physicochemical and engineering aspects*, 80(2-3), 211-222.
- Schultz, S., Wagner, G., Urban, K., & Ulrich, J. 2004. *Chemical Engineering and Technology*, 27 (4), 361-368.
- Scollard, P. G., Beresford, T. P., Needs, E. C., Murphy, P. M. and Kelly, A. L., 2000. Plasmin activity,  $\beta$ -lactoglobulin denaturation and proteolysis in high pressure treated milk. *International Dairy Journal*, 10, 835–841.
- Sharma SK, Dalgleish GD. 1993. Interactions between milk serum proteins and synthetic fat globule membrane during heating of homogenized whole milk. *J Agric Food Chem*, 41: 1407-1412.
- Singh, R. P., 2001. Technical elements of new and emerging non-thermal food technologies. [http://www.fao.org/ag/ags/agsi/nonthermal/nonthermal\\_1.htm](http://www.fao.org/ag/ags/agsi/nonthermal/nonthermal_1.htm)
- Smithers, G.W., McIntosh, G.H., Regester, G.O., Johnson, M.A., Royle, P.J. Le Leu, R.K., 1997. Anti Cancer Effects Of Dietary Whey Proteins. *Proceeding Of The Second International Whey Conference Book*, 306-310.
- Suzuki, A., Kim, K., Tanji, H. and Ikeuchi, Y., 1998. Effects of high hydrostatic pressure on postmortem muscle. *Recent Research Developments in Agricultural and Biological Chemistry*, 2, 307–331.
- Strawbridge, K. B., Ray, e., Hallett, F.R., Tosh, S. M., & Dalgleish, D. G. 1995. Measurement of particle-size distributions in milk homogenized by a mikrofluidizer- estimation of populations of particles with radii less-than 100 nm. *Journal of colloid and interface science*, 171 (2), 392-398.
- Szczesniak AS. 1963. Classification of textural characteristics. *J Food Sci*, 28: 385-389.
- Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO), 2008. Ekmek Tüketimi ve İlgili Tutum ve Davranışlar ile Ekmek İsrafı ve İsfaf Üzerinde Etkili Olan Faktörler Araştırması Sonuç Raporu, 8-11.
- Uzer, F., 1991. Ekmeklere Katılan Katkı Maddeleri ve Etkileri, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi, 86 S., Bursa.
- Üçüncü M. 2004. A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. Cilt-I. Meta Basım Matbaacılık, İzmir, Türkiye, 544s.
- Ünal S. S., 1981. Bazı Faktörlerin Hamur ve Ekmek Yapısına Etkileri. *Ege Üniversitesi, Gıda Fak. Dergisi*, 2, 117 – 131.
- Walstra P., Van Dijk H.J., Geurts T.J.. 1985. The syneresis of curd. I. General considerations and literature review. *Neth Milk Dairy J*, 39: 209-246.
- Walstra P. 1995. Physical chemistry of milk fat globules. In: *Advanced Dairy Chemistry-2: Lipids*, Fox PF (chief ed). London: Chapman & Hall Press, London, UK, pp. 131-178.
- Walstra P, Geurts TJ, Noomen A, Jellema A, van Boekel MAJS. 1999. *Dairy Technology: Principles of Milk, Properties and Processes*, Marcel Dekker, Inc. New York- Basel, USA, 726p.
- Webb B.H., Johnson, A.H., Alford J.A., 1974. *Fundamentals Of Dairy Chemistry*. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Wooster T.J., Golding, M., & Sanguansri, P. 2008. *Langmuir*, 24(22), 12758-12765.
- Ye, A., Anema, S. and Singh, H., 2004. High pressure– induced interactions between milk fat globule membrane proteins and skim milk proteins in whole milk. *Journal Dairy Science* . 87, 4013–4022.

- Yıldız N. ve Bircan, H. 1991. Araştırma ve Deneme Metotları Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları Yayın No:305 Erzurum, sayfa 266.
- Yöney Z., 1970. Süt ve Mamulleri. A.Ü.Z.F. Yayınları 421, Ankara
- Yuste J., Mor-Mur, M., Capellas, M. and Pla, R., 1999. Mechanically recovered poultry meat sausages manufactured with high hydrostatic pressure. Poultry Science, 78, 914–921.
- Zobel H. F., Kulp, K., 1996, The Staling Mechanism. Marcel Decker Inc. New York: 1-64.
- Zorba Ö. ve Kurt, Ş., 2005. Yüksek basınç uygulamalarının et ve et ürünleri kalitesi üzerine etkisi. YYÜ Veterinerlik. Fakültesi Dergisi, 16, 1, 71–76.

**EKLER****EK 1**

Panelistin;

20/04/2011

Adı /Soyadı:

<b>EkmekNo</b>	<b>Ekmek iç Yapısı (5)</b>	<b>Kabuk (5)</b>	<b>Simetri (5)</b>	<b>Tat (5)</b>	<b>Koku (5)</b>	<b>Renk (5)</b>
1200						
1201						
1202						
1203						

İmza:

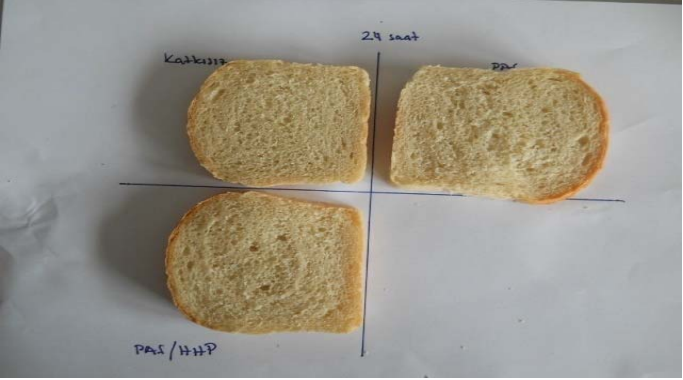
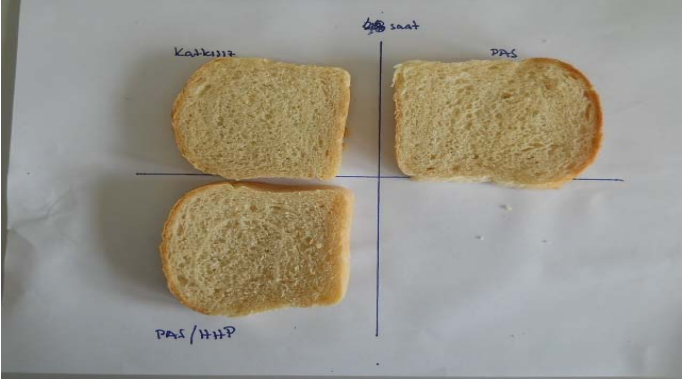

**1. Ekmek İçinin Muayenesi:** TS 5000 / Nisan 1987'ye ekmek içinin muayenesi, ekmek fırından çıktıktan 6 saat sonra keskin bir bıçakla ortasından kesilerek yapılır. İyi bir ekmekte renk farkı olmamalı, gözenek iyi teşekkül etmiş, küçük muntazam ve gözenek cidarları ince olmalıdır. Ekmeğin şekli muntazam olmalı, kesilmeden ve kesildikten sonra elle bastırıldığında süngerimsi olmalı, el çekildiğinde tekrar eski halini almalıdır.

**2. Tad ve Koku Muayenesi:** Ekmeğin koklanması ve çiğnenmesi suretiyle yapılır. Bu muayenede, ekmek lezzeti, kokusu ve bilhassa ekşiliği muayene edilir

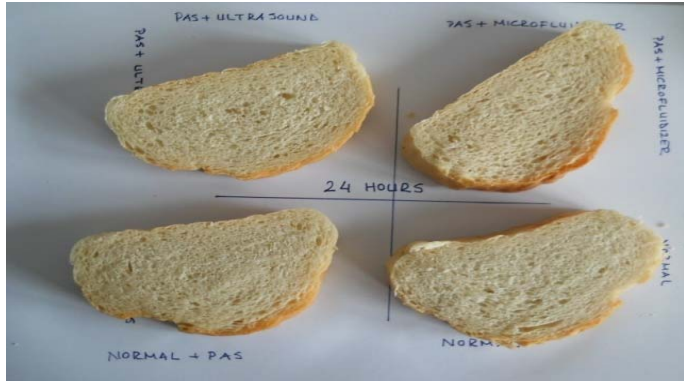
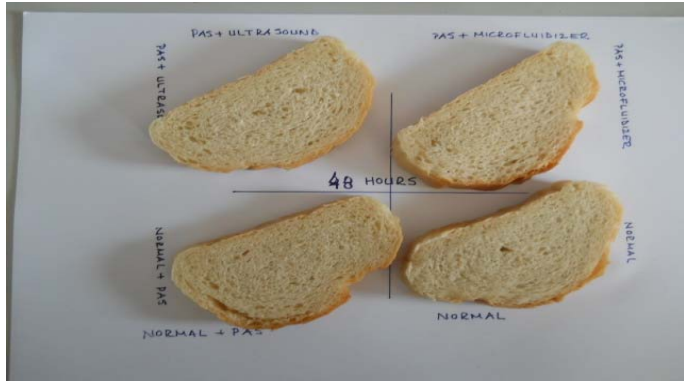
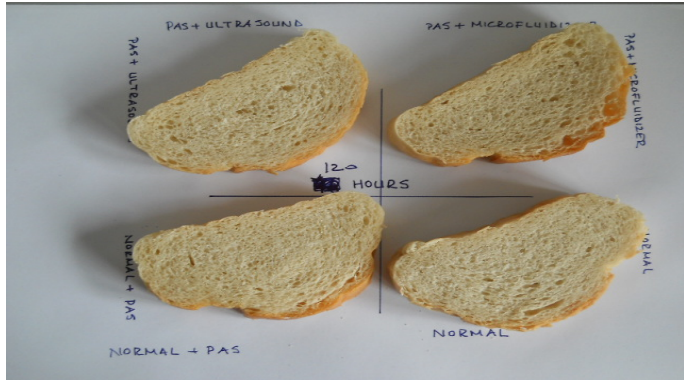
**3. Duyusal Özellikler:** Ekmek iyi pişmiş ve kabarmış, kendine has görünüm, koku ve lezzette, kesildiği zaman gözenekler normal büyüklükte ve homojen olmalı, süngerimsi ve içi yumuşak olmalı, çabuk ufalanmamalıdır. Tıkız, yanık, hamur, yapışkan, içinde un topları, iplikleşme, büyük yarıklar ve boşluklar olmamalı, ekmeğin içinde yabancı madde bulunmamalıdır. Alt ve üst kabukları iyi ve tam teşekkül etmiş ve iç kısmından ayrılmamış olmalıdır.

Puanlama 1-5 arası numaralar kullanılarak yapılacaktır.

## EK 2

SÜRE	GENEL GÖRÜNTÜ
24. saat	 <p>A photograph showing four slices of bread arranged in a 2x2 grid on a white surface. The top-left slice is labeled 'Katkısız', the top-right 'PAs', and the bottom-left 'PAs / HHP'. A vertical line is drawn between the two columns, and a horizontal line is drawn between the two rows. The text '24 saat' is written at the top center. The bread slices appear soft and slightly moist.</p>
48. saat	 <p>A photograph showing four slices of bread arranged in a 2x2 grid on a white surface. The top-left slice is labeled 'Katkısız', the top-right 'PAs', and the bottom-left 'PAs / HHP'. A vertical line is drawn between the two columns, and a horizontal line is drawn between the two rows. The text '48 saat' is written at the top center. The bread slices appear slightly drier and more yellowed compared to the 24-hour mark.</p>
120. saat	 <p>A photograph showing four slices of bread arranged in a 2x2 grid on a white surface. The top-left slice is labeled 'Katkısız', the top-right 'PAs', and the bottom-left 'PAs / HHP'. A vertical line is drawn between the two columns, and a horizontal line is drawn between the two rows. The text '120 saat' is written at the top center. The bread slices appear significantly drier and more yellowed, with some visible texture changes.</p>

## EK 3

SÜRE	GENEL GÖRÜNTÜ
24. saat	
48. saat	
120. saat	

**EK 4**



## ÖZGEÇMİŞ

09.09.1986 yılında Malatya'nın Pütürge ilçesinde doğdu. İlkokulu ve Ortaokulu İstanbul'da Tevfik İleri İlköğretim Okulu'nda okudu. Lise öğrenimine Rauf Denктаş Lisesi'nde başladı ve bu öğrenimini Fatih Kız Lisesi'nde tamamladı. 2004 ÖSS ile Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Altıntaş M.Y.O. Gıda Teknolojileri Bölümü'ne yerleşti. 2006 DGS ile Malatya İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimine devam etmeye hak kazandı. 2009 yılının Eylül ayında Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Staj deneyimleri (Ülker Çikolata ve Bisküvi A.Ş.'de Kalite Sağlama Laboratuvarı'nda, Besler Cimcik Yoğurdu ve Süt Ürünleri A.Ş.'de Süt Laboratuvarı'nda, Karen Un ve Unlu Mamuller A.Ş.'de Tatlı İmalathanesi'nde) haricinde hiçbir şekilde iş deneyimi bulunmamaktadır.

İrtibat Tel:0537 344 96 04