

Ekşi Hamur Katkısının Beyaz Tava Ekmeğinin Bayatlaması Üzerine Etkisi

H.Gürbüz KOTANCILAR M.Murat KARAOĞLU K.Emre GERÇEKASLAN
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 25240/Erzurum (gurbuz@atauni.edu.tr)

Pınar Uysal

Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Erzurum

Geliş Tarihi : 29.06.2005

ÖZET: Bu çalışmada geleneksel yöntemle üretilen Trabzon Vakfikebir ekmeği modifiye edilerek beyaz tava ekmeği olarak laboratuvar şartlarında üretilmiştir. Bu ekmeklerin kalitesi üzerine, ekşi hamur fermantasyon süresi ve ilave ekşi hamur katkısının etkisi incelenmiştir. Trabzon'un Vakfikebir ilçesinden getirilip 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 ekmeğin yumuşaklık değerleri incelenmiş, sonuç olarak; 10-15 saat fermantasyon süresi % 20-30 ekşi hamur katkısı ile yapılan ekmeklerin ekmeğin içi yumuşaklık değeri bakımından kaliteli olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon süresi ve ilave edilecek ekşi hamur katkısı artırıldıkça; ekmeğin içi yumuşaklığında artış, hamurda ve ekmeğin pH'sından azalmalar olmuştur.

Anahtar kelimeler: Ekşi hamur, fermantasyon süresi, beyaz tava ekmeği, Trabzon Vakfikebir Ekmeği, asitlik, bayatlama

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Araştırma Fonunca BAP 2003/30 nolu projeye desteklenmiştir.

The Effect Of Sourdough Addition On The Staling Of White Pan Bread

ABSTRACT: In this study, Vakfikebir bread was modified and produced with traditional method in laboratory conditions. Sourdough samples collected from Vakfikebir, Trabzon were fermented in certain time intervals (0, 5, 10 and 15 hours) and added in the rates of 0, 10, 20 and 30% to bread formulation. Technological and qualitative characteristics of breads produced were investigated. In results of study, it was determined that the softness value of bread crumb was higher in breads with 20-30% sourdough and fermentation period of 10-15 hours than the other breads. As the fermentation period and sourdough amount increased, softness value of breads increased but the pH of dough and bread decreased.

Keywords: Sourdough, fermentation period, white pan bread, Trabzon Vakfikebir bread, acidity, staling.

GİRİŞ

Bir mayalama metodu olarak uygulanmakta olan ekşi hamur yönteminin esası; normal kültür mayalarının yanında havadan ve kullanılan hamur unsurlarından gelen yabancı mayaların, laktik, asetik ve sitrik asit bakterilerinin faaliyet gösterdiği bir hamur parçasını, bir sonraki hamurda maya olarak kullanmaktır (Elgün ve Ertugay, 2002). Laktik asit bakterileri ve maya starterleri ile üretilen ekmeklerin normal ekmeğe göre daha hacimli olduğu ve ekşi hamur kullanımının bütün ekmeğin özelliklerini geliştirdiği tespit edilmiştir (Corsetti ve ark., 1998). Ekşi maya hamurunda maya ve bakteriler birlikte çalışmakta ve doğal florayı oluşturmaktadır. Ekşi hamurdan yapılmış ekmeğin tercih sebepleri; ekmeğin uygun hacmi, güçlü aroması, iyi ekmeğin içi yapısı ve uzun raf ömrüdür. Trabzon Vakfikebir ekmeği de asırlardır Karadeniz Bölgesi'nde, ekşi hamur yöntemiyle yapılan geleneksel ekmeğin çeşitlerimizden sadece bir tanesidir.

Ekmeğin bayatlamasının önemli nedenlerinden biri nişastanın retrogradasyonu olup, önceleri amilozun retrogradasyona daha yatkın olduğu ve bu yönüyle bayatlamadan daha fazla sorumlu olduğu sanılmaktaydı (Knightly, 1977). Fakat daha sonraki

araştırmalarda, amilopektindeki agregasyonun ekmeğin içini bayatlamasına daha büyük bir etkisi olduğu görülmüştür (Kim ve D' Appolonia 1977).

Ekşi hamurdaki laktik asit bakterileri tarafından meydana getirilen asidifikasyon, nişastanın mikrobiyal hidrolizi ve proteolitik etki, ekmeğin depolanması sırasında oluşan fizikokimyasal değişiklikleri meydana getirerek, ekmeğin sertleşmesi ve bayatlamasının gecikmesi üzerine pozitif bir etki yapmaktadır (Corsetti ve ark., 2000).

Bu çalışmada, Vakfikebir Ekmeğinin geleneksel üretim metodu ile üretilen beyaz tava ekmeğinin kalitesi üzerine, ekşi hamur fermantasyon süresi ve ilave edilecek ekşi hamur katkısının etkisi incelenmiştir. Trabzon Vakfikebir'den getirilen ve 0, 5, 10 ve 15 saat süre ile fermente edilen ekşi hamurlar farklı seviyelerde (0, % 10, 20 ve 30) hamura ilave edilerek ve yörede geleneksel olarak kullanılan üretim metodu kullanılarak tava ekmekleri üretilmiş ve bu ekmeklerin pH ve ekmeğin içi yumuşaklık değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada Vakfikebir Ekmeğinin üretim süreci, laboratuvar şartlarında beyaz tava ekmeğine uygulanmış olup elde edilen veriler doğrultusunda,

bir sonraki çalışmada, farklı parametrelerle ticari şartlarda üretilen Vakfikebir Ekmeğinin bayatlaması araştırılacaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmada kullanılan Tip-550 unun özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Denemelerde piyasadan temin edilen pres maya ve rafine tuz kullanılmıştır. Ayrıca ekşi hamur örnekleri, bu ekmeğin orijini olarak bilinen Trabzon İli’nin Vakfikebir İlçesi’nden temin edilmiştir. Hamur örnekleri, buzdolabı içinde muhafaza edilerek Vakfikebirden Erzurum’a getirilmiştir.

Unda Yapılan Analizler

Ekmeğin yapımında kullanılan unda, rutubet, ham protein, kül, farinogram ve ekstensogram özellikleri, yaş öz miktarı, Zeleny Sedimentasyon değeri, Falling Number 1800 cihazı ile Düşme (FN) ve sıvılaşma (LN) sayıları, Minolta Colorimetre cihazı ile renk (L, a ve b) yoğunluğunun ölçümü üç paralelli ölçüm yapılarak belirlenmiştir (Elgün ve ark., 2002).

Hamurda Yapılan pH Tayini

Farklı sürelerde bekletilen ve farklı oranlarda hamur formülasyonuna ilave edilen, son fermentasyon öncesi hamurlarda meydana gelen pH değişimleri Elgün ve ark. (2002)’na göre belirlenmiştir.

Ekmeğin Yapma Yöntemi

Ekmeğin yapma denemeleri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri İşleme Teknolojisi Laboratuvarında, Kotancılar ve ark. (1998)’nin Vakfikebir’de saptadığı üretim metodundaki ekmeğin gramajı küçültülerek Beyaz Tava Ekmeğinin üretiminde kullanılmıştır.

Ekmeğin Pişirme Metodu:

Ekmeğin Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Tahıl Ürünleri İşleme Laboratuvarında yapılmıştır. Bir gün öncesinden kalan hamur 0, 5, 10 ve 15 saat sürelerle fermentasyona bırakıldıktan sonra, bu hamurların üzerine hamurun 2,5 katı un ve % 45 su ilave edip, 2. ekşi hamur hazırlanmış ve 25 °C’de 3 saat fermentasyona bırakılmıştır. Daha sonra % 45 de 100 g un esasına göre; 2 tuz, 0.6 g maya, 60 ml su ve değişik seviyelerde 0, 10, 20 ve 30 g ekşi hamurlardan ilave edilerek asıl hamur hazırlanmıştır. Bu hamur yoğrulup, 160 g kesildikten sonra işlenmiş, tavalandıktan sonra da 25°C’de 110 dakika fermentasyona bırakılmış, daha sonra 225 °C’ de 25 dakika pişirilmiştir (Kotancılar ve ark., 1998).

Ekmeğin Yapılan Analizler

Penetrometrenin konik başlığı ile ekmeğin içi yumuşaklık değerleri ve pH tayini belirlenmiştir (Elgün ve ark., 2002).

Deneme Planı

Trabzon Vakfikebir Ekmeğinin ticari üretiminde %10 civarında ekşi hamur ve 10 saat civarında da fermentasyon süresi uygulanmaktadır. Bizim Amacımız Araştırmada, 0, 5, 10 ve 15 saat olmak üzere 4 ekşi hamur fermentasyon süresi; % 0, 10, 20 ve 30 olmak üzere 4 farklı ekşi hamur katkı seviyesi faktör olarak seçilmiştir ve iki paralelli olarak yürütülmüştür.

İstatistik Analizler

Deneme 4x4x2 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, 2002).

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan una ait analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Una Ait Analiz Sonuçları

Un Özellikleri	
Protein (KM’de %)	11.00
Yaş Öz (%)	26.56
Kuruöz (%)	9.20
Zeleny Sedimentasyon (%)	32.81
FN	935.0
LN	6.8
Kül (KM’de)	0.57
Nem (%)	13.22
Un Renk Değerleri	
L (Açık- Koyu)	93.96
- a (Yeşil)	0.74
+ b (Sarı)	9.74
Farinogram Özellikleri	
Su Absorpsiyonu (%)	62.1
Gelişme Süresi (dk.)	2.0
Hamur Stabilitesi (dk.)	13.5
MTI (FU)	60.0
Yumuşama Derecesi (FU)	60.0
Ekstensogram özellikleri	
Uzama Kabiliyeti (mm)	178.67
Hamur Mukavemeti (EU)	186.67
Oran Sayısı (EU/mm)	1.04
Maksimum Direnç (EU)	295.00
Hamur Enerjisi (cm ²)	71.50

mm= milimetre
FU= Farinogram Unit
EU= Ekstensogram Unit

L = Açıklık - Koyuluk
+a = Kırmızı renk yoğunluğu
-a = Yeşil renk yoğunluğu
+b = Sarı renk yoğunluğu
-b = Mavi renk yoğunluğu

Son Fermantasyon Öncesi Hamurlarda Meydana Gelen pH Değişimleri

Deneme desenine göre hamurların son fermantasyon öncesi pH değerlerinin varyans analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Fermantasyon süresi (F), ekşi hamur katkısı (E) ve FxE interaksyonu hamur pH’sı üzerinde istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p < 0,01$) etkili bulunmuştur.

Tablo 2. Üretilen Ekmeklerin Hamur pH’sına Ait Varyans Analiz Sonuçları.

VAK	SD	Hamur pH’sı	
		KO	F
Fermantasyon Süresi (F)	3	0.535	24.421 **
Ekşi Hamur Katkısı (E)	3	0.650	29.659 **
EXF	9	0.093	4.258 **
Hata	16	0.022	

(**) P < 0,01 Düzeyinde önemli

Fermantasyon süresi değişkenine ait hamur pH ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 3’de, ekşi hamur değişkenine ait sonuçlar da Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 3. Fermantasyon Süresi Değişkenine Ait Hamur pH’sı Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.*

Fermantasyon Süresi (saat)	n	Hamur pH’sı			
		Ort.	±	X±Sx	a
0	8	5.346	±	0.052	a
5	8	5.319	±	0.052	a
10	8	4.926	±	0.052	b
15	8	4.850	±	0.052	b

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

Tablo 4 Ekşi Hamur Miktarı Değişkenine Ait Hamur pH’sı ve Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*

Ekşi Hamur Katsayısı (%)	n	Hamur pH’sı			
		Ort.	±	X±Sx	a
0	8	5.445	±	0.052	a
10	8	5.234	±	0.052	b
20	8	4.957	±	0.052	c
30	8	4.805	±	0.052	c

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

Tablo 5. Üretilen Ekmeklerin 24, 48 ve 72 Saatlik pH Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

VAK	SD	Ekmek pH’sı					
		24 saat		48 saat		72 saat	
		KO	F	KO	F	KO	F
Fermantasyon Süresi (F)	3	1.81	99**	1.70	41 **	1.70	41 **
Ekşi Hamur Katkısı (E)	3	1.86	101**	1.90	45 **	1.75	72 **
EXF	9	0.20	11 **	0.14	3 *	0.18	7 **
Hata	16	0.02		0.04		0.02	

(*) P < 0,05 Düzeyinde önemli

(**) P < 0,01 Düzeyinde önemli

Tablo 3’de görüldüğü gibi, fermantasyon süresinin artışı ile birlikte hamur pH değerlerinde bir azalma gözlenmiştir. En yüksek pH değerini 0 saat fermantasyon süreli (hiç fermantasyona bırakılmamış) hamur verirken, en düşük pH değerini ise 15 saat fermantasyon süreli hamur vermiştir.

Tablo 4’de görüldüğü gibi, artan ekşi hamur katkısı ile birlikte hamur pH değerleri azalmış, %20 ve %30’luk ekşi hamurların hamur pH’sı kendi aralarında istatistiki olarak bir fark göstermemişlerdir.

Depoma Süresi Boyunca Ekmeklerde Meydana Gelen pH Değişimleri

Ekmeklerin 24, 48 ve 72 saatlik pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 5’de verilmiştir. Fermantasyon süresi ve ekşi hamur katkısı ekmeklerin 24, 48 ve 72 saatlik pH değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli seviyede ($p < 0,01$) etkili bulunmuştur. EX F interaksyonu 24, 72 saat ekmek pH değerleri üzerine istatistiki olarak çok önemli ($P < 0,01$) seviyede 48 saatlik pH değeri üzerine ise ($P < 0,05$) seviyede etkili bulunmuştur.

Fermantasyon süresi değişkenine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Tablo 6’da, ekşi hamur katkısı değişkenine ait sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir. İstatistiki olarak önemli çıkan interaksyonlar ise Şekil 1’de gösterilmiştir.

Tablo 6’da görüldüğü gibi ekşi hamurun fermantasyon süresi arttıkça 24, 48 ve 72 saat depolanan ekmeklerin pH değerleri önemli derecede azalmıştır. En yüksek pH değerini 0 saat fermantasyon süreli ekmek verirken, en düşük pH değerini 15 saat fermantasyon süreli ekmek vermiş olup, 10 ve 15 saatlik pH değerleri arasında istatistiki olarak bir fark görülmemiştir.

Tablo 6. Fermantasyon Süresi Değişkenine Ait pH Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.*

Ferm Süresi (saat)	Ekmek pH'sı			
	n	24 saat	48 saat	72 saat
0	8	5.856 a	5.889 a	5.935 a
5	8	5.456 b	5.318 b	5.491 b
10	8	4.946 c	5.105 b	5.019 c
15	8	4.828 c	4.794 c	4.921 c

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

Tablo 7 Ekşi Hamur Değişkenine Ait pH Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları.*

Ekşi Hamur Katkısı (%)	Ekmek pH'sı			
	n	24 saat	48 saat	72 saat
0	8	5.900 a	5.876 a	5.955 a
10	8	5.376 b	5.410 b	5.420 b
20	8	5.013 c	5.091 c	5.130 c
30	8	4.798 d	4.728 d	4.861 d

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

Tablo 7'de görüldüğü gibi, ekşi hamur katkısı arttıkça 24, 48 ve 72 saat depolanan ekmeklerin ekmek pH değerleri de azalmıştır. En yüksek pH değerini % 0 ekşi hamur katkılı ekmekler verirken en düşük pH değerini %30 ekşi hamur katkılı ekmeklerin pH değerlerinin istatistiki olarak birbirlerinden farklı oldukları görülmektedir.

Niştayı oluşturan glikozidik bağlar, yüksek pH'da oldukça stabil iken, düşük pH'da yani asidik ortamda kolayca hidrolize olmaktadır. Bu durum, gıda sistemlerinde düşük pH'nın retrogradasyonu yavaşlatmasına neden olmaktadır (Maarel et al, 2002).

24 saat ekmek içi pH değerleri fermantasyon başlangıcında maksimum değere sahip olup, fermantasyon süresinin ilerlemesiyle tüm ekmek çeşitlerinin pH değerleri düşmüştür (Şekil 1A). Şekil 1B' de görüldüğü gibi, 48 saat depolanan ekmeklerde

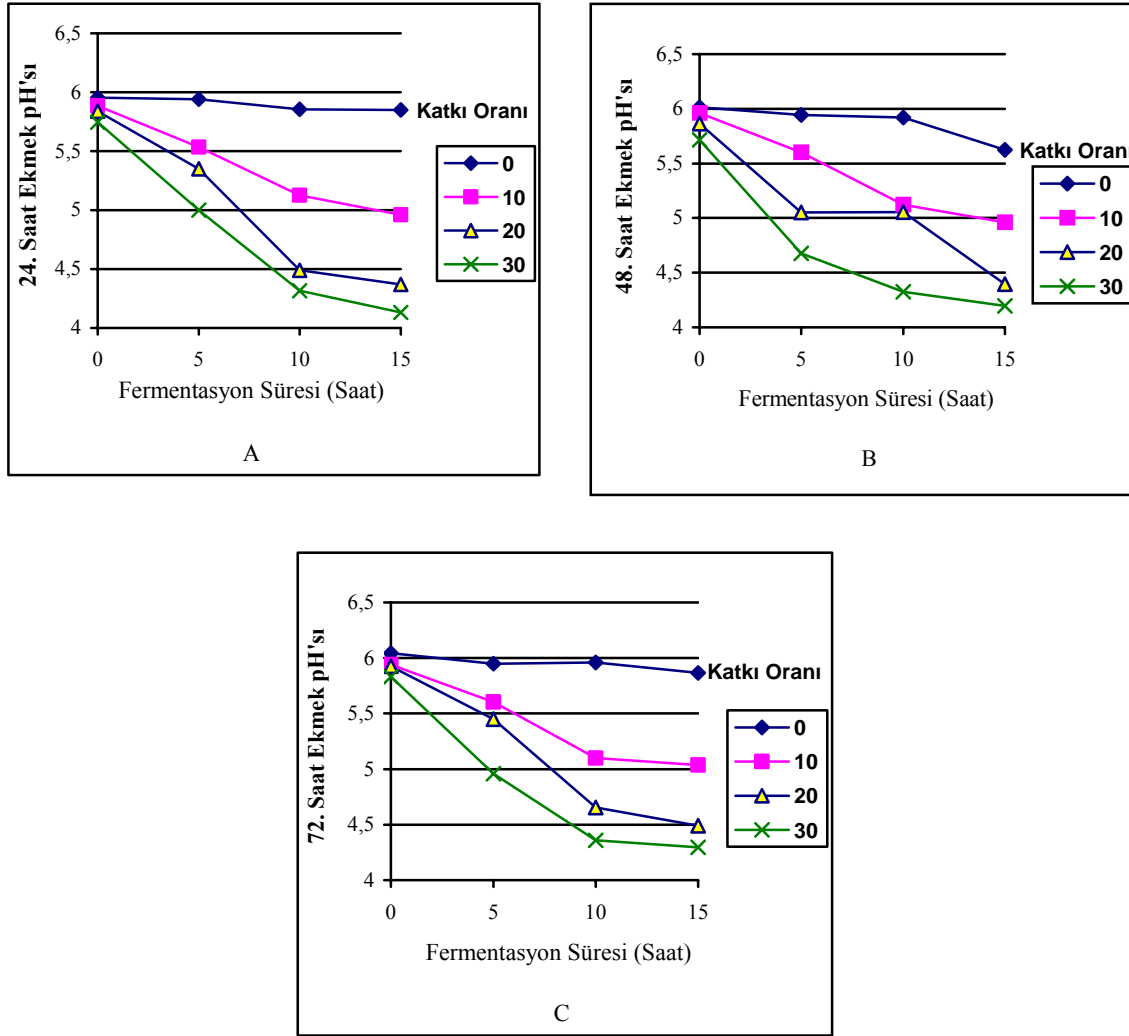
en düşük pH değerlerini sırası ile % 30, 20, 10 ve 0 katkılı ekmekler vermiştir. Şekil 1C'de görüldüğü gibi, 72 saat depolanan ekmeklerde fermantasyon süresi arttıkça pH düşmüş, en düşük pH değerlerine 15 saatte % 30 daha sonra 20, 10 katkılı ekmekler ulaşmıştır. En yüksek pH değerini % 0 katkılı referans ekmek vermiştir.

Tablo 6 ve 7'de da görüldüğü gibi, ekşi hamur katkısı ve fermantasyon süresi arttıkça, hem hamurda hem de ekmekte pH'nın düştüğü, depolama süresi arttıkça da pH'nın iyice azaldığı görülmektedir.

Ekmek içi yumuşaklıkta asitlik önemlidir. Düşük sıcaklık ve uzun sürede pişirilen Vakkıkebir tipi ekmeklerde artık şeker miktarı yüksek olduğundan ekmek içi su miktarı da yüksek olmaktadır. Bu da ekmek içinin daha yumuşak olmasına katkıda bulunmaktadır. Leon ve ark (1997) tarafından yapılan çalışmada, DSC ile yapılan ölçümler sonucunda, jelatinize edilmiş ve depolanmış hamur örneklerinde nem miktarı artışının nişasta retrogradasyonunu düşürdüğü bildirilmiştir.

24, 48 ve 72 Saat Depolanan Ekmeklerin Ekmek İçi Yumuşaklık Değerleri

Ekmeklerin 24, 48 ve 72 saatlik ekmek içi yumuşaklık değerlerinin varyans analiz sonuçları Tablo 8'de verilmiştir. Fermantasyon süresi, ekşi hamur katkısı ve FXE interaksyonu ekmeklerin 24, 48 ve 72 saat ekmek içi yumuşaklık değerleri üzerine istatistiki olarak önemli seviyede ($P < 0,01$) etkili bulunmuştur. Fermantasyon süresi değişkenine ait ortalamaların Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 9'da, ekşi hamur katkısı değişkenine ait sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir. Ekmeğin 24 saat yumuşaklık değeri üzerine çok etkili ($P < 0,01$) olan fermantasyon süresi x ekşi hamur katkısı interaksyonu (A), Ekmeğin 48 saat yumuşaklık değeri üzerine etkili olan fermantasyon süresi x ekşi hamur katkısı interaksyonu (B), Ekmeğin 72 saat yumuşaklık değeri üzerine çok etkili ($P < 0,01$) olan fermantasyon süresi x ekşi hamur katkısı interaksyonu (C) Şekil 2'de verilmiştir. Tablo 9 ve 10'da görüldüğü gibi, artan ekşi hamur katkısı ve fermantasyon süresi ile birlikte ekmek yumuşaklığının arttığı görülmektedir. En az yumuşak ekmeği %0 ekşi hamur katkılı ekmekler, en çok yumuşak ekmeği de % 30 ekşi hamur katkılı ekmekler vermiştir.



Şekil 1. A 24 Saat depolanan ekmek pH değeri üzerinde etkili fermentasyon süresi x ekşi hamur katkısı interaksyonu,

B. 48 Saat depolanan ekmek pH değeri üzerinde etkili olan fermentasyon süresi x ekşi hamur katkısı interaksyonu,

C. 72 Saat depolanan ekmek pH değeri üzerinde etkili olan fermentasyon süresi x ekşi hamur katkısı interaksyonu.

Tablo 8. Üretilen Ekmeklerin 24, 48 ve 72 Saatlik Ekmek İçi Yumuşaklık Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.

VAK	SD	Ekmek İçi Yumuşaklık					
		24 saat		48 saat		72 saat	
		KO	F	KO	F	KO	F
Fermentasyon Süresi (F)	3	46	69 **	36.4	39.5 **	13.4	31.8 **
Ekşi Hamur Katkısı (E)	3	90	137 **	69.7	75.7 **	18.6	44.1 **
EXF	9	6	9 **	5.8	6.3 **	1.9	4.7 **
Hata	16	0,6		0.9		0.4	

(**) P < 0,01 Düzeyinde önemli

Fermentasyon süresinin ve ekşi hamur katkısının artması sonucu ekmekte de özellikle laktik asit bakterilerinin sebep olduğu asitlik artmış, yani pH düşmüştür. Buna bağlı olarak bayatlamının bir ölçüsü olan ekmeğin yumuşaklık derecesi de artmıştır. Buna laktik asitin, jelatinize olmuş nişasta granülünün sertliğini düşürmesi neden olabilir (Shandera ve Jackson, 1996). Ertugay ve ark, (1988) tarafından yapılan bir çalışmada, ön- hamur (gocuk) sistemiyle yapılan ekmeklerin direkt sistemle yapılan ekmeklere göre daha geç bayatladığı belirtilmiştir. Ayrıca, Kotancılar ve ark (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, Vakfikebir Ekmeğinin karakteristik özellikleri belirlenmeye çalışılmış ve yapılan araştırma sonucunda Vakfikebir ekmeğinin oldukça geç bayatladığı, ekmeğin rutubet miktarının diğer ekmeklerden fazla (% 48), pişme kaybının düşük (%9,4) olduğu ve işlem süresinin ortalama 20 saat sürdüğü belirlenmiştir.

Tablo 9. Fermentasyon Süresi Değişkenine Ait 24, 48 ve 72 Saatlik Ekmeğin İçeri Yumuşaklık Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*.

Ferm Süresi (saat)	Ekmeğin İçeri Yumuşaklık (PB)			
	n	24 saat	48 saat	72 saat
0	8	8.650 d	6.275 c	4.962 b
5	8	10.475 c	8.375 b	5.525 b
10	8	11.738 b	9.175 b	7.475 a
15	8	14.363 a	11.437 a	7.425 a

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

Tablo 10 Ekşi Hamur katkısı Değişkenine Ait 24, 48 ve 72 saatlik Ekmeğin İçeri Yumuşaklık Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları*.

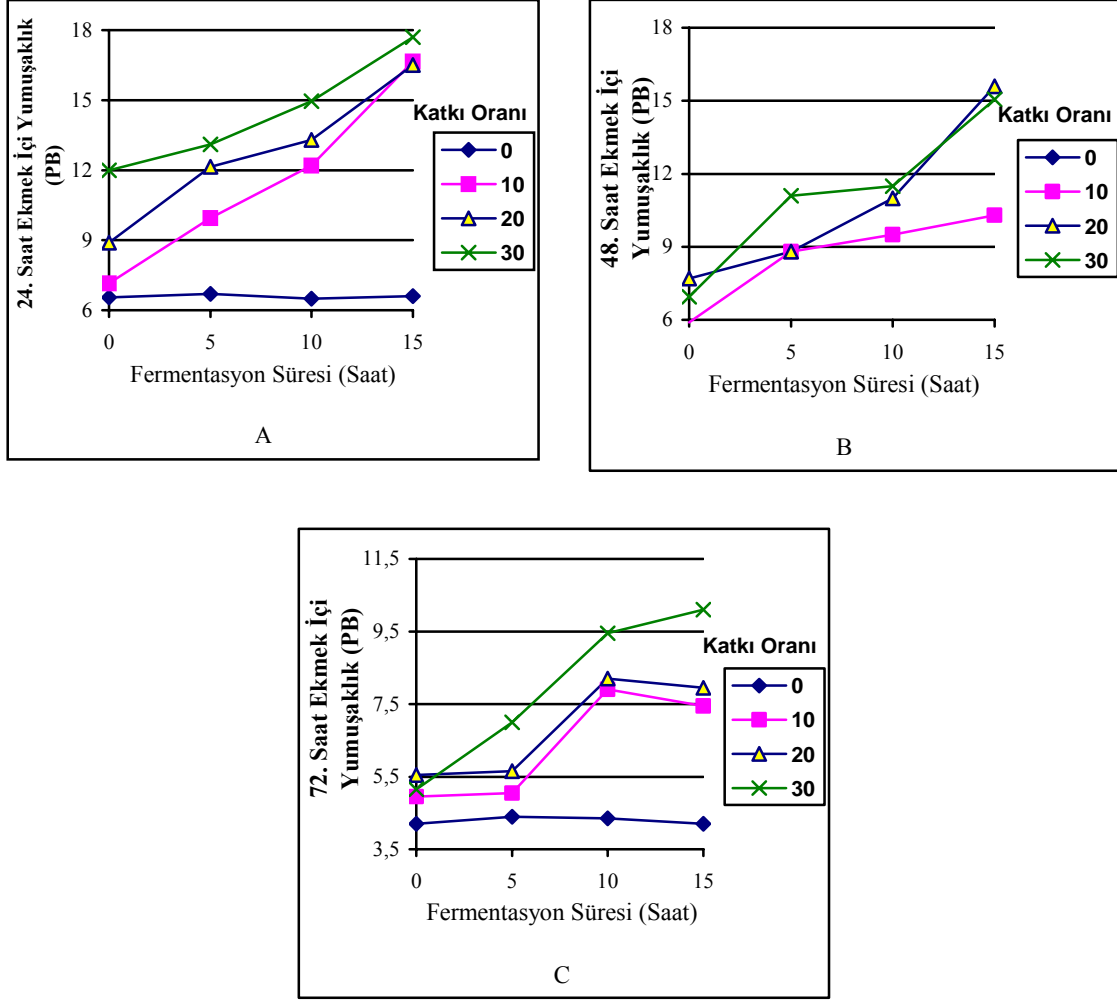
Ekşi Hamur Katkısı (%)	Ekmeğin İçeri Yumuşaklık (PB)			
	n	24 saat	48 saat	72 saat
0	8	6.588 d	4.712 c	4.287 c
10	8	11.488 c	8.625 b	6.337 b
20	8	12.713 b	10.775 a	6.837 b
30	8	14.438 a	11.150 a	7.925 a

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

Şekil 2A' da görüldüğü gibi sıfır fermentasyon süresi için, ekşi hamur katkısı arttıkça yumuşaklık artmıştır. Yine şekilde görüldüğü gibi ekşi hamurların fermentasyon süreleri arttıkça da ekmeğin yumuşaklık değerleri artmıştır. Fermentasyon süresi 15 saat olduğunda % 10 ve 20 ekşi hamur katkılı ekmekler hemen hemen aynı yumuşaklığı vermiştir. % 30 ekşi hamur katkılı ekmeğin ise en yüksek ekmeğin yumuşaklık değeri göstermiştir.

Şekil 2B' de görüldüğü gibi, sıfır fermentasyon süresi için % 10, 20 ve 30 ekşi hamur katkılı ekmekler birbirine yakın değerler göstermiş, fermentasyon süresinin artması ile tüm ekmeklerde yumuşaklık artmıştır. Kontrol ekmeğinin fermentasyon süresinden bağımsız olduğu için fazla değişiklik göstermemiştir. Fermentasyon süresinin 5 Saatinde % 10 ve 20 katkılı ekmekler aynı yumuşaklık değerlerini, % 30 katkılı ise bunlardan daha yüksek yumuşaklık değerini vermiştir. Fermentasyon süresinin 10 ve 15 saatinde % 20 ve 30 katkılı ekmekler birbirine yakın ve en yüksek değerleri vermişlerdir. % 10 katkılılar ise daha az yumuşaklık değeri vermiştir.

Şekil 2C' de görüldüğü gibi, depolamanın üçüncü gününde yumuşaklık değerleri tüm fermentasyon süreleri ve ekmeğin çeşitleri için oldukça düşmüştür. Hiç fermentasyona bırakılmamış % 10, 20 ve 30 katkılı ekmeklerin ekmeğin yumuşaklık değerleri çok yakın çıkmıştır. 5 Saatte % 10, 20 katkılı ekmekler birbirlerine yakın, % 30 katkılı ekmeğin bunlardan daha fazla yumuşaklık değerini, kontrol ekmeğinin ise en düşük yumuşaklığı vermiştir. Fermentasyon süresi sıfırdan 10 saat'e doğru artarken ekmeğin yumuşaklıklarda hızlı bir artış, 15 saat'e doğru yavaş bir artış görülmüş ve maksimum yumuşaklığı % 30 katkılı ekmeğin verirken, 15 saate gelirken % 20 ve 10 katkılı ekmeklerin yumuşaklık değerlerinde ise hafif bir düşme görülmüştür.



Şekil 2. A Ekmekğin 24 Saat Yumuşaklık Değeri Üzerine Etkili Olan Fermentasyon Süresi X Ekşi Hamur Katkısı İnteraksiyonu,
 B Ekmekğin 48 Saat Yumuşaklık Değeri Üzerine Etkili Olan Fermentasyon Süresi Ekşi Hamur Katkısı İnteraksiyonu,
 C Ekmekğin 72 Saat Yumuşaklık Değeri Üzerine Etkili Olan Fermentasyon Süresi X Ekşi Hamur Katkısı İnteraksiyonu

SONUÇ

Geleneksel yöntemle üretilen, Trabzon Vakfıkebir ekmeğinin üretim metodunun modifiye edilmesi ile elde edilen beyaz tava ekmeklerinde yapılan ekmek içi pH ve yumuşaklık değerleri ölçümlerinde, 10–15 saat fermentasyon süresi % 20-30 ekşi hamur katkısı ile yapılan ekmeklerin ekmek içi yumuşaklık değeri bakımından daha kaliteli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, fermentasyon süresi ve ilave edilen ekşi hamur katkısı artırıldıkça; ekmek içi yumuşaklığında artış, hamurda ve ekmek içi pH değerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Corsetti, A, Gobbetti, M, Balestrieri, F, Paoletti, F, Russi, L and Rossi, J. 1998. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling Journal of Food Science, volume 63, No 2 p347-351
- 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. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Volume 48, Issue 7, Pages 3044-3051
- Elgün, A. ve Ertugay, Z. 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi Atatürk Üniv Zir. Fak, Yayın No: 97, (4Baskı), Erzurum, s 411
- Elgün, A, Ertugay, Z, Certel, M ve Kotancılar, H.G. 2002. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu (3Baskı) 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, Kotancılar, G. 1988. Türk Tipi Francala Ekmek Üretiminde Geleneksel Hamur Sisteminin Etkisi Üzerine Araştırmalar "I.Ulusal Biyoteknoloji Simpozyumu" (5-7 Eylül, Ankara), s 191
- Kim, S.K and D' Appolonia B.L. 1977. Bread staling studies II Effect of protein content and storage temperature on the role of starch Cereal Chem, 54 (2), 216-220
- Knightly, W. H . 1977. The staling of bread A review Baker's Dig, 51 (5), 52-56
- Kotancılar, H.G, Çelik, İ. ve Karaoğlu, M.M. 1998 Trabzon Vakfikebir Ekmeği Un Mamülleri Dünyası Dergisi 7 (1) : 4-14
- Leon, A, Duran, E. and Barber, C.B.1997. A new approach to study starch changes occurring in the dough-baking process and during bread storage Z Lebensm Unters Forsch A 204, 316-320
- Maarel, MJEC, Veen, B, Uitdehaag, J.C.M, Leemhuis, H. and Dijkhuizen, L. 2002 Properties and applications of starch-converting enzymes of the α -amylase family Journal of Biotechnology, 94, 137-155
- Shandera, D.L; 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,
- SPSS, 1999. SPSS for Windows Release 100 SPSS Inc, Chicago,
- Yıldız, N. ve Bircan, H. 2002. Araştırma ve Deneme Metotları Atatürk Üniv, ZirFak Yayınları Yayın No: 305, Erzurum, s 266.