

**TRABZON VAKFIKEBİR EKMEĞİNİN
BAYATLAMASININ ÇEŞİTLİ
YÖNTEMLERLE TAKİBİ ve
FRANCALA EKMEĞİ İLE MUKAYESESİ**

**Kamil Emre GERÇEKASLAN
Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Yrd. Doç. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR**

**2006
Her hakkı saklıdır.**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TRABZON VAKFIKEBİR EKMEĞİNİN BAYATLAMASININ
ÇEŞİTLİ YÖTEMLERLE TAKİBİ ve
FRANCALA EKMEĞİ İLE MUKAYESESİ

Kamil Emre GERÇEKASLAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2006

Her Hakkı Saklıdır

Yrd. Doç. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR danışmanlığında, K. Emre GERÇEKASLAN tarafından hazırlanan bu çalışma/...../..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. M. Hikmet BOYACIOĞLU

İmza :

Üye :Yrd. Doç. Dr. H.Gürbüz KOTANCILAR

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. İhsan BAKIRCI

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylarım

(imza)

.....

Enstitü Müdürü

ÖZET

Y. Lisans Tezi

TRABZON VAKFIKEBİR EKMEĞİNİN BAYATLAMASININ ÇEŞİTLİ YÖNTEMLERLE TAKİBİ ve FRANCALA EKMEĞİ İLE MUKAYESESİ

Kamil Emre GERÇEKASLAN

Atatürk Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR

Bu çalışmada geleneksel yöntemle üretilen Trabzon Vakfikebir ekmeği ile Francala ekmeğinin, gramajları göz önünde tutularak, depolama süresince çeşitli özellikleri incelenmiş ve iki ekmeğin arasında mukayese yapılmıştır. Üretilen ekmeklerin kalitatif özellikleri incelenmiş, sonuç olarak; Trabzon Vakfikebir ekmeğinin doku, pH, ekmeğin içi çirilenme özellikleri, ekmeğin içi su tutma kapasitesi, nem içeriği, su aktivitesi ve sertlik bakımından Francala ekmeğinden daha iyi değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Ekmeğin gramajının artışıyla birlikte nem kaybının, pH değerinin ve sertliğin önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Francala ekmeğine nazaran Vakfikebir ekmeğinin nem içeriği ve doku özellikleri bakımından daha stabil olduğu gözlenmiştir.

2006, 103 sayfa

Anahtar Kelimeler: Ekşi hamur, Francala ekmeği, bayatlama, ekmeğin gramajı, depolama süresi, TPA, ekmeğin içi çirilenme özellikleri

ABSTRACT

Master Thesis

**THE DETERMINATION OF STALING RATE OF TRABZON
VAKFIKEBİR BREAD USING VARIOUS METHODS AND
COMPARING TO WHITE BREAD**

Kamil Emre GERÇEKASLAN

Atatürk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR

In this study, various properties of traditional Trabzon Vakfikebir and white bread (in presence of bread weight) were investigated and compared to each other. The qualitative properties of the produced breads were investigated. As a result of the study, it was determined that Trabzon Vakfikebir bread has better results than white bread in point of the texture, pH, pasting properties of bread crumb, hidration capacity of bread crumb, moisture content, water activity and firmness. It was also seemed that the loss of moisture, pH values and firmness decreased as bread weight increased. It was observed that Trabzon Vakfikebir bread was more stable than white bread in point of moisture content and texture properties.

2006, 103 pages**Keywords :** Sourdough, white bread, staling, bread weight, storage time, TPA, pasting properties of bread crumb

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve sonuçların yorumlanmasından Őahsımdan daha çok emeğinin geçtiğine inandığım ve her konuda bana destek olan değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. H. Gürbüz KOTANCILAR'a çok teşekkür ederim.

Bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım, manen büyük desteğini gördüğüm değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. M. Murat KARAOĞLU'na; çalıŐmalarım esnasında desteğini benden esirgemeyen Gıda Mühendisliği Bölüm BaŐkanı ve aynı zamanda Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanı olan Sayın Prof. Dr. Mükerrerem KAYA'ya teŐekkürü bir borç bilirim.

Bu zamana kadar maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen aileme Őükranlarımı sunarım.

Kamil Emre GERÇEKASLAN

Temmuz 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	11
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Un, su, tuz ve maya.....	20
3.1.2. Ekmek.....	21
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Un analizleri.....	21
3.2.2. Trabzon Vakfıkebir ve Francala ekmek üretim prosesi.....	21
3.2.2.a. Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin üretim prosesi.....	21
3.2.2.b. Francala ekmeğinin üretim prosesi.....	22
3.2.3. Ekmekte yapılan analizler.....	22
3.2.3.a. pH tayini.....	22
3.2.3.b. Ekmek içi, ekmek kabuğu ve kabuğa yakın bölgenin nem miktarının belirlenmesi.....	22
3.2.3.c. Su aktivitesi ölçümleri.....	23
3.2.3.d. Ekmek için su tutma (hidrasyon) kapasitesinin belirlenmesi.....	23
3.2.3.e. Penetrometre ile ekmek içi yumuşaklık değerinin belirlenmesi.....	23
3.2.3.f. Ekmek içinin doku özelliklerinin belirlenmesi.....	24
3.2.3.g. Ekmek içinin çirilenme özelliklerinin belirlenmesi.....	25
3.2.4. Deneme Planı.....	27
3.2.5. İstatistiksel Analizler.....	27

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	28
4.1. Ekmek İçi ve Ekmek Kabuğunun pH Değerleri.....	28
4.2. Ekmekte Nem Değeri.....	36
4.3. Ekmekte Su Aktivitesi.....	45
4.4. Ekmek İçinin Hidrasyon Kapasitesi ve Yumuşaklık Değerleri.....	52
4.5. Ekmek Doku Profil Analizi (Hardness = Sertlik, Cohesiveness = Yapışkanlık, Springiness = Esneklik, Chewiness = Çiğnenme, Gumminess = Sakızimsılık) Değerleri.....	60
4.6. Ekmek İçi Çirşlenme Özellikleri.....	77
5. SONUÇLAR.....	98
KAYNAKLAR.....	100
ÖZGEÇMİŞ.....	104

SİMGELER DİZİNİ

a_w	Su Aktivitesi
BU	Brabender Unit
cm	Santimetre
cm^2	Santimetrekare
dk	Dakika
g	Gram
J	Joule
kg	Kilogram
mm	Milimetre
N	Newton
$^{\circ}C$	Derece Santigrat
PB	Penetrasyon Birimi
s	Saniye

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Ekmeğin içinin çirşlendirilmesiyle elde edilen örnek bir amilogram kürvesi ve değerlerin gösterimi.....	26
Şekil 3.2.	Örnek bir TPA eğrisi.....	26
Şekil 4.1.	Ekmeğin içi pH değeri üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x ekmeğin gramajı interaksyonu.....	32
Şekil 4.2.	Ekmeğin kabuk pH değeri üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x ekmeğin gramajı interaksyonu.....	32
Şekil 4.3.	Ekmeğin içi pH değeri üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	33
Şekil 4.4.	Ekmeğin içi pH değeri üzerinde etkili olan ekmeğin gramajı x depolama süresi interaksyonu.....	35
Şekil 4.5.	Ekmeğin kabuk pH değeri üzerinde etkili olan ekmeğin gramajı x depolama süresi interaksyonu.....	35
Şekil 4.6.	Ekmeğin içi pH değeri üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x ekmeğin gramajı x depolama süresi interaksyonu.....	35
Şekil 4.7.	Ekmeğin kabuk pH değeri üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x ekmeğin gramajı x depolama süresi interaksyonu.....	35
Şekil 4.8.	Ekmeğin içi nem miktarı üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x ekmeğin gramajı interaksyonu.....	41
Şekil 4.9.	Ekmeğin kabuk kısmına yakın yerde nem miktarı üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x ekmeğin gramajı interaksyonu.....	41
Şekil 4.10.	Ekmeğin kabuğundaki nem miktarı üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x ekmeğin gramajı interaksyonu.....	41
Şekil 4.11.	Ekmeğin içi nem miktarı üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	43
Şekil 4.12.	Ekmeğin kabuk kısmına yakın yerde nem miktarı üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x depolama interaksyonu.....	43
Şekil 4.13.	Ekmeğin kabuğu nem miktarı üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x depolama interaksyonu.....	44
Şekil 4.14.	Ekmeğin içi nem miktarı üzerinde etkili olan ekmeğin gramajı x depolama interaksyonu.....	44
Şekil 4.15.	Ekmeğin kabuk kısmına yakın yerdeki su aktivitesi üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x gramaj interaksyonu.....	49
Şekil 4.16.	Ekmeğin kabuğundaki su aktivitesi üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x gramaj interaksyonu.....	49
Şekil 4.17.	Ekmeğin içi su aktivitesi değeri üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	50
Şekil 4.18.	Ekmeğin kabuğuna yakın yerdeki su aktivitesi değeri üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	50
Şekil 4.19.	Ekmeğin kabuğu su aktivitesi değeri üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	51
Şekil 4.20.	Ekmeğin içinin su aktivitesi üzerinde etkili olan ekmeğin gramajı x depolama süresi interaksyonu.....	52

Şekil 4.21.	Ekmeğin kabuk kısmına yakın yerde su aktivitesi üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonu.....	52
Şekil 4.22.	Ekmek içi hidrasyon kapasitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x gramaj interaksyonu.....	58
Şekil 4.23.	Ekmek içi yumuşaklık değeri üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x gramaj interaksyonu.....	58
Şekil 4.24.	Ekmek içi hidrasyon kapasitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	60
Şekil 4.25.	Ekmek içi yumuşaklık değeri üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	60
Şekil 4.26.	Ekmek içi sertlik miktarı üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.....	65
Şekil 4.27.	Ekmek içi esneklik üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.....	65
Şekil 4.28.	Ekmek içi sertlik üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	67
Şekil 4.29.	Ekmek içi yapışkanlık değeri üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	67
Şekil 4.30.	Ekmek içinin sertliği üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.....	69
Şekil 4.31.	Ekmek içi yapışkanlık değeri üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.....	69
Şekil 4.32.	Ekmek içinin esnekliği üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.....	69
Şekil 4.33.	Ekmek içi chewiness (çiğnenme) üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.....	74
Şekil 4.34.	Ekmek içi gumminess (sakızımsılık) üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.....	74
Şekil 4.35.	Ekmek içi chewiness (çiğnenme) üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	75
Şekil 4.36.	Ekmek içi gumminess (sakızımsılık) üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama interaksyonu.....	75
Şekil 4.37.	Ekmek içi chewiness (çiğnenme) üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonu.....	77
Şekil 4.38.	Ekmek içi gumminess (sakızımsılık) üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.....	77
Şekil 4.39.	Ekmek içi çirilenme sıcaklığı üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.....	82
Şekil 4.40.	Ekmek içi ikinci pik alanı üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.....	82
Şekil 4.41.	Ekmek içi ikinci pik alanı üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama interaksyonu.....	84
Şekil 4.42.	Ekmek içi çirilenme sıcaklığı üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.....	84
Şekil 4.43.	Ekmek içi pik viskozitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.....	89
Şekil 4.44.	Ekmek içi 15. dakika viskozitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.....	89

Şekil 4.45.	Ekmek içi pik viskozitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	91
Şekil 4.46.	Ekmek içi 15. dak viskozitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	91
Şekil 4.47.	Ekmek içi 50°C viskozitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.....	91
Şekil 4.48.	Ekmek içinin pik viskozitesi üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.....	93
Şekil 4.49.	Ekmek içi 15. dakika viskozite değeri üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.....	93
Şekil 4.50.	Ekmek içini 50°C üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.....	93

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Una ait analitik analiz sonuçları.....	20
Çizelge 3.2.	Mekaniksel tekstür parametrelerinin fiziksel ve duyuşal tanımlamaları....	25
Çizelge 4.1.	Farklı gramajlarda üretilen Trabzon Vakkıkebir ve Francala Ekmeklerinde depolama süresince belirlenen pH değęerlerine ait ortalamalar.....	28
Çizelge 4.2.	Farklı gramajlarda üretilen Trabzon Vakkıkebir ve Francala Ekmeklerinde depolama süresince belirlenen pH değęerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	29
Çizelge 4.3.	Ekmek çeşidi değışkenine ait pH değęerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	29
Çizelge 4.4.	Ekmek gramajı değışkenine ait pH değęerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	30
Çizelge 4.5.	Depolama süresi değışkenine ait pH değęerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	31
Çizelge 4.6.	Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonuna ait pH değęerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	31
Çizelge 4.7.	Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonuna ait pH değęerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	32
Çizelge 4.8.	Ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait ekmek içi ve kabuk pH değęerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	34
Çizelge 4.9.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakkıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmekteki nem değęerlerine ait analiz sonuçlarının ortalamaları.....	37
Çizelge 4.10.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakkıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmekteki nem değęerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	38
Çizelge 4.11.	Ekmek çeşidi değışkenine ait ekmek nem değęerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	38
Çizelge 4.12.	Ekmek gramajı değışkenine ait ekmek içi ve ekmek kabuğu nem değęerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	38
Çizelge 4.13.	Depolama süresi değışkenine ait ekmek nem değęerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	39
Çizelge 4.14.	Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonuna ait nem değęerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	40
Çizelge 4.15.	Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonuna ait nem değęerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	42
Çizelge 4.16.	Ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait nem değęerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	44
Çizelge 4.17.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakkıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanmaları sonucu ekmekteki su aktivitesi değęerlerine ait analiz sonuçlarının ortalamaları.....	45
Çizelge 4.18.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakkıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmekteki su aktivitesi değęerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	46

Çizelge 4.19.	Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmeklerin su aktivitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	47
Çizelge 4.20.	Ekmek gramajı değişkenine ait ekmeklerin su aktivitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	47
Çizelge 4.21.	Depolama süresi değişkenine ait ekmeklerin su aktivitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	48
Çizelge 4.22.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmek içinin hidrasyon kapasitesi ve ekmek içi yumuşaklık değerlerine ait analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.23.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmek içinin hidrasyon kapasitesi ve ekmek içi yumuşaklık değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	54
Çizelge 4.24.	Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içi hidrasyon kapasitesi ve yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	55
Çizelge 4.25.	Ekmek gramajı değişkenine ait ekmek içi hidrasyon kapasitesi ve yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	56
Çizelge 4.26.	Depolama süresi değişkenine ait ekmek içi hidrasyon kapasitesi ve yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	57
Çizelge 4.27.	Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonuna ait ekmek içi hidrasyon kapasitesi ve yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	57
Çizelge 4.28.	Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonuna ait ekmek içi hidrasyon kapasitesi ve yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	59
Çizelge 4.29.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanmaları sonucu ekmek içinin sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerlerine ait analiz sonuçlarının ortalamaları.....	61
Çizelge 4.30.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanmaları sonucu ekmek içinin sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	62
Çizelge 4.31.	Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içinin sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	62
Çizelge 4.32.	Ekmek gramajı değişkenine ait ekmek içinin sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	63
Çizelge 4.33.	Depolama süresi değişkenine ait ekmek içinin sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	64
Çizelge 4.34.	Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonuna ait ekmek içi sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	64
Çizelge 4.35.	Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonuna ait ekmek içi sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	66

Çizelge 4.36.	Ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait ekmek içi sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	68
Çizelge 4.37.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek için çığnenme, sakızimsılık değerler ait analiz sonuçlarının ortalaması.....	70
Çizelge 4.38.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmek içinde meydana gelen çığnenme ve sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	71
Çizelge 4.39.	Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içi çığnenme ve sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	72
Çizelge 4.40.	Ekmek gramajı değişkenine ait ekmek içi çığnenme ve sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	72
Çizelge 4.41.	Depolama süresi değişkenine ait ekmek içi çığnenme ve sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	73
Çizelge 4.42.	Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonuna ait çığnenme, sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	74
Çizelge 4.43.	Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonuna ait ekmeğin çığnenme, sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	75
Çizelge 4.44.	Ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait ekmeğin çığnenme, sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	76
Çizelge 4.45.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek içi bulamacının çirişlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerler ait analiz sonuçlarının ortalaması....	78
Çizelge 4.46.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmek içi bulamacının çirişlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	79
Çizelge 4.47.	Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içi çirişlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	80
Çizelge 4.48.	Ekmek gramajı değişkenine ait ekmek içi çirişlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	80
Çizelge 4.49.	Depolama süresi değişkenine ait ekmek içi çirişlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	81
Çizelge 4.50.	Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonuna ait çirişlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	81
Çizelge 4.51.	Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonuna ait ekmeğin çirişlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	83
Çizelge 4.52.	Ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait ekmeğin çirişlenme sıcaklığı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	84

Çizelge 4.53.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek içinin pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerlerine ait analiz sonuçlarının ortalamaları.....	85
Çizelge 4.54.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek içinin pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	86
Çizelge 4.55.	Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içinin pik viskozitesi ve 15. dakika viskozitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	87
Çizelge 4.56.	Ekmek gramajı değişkenine ait ekmek içinin pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	87
Çizelge 4.57.	Depolama süresi değişkenine ait ekmek içinin pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	88
Çizelge 4.58.	Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonuna ait ekmek içinin pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	89
Çizelge 4.59.	Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonuna ait ekmek içinin pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerlerine ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	90
Çizelge 4.60.	Ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait ekmek içi pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerlerine ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	92
Çizelge 4.61.	Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu analize tabii tutulan parametrelerin birbirleriyle olan kolerasyon sonuçları.....	95

1. GİRİŞ

Ekmeğin tarihi insanlık tarihi kadar eskidir. Ekmek, geçmişten günümüze dünyanın her yerinde tüketilen çok eski bir gıdadır.

Yapılan tarihi araştırmalarda M.Ö. 3000–2700 tarihleri arasında Mısırlıların ekmekçilik alanında çok ilerledikleri tespit edilmiştir (Talay 1997). Ayrıca eski Mısır mezarlarında o yıllara ait kek türünden fırın ürünlerine rastlanmıştır. Antik şehir Chaldea'deki kazılarda ortaya çıkarılan fırın kalıntılarının M.Ö. 4000 yıllarına ait olduğu tespit edilmiştir (Elgün ve Ertugay 2003). Bu da, o yıllarda Babil'de ekmeğin bilindiğinin bir göstergesidir.

İlk ekmeğin üretimi M.Ö. 4000 yıllarına kadar uzanmasına rağmen ilk mayalı ekmeğin üretiminin M.Ö. 1800 yıllarında, eski Mısır'da, tesadüfen hamurun kendi haline bırakılmasıyla gerçekleştirildiği bilinmektedir. Bu tip mayalanma; havadan, sudan, undan gelen doğal maya ve bakterilerin yaptığı "spontan mayalanma" dır. Bu durum daha sonraki çağlarda bazı aşamalardan geçerek ekşi hamur yöntemi olarak günümüze kadar gelmiştir. Bir mayalama metodu olarak uygulanmakta olan ekşi hamur yönteminin esası; normal kültür mayalarının yanında havadan ve kullanılan hamur unsurlarından gelen yabancı mayaların, laktik, sitrik ve asetik asit bakterilerinin faaliyet gösterdiği bir hamur parçasını, bir sonraki hamurda maya olarak kullanmaktır (Elgün ve Ertugay 2003).

Ekşi hamur, mayalanmış ekmeklerin en eski ve en özgün şeklidir. Bu hamur parçası depolanırken, doğal olarak undan gelen laktik asit bakterilerinin (LAB) metabolik aktivitesi nedeniyle laktik asit fermentasyonu meydana gelmektedir (Hansen and Schieberle 2005).

Ekşi hamurun özelliklerini daha iyi anlayabilmek için, mayanın özelliklerinin de iyi bilinmesi gerekir. Ekmek mayası, hamurda bulunan basit şekerleri fermentasyona uğratarak, fermentasyon sonucu oluşan CO₂ ile hamurun kabarmasını, fermentasyon

ürünü diğer maddelerle de hamurun olgunlaşmasını ve aroma oluşumunu sağlayan, spor oluşturan hakiki mayalar sınıfından *Saccharomyces* cinsine ait yuvarlağımsı, tek hücreli mikroorganizmalar olan *Saccharomyces cerevisiae* türleridir (Elgün ve Ertugay 2003). İki mayanın da *Saccharomyces* cinsine ait olmalarına rağmen aralarında önemli bir fark vardır. Ticari fırın mayası çok asitli bir ortama dayanamazken, doğal maya rahatlıkla bu ortamda yaşayabilmektedir. Ekşi hamur kültüründeki laktobasiller oldukça fazla laktik ve asetik asit ürettiğinden bu durum önemli olup ekşi hamura tat vermektedir. Asitlerin oluşturduğu ortam ticari fırın mayası için fazla asidik olduğundan sadece doğal maya asitlerle birlikte yaşayabilmektedir.

Wood (1996), bu şekilde mayalanmış ekşi hamur ekmeğinin M.Ö. yaklaşık 3000 yılında Mısır'da yapıldığını rapor etmiştir (Hansen and Schieberle 2005). İbraniler Mısır'da kaldıkları süre içerisinde ekşi hamur ekmeği yapmayı öğrenmişlerdir. Antik çağlarda Yunanlılar ekşi hamur ekmeği yapım geleneğinden habersizdiler. Hatta Jacob (1997), Yunanlı tarihçi Herodot'un "Diğer bütün insanlar az olan gıdalarının bozulmasından endişe ederken, Mısırlılar hamurlarını bozulana kadar bir kenara koyarlar ve meydana gelen işlemi zevkle izlerler." sözüne yer vermiştir (Hansen and Schieberle 2005). Büyük Pliny'ye göre; mayalı ekşi hamur ekmeği yapım sanatı M.Ö. 168 yılında Roma'da gelişmeye başlamış (Dupaigne 1999), ekşi hamurla ekmek yapma geleneği Roma İmparatorluğu tarafından Avrupa'nın diğer kısımlarına yayılmıştır (Hansen and Schieberle 2005).

Spicher ve Stepman (1999), ekşi hamur ilavesiyle buğday ekmeği yapım geleneğinin halen; Akdeniz ve Orta Doğu ülkelerinde ve Amerika Birleşik Devletleri San Fransisco Körfezinde geniş ölçüde kullanılmakta olduğunu belirtmişlerdir (Hansen and Schieberle 2005).

Vakfıkebir ekmeği, Trabzon yöresine ait olup ülkemizde ekşi hamur yöntemiyle (indirekt hamur metodu, sponge) üretilen ve ülke genelinde yaygın olarak tüketilen bir ekmek çeşididir. Ekşi hamur metoduyla yapılışının yanında bu ekmeğin tipik özellikleri; kalın sert kabuklu, iri gözenekli, işlem süresinin uzun ve toleransının yüksek olması,

daha aromatik, daha kaliteli, yüksek hacim ve gramajda olması, geç bayatlaması ve pişirme sıcaklığının düşük olmasıdır (Kotancılar vd 1998).

Pylar (1988) pişme periyodu boyunca oluşan daha kalın ekmekek kabuğunun, ekmeğin daha uzun süre taze kalmasını sağladığına dikkat çekmiştir (Kotancılar vd 2006a).

Çavdar ekmeği yapımında ekşi hamur kullanımı, aynı zamanda arzulanan dokuya ulaşmak için vazgeçilmezdir. Çavdar yetiştiren Kuzey, Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinde çavdar ekşi hamurları ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Ekşi hamurların birçoğu hala bir gün önceki olgun ekşi hamurdan bir parça eklenmek suretiyle yapılmaktadır. Ayrıca, günümüzde spesifik özelliklere sahip ekşi hamur mayaları ile laktik asit bakterilerinin tanımlanmış suşlarını içeren standardize edilmiş ticari ekşi hamurlara ulaşmak mümkündür. Bu gibi starter kültürler; rekabetçilik, ekşi hamurun viskozitesini değiştiren ekzopolisakkaritler üretimi ve aroma oluşumuna katkı gibi belirgin özellikleri göz önünde bulundurularak seçilmektedir (Hansen and Schieberle 2005).

Modern ekşi hamur üretiminde en önemli amaçlardan birinin özellikle ekmekek içinin karakteristik aromasını geliştirmek ve ekmeğin raf ömrünü uzatmak olduğu şüphesizdir.

Caul'a (1972) göre aroma, ekmeekteki en değerli duyuşsal özelliklerden birisidir (Katina 2005). Ekmekek aroması; fermentasyon ve pişirme basamakları gibi pişirme proseslerinin farklı kısımlarından ve ingredientlerden kaynaklanan, yüzlerce uçucu ve uçucu olmayan bileşenden oluşmaktadır (Katina 2005). Fermentasyon ve pişirme ekmekek aromasının ana kaynaklarıdır ve aromanın oluşumunda ikisi de gereklidir (Hansen and Schieberle 2005).

Meignen *et al.* (2001) yaptıkları ekşi hamurun optimizasyonu çalışmasında diğerlerine nazaran %25 daha uzun süre (20 saat) fermente edilen ekşi hamurun ve bu hamurdan yapılan ekmeğin daha aromatik olduğunu belirtmişlerdir.

Ekşi hamur ekmeğinde laktik asit bakterileri mayadan daha düşük konsantrasyonlarda uçucu bileşen üretmektedirler. Laktik asit fermentasyonu esnasında mikrobiyal ya da buğday proteaz aktivitesi, maya tarafından kullanılabilir ya da pişirme sırasında aroma bileşenlerine dönüşebilecek olan amino asitlerin oluşmasına neden olmaktadır (Meignen *et al.* 2001).

Ekşi hamurun ekmek aroması üzerine etkisi üç ana faktöre dayanmaktadır. Bu faktörler; i) asitliğin oluşumu, ii) amino asitler gibi aroma ön maddelerinin oluşumu, iii) uçucu bileşenlerin oluşumu (Katina 2005).

Buğday ekmeği yapımında ekşi hamur kullanımının teknolojik faydaları; nişasta retrogradasyonunu geciktirmesi (Corsetti *et al.* 2000) ve yüksek ekmek hacmi ve ekmeğin yavaş sertleşmesidir (Cortsetti *et al.* 1998). Finlandiya’da, buğday ekşi hamuru endüstriyel olarak üretilmemekte ancak çavdar ekşi hamuru ekmeği ise tüm ekmek tüketiminin yaklaşık üçte birini karşılamaktadır (Simonson *et al.* 2003).

Ekmek nötr tat ve aromaya sahip olduğu için diğer aromatik gıda maddelerinin tüketilmesinde ideal bir taşıyıcı rolü üstlenir. Bununla birlikte, önceden de belirtildiği gibi ekşi hamurdan yapılan ekmeklerin kendine has tat ve aroması mevcuttur. Ekmek doyurucudur ve yoğun bir enerji kaynağıdır. Her ne kadar içerdiği proteinlerin biyolojik değeri et, süt ve yumurta gibi hayvansal gıdalara nazaran eksiklik gösterse de protein içeriği azımsanamaz düzeydedir. Normal katkı beyaz tava ekmeğinin yaklaşık bileşimi %37 su, %8,7 protein, %50,5 karbonhidrat, %3,2 yağ, %2,0 kül olup; 100 gram ekmek yaklaşık 270 Kalori sağlamaktadır (Elgün ve Ertugay, 2003). Ayrıca hammaddesinden bu kadar farklı neredeyse başka hiçbir gıda ürünü yoktur.

Ekmek, diğer işlenmiş gıdalardan çok daha kısa raf ömrüne sahip bir gıdadır. Ekmek hızlı bir şekilde tazeliğini (doku ve lezzet) kaybeder ve küflenerek bozulmaya maruz kalır. Mikrobiyolojik bozulmadan başka, tüketici kabul edilebilirliği yoluyla ölçülen kalitedeki gerileme bayatlama olarak tanımlanmaktadır. Bayatlama ile ekmek belirgin duyu özelliklerini kaybeder ve sağlık üzerine hiçbir zararlı etkisi olmamasına rağmen

tüketicinin ekmeği reddetmesine neden olur. Bu sebepten dolayı yıl içerisinde tonlarca ekmeğin atılmakta ve bu da önemli bir ekonomik kayba neden olmaktadır (Baik and Chinachoti 2000, Ribotta *et al.* 2004).

Ankara Ticaret Odası'nın (ATO) resmi internet sitesinde (www.atonet.org.tr) yayınladığı 28.08.2004 tarihli "Ekmekteki Kayıp Ekonomi" raporunda, ülkemizdeki ekmeğin israfının ne derece önemli boyutlarda olduğu sayısal verilerle birlikte gözler önüne serilmiştir. Bu rapora göre; her 10 ekmekten dokuzu tüketilmekte, biri ise israf edilmektedir. Rapora göre, ülkemizde günlük 120 milyon olmak üzere yılda yaklaşık 44 milyar adet ekmeğin üretilmekte ve bu ekmeklerin 40 milyar adedi tüketilirken 4 milyar adedi israf edilmektedir. Böylelikle günlük kayıp miktarı 1,9 milyon doları, yıllık ise 700 milyon doları aşmaktadır (Anonymous 2004).

Raporda, ekmeğin çöpe atılmasındaki en önemli faktörün bayatlama olduğuna değinilmiştir. Ekmeğin israfının %70'ini lokanta, restoran ve yemekhaneler gibi toplu yemek tüketim yerlerindeki israf oluşturmaktadır. Bununla birlikte, rapora göre Türk insanı ekmeği saklamayı bilmemektedir. Türk halkının %48'i ekmeği poşette saklarken %25,3'ü plastik kabı, %12,2'si buzdolabını, %9,97'si ekmeğin dolabını geriye kalan %4,6'sı ise diğer yöntemleri kullanmaktadır. Buradan da anlaşılacağı gibi ekmeğin uzun süre saklamanın en etkili yolu olan buzdolabı, halkımız arasında çok yaygın değildir. Etkin saklama yöntemleri bilinmediği ve ihtiyaçtan fazla ekmeğin alındığı için israf artmaktadır (Anonymous 2004).

Ekmeğin bayatlama mekanizması oldukça karmaşıktır ve hâlâ tam manasıyla çözülememiştir (Chen *et al.* 1997, Sidhu *et al.* 1997, Rasmussen and Hansen 2001). Ekmeğin bayatlaması, ekmeğin depolanması süresince kaçınılmaz bir olaydır. Ekmeğin bayatlaması, kabul edilemez bir ürünle sonuçlanan fiziksel, kimyasal ve duyuşsal değişimlerin birleşimidir (Vodovotz *et al.* 2002). Ekmeğin (eğer steril şartlarda muhafaza edilirse) biyokimyasal olarak inaktif koloidal bir sistemdir (Fessas and Schiraldi 1998).

Ekmeğin bayatlama hızını etkilediği düşünölen birçok faktör bulunmaktadır. Bunların başlıcaları; unun biyokimyasal bileşenleri (nişasta, proteinler, pentozanlar, su ve lipitler), ekmek üretiminde kullanılan maddeler (maya, tuz, su, enzimler, ekmek içini yumuşatıcı katkılar), üretim metodu (direkt hamur metodu, sponge hamur metodu, sürekli metot), üretim değişkenleri (yoğurma şartları, fermentasyon süresi, son fermentasyon süresi, pişirme süresi), ekmeğin depolama koşulları (depolama süresi ve sıcaklığı), ekmeğin nemi ve spesifik hacmidir (Boyacıoğlu 1993).

Piazza ve Masi (1995) yaptıkları araştırmanın sonucunda ekmeğin içerisindeki nem profilini göz önünde bulundurarak bayat ekmeğin dokusu ve bölgesel nem içeriği arasında bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Elde ettikleri deneysel sonuçların ışığında, bayatlamayı geciktirmede, ekmeğin başlangıç nemini artırmaktan ziyade dehidrasyonu yavaşlatmanın daha önemli olduğunu söylemişlerdir.

Ekmek bayatlaması iki gruba ayrılır: kabuk bayatlaması ve ekmek içi bayatlaması. Kabuk bayatlaması genel olarak ekmek içinden kabuğa doğru nem transferinden kaynaklanmaktadır. Bu transfer yumuşak, kayışmsı bir yapı ile sonuçlanmakta ve kabuk bayatlaması ekmek içi bayatlamasından daha az nahoş olmaktadır (Elgün ve Ertugay 2003, Gray and Bemiller 2003, Hug-Iten *et al.* 2003). Ekmek içi bayatlaması daha karmaşık, daha önemli ve daha az anlaşılmıştır. Ekmeğin sertliği, somun içindeki konumla birlikte değişmekte, maksimum sertlik ekmek içinin merkezinde meydana gelmektedir (Short and Roberts 1971).

Herz (1965) bayatlamayla ilişkili olarak ekmek içi özelliklerinde birçok değişim kaydetmiştir. Bu değişimler kabuk neminde, ufalanmada, nişasta kristalizasyonunda, opaklık ve sıklıkta artış; lezzet kaybı; ekmek içi neminde, çözünür nişastada ve ekmek içinin su tutma kapasitesinde düşüşü kapsamaktadır (Martin *et al.* 1991).

Lorenz ve Maga (1972) yaptıkları çalışmada toplam gaz-sıvı kromatografi (glc) pik alanı, karbonil içeriği ve beyaz ekmeğinin organoleptik gelişim puanı arasında doğrudan bir ilişki olduğunu bulmuşlardır. Taze ekmekteki karbonil bileşiklerinin karışımındaki

aldehitlerin %72.9'dan beş gün sonunda %15.1'e düştüğünü; ketonların %27.1'den %84.9'a yükseldiğini bulmuşlardır. Sonuç olarak aldehit içeriğindeki bu düşüşün bayat ekmeğın tat ve lezzetinin kabul edilebilirliğindeki düşüşte payı olduğunu belirtmişlerdir.

Ekmek sertleşmesi/sıkılaşması, bayatlamasının organoleptik değerlendirmesiyle negatif olarak ilişkilidir. Sertlik, duyuşal özellikler ekmek bayatlamasını değerlendirmede önemli bir kriter olmuştur (Xie *et al.* 2003).

Xin Wang *et al.* (2004) da, nişasta jellerinin retrogradasyonunun sertlik, su tutma kapasitesi, opaklık, enzim hidrolizi ve çözünür nişasta içeriğı gibi birçok fiziksel ve besinsel özelliklerdeki değışimlerle karakterize edildiğini ve nişasta içeren gıdaların kalitesindeki kusurlarda nişasta retrogradasyonunun payı olduğunu bildirmiştir.

Ekmekteki nem miktarı bayatlamayı etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Nem miktarı yüksek olan ekmeklerde bayatlama oranının daha düşük olduğu bildirilmektedir. Yüksek nem içeriğı, daha fazla nişasta jelatinizasyonuna imkan sağladığı için ekmeğın bayatlamasını geciktirmektedir (Fessas and Schiraldi 1998).

Diğer taraftan; başlangıçta ekmekteki sertleşmenin sadece nem kaybında olduğu düşünölmekteydi. Ancak, Boussingault adlı bir araştırmacı 1852'de yaptığı bir çalışmada hermetik olarak kapatılmış kaplarda depolanan ekmeğın dahi bayatladığını göstermiştir. Yüzyıl sonra ise bayatlamasının gerçekte nişastadaki değışimlerden kaynaklandığı kabul edilmiştir (Chen *et al.* 1997, Del Nobile *et al.* 2003, Ribotta *et al.* 2004).

Nişastadaki değışimlerden kasıt, nişasta fraksiyonundaki yeniden düzenlemelerdir. Nişastadaki bu transformasyonlar önce jelatinizasyon, sonra jelin yeniden kristalizasyonunu kapsar ve buna retrogradasyon denir. Schoch ve French (1947) bayatlamasının nişasta retrogradasyonuyla çok ilgili olduğunu öne sürmüşlerdir. Son zamanlardaki araştırmalar ekmek bayatlamasının tek faktörünün nişasta retrogradasyonu olmadığını göstermiştir (Baik and Chinachoti 2000). Yani, ekmek

bayatlamasıyla nişastanın yeniden kristalizasyonunun eş anlamlı olmadığı kabul edilmektedir. Diğer bileşenlerdeki değişimlerin ve bu bileşenlerin nişasta ile ilişkilerinin de bayatlama prosesinde önemli roller oynaması muhtemeldir (Chen *et al.* 1997).

Katz (1934) muhtemelen ilk kez X-ray kırınım tekniği kullanarak taze çirşilenmiş nişasta ve taze ekmekteki nişastanın her ikisinin de amorf X-ray desenleri sergilediğini ve bununla birlikte depolamada her ikisinde de kristalliğin geliştiğini göstermiştir. Katz, bu (amorf durumdan kristal duruma) dönüşüme retrogradasyon demiştir (Karim *et al.* 2000). Retrogradasyon sonucunda nişastanın çözünürlüğü düşer, nişasta granüllerinin yapısı sertleşir ve daralır ve jelatinize nişastanın amilopektin kısmı kristalleşir. Ekmek için nitelikleri de değişir; ekmek içi sert, kaba ve ufalanan bir yapı kazanır (Katina 2005).

Taze ekmekten izole edilen ve çoğu amilopektin olan çözünür nişasta miktarı ekmek bayatladıkça düşmektedir. Çözünür nişasta içerisindeki amiloz miktarı az olmasına rağmen, depolamanın birinci gününde bu miktar aniden düşmekte ve daha sonra bu düşüş minör seviyede olmaktadır. Bu da amilozun depolamanın ilk günü esnasında bayatlamayı öncelikli olarak etkilediğini dolaylı olarak göstermektedir (Kim ve D'Appolonia, 1977a).

İki nişasta polimeri olan amiloz ve amilopektinin retrogradasyon kinetiği birbirinden oldukça farklıdır. Saf amiloz solüsyonu saatler içinde retrograde olurken amilopektin solüsyonunun retrogradasyonu birkaç gün gerektirmektedir. Ekmeğin sertliği birkaç gün içerisinde geliştiği için pek çok bayatlama modeli ekmek sertliğinin birincil nedeni olarak amilopektin fraksiyonundaki değişimleri göstermektedir. Bu sebeple amiloz fraksiyonunun bayatlamadaki rolü üzerinde pek fazla durulmamıştır (Hug-Iten *et al.* 2003).

Jagannath *et al.* (1998)'ın tanımıyla ekmek bayatlaması amilozun zamana bağlı retrogradasyonu ve amilopektinin zamana bağlı olmayan retrogradasyonunu kapsayan nişasta retrogradasyonundan kaynaklanmaktadır.

Kim ve D'Appolonia (1977b) pentozanların ekmek hacmi ve bayatlama oranı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, pentozan ilavesinin bayatlama oranını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Yaptıkları kinetik çalışmaların pentozanların basitçe kristalizasyon için elverişli nişasta bileşenlerinin (amiloz ve amilopektin) miktarını düşürdüğüne işaret gösterdiğini, böylelikle pentozanların bayatlama oranını düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Ekmek bayatlamasını geciktirici bir stratejinin gelişmesi için en önemli engel süreç mekanizmasının yeteri kadar anlaşılabilmesidir. Birçok araştırma ekmek için sertleşmesi fenomenini incelemektedir ve yayınlarda birçok teori ileri sürülmüş ve tartışılmıştır. Konu üzerindeki önemli teorilerin genel bir gözden geçirmesi Gray ve Bemiller (2003) tarafından verilmiştir.

Bayatlamının direkt ya da indirekt göstergesi olarak; ufalanmadaki değişimler, su absorpsiyon (su tutma) kapasitesi, çözünebilir nişasta miktarı, amiloz ya da amilopektin ekstraksiyonu, X-ray kırınım desenleri, termal özellikler vb gibi birçok test kullanılmaktadır. Ekmek içi su tutma kapasitesinin ekmeğin bayatlamasıyla birlikte azalacağı bildirilmektedir (Morad and D'Appolonia 1980a, Sidhu *et al.* 1997).

Bağlı su genellikle DSC (Differential Scanning Calorimetry), DTA (Diferansiyel Termal Analiz), DMA (Dinamiksel Mekanik Analiz) yoluyla belirlenmektedir. Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) spektroskopisi ya da MRI kullanımıyla su dağılımının dinamik davranışı gibi daha detaylı bilgi elde edilebilmektedir. NMR; nişasta süspansiyonları, nişasta jelleri ya da çirisi ve ekmekteki suyun hidrasyonu ve hareketinin dinamik özelliklerini çalışmada uzun zamandır kullanılmaktadır (Yu-shiun Lin *et al.* 2001).

Ekmek içi yumuşaklığı veya sertliği, insanın tazelik algısıyla çok yakından ilgili olduğu için ekmeğin değerlendirilmesinde en dikkat çekici doku özelliğidir. Doku profil analizi (TPA) ürünün yenme kalitesinin öznel ve nesnel değerlendirilmesi için kullanılan yaygın olan temel bir tekniktir (Carr and Tadini 2003). Bu teknikte, sertlik ölçümünün yanında diğer bazı dokusal parametreler de eş zamanlı olarak elde edilebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı ekşi hamurdan yapılan ekmeklerin depolanması süresince bayatlama prosesini takip etmek ve Francala ekmeğe nazaran daha geç bayatladığı bilinen, ekşi hamurdan yapılan Trabzon Vakfikebir ekmeğinin bu özelliğini çeşitli yöntemler kullanarak bilimsel olarak ortaya koymaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Banecki (1972) yaptığı amilograf çalışmalarında buğday ekmeğinden izole edilen nişastaların pik viskozitesinin ilk 24 saat içerisinde hızlı bir şekilde düştüğünü ve daha sonra bu düşüşün daha az belirginlikte devam ettiğini belirtmiştir. Viskozite değişimlerinin gidişatı sertlik eğrileri ve nişasta kristalizasyonu ile ilgili diğer ölçümlere benzemektedir (Kim and D'Appolonia 1977c, Morad and D'Appolonia 1980a, D'Appolonia and Morad 1981).

Kim ve D'Appolonia (1977c) yaptıkları çalışmada protein içeriğinin ekmek içi çirilenme özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Protein içeriği %11.0 ve %13.9 olan unlardan yapılan ekmek içi bulamaçlarına ait çirilenme sıcaklığının ekmek bayatladıkça düştüğünü, bununla birlikte %21.6 protein içeren undan yapılan ekmek içlerinin daha yüksek çirilenme sıcaklığına sahip olduğunu ve hem 15. dakika hem de 50°C viskozitesinde kayda değer değişimler gözlemlenmediğini belirtmişlerdir. En yüksek protein içeren ekmeğin en düşük protein içeren ekmekten farklı bir grafik biçimi sergilediğini belirtmişlerdir.

Dragsdorf ve Varriano-Marston (1980), X-ray diffraction (kırınım) metodunu kullanmak suretiyle ekmeklerin bayatlamasında nişasta retrogradasyonu ve organizasyonu üzerine bakteriyel, fungal α -amilaz ve arpa maltının etkilerini çalışmışlar; taze ve depolanmış ekmeklerin X-ray desenlerinin mukayesesi nişasta kristallik derecesinde bakteriyel α -amilazlı ekmek, hububat kaynaklı α -amilazlı ekmek, fungal α -amilazlı ekmek, katkısız ekmek olmak üzere bir dizi azalma sergilediğini göstermişlerdir. Ekmek sertliği ve nişasta kristalliğinin eş anlamlı olmadığını göstergesi olarak; buldukları sonuçların ekmeğin sertlik verileri ile zıt çıktığına dikkat çekmişlerdir. Ayrıca nişasta kristal organizasyonunun enzim ilavesinden etkilendiğini tespit etmişlerdir.

Morad ve D'Appolonia (1980a) Brabender Amilograf cihazını kullanarak ekmek için çirilenme özellikleri üzerine pişirme yöntemi ve yüzey aktif maddelerin etkisini

çalışmışlardır. Depolama süresi arttıkça çirilenme sıcaklığında büyük bir değişme olmamasına karşın, yüzey aktif madde ilavesinin çirilenme sıcaklığını yükselttiğini ve de sürekli yoğurma metodu ile üretilen ekmekler için bu değerlerin genellikle daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda, sürekli yoğurma metoduyla üretilen ekmek içleri için çirilenme sıcaklığının direkt hamur metoduna kıyasla daha yüksek çıktığını belirtmişlerdir. Direkt hamur metoduyla yüzey aktif madde çalışılması sonucunda 15. dakika viskozitesinde ve 50°C'deki viskozitede belirgin bir artış gözlenirken; sürekli yoğurma metodu ile bu etkinin o kadar kuvvetli olmadığını vurgulamışlardır. Planimetre ile ölçülen pik alanlarını karşılaştırdıklarında; sürekli karıştırma metoduyla üretilen ekmek içleri için bulunan değerlerde aşamalı bir düşüş görülmesine karşın, direkt hamur metoduyla üretilen ekmek içleri için geçerli olan değerlerin diğer depolama zamanlarındakilere benzer çıktığını, yüzey aktif madde ilavesinin pik alanını artırdığını, genel itibariyle pik alanının depolama zamanıyla birlikte azaldığını belirtmişlerdir. Her iki pişirme yöntemi içinde kontrol ekmeği içlerinin çirilenme özelliklerinde kaydettikleri bu farklılıkların sadece mekanik işlemdeki farktan değil, aynı zamanda formülasyondaki farktan da kaynaklanmış olabileceğini söylemişlerdir.

Morad ve D'Appolonia (1980b) surfaktantların ve pişirme metodunun ekmek içindeki toplam çözüner maddeler ve çözüner nişasta üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında bayatlamayla birlikte ekstrakte edilebilir çözüner materyal miktarının düştüğünü bulmuşlardır. Bu düşüşün ilk 12 saatte en yüksek seviyede gerçekleştiğini ve sonra azalarak devam ettiğini, amiloz içeriğinin de (ilk 24 saatte en yüksek seviyede olmak üzere) bayatlamayla birlikte düştüğünü belirtmişlerdir.

Zeleznaç ve Hoseneý (1986), depolama ve jelatinizasyon esnasında ayarlanan su düzeyinin nişastanın rekristalizasyonu üzerine etkilerini incelemiş ve rekristalizasyon derecesini Taramalı Kalorimetre (Differential Scanning Calorimetry, DSC) ile ölçmüşlerdir. Jelatinizasyon esnasında suyun miktarı ne olursa olsun, bayatlama esnasında buğday nişasta jellerindeki retrogradasyonu suyun miktarıyla kontrol etmişlerdir. Birkaç bayatlamayı geciktirici madde ile pişirdikleri ekmeği, bu maddelerin nişastanın suyu kullanabilmesini ve bu suretle ekmekteki nişasta retrogradasyonunun

boyutunu değiştirip değiştirmediğini tespit etmek amacıyla, farklı nem düzeylerinde bekletmişlerdir. Sonuç olarak, ekmek örnekleri ve nişasta jelleri arasında rekristalizasyonun üzerine nemin etkisinde önemli derecede fark olmadığını görmüşler ve bu nedenle kullandıkları bayatlamayı geciktirici maddelerin başka bir mekanizmaya karıştığı sonucuna varmışlardır.

Ruan *et al.* (1996), depolama esnasında nişasta tabanlı gıda sistemlerindeki suyun hareketliliği ve sertlik arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Suyun hareketi için manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve darbeli nükleer manyetik rezonans, sertlik ölçümü için ise evrensel test makinesini (UTM) kullanmışlardır. Sonuç olarak, yaptıkları çalışmada kullandıkları nişasta tabanlı gıdalardaki suyun hareketliliğinin sertleşme süreciyle yüksek korelasyon gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Chen *et al.* (1997) nükleer manyetik rezonans (NMR) gevşeme teknikleri kullanarak 5 ve 22°C’lerde depoladıkları ekmeklerdeki suyun hareketini çalışmışlardır. Ekmek içi örneklerindeki her biri farklı gevşeme zamanına (T_2) ya da moleküler hareketliliğe sahip 3 kategoride sınıflandırılmış sudan proton gevşeme eğrilerinin analizi için çok bileşenli bir model kullanılmışlardır. Ekmek içi sertliğini, T_2 ve ekmek içinde bulunan suyun 3 kategorisinin proton yoğunluğundaki (A) değişimleri depolama süresince izlemişlerdir. Sonuç olarak, ekmek içinin sertleşme prosesiyle birkaç NMR parametresinin ilişkili olduğu ve bunun bayatlama süresince suyun mikroskobik ve makroskobik göçüyle ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir.

Sidhu *et al.* (1997) ekmek bayatlamasının derecesini değerlendirmek için çeşitli yöntemleri kıyaslamışlardır. Araştırmacılar bir Arap ekmeği çeşitini (khaboos) kullandıkları bu çalışmada, depolama süresince çözünür nişasta ve amiloz içeriklerinin miktarlarında önemli derecede düşüş gözlemlemişlerdir. Sınırlı olmalarına rağmen duyuşsal analiz parametrelerinin ekmek bayatlamasını takip etmede diğer tekli yöntemlerden daha etkili olduğunu söylemişlerdir. Instron delme gücü ölçümlerinin kimyasal yöntemler ve duyuşsal analiz parametreleriyle yakın ilişkili olduğunu ve uyguladıkları yöntemlerin sonuçlarına dayanarak alkali su tutma kapasitesinin elde edilen parametrelerin çoğu ile en iyi ilişkiyi gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu yüzden de

Arap ekmeğinin bayatlamasının derecesini değerlendirmek için uygun objektif bir yöntem olarak alkali su tutma kapasitesi testini tavsiye etmişlerdir.

Corsetti *et al.* (1998) çeşitli maya-laktik asit bakterisi birleşimleri kullanarak, ekşi hamur laktik asit bakterilerinin ekmeğe sertliği ve bayatlaması üzerine etkilerini araştırmışlardır. Sertlik testi için evrensel test makinası (UTM), termal analiz için ise DSC kullanmışlardır. Yaptıkları araştırmada, *L. sanfrancisco* CB1'in proteolizi tarafından gluten-nişasta ağında oluşturulan moleküler modifikasyonların bayatlamayı geciktirdiğini (DSC ile saptanan şekliyle) fakat sertleşme üzerine negatif etkilere sahip olduğunu bulmuşlardır. Bilhassa *S. cerevisiae* 141-L-*L. sanfrancisco* CB1 starterinin kullanımında 96 saatlik depolama sonunda entalpide bir değişim gözlemlememişlerdir. 192 saatlik depolamanın sonunda bile *S. cerevisiae*'nin tek başına kullanıldığı ekmeğe kıyasla %40 daha düşük bir entalpi verdiğini saptamışlardır.

Every *et al.* (1998) ekmeğe bayatlamasında glutenin rolü üzerine yürütülen sertleşmeyi önleyici etkisinin var olduğu, sertliği etkilemediği ve gluten-nişasta etkileşiminin ekmeğe sertliği için gerekli olduğu şeklindeki hipotezleri test etmek amacıyla, protein içermeyen sentetik undan yapılan nişasta ekmeğinin sertlik oranı ile %1-15 arası gluten ihtiva eden sentetik unlardan yapılan gluten-nişasta ekmeğinin sertlik oranlarını kıyaslamışlardır. Spesifik hacim ve nem içeriği gibi parametrelerin sertleşme sürecini etkileyeceğini göz önünde bulundurarak; bu faktörleri ortadan kaldırmak amacıyla benzer spesifik hacimli ve nem içerikli ekmeği kullanmışlardır. Nişasta ekmeğinde 6 güne kadar sertlikte açıkça bir artış gözlemlemişler ve glutenin sertleşme sürecinde zaruri olmadığı, zamanla birlikte nişastanın tek başına ekmeğin sertleşmesine neden olduğu sonucuna varmışlardır. Son söz olarak da ekmeğe sertliğindeki artışın amilopektin ve şişmiş nişasta granüllerine bağlı kısmen dışarı çıkmış amilozun glukoz zincirlerinin diğer nişasta granülleri ve (daha düşük boyutta) gluten fibrilleri ile hidrojen bağı oluşturması nedeniyle meydana geldiğini söylemişlerdir.

Fessas ve Schiraldi (1998) suda çözünür proteinler ve pentozanlar ile zenginleştirdikleri hamurdan yapılan ekmeğinin bayatlamasını araştırmada DSC (Differential Scanning Calorimetry) ve evrensel test makinesi (UTM) kullanmışlardır. Nişasta

retrogradasyonuyla ilişkili olarak, depolamayla birlikte DSC ile elde edilen entalpi değerinin arttığını rapor etmelerine karşın; kontrol ekmeği, protein katkılı ve pentozan katkılı ekmeklerin entalpi değerlerinde çok farklılık olmadığını, bu nedenle nişasta retrogradasyonunun çözünür protein ve/veya pentozanların ilavesinden etkilenmediğini söylemişlerdir. Bununla birlikte, çözünür proteinle zenginleştirilmiş ekmeğin kontrol ekmeğine kıyasla daha hızlı sertleştiğini, buna karşın pentozan katkılı ekmeğin daha yumuşak olduğunu belirtmişlerdir.

Baik ve Chinachoti (2000) standart olarak ürettikleri beyaz ekmekleri kabuklu ve kabuksuz şekilde hermetik poşetler içerisinde 25°C'de depolamışlardır. DSC (Differential Scanning Calorimetry) ve DMA (Dynamic Mechanical Analysis) yoluyla bayatlama esnasında ekmekteki nemin yeniden dağılımını ve faz geçişlerini, TA (Texture Analyser) yoluyla da ekmeğin sertliğini ölçmüşlerdir. İki haftalık depolama süresince, kabukla birlikte depolanan ekmeğin nem içeriğinin ve su aktivitesinin (a_w) önemli derecede düştüğünü; kabuksuz depolandığında ise ekmeğin nem içeriğinin ve su aktivitesinin nispeten değişmeden kaldığını bulmuşlardır. İlk hafta içerisinde kabuklu ve kabuksuz depolanan ekmeklerin sertlikleri arasında önemli bir fark olmamış ancak, ikinci hafta içerisinde, kabukla birlikte depolanan ekmeğin kabuksuz depolanan ekmekten önemli derecede daha sert bir yapı ve daha yüksek bir amilopektin rekristalizasyonu gösterdiğini belirtmişler ve burada, ekmeğin kabuğa nem transferinin önemli bir rol oynadığını söylemişlerdir. Kabuklu olarak depoladıkları ekmekte sertlik ve amilopektin rekristalizasyonu arasında güçlü bir korelasyon bulamadıklarını ve bu sertliğin muhtemelen ekmeğin kabuğa doğru gerçekleşen nem kaybından kaynaklandığını rapor etmişlerdir. Ancak, kabuksuz ve çok az nem kaybıyla depolanan ekmeğin kayda değer bir sertlik ve amilopektin rekristalizasyonu gösterdiğini bulmuşlar ve sertliğin nişastanın rekristalizasyon süreci tarafından daha fazla etkilendiği sonucuna varmışlardır.

Karaoğlu (2002) depolama süresindeki artışın su tutma kapasitesi ve yumuşaklık değerleri üzerine aynı yönde etkili olduğunu, depolama süresindeki artışla birlikte su tutma kapasitesi ve ekmeğin yumuşaklık değerlerinde düşüş gözlemlendiğini rapor etmiştir.

Manzacco *et al.* (2002) -18, 4 ve 25°C'de 20 gün boyunca depoladıkları ekmeklerin kristallik yapılarını X-ray kırınım (XRD) analiz metodu kullanarak incelemişler. Ekmeğin nispi kristalliğini kırınım piklerinin yüksekliğinden hesaplamışlardır. Ekmeklerdeki sertlik değişimlerini saptamak için de TA.XT2 Doku Analiz cihazı kullanmışlardır. Araştırmacılar elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda da depolama süresince ekmekte sertlik ve nispi kristallik arasında önemli bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Bárcenas *et al.* (2003) dondurma işlemi ve dondurarak muhafazanın kısmen pişirilmiş ekmeklerin bayatlaması üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında amilopektin retrogradasyonunu DSC (Differential Scanning Calorimetry), ekmek içi sertliğini de TA-XT2i doku analiz cihazıyla ölçmüşlerdir. DSC ölçümleri sonucunda depolama süresinin uzamasıyla birlikte retrogradasyon sıcaklığında ve amilopektinin erimesi için gerekli toplam entalpide bir artış olduğunu; sertliğin ve sertleşme oranının da düzenli olarak arttığını belirtmişlerdir.

Carr ve Tadini (2003) kısmen pişirilmiş dondurulmuş ekmeklerin fiziksel ve dokusal özellikleri üzerine maya ve bitkisel yüzey aktif maddelerin etkisini araştırdıkları çalışmalarında, doku analizi için TA-XT2i cihazını kullanmışlardır. Dört haftalık depolama periyodu esnasında elde ettikleri sonuçlar ışığında, bütün formülasyonlar için geçerli olmak üzere, esneklik ve yapışkanlık önemli düzeyde değişmezken sertlik ve çiğnenme değerlerinin arttığını belirtmişlerdir. Yüzey aktif maddelerin yumuşatıcı etkilerinden ötürü yüzey aktif madde katkılı ekmeklerin daha düşük sertlik ve çiğnenme değerlerine sahip olduğunu söylemişlerdir.

Vittadini ve Vodovotz (2003) depolama süresince soya unu ilave edilmiş ekmeklerin fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Oda sıcaklığında depolama süresince soya unu içeren ekmeklerdeki nem kaybının kontrol (buğday) ekmeğinkinden daha az olduğunu ve soya ilavesinin unun su tutma kapasitesini artırdığını tespit etmişlerdir. DSC (Differential Scanning Calorimetry) ile yaptıkları analizler sonucunda; dondurulabilir su içeriğinin soya katkılı ekmeklerde kontrol ekmeğine kıyasla biraz fazla olduğunu ve soya ilavesinin depolama esnasında meydana

gelen amilopektin kristalizasyonunu önemli derecede düşürdüğünü belirtmişler. DMA katsayıları yoluyla da soya katkısının ekmeğin homojenliğini artırdığını söylemişler ve genel itibariyle soyanın, ekmeğin bayatlama mekanizmasında düzenleyici bir rol oynadığı sonucuna varmışlardır.

Xie *et al.* (2003) çalışmalarında, görünür ve yakın-kızıl ötesi yansıma spektroskopisinin (NIRS) depolama esnasında ekmekteki değişimleri tespit etmedeki potansiyelini NIRS sonuçlarıyla TA (doku analizi) sonuçlarını karşılaştırmak suretiyle incelemişlerdir. Bir partiden aldıkları ticari beyaz tava ekmeklerini bir haftalık zaman zarfında çalışmışlardır. Aynı dilim üzerinde yaklaşık olarak aynı zamanda NIRS ve TA ölçümleri almışlar; NIRS ölçümlerini TA ölçümleriyle mukayese etmişler ve de NIRS'ın depolama esnasında ekmekteki değişimleri TA'dan daha doğru şekilde takip edebileceği sonucuna varmışlardır.

Ribotta *et al.* (2004) ekmek içi X-ray desenlerini farklı yöntemlerle çözümlenmişlerdir. Ekmek içi sertliği ve amilopektin retrogradasyonunun her ikisinin de depolama zamanıyla birlikte arttığını, ancak her nasılsa, toplam kristallik derecesi ve nispi kristalliğin sadece ilk 24 saat içinde artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ekmeğin depolanması süresince (amilopektin retrogradasyonu ile ilgili olarak) B-tipi kristal yapının arttığını ve bunun da ekmek sertliği ve depolama zamanı arasındaki büyük ilişkiyi gösterdiğini belirtmişlerdir. Amilopektin retrogradasyonunun ekmek bayatlamasının açıklanmasında önemli bir rol oynadığı sonucuna varmışlardır.

Uysal (2004) yaptığı araştırmada farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) ekşi hamur ilave ettiği ekmeklerin üç günlük depolanmaları süresince pH'larını takip etmiş ve en düşük pH'yı %30 ekşi hamur içeren ekmeğin verdiğini belirtmiş, depolama süresinin artışıyla birlikte pH'nın düştüğünü gözlemlemiştir.

Uysal (2004) fermentasyon süresinin artışıyla ekmek içi yumuşaklık değerinin arttığını belirtmiştir. Fermentasyon süresi arttıkça ekşi hamur içerisindeki laktik asit bakterileri ve mayalar daha fazla süre çalışmaktadır. Laktik asit bakterileri tarafından oluşturulan

asitleşme, nişastanın mikrobiyal hidrolizi ve proteolitik etki ekmeğin bayatlamasını ve sertliğini azaltmaktadır (Corsetti *et al.* 2000). Uysal (2004) en yüksek yumuşaklık değerinin %30 ekşi hamur, en düşük değer ise kontrol grubu ekmeğin verdiğini belirtmiştir.

Karaoğlu (2006a) pişirme prosedürü ve depolamanın kısmen pişirilmiş ve yeniden pişirilmiş beyaz tava ekmeklerinin içlerinin çirilenme özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Yumuşaklık ölçümleri için penetrometre cihazından faydalanmıştır. Tekrar pişirilmiş ekmeklerde, ilk pişirme süresinin uzatılmasının çirilenme sıcaklığı ve yumuşaklık değerinde bir düşüşle, ikinci pik alanı ve viskozitede bir artışla sonuçlandığını belirtmiştir. Depolama zamanının artışıyla birlikte pik viskozitesi, tutma sonu viskozitesi ve soğuma sonu viskozitesinde bir azalma olduğunu rapor etmiştir.

Katina *et al.* (2006) buğday kepeği ilave edilmiş beyaz tava ekmeğinin spesifik hacmi, bayatlaması ve mikroyapısı üzerine ekşi hamur ve enzim karışımının (α -amilaz, ksilanaz, lipaz) etkilerini araştırdıkları çalışmada ekmek bayatlamasını; ekmek içi sertliğinin, amilopektin kristalizasyonundaki değişimlerin (DSC), katı faz sinyalindeki artışın ölçülmesi (NMR) ve ışık mikroskobu ile mikroyapının incelenmesi yoluyla 6 gün süresince takip etmişlerdir. Kalite artırımında en etkili muamelenin kepek katkılı ekşi hamuru ve enzim karışımının kombinasyonu olduğunu; depolama esnasında ölçülen ekmek içi sertliğindeki artış oranı, amilopektin kristalliği ve polimer sertliğinin beyaz buğday ekmeğinde en fazla olduğunu belirtmişlerdir. En belirgin mikroyapısal değişimlerin nişastanın şişmesi ve nişasta granülleri içerisinde amiloz ve amilopektinin ayrılması olduğunu; beyaz buğday ekmeğinin aksine enzim karışımı ile birlikte kepek katkılı ekşi hamur ekmeğinde nişasta granüllerinin daha fazla şiştiğini rapor etmişlerdir.

Shaikh *et al.* (2006) Hindistan'ın mayasız yassı ekmeği olan chapatti'nin bayatlamasını inceledikleri çalışmada oda sıcaklığında ($29 \pm 1^\circ\text{C}$) ve buzdolabı sıcaklığında ($4 \pm 1^\circ\text{C}$) depolanan chapatti'lerin bayatlaması süresince nem içeriği ve çözünür nişasta miktarının durmadan düştüğünü; DSC yoluyla ölçülen entalpi değişiminin ise depolama zamanıyla birlikte arttığını bulmuşlardır. Her iki depolama sıcaklığında da depolama süresiyle birlikte chapatti'lerin dokularının gittikçe daha sertleştiğini ve ekmeklerin

duyusal kalitesi ve kabul edilebilirliklerinin azaldığını rapor etmişlerdir. Elde ettikleri verilerden yola çıkarak bayatlama oranının buzdolabı sıcaklığında depolanan chapatti'lerde daha düşük olduğu sonucuna varmışlardır.

Ertugay vd (1998) direkt ve indirekt yöntemlerle yapılan ekmekleri karşılaştırmışlar, indirekt sistem olarak da; ön maya (gocuk) ve 1/3 geri çevirme (bir önceki hamurdan elde edilen taze hamurun bir sonraki hamur formülasyonuna 1/3 oranında katılması) kullanılmıştır. En yüksek ekmek içi yumuşaklığını sırasıyla ön maya, 1/3 geri çevirme ve direkt sistem ekmekleri vermiştir.

Kotancılar vd (2000) zayıf ve kuvvetli unlara uygulanan yoğurma ve fermantasyon sürelerinin (30, 35, 40 ve 45 dakika) ekmek kalitesi üzerine etkisini araştırmışlar ve 45 dakikalık son fermantasyon süresinde elde edilen ekmeklerin diğer ekmeklerden daha yumuşak olduğu, daha geç bayatladığı ve daha yüksek hacimli olduğu tespit edilmiştir.

Kotancılar vd (2006 b) yapmış oldukları bir araştırmada geleneksel yöntemle üretilen Trabzon Vakfıkebir ekmeği modifiye edilerek beyaz tava ekmeği olarak laboratuvar şartlarında üretilmiş, bu ekmeklerin kalitesi üzerine, ekşi hamur fermantasyon süresi ve ilave ekşi hamur katkısının etkisi incelenmiştir. 0, 5, 10 ve 15 saat süre ile fermente edilen ekşi hamurlar 100 kg un esasına göre farklı seviyelerde (%0, 10, 20 ve 30) ilave edilerek, beyaz tava ekmekleri üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin pH ve ekmek içi yumuşaklık değerleri incelenmiş, sonuç olarak; 10–15 saat fermantasyon süresi %20-30 ekşi hamur katkısı ile yapılan ekmeklerin ekmek içi yumuşaklık değeri bakımından kaliteli olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon süresi ve ilave edilen ekşi hamur katkısı artırıldıkça; ekmek içi yumuşaklığında artış, hamurda ve ekmek pH'sında azalmalar olmuştur.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1 Un, su, tuz ve maya

Ekmek yapımında Tip 650 ekmeklik buğday unu kullanılmıştır. Kullanılan unun özellikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Su, içme suyu şebekesinden temin edilmiş; ekmek yapımında mutfak tuzu ve maya olarak yaş (pres) maya kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Una ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Un Özellikleri	
Nem (%)	15,1
Ham Protein (KM’de %)	12,1
Yaş Öz (%)	28,5
Kuru Öz (%)	9,0
Zeleny Sedimentasyon (cm ³)	33
Düşme Sayısı (FN), sn	557
Sıvılaşma Sayısı (LN)	11,8
Kül (KM’de %)	0,54
Gluten İndeksi	72
pH	5,98
Un Renk Değerleri	
L (Açık-Koyu)	95,25
- a (Yeşil)	0,74
+ b (Sarı)	10,22
Farinogram Özellikleri	
Su Kaldırma (%)	60,2
Gelişme Süresi (dk)	2,5
Hamur Stabilitesi (dk)	7,5
KTİ (BU)	100
Yumuşama Derecesi (BU)	105
Ekstensogram Özellikleri	
Uzama Kabiliyeti (mm)	191
Hamur Mukavemeti (BU)	348
Oran Sayısı (BU/mm)	1,8
Maksimum Direnç (BU)	493
Hamur Enerjisi (cm ²)	184

BU: Brabender Unit

YTİ: Yoğurma Tolerans İndeksi

3.1.2. Ekmek

Araştırmada kullanılan Vakfikebir ekmeği, Vakfikebir ekmeğinin orjini olarak bilinen Trabzon'un Vakfikebir ilçesinde Büyük Liman Ekmek Fırınında 500, 1500 ve 3000 g ve francala ise 500, 1000, 1500 g olmak üzere üç farklı gramajda üretilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Un analizleri

Unda; nem, ham protein, yaş öz, kuru öz, gluten indeksi, zeleny sedimentasyon, düşme sayısı, kül, pH, renk ölçümleri, farinograf, ekstensograf özellikleri Elgün vd. (2002) tarafından belirtilen yöntemler kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.2. Trabzon Vakfikebir ve Francala ekmeği üretim prosesi

3.2.2.a. Trabzon Vakfikebir ekmeğinin üretim prosesi

Trabzon Vakfikebir ekmeğinin üretimi için yoğrulmuş hamurdan bir miktar alınarak ve yaklaşık 15 saat bekletilerek ekşimesi sağlanmıştır. Ekşi hamurun 2.5 katı kadar un, %45–50 oranında su ilave edilerek 5–6 dakika yoğrulmuştur. Oldukça sert bir yapı kazanan hamurun üzerine 2–3 kg un dökülerek 25°C'de %75 NR'de 6 saat bekletilmiştir. Süre sonunda 10 kg ekşi hamura 2,2 kg tuz ve su ilave edilerek bulamaç haline getirilmiş ve 15 dakika sonra üzerine 100 kg un, toplam miktarı 60–63 kg olacak şekilde su (28°C), 1 kg yaş maya ilave edilerek 20 dakika yoğrulmuştur. 20 dakika sonra kazanın içindeki hamur 15–20 saniye tur attırılarak, tekneye alınmış ve 25°C'de %75 NR'de 130 dakika kitle fermentasyonuna bırakılmıştır. Daha sonra ekmek gramajı 500, 1500 ve 3000g olacak şekilde hamur kesilerek işlenmiş ve özel kaplar içinde 25°C'de 100 dakika son fermentasyona bırakılmıştır. Hazırlanan fitil hamurun üstüne yapıştırılarak üzerine bulamaç sürülmüş ve fırına verilmiştir. İlk sıcaklığı 220°C olan ve

sonlarına doğru $175\pm 5^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar düşen fırında, gramajları dikkate alınarak 115 dakikaya kadar pişirilmiştir (Kotancılar vd 1998).

3.2.2.b. Francala ekmeğinin üretim prosesi

Francala ekmeği üretimi için 100 kg una; 63 litre su, 1,3 kg tuz, 5 kg maya, 0,8 kg katkı maddesi ilave edilerek 40 dakika yoğrulmuştur. Sıcaklığı 27°C olan hamura, 25°C 'de %75 NR'de 10 dakika kitle fermentasyonu yapılmıştır. Ekmek gramajı 500, 1000 ve 1500 g olacak şekilde hamur kesilmiştir. İşlenerek 27°C 'de 100 dakika son fermentasyona bırakıldıktan sonra, $165\text{--}170^{\circ}\text{C}$ 'de 20 dakikada süre ile pişirilmiştir.

3.2.3 Ekmekte yapılan analizler

3.2.3.a. pH tayini

10 g ekmek içi 100 ml saf su ile Ultra-Turrax (IKA WERK TP 18–10, 2000 RPM) kullanılmak suretiyle 1 dakika homojenize edilmiştir. pH'sı 4.00 ve 7.00 olan tampon çözeltilerle standardize edilen INOLAB pH 720 marka pH-metre kullanılarak pH değerleri belirlenmiştir (Elgün vd. 2002).

3.2.3.b. Ekmek içi, ekmek kabuğu ve kabuğa yakın bölgenin nem miktarının belirlenmesi

Kabuk neminin belirlenmesinde ekmek yüzeyinden 2–3 mm kalınlığında kesilen ekmek kabuğu; kabuğa yakın bölgenin nem miktarının belirlenmesinde kabuk altından 2–3 mm kalınlığında kesilen kısım; ekmek içi nem miktarının belirlenmesinde ise ekmeğin tam merkezinden 3–5 g tartılarak, önceden 130°C 'de kurutularak darası alınmış alüminyum kurutma kaplarına konulmuştur. Kurutma dolabında 105°C 'de 12 saat kurutulduktan sonra, kurumadan önceki ve sonraki değerler kullanılarak nem miktarı hesaplanmıştır (Karaoğlu 2002).

3.2.3.c. Su aktivitesi ölçümleri

Ekmek içi, ekmek kabuğu ve kabuğa yakın bölgenin su aktivitesini belirlemede NOVASINA AW Sprint TH-500 (Switzerland) marka su aktivitesi cihazı kullanılmıştır. Örnekler a_w ölçüm cihazının plastik kaplarına, kabın alt yüzeyini tamamen kaplayacak şekilde yerleştirildikten sonra kap, cihazın ölçüm haznesine konulmuş ve cihaz çalıştırılmıştır. Ölçümler 25°C'de alınmıştır. Sonuçlar 0.003 hassasiyetindedir.

3.2.3.d. Ekmek için su tutma (hidrasyon) kapasitesinin belirlenmesi

Ekmek için su tutma kapasitesinin belirlenmesinde Martin *et al.* (1991) tarafından belirtilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Depolama periyodu sonunda ekmek içi kabuğundan ayrılarak, ekmek içinde düzenli bir nem dağılımının sağlanması için polietilen ambalajda 3-4 saat bekletilmiştir. Daha sonraki 12 saat içinde ekmek içi su adsorpsiyon indeksi ölçülmüştür.

Santrifüj tüpleri içerisine 6 g ekmek içi 36 ml (1:6 oranında) saf su ile süspansiyon haline getirildikten sonra 30 dakika yavaşça çalkalanarak bekletilmiştir. Karışım Ultra-Turrax'da (IKA WERK TP 18-10, 2000 RPM) 1.5 dakika parçalandıktan sonra Hermle (ZK 380) marka santrifüj aletinde 20°C'de, 1000 × g'de 7 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra ıslak sediment ilk baştaki ekmek içi ağırlığına bölünerek ekmek için su tutma kapasitesi hesaplanmıştır.

3.2.3.e. Penetrometre ile ekmek içi yumuşaklık değerinin belirlenmesi

Bu amaçla 0, 24, 48, 72, 96 ve 120 saat sonra ekmek içi yumuşaklığının değerlendirilmesinde PNR 10 Penetrometre cihazı ile 54,6 g ağırlığındaki konik şekilli penetrometre başlığı kullanılmıştır. Ekmekler özel dilimleme kabında 2,7 cm kalınlığında dilimlenmiştir. Her bir ekmek için merkezden olmak üzere ikişer dilim alınmış ve bu iki dilim üzerinde toplamda 6 adet ölçüm yapılmıştır. Değerler

penetrometre başlığının 5 saniye süreyle dilime batma miktarının mm olarak okunmasıyla elde edilmiştir. Okunan bu değerler penetrasyon birimi (PB) olarak verilmiştir (1 PU=0,1 mm) (Kotancılar 1995).

3.2.3.f. Ekmek içinin doku özelliklerinin belirlenmesi

Ekmek içinin doku analizleri için Carr ve Tadini (2003)'nin tarif ettiği yöntem modifiye edilmiştir. SMS doku analiz cihazı (model TA-XT.plus, Stable Micro System, England) 36 mm'lik probu (P/36) ile birlikte kullanılmak suretiyle analiz yürütülmüştür. Her bir ekmek için tam merkezi kapsayacak şekilde 8 cm kalınlığında dilimler kesilmiş ve aşağıda belirtilen koşullar altında ekmek içi merkezinin doku özellikleri iki paralelli olarak belirlenmiştir. Ölçülen parametreler sertlik, yapışkanlık, esneklik ve çiğnenmedir (Şekil 3.2.). Bu parametrelerin seçilme nedenleri Çizelge 3.2'de de görüldüğü üzere duyuşsal özelliklerle sıkı ilişkide olmalarıdır. Bu değerlere ilaveten gumminess (sakızimsılık) değeri (Karim *et al.* 2000) de hesaplanmıştır.

TPA (Doku Profil Analizi) metodu şu koşullar altında yürütülmüştür: ön test hızı: 2.0 mm/s, test hızı: 5.0 mm/s, test sonrası hız: 5.0 mm/s, mesafe: 20 mm, tetikleme tipi: otomatik-20 g, zaman: 5 s. Bu şartlar altında çizdirilen eğriden belirtilen parametreler şu şekilde hesaplanmıştır:

Sertlik: ilk sıkıştırma çevrimi esnasında pik gücü (birinci eğrinin yüksekliği), N

Yapışkanlık: her iki çevrim için de sıkıştırmanın olmadığı alanlar hariç, ikinci sıkıştırma anındaki pozitif güç alanının birinci sıkıştırmadaki alana oranıdır (Alan 2/Alan 1).

Esneklik: birinci sıkıştırmanın sonu ile ikinci sıkıştırmanın başı arasındaki yükseklik farkı olup ne kadarlık bir geri gelmenin olduğunu göstermektedir, mm.

Çiğnenme: sertlik \times yapışkanlık \times esneklik'ten elde edilen iştir, J.

Sakızimsılık: sertlik \times yapışkanlık işlemi sonucu elde edilmiştir.

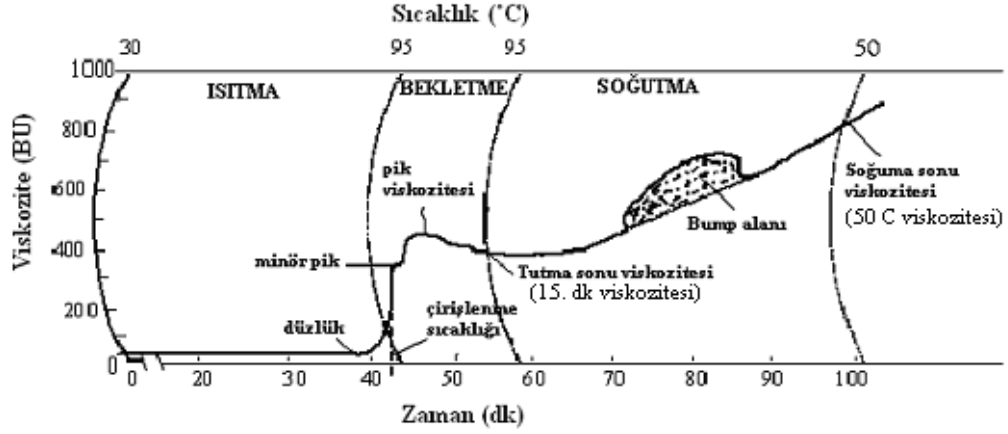
Çizelge 3.2. Mekaniksel doku parametrelerinin fiziksel ve duyusal tanımlamaları (Carr and Tadini 2003).

Parametre	Fiziksel tanım	Duyusal tanım
Sertlik (Firmness)	Deformasyon için gerekli olan güç	Ön dişler arasındaki maddeyi sıkıştırmak için gerekli olan güç
Esneklik (Springiness)	Deforme eden gücün ortadan kalkmasıyla birlikte materyalin deforme olmamış haline dönme oranı	Azı dişleriyle kısmi olarak sıkıştırılan maddenin orijinal yüksekliğine dönme oranı ve hızı
Yapışkanlık (Cohesiveness)	İç bağların dayanma gücü	Madde ısırılırken, kopmadan önceki deformasyon miktarı
Çiğnenme (Chewiness)	Katı yiyeceği parçalara ayırıp yutma durumuna getirmek için gerekli olan enerji	Maddenin yutmaya hazır hale gelinceye kadar gerekli olan çiğneme sayısı ve bir saniyedeki çiğneme sayısı ve gücü

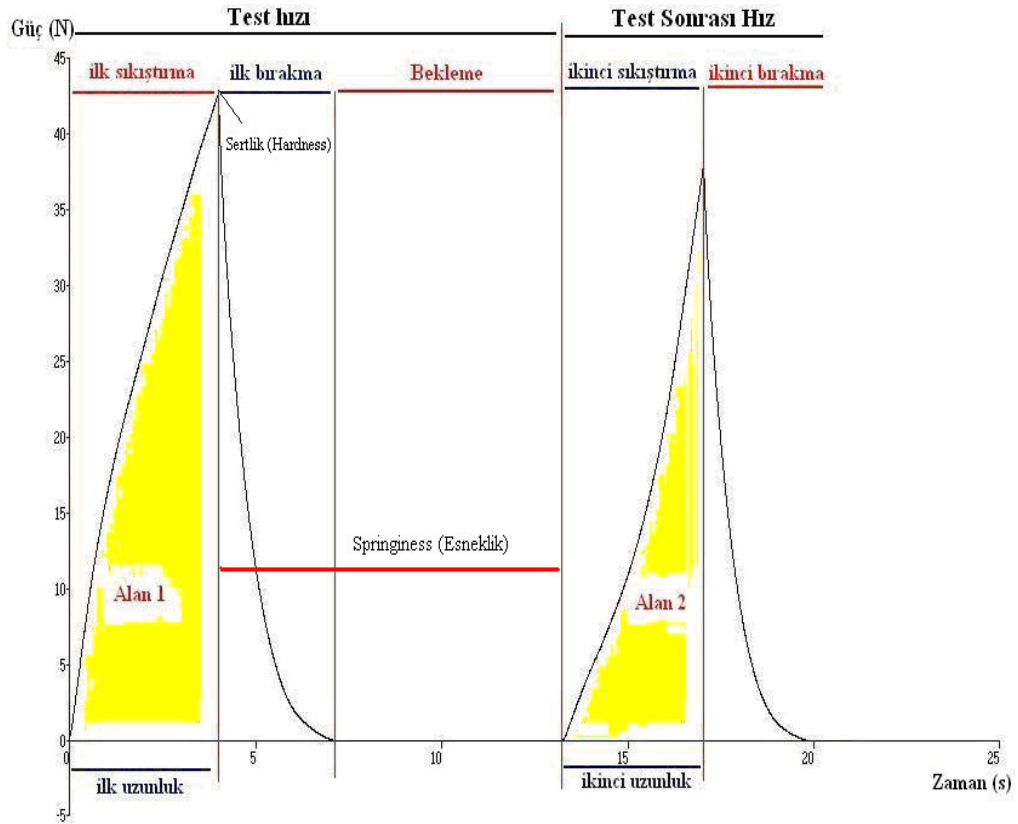
3.2.3.g. Ekmek içinin çirışlenme özelliklerinin belirlenmesi

Ekmek içinin çirışlenme özelliklerinin tespitinde Karaoğlu (2006a)'nın tarif ettiği yöntem kullanılmıştır. Beş gün boyunca depolanan ekmek içleri çıkartılmış, dondurularak kurutulmuş ve bir Wiley değirmende öğütülerek 60-mesh'lik elekten geçirilmiştir.

Dondurularak kurutulmuş ve öğütülmüş ekmek içinin çirışlenme özellikleri belirlemede Brabender Amilograf cihazı kullanılmıştır. Ekmek içi (55 g) 350 ml saf su ile birlikte bir karıştırıcı vasıtasıyla düşük devirde 1 dakika karıştırılmıştır. Süspansiyon amilograf kabına konulmuş ve karıştırıcı 100 ml ilave saf su ile kap içerisine yıkanmıştır. Ekmek içi süspansiyonu 30°C'den 95°C'ye 1.5°C/dk hızla ısıtılmış, 95°C'de 15 dakika tutulmuş ve sonra düzenli olarak 50°C'ye soğutulmuştur. Çizdirilen amilograf eğrisinden (amilogram) çirışlenme sıcaklığı, pik viskozitesi, 15 dakika yüksekliği ve gerileme bilgileri elde edilmiştir. Şekil 3.1'de örnek bir amilograf eğrisi ve değerlerin bu kürveden nasıl elde edildiği gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Ekmek için çirşendirilmesiyle elde edilen örnek bir amilogram eğrisi ve değerlerin gösterimi (Karaoğlu 2006a).



Şekil 3.2. Örnek bir TPA eğrisi.

3.2.4. Deneme Planı

İki farklı ekmek çeşidi (Trabzon Vakfıkebir ve Francala ekmeği); üç farklı gramaj Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin küçük (500 g), orta (1500 g) ve büyük (3000 g) gramajlarına karşın, Francala ekmeğinin küçük (500 g), orta (1000 g) ve büyük (1500 g); 5 farklı depolama süresi (0, 24, 48, 72, 96, 120 saat) 2 tekrarlı olarak yürütülmüştür.

3.2.5. İstatistiksel Analizler

Deneme 2x3x5 faktöryel düzenleme ile tam şansa bağlı deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemeden alınan ham değerler SPSS programında (SPSS 1999) varyans analizine tabi tutularak, önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testiyle karşılaştırılmıştır (Yıldız ve Bircan 2003).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Ekmek İçi ve Ekmek Kabuğunun pH Değerleri

Farklı gramajlardaki Trabzon Vakkıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanmaları sonucu ekmek içi ve kabukta meydana gelen pH değişimlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı gramajlarda üretilen Trabzon Vakkıkebir ve Francala Ekmeklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait ortalamalar.

Ekmek Çeşidi	Ekmek Gramajı (g)	Depolama Süresi (gün)	pH	
			Ekmek İçinin pH Değeri	Ekmek Kabuğunun pH Değeri
Trabzon Vakkıkebir Ekmegi	Küçük (1000 g)	0	4,46	4,66
		1	4,48	4,61
		2	4,54	4,53
		3	4,42	4,60
		4	4,48	4,61
	Orta (1.500 g)	5	4,55	4,84
		0	4,43	4,54
		1	4,38	4,51
		2	4,38	4,51
		3	4,33	4,44
	Büyük (3.000g)	4	4,39	4,48
		5	4,40	4,46
		0	4,22	4,44
		1	4,32	4,42
		2	4,27	4,43
Francala Ekmegi	Küçük (500 g)	3	4,25	4,41
		4	4,26	4,41
		5	4,25	4,38
		0	5,98	5,64
		1	5,99	5,51
	Orta (1.000 g)	2	6,02	5,51
		3	6,08	5,45
		4	6,12	5,52
		5	6,11	5,48
		0	5,98	5,38
	Büyük (1.500g)	1	6,03	5,54
		2	6,05	5,52
		3	6,16	5,59
		4	6,17	5,61
		5	6,21	5,52
	0	5,92	5,45	
	1	5,98	5,49	
	2	6,06	5,50	
	3	6,14	5,56	
	4	6,22	5,56	
	5	6,30	5,56	

Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanmaları sonucu ekmek içi ve kabukta meydana gelen pH değişimlerine ait varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı gramajlarda üretilen Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinde depolama süresince belirlenen pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

VAK	SD	Ekmek İçinin pH Değeri			Ekmek Kabuğunun pH Değeri		
		KO	F		KO	F	
Ekmek Çeşidi (Ç)	1	52,446	53561,74	**	18,281	5693,073	**
Ekmek Gramajı (G)	2	0,0495	50,557	**	0,07	23,835	**
Depolama Süresi (D)	5	0,02972	30,351	**	0,002	0,803	
ÇXG	2	0,117	119,040	**	0,083	25,913	**
ÇXD	5	0,030	32,573	**	0,0066	2,057	
GXD	10	0,002	2,258	*	0,0082	2,545	*
ÇXGXD	10	0,004	4,510	**	0,012	3,809	**
Hata	36	0,0009			0,0032		

(*) P < 0,05 Düzeyinde önemli

(**) P < 0,01 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.3. Ekmek çeşidi değişkenine ait pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Çeşidi	n	Ekmek İçinin pH Değeri		Ekmek Kabuğunun pH Değeri	
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata
Trabzon Vakfıkebir	36	4,37	± 0,005 b	4,51	± 0,009 b
Francala	36	6,08	± 0,005 a	5,52	± 0,009 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin hem iç hem de kabuk pH’sı Francala ekmeğinin pH’sından düşük çıkmıştır. Bunun nedeni, ön hamur (sponge) diye tanımlanan ekşi hamurun 15 saat kadar bekletilerek, formülasyona ilave edilmesi ve hamurun yoğrulmasına müteakip francala ekmekten daha uzun süre bekletilmesi olabilir. Kotancılar vd (2006a) yaptıkları bir çalışmada 0, 5, 10 ve 15 saat süre ile

fermente edilen ekşi hamurları 100 kg un esasına göre farklı seviyelerde (%0, 10, 20 ve 30) hamura ilave ederek, beyaz tava ekmeği üretmişler, fermentasyon süresi ve ilave edilen ekşi hamur katkısı artırıldıkça; ekmeğin içi ve hamur pH'sında düşüş olduğunu tespit etmişlerdir. Hamur fermentasyon süresi uzadıkça hamur pH'sı düşmekte, asitlik artmaktadır (Uysal 2004).

Çizelge 4.4. Ekmeğin gramajı değişkenine ait pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmeğin Gramajı (g)	n	Ekmeğin İçinin pH Değeri			Ekmeğin Kabuğunun pH Değeri		
		Ortalama	Standart Hata		Ortalama	Standart Hata	
Küçük	24	5,27	± 0,006	a	5,08	± 0,012	a
Orta	24	5,24	± 0,006	b	5,01	± 0,012	b
Büyük	24	5,18	± 0,006	c	4,97	± 0,012	c

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.4'de görüldüğü gibi ekmeğin gramajı arttıkça hem iç hem de kabuk pH'sı düşmüş yani daha çok asidik karakter kazanmıştır. Buna gramajın artmasıyla hamur içindeki anaerob ortamın nispi olarak artması ve asidik karakterdeki bakteri ve mayanın daha fazla çalışması neden olabilir (Kotancılar vd 1998, 2006; Uysal 2004). Çizelge 4.5'de görüldüğü gibi ekmeğin depolama süresi arttıkça ekmeğin içindeki pH da artmış, kabuktaki artış ise istatistiki olarak önemli çıkmamıştır.

Çizelge 4.2'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmeğin içinin pH değeri üzerinde önemli etkisi saptanan, ekmeğin çeşidi x gramaj interaksyonu Çizelge 4.6 ve Şekil 4.1'de, ekmeğin kabuğu pH değeri üzerine önemli etkisi saptanan ekmeğin çeşidi x gramaj interaksyonu Çizelge 4.6 ve Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.6'ya göre pH değerlerinde istatistiki olarak fark görülmemektedir. Şekil 4.1'deki ekmeğin içi ve Şekil 4.2'deki ekmeğin kabuğu pH değeri üzerine çeşit x gramaj interaksyonunun grafikleri incelendiğinde ise; Francala ekmeğinin iç ve kabuk pH değerleri gramaj arttıkça artmıştır. Bununla birlikte, Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin iç ve kabuk pH değerleri gramaj arttıkça azalmıştır. Şekil 4.1'deki ekmeğin içi pH değerleri

incelendiğinde; en düşük pH değerinin büyük gramajlı Vakfikebir ekmeğine, en yüksek pH Değerinin ise büyük gramajlı Francala ekmeğine ait olduğu görülmektedir. Şekil 4.2'deki ekmek kabuğunun pH değerleri incelendiğinde de en düşük pH değerinin büyük gramajlı Vakfikebir ekmeğine, en yüksek pH Değerinin ise büyük gramajlı Francala ekmeğine ait olduğu görülmektedir. Her iki grafikte de Vakfikebir ekmeğinin gramajı arttıkça pH değerinin düştüğü, Francala ekmeğinde ise gramaj arttıkça pH değerinin arttığı görülmektedir.

Çizelge 4.5. Depolama süresi değişkenine ait pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

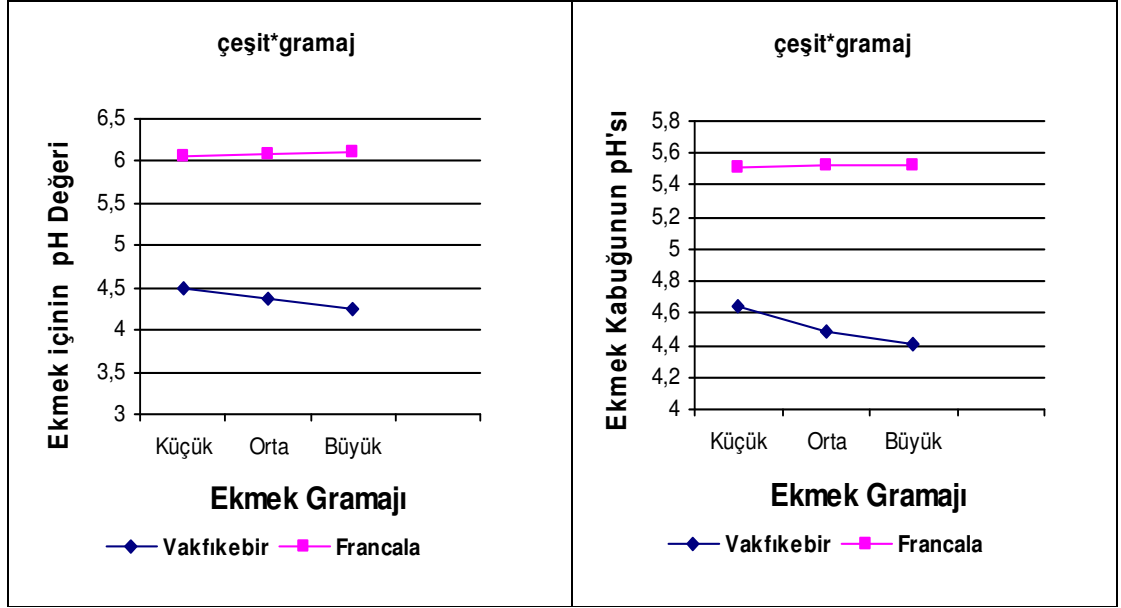
Depolama Süresi (Gün)	n	Ekmek İçinin pH Değeri		Ekmek Kabuğunun pH Değeri	
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata
0	12	5,16	± 0,009 e	5,02	± 0,016 a
1	12	5,19	± 0,009 d	5,02	± 0,016 a
2	12	5,22	± 0,009 cd	5,00	± 0,016 a
3	12	5,23	± 0,009 bc	5,01	± 0,016 a
4	12	5,27	± 0,009 b	5,03	± 0,016 a
5	12	5,30	± 0,009 a	5,04	± 0,016 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Çizelge 4.6. Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonuna ait pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇXG	n	Ekmek İçinin pH Değeri		Ekmek Kabuğunun pH Değeri	
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata
Trabzon Vakfikebir Ekmeği	Küçük	12	4,49 ± 0,009 b	4,64	± 0,016 b
	Orta	12	4,38 ± 0,009 b	4,49	± 0,016 b
	Büyük	12	4,26 ± 0,009 b	4,41	± 0,016 b
Francala Ekmeği	Küçük	12	6,05 ± 0,009 a	5,52	± 0,016 a
	Orta	12	6,10 ± 0,009 a	5,52	± 0,016 a
	Büyük	12	6,10 ± 0,009 a	5,52	± 0,016 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).



Şekil 4.1. Ekmek içi pH değeri üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksiyonu.

Şekil 4.2. Ekmek kabuğu pH'si üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksiyonu.

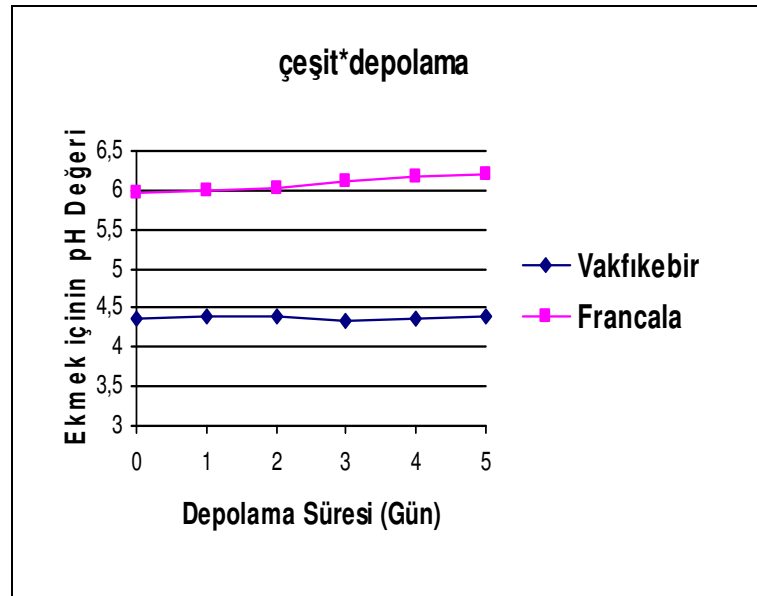
Çizelge 4.7. Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksiyonuna ait pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇX D	n	Ekmek İçinin pH Değeri			Ekmek Kabuğunun pH Değeri			
		Ortalama	Standart Hata		Ortalama	Standart Hata		
Trabzon Vakfıkebir Ekmeği	0	6	4,37	± 0,013	c	4,54	± 0,23	a
	1	6	4,39	± 0,013	c	4,51	± 0,23	a
	2	6	4,39	± 0,013	c	4,49	± 0,23	a
	3	6	4,33	± 0,013	c	4,48	± 0,23	a
	4	6	4,37	± 0,013	c	4,50	± 0,23	a
	5	6	4,40	± 0,013	c	4,56	± 0,23	a
Francala Ekmeği	0	6	5,96	± 0,013	b	5,49	± 0,23	a
	1	6	6,00	± 0,013	b	5,51	± 0,23	a
	2	6	6,04	± 0,013	a	5,51	± 0,23	a
	3	6	6,13	± 0,013	a	5,53	± 0,23	a
	4	6	6,17	± 0,013	a	5,56	± 0,23	a
	5	6	6,20	± 0,013	a	5,52	± 0,23	a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, istatistiki olarak önemli bulunan (Çizelge 4.2) ekmeğin iç ve kabuk pH değeri üzerine etkili olan çeşit x depolama interaksyonuna ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7’de, interaksyon grafiği Şekil 4.3 ’de verilmiştir. Şekil 4.3’e göre Trabzon Vakkıkebir ekmeği içinin pH değeri Francala ekmekten düşük değerler vermesine karşın depolama süresine bağlı olarak istatistiki açıdan önemli bir değişme olmamış, Francala ekmeğin pH değerinde ise 2. günden itibaren artmış, ancak 2, 3, 4 ve 5. günlere ait ortalamalar istatistiki olarak farklılık göstermemiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, istatistiki olarak önemli bulunan (Çizelge 4.2) ekmeğin pH değeri üzerine etkili olan gramaj x depolama interaksyonunun gidişi (Çizelge 4.8) Şekil 4.4 ve 4.5’de verilmiştir. Şekil 4.4’e göre her üç gramajlı ekmelerde depolamaya bağlı olarak ekmek içi pH değerlerinde artış izlenmiş, büyük gramajlı ekmelerdeki pH artışı diğerlerine göre daha fazla olmuştur. Şekil 4.5’e göre küçük gramajlı ekmelerde ilk günden 2. güne kadar ani bir düşüş olmuş, daha sonra tekrar bir yükselme izlenmiştir. Orta gramajlı ekmelerde 1. güne kadar önce bir artma, sonra 3. güne kadar azalma, 4. gün tekrar artma ve 5. gün azalma olmuştur. Büyük gramajlı ekmelerde 4. güne kadar önce bir artış, 5. günde ise pH’da bir azalma olmuştur.



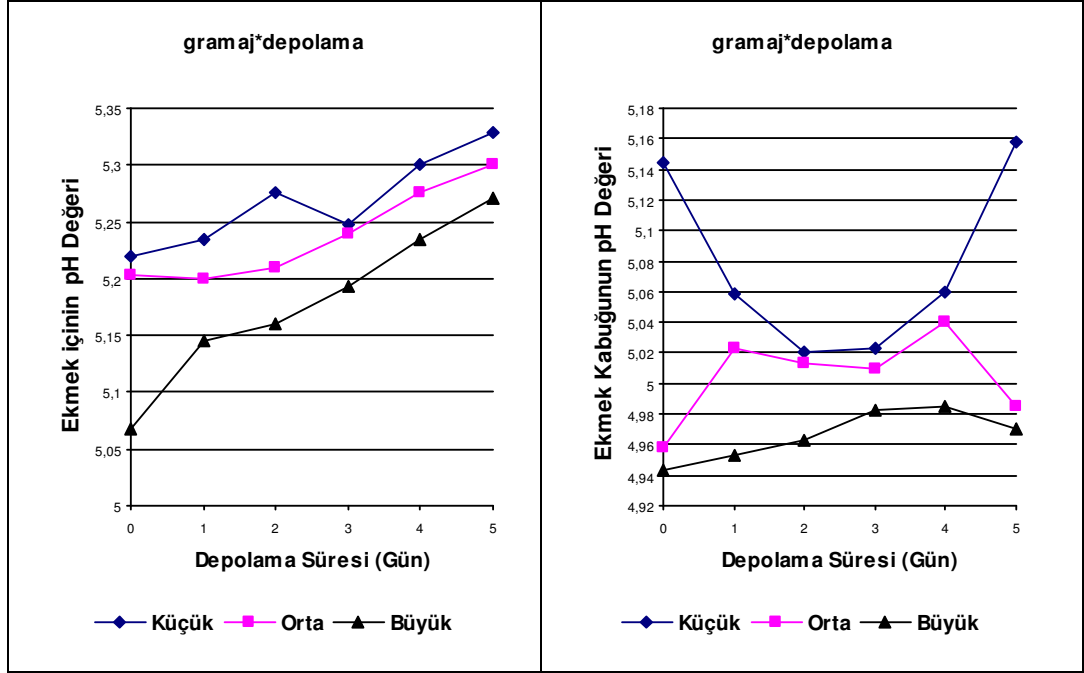
Şekil 4.3. Ekmek içinin pH değeri üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.

Çizelge 4.8. Ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait ekmek içi ve kabuk pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

GX D	n	Ekmek İçinin pH Değeri		Ekmek Kabuğunun pH Değeri			
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata		
Küçük	0	4	5,22	± 0,022	5,15	± 0,28	a
	1	4	5,24	± 0,022	5,06	± 0,28	a
	2	4	5,28	± 0,022	5,02	± 0,28	a
	3	4	5,25	± 0,022	5,02	± 0,28	a
	4	4	5,30	± 0,022	5,06	± 0,28	a
	5	4	5,33	± 0,022	5,16	± 0,28	a
Orta	0	4	5,20	± 0,022	4,96	± 0,28	b
	1	4	5,20	± 0,022	5,02	± 0,28	a
	2	4	5,21	± 0,022	5,01	± 0,28	a
	3	4	5,24	± 0,022	5,01	± 0,28	a
	4	4	5,28	± 0,022	5,04	± 0,28	a
	5	4	5,30	± 0,022	4,99	± 0,28	b
Büyük	0	4	5,07	± 0,022	4,94	± 0,28	b
	1	4	5,15	± 0,022	4,95	± 0,28	b
	2	4	5,16	± 0,022	4,96	± 0,28	b
	3	4	5,19	± 0,022	4,98	± 0,28	b
	4	4	5,24	± 0,022	4,99	± 0,28	b
	5	4	5,27	± 0,022	4,97	± 0,28	b

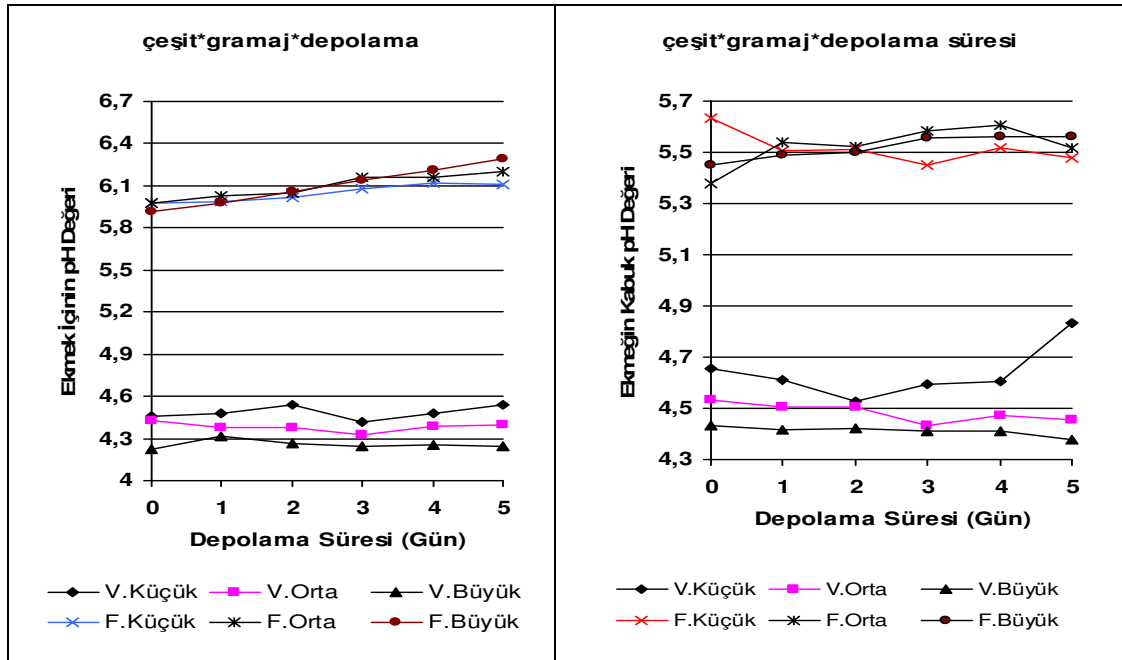
* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, istatistiki olarak önemli bulunan (Çizelge 4.2) ekmeğin pH değeri üzerine etkili olan çeşit x gramaj x depolama interaksyonunun gidişi Şekil 4.6 ve 4.7’de verilmiştir. Şekil 4.6’ya göre her üç gramajlı ekmeklerde depolamaya bağlı olarak ekmek içi pH değerlerinde artış izlenmiş, büyük gramajlı ekmeklerdeki pH artışı diğerlerine göre daha fazla olmuştur. Francala ekmeğin içine ait pH değeri Trabzon Vakfıkebir ekmeğinden daha yüksek çıkmış, 5. gün depolanan Francala ekmeklerin pH değerleri en yüksek değeri vermiştir. Şekil 4.7’ye göre her üç gramajlı ekmeklerde depolamaya bağlı olarak ekmek içi pH değerlerinde artış izlenmiştir. Francala ekmeğin içine ait pH değeri Trabzon Vakfıkebir ekmeğinden daha yüksek çıkmış, 5. gün depolanan Francala ekmeklerin pH değerleri en yüksek değeri vermiştir.



Şekil 4.4. Ekmek içi pH değeri üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama süresi etkisi.

Şekil 4.5. Ekmek kabuğu pH değeri üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama süresi etkisi.



Şekil 4.6. Ekmek içi pH değeri üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı x depolama süresi etkisi.

Şekil 4.7. Ekmek kabuğu pH değeri üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı x depolama süresi etkisi.

4.2. Ekmekte Nem Değeri

Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek içi, kabuğa yakın bölge (orta) ve kabuktaki nem değerlerine ait analiz sonuçlarının I. ve II. tekerrürün ortalamaları Çizelge 4.9'da, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.10'de verilmiştir.

Ekmek içi nem değeri üzerine; ekmek çeşidi (Ç), gramaj (G), depolama süresi (D) ve ÇxG, ÇxD, GxD ve ÇxGxD interaksyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Ekmek kabuğuna yakın (orta) nem değeri üzerine; ekmek çeşidi (Ç), gramaj (G), depolama süresi (D) ile ÇxG, ÇxD interaksyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$) etkili olmuştur. Ekmek kabuğunun nem değeri üzerine; ekmek çeşidi (Ç) ve depolama süresi (D) ile ÇxG, ÇxD interaksyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p<0,01$), gramaj (G) ise önemli seviyede ($p<0,05$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.10'da önemli çıkan ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içi, orta ve kabuğa ait nem ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11'de, ekmek gramajı değişkenine ait sonuçlar Çizelge 4.12'de, depolama süresi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.13'de verilmiştir. Ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonuna ait nem sonuçları Çizelge 4.14'de, ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonuna ait nem sonuçları Çizelge 4.15'de, ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait nem sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi Trabzon Vakfikebir ekmeğinin içinde, orta ve kabuktaki nem miktarı Francala ekmeğinden yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni Trabzon Vakfikebir ekmeğinin düşük sıcaklıkta uzun süre pişirilmesinden dolayı kalın bir sert kabuğun meydana gelmesi ve bu kabuğun ekmek içi neminin ekmekten uzaklaşmasını zorlaştırmasından kaynaklanabilmektedir (Kotancılar vd 2006b). Bayatlama seyrine bağlı olarak nem, ekmek içinden kabuğa doğru nüfus etmektedir. Trabzon Vakfikebir ekmeğinde başlangıçta fazla olan nem miktarı haliyle aynı ekmeğin kabuğunda ve kabuğa yakın bölgede yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4.9. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmekteki nem değerlerine ait analiz sonuçlarının ortalamaları.

Ekmek Çeşidi	Ekmek Gramajı (g)	Depolama Süresi (gün)	Nem (%)		
			Ekmek İçi	Kabuğa Yakın Yer	Ekmek Kabuğu
Trabzon Vakfıkebir Ekmegi	Küçük (1000 g)	0	46,7	28,1	23,1
		1	46,9	28,7	25,2
		2	46,5	29,3	27,6
		3	46,4	31,9	26,7
		4	45,2	30,5	29,1
		5	46,9	32,8	29,8
	Orta (1.500 g)	0	47,0	30,9	27,7
		1	46,7	32,1	29,5
		2	47,0	33,9	29,6
		3	46,8	33,8	28,3
		4	46,6	33,9	31,1
		5	47,0	37,0	32,9
	Büyük (3.000g)	0	47,1	31,5	26,3
		1	47,3	30,5	27,6
		2	46,8	32,0	28,9
		3	46,8	33,8	29,1
		4	46,5	32,1	29,0
		5	47,4	34,9	32,1
Francala Ekmegi	Küçük (500 g)	0	45,8	17,8	13,8
		1	45,6	22,3	21,5
		2	43,2	24,8	21,9
		3	42,0	26,7	22,8
		4	39,1	25,8	22,9
		5	37,5	25,7	24,9
	Orta (1.000 g)	0	46,3	19,2	12,4
		1	46,0	24,9	18,8
		2	46,0	22,7	19,5
		3	44,8	23,2	20,3
		4	43,5	22,6	21,0
		5	42,9	22,7	22,5
	Büyük (1.500g)	0	46,9	20,1	14,5
		1	46,5	25,6	22,5
		2	45,7	24,6	23,3
		3	46,1	27,0	24,1
		4	45,7	26,6	22,8
		5	44,7	25,5	27,0

Çizelge 4.10. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmekteki nem değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

VAK	SD	Ekmek İçi Nem Miktarı (%)			Ekmek Kabuğuna Yakın Bölgede (Ortada) Nem Miktarı (%)			Ekmek Kabuğunda Nem Miktarı (%)		
		KO	F	**	KO	F	**	KO	F	**
Ekmek Çeşidi (Ç)	1	104,7	307,1	**	1243,9	1068,999	**	1040,9	348,180	**
Ekmek Gramajı (G)	2	29,1	85,5	**	16,999	14,609	**	14,514	4,855	*
Depolama Süresi (D)	5	11,3	33,1	**	41,873	35,985	**	96,626	32,321	**
ÇXG	2	16,5	48,3	**	36,201	31,110	**	46,216	15,459	**
ÇXD	5	9,2	27,0	**	11,140	9,573	**	16,130	5,396	**
GXD	10	2,5	7,5	**	2,198	1,889		1,413	0,473	
ÇXGXD	10	1,8	5,3	**	2,460	2,114		0,572	0,191	
Hata	36	0,3			1,164			2,990		

(*) P < 0,05 Düzeyinde önemli

(**) P < 0,01 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.11. Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek nem değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Çeşidi	n	Ekmek İçi Nem Miktarı (%)			Ekmek Kabuğuna Yakın Bölgede (Ortada) Nem Miktarı (%)			Ekmek Kabuğunda Nem Miktarı (%)		
		Ort.	Standart Hata	a	Ort.	Standart Hata	a	Ort.	Standart Hata	a
Trabzon Vakfıkebir	36	46,75	± 0,097	a	32,10	± 0,180	a	28,52	± 0,28	a
Francala	36	44,34	± 0,097	b	23,78	± 0,180	b	20,91	± 0,28	b

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Çizelge 4.12. Ekmek gramajı değişkenine ait ekmek içi ve ekmek kabuğu nem değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Gramajı (g)	n	Ekmek İçi Nem Miktarı (%)			Ekmek Kabuğuna Yakın Bölgede (Ortada) Nem Miktarı (%)			Ekmek Kabuğunda Nem Miktarı (%)		
		Ort.	Standart Hata	a	Ort.	Standart Hata	a	Ort.	Standart Hata	a
Küçük	24	44,32	± 0,119	c	27,03	± 0,220	b	24,10	± 0,353	b
Orta	24	45,87	± 0,119	b	28,09	± 0,220	a	24,45	± 0,353	b
Büyük	24	46,45	± 0,119	a	28,69	± 0,220	a	25,59	± 0,353	a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi ekmeğin gramajı arttıkça hem içinde, hem kabuğa yakın bölgede, hem de kabuk neminde önemli derecede artış olmuştur. Buna neden olarak gramajın artmasıyla ekmekteki nem kaybının (firenin) daha az olması gösterilebilir. Kabuğa yakın bölgede orta ve büyük gramajlı ekmeklerin nem miktarları istatistiksel olarak önemli çıkmasa da büyük gramajlı ekmekte deskriptif olarak bir artış gözlenmektedir. Buna benzer bir durum da ekmek kabuğunda küçük ve orta gramajlı ekmeklerin ekmek kabuğunda gözlenmektedir. Burada da küçük ve orta gramajlı ekmek kabuklarındaki nem miktarları istatistiksel olarak önemli çıkmamış, fakat küçük gramajlı ekmekte deskriptif olarak bir azalma gözlenmektedir.

Çizelge 4.13’de görüldüğü gibi ekmeğin depolama süresi arttıkça ekmek içindeki nem miktarında bir azalma olmuş, ilk gün ile 1. gün, 2. gün ile 3. gün ve 4. gün ile 5. gün aralarında istatistiksel bir farklılık olmamış, en düşük değer 5. günde belirlenmiştir. Ekmek kabuğu ve kabuğa yakın bölgelerdeki nem miktarları da depolama süresi arttıkça ekmek içindeki nemin kabuğa transferinden dolayı bir artış olmuştur. Her iki durumda da en düşük nem seviyesi taze örneklerde (ilk gün) belirlenmiştir.

Çizelge 4.13. Depolama süresi değişkenine ait ekmek nem değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Depolama Süresi (Gün)	n	Ekmek İçi Nem Miktarı (%)			Ekmek Kabuğuna Yakın Bölgede (Ortada) Nem Miktarı (%)			Ekmek Kabuğunda Nem Miktarı (%)		
		Ort.	Standart Hata		Ort.	Standart Hata		Ort.	Standart Hata	
0	12	46,61	± 0,169	a	24,99	± 0,312	e	19,62	± 0,499	d
1	12	46,61	± 0,169	a	27,36	± 0,312	d	24,17	± 0,499	c
2	12	45,88	± 0,169	b	27,91	± 0,312	cd	25,14	± 0,499	bc
3	12	45,88	± 0,169	b	29,41	± 0,321	bc	25,19	± 0,499	bc
4	12	44,42	± 0,169	c	28,59	± 0,312	ab	25,98	± 0,499	b
5	12	44,38	± 0,169	c	29,76	± 0,312	a	28,17	± 0,499	a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.10’da verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi nem miktarı üzerine önemli etkisi saptanan, ekmek çeşidi x gramaj interaksyonu Çizelge 4.14 ve Şekil

4.8’de, ekmek kabuğuna yakın bölgede nem miktarı üzerine önemli etkisi saptanan ekmek çeşidi x gramaj interaksyonu Çizelge 4.14 ve Şekil 4.9’da, ekmek kabuğu nem miktarı üzerine önemli etkisi saptanan ekmek çeşidi x gramaj interaksyonu Çizelge 4.14 ve Şekil 4.10’da verilmiştir.

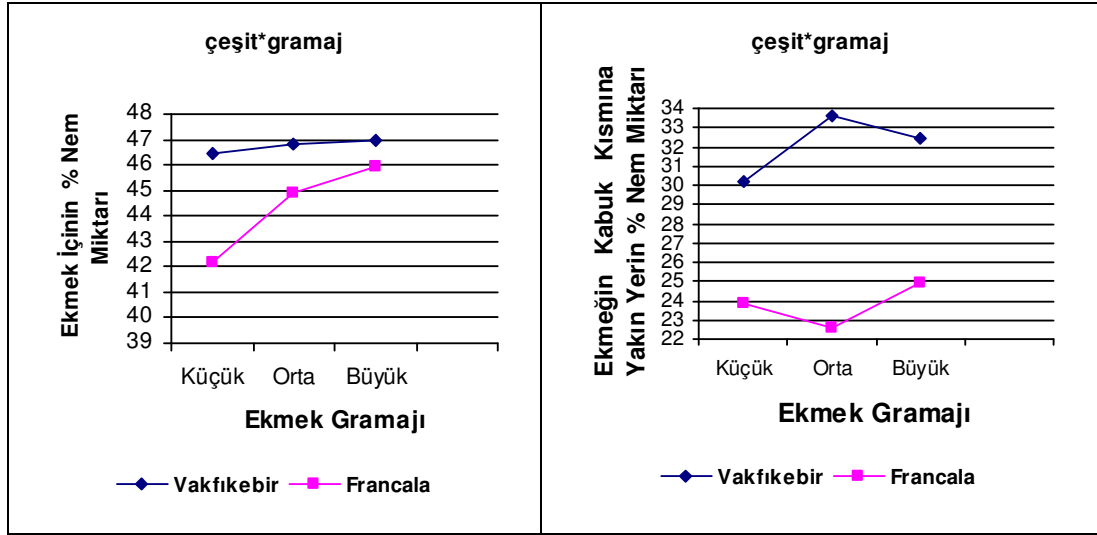
Çizelge 4.14 ve Şekil 4.8’deki ekmek içi nem değeri üzerine çeşit x gramaj interaksyonu incelendiğinde; ekmeğin gramajına bağlı olarak ekmek içi nem miktarında artış gözlenmiştir. Ancak Trabzon Vakfikebir ekmeğindeki bu artış istatistiki anlamda önemli çıkmamış, Francala ekmeğinde ise oldukça önemli çıkmıştır. Ekmek içi nem miktarında her iki çeşide ait küçük ekmekler arasında oldukça büyük bir nem farkı olmasına karşın, gramaj büyüdükçe ekmek çeşidi arasındaki nem farkında bir düşme olmuştur.

Çizelge 4.14. Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonuna ait nem değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇXG	n	Ekmek İçi Nem Miktarı (%)			Ekmek Kabuğuna Yakın Bölgede (Ortada) Nem Miktarı (%)			Ekmek Kabuğunda Nem Miktarı (%)			
		Ort.	Stand. Hata		Ort.	Stand. Hata		Ort.	Stand. Hata		
Trabzon Vakfikebir	Küçük	12	46,44	± 0,169	a	30,20	± 0,311	b	26,89	± 0,499	a
	Orta	12	46,83	± 0,169	a	33,63	± 0,311	a	29,84	± 0,499	a
	Büyük	12	46,97	± 0,169	a	32,46	± 0,311	ab	28,82	± 0,499	a
Francala	Küçük	12	42,19	± 0,169	c	23,86	± 0,311	c	21,31	± 0,499	b
	Orta	12	44,92	± 0,169	b	22,56	± 0,311	c	19,07	± 0,499	b
	Büyük	12	45,92	± 0,169	ab	24,92	± 0,311	c	22,36	± 0,499	b

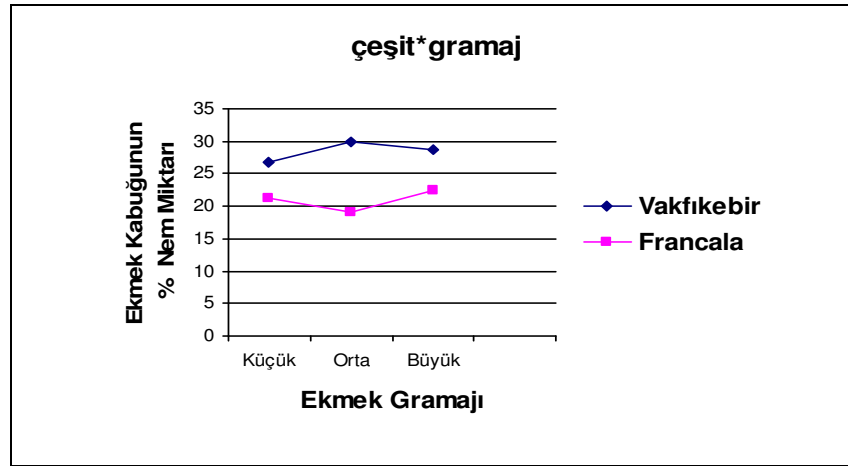
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır (p < 0,05).

Şekil 4.9’a göre; ekmeğin kabuk kısmına yakın bölgede Francala ekmeğinde istatistiki açıdan bir değişme olmamışken, Trabzon Vakfikebir ekmeğinde önce orta gramajlı ekmekte artış olmuş ancak büyük gramajlı ekmekte tekrar bir azalma izlenmiştir. Şekil 4.10’da da Şekil 4.9’dakine benzer bir görünüş sergilenmiştir. Ekmeğin kabuk kısmındaki nem değişimi kabuğa yakın kısımına benzer bir şekilde seyir göstermiştir.



Şekil 4.8. Ekmek içi nem miktarı üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.

Şekil 4.9. Ekmeğin kabuk kısmına yakın bölgede nem miktarı üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.



Şekil 4.10. Ekmek kabuğundaki nem miktarı üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.

Çizelge 4.10'da verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi nem miktarı üzerine önemli etkisi saptanan, ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu Çizelge 4.15 ve Şekil 4.11'de, ekmek kabuğuna yakın bölgede nem miktarı üzerine önemli etkisi

saptanan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu Çizelge 4.15 ve Şekil 4.12’de, ekmek kabuğu nem miktarı üzerine önemli etkisi saptanan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu Çizelge 4.15 ve Şekil 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.15 ve Şekil 4.11’deki ekmek içi nem değeri üzerine çeşit x depolama süresi interaksyonu incelendiğinde; Vakfikebir ekmeğinde depolama süresince pek artış olmamış, ancak Francala ekmeğinde ilk günden başlayıp 5. güne kadar lineer bir şekilde düşme izlenmiştir. ilk günde her iki ekmek çeşidinde de birbirine yakın ekmek içi nem miktarları gözlenirken, 5 günlük depolama süresi sonunda Francala ekmeğinde fark gittikçe artmıştır.

Çizelge 4.15. Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonuna ait nem değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇXD	n	Ekmek İçi Nem Miktarı (%)			Ekmek Kabuğuna Yakın Bölgede (Ortada) Nem Miktarı (%)			Ekmek Kabuğunda Nem Miktarı (%)			
		Ort.	Stand. Hata		Ort.	Stand. Hata		Ort.	Stand. Hata		
Trabzon Vakfikebir	0	6	46,91	± 0,238	ab	30,137	± 0,440	c	25,700	± 0,706	cde
	1	6	46,95	± 0,238	ab	30,437	± 0,440	c	27,415	± 0,706	bcd
	2	6	46,79	± 0,238	ab	31,752	± 0,440	bc	28,702	± 0,706	abc
	3	6	46,68	± 0,238	ab	33,175	± 0,440	ab	28,000	± 0,706	abc
	4	6	46,10	± 0,238	ab	32,177	± 0,440	abc	29,713	± 0,706	ab
	5	6	47,07	± 0,238	a	34,897	± 0,440	a	31,572	± 0,706	a
Francala	0	6	46,31	± 0,238	ab	19,048	± 0,440	e	13,542	± 0,706	h
	1	6	45,99	± 0,238	bc	24,293	± 0,440	d	20,918	± 0,706	g
	2	6	44,97	± 0,238	c	24,065	± 0,440	d	21,583	± 0,706	fg
	3	6	44,30	± 0,238	c	25,642	± 0,440	d	22,395	± 0,706	efg
	4	6	42,76	± 0,238	d	25,018	± 0,440	d	22,255	± 0,706	efg
	5	6	41,70	± 0,238	d	24,628	± 0,440	d	24,782	± 0,706	def

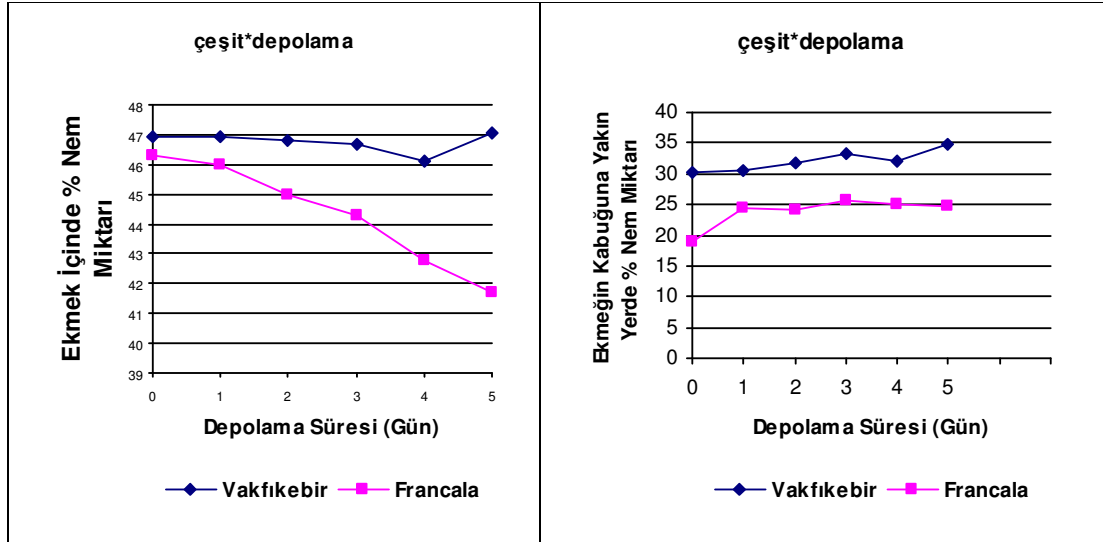
* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Şekil 4.12’ye göre; ekmek kabuğuna yakın bölgede Trabzon Vakfikebir ekmeğinde 1 günlük depolama sonunda istatistiki bir fark olmazken, Francala ekmeğinde 1. günde

önemli bir artış olmuştur. Depolamanın diğer günlerinde Francala ekmeğinde nem miktarında istatistiki bir farklılık görülmemiştir. Trabzon Vakfıkebir ekmeğinde ise bazı farklılıklar tespit edilmiştir. Taze Francala ekmeği ile Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin kabuk nem değerleri arasında büyük bir fark söz konusudur. Şekil 4.13'ten de görüldüğü üzere 1 günlük depolama sonunda Francala ekmeğinde kabuk nem miktarında önemli bir artış olmuştur. Vakfıkebir ekmeğinde ise aynı depolama süresi sonunda da artış olmuş, ancak bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlar, depolamanın özellikle Francala ekmeğinin kabuğunda nem miktarının artışına neden olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.10'da verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmeğin içi nem miktarı üzerine önemli etkisi saptanan, ekmeğin gramajı x depolama süresi interaksyonu Çizelge 4.16 ve Şekil 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.16 ve Şekil 4.14 incelendiğinde; yüksek gramajlı ekmeğin içine ait nem miktarında depolama süresince önemli bir azalma olmadığı, küçük gramajlı ekmeğin ise 2. günden itibaren azalmanın başladığı sonucuna varılabilir.



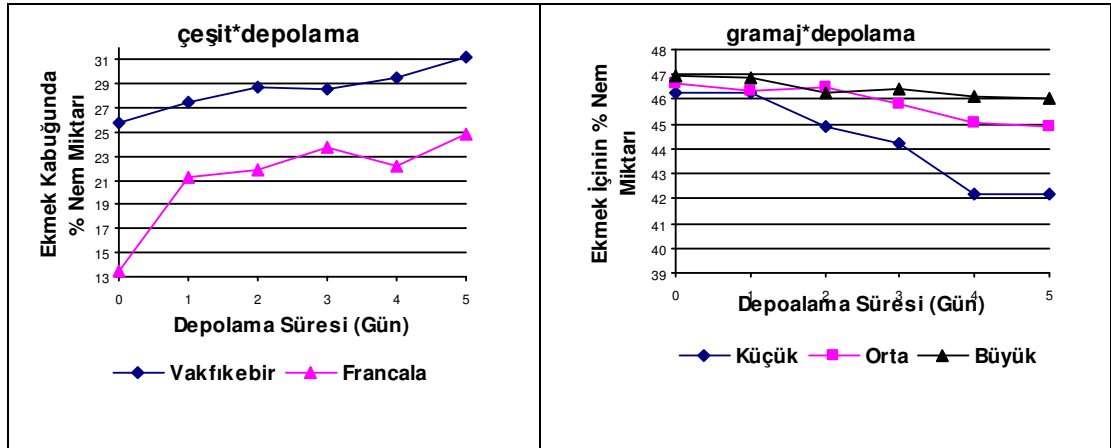
Şekil 4.11. Ekmek içi nem miktarı üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x depolama süresi interaksyonu.

Şekil 4.12. Ekmeğin kabuk kısmına yakın bölgede nem miktarı üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x depolama süresi interaksyonu.

Çizelge 4.16. Ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait nem değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

GX D		n	Ekmek İçi Nem Miktarı (%)		
			Ortalama	Standart Hata	
Küçük	0	4	46,240	± 0,292	a
	1	4	46,225	± 0,292	a
	2	4	44,877	± 0,292	b
	3	4	44,215	± 0,292	b
	4	4	42,140	± 0,292	c
	5	4	42,202	± 0,292	c
Orta	0	4	46,640	± 0,292	a
	1	4	46,367	± 0,292	a
	2	4	46,523	± 0,292	a
	3	4	45,830	± 0,292	ab
	4	4	45,017	± 0,292	ab
	5	4	44,017	± 0,292	b
Büyük	0	4	46,958	± 0,292	a
	1	4	46,883	± 0,292	a
	2	4	46,243	± 0,292	a
	3	4	46,430	± 0,292	a
	4	4	46,130	± 0,292	a
	5	4	46,032	± 0,292	a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).



Şekil 4.13. Ekmek kabuğunda nem miktarı üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama interaksyonu

Şekil 4.14. Ekmek içinin nem miktarı üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu

4.3. Ekmekte Su Aktivitesi

Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde Depolanmaları sonucu ekmek içi, kabuğa yakın bölgede (orta) ve kabuktaki su aktivitesi değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.17’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanmaları sonucu ekmekteki su aktivitesi değerlerine ait analiz sonuçlarının ortalamaları.

Ekmek Çeşidi	Ekmek Gramajı (g)	Depolama Süresi (gün)	Su Aktivitesi		
			Ekmek İçi	Kabuğa Yakın Yer (Orta)	Ekmek Kabuğu
Trabzon Vakfikebir Ekmeği	Küçük (1000 g)	0	0,967	0,930	0,925
		1	0,966	0,937	0,926
		2	0,965	0,945	0,931
		3	0,964	0,944	0,937
		4	0,962	0,943	0,936
	Orta (1.500 g)	0	0,968	0,911	0,879
		1	0,967	0,921	0,890
		2	0,965	0,920	0,897
		3	0,964	0,934	0,914
		4	0,965	0,929	0,922
	Büyük (3.000g)	0	0,966	0,931	0,921
		1	0,965	0,929	0,915
		2	0,964	0,938	0,917
		3	0,962	0,936	0,916
		4	0,963	0,937	0,912
Francala Ekmeği	Küçük (500 g)	0	0,974	0,803	0,715
		1	0,971	0,873	0,813
		2	0,969	0,902	0,876
		3	0,970	0,883	0,893
		4	0,966	0,895	0,877
	Orta (1.000 g)	0	0,952	0,893	0,880
		1	0,971	0,862	0,711
		2	0,972	0,903	0,879
		3	0,970	0,917	0,882
		4	0,969	0,920	0,905
	Büyük (1.500g)	0	0,971	0,920	0,906
		1	0,966	0,904	0,909
		2	0,970	0,745	0,773
		3	0,970	0,912	0,896
		4	0,966	0,893	0,892
	0	0,971	0,915	0,903	
	1	0,970	0,927	0,921	
	2	0,970	0,927	0,921	
	3	0,971	0,915	0,903	
	4	0,970	0,927	0,921	
5	0,9655	0,909	0,908		

Çizelge 4.18. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmekteki su aktivitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

VAK	SD	Ekmek İçinin Su Aktivitesi			Ekmek Kabuğuna Yakın Yerin (Orta) Su Aktivitesi			Ekmek Kabuğunun Su Aktivitesi		
		KO	F		KO	F		KO	F	
Ekmek Çeşidi (Ç)	1	3.10^{-4}	61,18	**	3.10^{-2}	169,47	**	5.10^{-2}	82,57	**
Ekmek Gramajı (G)	2	$2,310^{-4}$	4,55	*	3.10^{-4}	1,49		1.10^{-3}	2,64	
Depolama Süresi (D)	5	$7,910^{-4}$	16,04	**	6.10^{-3}	29,15	**	1.10^{-2}	23,61	**
ÇXG	2	$7,2610^{-4}$	1,46		3.10^{-3}	14,37	**	5.10^{-3}	8,25	**
ÇXD	5	$2,410^{-4}$	4,99	**	4.10^{-3}	18,35	**	1.10^{-2}	16,16	**
GXD	10	$1,510^{-4}$	3,09	**	5.10^{-4}	2,49	*	5.10^{-4}	086	
ÇXGXD	10	$1,210^{-4}$	2,48	*	8.10^{-4}	3,69	**	2.10^{-4}	039	
Hata	36	$4,9710^{-4}$			2.10^{-4}			6.10^{-4}		

(*) P < 0,05 Düzeyinde önemli

(**) P < 0,01 Düzeyinde önemli.

Ekmek içi su aktivitesi değeri üzerine; ekmek çeşidi (Ç), depolama süresi (D) ve ÇxD, GxD interaksiyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p < 0,01$), gramaj (G) ve ÇxGxD interaksiyonu ise önemli seviyede ($p < 0,05$) etkili olmuştur. Ekmek kabuğuna yakın yere ait su aktivitesi değeri üzerine; ekmek çeşidi (Ç), depolama süresi (D) ve ÇxG, ÇxD, ÇxGxD interaksiyonları istatistikî olarak çok önemli seviyede ($p < 0,01$), GxD interaksiyonu ise önemli seviyede ($p < 0,05$) etkili olmuştur. Ekmek kabuğuna ait su aktivitesi değerleri üzerine ise ekmek çeşidi (Ç), depolama süresi (D) ve ÇxG, ÇxD interaksiyonları istatistiki olarak çok önemli ($p < 0,01$) seviyede etkili olmuştur.

Çizelge 4.18’de önemli çıkan ekmek çeşidi değişkenine ait ekmeklerin su aktivitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19’da, ekmek gramajı değişkenine ait sonuçlar Çizelge 4.20’de, depolama süresi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.19’da görüldüğü gibi Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin kabuğa yakın yerindeki ve kabuğundaki su aktivitesi değerleri Francala ekmeğinden yüksek çıkmıştır. Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin düşük sıcaklıkta uzun süre pişirilmesi nedeniyle kalın kabuk yapısına sahip olduğu ve bunun ekmekten nemin uzaklaşmasını zorlaştırdığı

bildirilmiştir (Kotancılar vd 2006). Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin kabuğuna yakın yerin su aktivitesinin yüksek çıkmasının nedeni buna bağlanabilir. Fırından çıkar çıkmaz Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin üzerine sürülen bulamacın oluşturduğu film tabakasının ekmek içinden kabuğa transfer olan nemin kabuktan çıkmasını zorlaştırması muhtemeldir. Francala ekmeğinin üretiminde Trabzon Vakfıkebir ekmeğine kıyasla daha fazla miktarda su kullanılması ekmek içi su aktivitesi değerleri arasındaki farka neden olmuş olabilir.

Çizelge 4.19. Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmeklerin su aktivitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Çeşidi	n	Ekmek İçinin Su Aktivitesi		Ekmek Kabuğuna Yakın Yerin (Orta) Su Aktivitesi		Ekmek Kabuğunun Su Aktivitesi	
		Ort.	Standart Hata	Ort.	Standart Hata	Ort.	Standart Hata
Trabzon Vakfıkebir	36	0,964	± 0,000 b	0,933	± 0,002 a	0,918	± 0,004 a
Francala	36	0,968	± 0,000 a	0,887	± 0,002 b	0,863	± 0,004 b

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.20. Ekmek gramajı değişkenine ait ekmeklerin su aktivitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Gramajı (g)	n	Ekmek İçinin Su Aktivitesi		Ekmek Kabuğuna Yakın Yerin (Orta) Su Aktivitesi		Ekmek Kabuğunun Su Aktivitesi	
		Ort.	Standart Hata	Ort.	Standart Hata	Ort.	Standart Hata
Küçük	24	0,965	± 0,000 b	0,908	± 0,003 a	0,887	± 0,005 a
Orta	24	0,967	± 0,000 a	0,915	± 0,003 a	0,884	± 0,005 a
Büyük	24	0,966	± 0,000 b	0,909	± 0,003 a	0,900	± 0,005 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.20’de görüldüğü gibi; gramaj dikkate alındığında ekmek kabuğuna yakın yerin ve ekmek kabuğunun su aktivitesi değerleri arasında istatistiki olarak fark yoktur. Ancak orta gramajlı ekmeğin iç kısmına ait su aktivitesi değeri küçük ve büyük gramajlı ekmeklerinkinden yüksek çıkmıştır.

Çizelge 4.21. Depolama süresi değişkenine ait ekmeklerin su aktivitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

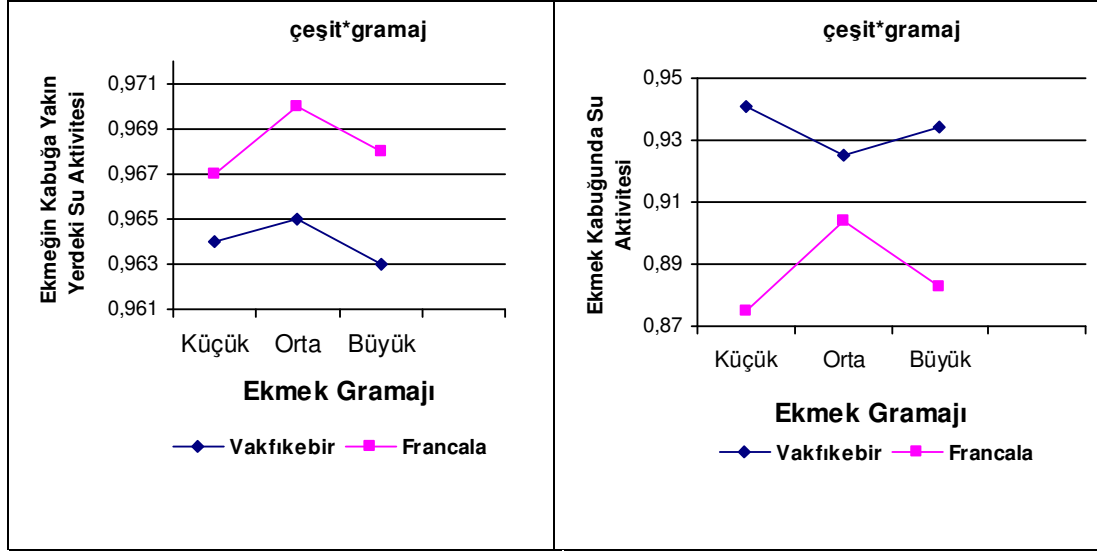
Depolama Süresi (Gün)	n	Ekmek İçinin Su Aktivitesi			Ekmek Kabuğuna Yakın Yerin (Orta) Su Aktivitesi			Ekmek Kabuğunun Su Aktivitesi		
		Ort.	Standart Hata		Ort.	Standart Hata		Ort.	Standart Hata	
0	12	0,969	± 0,001	a	0,86	± 0,004	b	0,82	± 0,007	c
1	12	0,968	± 0,001	ab	0,91	± 0,004	a	0,89	± 0,007	b
2	12	0,966	± 0,001	c	0,92	± 0,004	a	0,90	± 0,007	ab
3	12	0,966	± 0,001	bc	0,92	± 0,004	a	0,91	± 0,007	a
4	12	0,966	± 0,001	c	0,92	± 0,004	a	0,91	± 0,007	a
5	12	0,962	± 0,001	d	0,92	± 0,004	a	0,91	± 0,007	a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.21’de görüldüğü üzere ekmeğin depolama süresi arttıkça ekmek içi su aktivitesi değerinde önce bir azalma sonra sabit bir değerde seyir görülmekte, 5. günde tekrar bir düşüş görülmektedir. Ekmek kabuğuna yakın kısımlardan alınan örneklerde 1 günlük depolama sonunda a_w değeri artmış, daha sonraki günlerde önemli bir değişim olmamıştır. Ekmek kabuğunda ise en düşük a_w değeri taze ekmeklerde belirlenmiştir. Czuchajowska ve Pomeranz (1989), ekmek içi su aktivitesinin depolama esnasında çok yavaş bir şekilde azaldığını, ekmek kabuğu su aktivitesinin ise ilk üç gün hızla artıp sonra sabitlendiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.18’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmeğin kabuk kısmına yakın bölgedeki su aktivitesi üzerine önemli etkisi saptanan, ekmek çeşidi x gramaj interaksiyonu Şekil 4.15’de, ekmek kabuğundaki su aktivitesi üzerine önemli etkisi saptanan ekmek çeşidi x gramaj interaksiyonu Şekil 4.16’da verilmiştir.

Şekil 4.15’deki ekmeğin kabuk kısmına yakın bölgedeki su aktivitesi üzerine ekmek çeşidi x gramaj interaksiyonu incelendiğinde; genel itibariyle Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin daha düşük değerlere sahip olduğu ve her iki ekmek çeşidi için de orta gramajın en yüksek değerleri verdiği görülmektedir.



Şekil 4.15. Ekmeğin kabuk kısmına yakın bölgedeki su aktivitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x gramaj etkileşimi.

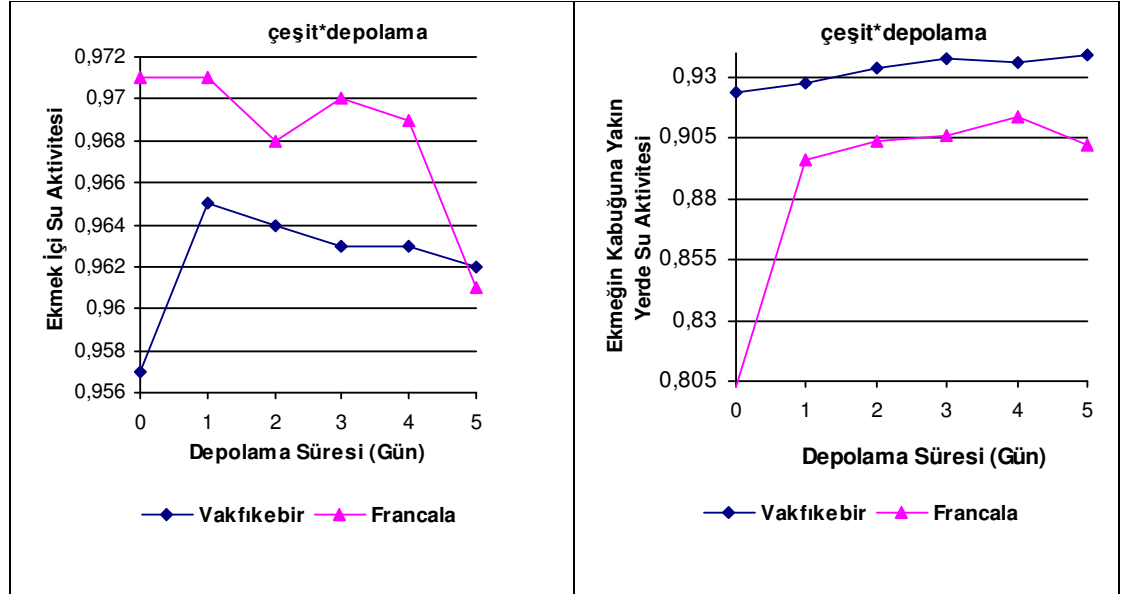
Şekil 4.16. Ekmek kabuğundaki su aktivitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x gramaj etkileşimi.

Şekil 4.16'daki ekmek kabuğunun su aktivitesi üzerine ekmek çeşidi x gramaj etkileşimi incelendiğinde ise; en yüksek ve en düşük değerleri Trabzon Vakfıkebir ekmeği için sırasıyla küçük ve orta gramaja sahip ekmekler, Francala ekmeği için ise sırasıyla orta ve küçük gramaja sahip ekmekler göstermiştir.

Çizelge 4.18'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi su aktivitesi üzerine önemli etkisi saptanan, ekmek çeşidi x depolama süresi etkileşimi Şekil 4.17'de, ekmek kabuğuna yakın bölgedeki su aktivitesi üzerine önemli etkisi saptanan ekmek çeşidi x depolama süresi etkileşimi Şekil 4.18'de, ekmek kabuğu su aktivitesi üzerine önemli etkisi saptanan, ekmek çeşidi x depolama süresi etkileşimi Şekil 4.19'da verilmiştir.

Şekil 4.17 incelendiğinde; depolama süresinin artışıyla birlikte ekmek içi su aktivitesi Trabzon Vakfıkebir ekmeği için ilk gün içerisinde hızlı bir oranda artmış daha sonraki günlerde ise düzenli bir şekilde azalmıştır. Francala ekmeği için ise ilk gün bir değişim olmazken 2. günde düşme, sonra 3. günde biraz artma, daha sonra düşme gözlenmiş, en

hızlı düşüş 5. günde olmuştur. Çizelge 4.13’de de depolamaya bağlı olarak ekmeğin içinde bir azalma, kabukta ise bir artma izlenmiştir.



Şekil 4.17. Ekmek içi su aktivitesi değeri üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x depolama süresi etkileşimini göstermektedir.

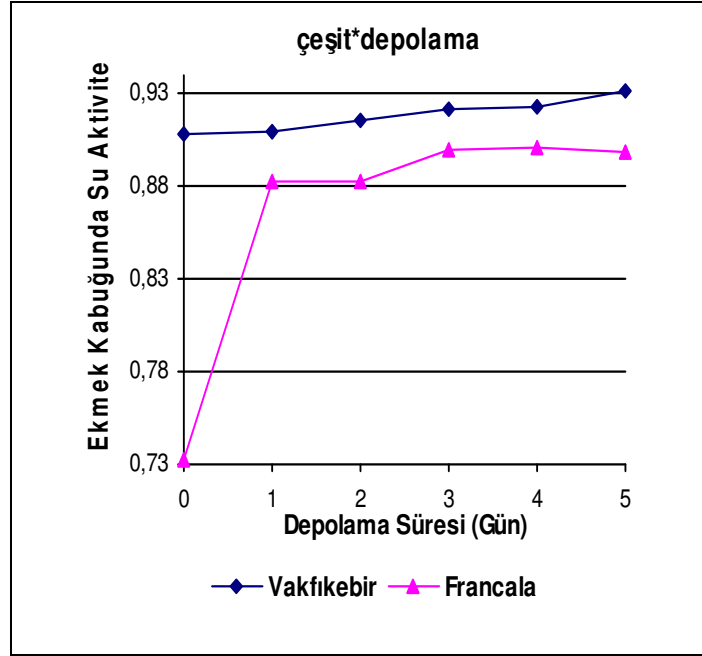
Şekil 4.18. Ekmek kabuğuna yakın bölgedeki su aktivitesi değeri üzerinde etkili olan ekmeğin çeşidi x depolama süresi etkileşimini göstermektedir.

Şekil 4.18’e bakıldığında ise; ekmeğin kabuğuna yakın bölgenin su aktivitesi Trabzon Vakfıkebir ekmeğinde fazla bir değişim göstermezken, Francala ekmeğinde ilk gün içerisinde önemli artış olmuştur.

Şekil 4.19’da görüldüğü gibi; ekmeğin kabuğundaki su aktivitesi değeri üzerine etkili olan ekmeğin çeşidi x depolama süresi etkileşimini Şekil 4.18’deki ekmeğin kabuğuna yakın bölgedeki su aktivitesine ait grafik birbirleriyle oldukça benzerlik göstermektedir. Ekmek kabuğundaki su aktivitesi değerlerine bakıldığında en düşük değeri taze Francala ekmeği (ilk gün), en yüksek değeri ise 5. gün Trabzon Vakfıkebir ekmeği vermiştir.

Çizelge 4.18’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmeğin içi su aktivitesi üzerine önemli etkisi saptanan, ekmeğin gramajı x depolama süresi etkileşimini Şekil 4.20’de,

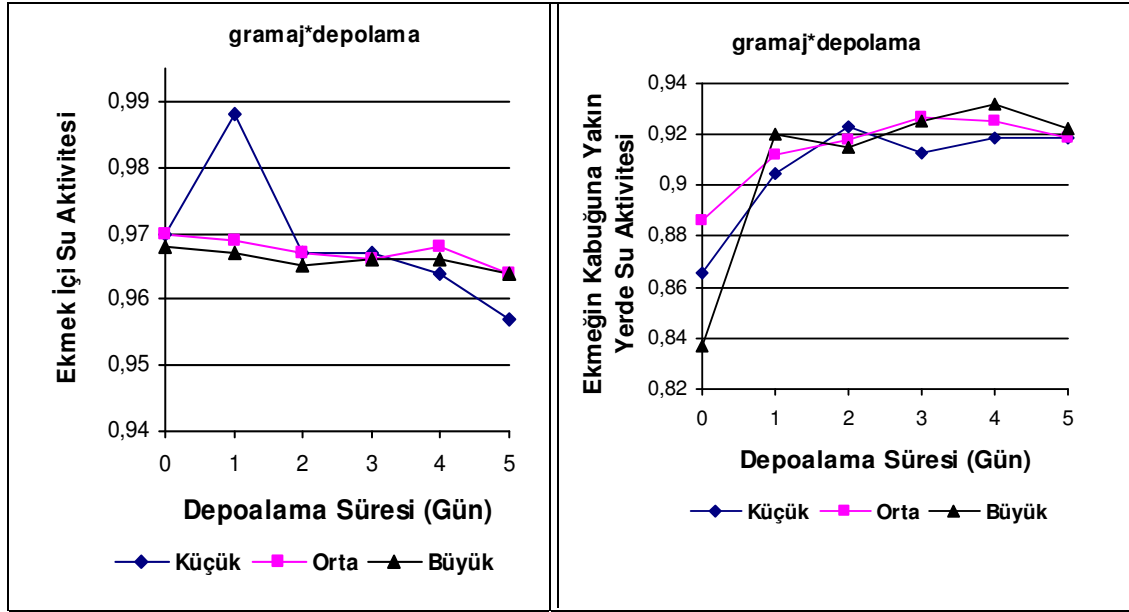
ekmek kabuğuna yakın bölgedeki su aktivitesi üzerine önemli etkisi saptanan ekmeğ gramajı x depolama süresi interaksyonu Şekil 4.21’de verilmiştir.



Şekil 4.19. Ekmeğ kabuğu su aktivitesi değeri üzerinde etkili olan ekmeğ çeşidi x depolama süresi interaksyonu.

Şekil 4.20’deki ekmeğ içinin su aktivitesi üzerinde etkili olan ekmeğ gramajı x depolama süresi interaksyonu incelendiğinde; her üç gramaja ait değeri azalma gösterdiği, meydana gelen en bariz değeri dalgalanmasının küçük gramajlı ekmeğlerde gerçekteştiği görülmektedir. Hem en yüksek (ilk gün) hem de en düşük (5. gün) değeri bu gramajdaki ekmeğlere aittir.

Şekil 4.21’deki ekmeğin kabuğ kısmına yakın bölgede su aktivitesi üzerinde etkili olan ekmeğ gramajı x depolama süresi interaksyonu incelendiğinde; ilk gün içerisinde su aktivitesi değeri arttığı, en hızlı artışı büyük gramajlı ekmeğlerde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.20. Ekmek için su aktivitesi üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama süresi interaksiyonu.

Şekil 4.21. Ekmekğin kabuk kısmına yakın bölgede su aktivitesi üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama süresi interaksiyonu.

4.4. Ekmek İçinin Su Tutma Kapasitesi ve Yumuşaklık Değerleri

Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanmaları sonucu ekmek için su tutma kapasitesi ve ekmek içi yumuşaklık değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.22’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.23’de verilmiştir.

Ekmek içi su tutma kapasitesi ve ekmek içi yumuşaklık değeri (PB) üzerine; ekmek çeşidi (Ç), gramaj (G), depolama süresi (D) ve ÇxG, ÇxD interaksiyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p < 0,01$) etkili olmuştur. Ayrıca ekmek içi su tutma kapasitesi üzerine ÇxGxD interaksiyonu da istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p < 0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.22. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmek için su tutma kapasitesi ve ekmek içi yumuşaklık değerlerine ait analiz sonuçları.

Ekmek Çeşidi	Ekmek Gramajı (g)	Depolama Süresi (gün)	Su Tutma Kapasitesi	Ekmek İçi Yumuşaklık Değeri (PB)
Trabzon Vakfıkebir Ekmeği	Küçük (1000 g)	0	2,147	14,00
		1	2,016	12,20
		2	1,871	11,30
		3	1,834	10,45
		4	1,745	10,20
		5	1,743	9,45
	Orta (1.500 g)	0	2,585	16,00
		1	2,176	13,55
		2	2,151	11,50
		3	2,089	11,30
		4	2,030	11,00
		5	1,976	9,80
	Büyük (3.000g)	0	2,623	17,50
		1	2,257	15,05
		2	2,036	14,05
3		1,994	11,60	
4		1,916	11,65	
Francala Ekmeği	Küçük (500 g)	0	2,172	125,50
		1	2,055	116,50
		2	1,950	101,65
		3	1,881	92,35
		4	1,937	67,05
		5	1,903	45,95
	Orta (1.000 g)	0	2,010	141,00
		1	2,042	119,50
		2	1,931	114,50
		3	1,889	97,50
		4	1,833	80,20
		5	1,907	75,50
	Büyük (1.500g)	0	2,007	152,00
		1	1,937	136,00
		2	1,886	134,00
		3	1,835	121,00
		4	1,896	88,75
		5	1,756	80,20

PB: Penetrasyon Birimi

Çizelge 4.23. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmek içinin su tutma kapasitesi ve ekmek içi yumuşaklık değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

VAK	SD	Ekmek İçi Su Tutma Kapasitesi			Ekmek İçi Yumuşaklık Değeri (PB)		
		KO	F	**	KO	F	**
Ekmek Çeşidi (Ç)	1	0,284	105,326	**	154679,2	1376,48	**
Ekmek Gramajı (G)	2	0,07	29,006	**	1278,67	11,379	**
Depolama Süresi (D)	5	0,263	97,564	**	2637,92	23,47	**
ÇXG	2	0,210	77,977	**	947,06	8,428	**
ÇXD	5	$5 \cdot 10^{-2}$	21,301	**	1964,59	17,48	**
GXD	10	$3 \cdot 10^{-3}$	1,348		28,40	0,253	
ÇXGXD	10	$1 \cdot 10^{-2}$	4,153	**	29,93	0,266	
Hata	36	$2 \cdot 10^{-3}$			112,37		

(*) P < 0,05 Düzeyinde önemli

(**) P < 0,01 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.23’de önemli çıkan ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içi su tutma kapasitesi ve sonuçları ekmek içi yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test Çizelge 4.24’de, ekmek gramajı değişkenine ait sonuçlar Çizelge 4.25’de, depolama süresi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.26’da verilmiştir. Ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksiyonuna ait ekmek içi su tutma kapasitesi ve ekmek içi yumuşaklık değerlerinin ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.27 ‘de, ekmek çeşidi x depolama süresi interaksiyonuna ait ekmek içi su tutma kapasitesi ve ekmek içi yumuşaklık değerlerinin ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.28 ‘de verilmiştir.

Pişirme süresinin uzamasıyla birlikte nişasta granülü içerisinde kalan amilopektin molekülünün dallarının birbirinden daha uzağa açılması sebebiyle su tutma kapasitesinin artmış olması muhtemeldir. Çizelge 4.24’de görüldüğü gibi Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin ekmek içi su tutma kapasitesinin Francala ekmeğinkinden yüksek çıkması bu şekilde açıklanabilir. Zira Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin pişirme süresi Francala ekmeğinkinden çok daha uzundur. Su tutma kapasiteleri arasındaki fark Çizelge 4.22’de açık bir şekilde görülmektedir.

Çizelge 4.24. Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içi su tutma kapasitesi ve yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Çeşidi	n	Ekmek İçi Su Tutma Kapasitesi		Ekmek İçi Yumuşaklık Değeri (PB)	
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata
Trabzon Vakfıkebir	36	2,060	± 0,009 a	12,25	± 1,767 b
Françala	36	1,935	± 0,009 b	104,95	± 1,767 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Penetrasyon biriminin artması daha düşük değere kıyasla ekmek içinin yumuşak olduğunun göstergesidir. İki ekmek çeşidi arasında ekmek içi yumuşaklık değerinde görülen büyük farklılığa laktik asitin, jelatinize olmuş nişasta granülünün sertliğini düşürmesi neden olmuş olabilir (Shandera ve Jackson 1996). Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin iç kısmının gözenek yapısının daha sıkı ve düzenli olması ekmek içinin çok esnek kılmıştır. Bu sebepten dolayı, penetrasyon başlığı beklenen derinliğe inememiş olabilir. Bu yüzden PB değeri Vakfıkebir ekmeğinde daha düşük çıkmış olabilir. Vakfıkebir ekmeğinin TPA sonuçları bu ifadeyi destekler niteliktedir. Ertugay ve ark. (1988) tarafından yapılan bir araştırmada, ön-hamur (gocuk) sistemiyle yapılan ekmeklerin direkt sistemle yapılan ekmeklere göre daha geç sertleştiği belirtilmiştir. Ayrıca, Kotancılar ve ark (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, Vakfıkebir ekmeğinin karakteristik özellikleri belirlenmeye çalışılmış ve yapılan araştırma sonucunda Vakfıkebir ekmeğinin geç sertleştiği belirlenmiştir. Vakfıkebir ekmeğinin daha geç bayatlaması, pişirme süresinin uzun olmasından kaynaklanabilir.

Uysal (2004) fermentasyon süresinin artışıyla ekmek içi yumuşaklık değerinin arttığını belirtmiştir. Fermentasyon süresi arttıkça ekşi hamur içerisindeki laktik asit bakterileri ve mayalar daha fazla süre çalışmaktadır. Laktik asit bakterileri tarafından meydana getirilen asitleşme, nişastanın mikrobiyal hidrolizi ve proteolitik etki ekmeğin bayatlamasını ve sertliğini azaltmaktadır (Corsetti *et al.* 2000).

Çizelge 4.25. Ekmek gramajı değişkenine ait ekmek içi su tutma kapasitesi ve yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Gramajı (g)	n	Ekmek İçi Su Tutma Kapasitesi		Ekmek İçi Yumuşaklık Değeri (PB)	
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata
Küçük	24	1,938	± 0,011 c	51,383	± 2,164 c
Orta	24	2,051	± 0,011 a	58,446	± 2,164 b
Büyük	24	2,003	± 0,011 b	65,979	± 2,164 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.25’de görüldüğü gibi ekmeğin gramajı arttıkça ekmek içi su tutma kapasitesi ve ekmek içi yumuşaklık değeri artmıştır. Ekmek içi su tutma kapasitesi ve ekmek içi yumuşaklığındaki bu artışlar; ekmek gramajı arttığı için pişirme süresinin uzamış ve gramaj arttıkça nem kaybının azalmış olmasıyla açıklanabilir. Nişasta granülünün şişmesi için ne kadar fazla zaman verilirse, daha sonra nişasta zincirlerinin matriksinde o kadar fazla su tutulmuş olur. Böylece nişasta granülleri birbirinden daha uzağa ayrılmış olur. Bu durumda hidrojen bağı oluşumu daha düşük oranda olur ve böylece bayatlama gecikmiş olur (Karaoğlu 2005). Vakfikebir ekmeğinin daha geç bayatlaması, pişme süresinin uzun olmasından, yani nişasta granüllerinin şişmesi için daha uzun süre verilmesinden kaynaklanmış olabilir (Karaoğlu 2005).

Depolama süresinin artmasıyla birlikte ekmek içi su tutma kapasitesinin azalacağı rapor edilmiştir (Morad ve D’Appolonia 1980b, Sidhu *et al.* 1997, Karaoğlu 2002). Bununla birlikte depolama süresiyle birlikte ekmek içi sertliğinin artacağı (Karaoğlu 2002) dolayısıyla da PB değerinin düşeceği belirtilmiştir. Çizelge 4.26’da da görüldüğü üzere depolama süresiyle birlikte ekmek içi su tutma kapasitesi ve ekmek içi yumuşaklık değeri azalmıştır.

Çizelge 4.26 Depolama süresi değişkenine ait ekmeğin içi su tutma kapasitesi ve yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Depolama Süresi (Gün)	n	Ekmeğin İçi Su Tutma Kapasitesi		Ekmeğin İçi Yumuşaklık Değeri (PB)	
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata
0	12	2,257	± 0,015 a	77,667	± 3,060 d
1	12	2,080	± 0,015 b	68,800	± 3,060 d
2	12	1,971	± 0,015 c	64,500	± 3,060 c
3	12	1,920	± 0,015 d	57,367	± 3,060 bc
4	12	1,893	± 0,015 de	44,808	± 3,060 b
5	12	1,864	± 0,015 e	38,475	± 3,060 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

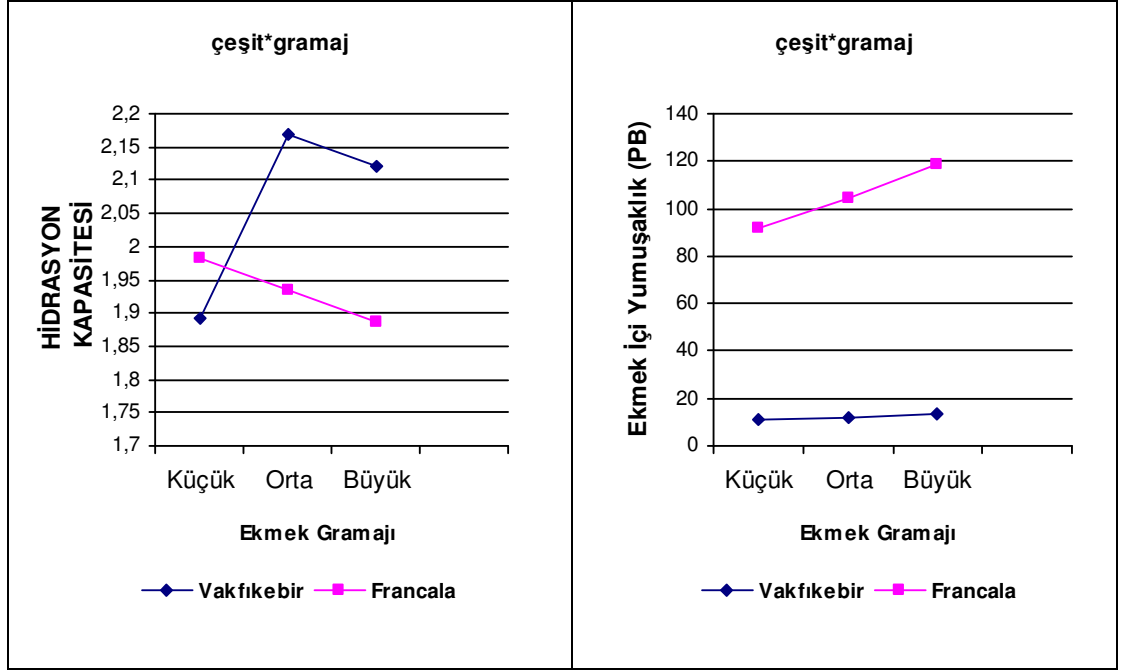
Çizelge 4.23’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmeğin içi su tutma kapasitesi ve yumuşaklık değeri üzerine önemli etkisi saptanan, ekmeğin çeşidi x ekmeğin gramajı etkileşimi Çizelge 4.27, Şekil 4.22 ve Şekil 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Ekmeğin çeşidi x gramaj etkileşimine ait ekmeğin içi su tutma kapasitesi ve yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇXG	n	Ekmeğin İçi Su Tutma Kapasitesi		Ekmeğin İçi Yumuşaklık Değeri (PB)		
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata	
Trabzon Vakfıkebir Ekmeği	Küçük	12	1,892	± 0,015 b	11,267	± 3,060 c
	Orta	12	2,168	± 0,015 a	12,192	± 3,060 c
	Büyük	12	2,121	± 0,015 a	13,300	± 3,060 c
Francala Ekmeği	Küçük	12	1,983	± 0,015 b	91,500	± 3,060 b
	Orta	12	1,935	± 0,015 b	104,700	± 3,060 ab
	Büyük	12	1,886	± 0,015 b	118,658	± 3,060 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.27 ve Şekil 4.22 incelendiğinde; Trabzon Vakfıkebir ekmeğinde, orta ve büyük gramajlara ait ekmeğin içi su tutma kapasitesi değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Francala ekmeğinde ise değerler arasında farklılık söz konusu değildir.



Şekil 4.22. Ekmek içi su tutma kapasitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x gramaj interaksiyonu.

Şekil 4.23. Ekmek içi yumuşaklık değeri üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x gramaj interaksiyonu.

Çizelge 4.27 ve Şekil 4.23 incelendiğinde ise; ekmek gramajı arttıkça ekmeğin yumuşaklığının arttığı görülmektedir. Bu artış Francala ekmeğinde çok daha büyük bir oranda gerçekleşmiş, Trabzon Vakfıkebir ekmeğindeki artış istatistiksel olarak bir fark arz etmemiştir. Francala ekmeğindeki bu büyük farkın nedeni, gramaj büyüdükçe hacmin büyümesi ve dolayısıyla merkezin kabuk kısmından uzaklaşarak yapının penetrasyon probunun ağırlığına karşı koyamaması olabilir. Kabuk kısmının bir binayı ayakta tutan kolonlar ile benzer vazifeyi görüyor olması muhtemeldir. Trabzon Vakfıkebir ekmeğinde ise ekmek içinin kendine özgü sağlam dokusu bu durumu ortadan kaldırmış olabilir.

Çizelge 4.23’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi su tutma kapasitesi ve yumuşaklık değeri üzerine önemli etkisi saptanan, ekmek çeşidi x depolama süresi interaksiyonu Çizelge 4.28, Şekil 4.24 ve Şekil 4.25’de verilmiştir.

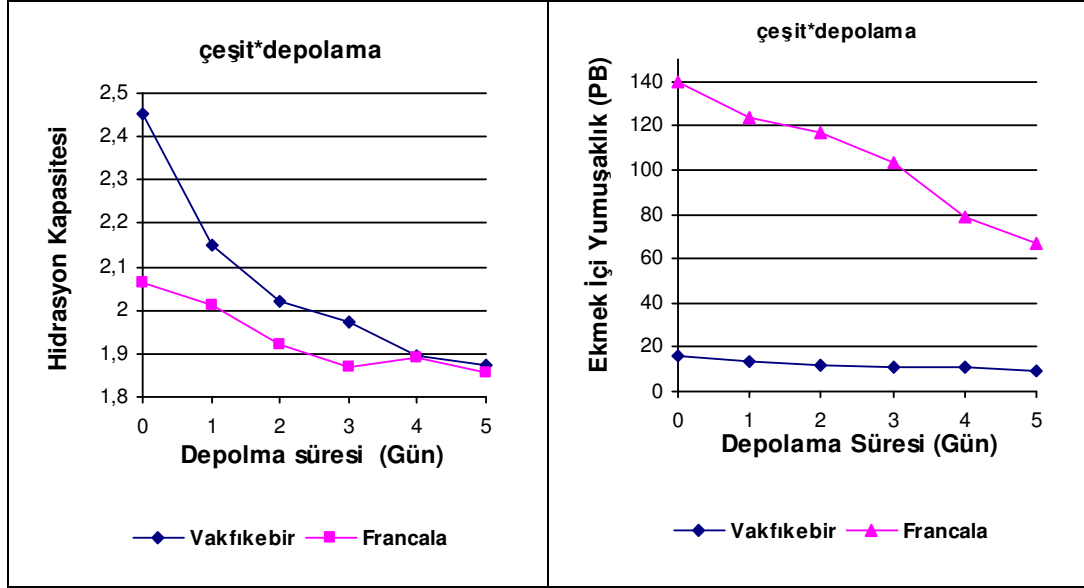
Çizelge 4.28. Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksiyonuna ait ekmek içi su tutma kapasitesi ve yumuşaklık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇX D		n	Ekmek İçi Su Tutma Kapasitesi			Ekmek İçi Yumuşaklık Değeri (PB)		
			Ortalama	Standart Hata		Ortalama	Standart Hata	
Trabzon Vakfikebir	0	6	2,451	± 0,21	a	15,833	± 4,328	d
	1	6	2,149	± 0,21	a	13,600	± 4,328	d
	2	6	2,019	± 0,21	a	12,283	± 4,328	d
	3	6	1,972	± 0,21	b	11,117	± 4,328	d
	4	6	1,897	± 0,21	b	10,950	± 4,328	d
	5	6	1,873	± 0,21	b	9,733	± 4,328	d
Francala	0	6	2,063	± 0,21	a	139,500	± 4,328	a
	1	6	2,011	± 0,21	a	124,000	± 4,328	ab
	2	6	1,922	± 0,21	b	116,717	± 4,328	b
	3	6	1,868	± 0,21	b	103,617	± 4,328	b
	4	6	1,889	± 0,21	b	78,667	± 4,328	c
	5	6	1,855	± 0,21	b	67,217	± 4,328	c

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Çizelge 4.28 ve Şekil 4.24 incelendiğinde, depolama zamanıyla birlikte her iki ekmek çeşidinin su tutma kapasitesi değerlerinde bir azalma olduğu görülmektedir. En yüksek su tutma kapasitesi değerini ilk günde Trabzon Vakfikebir ekmeği, en düşük değeri ise 5. günde Francala ekmeği vermiştir. Vakfikebir ekmeği su tutma kapasitesi depolama süresince hızlı bir düşüş göstermiş, Francala ekmeğinde bu düşüş daha az olmuştur. 4. ve 5. gün su tutma kapasitesi her iki ekmek çeşidinde birbirine çok yakın değerler göstermiştir.

Çizelge 4.28 ve Şekil 4.25 incelendiğinde ise Francala ekmeğine ait ekmek içi yumuşaklık değerlerinde hızlı bir azalma görülmektedir. Trabzon Vakfikebir ekmeğinde ise değerler arasında istatistiksel açıdan fark olmamakla birlikte grafiksel olarak doğrusal ve yavaş bir azalma gözlenmektedir. En yüksek (en yumuşak) PB değeri ilk günde Francala ekmeğine, en düşük (en sert) değer ise 5. günde Trabzon Vakfikebir ekmeğine aittir.



Şekil 4.24. Ekmek içi su tutma kapasitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksiyonu.

Şekil 4.25. Ekmek içi yumuşaklık değeri üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksiyonu.

4.5. Ekmek Doku Profil Analizi (Hardness = Sertlik, Cohesiveness = Yapışkanlık, Springiness = Esneklik, Chewiness = Çiğnenme, Gumminess = Sakızimsılık) Değerleri

Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek içinin de sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.30'da varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri üzerine; ekmek çeşidi (Ç), gramaj (G) ve depolama süresi (D) istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p < 0,01$) çıkmıştır. Bunlara ilaveten; sertlik üzerine ÇxG ve ÇxD interaksiyonları çok önemli seviyede ($p < 0,01$) ve GxD, ÇxGxD önemli seviyede ($p < 0,05$); yapışkanlık üzerine ÇxD ve GxD interaksiyonları önemli seviyede ($p < 0,05$) ve de esneklik üzerine ÇxG, GxD interaksiyonları çok önemli seviyede ($p < 0,01$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.29. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek için sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerlerine ait analiz sonuçlarının ortalamaları.

Ekmek Çeşidi	Ekmek Gramajı (g)	Depolama Süresi (gün)	TPA		
			Sertlik (N)	Yapışkanlık	Esneklik (mm)
Trabzon Vakfıkebir Ekmeği	Küçük (1.000 g)	0	19,488	0,767	19,530
		1	36,689	0,556	19,225
		2	36,740	0,518	18,821
		3	39,988	0,386	17,484
		4	43,779	0,424	16,557
		5	42,552	0,335	15,596
	Orta (1.500 g)	0	16,804	0,837	19,804
		1	25,411	0,659	19,724
		2	30,479	0,588	19,474
		3	42,095	0,559	19,266
		4	41,269	0,494	19,211
		5	36,665	0,451	19,224
	Büyük (3.000g)	0	11,646	0,808	19,907
		1	23,723	0,666	19,490
		2	31,581	0,618	19,468
		3	12,600	0,522	19,614
		4	31,172	0,536	19,461
		5	31,581	0,501	19,356
Francala Ekmeği	Küçük (500 g)	0	2,168	0,661	19,820
		1	3,443	0,553	18,624
		2	3,351	0,432	18,388
		3	5,423	0,385	17,364
		4	6,612	0,289	16,940
		5	5,914	0,388	17,631
	Orta (1.000 g)	0	2,329	0,647	19,693
		1	3,531	0,544	19,020
		2	4,256	0,499	18,602
		3	4,976	0,514	18,585
		4	3,666	0,385	18,076
		5	3,779	0,403	17,739
	Büyük (1.500g)	0	2,530	0,701	19,630
		1	3,060	0,608	18,600
		2	3,558	0,583	18,593
		3	4,010	0,383	18,354
		4	4,917	0,476	18,038
		5	5,155	0,611	18,668

Çizelge 4.30. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek içinin sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

VAK	SD	TPA								
		Sertlik (N)			Yapışkanlık			Esneklik (mm)		
		KO	F	**	KO	F	**	KO	F	**
Ekmek Çeşidi (Ç)	1	12884,55	947,46	**	7.10^{-2}	25,55	**	4,348	13,66	**
Ekmek Gramajı (G)	2	275,69	20,27	**	7.10^{-2}	25,66	**	9,150	28,75	**
Depolama Süresi (D)	5	250,07	18,39	**	0,164	55,87	**	5,285	16,61	**
ÇXG	2	235,23	17,30	**	5.10^{-3}	1,85		2,542	7,99	**
ÇXD	5	153,34	11,28	**	1.10^{-2}	3,46	*	0,369	1,16	
GXD	10	36,08	2,65	*	6.10^{-3}	2,29	*	1,174	3,69	**
ÇXGXD	10	32,27	2,37	*	2.10^{-3}	0,94		0,460	1,45	
Hata	36	13,60			2.10^{-3}			0,318		

(*) P < 0,05 Düzeyinde önemli

(**) P < 0,01 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.30'de önemli çıkan ekmek çeşidi değişkenine ait sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.31'de, ekmek gramajı değişkenine ait sonuçlar Çizelge 4.32'de, depolama süresi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.33'de verilmiştir. Ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksiyonuna ait sertlik, yapışkanlık ve esneklik sonuçları Çizelge 4.34'de, ekmek çeşidi x depolama süresi interaksiyonuna ait sonuçlar Çizelge 4.35'de, ekmek gramajı x depolama süresi interaksiyonuna ait sonuçlar Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.31. Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içinin sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Çeşidi	n	TPA								
		Sertlik (N)			Yapışkanlık			Esneklik (mm)		
		Ort.	Standart Hata	a	Ort.	Standart Hata	a	Ort.	Standart Hata	
Trabzon Vakfıkebir	36	30,79	± 0,615	a	0,568	± 0,009	a	18,96	± 0,094	a
Francala	36	4,04	± 0,615	b	0,503	± 0,009	b	18,46	± 0,094	b

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Penetrometreden farklı ve avantajlı olarak Doku Analiz cihazında sabit bir güç uygulanarak sıkıştırma uygulaması söz konusudur. Çizelge 4.31’de görüldüğü gibi ortalama değerlere bakıldığında ekmeğe çeşidine göre sertlikte bariz bir fark vardır. Yapışkanlık değerinin “Alan 2 / Alan 1” formülünden hesaplandığı düşünülürse; Francala ekmeğinin daha düşük yapışkanlık değerine sahip olmasının nedeni “Alan1” değerinin büyük oluşu yani kırılmalılığın artıp ilk sıkıştırma alanının genişlemesidir. Esneklik değerlerine bakıldığında Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin Francala ekmeğinden daha esnek olduğu görülmektedir. Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin sıkıştırmaya karşı gösterdiği mukavemet sertlik değerinin bu denli yüksek olmasını açıklayabilir.

Çizelge 4.32 Ekmeğe gramajı değişkenine ait ekmeğe içinin sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmeğe Gramajı (g)	n	TPA								
		Sertlik (N)			Yapışkanlık		Esneklik (mm)			
		Ort.	Standart Hata		Ort.	Standart Hata	Ort.	Standart Hata		
Küçük	24	20,51	± 0,753	a	0,474	± 0,011	c	17,99	± 0,115	b
Orta	24	17,94	± 0,753	b	0,548	± 0,011	b	19,03	± 0,115	a
Büyük	24	13,79	± 0,753	c	0,584	± 0,011	a	19,09	± 0,115	a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Çizelge 4.32 incelendiğinde; penetrometre ile belirlenen değerlere benzer olarak ekmeğe gramajı arttıkça ekmeğe içinin daha yumuşak olduğu görülmektedir. Esneklik değerlerine bakıldığında gramaj arttıkça esnekliğin arttığı görülmektedir. Buradan da ekmeğe içinin kırılmalılığının gramaj küçüldükçe arttığı sonucuna varılabilir. Dolayısıyla yapışkanlık değerinin gramaj küçüldükçe azalması muhtemeldir.

Çizelge 4.33’e bakıldığında depolama zamanıyla birlikte sertliğin arttığı, yapışkanlığın ve esnekliğin azaldığı görülmektedir. Yapışkanlığın azalması birinci alanın artması nedeniyle olmuştur. Birinci alanın artmasının nedeni ise ekmeğe içinin kırılmalılığının artmasına atfedilebilir.

Çizelge 4.33. Depolama süresi değişkenine ait ekmek için sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Depolama Süresi (Gün)	n	TPA								
		Sertlik (N)			Yapışkanlık		Esneklik (mm)			
		Ort.	Standart Hata		Ort.	Standart Hata	Ort.	Standart Hata		
0	12	9,16	± 1,065	d	0,737	± 0,016	a	19,73	± 0,163	a
1	12	15,9	± 1,065	c	0,598	± 0,016	b	19,11	± 0,163	b
2	12	18,3	± 1,065	bc	0,539	± 0,016	c	18,89	± 0,163	bc
3	12	18,2	± 1,065	bc	0,458	± 0,016	d	18,44	± 0,163	cd
4	12	21,9	± 1,065	a	0,434	± 0,016	d	18,05	± 0,163	d
5	12	20,9	± 1,065	ab	0,448	± 0,016	d	18,04	± 0,163	d

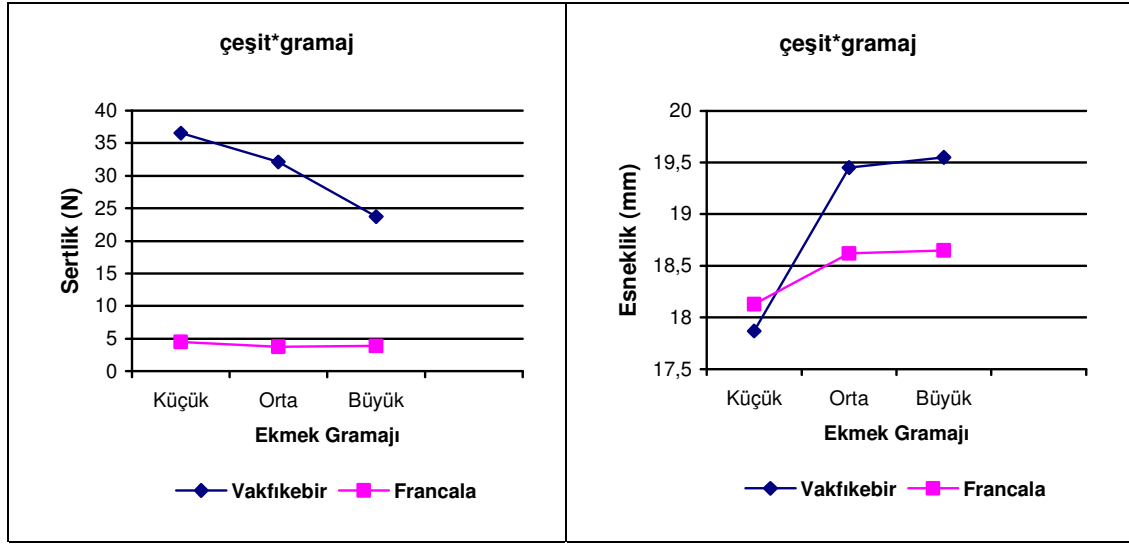
* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.30’da verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri üzerine önemli etkisi saptanan, ekmek çeşidi x gramaj interaksyonu Çizelge 4.34’de verilmiştir. Ekmek içi sertlik ve esneklik değerlerine ilişkin ekmek çeşidi x gramaj interaksyonu grafikleri Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonuna ait ekmek içi sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇXG		n	TPA								
			Sertlik (N)			Yapışkanlık		Esneklik (mm)			
			Ort.	Stand. Hata		Ort.	Stand. Hata	Ort.	Stand. Hata		
Trabzon Vakfıkebir Ekmeği	Küçük	12	36,54	± 1,065	a	0,498	± 0,016	a	17,869	± 0,163	b
	Orta	12	32,12	± 1,065	a	0,598	± 0,016	a	19,450	± 0,163	a
	Büyük	12	23,72	± 1,065	b	0,608	± 0,016	a	19,549	± 0,163	a
Francala Ekmeği	Küçük	12	4,48	± 1,065	c	0,451	± 0,016	a	18,128	± 0,163	ab
	Orta	12	3,76	± 1,065	c	0,499	± 0,016	a	18,619	± 0,163	ab
	Büyük	12	3,87	± 1,065	c	0,560	± 0,016	a	18,647	± 0,163	ab

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).



Şekil 4.26. Ekmek içi sertlik miktarı üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.

Şekil 4.27. Ekmek içi esneklik üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.

Çizelge 4.34, Şekil 4.26 ve Şekil 4.27 incelendiğinde; her iki ekmek çeşidi için de geçerli olarak ekmek gramajı arttıkça sertliğin azaldığı ve esnekliğin arttığı görülmektedir. En yüksek sertlik değerini küçük gramajlı Trabzon Vakfikebir ekmeği vermiştir. Françala ekmeğinin sertlik değerlerinde istatistiksel açıdan fark yoktur. Trabzon Vakfikebir ekmeğine ait esneklik değerlerinin küçük gramajlı ekmek hariç Françala ekmeğinden çok yüksek olduğu görülmektedir. Bunun Trabzon Vakfikebir ekmeğinin içerdiği ekşi hamurdan kaynaklanmış olması muhtemeldir. Ekşi hamur gluten ağını kuvvetlendirmiş ve yapıyı çok daha esnek ve dayanıklı bir hale dönüştürmüş olabilir. Ekşi hamur sisteminde, fermentasyonun uzun sürmesi asit miktarının yükselmesine ve ekmeğin teknolojik kalitesinin artmasına neden olmaktadır. Ayrıca hamura elastik özellik kazandırarak glutenin ekmek içine pozitif etki yapmasına neden olduğu ve ekmek hacminin daha iyi olduğu belirtilmiştir (Kotancılar vd 1998).

Çizelge 4.30'da verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri üzerine önemli etkisi saptanan, ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu Çizelge 4.35'de verilmiştir. Ekmek içi sertlik ve yapışkanlık değerlerine

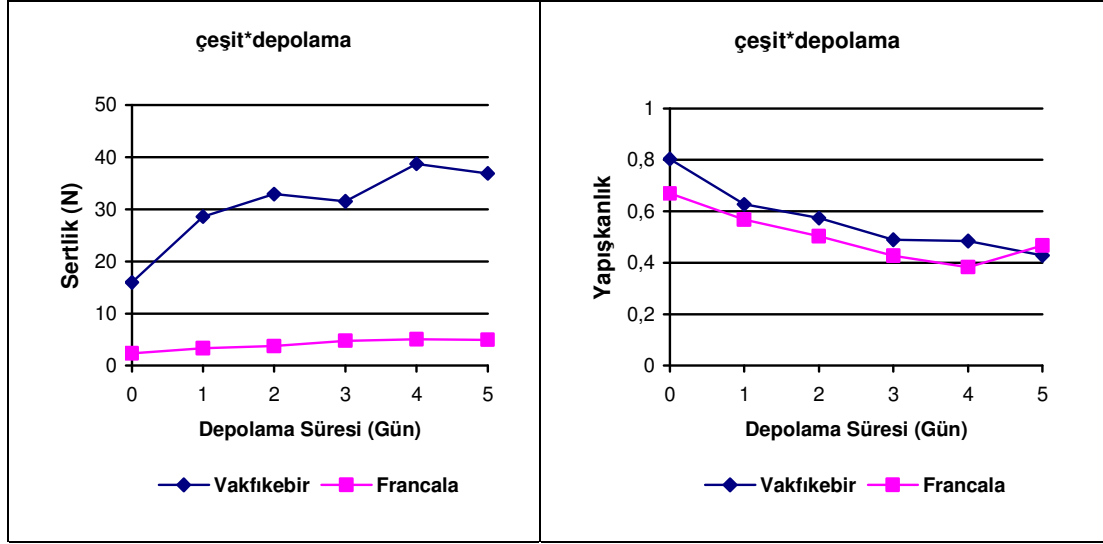
ilişkin ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu grafikleri Şekil 4.28 ve Şekil 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.35. Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonuna ait ekmek içi sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇXD		n	TPA							
			Sertlik (N)		Yapışkanlık		Esneklik (mm)			
			Ort.	Stand. Hata	Ort.	Stand. Hata	Ort.	Stand. Hata		
Trabzon Vakfikebir Ekmeği	0	6	15,98	± 1,505	c	0,804	± 0,022	19,75	± 0,230	a
	1	6	28,61	± 1,505	b	0,627	± 0,022	19,48	± 0,230	a
	2	6	32,93	± 1,505	ab	0,574	± 0,022	19,25	± 0,230	a
	3	6	31,56	± 1,505	ab	0,489	± 0,022	18,79	± 0,230	a
	4	6	38,74	± 1,505	a	0,485	± 0,022	18,41	± 0,230	a
	5	6	36,93	± 1,505	ab	0,429	± 0,022	18,06	± 0,230	a
Francala Ekmeği	0	6	2,342	± 1,505	d	0,669	± 0,022	19,71	± 0,230	a
	1	6	3,345	± 1,505	d	0,568	± 0,022	18,75	± 0,230	a
	2	6	3,722	± 1,505	d	0,504	± 0,022	18,53	± 0,230	a
	3	6	4,803	± 1,505	d	0,428	± 0,022	18,10	± 0,230	a
	4	6	5,065	± 1,505	d	0,383	± 0,022	17,68	± 0,230	a
	5	6	4,949	± 1,505	d	0,467	± 0,022	18,01	± 0,230	a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.35'e göre Francala ekmeğinde sertlik üzerine depolamanın etkisi yoktur. Francala ekmeğinin sertliğine ait değerler istatistiki olarak birbirinden farksızdır. Şekil 4.28'teki interaksyon grafiği incelendiğinde; her iki ekmek çeşidinin sertlik değerleri depolama zamanıyla birlikte artmıştır. Grafiğe göre bu artış Francala ekmeğinde nispeten daha doğrusal olmuştur. En düşük sertlik değeri ilk günde Francala ekmeğine ait olup, en yüksek değer 4. gün Trabzon Vakfikebir ekmeğine aittir. Şekil 4.29 incelendiğinde ise depolama zamanının artmasıyla birlikte yapışkanlık değerinin her iki ekmek çeşidi için de azaldığı görülmektedir. En yüksek değer ilk günde Trabzon Vakfikebir ekmeğine ait olup, en düşük değer 4. gün Francala ekmeğine aittir.



Şekil 4.28. Ekmek içi sertlik üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.

Şekil 4.29. Ekmek içi yapışkanlık değeri üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.

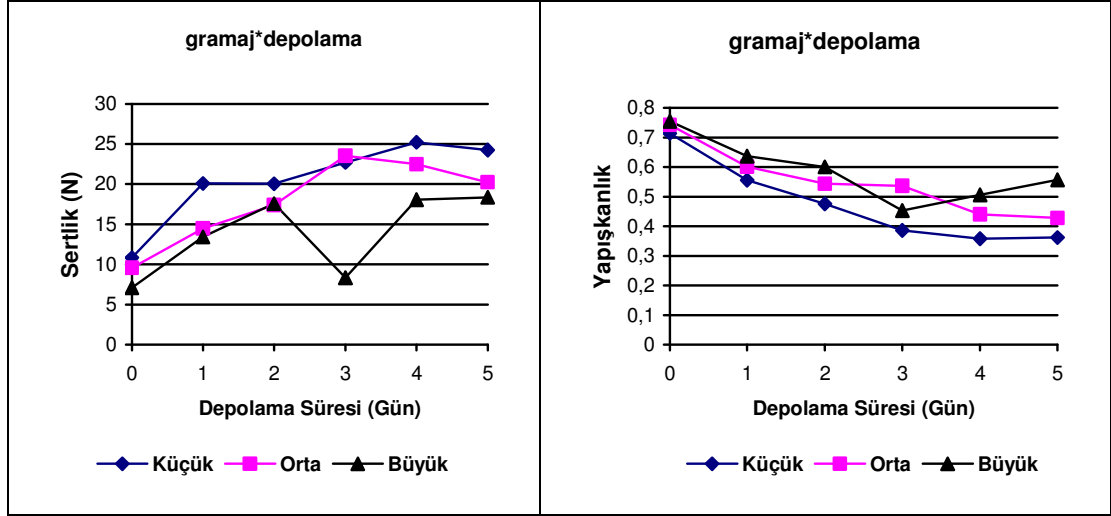
Çizelge 4.30'da verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri üzerine önemli etkisi saptanan, ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonu Çizelge 4.36, Şekil 4.30, Şekil 4.31 ve Şekil 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.36 ve Şekil 4.30 incelendiğinde; depolama süresiyle birlikte sertlik değerinin bütün gramajlarda arttığı ancak büyük gramajlı ekmeğin 3. gününde aniden düştüğü sonra yeniden yükseldiği görülmektedir. Büyük gramajlı ekmeğin 3. gününe ait yapışkanlık değerine bakıldığında (Şekil 4.31) bu değer de diğerlerinden küçük olduğu görülmektedir. Bu da, doku analiz işlemi esnasında ekmek için kırıldığının göstergesi olabilir. Bu nedenle sertlik değerinin düştüğü ve böylece Alan 1 değerinin artarak yapışkanlığın düşmesine sebebiyet verdiği söylenebilir. Şekil 4.32'de esneklik değerinin depolama zamanıyla birlikte azaldığı görülmektedir. Küçük gramajlı ekmeklerde gözlenen hızlı düşüş ekmek için ufalanabilir yapısının artışıyla açıklanabilir.

Çizelge 4.36. Ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait ekmek içi sertlik, yapışkanlık ve esneklik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

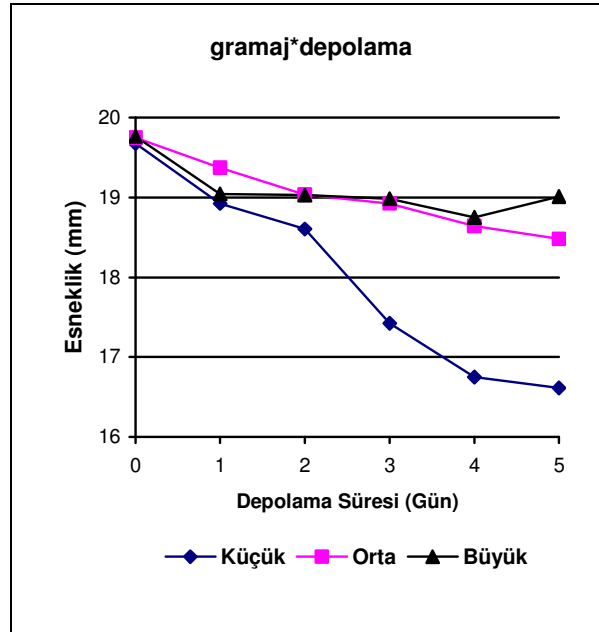
GXD	n	TPA									
		Sertlik (N)				Yapışkanlık			Esneklik (mm)		
		Ort.	Stand. Hata			Ort.	Stand. Hata		Ort.	Stand. Hata	
Küçük	0	4	10,83	± 1.844	def	0,71	± 0,027	ab	19,67	± 0,282	a
	1	4	20,07	± 1.844	abc	0,55	± 0,027	cde	18,92	± 0,282	ab
	2	4	20,04	± 1.844	abc	0,47	± 0,027	defgh	18,60	± 0,282	ab
	3	4	22,70	± 1.844	ab	0,38	± 0,027	gh	17,42	± 0,282	bc
	4	4	25,19	± 1.844	a	0,36	± 0,027	h	16,75	± 0,282	c
	5	4	24,23	± 1.844	a	0,36	± 0,027	h	16,61	± 0,282	c
Orta	0	4	9,57	± 1.844	ef	0,74	± 0,027	a	19,75	± 0,282	a
	1	4	14,47	± 1.844	bcdef	0,60	± 0,027	bcd	19,37	± 0,282	a
	2	4	17,38	± 1.844	abcde	0,54	± 0,027	cdef	19,04	± 0,282	a
	3	4	23,53	± 1.844	a	0,54	± 0,027	cdef	18,92	± 0,282	ab
	4	4	22,47	± 1.844	ab	0,44	± 0,027	efgh	18,64	± 0,282	ab
	5	4	20,22	± 1.844	abc	0,43	± 0,027	fgh	18,48	± 0,282	ab
Büyük	0	4	7,09	± 1.844	f	0,75	± 0,027	a	19,77	± 0,282	a
	1	4	13,32	± 1.844	cdef	0,64	± 0,027	abc	19,04	± 0,282	a
	2	4	17,57	± 1.844	abcde	0,60	± 0,027	bcd	19,03	± 0,282	aa
	3	4	8,30	± 1.844	f	0,45	± 0,027	efgh	18,98	± 0,282	ab
	4	4	18,04	± 1.844	abcd	0,51	± 0,027	defg	18,75	± 0,282	ab
	5	4	18,37	± 1.844	abcd	0,56	± 0,027	cde	19,01	± 0,282	a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).



Şekil 4.30. Ekmek içinin sertliği üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.

Şekil 4.31. Ekmek içi yapışkanlık değeri üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.



Şekil 4.32. Ekmek içini esnekliği üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.

Çizelge 4.37. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakkıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek içinin çığnenme, sakızımsılık değerler ait analiz sonuçlarının ortalaması.

Ekmek Çeşidi	Ekmek Gramajı (g)	Depolama Süresi (gün)	TPA	
			Çığnenme (J)	Sakızımsılık
Trabzon Vakkıkebir Ekmegi	Küçük (1000 g)	0	291,9100	14,9460
		1	390,6555	20,3865
		2	355,4315	18,8685
		3	266,1130	15,2320
		4	305,1835	18,3945
		5	227,6430	14,3080
	Orta (1.500 g)	0	278,6415	15,5695
		1	330,1420	16,7415
		2	352,0285	18,0755
		3	453,5275	23,5445
		4	392,0345	20,4125
		5	318,2060	16,5420
	Büyük (3.000g)	0	184,8340	9,3470
		1	307,9275	15,8000
		2	379,0830	19,4715
		3	251,6010	12,8250
		4	327,5890	16,8310
		5	305,3970	15,7800
Francala Ekmegi	Küçük (500 g)	0	28,3470	1,4300
		1	35,4240	1,9020
		2	26,7370	1,4535
		3	36,2865	2,0880
		4	32,4570	1,9155
		5	40,4710	2,2935
	Orta (1.000 g)	0	29,6635	1,5065
		1	36,4505	1,9165
		2	39,3585	2,1180
		3	43,3035	2,3185
		4	23,6135	1,3060
		5	28,1155	1,5830
	Büyük (1.500g)	0	34,7940	1,7720
		1	34,5845	1,8590
		2	38,5060	2,0710
		3	40,4350	2,2035
		4	42,2035	2,3390
		5	58,8090	3,1500

Çizelge 4.38. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakkıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmek içinde meydana gelen çığnenme ve sakızimsılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

VAK	SD	TPA					
		Çığnenme (J)			Sakızimsılık		
		KO	F		KO	F	
Ekmek Çeşidi (Ç)	1	1427142,3	1168,48	**	3985,76	1188,14	**
Ekmek Gramajı (G)	2	5169,7	4,233	*	13,804	4,115	*
Depolama Süresi (D)	5	5285,4	4,328	**	14,042	4,186	**
ÇxG	2	7585,8	6,211	**	23,357	6,963	**
ÇxD	5	5290,8	4,332	**	12,631	3,765	**
GxD	10	3499,5	2,865	**	7,784	2,320	*
ÇxGxD	10	3140,0	2,571	*	6,911	2,060	
Hata	36	1221,3			3,355		

(*) P < 0,05 Düzeyinde önemli

(**) P < 0,01 Düzeyinde önemli

Ekmek içi çığnenme değeri üzerine; ekmek çeşidi (Ç), depolama süresi (D) ve ÇxG, ÇxD ve GxD interaksiyonları istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p < 0,01$), gramaj (G) ve ÇxGxD interaksiyonu ise önemli seviyede ($p < 0,05$) etkili olmuştur. Ayrıca sakızimsılık değeri üzerine ekmek çeşidi (Ç), depolama süresi (D) ve ÇxG, ÇxD interaksiyonları çok önemli seviyede ($p < 0,01$), gramaj (G) ve GxD interaksiyonu ise önemli seviyede ($p < 0,05$) etkili olmuştur.

Çizelge 4.37’de farklı gramajlardaki Trabzon Vakkıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek için çığnenme, sakızimsılık değerleri ait analiz sonuçlarının ortalaması verilmiştir. Çizelge 4.38’de önemli çıkan ekmek çeşidi değişkenine ait çığnenme ve sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.39’de, ekmek gramajı değişkenine ait sonuçlar Çizelge 4.40’de, depolama süresi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.41 ‘de verilmiştir. Ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksiyonuna ait çığnenme ve sakızimsılık sonuçları Çizelge 4.42 ‘de, ekmek çeşidi x

depolama süresi interaksiyonuna ait sonuçlar Çizelge 4.43'de, ekmek gramajı x depolama süresi interaksiyonuna ait sonuçlar Çizelge 4.44'de verilmiştir.

Çizelge 4.39. Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içi çiğnenme ve sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Çeşidi	n	TPA			
		Çiğnenme (J)		Sakızimsılık	
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata
Trabzon Vakfıkebir	36	317,664 ± 5,825	a	16,838 ± 0,305	a
Francala	36	36,087 ± 5,825	b	1,957 ± 0,305	b

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Çiğnenme ve sakızimsılık değerleri diğer TPA değerlerinden (sertlik, yapışkanlık ve esneklik) türetilmektedir (Karim *et al.* 2000, Carr and Tadini 2003). Çizelge 4.39'da görüldüğü üzere Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin çiğnenme ve sakızimsılık değerleri ile Francala ekmeğinin değerleri arasında çok büyük bir fark vardır. Bu sonuç Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin özellikle sertlik ve esneklik değerlerinin Francala ekmeğinden daha yüksek olmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.40. Ekmek gramajı değişkenine ait ekmek içi çiğnenme ve sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Gramajı (g)	n	TPA			
		Çiğnenme (J)		Sakızimsılık	
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata
Küçük	24	169,722 ± 7,134	b	9,435 ± 0,374	ab
Orta	24	193,757 ± 7,134	a	10,136 ± 0,374	a
Büyük	24	167,147 ± 7,134	b	8,621 ± 0,374	b

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Çizelge 4.40 incelendiğinde orta gramaja sahip ekmeklerin çiğnenme ve sakızimsılık değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni tamamıyla diğer TPA değerlerindeki farktan kaynaklanmaktadır. Çizelge 4.41 incelendiğinde çiğnenme ve

sakızımsılık değerlerinin öncelikle arttığı sonra azaldığı görülmektedir. Bunun nedeni depolama süresinin artışıyla birlikte ekmek içi ufalanabilirliğinin artması sebebiyle sertliğin, yapışkanlığın ve esnekliğin düşmesi olabilir. Çizelge 4.42, Şekil 4.33 ve Şekil 4.34 incelenirse; çiğnenme ve sakızımsılık değerlerinin seyir doğrultularının aynı olduğu görülecektir. Bunun nedeni sakızımsılığın türetildiği formüle ek olarak çiğnenmenin türetilmesi sırasında formüle esnekliğin de girmesidir. Her iki parametre için de; en yüksek değeri orta gramajlı Trabzon Vakfıkebir ekmeği, en düşük değeri ise küçük gramajlı Francala ekmeği vermiştir

Çizelge 4.41. Depolama süresi değişkenine ait ekmek içi çiğnenme ve sakızımsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Depolama Süresi (Gün)	n	TPA			
		Çiğnenme (J)		Sakızımsılık	
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata
0	12	141,36	± 10,089 c	7,429	± 0,529 b
1	12	189,19	± 10,089 ab	9,768	± 0,529 a
2	12	198,52	± 10,089 a	10,343	± 0,529 a
3	12	181,88	± 10,089 ab	9,702	± 0,529 a
4	12	187,18	± 10,089 ab	10,200	± 0,529 a
5	12	163,11	± 10,089 bc	8,943	± 0,529 ab

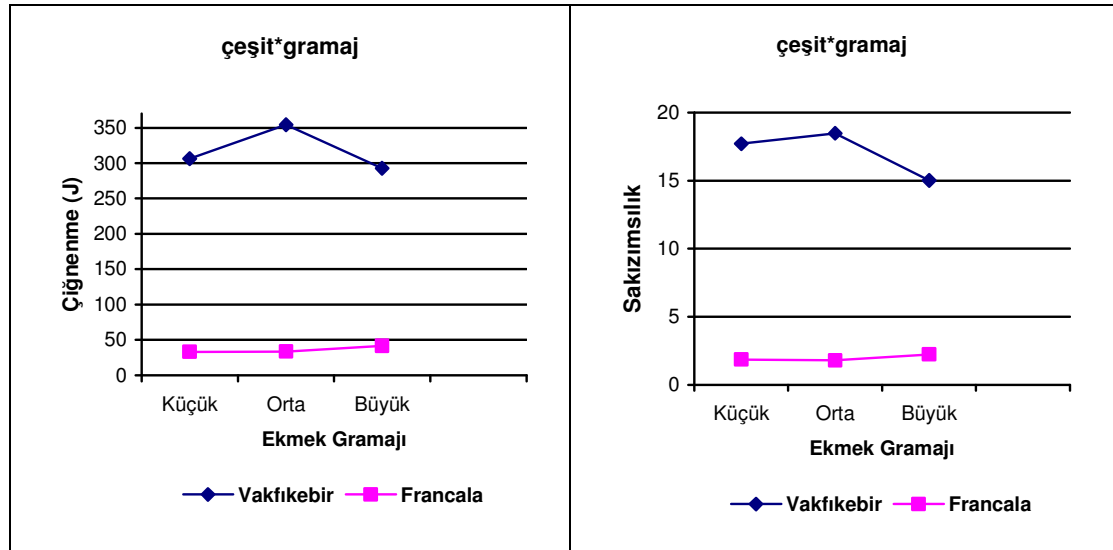
* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.38’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi çiğnenme ve sakızımsılık değerleri üzerine önemli etkisi saptanan, ekmek çeşidi x gramaj interaksyonu Çizelge 4.42, Şekil 4.33 ve Şekil 4.34’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonuna ait çiğnenme, sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇXG		n	TPA					
			Çiğnenme (J)			Sakızimsılık		
			Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata		
Trabzon Vakfikebir Ekmeği	Küçük	12	306,156	± 10,089	a	17,023	± 0,529	a
	Orta	12	354,097	± 10,089	a	18,481	± 0,529	a
	Büyük	12	292,739	± 10,089	a	15,009	± 0,529	a
Francala Ekmeği	Küçük	12	33,287	± 10,089	b	1,847	± 0,529	b
	Orta	12	33,417	± 10,089	b	1,791	± 0,529	b
	Büyük	12	41,555	± 10,089	b	2,232	± 0,529	b

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05)



Şekil 4.33. Ekmek içi chewiness (çiğnenme) üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.

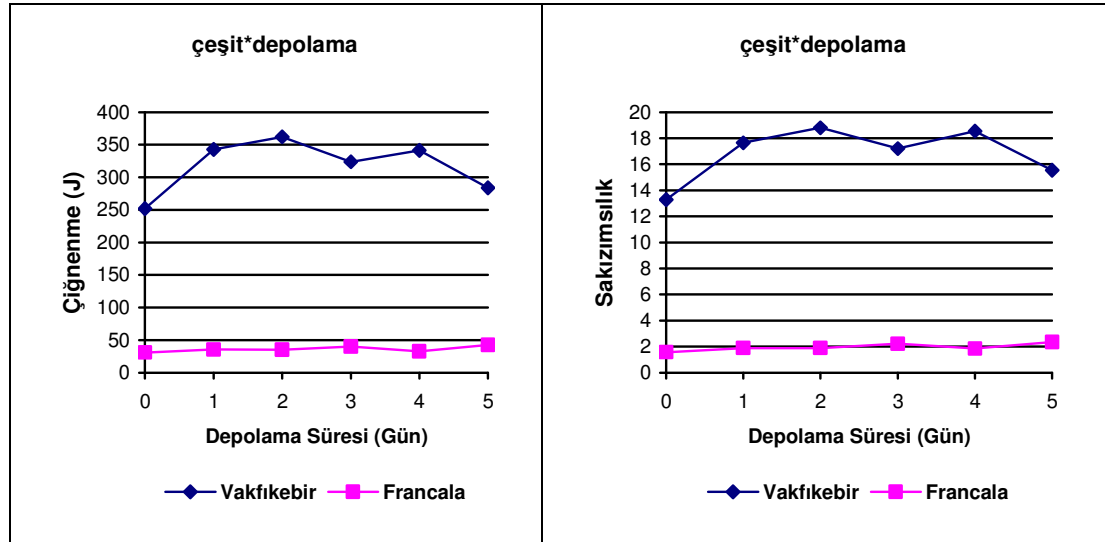
Şekil 4.34. Ekmek içi gumminess (sakızimsılık) üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.

Çizelge 4.38’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi çiğnenme ve sakızimsılık değerleri üzerine önemli etkisi saptanan, ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu Çizelge 4.43, Şekil 4.35 ve Şekil 4.36’da verilmiştir.

Çizelge 4.43. Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksiyonuna ait ekmeğin çiğnenme, sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇX D	n	TPA				
		Çiğnenme (J)		Sakızimsılık		
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata	
Trabzon Vakfikebir	0	6	251,795	± 14,267	13,288	± 0,748 ^b
	1	6	342,908	± 14,267 ^{ab}	17,643	± 0,748 ^{ab}
	2	6	362,181	± 14,267 ^a	18,805	± 0,748 ^a
	3	6	323,747	± 14,267 ^{abc}	17,201	± 0,748 ^{ab}
	4	6	341,602	± 14,267 ^{ab}	18,546	± 0,748 ^a
	5	6	283,749	± 14,267 ^{bc}	15,543	± 0,748 ^{ab}
Francala	0	6	30,935	± 14,267 ^d	1,569	± 0,748 ^c
	1	6	35,486	± 14,267 ^d	1,893	± 0,748 ^c
	2	6	34,867	± 14,267 ^d	1,881	± 0,748 ^c
	3	6	40,008	± 14,267 ^d	2,203	± 0,748 ^c
	4	6	32,758	± 14,267 ^d	1,853	± 0,748 ^c
	5	6	42,465	± 14,267 ^d	2,342	± 0,748 ^c

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).



Şekil 4.35. Ekmek içi chewiness (çiğnenme) üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksiyonu.

Şekil 4.36. Ekmek içi gumminess (sakızimsılık) üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksiyonu.

Çizelge 4.43, Şekil 4.35 ve Şekil 4.36 incelendiğinde; çiğnenme ve sakızimsılık değerlerinin seyir doğrultularının yine aynı olduğu görülmektedir. Francala Ekmekte çok az bir artış izlenirken Trabzon Vakfikebir ekmeğinde önce 2. güne kadar artış, sonra

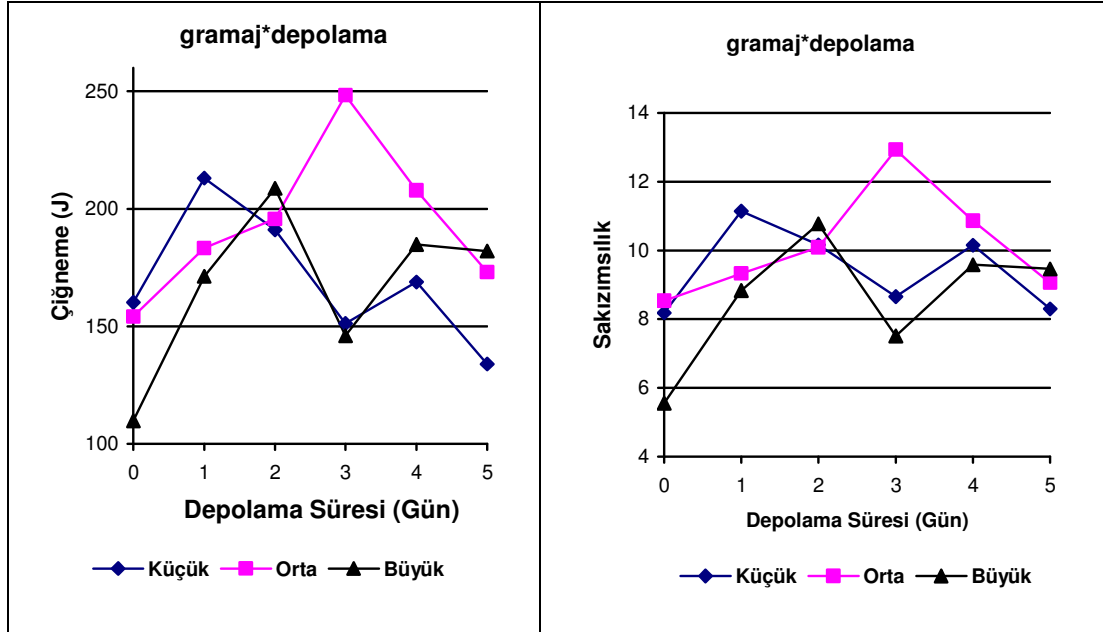
düşme görülmüştür. Her iki parametre için de; en yüksek değeri 2. gün Trabzon Vakfıkebir ekmeği, en düşük değeri ise ilk gün Francala ekmeği vermiştir.

Çizelge 4.38’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmeğin içi çiğnenme ve sakızimsılık değerleri üzerine önemli etkisi saptanan, ekmeğin gramajı x depolama süresi interaksyonu Çizelge 4.44, Şekil 4.37 ve Şekil 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.44. Ekmeğin gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait ekmeğin çiğnenme, sakızimsılık değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

GX D	n	Çiğnenme (J)		Sakızimsılık		
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata	
Küçük	0	4	160,129	± 17,474 bc	8,188	± 0,916 abc
	1	4	213,040	± 17,474 ab	11,144	± 0,916 ab
	2	4	191,084	± 17,474 abc	10,161	± 0,916 ab
	3	4	151,200	± 17,474 bc	8,660	± 0,916 abc
	4	4	168,820	± 17,474 abc	10,155	± 0,916 ab
	5	4	134,057	± 17,474 bc	8,301	± 0,916 abc
Orta	0	4	154,153	± 17,474 bc	8,538	± 0,916 abc
	1	4	183,296	± 17,474 abc	9,329	± 0,916 abc
	2	4	195,694	± 17,474 ab	10,097	± 0,916 a
	3	4	248,416	± 17,474 a	12,932	± 0,916 a
	4	4	207,824	± 17,474 ab	10,859	± 0,916 ab
	5	4	173,161	± 17,474 abc	9,062	± 0,916 abc
Büyük	0	4	109,814	± 17,474 c	5,560	± 0,916 c
	1	4	171,256	± 17,474 abc	8,830	± 0,916 abc
	2	4	208,795	± 17,474 ab	10,771	± 0,916 ab
	3	4	146,018	± 17,474 bc	7,514	± 0,916 bc
	4	4	184,896	± 17,474 abc	9,585	± 0,916 abc
	5	4	182,103	± 17,474 abc	9,465	± 0,916 abc

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).



Şekil 4.37. Ekmek içi chewiness (çiğnenme) üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama süresi interaksiyonu.

Şekil 4.38. Ekmek içi gumminess (sakızimsılık) üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama süresi interaksiyonu.

Çizelge 4.44, Şekil 4.37 ve Şekil 4.38 incelendiğinde; her iki parametre için de; en yüksek değeri 3. gün orta gramajlı ekmek, en düşük değeri ise ilk gün büyük gramajlı ekmek vermiştir.

4.6. Ekmek İçi Çişişlenme Özellikleri

Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek içinin meydana gelen çirişlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.45'de varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.46'da verilmiştir.

Çizelge 4.45. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek içi bulamacının çirşlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerler ait analiz sonuçlarının ortalaması.

Ekmek Çeşidi	Ekmek Gramajı (g)	Depolama Süresi (gün)	Çirşlenme Sıcaklığı (°C)	İkinci Pik Alanı (cm ²)
Trabzon Vakfikebir Ekmegi	Küçük (1000 g)	0	90,60	16,85
		1	90,15	28,15
		2	89,35	35,40
		3	89,60	30,80
		4	89,40	27,60
		5	89,25	38,45
	Orta (1.500 g)	0	91,15	24,15
		1	91,15	42,30
		2	91,05	46,30
		3	91,45	43,25
		4	91,25	36,90
		5	91,05	56,25
	Büyük (3.000g)	0	89,70	22,90
		1	90,70	26,15
		2	91,40	27,95
		3	91,50	30,60
		4	91,15	26,50
		5	90,90	31,20
Francala Ekmegi	Küçük (500 g)	0	88,75	127,73
		1	88,95	126,60
		2	89,10	119,39
		3	89,25	114,51
		4	88,90	107,24
		5	88,65	101,73
	Orta (1.000 g)	0	89,75	122,84
		1	89,30	112,26
		2	89,25	114,77
		3	89,90	108,94
		4	89,40	100,92
		5	89,65	94,33
	Büyük (1.500g)	0	89,35	98,05
		1	90,20	88,74
		2	90,20	96,15
		3	90,10	100,43
		4	49,55	103,20
		5	89,35	79,29

Çizelge 4.46. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu ekmek içi bulamacının çirışlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

VAK	SD	Çirışlenme Sıcaklığı (°C)			İkinci Pik Alanı (cm ²)		
		KO	F	**	KO	F	**
Ekmek Çeşidi (Ç)	1	24,851	257,452	**	97596,56	816,773	**
Ekmek Gramajı (G)	2	8,407	87,091	**	1415,57	11,847	**
Depolama Süresi (D)	5	0,362	3,753	**	79,110	0,662	
ÇXG	2	1,115	11,551	**	764,086	6,395	**
ÇXD	5	1,825 x 10 ⁻²	0,189		618,883	5,179	**
GXD	10	0,492	5,094	**	55,221	0,462	
ÇXGXD	10	0,347	3,595	**	65,032	0,544	
Hata	36	9,653 x 10 ⁻²			119,490		

(*) P < 0,05 Düzeyinde önemli (**) P < 0,01 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.46'da önemli çıkan ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içi çirışlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.47'de, ekmek gramajı değişkenine ait sonuçlar Çizelge 4.48'de, depolama süresi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.49'da verilmiştir. Ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonuna ait ekmek içi çirışlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı sonuçları Çizelge 4.50'de, ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonuna ait ekmek içi çirışlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı sonuçları Çizelge 4.51'de, ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait ekmek içi çirışlenme sıcaklığı sonuçları Çizelge 4.52'de verilmiştir.

Çizelge 4.47'de görüldüğü gibi Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin içine ait çirışlenme sıcaklığı değeri Francala ekmeğinden yüksek çıkmıştır. Uzun pişirme periyodunun ekmek içinde daha fazla nişasta zararına neden olduğu, bu sebepten dolayı da çirışlenme sıcaklığının düştüğü rapor edilmiştir (Karaoğlu 2006a). Morad ve D'Appolonia (1980b) şeker seviyesi arttıkça çirışlenme sıcaklığının arttığını rapor etmişlerdir. Vakfıkebir ekmeğine ait çirışlenme sıcaklığının yüksek oluşu bu nedene bağlanabilir. Karaoğlu (2006a) yaptığı çalışmada pişme süresinin uzamasıyla birlikte çirışlenme sıcaklığının yükseldiğini belirtmiştir. İkinci pik alanı değerlerine bakıldığında ise Francala

ekmeğinin daha yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Ekmek içi çirilenme özelliklerinin belirlenmesinde soğuma esnasında meydana gelen ikinci pik alanı amiloz-lipid kompleksi oluşumu ile yakından ilgilidir; ekmek içi yumuşaklığını artıran şartların ikinci pik alanını da artırdığı bildirilmektedir (Karaoğlu 2006b). Trabzon Vakfikebir ekmeğinde hiçbir şekilde katkı maddesi bulunmaması, sadece un, su, tuz ve ekşi hamurdan ibaret olması bu durumu açıklayabilir.

Çizelge 4.47. Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içi çirilenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Çeşidi	n	Çirilenme Sıcaklığı (°C)		İkinci Pik Alanı (cm ²)	
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata
Trabzon Vakfikebir	36	90,600	± 0,052 a	32,872	± 1,822 b
Françala	36	89,425	± 0,052 b	106,507	± 1,822 a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır (p < 0,05).

Çizelge 4.48’de küçük gramajlı ekmeğin çirilenme sıcaklığı düşük, orta ve büyük gramajlı ekmeklerin çirilenme sıcaklığı hemen hemen aynı olduğu görülmektedir. İkinci pik alanında ise en düşük değer büyük gramajlı, en yüksek değer ise orta gramajlı ekmeğe aittir. Büyük gramajlı ekmeklerin pişirme süresi uzun olduğu için nişasta degradasyonu fazla olmuş böylece amiloz-lipid kompleksi oluşumunda azalma olmuş olabilir. İkinci pik alanındaki değişim bu ifade ile açıklanabilir.

Çizelge 4.48. Ekmek gramajı değişkenine ait ekmek içi çirilenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Gramajı (g)	n	Çirilenme sıcaklığı (°C)		İkinci Pik Alanı (cm ²)	
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata
Küçük	24	89,329	± 0,063 b	72,871	± 2,231 a
Orta	24	90,362	± 0,063 a	75,268	± 2,231 a
Büyük	24	90,346	± 0,063 a	60,930	± 2,231 b

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır (p < 0,05).

Çizelge 4.49. Depolama süresi değişkenine ait ekmek içi çirilenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Depolama Süresi (Gün)	n	Çirilenme sıcaklığı (°C)			İkinci Pik Alanı (cm ²)		
		Ortalama	Standart Hata		Ortalama	Standart Hata	
0	12	89,883	± 0,090	b	68,753	± 3,156	a
1	12	90,075	± 0,090	ab	70,700	± 3,156	a
2	12	90,058	± 0,090	ab	73,327	± 3,156	a
3	12	90,300	± 0,090	a	71,422	± 3,156	a
4	12	89,950	± 0,090	b	67,060	± 3,156	a
5	12	89,808	± 0,090	b	66,875	± 3,156	a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Çizelge 4.49'da görüldüğü gibi depolama zamanıyla birlikte çirilenme sıcaklığı önce artmış 3. günden sonra ise düşmüştür. İkinci pik alanı üzerinde ekmeklerin depolama süresi istatistiki açıdan önemli derecede etkili olmamıştır.

Çizelge 4.46'da verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi çirilenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı üzerine önemli etkisi saptanan, ekmek çeşidi x gramaj interaksyonu Çizelge 4.50, Şekil 4.39 ve Şekil 4.40'da verilmiştir.

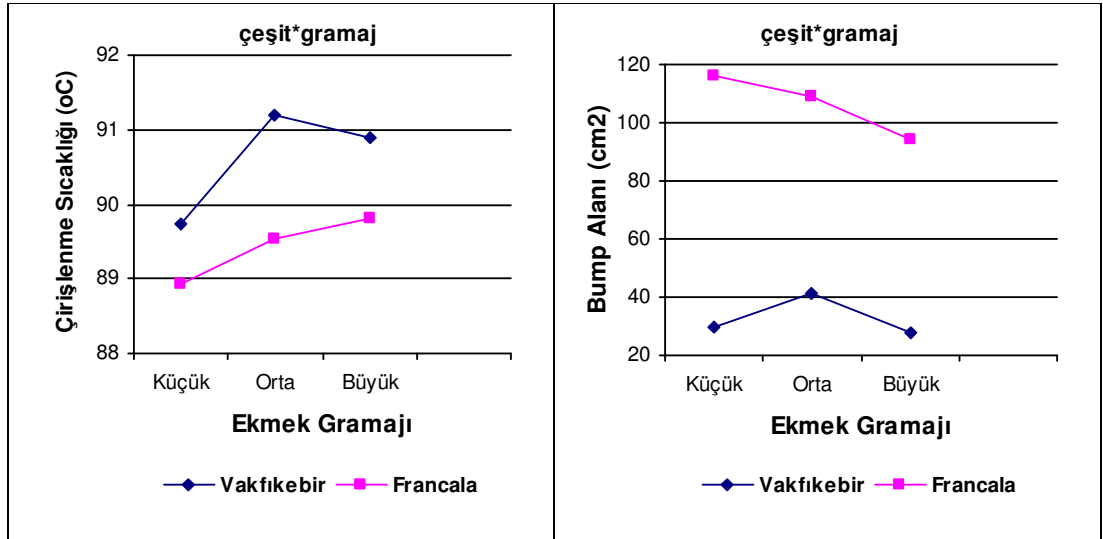
Çizelge 4.50. Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonuna ait çirilenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇXG		n	Çirilenme Sıcaklığı (°C)			İkinci Pik Alanı (cm ²)		
			Ortalama	Standart Hata		Ortalama	Standart Hata	
Trabzon Vakfıkebir Ekmeği	Küçük	12	89,725	± 0,090	c	29,542	± 3,156	b
	Orta	12	91,183	± 0,090	a	41,525	± 3,156	b
	Büyük	12	90,892	± 0,090	b	27,550	± 3,156	b
Francala Ekmeği	Küçük	12	88,933	± 0,090	d	116,200	± 3,156	a
	Orta	12	89,542	± 0,090	c	109,010	± 3,156	a
	Büyük	12	89,800	± 0,090	c	94,310	± 3,156	a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Çizelge 4.50 ve Şekil 4.39 incelendiğinde Francala ekmeğine ait çirışlenme sıcaklığının gramajla birlikte arttığı, Trabzon Vakfıkebir ekmeğinde ise orta gramajlı ekmeğin en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, en düşük değer küçük gramajlı Francala ekmeğine aittir.

Çizelge 4.50 ve Şekil 4.40 incelendiğinde ise istatistiki olarak değerler arasında farklılık olmamasına rağmen, Francala ekmeğine ait ikinci pik alanı değerinin gramajla birlikte azaldığı, Trabzon Vakfıkebir ekmeğinde ise orta gramajlı ekmeğin en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. En yüksek değer küçük gramajlı Francala ekmeğine ait iken en düşük değer büyük gramajlı Trabzon Vakfıkebir ekmeğine ait çıkmıştır.



Şekil 4.39. Ekmek içi çirışlenme sıcaklığı üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.

Şekil 4.40. Ekmek içi ikinci pik alanı üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.

Çizelge 4.46'da verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi çirışlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı üzerine önemli etkisi saptanan, Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu Çizelge 4.51'de ve ikinci pik alanı değerlerine ait grafik Şekil 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.51 ve Şekil 4.41’de görüldüğü üzere depolama süresinin artışıyla birlikte Francala ekmeği içine ait ikinci pik alanı değerinde düşme gözlenirken, Trabzon Vakfikebir ekmeğinde genel bir yükselme olmuştur.

Çizelge 4.51. Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonuna ait ekmeğin çirşlenme sıcaklığı ve ikinci pik alanı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇX D	n	Çirşlenme Sıcaklığı (°C)		İkinci Pik Alanı (cm ²)		
		Ortalama	Standart Hata	Ortalama	Standart Hata	
Trabzon Vakfikebir	0	6	90,483	± 0,127 a	21,300	± 4,463 c
	1	6	90,667	± 0,127 a	32,200	± 4,463 c
	2	6	90,600	± 0,127 a	36,550	± 4,463 c
	3	6	90,850	± 0,127 a	34,883	± 4,463 c
	4	6	90,600	± 0,127 a	30,333	± 4,463 c
	5	6	90,400	± 0,127 a	41,967	± 4,463 c
Francala	0	6	89,283	± 0,127 a	116,207	± 4,463 a
	1	6	89,483	± 0,127 a	109,200	± 4,463 ab
	2	6	89,517	± 0,127 a	110,103	± 4,463 ab
	3	6	89,750	± 0,127 a	107,960	± 4,463 ab
	4	6	89,300	± 0,127 a	103,787	± 4,463 ab
	5	6	89,217	± 0,127 a	91,783	± 4,463 b

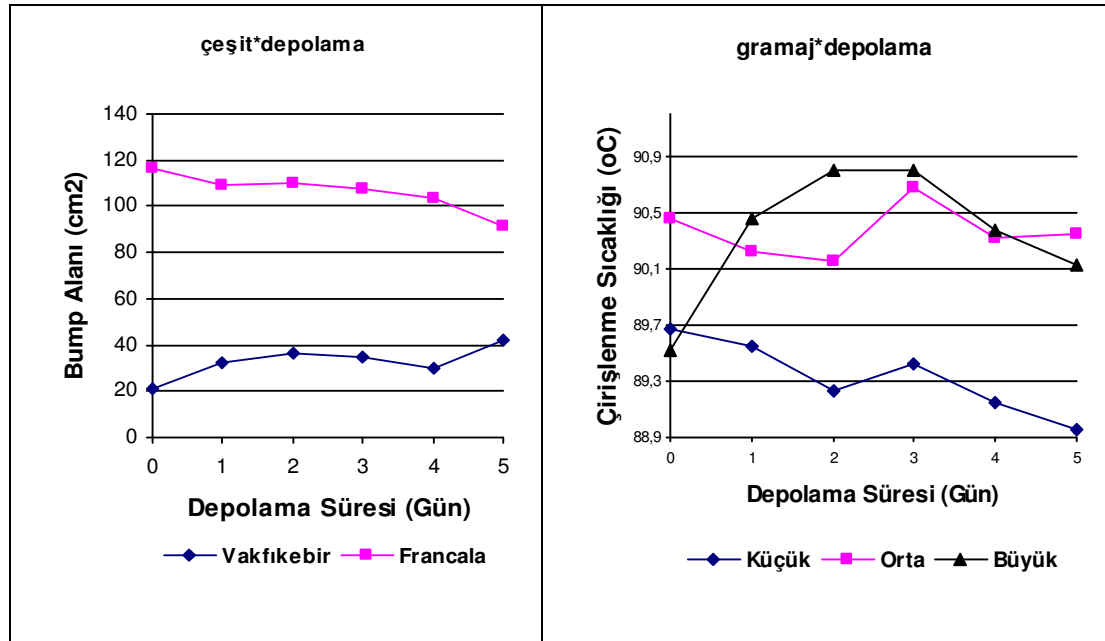
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Çizelge 4.46’da verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi çirşlenme sıcaklığı üzerine önemli etkisi saptanan, Ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonu Çizelge 4.52 ve Şekil 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.52. Ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait ekmeğin çirışlenme sıcaklığı değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

GXD		n	Çirışlenme Sıcaklığı (°C)		
			Ort.	Stand. Hata	
Küçük	0	4	89,675	± 0,155	b
	1	4	89,550	± 0,155	b
	2	4	89,225	± 0,155	b
	3	4	89,425	± 0,155	b
	4	4	89,150	± 0,155	b
	5	4	88,950	± 0,155	c
Orta	0	4	90,450	± 0,155	a
	1	4	90,225	± 0,155	a
	2	4	90,150	± 0,155	a
	3	4	90,675	± 0,155	a
	4	4	90,325	± 0,155	a
	5	4	90,350	± 0,155	a
Büyük	0	4	89,525	± 0,155	b
	1	4	90,450	± 0,155	a
	2	4	90,800	± 0,155	a
	3	4	90,800	± 0,155	a
	4	4	90,375	± 0,155	a
	5	4	90,125	± 0,155	a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).



Şekil 4.41. Ekmek içi ikinci pik alanı üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama interaksyonu.

Şekil 4.42. Ekmek içi çirışlenme sıcaklığı üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.

Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek içinin pik viskozitesi, 15. dakika pik viskozitesi ve 50°C’de pik viskozitesi değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 4.53’de varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.54’de verilmiştir.

Çizelge 4.53. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek içinin pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerlerine ait analiz sonuçlarının ortalamaları.

Ekmek Çeşidi	Ekmek Gramajı (g)	Depolama Süresi (gün)	Viskozite (BU)		
			Pik	95°C’de 15 dk. sonunda	50°C’de
Trabzon Vakfıkebir Ekmeği	Küçük (1.000 g)	0	228,50	225,00	412,50
		1	197,50	210,00	397,50
		2	282,00	310,00	560,00
		3	247,50	282,50	504,50
		4	242,50	271,00	525,00
	Orta (1.500 g)	0	140,00	122,50	285,00
		1	150,00	142,50	375,00
		2	172,50	160,00	415,00
		3	151,00	140,00	377,50
		4	158,50	155,00	395,00
	Büyük (3.000g)	0	175,00	185,00	367,50
		1	166,00	162,50	377,50
		2	157,50	147,50	355,00
		3	164,00	166,50	385,00
		4	150,00	152,50	365,00
Francala Ekmeği	Küçük (500 g)	0	195,00	182,50	537,50
		1	177,50	150,00	500,00
		2	200,00	162,50	520,00
		3	201,00	175,00	540,00
		4	161,50	132,50	455,00
	Orta (1.000 g)	0	170,00	161,00	480,00
		1	171,00	141,00	470,00
		2	165,00	133,50	467,50
		3	137,50	107,50	407,50
		4	106,00	71,00	310,00
	Büyük (1.500g)	0	150,00	122,50	437,50
		1	125,00	107,50	400,00
		2	140,00	117,50	428,50
		3	136,00	102,50	395,00
		4	92,50	62,50	287,50
		5	85,00	49,00	232,50

Çizelge 4.54. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolamaları sonucu ekmek içinin pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

VAK	SD	Viskozite (BU)								
		Pik			95°C'de 15 dk. sonunda			50°C'de		
		KO	F	**	KO	F	**	KO	F	**
Ekmek Çeşidi (Ç)	1	27887,3	95,9	**	89605,5	252,4	**	2200,1	1,22	
Ekmek Gramajı (G)	2	38657,6	132,9	**	54686,5	154,0	**	112399,3	62,34	**
Depolama Süresi (D)	5	1619,6	5,6	**	1588,6	4,5	**	6497,1	3,60	**
ÇXG	2	3565,8	12,3	**	9278,0	26,1	**	2651,4	1,47	
ÇXD	5	2596,0	8,9	**	4292,6	12,1	**	25110,2	13,93	**
GXD	10	850,4	2,9	**	1228,1	3,5	**	4296,6	2,38	*
ÇXGXD	10	318,9	1,1		728,9	2,0		1603,4	0,89	
Hata	36	290,7			355,0			1802,9		

(*) P < 0,05 Düzeyinde önemli

(**) P < 0,01 Düzeyinde önemli

Çizelge 4.54'de önemli çıkan ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içi pik viskozitesi ve 15. dakika viskozitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.55'de, ekmek gramajı değişkenine ait ekmek içi pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test Çizelge 4.56'da, depolama süresi değişkenine ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.57'de verilmiştir. Ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksiyonuna ait ekmek içi pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi sonuçları Çizelge 4.58'de, ekmek çeşidi x depolama süresi interaksiyonuna ait ekmek içi pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50 °C viskozitesi sonuçları Çizelge 4.59'da, ekmek gramajı x depolama süresi interaksiyonuna ait ekmek içi pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50 °C viskozitesi sonuçları Çizelge 4.60'da verilmiştir.

Çizelge 4.55. Ekmek çeşidi değişkenine ait ekmek içinin pik viskozitesi ve 15. dakika viskozitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Çeşidi	n	Viskozite (BU)					
		Pik			95°C'de 15 dk. sonunda		
		Ort.	Standart Hata		Ort.	Standart Hata	
Trabzon Vakfikebir	36	189,7	± 2,842	a	192,67	± 3,140	a
Françala	36	150,3	± 2,842	b	122,11	± 3,140	b

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.55'de görüldüğü gibi Trabzon Vakfikebir ekmeğinin içine ait pik viskozitesi ve 15. dakika viskozitesi değerleri Françala ekmeğinkinden önemli derecede yüksek çıkmıştır. Pik viskozitesi, fiziksel olarak parçalanmadan önce, ekmekteki nişasta granüllerinin serbestçe şişme kabiliyetlerini yansıtmaktadır. Yüksek şişme gücüne sahip nişasta içeren ekmek içi yüksek viskozite vermektedir (Wang *et al.* 2000).

Çizelge 4.56. Ekmek gramajı değişkenine ait ekmek içinin pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50 °C viskozitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Ekmek Gramajı (g)	n	Viskozite (BU)										
		Pik			95°C'de 15 dk. sonunda			50°C'de				
		Ort.	Standart Hata		Ort.	Standart Hata		Ort.	Standart Hata			
Küçük	24	215,8	± 3,480	a	212,4	± 3,846	a	498,5	± 8,667	a		
Orta	24	152,7	± 3,480	b	132,6	± 3,846	b	398,9	± 8,667	b		
Büyük	24	141,3	± 3,480	c	127,1	± 3,846	b	367,4	± 8,667	c		

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.56'da görüldüğü gibi ekmek içinine ait pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerleri küçük gramajlı ekmeklerde yüksek, büyük gramajlı ekmeklerde ise düşük çıkmıştır.

Çizelge 4.57. Depolama süresi değişkenine ait ekmek içinin pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

Depolama Süresi (Gün)	n	Viskozite (BU)											
		Pik				95°C'de 15 dk. sonunda				50°C'de			
		Ort.	Standart Hata			Ort.	Standart Hata			Ort.	Standart Hata		
0	12	176,4	±	4,922	ab	166,4	±	5,439	ab	420,0	±	12,257	abc
1	12	164,5	±	4,922	bc	152,2	±	5,439	bc	420,0	±	12,257	abc
2	12	186,2	±	4,922	a	171,8	±	5,439	a	457,7	±	12,257	a
3	12	172,8	±	4,922	ab	162,3	±	5,439	ab	434,9	±	12,257	ab
4	12	151,8	±	4,922	c	140,7	±	5,439	c	389,6	±	12,257	c
5	12	168,0	±	4,922	b	150,7	±	5,439	bc	407,5	±	12,257	bc

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).

Çizelge 4.57'de görüldüğü gibi; ekmeklerde depolama süresinin artması ekmek için viskozite değerlerini düşürmüştür. Depolama ile ekmek içindeki nem miktarındaki azalma bu duruma sebep olmuş olabilir. Karaoğlu ve Kotancılar (2006); ekmek içindeki nişastanın jelatinizasyonu ve jelin viskozite değeri gibi çirilenme özelliklerinin büyük ölçüde ekmek içindeki nem miktarına ve nem miktarını etkileyen pişirme zamanı ve sıcaklığına bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

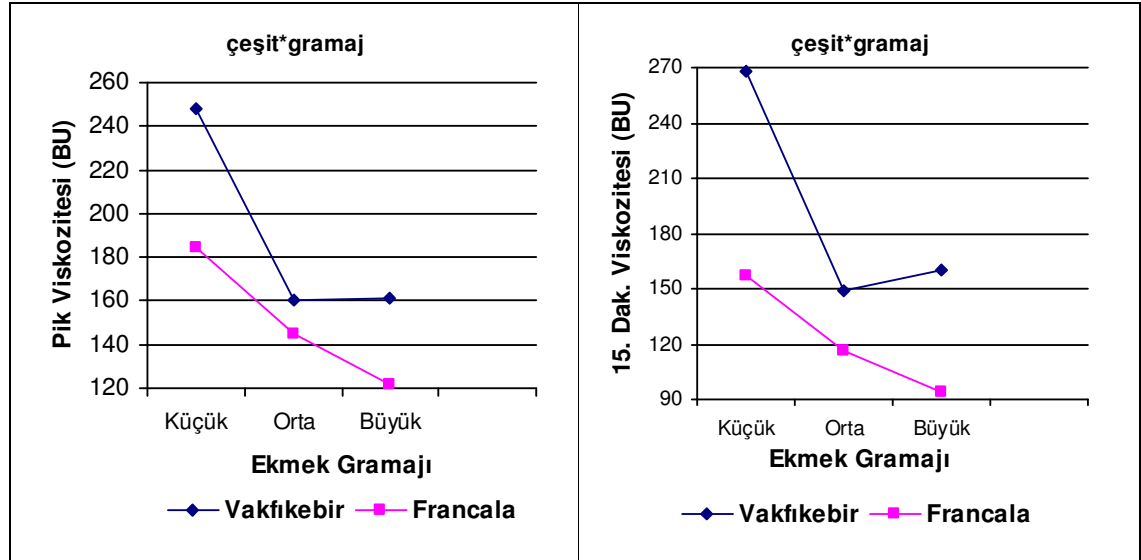
Çizelge 4.54'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek için pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerleri üzerine önemli etkisi saptanan, Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonu Çizelge 4.58, Şekil 4.43 ve Şekil 4.44'de verilmiştir.

Çizelge 4.54'de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek için pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerleri üzerine önemli etkisi saptanan, Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu Çizelge 4.59, Şekil 4.45, Şekil 4.46 ve Şekil 4.47'de verilmiştir.

Çizelge 4.58. Ekmek çeşidi x gramaj interaksyonuna ait ekmek için pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerlerine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇXG		n	Viskozite (BU)								
			Pik			95°C'de 15 dk. sonunda		50°C'de			
			Ort.	Stand. Hata		Ort.	Stand. Hata	Ort.	Stand. Hata		
Trabzon Vakfıkebir Ekmeği	Küçük	12	247,6	± 4,922	a	268,2	± 5,439	a	494,9	± 12,257	a
	Orta	12	160,1	± 4,922	bc	149,2	± 5,439	bc	382,1	± 12,257	a
	Büyük	12	161,2	± 4,922	bc	160,7	± 5,439	b	371,2	± 12,257	a
Francala Ekmeği	Küçük	12	184,1	± 4,922	b	156,7	± 5,439	bc	502,1	± 12,257	a
	Orta	12	145,3	± 4,922	cd	116,1	± 5,439	cd	415,8	± 12,257	a
	Büyük	12	121,4	± 4,922	d	93,6	± 5,439	d	363,5	± 12,257	a

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p < 0,05).



Şekil 4.43. Ekmek için pik viskozitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.

Şekil 4.44. Ekmek için 15. dakika Viskozitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x ekmek gramajı interaksyonu.

Çizelge 4.59. Ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonuna ait ekmek içinin pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerlerine ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

ÇXD	n	Viskozite (BU)									
		Pik		95°C'de 15 dk. sonunda		50°C'de					
		Ort.	Stand. Hata	Ort.	Stand. Hata	Ort.	Stand. Hata				
Trabzon Vakfikebir Ekmeği	0	6	181,2	± 6,96	abc	177,5	± 7,692	abc	355,0	± 17,335	c
	1	6	171,2	± 6,96	bc	171,7	± 7,692	abcd	383,3	± 17,335	bc
	2	6	204,0	± 6,96	ab	205,8	± 7,692	a	443,3	± 17,335	abc
	3	6	187,5	± 6,96	abc	196,3	± 7,692	ab	422,3	± 17,335	abc
	4	6	183,7	± 6,96	abc	192,8	± 7,692	ab	428,3	± 17,335	abc
	5	6	210,3	± 6,96	a	211,8	± 7,692	a	464,27	± 17,335	ab
Francala Ekmeği	0	6	171,7	± 6,96	bc	155,3	± 7,692	bcde	485,0	± 17,335	a
	1	6	157,8	± 6,96	cd	132,8	± 7,692	de	456,7	± 17,335	ab
	2	6	168,3	± 6,96	bc	137,8	± 7,692	cde	472,0	± 17,335	ab
	3	6	158,2	± 6,96	cd	128,3	± 7,692	e	447,5	± 17,335	abc
	4	6	120,0	± 6,96	e	88,7	± 7,692	f	350,8	± 17,335	c
	5	6	125,7	± 6,96	de	89,7	± 7,692	f	350,8	± 17,335	c

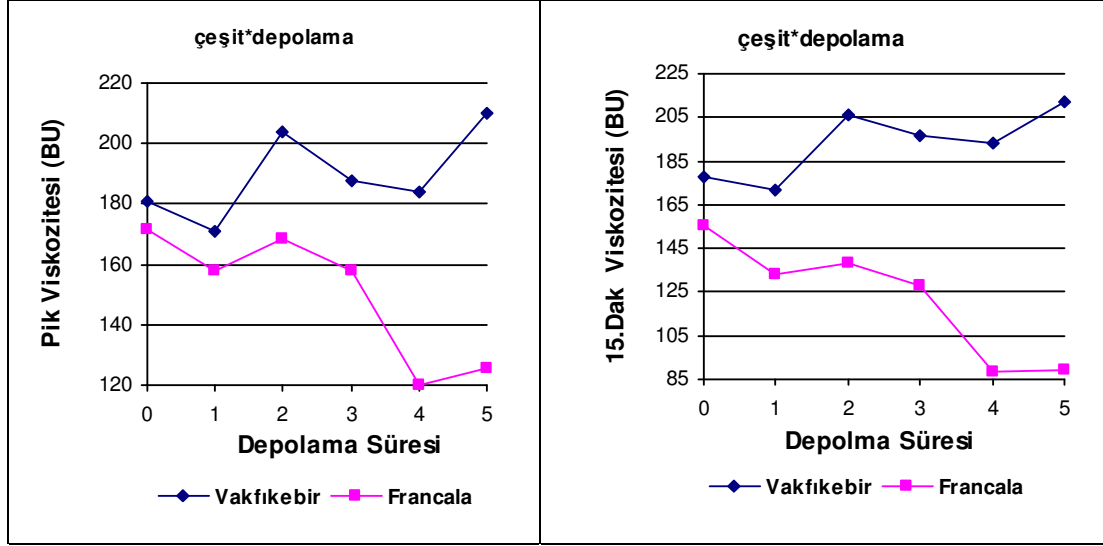
*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farksızdır (p < 0,05).

Çizelge 4.59 ve Şekil 4.45 incelendiğinde, Francala ekmeğine ait pik viskozitesi değerinin genel itibariyle bir düşüş gösterdiği, Trabzon Vakfikebir ekmeğinin ise nispeten bir yükseliş içerisinde olduğu görülmektedir. En düşük pik viskozitesi değeri Francala ekmeğinin 4. gününe ait iken, en yüksek değeri 5. gün Vakfikebir ekmeği vermiştir.

Çizelge 4.59 ve Şekil 4.46'deki 95°C'de 15 dakika sonu viskozite değerleri incelendiğinde, pik viskozitesi değerlerine benzer sonuçların olduğu görülmektedir. Aynı şekilde, Francala ekmeğine ait değerler düşüş gösterirken, Vakfikebir ekmeğine ait değerlerde genellikle bir artış olmuştur. En düşük viskozite değeri Francala ekmeğinin 4. gününe ait iken, en yüksek değeri 5. gün Vakfikebir ekmeği vermiştir.

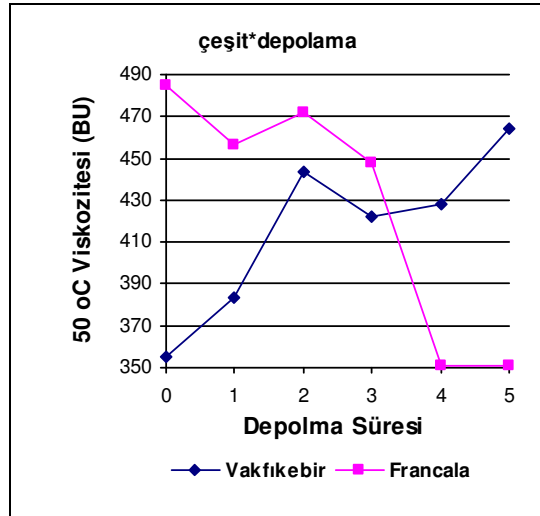
Çizelge 4.59 ve Şekil 4.47 incelendiğinde ise yine aynı şekilde Francala ekmeğine ait viskozite değerlerinin düştüğü Vakfikebir ekmeğinde ise bu değerlerin arttığı

görülmektedir. Vakfıkebir ekmeğinin 50°C'deki viskozitesi ilk 2 gün çok hızlı yükselmiş, 3. gün biraz düşmüş ve daha sonra yavaş bir biçimde tekrar yükselmiştir. Francala ekmeğinde ise genel itibariyle büyük oranda bir düşüş göstermiş, bu düşüş en çok 4. gün depolama süresinde gerçekleşmiştir.



Şekil 4.45. Ekmek içi pik viskozitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.

Şekil 4.46. Ekmek içi 95°C'de 15. dak viskozitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.



Şekil 4.47. Ekmek içi 50°C viskozitesi üzerinde etkili olan ekmek çeşidi x depolama süresi interaksyonu.

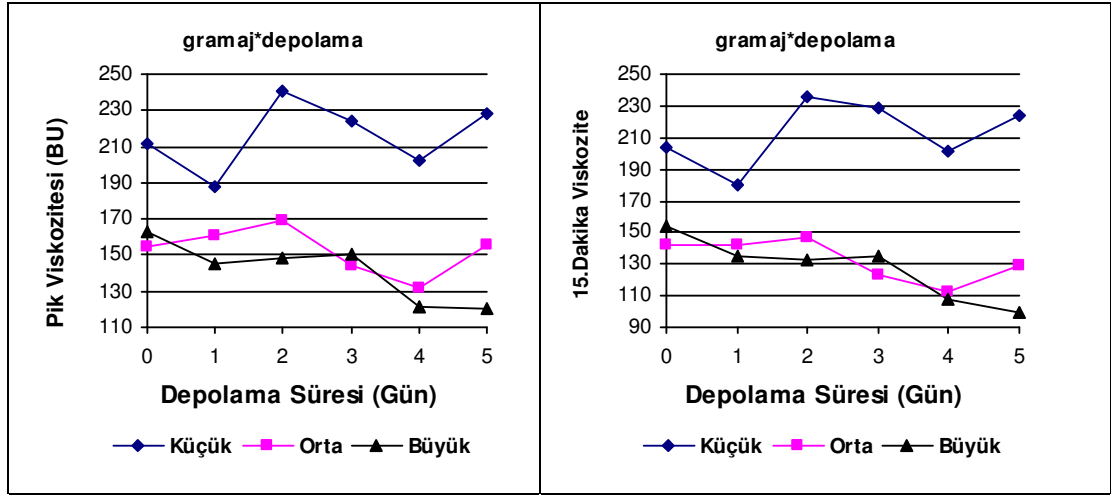
Çizelge 4.54’de verilen varyans analiz sonuçlarına göre; ekmek içi pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerleri üzerine önemli etkisi saptanan, Ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonu Çizelge 4.60, Şekil 4.48, Şekil 4.49 ve Şekil 4.50’de verilmiştir.

Çizelge 4.60. Ekmek gramajı x depolama süresi interaksyonuna ait ekmek içi pik viskozitesi, 15. dakika viskozitesi ve 50°C viskozitesi değerlerine ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.

GXD	n	Viskozite (BU)									
		Pik		95°C’de 15 dk. sonunda		50°C’de					
		Ort.	Stand. Hata	Ort.	Stand. Hata	Ort.	Stand. Hata				
Küçük	0	4	211,75	± 8,525	abc	203,75	± 9,421	ab	475,00	± 21,230	abcde
	1	4	187,50	± 8,525	cde	180,00	± 9,421	bc	448,75	± 21,230	abcdef
	2	4	241,00	± 8,525	a	236,25	± 9,421	a	540,00	± 21,230	a
	3	4	224,25	± 8,525	abc	228,75	± 9,421	a	522,25	± 21,230	ab
	4	4	202,00	± 8,525	bcd	201,75	± 9,421	ab	490,00	± 21,230	abcd
	5	4	228,50	± 8,525	ab	224,00	± 9,421	a	515,00	± 21,230	abc
Orta	0	4	155,00	± 8,525	efg	141,75	± 9,421	cdef	382,50	± 21,230	efgh
	1	4	160,50	± 8,525	efg	141,75	± 9,421	cdef	422,50	± 21,230	cdefg
	2	4	168,75	± 8,525	def	146,75	± 9,421	cde	441,25	± 21,230	bcdef
	3	4	144,25	± 8,525	fg	123,75	± 9,421	def	392,50	± 21,230	defgh
	4	4	132,25	± 8,525	fg	113,00	± 9,421	def	352,50	± 21,230	fgh
	5	4	155,50	± 8,525	efg	128,75	± 9,421	def	402,50	± 21,230	defgh
Büyük	0	4	162,50	± 8,525	ef	153,75	± 9,421	cd	402,50	± 21,230	defg
	1	4	145,50	± 8,525	fg	135,00	± 9,421	def	388,75	± 21,230	efgh
	2	4	148,75	± 8,525	efg	132,50	± 9,421	def	391,75	± 21,230	defgh
	3	4	150,00	± 8,525	efg	134,50	± 9,421	def	390,00	± 21,230	defgh
	4	4	121,25	± 8,525	g	107,50	± 9,421	ef	326,25	± 21,230	gh
	5	4	120,00	± 8,525	g	99,50	± 9,421	f	305,00	± 21,230	h

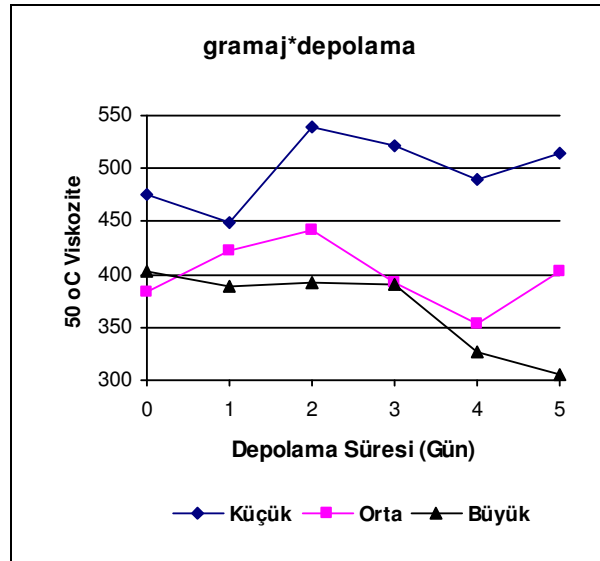
* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$).

Çizelge 4.60’daki değerler ve Şekil 4.48, Şekil 4.49 ve Şekil 4.50’deki grafikler incelendiğinde; her üç gramaj için de pik, 15. dakika ve 50°C viskozitesi değerlerinin aynı doğrultuyu takip ettiği görülmektedir. Her üç değer için geçerli olmak üzere en yüksek değeri 2. gün küçük gramajlı ekmek, en düşük değeri ise 5. gün büyük gramajlı ekmek vermiştir.



Şekil 4.48. Ekmek içinin pik viskozitesi üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.

Şekil 4.49. Ekmek içinin 15. dakika viskozite değeri üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.



Şekil 4.50. Ekmek içinin 50°C üzerinde etkili olan ekmek gramajı x depolama interaksyonu.

Bu çalışmada; farklı gramajlardaki Trabzon Vakfikebir ve Francala ekmeklerinin farklı sürelerde depolandıktan sonra ekmek içi ve kabukta pH, ekmek içi, kabuğa yakın (orta) ve kabukta nem, su tutma kapasitesi, iç, orta ve kabukta su aktivitesi, penetrometre, TPA ve çirışlenme özelliklerine bakılmıştır. Bu parametrelerin birbirleriyle olan ilgisi korelasyon analizine tabi tutulmuş ve Çizelge 4.61’de verilmiştir. Çizelge 4.61’e göre;

Ekmek içinin pH değeri arttıkça ekmek içi, orta ve kabuktaki nem oranında, orta ve kabuk kısmındaki su aktivitesi değerinde, TPA değerlerinde, çirışlenme sıcaklığında, pik viskozitesinde, 95°C’de 15 dakika sonundaki viskozitede azalma gözlenmiş; ekmek kabuğu pH, ekmek içi su aktivitesi, ekmek içi yumuşaklık değeri, ikinci pik alanı değerinde ise artış olmuştur.

Ekmek kabuğunun pH değeri arttıkça ekmek içi, orta kısmı ve kabuğundaki nem miktarı, orta kısım ve kabuktaki su aktivitesi değeri, TPA değerleri, çirışlenme sıcaklığı, pik viskozitesi, 95°C’de 15 dakika sonundaki viskozite azalmış; ekmek içi su aktivitesi, ekmek içi yumuşaklık değeri, ikinci pik alanı değerinde ise artış olmuştur.

Ekmek içi nem değeri azaldıkça ekmek içi yumuşaklığı ve ikinci pik alanı değeri artmış; ekmek kabuğuna yakın (orta) kısmın nem miktarı, su tutma kapasitesi, TPA değerleri, çirışlenme sıcaklığı ve 95°C’de 15 dakika sonundaki viskozite azalmıştır.

Ekmeğin kabuğuna yakın kısmına ait nem değeri arttıkça ekmek içi su aktivitesi, ekmek içi yumuşaklığı ve ikinci pik alanı değeri azalmış; kabuk nemi, orta ve kabuk kısmına ait su aktivitesi, sertlik, sakızimsılık, çiğnenme, çirışlenme sıcaklığı ve 95°C’de 15 dakika sonundaki viskozite değerleri artmıştır.

Ekmeğin kabuğuna ait nem değeri arttıkça ekmek içi su aktivitesi, ekmek içi yumuşaklığı ve ikinci pik alanı değeri azalmış; ekmeğin kabuğa yakın ve kabuk kısmına ait su aktivitesi, sertlik, sakızimsılık, çiğnenme, çirışlenme sıcaklığı ve 95°C’de 15 dakika sonundaki viskozite değerleri artmıştır.

Çizelge 4.61. Farklı gramajlardaki Trabzon Vakfıkebir ve Francala Ekmeklerinin farklı sürelerde depolanması sonucu analize tabii tutulan parametrelerin birbirleriyle olan kolerasyon sonuçları.

	PH KABUK	NEM İÇ	NEM ORTA	NEM KABUK	HIDRAS. KAPASİT	SU AKT İÇ	SU AKT ORT	SU AKT KABUK	TPA HARDN	TPA COHES	TPA SPING	TPA GUMMI	TPA CHEWI	PENETRO METRE	BUMP ALANI	ÇİRIŞLEN SICAK	PIK VİSKOZ.	15.DAK. VİSKOZ.	50 °C'de VİSKOZ
pH İÇ	0,988 **	-0,566 **	-0,845 **	-0,724 **	-0,368 **	0,462 **	-0,514 **	-0,432 **	-0,840 **	-0,280 **	-0,288 **	-0,931 **	-0,930 **	0,880 **	0,922 **	-0,678 **	-0,409 **	-0,552 **	0,052
pH KABUK		-0,537 **	-0,858 **	-0,741 **	-0,360 **	0,483 **	-0,538 **	-0,455 **	-0,827 **	-0,274 *	-0,305 **	-0,929 **	-0,932 **	0,886 **	0,918 **	-0,709 **	-0,348 **	-0,493 **	0,104
NEM İÇ			0,365 **	0,214	0,306 **	0,194	0,163	0,063	0,417 **	0,513 **	0,471 **	0,503 **	0,511 **	-0,233 *	-0,494 **	0,541 **	0,120	0,239 *	-0,126
NEM ORTA				0,901 **	0,148	-0,547 **	0,683 **	0,669 **	0,782 **	-0,027	0,068	0,816 **	0,812 **	-0,839 **	-0,794 **	0,679 **	0,232	0,350 **	-0,152
NEM KABUK					-0,001	-0,603 **	0,689 **	0,713 **	0,726 **	-0,106	-0,030	0,742 **	0,735 **	-0,819 **	-0,724 **	0,580 **	0,171	0,267 *	-0,181
HIDRAS. KAPASİT						0,127	-0,086	-0,160	-0,026	0,721 **	0,594 **	0,217	0,248 *	-0,209	-0,289 *	0,307 **	-0,078	-0,037	-0,235 *
SU AKTV İÇ							-0,363 **	-0,413 **	-0,498 **	0,219	0,177	-0,461 **	-0,448 **	0,0619 **	0,504 **	-0,208	-0,251 *	-0,312 **	-0,020
SU AKTV ORT								0,824 **	0,552 **	-0,200	-0,178	0,547 **	0,536 **	-0,660 **	-0,570 **	0,407 **	0,141	0,233 *	-0,205
SU AKTV KABUK									0,497 **	-0,250 *	-0,271 *	0,471 **	0,458 **	-0,606 **	-0,574 **	0,337 **	0,071	0,139	-0,255 *
TPA HARDN										-0,069	-0,062	0,924 **	0,899 **	-0,818 **	-0,784 **	0,480 **	0,501 **	0,618 **	0,107
TPA COHES											0,740 **	0,194	0,226	-0,043	-0,281 *	0,336 **	-0,153	-0,088	-0,311 **
TPA SPING												0,217	0,288 *	-0,050	-0,196	0,503 **	-0,271 *	-0,208	-0,323 **
TPA GUMMI													0,995 **	-0,868 **	-0,877 **	0,664 **	0,373 **	0,506 **	-0,067
TPA CHEWI														-0,861 **	-0,871 **	0,696 **	0,332 **	0,466 **	-0,099
PENETRO METRE															0,877 **	-0,523 **	-0,359 **	-0,473 **	0,124
BUMP ALANI																-0,612 **	-0,274 *	-0,433 **	0,261 *
İRİŞLEN. SICAKL																	-0,177	-0,053	-0,421 **
PIK VİSKOZ																		0,966 **	0,813 **
15.DAK. VİSKOZ.																			0,706 **

(*) P < 0,05 Düzeyinde önemli (**) P < 0,01 Düzeyinde önemli.

Su tutma kapasitesi değeri azaldıkça ikinci pik alanı ve 50°C'deki viskozite değeri artmış; yapışkanlık, esneklik, çiğnenme ve çirilenme sıcaklığı değerleri azalmıştır.

Ekmek içi su aktivitesi değeri azaldıkça kabuğa yakın kısmın ve kabuğun su aktivitesi, sertlik, sakızimsılık, çiğnenme, pik viskozitesi ve 95°C'de 15 dakika sonundaki viskozite değerleri artmış; ekmek içi yumuşaklık ve ikinci pik alanı değerleri azalmıştır.

Ekmek kabuğuna yakın kısma ait su aktivitesi değeri arttıkça ekmek içi yumuşaklığı ve ikinci pik alanı değeri azalmış; ekmek kabuğu su aktivitesi, sertlik, sakızimsılık, çiğnenme, çirilenme sıcaklığı ve 95°C'de 15 dakika sonundaki viskozite değerleri artmıştır.

Ekmek kabuğuna ait su aktivitesi değeri arttıkça yapışkanlık, esneklik, ekmek içi yumuşaklık, ikinci pik alanı, 50°C'deki viskozite değerleri azalmış; sertlik, sakızimsılık, çiğnenme ve çirilenme sıcaklığı değerleri artmıştır.

Ekmek içi sertlik değeri arttıkça ekmek içi yumuşaklık ve ikinci pik alanı değerleri azalmış; sakızimsılık, çiğnenme, çirilenme sıcaklığı, pik ve 95°C'de 15 dakika sonundaki viskozite değerleri artmıştır.

Ekmek içi yapışkanlık değeri azaldıkça ikinci pik alanı ve 50°C'deki viskozite değeri artmış, esneklik ve çirilenme sıcaklığı değerleri azalmıştır.

Ekmek içi esneklik değeri azaldıkça pik ve 50°C'deki viskozite değerleri artmış; çiğnenme ve çirilenme sıcaklığı değerleri azalmıştır.

Ekmek içi sakızimsılık değeri arttıkça ekmek içi yumuşaklık ve ikinci pik alanı değerleri azalmış; çiğnenme, çirilenme sıcaklığı, pik ve 95°C'de 15 dakika sonundaki viskozite değerleri artmıştır.

Ekmek içi çiğnenme değeri arttııa ekmek içi yumuşaklık ve ikinci pik alanı değerleri azalmış; çirişlenme sıcaklığı, pik ve 95°C’de 15 dakika sonundaki viskozite değerleri artmıştır.

Ekmek içi yumuşaklık değeri azaldıkça çirişlenme sıcaklığı, pik ve 95°C’de 15 dakika sonundaki viskozite değerleri artmış; ikinci pik alanı değeri azalmıştır.

Ekmek içi bulamacının amilogram grafiğinden elde edilen ikinci pik alanı değeri azaldıkça çirişlenme sıcaklığı, pik ve 95°C’de 15 dakika sonundaki viskozite değerleri artmış; 50°C’deki viskozite değeri azalmıştır.

Ekmek içi bulamacının amilogram grafiğinden elde edilen çirişlenme sıcaklığı değeri azaldıkça 50°C’deki viskozite değeri artmıştır.

Ekmek içi bulamacının amilogram grafiğinden elde edilen pik viskozitesi değeri azaldıkça 95°C’de 15 dakika sonundaki ve 50°C’deki viskozite değerleri azalmıştır.

Ekmek içi bulamacının amilogram grafiğinden elde edilen 95°C’de 15 dakika sonundaki viskozite değeri azaldıkça 50°C’deki viskozite değeri de azalmıştır.

5. SONUÇLAR

Bu araştırmada ekşi hamurdan üretilen geleneksel Trabzon Vakfıkebir ekmeği ile yaş pres maya ile üretilen Francala ekmeği karşılaştırılmış ve bu ekmeklerin bazı kalite özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Her iki ekmeğ için de küçük, orta ve büyük gramajda (Vakfıkebir ekmeği için 500 g, 1500 g ve 3000 g; Francala ekmeği için 500 g, 1000 g ve 1500 g) olmak üzere üç farklı ağırlıkta ekmeğ üretilmiş, bu ekmekler 5 gün süresince depolanmış ve depolama süresi biten ekmeğ üzerinde deneyler yapılmıştır.

Araştırma verilerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesiyle elde edilen bazı temel sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Ekmeğ içlerinin pH değerlerine bakıldığında; Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin pH değeri Francala ekmeğinden daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeni olarak Vakfıkebir ekmeğinin elde edildiği hamurun daha uzun süre fermentasyona bırakılması ve ekşi hamur ilavesi gösterilebilir. Depolama süresinin artışıyla birlikte Vakfıkebir ekmeğinin pH'sı hemen hemen değişmeden kalırken Francala ekmeğin pH'sı artış göstermiştir. Ekmeğ gramajı dikkate alındığında ise, daha uzun süre fermente olduğu için, büyük gramajlı ekmeklerin daha asidik olduğu gözlenmiştir.

Depolama süresince Vakfıkebir ekmeğinin içinin nem seviyesi nispeten değişmez iken Francala ekmeğinin içi ince kabuk oranı nedeniyle daha hızlı bir biçimde nem kaybetmiştir. Ekmeğ ağırlıkları dikkate alındığında ise büyük gramajlı ekmeklerin iç kısım nem seviyelerinin, merkez noktanın dış kısımdan daha uzak ve nem göcümü için mesafenin fazla olmasından dolayı, daha yüksek olduğu görülmüştür. Genel olarak ise; depolama süresinin artmasıyla birlikte ekmeğ içi nem seviyesi düşmüş, kabuğa yakın kısmın ve kabuğun nem seviyesi artmıştır.

Genel itibariyle su aktivitesi sonuçları nem seviyesi sonuçları ile paralel olarak değişim göstermiştir.

Trabzon Vakfıkebir ekmeği ekmek içi su tutma kapasitesi bakımından Francala ekmeğinden ve de buyk gramajlı ekmek orta ve küçük gramajlı ekmekten üstün çıkmıştır. Vakfıkebir ekmeğinin ve buyk gramajlı ekmeğin uzun süre pişirilmesinin buna neden olduğu düşünülmüştür. Depolama süresinin artışıyla birlikte ekmek içi su tutma kapasiteleri düşmüştür.

Penetrasyon değerlerine bakıldığında Francala ekmeğinin daha yüksek ve doku profil analizine bakıldığında ise elde edilen sertlik değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durum Francala ekmeğinin Vakfıkebir ekmeğinden daha yumuşak olduğuna işaret etmektedir. Bu durumu Vakfıkebir ekmeğinin iç yapısının esnek oluşuna bağlamak mümkündür. Daha esnek olan yapının uygulanan güce daha fazla direnç göstermesi muhtemeldir. Zira, doku profil analizinden elde edilen esneklik değerleri Vakfıkebir ekmeği için daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca, ekmeğin ağırlığı arttıkça sertlik düşmüştür. Bunun nedeni olarak da nem miktarındaki fark gösterilebilir.

Ekmek içi rişlenme özellikleri göz önüne alındığında ise, ikinci pik alanı hariç diğer parametrelerde Vakfıkebir ekmeğinin daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. rişlenme sıcaklığı, pik viskozitesi, 95°C'de 15 dakika sonundaki ve 50°C'deki viskozite değerlerinin Vakfıkebir ekmeği için yüksek oluşu, Vakfıkebir ekmeğinin uzun pişme süresine bağlanmıştır. İkinci pik alanının Vakfıkebir ekmeği için çok daha düşük değer vermesinin nedeni olarak ise Vakfıkebir ekmeğinin katkı maddesi içermemesi olduğu düşünülmektedir.

Bütün bu bulgular ışığında Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin Francala ekmeğinden çok daha iyi sayısal değerlere sahip olduğu sonucuna varmak mümkündür. Ancak ekmek bayatlamasını araştırmada dokusal ve fizikokimyasal özelliklerin yanında duyuusal özelliklerin de oldukça önemli olduğu açıktır. Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin daha aromatik (Kotancılar vd 1998) olduğu gerçeği göz önünde bulundurulacak olursa, tüketiciden daha ilk etapta aroma bakımından Francala ekmeğe tercih edilmesi kaınılamazdır.

KAYNAKLAR

- Anonymous 2004. Ekmekteki Kayıp Ekonomi. www.atonet.org.tr (30.05.2006)
- Baik, M.Y. and Chinachoti, P., 2000. Moisture redistribution and phase transitions during bread staling. *Cereal Chem.*, 77 (4), 484–488.
- Banecki, H., 1972. Veränderungen der während des Altbackenwerdens des Weizen-und Roggenbrotes enzymetisch isolierten Stärke. *Getreide Mehl Brot* 26:6.
- Bárcenas, M.E., Haros, M., Benedito, C. and Rosell, C.M., 2003. Effect of freezing and frozen storage on the staling of part-baked bread. *Food Res. Int.* 36, 863–869.
- Boussingault JB. 1852. Experiments to determine the transformation of fresh bread into stale bread. *Ann Chim Phys.*, 36:490
- Boyacıoğlu, H., 1993. Ekmeğin bayatlaması, tanımı, teoriler, tayin yöntemleri ve yavaşlatma yolları. *Unlu Mamuller Dünyası*, 2(2), 15-18.
- Carr, L.G. and Tadini, C.C., 2003. Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked French bread. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.* 36, 609–614.
- Caul, M. 1972. La flaveur des aliments et le consommateur. *Bulletin des anciens élèves de l'école de meunerie* 251, 242–246.
- Chen, P.L., Long, Z., Ruan, R. and Labuza, T.P., 1997. Nuclear magnetic resonance studies of water mobility in bread during storage. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.*, 30, 178-183.
- Corsetti, A., Gobbetti, M., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. and Rossi, J., 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. *J. Food Sci.* 63, 347–351.
- Corsetti, A., Gobbetti, M., De Marco, B., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. and Rossi, J., 2000. Combined effect of sourdough lactic acid bacteria and additives on bread firmness and staling. *J. Agric. Food Chem.* 48, 3044–3051.
- Czuchajowska, Z. and Pomeranz, Y., 1989. Differential Scanning Calorimetry, water activity, and moisture contents in crumb center and near-crust zones of bread during storage. *Cereal Chem.* 66 (4): 305–309.
- Del Nobile, M.A., Martoriello, T., Mocci, G. and La Notte, E., 2003. Modeling the starch retrogradation kinetic of durum wheat bread. *Journal of Food Engineering*, 59, 123–128.
- Dragsdorf, R.D. and Varriano-Marston, E., 1980. Bread staling: X-ray diffraction studies on bread supplemented with α -amylases from different sources. *Cereal Chem.*, 57 (5): 310–314.
- Dupaigne, B., 1999. *The history of bread*. New York: Harry N. Abrams.
- D'Appolonia, B.L. and Morad, M.M., 1981. Bread staling. *Cereal Chem.*, 58 (3): 186–190.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 2003. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:718, s:376.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M. ve Kotancılar, H.G., 2002. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu. (3. baskı) Atatürk Üniversitesi Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Ders Kitapları Serisi No: 82. Erzurum. s:245.

- Ertugay, Z., Elgün, A., Koca, A.F. ve Kotancılar, G., 1988. Türk Tipi Francala Ekmek Üretiminde Geleneksel Hamur Sisteminin Etkisi Üzerine Araştırmalar. "I. Ulusal Biyoteknoloji Simpozyumu" (5-7 Eylül, Ankara), s 191.
- Every, D., Gerrard, J.A., Gilpin, M.J., Ross, M. and Newberry, M.P., 1998. Staling in starch bread: the effect of gluten additions on specific loaf volume and firming rate. *Starch/Stärke*, 50 (10), 443–446.
- Fessas, D. and Schiraldi, A., 1998. Texture and staling of wheat bread crumb: effects of water extractable proteins and pentosans. *Termochimica Acta*, 323, 17–26.
- Gray, J.A. and Bemiller, J.N., 2003. Bread staling: molecular basis and control. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Vol.2, 1–21.
- Hansen, A. and Schieberle, P., 2005. Generation of aroma compounds during sourdough fermentation: applied and fundamental aspects. *Trends in Food Science and Technology*, 1–10.
- Herz, K.O., 1965. Staling of bread. A review. *Food Technol.* 19: 1828.
- Hug-Iten, S., Escher, F. and Conde-Petit, B., 2003. Staling of bread: role of amylose and amylopectin and influence of starch-degrading enzymes. *Cereal Chem.*, 80 (6): 654–661.
- Jacob, H.E., 1997. Six thousand years of bread. Its holy and unholy history. New York: The Lyons Press.
- Jagannath, J.H., Jayaraman, K.S., Arya, S.S. and Somashekar, R., 1998. Differential scanning calorimetry and wide-angle X-ray scattering studies of bread staling. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol.67, 1597–1603.
- Karaoğlu, M.M., 2002. Farklı sıcaklık ve sürelerde muhafaza edilen kısmi pişmiş ekmeklerin teknolojik ve mikrobiyolojik özellikleri. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Erzurum.
- Karaoğlu, M.M., 2005. Nişasta retrogradasyonu: 2. Retrogradasyonu etkileyen faktörler ve yavaşlatılma yolları. *Unlu Mamuller Teknolojisi*, 68, 28-34.
- Karaoğlu, M.M. ve Kotancılar, H.G., 2006. Kısmi pişirme metodunun ekmek içi yumuşaklığı ve çirleşme özellikleri üzerine etkisi. *Gıda Bilimi ve Teknolojisi* (baskıda).
- Karaoğlu, M.M., 2006a. Effect of baking procedure and storage on the pasting properties and staling of part-baked and rebaked white pan bread crumb. *Int. Journal of Food Properties*. (Baskıda).
- Karaoğlu, M.M., 2006b. Effect of initial baking and storage time on the pasting properties and aging of part-baked and rebaked rye bread. *Int. Journal of Food Properties*. (Baskıda).
- Karim, A.A., Norziah, M.H. and Seow, C.C., 2000. Methods for the study of starch retrogradation. *Food Chem.*, 71, 9–36.
- Katina, K. 2005. Sourdough: a tool for the improved flavour, texture and shelf-life of wheat bread. VTT Publications 569. 92 p.+ app.81 p.
- Katina, K., Salmenkallio-Martilla, M., Partanen, R., Forssell, P. and Autio, K., 2006. Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread. *LWT* 39: 479–491. www.sciencedirect.com (29.05.2006).
- Katz, J.R., 1934. The physical chemistry of starch and bread baking XX. *Z. Physical Chemistry*, A169, 321.

- Kim, S.K. and D'Appolonia, B.L., 1977a. Bread staling studies. II. Effect of protein content and storage temperature on the role of starch. *Cereal Chem.*, 54 (2): 216–224.
- Kim, S.K. and D'Appolonia, B.L., 1977b. Bread staling studies. III. Effect of pentosans on dough, bread, and bread staling rate. *Cereal Chem.*, 54 (2): 225–229.
- Kim, S.K. and D'Appolonia, B.L., 1977c. Bread staling studies. I. Effect of protein content on staling rate and bread crumb pasting properties. *Cereal Chem.*, 54 (2): 207–215.
- Kotancılar, H.G., 1995. Farklı ambalajlarda depolanan katkılı ve katkısız unlarda meydana gelen fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal değişikliklerin belirlenmesi üzerine araştırmalar. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Erzurum.
- Kotancılar, H.G., Çelik, İ. ve Karaoğlu, M.M., 1998. Trabzon Vakfıkebir Ekmeği. *Un Mamulleri Dünyası* 7, 4–14.
- Kotancılar, H.G., Çelik, İ. ve Babagil, A., 2000. Zayıf ve Kuvvetli Unlara Uygulanan Yoğurma ve Fermentasyon Sürelerinin Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi. *Un Mamüller Teknolojisi Dergisi*. 9 (2) : 40–48.
- Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M. ve Uysal, P., 2006 a. Ekşi hamur sisteminin beyaz tava ekmeğinin kalitesi üzerine etkisi. *Hasad Gıda*. 252, 39–48.
- Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M., Gerçekaslan, K.E. ve Uysal, P., 2006 b. (Baskıda). Ekşi Hamur Sisteminin Beyaz Tava Ekmeğinin Bayatlaması Üzerine Etkisi *Ziraat Dergisi*.
- Lorenz, K. and Maga, J., 1972. Staling of white bread: Changes in carbonyl composition and glc headspace profiles. *J. Agr. Food Chem.*, 20 (2), 211–213.
- Manzacco, L., Nicoli, M.C. and Labuza, T. Study of bread staling by X-ray diffraction analysis, http://faculty.che.umn.edu/fscn/ted_Labuza/Bread/breadStaling.doc.pdf (08.05.2006)
- Martin, M.L., Zeleznak, K.J. and Hosney, R.C., 1991. A mechanism of bread firming. I. Role of starch swelling. *Cereal Chem.*, 68 (5):498–503.
- Meignen, B., Onno, B., Gélinas, P., Infantes, M., Guilois, S. and Cahagnier, B., 2001. Optimization of sourdough fermentation with *Lactobacillus brevis* and baker's yeast. *Food Microbiology*. 18, 239–245.
- Morad, M.M. and D'Appolonia, B.L., 1980a. Effect of baking procedure and surfactants on the pasting properties of bread crumb. *Cereal Chem.*, 57 (4): 239–241.
- Morad, M.M. and D'Appolonia, B.L., 1980b. Effect of surfactants and baking procedure on total water-solubles and soluble starch in bread crumb. *Cereal Chem.*, 57 (2): 141–144.
- Piazza, L. and Masi, P., 1995. Moisture redistribution throughout the bread loaf during staling and its effect on mechanical properties. *Cereal Chem.* 72 (3): 320–325.
- Pylar, E.J., 1988. *Baking Science Technology*. 3rd ed., Sosland Publishing Company., KS., ABD. 815.
- Rasmussen, P.H. and Hansen, A., 2001. Staling of wheat bread stored in modified atmosphere. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.*, 34, 487-491.
- Ribotta, P.D., Cuffini, S., Leon, A.E. and Anon, M.C., 2004. The staling of bread: an X-ray diffraction study. *European Food Research and Technology*, 218, 219–223.
- Ruan, R., Almaer, S., Huang, V.T., Perkins, P., Chen, P. and Fulcher, R.G., 1996. Relationship between firming and water mobility in starch-based food systems during storage. *Cereal Chem.*, 73 (3): 328–332.

- Schoch, T. J. and French, D., 1947. Studies on bread staling. I. The role of starch. *Cereal Chem.*, 24:231–249.
- Shaikh, I.M., Ghodke, S.K. and Ananthanarayan, L., 2006. Staling of chapatti (Indian unleavened flat bread). *Food Chem.*, www.sciencedirect.com (24.03.2006)
- Shandera, D.L. and Jackson, D.S., 1996. Effect of corn wet-milling conditions (sulfur dioxide, lactic acid and steeping temperature) on starch functionality. *Cereal Chem.* 73, 632–637.
- Short, A.L. and Roberts, E.A., 1971. Pattern of firmness within a bread loaf. *J. Sci. Food Agric.* 22: 470.
- Sidhu, J.S., Al-Saqer, J. and Al-Zenki, S., 1997. Comparison of methods for assessment of the extent of staling in bread. *Food Chem.*, Vol.58, No.1–2, pp. 161–167.
- Simonson, L., Salovaara, H. and Korhola, M., 2003. Response of wheat sourdough parameters to temperature, NaCl and sucrose variations. *Food Microbiology*, 20, 193–199.
- SPSS, 1999. SPSS for Windows Release 100 SPSS Inc, Chicago.
- Spicher, G. and Stephan, H., 1999. *Handbuch sauerteig, biologie, biochemie, technologie* (5th ed.). Hamburg: Behr's Verlag.
- Talay, M., 1997. *Ekmek Bilimi ve Teknolojisi*. Ekin Yayıncılık ve Pazarlama, İstanbul/TÜRKİYE.
- Uysal, P., 2004. Ekşi hamur sisteminin beyaz tava ekmeğinin kalitesi üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Erzurum.
- Vittadini, E. and Vodovotz, Y., 2003. Changes in the physicochemical properties of wheat- and soy-containing breads during storage as studied by thermal analyses. *Journal of Food Science*, 68 (6), 2022–2027.
- Vodovotz, Y., Vittadini, E. and Sachleben, J.R., 2002. Use of ¹H cross-relaxation nuclear magnetic resonance spectroscopy to probe the changes in bread and its components during aging. *Carbohydrate Research*, 337, 147–153.
- Wang, H., Sun, D.W., Zeng, O. and Lu, Y., 2000. Effect of pH, corn starch and phosphates on the pasting properties of rice flour. *Journal of food engineering*, 46, 133-138.
- Wood, E. 1996. *World sourdoughs from antiquity*. Berkeley, CA: Ten Speed Press.
- Xie, F., Dowell, F.E. and Sun, X.S., 2003. Comparison of near-infrared reflectance spectroscopy and texture analyzer for measuring wheat bread changes in storage. *Cereal Chem.*, 80 (1): 25–29.
- Xin Wang, Sung-Gil Choi and Kerr, W.L., 2004. Effect of gluten content on recrystallisation kinetics and water mobility in wheat starch gels. *J. Sci. Food Agric.*, 84 : 371-379.
- Yıldız, N. ve Bircan, H. 1991. Araştırma ve Deneme Metotları Atatürk Üniv, Zir Fak Yayınları Yayın No: 305, Erzurum, s 266
- Yu-shiun Lin, Ah-I Yeh and Cheng-yi Lii, 2001. Correlation between starch retrogradation and water mobility as determined by Differential Scanning Calorimetry (DSC) and Nuclear Magnetic Resonance (NMR). *Cereal Chem.*, 78 (6): 647–653.
- Zeleznač, K.J. and Hoseneý, R.C., 1986. The role of water in the retrogradation of wheat starch gels and bread crumb. *Cereal Chem.*, 63 (5): 407–411.

ÖZGEÇMİŞ

İzmir'in Yeşilyurt semtinde 1980 yılında doğdu. İlkokulu Diyarbakır, Artvin, Erzurum ve Tokat'ta; ortaokul birinci-ikinci sınıfı Tokat'ta, ortaokul üçüncü sınıfı ve liseyi Denizli'de okudu. 1999-ÖSS sınavını kazanarak Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimine başladı ve 2003 yılında mezun oldu. Yüksek Lisans öğrenimine 2003 yılının eylül ayında başladı.

Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde 2004 yılından bu yana Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Evlidir.