



EKŞİ HAMUR TOZU ELDESİ VE EKMEK ÜRETİMİNDE KULLANILABİLME OLANAKLARI

Fatma Burcu AKGÜN

**Temmuz, 2007
DENİZLİ**

**EKŞİ HAMUR TOZU ELDESİ VE EKMEK ÜRETİMİNDE
KULLANILABİLME OLANAKLARI**

**Pamukkale Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

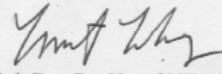
Fatma Burcu AKGÜN

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Yusuf YILMAZ

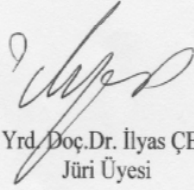
**Temmuz, 2007
DENİZLİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

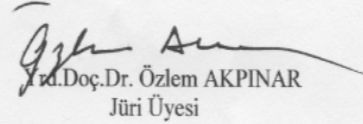
Fatma Burcu AKGÜN tarafından Yrd. Doç. Dr. Yusuf YILMAZ yönetiminde hazırlanan “**Eksi Hamur Tozu Eldesi ve Ekmek Üretiminde Kullanılabilme Olanakları**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. Yusuf YILMAZ
Jüri Başkanı (Danışman)



Yrd. Doç. Dr. İlyas ÇELİK
Jüri Üyesi



Yrd. Doç. Dr. Özlem AKPINAR
Jüri Üyesi

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
19.02.2023 tarih ve 13.2023 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL
Müdür

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezimin planlanması ve yürütülmesi konularında yardımlarını esirgemeyen, çalışmalarım boyunca her konuda bana sabırla yol gösteren değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Yusuf YILMAZ'a içtenlikle teşekkür ederim.

Büyük bir özveri göstererek karşılaştığım her türlü sorunda bana yardım eden, öneri ve katkılarıyla yönlendiren saygıdeğer hocalarım Yrd. Doç. Dr. İlyas ÇELİK'e, ve Doç. Dr. Ahmet Hilmi ÇON'a, çalışmalarım için gerekli imkanları sağlayan bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Aydın YAPAR'a, Gıda Mühendisliği Bölümü diğer öğretim üyelerine, her zaman moral ve desteğiyle yanımda olan arkadaşım Emine ERDEM'e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisansım boyunca çalışmalarımda desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen işverenlerim Ata Ekmek Fabrikası yönetimine, laboratuvar analizlerim ve çalışmalarım sırasında bana çalışma ortamı sağlayan ve yardımlarıyla bana destek olan İnceoğlu Un Fabrikası Üretim ve Kalite Kontrol Mühendisi Kağan ATAK'a teşekkür ederim.

Bütün öğretim hayatım boyunca maddi ve manevi konularda destekleriyle her zaman yanımda olan çok değerli aileme ve çalışmamda emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırılmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza :

Öğrenci Adı Soyadı : Fatma Burcu AKGÜN

ÖZET

EKŞİ HAMUR TOZU ELDESİ VE EKMEK ÜRETİMİNDE KULLANILABİLME OLANAKLARI

Akgün, Fatma Burcu
Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği ABD
Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Yusuf YILMAZ

Temmuz 2007, 66 Sayfa

Bu çalışmanın amacı, fırıncılık sektöründe üretimi hızlandırmak ve günlük ekmek kapasitesini arttırmak amacıyla yaygın olarak kullanılan ekşi hamura alternatif olarak ekşi hamur tozunun üretilmesi ve ekmek üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır. Bu amaçla un üzerinden %1 *S.cerevisiae*, %1 *L.brevis* ve her iki mikroorganizmadan %1'er oranında kullanılarak hamurlar hazırlanmış, fermantasyon yapılmıştır. Elde edilen ekşi hamurlar kurutulup öğütülmek suretiyle ekşi hamur tozları elde edilmiştir. Elde edilen tozlar, una %0, %2, %4 ve %6 oranlarında ikame edilerek ekmek üretiminde kullanılabilirliği test edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, maya ve laktik starter kullanımı, hamur ve ekmek özelliklerine, pH ve asitlik gelişimine etkide bulunmuştur. En düşük pH 3.86 ve en yüksek toplam asitlik % 1.71 olarak *L.brevis* starter kültürlü örnekte ölçülmüştür. Ekşi hamurlardan üretilen tozlarında ise benzer sonuçlar bulunmuş, en düşük pH ve en yüksek toplam asitlik *L.brevis*'li örnektedir.

Ekmek yapımında ekşi hamur tozu ikamesi yaş gluten, gluten indeksi, sedimentasyon ve gecikmeli sedimentasyon değerlerini düşürmüştür. Protein değerini etkilemezken, kül miktarını arttırmıştır. Ekşi hamur tozunun unun su absorpsiyonunu ve hamurun gelişme süresini etkilemediği hamur stabilitesini ve yoğurma toleransını azalttığı görülmüştür. Hamurların yumuşama dereceleri ise ekşi hamur tozu ikame oranı arttıkça artış göstermiştir. Ekşi hamur tozlu ekmek hamurlarında hamur mukavemeti ve maksimum direnç etkilenmemiş, uzayabilirlik ve enerji değerlerinde düşme görülmüştür.

Ekşi hamur tozu ikame oranının yoğurma sonrası ve son fermantasyon sonrası hamur pH'larını etkilediği görülmüş, ikame oranı arttıkça yoğurma sonrası pH genel olarak düşerken, ikame oranı %6'ya çıktığında ise pH sadece EHT(SL) örneği için yükselmiştir. İkame oranı %2'ye çıkarıldığında fermantasyon sonrası pH EHT(SC) örneği için hemen hemen değişmezken diğer iki örnek için hızlı bir biçimde düşmüştür. İkame oranı %4 olduğunda ise pH'larda azalma devam etmiş, %6 ikame oranı için ise yine EHT(SC) örneğinde önemli bir azalma görülmemiştir.

Ekşi hamur tozu ikamesi ile spesifik hacim değeri artmış, en yüksek spesifik hacim EHT(SL) örneğinde ve %6 ikameli ekmekte ölçülmüştür. Ekşi hamur tozu ikamesinin ekmekte kabuk ve iç renk L, a, b değerlerini etkilediği görülmüş, renk intensitesini sarıya doğru yöneltmiştir. Duyusal değerlendirmede kontrol ekmeği, %6 EHT (SC) ve EHT (SL) ikame oranlı ekmek ile %2 ve %4 EHT (LB) ikame oranlı ekmekler kullanılmış, ekmekler arasında fark hissedilememiştir ($p>0.05$).

Anahtar Kelimeler: Ekmek, Ekşi hamur, Ekşi Hamur Tozu

ABSTRACT

PRODUCTION OF SOURDOUGH POWDER AND ITS POTENTIAL USE IN BREAD PRODUCTION

Akgün, Fatma Burcu
M. Sc. Thesis in Food Engineering
Supervisor: Assistant Prof. Dr. Yusuf YILMAZ

August 2007, 66 Pages

The aims of this study are to produce sourdough powder and to evaluate potential use of sourdough powder in bread making industry, which is alternative to sourdough that has been used to speed up the bread production and to increase the daily bread production capacity of bakeries. For this purpose, sourdough samples with 1% *S.cerevisiae*, 1% *L.brevis* or an equal mixture of these two microorganisms based on flour in the formulations were prepared and fermented. By drying and grinding sourdough samples produced, sourdough powder samples were obtained. Potential use of sourdough powder in bread production was tested by substituting flour in formulations with 0%, 2%, 4% or 6%.

Results indicated that the use of yeast and lactic starter culture had an effect on various properties of dough and bread sample, pH and acid production. The lowest pH of 3.86 and the highest total titratable acidity of 1.71% was obtained with the starter culture of *L.brevis*. Sourdough powder samples with this starter culture also showed similar properties with the lowest pH and the highest total titratable acidity.

The substitution of flour with sourdough powder in breadmaking reduced wet gluten, gluten index, and sedimentation and delayed sedimentation values. While substitution increased the ash content of breads, it showed no effect on protein content. Addition of sourdough powder to flour had no effect on the water absorption ability of flour and dough recovery period while reducing both dough stability and kneading tolerance. Softening degrees of dough samples raised with the increased substitution rate with sourdough powder. Dough and maximum dough resistances were not affected in bread dough samples prepared with sourdough powder while extensibility and energy values reduced.

Sourdough powder substitution had an effect on the post kneading and final fermentation pH values of dough samples, and overall pH values reduced by the increment in substitution ratio while pH of EHT(SL) sample increased with increasing the ratio to 6%. When the substitution ratio increased to 2%, post fermentation pH of EHT(SC) sample remained almost unchanged, but reduced rapidly for other two samples. At the substitution ratio of 4%, pH continued to reduce, at 6%, pH significantly reduced for EHT(SC) samples.

Sourdough powder substitution increased specific volumes of dough and bread samples, and the highest specific volumes were observed with EHT(SL) dough sample and bread samples with 6% substitution rate. Sourdough substitution significantly affected bread crust and interior color values of Hunter L, a and b, increasing the color

intensity towards yellow color space. In sensory evaluation of bread samples, control bread, 6% EHT(SC) and EHT(SL) and 2% and 4% EHT(LB) substituted bread samples were used, and differences among the bread samples were insignificant ($p>0.05$).

Keywords: Bread, Sourdough, Sourdough powder

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Yüksek Lisans Tezi Onay Formu	I
Teşekkür	II
Bilimsel Etik Sayfası	III
Özet	IV
Abstract	V
İçindekiler	VI
Şekiller Dizini	VII
Tablolar Dizini	VIII
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL VE METOT	16
3.1. Materyal	16
3.2. Metot	17
3.2.1. İstatistiksel deneme planı	17
3.2.2. Hammadde analizleri	17
3.2.3. Ekşi hamur örneklerinin hazırlanması	19
3.2.4. Ekşi hamur örneklerinde pH tayini	19
3.2.5. Ekşi hamur örneklerinde titrasyon asitliği tayini	19
3.2.6. Ekşi hamur örneklerinde kuru madde tayini	20
3.2.7. Ekşi hamur tozu eldesi	20
3.2.8. Ekşi hamur örneklerinde ve tozlarında mayaların izolasyonu	20
3.2.9. Ekşi hamur örneklerinde ve tozlarında laktik bakterilerin izolasyonu	21
3.2.10. Ekşi hamur tozlarında pH ve titrasyon asitliği tayini	21
3.2.11. Hamur reolojisinin belirlenmesi	21
3.2.12. Ekmek pişirme denemeleri	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1. Unun Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri	27
4.2. Ekşi Hamur Örneklerinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri	29
4.3. Ekşi Hamur Tozlarının Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri	32
4.4. Ekşi Hamur Tozu İlave Edilerek Hazırlanmış Hamurların Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri	33
4.5. Hamurların Reolojik Özellikleri	34
4.5.1 Farinograf denemeleri	34
4.5.2 Ekstensograf denemeleri	38
4.6. Ekmek Pişirme Denemeleri Sonuçları	40
5. SONUÇ	50
KAYNAKLAR	53
EKLER	58
ÖZGEÇMİŞ	59

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Ekmeklerin duysal panel formu	25
Şekil 4.1 EH(SC) örneğinde pH'nın fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi	28
Şekil 4.2 EH(LB) örneğinde pH'nın fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi	28
Şekil 4.3 EH(SL) örneğinde pH'nın fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi	29
Şekil 4.4 EH(SC) örneğinde toplam asiliğin (%) fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi	29
Şekil 4.5 EH(LB) örneğinde toplam asiliğin (%) fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi	30
Şekil 4.6 EH(SL) örneğinde toplam asiliğin (%) fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi	30
Şekil 4.7 Farklı ekşi hamur tozu örneklerinin gecikmeli sedimentasyon değerlerinin ikame oranına göre değişimi	35
Şekil 4.8 Un örneğinde farinograf analizi	37
Şekil 4.9 Un örneğinde ekstensograf analizi	39
Şekil 4.10 Farklı ekşi hamur tozu örneklerinin yoğurma sonrası pH değerlerinin ikame oranına göre değişimi	41
Şekil 4.11 Farklı ekşi hamur tozu örneklerinin son fermantasyon sonrası pH değerlerinin ikame oranına göre değişimi	42
Şekil 4.12 Duyusal panel testine tabi tutulan ekmek içi kesitleri	47

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1 Ekmek starter kültürü olarak kullanılan üç kültüre ait teknik bilgiler	7
Tablo 2.2 Ekşi hamurlardan sık olarak izole edilen ve tanımlanan laktik asit bakterileri	9
Tablo 2.3 Ekşi hamur ile üretilen ekmeklerdeki aroma bileşenleri	13
Tablo 3.1 Ekşi hamur tozu katkılı ekmek üretiminde kullanılan formülasyonlar	23
Tablo 4.1 Tip 550 buğday ununun kimyasal ve teknolojik analiz bulguları	27
Tablo 4.2 Ekşi hamur örneklerinin bazı kimyasal özellikleri	31
Tablo 4.3 Ekşi hamur örneklerinin bazı mikrobiyolojik özellikleri	31
Tablo 4.4 Ekşi hamur tozlarının bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri	32
Tablo 4.5 Hamurların kimyasal ve teknolojik özelliklerinin ekşi hamur tozu değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları	34
Tablo 4.6 Hamurların kimyasal ve teknolojik özelliklerinin ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları	34
Tablo 4.7 Hamurların Farinograf denemelerinin ekşi hamur tozu değişkenine ait ortalama değerlerin Tukey testi sonuçları	35
Tablo 4.8 Hamurların Farinograf denemelerinin ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları	36
Tablo 4.9 Hamurların Ekstensograf denemelerinin 135 dakikada elde edilen ortalama değerlerinin ekşi hamur tozu değişkenine ait Tukey testi sonuçları ekmeklerin fiziksel kalite parametreleri	37
Tablo 4.10 Hamurların Ekstensograf denemelerinin 135 dakikada elde edilen ortalama değerlerinin ikame oranı değişkenine ait Tukey testi sonuçları	38
Tablo 4.11 Hamurların yoğurmadan sonraki ve son fermantasyon sonrası pH değerleri ve son fermantasyon sürelerinin ekşi hamur tozu değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları	40
Tablo 4.12 Hamurların yoğurmadan sonraki ve son fermantasyon sonrası pH değerleri ve son fermantasyon sürelerinin ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları	42
Tablo 4.13 Farklı ekşi hamur tozları ilave edilerek hazırlanmış ekmeklerin spesifik hacim değerlerine ait ortalama değerlerin Tukey testi sonuçları	43
Tablo 4.14 Ekşi hamur tozu ile üretilen ekmeklerin spesifik hacim değerlerinin ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları	44
Tablo 4.15 Farklı ikame oranındaki ekşi hamur tozları ile hazırlanmış ekmeklerin kabuk ve iç kısımlarının Hunter Lab skalasında renk yoğunluğu değerleri	44
Tablo 4.16 Farklı türdeki ekşi hamur tozlarından hazırlanmış ekmeklerin kabuk ve iç kısımlarının Hunter Lab skalasında renk yoğunluğu değerleri	45
Tablo 4.17 Ekmeklerin duyuusal değerlendirme sonuçları	46

1.GİRİŞ

Temel besin maddesi ve iyi bir enerji kaynağı olması nedeniyle gıda tüketiminde ekmek önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde de diğer gıdalara göre daha ucuz ve doyurucu olması, beslenme alışkanlıklarımız ve sosyo-ekonomik yapı gereğince ekmek, öğünlerimizin vazgeçilmez bir besini durumundadır (Göçmen 2001).

Türkiye’de tahıla dayalı beslenme önemini korurken, özellikle beslenmede ilk sırayı ekmek almaktadır. Ülkemizde kişi başına tüketilen enerjinin %66’sı tahıllardan, bununda %56’lık kısmı sadece ekmekten, proteinin ise %50’si yine ekmekten karşılanmaktadır. Farklı bölge, yaş ve gelir gruplarına göre değişen ekmek tüketimi ülkemizde günde 100-800 gram arasında olup, ortalama 400 gramdır (Elgün ve Türker 2000).

Genellikle kaliteli ve taze olan ekmekler sevilerek yenmektedir. Ekmek kabuk rengi, ekmek içinin tekstürü ve yumuşaklığı, tüketiciler tarafından ekmeğin kabul edilebilirliğini değerlendirmede en fazla kullanılan ölçütlerdir. Hafif nemli ve süngerimsi bir yapıya sahip ekmeğin kalitesi, üretimi izleyen zaman içinde kaçınılmaz olarak yavaş yavaş bozulmakta ve bu da çoğunlukla bayatlama olarak tanımlanmaktadır. Ekmek karmaşık ve değişken bir yapıya sahip olup, çabuk bayatlama eğilimi olan bir besin maddesidir. Genel anlamda ekmeğin bayatlaması denince, “fırından çıktıktan sonra meydana gelen tüm değişiklikler” anlaşılır.

Ekmeğin bayatlaması, bileşimi ve besin değeri üzerinde etkili olmamakla birlikte, tüketilebilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Böylece bayatlamış ekmek tüketici tarafından değerlendirme dışı bırakılmakta, bu da fazla miktarda ekmek ziyanına neden olmaktadır. Ülkemizde özellikle büyük kentlerde görülen ekmek ziyanında, diğer faktörler yanında en önemli payı ekmeğin bayatlaması almaktadır (Ercan ve Bildik 1993).

Ülkemizde büyük boyutlara ulaşan ziyanın, azaltılabilmesi için ekmek üretiminin kaliteyi iyileştirecek şekilde yapılması gerekmektedir. Bunun için de ekmek hammaddesi unun eldesinde kullanılan buğdayın, kaliteli ve standart özellikte

üretilmesinin önemini vurgulamak gerekir. Çünkü buğday kalitesini etkileyen faktörler, kaçınılmaz bir şekilde ekme kalitesini de etkilemektedir. Her zaman ve her koşulda istenilen özellikte buğday yetiştirilemediğinden, hamurun fiziko-kimyasal özelliklerinin iyileştirilmesi ve böylece kaliteli ekme üretilebilmesi için çeşitli katkı maddeleri önerilmektedir. Bu amaçla kullanılan katkı maddeleri undan gelen eksiklikleri kapatmalı, çok yönlü etkiye sahip olması yanında, az miktarda yeterli olmalı, hamurun işlenmesini kolaylaştırmalı, ekme hacmini arttırmalı, görünüş ve yapıyı düzeltmeli, besin değerini yükseltmeli ve özellikle bayatlamayı mümkün olduğunca geciktirmelidir (Ünal 1992). Bayatlamayı geciktirmek amacıyla, ülkemizde ve dünyada çok çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu maddeler genel olarak malt unu, mikrobiyel enzimler, soya unu, emülgatörler, katı yağlar, süt ürünleri ve patates unudur. Bu tür katkıların doğal ve yenilebilir özellikte maddeler olmalarına dikkat edilmektedir. Her ülke kendi ekme yapısına ve hammadde durumuna göre en uygun ve ekonomik katkı maddelerini kullanmak zorundadır (Göçmen 1993).

Tüketim alışkanlığı yönünden halkımız için vazgeçilmez bir yeri bulunan ekmeğin, kalitesinin yükseltilmesi ve raf ömrünün uzatılarak israfın önüne geçilebilmesi için, ekşi hamur ve laktik starter kullanılması günümüzde de sağlanması gerekli olmaktadır. Daha önceleri kullanılan ekşi hamur tekniğinde, maya ve bakteriler birlikte faaliyet gösterdiğinden, bu uygulama doğal floraya dayanmakta ve ekşi hamur ekmeği; uygun hacim, güçlü aroma, iyi bir ekme içi yapısı, ve uzun raf ömrüne sahip oluşu ile tercih nedeni olmaktaydı (Göçmen 2001). Ekşi hamurdaki hakim florada maya ve laktik asit bakterilerinin baskın olmasından yola çıkılarak, fermantasyonu kontrol etmek ve güvence altına alabilmek için, saf laktik asit bakterilerinden oluşan starter kültür kullanımına gidilmiştir (Hansen vd 1989).

Bu çalışmanın amacı, fırıncılık sektöründe üretimi hızlandırmak ve günlük ekme kapasitesini arttırmak amacıyla yaygın olarak kullanılan ekşi hamura alternatif olarak ekşi hamur tozunun üretilmesi ve ekme üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır. Çalışmada ekmeğin ve ekme hamurunun kalite karakteristikleri üzerine ekşi hamur tozu kullanımının etkisi incelenmektedir. Ekşi hamur tozunun ekme üretiminde kullanılmasıyla, ekşi hamur metodunda karşılaşılan sorunlardan bazılarının çözülmesi mümkün olacaktır. Standart bir ekşi hamurun üretiminin kolay olmaması, ekşi hamur yönteminin fazla işçilik ve zaman gerektirmesi, üreticiler kısa sürede ve kapasitelerinin

üzerinde ekmek üretmeyi hedeflediklerinden ekmek mayası miktarının %2-3'lerden %5-6 oranına çıkartılarak fermantasyon süresinin kısa tutulması dolayısıyla geleneksel ekmek lezzetinden uzak süngerimsi yapıda kek benzeri ürünlerin tüketime sunulması bu sorunlara örnek olarak verilebilir. Ekşi hamur tozunun kullanımıyla, ekşi hamurun üretilmesinde karşılaşılan sorunlar aşılarak ekmek üretiminde kolaylık sağlanacaktır. Bunun yanı sıra ekmek ve ekmek hamurundaki iyileşmeler ile geleneksel aromanın sağlanması ve ekşi hamur üretiminde kullanılan laktik starter kullanımıyla bozucu mikroorganizmaların etkisini kaldırarak üretim güvencesi sağlamak, dolayısıyla tüketici sağlığı açısından olası risklerin ortadan kaldırılması beklenmektedir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

İnsanlığın ekmeği tanınması ve ekmek üretimi çok eski çağlara uzanmaktadır. İlk zamanlar buğdayın ezilip, su ile karıştırıldıktan sonra, kızgın taşlarda haşlanarak pişirilmesiyle başlayan ekmek yapımı; tarihin akışı içerisinde gelişme göstererek, çağımızda ileri teknolojilerden yararlanan bir bilim dalı haline gelmiştir (Göçmen 1996).

Yapılan tarihi araştırmalarda, ekmekçiliğin tarihini aydınlatan eserlerin, yaklaşık olarak 7800 yıl öncesine dayandığı belirlenmiştir. Asya kıtasının çeşitli bölgelerinde ve Çatalhöyük’de M.Ö.5900-5700 yılları arasında taş ve topraktan yapılmış fırınlar bulunmuştur. M.Ö.3000-2700 tarihleri arasında da Mısırlılar’ın ekmekçilik alanında büyük gelişmeler gösterdikleri ve M.Ö.2000’li yıllarda 16 farklı türde ekmek yaptıkları, yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir (Talay 1997).

Ekmek; esas ingredient olarak buğday unu, maya, su ve tuzun belli oranlarda karıştırılıp yoğurulması, tekniğine uygun bir şekilde işlenmesi ve hamurun belli bir süre fermente ettirilip pişirilmesi ile elde edilen temel bir gıda maddesidir (Elgün ve Ertugay 1997).

Türkiye’de ekmek günlük olarak üretilir, dağıtılır ve tüketilir. Bu taze tüketim alışkanlığı yapım teknikleri nedeniyle çabuk bayatlama niteliğinde olan ekmeğin muhafazası yönünden birçok sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Ülkemizde üretilen ekmeklerin %10’unun bayatlama neticesi israf olduğu bildirilmektedir. Bayatlamadan kaynaklanan bu israfın önüne geçmek için yeni yöntemler geliştirilmektedir (Anon 1990).

Geleneksel ekmek çeşitlerine son yıllarda yabancı ekmek tiplerinin de eklenmesiyle, oldukça fazla sayıda ekmek çeşidinden söz edilmeye başlanmıştır. Değişik tipte ekmek üretimi doğal olarak çok çeşitli katkı maddelerinin kullanımını da gündeme getirmiştir. Ayrıca kalitenin iyileştirilmesi için saf maya ve bakteri kültürleri kullanılarak uygulanan mayalama yöntemleri üzerinde de çalışmalar yapılmaktadır. Ekşi hamur yöntemi, geçmiş dönemlerden bu yana kullanılan bir yöntemdir. Ekşi hamurda maya ve bakteriler

birlikte faaliyet gösterdiğinden, bu uygulama doğal floraya dayanmakta ve ekşi hamur ekmeği; uygun hacim, güçlü aroma, iyi bir ekmek içi yapısı ve uzun raf ömrüne sahip oluşu ile tercih nedeni olmaktadır. Ekşi hamurdaki hakim florada maya ve laktik asit bakterilerinin baskın olmasından yola çıkılarak, fermantasyonu kontrol etmek ve güvence altına alabilmek için, saf laktik asit bakterilerinden oluşan starter kültür kullanımına gidilmiştir. Ekşi hamurun ve laktik starterin ekmek özellikleri üzerine birçok iyileştirici etkisi olduğu tespit edilmiştir (Göçmen 2001).

Hiç maya katılmadan kendi haline bırakılan hamur bir süre sonra değişime uğrar, içinde gaz kabarcıkları oluşur, yumuşar, kendini salar, kokusu fenalaşır. Hamurda oluşan bu değişime un, su ve havadan gelen mikroorganizmalar sebep olur ve en etkin olanları genellikle bakterilerdir. Kendiliğinden fermente olan hamur, mayaların yanında laktik (süt asidi) ve asetik asit (sirke asidi) bakterilerini de içerdii ve tadı ekşi olduğu için bu hamura “ekşi maya” ya da “ekşi hamur” denir (Tamerler 1986).

Ekşi hamur yöntemi, ülkemizde geçmiş dönemlerde yaygın olarak uygulanmış bir yöntemdir. Bu yöntemde, ilk kez üretime başlarken, una beyaz peynir, yoğurt gibi içinde laktik asit bakterileri bulunan maddeler katılarak, küçük bir parça hamur hazırlanmış, ve bu ılık bir yere konularak ekşimesi beklenmiştir. Bir başka şekilde ise az miktarda un ile küçük bir parça hamur hazırlanarak, kanaviçe bir torbaya konulup, hamurhanede bir yere asılarak ekşimeye bırakılmıştır. Kanaviçe torbanın gözeneklerinden kabarmaya başlayan hamurun hazır olduğu kabul edilip, bu hamurlar asıl hamur için aşılama materyali olarak kullanılmıştır. Daha sonraki üretimlerde ise bir gün önceki hamurdan bir miktar ayrılarak, bir sonraki hamurun hazırlanması ile işlem sürdürülmüştür (Gül 1999).

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 (Göçmen 2001). Ancak günümüzde klasik yöntemle ekmek üretiminde, ekşi hamur yönteminin uygulanması terk edilmiştir. Bunun nedeni işçiliğın fazla olması ve her işletmede mayalık hamur için ayrı bir yer ve kap gerektirmesidir. Ayrıca ülkemizde, üreticiler kısa sürede ve kapasitelerinin üzerinde ekmek üretmeyi hedeflediklerinden, tüketiciyi geleneksel ekmek lezzetinden uzaklaştırmaktadır.

Günümüzde, hamur hazırlamada kullanılan ekmeğın mayası miktarının %2-3'den %5-6'oranına çıkartılması, ekşi maya kullanımından tümüyle vazgeçilmesi ve fermantasyon sürelerinin en aza indirilmesi sonucunda, alışılmış ekmeğın aromasından uzak, sünger yapısında ve kek benzeri ürünler tüketime sunulmaktadır. Oysa ekmeğın zengin bir aromaya sahip olması için, yeterli sürede bir fermantasyona ihtiyaç vardır. Bu nedenle giderek saf maya ya da starter kültür kullanımını yoluna gidilmiştir. Ekşi hamur tekniğinden esinlenerek, bazı ülkelerde laktik starter uygulaması ağırlık kazanmaya başlamış ve fermantasyonu kontrol etmek ve güvence altına alabilmek için saf laktik asit bakterilerinden oluşan starter kültür kullanımını üzerinde durulmuştur (Göçmen ve Gürbüz 2000).

Starter kültür, basit bir tanım ile "kontrollü koşullarda standart kalitede ürün elde etmek için gıda sanayinde kullanılan mikroorganizmalardır". Bu tarif altında yine basit olarak "yoğurt mayası, ekmeğın mayası, şarap mayası" starter kültürdür (Halkman ve Taşkın 2001).

Ekmeğın hamuru fermantasyonunda aktif olan laktik asit üretici bakterilerden *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* ve *Leuconostoc* gibi türler çeşitli araştırmacılar tarafından izole edilmiş ve zamanla çeşitli tip ekmeğınlerdeki ürün gelişimini sağlayan kuru-donmuş formda ticari kültür preparatları üretimine geçilmiştir. Bunlardan *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus delbrueckii* starter kültürlerine ait teknik bilgiler Tablo 2.1'de özetlenmiştir.

Lactobacillus brevis: Her çeşit ekmeğın üretiminde kullanılan "heterofermantatif" yani fermantasyon sonucunda laktik asitin yanında asetik asit, etanol ve diğer aromatik bileşikler üreten bir cinstir. Asetik asit oluşumu aynı zamanda bu kültüre koruyucu özellik vermektedir. Asetik asit:Laktik asit oranı 1:4'dür.

Lactobacillus plantarum: Yumuşak fakat hafif ekşimsi tat arzulan ekmeğın çeşitleri için uygundur. Hızlı asitlenme ile ekmeğınde iyi bir tekstür oluşturur. Bu kültürde çeşitli bilimsel ve ticari kuruluşlarda yapılan denemelerle, Türk tipi ekmeğınçilikte, Türk ağız tadına uygun tat ve aromayı sağladığı görülmüştür.

Lactobacillus delbrueckii: Ekmeğe yumuşak ve hoş bir aroma katar. Bu kültür beslenme açısından önemli olan L(+)-laktik asit oluşturmasıyla önemlidir ve düşük FN (düşme sayısı) değerli çavdar unlarında asitlendirme için uygun olduğu görülmüştür.

Tablo 2.1 Ekmek starter kültürü olarak kullanılan üç kültüre ait teknik bilgiler (Dinçer ve Çam 1992).

Bakteri cinsi	<i>Lactobacillus brevis</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>
Gelişme			
Min.sıc.	10 °C	10 °C	10 °C
Opt.sıc.	37 °C	37 °C	37 °C
Maks.sıc.	45 °C	45 °C	45 °C
pH aralığı	3.6-7.0	3.6-7.0	3.6-7.0
Tuz			
% 2.5	Hafif inhibisyon	Hafif inhibisyon	Hafif inhibisyon
% 5	Güçlü inhibisyon	Güçlü inhibisyon	Güçlü inhibisyon
Maya	İnhibisyon yok	İnhibisyon yok	İnhibisyon yok
Fermantasyon			
Genel	Heterofermantatif	Homofermantatif	Homofermantatif
Glukoz	+	+	+
Fruktoz	+	+	+
Maltoz	+	-	+
Laktoz	-	-	+
Sakaroz	-	-	+
Nişasta	-	-	-
Ana dönüşüm ürünleri	DL-laktik asit, asetik asit, etanol, CO ₂	L(+)-laktik asit	DL-laktik asit

Ekmek üretiminde starter kültür kullanımı ekşi hamur yapımı esasına dayanmaktadır. Ekşi hamur ekmek üretiminde bir gün önce starter kültürle aşılanmış ve uygun ortamda 16-20 saat bekletilerek ertesi günkü üretime ilave edilen sulu bir hamurdur. Sulu ortam bakterinin rahatça hareket edebileceği ve çabuk üreyebileceği uygun bir ortamdır. Ana hamurda kullanılacak un miktarının %10'u kadar un, kendi ağırlığının 1.5 misli ve 25-30°C sıcaklıkta su ile karıştırıldıktan sonra, kültür un ile birlikte suya serpilerek ilave edilir. Çok hızlı olmayan bir karıştırma yapıldıktan sonra 25-30 °C'de 16 saat süreyle fermantasyona tabi tutulur. Bu sürenin sonunda ekşi hamur için kullanılan un ve su miktarları düşürülerek hazırlanmış olan ve reçete verilen miktarlarda tuz ve maya içeren

ana hamura ilave edilir ve ana hamur bundan sonra ekmek yapımının normal prosedürüne tabi tutulur (Dinçer ve Çam 1992).

Laktik asit bakterileri (LAB), yoğurt, peynir, sucuk, ekşi lahana turşusu (sauerkraut), ekşi hamur vb; fermente gıdaların üretiminde kullanılan ve endüstriyel açıdan önemli bir mikroorganizma grubudur. Ekmek gibi fermente tahıl ürünlerinin üretiminde çok yaygın olarak alkol fermantasyonu yapan *Saccharomyces cerevisiae* türü mayalar kullanılmaktadır. Ancak günümüzde özellikle Avrupa ve Asya ülkelerinde laktik asit bakterilerini de içeren ve ekşi hamur mayası olarak adlandırılan karışık kültürlerden gittikçe artan oranlarda faydalanılmaktadır (Çon ve Şimşek 2003).

Ekşi hamur üretiminde kullanılan ilk starter kültür, Amerika'da "San Francisco" starter kültürüdür. Ekşi maya ile buğday ekmeğinin hazırlanması ve ekşi maya mikroflorasının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, kendiliğinden fermantasyona uğrayan San Francisco tipi ekşi hamur kullanılmıştır. *S.inusitatus* ve *S.exiguus* maya türleri teşhis edilmiştir. Aynı çalışmada, belirtilen ekşi hamur örneğinden izole edilen bakteriye *Lb.sanfrancisco* ismi verilmiştir. Araştırmada bu bakterinin, undaki maltozun % 56'sını kullandığını, *S.exiguus*'un ise maltozu hiç kullanmadığı gözlenmiştir. Ayrıca ekşi maya kullanılarak yapılan asit miktarının 10 kat daha fazla olduğu tespit edilmiş, ekşi maya kullanılarak yapılan ekmeklerdeki asetik asit miktarının toplam asidin yarısı kadar olduğu görülmüştür (Gül 1999).

Laktik asit bakterileri, homofermantatif ve heterofermantatif olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Homofermantatif bakteriler şekeri fermente ederek laktik asit ve iz miktarda diğer ürünleri oluştururken; heterofermantatif olanlar laktik asit yanında önemli miktarlarda CO₂, alkol, asetik asit ve diğer uçucu bileşikler meydana getirmektedir (Kunz 1995). Ekşi hamurdan en sık izole edilmiş ve tanımlanmış laktobasiller Tablo 2.2'de verilmiştir. Ekşi hamur laktik asit bakterileri, metabolik özelliklerinden dolayı özellikle ekmekçilik sektörü açısından birçok önemli özelliğe sahiptirler. Bunlar içinde de en önemlileri *Lb.plantarum*, *Lb.sanfranciscensis* ve *Lb.fermentum* gibi türlerdir. Bu bakterilerin yanında mayalardan *S.cerevisiae* ile *S.exigus* türleri yer almaktadır.

Ekşi hamur fermantasyonunda mayalar ve laktik asit bakterilerinin sürdürdükleri simbiyotik bir yaşam sonucunda mayalar ve heterofermantatif laktik asit bakterileri hamurun kabarmasından sorumlu olurken, laktik asit bakterileri ekmeğin elastisitesini, asitliğini ve lezzetini etkilemektedir (Sıkılı ve Karapınar 2002).

Tablo 2.2 Ekşi hamurlardan sık olarak izole edilen ve tanımlanan laktik asit bakterileri

Tür	Fermantasyon tipi
Homofermantatif	<i>L.plantarum</i>
	<i>L.casei</i>
	<i>L.alimentarius</i>
	<i>L.delbruckii</i>
	<i>L.acidophilus</i>
	<i>L.farciminis</i>
Heterofermantatif	<i>L.fermentum</i>
	<i>L.sanfrancisco</i>
	<i>L.brevis var. Lindneri</i>
	<i>L.fructivorans</i>
	<i>L.reuteri</i>
	<i>L.sanfranciscensis</i>

Gobetti (1998) ekşi hamurun ekmek mayalarından *S.cerevisiae*, *S.inustatus*, *Torulopsis holmii*, laktik asit bakterilerinden ise *Lb.brevis*, *Lb.sanfrancisco*, *Lb.plantarum*, *Lb.pontis*, *Lb.fructivorans*, *Lb.delbrueckii*, *Lb.fermentum* içerdiğini ve oldukça stabil olan bu bileşimde laktobasillerin 10^9 cfu/g, mayaların ise laktobasillerden 10-100 kat daha az olduğunu belirtmiştir (Çon ve Şimşek 2003).

Lönner ve Preve-Akesson (1988) yaptıkları bir araştırmada, ekşi hamur yönteminde bazı heterofermantatif *Lactobacillus spp.* ile yapılan denemede homofermantatif türlere göre daha yüksek asitlik ve daha düşük pH değerine ulaşıldığını ve ekmekte daha güçlü, aromatik bir lezzet hissedildiğini tespit etmişlerdir.

Lund vd (1989), çavdar ekmeği üretiminde *L.sanfrancisco*, *L.brevis*, *L.fermentum*, *L.sanfranciscensis* gibi dört heterofermantatif ve *L.delbruckii*, *L.plantarum* ve *L.alimentarius* gibi üç homofermantatif laktik asit bakteri türünü, yarı sıvı ve katı preparat şeklinde ekşi hamurda starter olarak kullanmışlardır. 30°C'deki fermantasyon ile bu bakterilerin asit ve uçucu madde üretimlerini araştırmışlar ve en yüksek asit

oluşumunu, yarı sıvı ekşi hamur ve heterofermantatif kültür kullanımında elde etmişlerdir.

Hansen vd (1989), *L.sanfrancisco*, *L.brevis*, *L.fermentum* gibi üç heterofermantatif ve *L.delbruckii*, *L.plantarum* gibi iki homofermantatif laktik asit bakterisi kullanarak yarı sıvı kültürler hazırlamış ve 25, 30, 35, 40°C'lerdeki fermantasyonlar ile ekşi hamurlar üreterek, asit ve uçucu madde oluşumlarını incelemişlerdir. Asitlikteki en hızlı artışın 35°C'de meydana geldiğini ve titre edilebilir asitliğin en fazla heterofermantatif laktik asit bakterileri tarafından artırıldığını belirlemişlerdir.

Martinez-Anaya vd (1990), beş maya ve altı laktik asit bakterisinin etkileşimi ve ekmek kalitesi üzerine faydaları konusunu araştırmışlardır. *S.cerevisiae* içeren tüm maya kombinasyonları yüksek kaliteli ekmek üretimine uygun sonuçlar vermiştir. Ayrıca *C.boydii* ve *S.fructuum* ile *S.cerevisiae* karışımları, *H.subpelliculosa* ya da *C.guilliermondii* ile *S.cerevisiae* karışımlarından daha iyi sonuç vermiştir. Mayalarla birlikte laktik asit bakterilerinin kullanıldığı kombinasyonlar arasında yalnızca *S.cerevisiae* ile olan karışımlar pişme yeteneğini artırmışlardır.

Gül (1999) ekşi hamur eldesinde liyofilize edilmiş kültürlerden oluşturulan 4 farklı karışım kullanmış ve bu karışımlar sırasıyla; 1. *S.cerevisiae*, *Lb.plantarum*, *Lb.brevis*, 2. *S.cerevisiae*, *S.fructuum*, *Lb.brevis*, 3. *S.cerevisiae*, *Candida boydii* ve *Lb.plantarum*, 4. *Lb.plantarum* ve *Lb.brevis* starter kültürlerini içermektedir. Kontrol için hazırlanan hamur örneklerinde starter kullanılmamıştır. Starterlerin gaz oluşturma gücünü ve pH'yı azalttığını, titrasyon asitliği ile fermantasyon sırasında glukoz ve fruktoz değişim hızını arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca starterlerin kontrole göre daha fazla asetik asit ve laktik asit, daha az etanol ve etil asetat oluşumu sağladığı tespit edilmiştir. Starter ile yapılan ekmeklerin ekmek hacmi, pH, titrasyon asitliği ve organik asit konsantrasyonu starter kullanılmayanlara göre farklılık göstermiş ayrıca starter kullanılarak yapılan ekmeklerde duyu kalitenin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Aynı laktik asit bakterilerini içeren 1. ve 4. grubun performanslarının birbirine çok yakın fakat 2. ve 3. gruplardan farklı olduğu belirlenmiştir.

Geleneksel yöntemle üretilen Trabzon Vakfikebir ekmeğinin mikrobiyolojik ve aromatik özellikleri incelenen bir çalışmada, Trabzon Vakfikebir ekmeği ile direkt

sistemle üretilen francala ekmeği karşılaştırılmıştır. Trabzon il sınırları içerisindeki 8 farklı fırından alınan ekşi hamur örnekleri izole edilmiş, 158 laktik asit bakteri izolatu MIS sistemi (Microbial Identification System) kullanılarak tanımlanmış, laktik asit bakterilerinden *Lactobacillus* (%46.74), *Enterococcus* (%19.61), *Streptococcus* (%17.72), *Lactococcus* (%6.95), *Pediococcus* (%5.05), *Leuconostoc* (%1.26) suşları tespit edilmiştir. İndirekt sistemle üretilen Vakfikebir ekmeğinin Gaz Kromatografi/Kütle Spektrofotometre (GC/MS) sonuçlarına göre; ekşi hamurda en yüksek oranda etanol (%58.88), asetaldehit (%24.64), etilamin (%15.13), en düşük oranda 2-n-pentil furan ve octanal, eser miktarlarda ise 2-propanamin, 2,3-metil butanal, n-hexanol, n-nonanal, 2-furan-karboksialdehit tespit edilmiştir. Ayrıca son fermentasyon sonrası hamur örneklerinde en yüksek etanol (%79.88), izopropil amin (%14.86), asetaldehit (%4.29), en düşük oranda asetik asite rastlanmış, ekmeğin kabuk ve iç kısmından alınan homojen örneklerde ise en yüksek etanole (%98.57) rastlanmış, asetik asit de diğer örneklere oranla Vakfikebir ekmeğinde önemli bir yükselişte olduğu gözlenmiştir. Direkt sistemde üretilen Francala ekmeğinin GC/MS sonuçlarına göre; ilk fermentasyon sonrası en yüksek oranda etilamin (%52.32), aset aldehit (%33.52), etanol (%13.24) olduğu gözlenmiş, ayrıca örnek içerisinde 2-propanamin, diasetil, hekzanal, 2-n-pentilfuran, n-hekzanol, n-nonanal gibi altı eser maddeye rastlanmıştır. Francala ekmeğinin son fermantasyon sonrası hamur örneklerinde en yüksek etanol (%98.74) olduğu gözlenmiş, octanal, n-nonanal, 2-furan-karboksialdehit'in eser miktarda olduğu görülmüştür. Kabuk ve iç kısmından alınan homojen ekmeğin örneklerinde ise en yüksek oranda etanol (%98.17), eser miktarda da diasetil, izobutil alkol, octanal, n-nonanal ve 2-furan-karboksialdehit'e rastlanmıştır. Vakfikebir ekmeğinin francala ekmeğine göre daha fazla uçucu madde içerdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak ekşi hamurda maya ve bakteriler birlikte çalışmakta ve doğal florayı oluşturmakta, ayrıca ekşi hamur ekmeği uygun hacim, güçlü aroma, iyi bir ekmeğin içi yapısı ve uzun raf ömrüne sahip oluşu ile tercih edilmektedir (Dikbaş 2003).

Buna benzer yapılan bir diğer çalışmada, Isparta yöresindeki farklı fırınlardan toplanan 14 adet ekşi hamur örneklerinden izole edilen LAB ve mayaların ekmeğin üzerine etkisi incelenmiştir. Tanımlama çalışmaları sonucunda izolatların; *L.divergens* (%6.1), *L.brevis* (%15.1), *L.amylophilus* (%6.1), *L.sake* (%6.1), *L.acetotolerans* (%6.1), *L.plantarum* (%3.0), *Pediococcus halophilus* (%3.0), *P.pentosaceus* (%6.1), *P.acidilactici* (%6.1) bakterileri ile *S.cerevisiae* (%27.0), *S.delbrueckii* (%2.7),

Torulopsis holmii (%10.8) ve *T.unisporus* (%2.7) maya türleri olduğu belirtilmiştir. Tanımlaması yapılan suşlar ile toplam yedi çeşit ekmek yapılmıştır. Una %1.5 oranında laktik asit bakterisi (*L.amylophilus*, *L.brevis*, *L.plantarum*, *L.sake*, *L.acetotolerans*) ve %1.5 oranında *S.cerevisiae* katılarak yapılan denemelerde ilk beş ekmek, beş farklı bakteri türü kullanılarak, altıncısı ise bu beş farklı bakteri karışımı ile yapılmış, yedinci ekmek ise yalnız *S.cerevisiae* ile kontrol ekmeği olarak yapılmıştır. Çalışmada %1.5 laktik asit bakteri karışımı ve %1.5 *S.cerevisiae* ile üretilen ekmekler en düşük ekmek özellikleri gösterirken, % 1.5 *L.amylophilus* ve % 1.5 *S.cerevisiae* ile üretilen ekmekler reolojik özellikler (hacim verimi, ekmek verimi, spesifik hacim) açısından en iyi sonucu vermiştir. Laktik asit bakterileri ile üretilen ekmeklerde raf ömrünün uzadığı ve bayatlamının geciktiği belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmeler sonucunda % 1.5 *L.sake* ve % 1.5 *S.cerevisiae* uygulaması ilk sırada yer almıştır (Gül vd 2003).

Ekşi hamur kullanımı ile ilgili, geleneksel ekmek çeşitlerimizden Trabzon Vakfikebir ekmeğinin üretildiği indirekt sistemle laboratuvar şartlarında beyaz tava ekmeği üretilmiştir. Bu ekmeklerin kalitesi üzerine, ekşi hamur fermantasyon süresi ve ilave edilecek ekşi hamur miktarının etkisi incelenmiştir. Araştırmada 0, 10, 15 ve 20 saat olmak üzere dört fermantasyon süresi; %0, 10, 20 ve 30 olmak üzere dört farklı ekşi hamur katkı seviyesi faktör olarak seçilerek beyaz tava ekmekleri üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin teknolojik ve kalitatif özellikleri incelenmiş, sonuç olarak; 10-15 saat fermantasyon süresi %20 ve %30 ekşi hamur katkısı ile yapılan ekmeklerin hacim, spesifik hacim, gözenek, tekstür ve renk bakımından daha kaliteli olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon süresi ve ilave edilen ekşi hamur miktarı artırıldıkça; hacim ve spesifik hacim artmıştır. Gözenek ve tekstürel yapıda olumlu gelişmeler izlenmiştir (Kotancılar vd 2006). Ekmek üretiminde laktik starter kullanımının yararları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Göçmen 2001):

- İstenen kalite ve miktarda ürün elde etmek
- Üretim zamanından, yerden ve işçilikten tasarruf sağlamak
- Farklı partilerde gerçekleştirilen ürünler arasında tek düzelik sağlamak
- Yeni ürünler geliştirmek
- Daha güçlü aroma oluşturmak
- Ekmek içi yapısını iyileştirmek
- Ekmek hacmini artırmak

- Raf ömrünü uzatmak
- Bozucu mikroorganizmaların etkisini ortadan kaldırarak, üretim güvencesi sağlamak

Starter kültürle gerçekleştirilen fermantasyonda kültür hemen ortama hakim olarak istenmeyen mikroorganizmaların aktiviteleriyle oluşabilecek ürün bozuklukları ortadan kaldırılmış, üretim kontrol altına alınmış ve her zaman aynı kalitede ürün elde edilmiş olur (Dinçer ve Çam 1992). Ekşi hamur yönteminin üç önemli fonksiyonu: mayalama, asit oluşumu ve aroma gelişimidir. Fermantasyon sırasında oluşan aroma maddeleri, iyi bir ekmek lezzeti oluşumunda temeldir. Uçucu aroma bileşenlerinin çoğu, pişirme sırasında oluşmasına rağmen, ekşi hamur ekmeğinin karakteristik aroması üzerine fermantasyon işleminin de etkisi büyüktür (Cossignani vd 1996).

Ekşi hamur fermantasyonu sırasında, ekmek aroması üzerine etkili bileşikler olarak asitler (özellikle laktik asit ve asetik asit), alkoller (etanol, propanol, isoamilalkol, isobütanol, isopropanol, 3-metil-1 bütanol) ve çeşitli karbonil bileşikleri (2,3-bütandion, n-hekzanal, 2-heptanon, 3-hidroksi-2-bütanon) oluşmaktadır. Ekşi hamur fermantasyonu ile üretilen ekmeklerdeki aroma maddeleri Tablo 2.3’de verilmiştir.

Tablo 2.3 Ekşi hamur ile üretilen ekmeklerdeki aroma bileşenleri (Göçmen 2001).

Asitler	Alkoller	Esterler	Karbonil Bileşikleri
Laktik asit	Etanol	Etil asetat	Diasetil
Asetik asit	n-Propanol	Etil n-propanat	3-Metil-1-bütanol
Bütirik asit	2-Metil-1-propanol	n-Bütil asetat	2-Metil-1-bütanol
Propiyonik asit	n-Bütanol	2 Metil bütil asetat	n-Hekzanal
Prüvik asit	2-Bütanol	Bütil-n-propanat	2-Heptanon
Valerik asit	n-Pentanol	n-Pentil asetat	n-Nonanal
İsobütirik asit	n-Hekzanol	Etil n-hekzanat	Benzaldehit
a-Metil-n-valerikasit	2-Hekzanol	n-Hekzil asetat	2-Propanon
İsovalerik asit	n-Heptanol	Etil laktat	2,3-Bütandion
n-Bütirik asit	Benzil alkol	Etil n-oktanat	3-Hidroksi-2-bütanon
Formik asit	2-Fenil etanol	Etil2-hidroksi propanat	Asetoin
Kaproik asit	İsoamilalkol		Aseton
Palmitik asit	2,3-Bütandiol		Asetaldehit
	3-Metil bütanol		İsovalerik aldehit
	2-Metil bütanol		Metiletil keton
			Furfural

Yapılan bir araştırmada, ekşi hamur tekniği ile üretilen ekmeklerdeki eşiiz aroma üzerine, heterofermantatif laktik asit bakterilerinin oluşturduğu organik asitlerin daha etkili olduğu saptanmıştır. Bu organik asitlerin başında laktik ve asetik asit gelmekte, diğer minör asitler (propiyonik asit, isovalerik, isobütirik asit, n-bütirik) ise çok az miktarda oluşmaktadır. Asetik asit hem güçlü bir aroma oluşumu sağlamakta, hem de diğer aroma bileşenlerinin etkisini arttırmaktadır. Laktik asit bakterilerinin aroma oluşumuna etkileri, sadece karbonhidrat metabolizması ile sınırlı olmayıp, serbest amino asit oluşumunda da rol oynamaktadırlar. Laktik asit bakterilerinin iğerdiği proteaz ve peptidaz enzimleri, fermantasyon sırasında hamur proteinlerini hidrolize ederek amino asitleri serbest hale geçirmekte ve böylece pişirme aşamasındaki aroma bileşeni oluşumuna da dolaylı olarak katkıda bulunmaktadırlar (Göçmen 2001).

Ekşi hamur kullanılarak yapılan ekmeklerde hamur asitliğinin artması hamurun kolloidal yapısını daha uygun hale getirmektedir. Asitlik gelişimi pH'yı hamur proteinlerinin izoelektrik noktasına yaklaştırmakta, böylece proteinlerde ilave aktif gruplar meydana gelmektedir. Bu gruplar pişirme sırasında şekerlerle reaksiyona girerek ekmek tat ve aromasını oluşurmalarının yanı sıra protein ve ekmek içi nem miktarını arttırarak bayatlamayı geciktirdiği belirlenmiştir (Gül 1999). Etkili asit oluşumuyla özellikle çavdar ekmeklerinde fitik asitin beslenme açasından önemli olan mineralleri bağlaması engellenmiş olur (Dinçer ve Çam 1992).

Gül (1999) tarafından bildirildiğine göre, yapılan bir çalışmada; farklı oranlarda bir heterofermantatif (*L.brevis*) ve iki homofermantatif (*L.plantarum* L-73 ve B-39) laktik asit bakterisi kullanarak mayalı ve mayasız olarak hazırladıkları starterlerin hamurun asitliğine ve ekmek yapım kalitesine etkilerini araştırmışlardır. *L.brevis*, *L.plantarum*'a göre daha düşük pH, yüksek toplam asitlik ve organik asit oluşumu (çoğunlukla laktik asit), ekmeklerde daha sıkı tekstür ve yetersiz elastikiyet vermiştir. Ayrıca mikrobiyal kompozisyon içinde mayaların bulunması hamur ve ekmeğin asitliğini düşürmüş daha güçlü bir lezzet, alkolik koku ve tat vermiştir.

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 gösterir. Laktik asit bakterileri ile

üretileen ekmekler normal ekmeğe göre daha hacimli olup, hacmin artmasına bağlı olarak bayatlama azalmakta, ayrıca ekşi hamur kullanımını bütün ekmek özelliklerini geliştirmektedir (Kotancılar vd 2006).

Corsetti vd (1998) ekmeğin bayatlaması ve özelliklerine laktik asit bakterilerinin etkilerini diferansiyel kalorometrik (DSC) yöntemle incelemiştir. Çalışmada proteolitik ve amilolitik özelliklere sahip olan *L.sanfrancisco* CBI veya *L.plantarum* BC400 suşları ile proteolitik ve amilolitik olmayan diğer bazı laktik asit bakteri suşlarını kullanmıştır. 24 saat depolama sonunda *S.cerevisiae* 141 ile *L.sanfrancisco* CBI veya *L.plantarum* DC400 suşlarının kullanıldığı örneklerde diğer örneklere göre daha az entalpi (bayatlamının daha az) artışı gözlenmiş ve 144 saatlik depolama sonunda en düşük entalpi değerine yine bu örneklerde ulaşılmıştır.

Çeşitli gıdalarda doğal olarak bulunan veya başlangıç kültür olarak kullanılan birçok laktik asit bakterisinin, gıdayı bozucu mikroorganizmalar veya gıda kaynaklı patojenleri ihtiva eden bir grup mikroorganizmaya karşı antagonistik etki gösterdiği de bilinmektedir (Çon ve Gökalp 2001). Laktik asit bakterilerin antagonistik aktiviteleri ürettikleri laktik ve asetik asit gibi organik asitler ile H₂O₂ ve diasetil gibi metabolitlere bağlanmaktadır. Bunların yanında son yıllarda üzerinde çok durulan ve araştırma yapılan bakteriosin gibi bileşikler de yer almaktadır (Çon ve Şimşek 2003).

Ekmek ve unlu mamullerde ortaya çıkan en önemli mikrobiyolojik bozulmalar sünme (rope) ve küflenmedir. Uygun olmayan hammadde kullanımı, üretim sırasında hijyene gerekli önemin verilmemesi ve üretimden tüketime dek geçen süre içinde bulaşmanın engellenememesi, üründe mikrobiyolojik bozulmaya sebep olmaktadır. Mikrobiyolojik bozulmanın önlenmesinde kimyasal koruyucu ve laktik starter kullanımı oldukça yaygındır (Göçmen ve Gürbüz 2000).

Katina vd (2002) ekmek hastalıklarına neden olan rope sporlarının, farklı laktik asit bakterileri içeren ekşi hamurları kullanarak, davranışlarını incelemiştir. Çalışmasında 100 g ekmek hamuruna, 20 g *L.plantarum* içeren ve pH'sı 3.8, toplam asitliği 16 olan ekşi hamur katılması durumunda rope sporlarının 10 cfu/g'dan daha az seviyelere indiğini belirtmiştir. Yine *L.brevis* suşu içeren 20 g ekşi hamurun rope sporlarını 10

cfu/g'ın altına indirdiğini, aynı etkinin kontrol grubunda belirlenemediğini ve rope sporu sayısının 5.4×10^8 cfu/g'a kadar yükseldiğini rapor etmiştir.

Larsen vd (1993), değişik ekşi hamurlardan izole ettiği 333 laktik asit bakterisinden 18'nin antimikrobiyal aktiviteye sahip protein tabiatında bileşikler ürettiğini göstermiştir. Yine benzer bir çalışmada Corsetti vd (1996), ekşi hamurdan izole ettiği 232 laktobasilden 52'sinin antimikrobiyal aktivite gösterdiğini, bunlardan *Lb.sanfranciscensis*'in en fazla antimikrobiyal etki spektrumuna sahip olduğunu saptamıştır (Çon ve Şimşek 2003).

Ekmekte görülen rope hastalığı, *B.subtilis*'in ısıya dayanıklı sporlarının pişirme sırasında canlı kalmasıyla olur. Nitekim pişirme sırasında ekmek içi sıcaklığı 100^0C 'yi geçmemektedir. Canlılığını koruyan sporlar ekmek soğuduktan sonra vegetatif forma dönüşerek, taze ekmek içinin son derce uygun ortamında gelişirler (Dağlıoğlu 1997). Küf gelişimi sonucu meydana gelen bozulmalar ekonomik kayba neden olmanın yanında, oluşturdukları mikotoksinler nedeni ile toplum sağlığı açısından da risklidir. Ekmek üretiminde hamura %15 ekşi hamur ilavesi, bozulma etmeni mikroorganizmaların gelişmesini engellemektedir (Çon ve Şimşek 2003).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmalarda, ters osmoz yöntemiyle üretilmiş saf su kullanılmıştır. Denemelerde belirtilmediği sürece analitik saflıkta kimyasal maddeler kullanılmıştır.

Bu çalışmada İnceoğlu Un Fabrikası'nda (Denizli) üretilmiş, Tip 550 ekmeçlik buğday unu kullanılmıştır. Buğday unu, Denizli ilindeki Ata Ekmek Fabrikası tarafından bağışlanmış olup, polietilen torbalarda laboratuara ulaştırılmış ve kullanıllana kadar kapalı durumda oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Ekmek pişirme denemelerinde pres yaş ekmek mayası (Öz Maya, Ceyhan, Adana) ve tuz (Horoz Tuz, Denizli) piyasadan temin edilmiştir.

Ekşi hamurların hazırlanmasında instant aktif kuru mayalar (Yuva Maya, Ceyhan, Adana) tartılan una göre % 1 oranında kullanılmış olup yerel bir süpermarketten temin edilmiştir. İstant aktif kuru maya, pres yaş ekmek mayasına göre daha uzun raf ömrüne sahip olduğu için tercih edilmiş, çalışmanın ekşi hamur üretimi aşamasında tüm tekerrürlerde aynı maya kullanılmıştır. Çalışma boyunca paket kuru mayalar ağzı kapalı halde buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Starter kültür olarak kullanılacak olan laktik asit bakterisi *L.brevis*'den MRS Broth'a (Merck, Almanya) %10'luk aşılama yapılarak hazırlanmış, 24 saatlik kültürden mikroorganizmalar santrifüj ile (Universal 30RF) 5500 devir/dakikada 5 dk santrifügasyonla ayrılmış, steril fizyolojik su (SFS) ile iki kez yıkandıktan sonra yaklaşık 10^7 hücre/mL konsantrasyonda süspansiyon hazırlanmıştır. Hazırlanan süspansiyonun optik yoğunluğu spektrofotometrik (Shimadzu UV-1601, Japonya) olarak 650 nm dalga boyunda 1.0302-1.0228 aralığında ölçülmüştür. Denemelerde tartılan un miktarına göre % 1 oranında bu hücre süspansiyonuyla aşılama yapılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. İstatistiksel deneme planı

Çalışmada buğday unu kullanılarak 3 farklı ekşi hamur örneği hazırlanmıştır. Ekşi hamurlar, toplam un üzerinden %1 instant aktif kuru mayalı EH(SC), %1 starter kültürlü EH(LB) ve %1 instant aktif kuru maya ile %1 starter kültür karışımı EH(SL) olarak 3 farklı türde hazırlanmıştır. Ekşi hamur örnekleri aynı şartlar altında 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve istatistiksel anlamda tam şansa bağlı deneme deseni kullanılmıştır. Ekşi hamur tozu eldesinden sonra farinograf ve ekstensograf çalışmaları ile ekmeğin pişirme denemelerinde ise un, ekşi hamur tozuyla %0, 2, 4 ve 6 oranlarında ikame edilmiş ve çalışmanın bu kısmında tam şansa bağlı faktöriyel deneme deseni (3x4) kullanılmıştır. Ekmeğin pişirme denemelerinde de çalışmalar 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

Denemelerde elde edilen veriler Statistical Analysis System (SAS Institute 1990) yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. İstatistikî farklılıkları $\alpha=0,05$ seviyesinde ortaya koymak için Tukey testini içeren PROC GLM prosedürü kullanılmıştır.

3.2.2. Hammadde analizleri

Ekşi hamur üretimi için kullanılan un örneklerinde Perten marka Inframatic 8600-Kül cihazı (İsviçre) ile ham protein, sertlik, nem ve kül tayini yapılmıştır.

Un örneğinde yaş gluten tayini için, 10 g un örneği tartılarak gluten tayin cihazında (Perten Instruments Glutomatic Index) yoğurularak %2 tuz çözeltisi ile yıkanmış, yıkama bittikten sonra yaş gluten 600 devir/dk'da indeks eleklerinde santrifüj (Perten Instruments Centrifuge 2015) edilmiştir. Santrifüjden sonra, elekte kalan ve toplam gluten miktarları tartılarak bulunmuş, gluten indeksi değerleri hesaplanmıştır.

Sedimentasyon ve gecikmeli sedimentasyon testi Sedimentasyon cihazı (Yücebaş Makine, İzmir) ile yapılmıştır. Un örneğinden 3.2 g tartılmış 100 mL'lik ağzı kapaklı ölçü silindirine konmuştur. Üzerine 4 ppm'lik bromfenol mavisi çözeltisinden 50 mL ilave edilerek 5 saniye ufki olarak çalkalanmış, sonra cihazın mekanik çalkalayıcısında

5 dk çalkalanmıştır. Bundan sonra üzerine 25 mL laktik asit sedimantasyon çözeltisinden ilave edilip tekrar 5 dk daha mekanik çalkalayıcıda çalkalanmış, düz bir yüzeyde 5 dk bekletildikten sonra çöken miktar cm^3 olarak ölçü silindirinden okunmuştur. Gecikmeli sedimantasyon testi için sedimantasyon testi aynen uygulanmış, fakat bromfenol mavisi çözeltisi ilave edildikten sonra 5 dk karıştırma yerine 2 saat bekletilmiştir (Elgün vd 1998).

Unun reolojik özellikleri tespiti için un testi ve hamur testi yapılmıştır. Un testi için bilgisayar destekli farinograf cihazı (Yücebaş Makine-ISO 9001 “DAS Certification LTD”-UKAS Quality Management Accreditation, İzmir) kullanılmıştır. Cihaz 30°C sıcaklığa geldikten sonra %14 rutubet içeriği esasına göre 300 g un tartılıp küvete konmuştur. Küvetin içine büretten ilk etapta % 50 civarında su verilmiş, bu ölçüm 5 dk boyunca yapılmıştır. Bu süre de 500 FU çizgisini ortalayan bir grafik elde edilinceye kadar su verilmeye devam edilmiş, süre sonunda unun yaklaşık % su kaldırma kapasitesi elde edilmiştir. Küvet boşaltılıp temizlendikten sonra işlem tekrar edilmiş, una 5 dk testinde tespit edilen % su kaldırma kapasitesi kadar su verilmiş ve 20 dk boyunca analize devam edilmiştir. Bu süre sonunda % su absorpsiyonu, hamurun gelişme süresi, hamur stabilitesi, yoğurma toleransı ve yumuşama derecesi değerleri tespit edilmiştir.

Hamur testi için, un test cihazının küvetine konulan 300 g una, 6 g tuz ve un testinde belirlenen su kaldırma kapasitesinin % 2 eksiği kadar su verilmiş ve 1 dk yoğrulmuş, 5 dk ağzı kapalı olarak dinlendirilmiş, sonra un testinde belirlenen gelişme süresi kadar daha yoğrulmuştur. Bu anda gerekirse su verilerek grafiğin 500 FU çizgisini ortalaması sağlanmıştır. Daha sonra hamur 150 ± 1 g ağırlığında iki parçaya bölünmüş, hamur test cihazının (Yücebaş Makine-ISO 9001 “DAS Certification LTD”-UKAS Quality Management Accreditation, İzmir) şekil vericisinde önce yuvarlak sonra silindirik şekil verilerek cihazın özel kabına yerleştirilmiş ve 30°C sıcaklıktaki dinlendirme dolabına konarak 45, 90 ve 135 dk boyunca bekletilmiştir. Bu süreler sonunda kaplar cihazın koluna yerleştirilerek grafik çizdirilmiştir. Hamurun maksimum direnci, mukavemeti, uzama kabiliyeti ve enerjisi belirlenmiştir. 135 dakikalık ölçümler istatistik analize tabi tutulmuştur (Elgün vd 1998).

Un örneğinde pH tayini AOAC 943.02 metodu modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. 10 gram un tartılarak, üzerine 100mL saf su ilave edilmiş ve partiküller çözünene kadar çalkalanmıştır. Yaklaşık 10 dakika ara sıra çalkalama işlemine devam edilmiş ve sonra pH probu daldırılmak suretiyle hidrojen iyonu konsantrasyonu ölçülmüştür.

Un örneğinde toplam asitlik tayini, un-su bulamacında titrasyon asitliği metoduna göre yapılmıştır. 10 g un örneği erlen içine tartılmış, üzerine 100 mL ters osmoz yöntemi ile elde edilmiş su ilave edilerek homojen bir karışım elde edilinceye kadar karıştırılmıştır. Hazırlanan bu bulamaç üzerine 3-4 damla etil alkolde %3'lük fenolfitalein indikatörü damlatılarak 0.1 N NaOH ile açık kırmızı (pembe) renk 1 dakika sabit kalıncaya kadar titre edilmiştir. Sarfedilen 0.1 N NaOH miktarı 100 g undaki N/L asit miktarını gösterir (Elgün vd 1998). Titrasyon için hazırlanan 0.1 N NaOH çözeltisinin ayarlanması potasyum hidrojenfitalat ile yapılmıştır (Elçi 2000).

3.2.3. Ekşi hamur örneklerinin hazırlanması

Çalışmada ekşi hamur örnekleri deneme planında belirtildiği gibi hazırlanmıştır. Fermantasyon kademeli olarak gerçekleştirilmiştir. Bunun için başlangıçta 600 g buğday unu 600 mL saf su ve deneme planında belirtilen oranlarda starter kültür ve/veya maya ile karıştırılmış, mikserde (KitchenAid, Amerika) 4 dk yoğrularak homojen hale getirildikten sonra oda sıcaklığında 24 saat süreyle fermantasyona bırakılmıştır. Daha sonra her 24 saatte bir 100 g buğday unu ilave edilerek 4 gün boyunca 400 g un ilavesi yapılmış, un ilavesi bittikten sonra 3 gün daha fermantasyon sürdürülmüş, toplamda 7 günde 3 farklı ekşi hamur örneğinin üretimi tamamlanmıştır. Fermantasyon süresince her 24 saatte bir ekşi hamur örneklerinde pH ve toplam asitlik değerleri belirlenmiştir. Ayrıca fermantasyonun başında ve sonunda olmak üzere hamurlarda maya ve laktik asit bakterilerinin izolasyonu yapılmıştır.

3.2.4. Ekşi hamur örneklerinde pH tayini

Ekşi hamurların hazırlanması sırasında yoğurma sonunda ve her 24 saatte bir pH ölçümleri yapılmıştır. pH ölçümleri için Hanna marka HI 8314 pHmetre (Ronchi di

Villafranca, İtalya) ile, elektrodunun hamura batırılması yöntemi kullanılarak ölçüm yapılmıştır.

3.2.5. Ekşi hamur örneklerinde titrasyon asitliği tayini

Ekşi hamurların hazırlanması sırasında yoğurma sonunda ve her 24 saatte bir titrasyon asitliği tayini yapılmıştır. Ekşi hamurların asitlik derecesini belirlemek amacıyla, un-su bulamacında yukarıda bahsedilen yöntem kullanılmıştır (Elgün vd 1998).

3.2.6. Ekşi hamur örneklerinde kuru madde tayini

Fermantasyonu tamamlanmış ekşi hamur örneklerinde kuru madde tayini AOAC 925.10 metoduna göre yapılmıştır. Kuru madde tayini için 10 g hamur örneği etüvde (Memmert, VO400 Model, Almanya) 105°C'de 5.5-6.0 saat süreyle kurutulmuş, sabit ağırlığa gelen örneklerde kuru madde tayini aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Gül 1999).

$$\% \text{ Kuru Madde} = \text{Kuru Örnek Ağırlığı} / \text{Nemli Örnek Ağırlığı} \times 100$$

3.2.7. Ekşi hamur tozu eldesi

Ekşi hamurlar 7 günlük fermantasyonları sonrası etüvde (Memmert VO400 Model, Almanya) 40°C'de 3 gün süreyle kurutulmuş, kuru hamurlar Waring Blender ile öğütülmüş, toz haline getirilmiştir. Kurutma sıcaklığı aroma kaybının olmaması için 40°C olarak seçilmiştir. Daha sonra, ekmek pişirme denemelerinde kullanılmak üzere ekşi hamur tozları polietilen torbalarda cam kavanozlar içinde oda sıcaklığında depo edilmiştir.

3.2.8. Ekşi hamur örneklerinde ve tozlarında mayaların izolasyonu

Ekşi hamurların hazırlanması sırasında başlangıç hamurunda, fermentasyonun sonunda ve ekşi hamurların kurutulmasıyla elde edilen ekşi hamur tozlarında maya sayımı yapılmıştır. Bunun için 10 gr örnek 90 mL SFS kullanılarak vorteks cihazı ile

homojenize edilmiştir. Bu şekilde hazırlanan 10^{-1} 'lik seyreltiden 1'er mL 9 mL'lik SFS'lere aktarılacak suretiyle diğer seyreltmeler yapılmıştır. Uygun seyreltilerden 1 mL örnek, önceden otoklavlanarak (Hirayama, HV-50L) hazırlanmış, 45-50°C'ye kadar soğutulmuş steril petri kutuları içine 10-15 mL olarak dökülmüş DRBC (Dichloran-Bengalrot-Chloramphenicol-Agar, Merck) besiyeri üzerine, aseptik şartlar altında pipetlenmiş, 30°C'de 3 gün süreyle inkübe (Nüve EN500) edilmiştir.

3.2.9. Ekşi hamur örneklerinde ve tozlarında laktik bakterilerin izolasyonu

Ekşi hamurların hazırlanması sırasında başlangıç hamurunda, fermentasyonun sonunda ve ekşi hamurların kurutulmasıyla elde edilen ekşi hamur tozlarında laktik bakteri sayımı yapılmıştır. Uygun dilüsyonlardan, MRS Agar'a (Merck) ekim yapılmış, petri kutuları 30°C'de 3 gün süreyle inkübe edilmiştir. MRS Agar'da maya gelişimini önlemek için %0.01 sikloheksimid sterilizasyondan önce besiyerinin bileşimine katılmıştır.

3.2.10. Ekşi hamur tozlarında pH ve titrasyon asitliği tayini

Ekşi hamur tozlarında pH tayini, un örneğinde pH tayini (AOAC 943.02) metoduna göre, titrasyon asitliği tayini un-su bulamacında titrasyon asitliği metoduna göre yapılmıştır (Elgün vd 1998).

3.2.11. Hamur reolojisinin belirlenmesi

Denemeler sırasında, ekşi hamur tozu ile ekmeğe üretimine geçilmeden önce kontrol grubu ile un yerine %2, %4, %6 oranlarında ekşi hamur tozu ilave edilmesiyle oluşturulan hamurların reolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla fizikokimyasal analiz olarak farinograf ve ekstensograf denemeleri, yaş gluten ve indeks değerleri, sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon değerleri, protein, rutubet, sertlik ve kül değerleri (Elgün vd 1998) yapılmış, bu ölçümlerden elde edilen sonuçlar doğrultusunda ekmeğe pişirme denemelerine geçilmiştir.

3.2.12. Ekmek pişirme denemeleri

Ekmek pişirme denemeleri direkt hamur metodu ile yapılmıştır (Elgün vd 1998). Ekmeklerin üretimi için kullanılacak ekşi hamur tozu 400 g un üzerinden hesaplanarak % 2 (392.2 g un, 7.84 g ekşi hamur tozu), % 4 (384.7 g un, 15.38 g ekşi hamur tozu) ve % 6 (377.4 g un, 22.64 ekşi hamur tozu) oranlarında un yerine ikame edilmiştir. Farinograf denemeleri sonucunda bulunan su miktarının %2 eksigi su ilave edilmiştir. Her ikame oranı için %2 yaş ekmek mayası ve %1.5 tuz eklenmiştir. Bütün hamurlar mikserde (KitchenAid, Amerika) 7 dakika yoğurulmuştur. Hamurun pH gelişimini belirlemek için yoğurmadan sonra ve son fermantasyon sonrası pH ölçümleri yapılmıştır. Her hamur dört eşit parçaya bölünmüş %80'in üzerindeki nisbi rutubetteki fermantasyon dolabında ve 30°C'de sıcaklıkta 30 dakika dinlendirilmiştir. Daha sonra elde katlanmak suretiyle havalandırılarak 10 dakika daha fermantasyona bırakılmıştır. Şekil verme işleminden sonra tavalara yerleştirilmiş ve son fermantasyona bırakılmıştır. Hamur yüksekliği tava yüksekliğinden 1.5 cm yukarıda oluncaya kadar bekletilmiş ve son fermantasyon süreleri tespit edilmiştir. 200°C'de 20 dakika pişirilen ekmekler fırından (ASL, APF-50 Model, Konya) çıkarılmış, oda sıcaklığına geldikten sonra ağırlığı ve hacmi kolza tohumu ile yer değiştirme esasına göre ölçülmüştür. Elde edilen bu değerlerin ortalamaları alınmış, hacim değeri ağırlığa bölünerek ekmeklerin kalitesini belirlemede kullanılan spesifik hacim değeri elde edilmiştir. Ekmekler polietilen torbalar içinde hava almayacak şekilde muhafaza edilmiştir (Elgün vd 1998). Ayrıca ekşi hamur tozu ilaveli ve ilavesiz ekmekler arasındaki farkı ve ekşi hamur tozunun ekmeğin özelliklerini ne ölçüde değiştirdiğini belirlemek amacıyla ekşi hamur tozu ilave edilmemiş kontrol ekmekleri de üretilmiştir. %1 instant aktif kuru mayalı EHT(SC) ekşi hamur tozu katkılı ekmek üretiminde kullanılan formülasyon Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 Ekşi hamur tozu katkılı ekmek üretiminde kullanılan formülasyonlar

İkame Oranı	Un (g)	Maya (g)	Tuz (g)	Su (mL)	Ekşi Hamur Tozu (g)
Kontrol	400.0	8	6	246.2	0
% 2	392.2	8	6	246.0	7.84
% 4	384.7	8	6	246.6	15.38
% 6	377.4	8	6	244.2	22.64

Ekmek üretiminde %1 starter kültürlü EHT(LB) ve %1 instant aktif kuru maya ile %1 starter kültür karışımı EHT(LB) ekşi hamur tozu katkılı ekmek formülasyonları % su absorpsiyonları dışında aynı formülasyon ile üretilmiştir.

Ekmek kabuğu ve ekmek içi renk yoğunluğu Hunter LabScan Colorimeter (HunterLab MiniScan XE) cihazıyla belirlenmiştir. Bu cihaz üç boyutlu renk ölçümünü esas almakta olup, Y eksenindeki L (lightness); 0=siyahtan, 100=beyaza kadar olan örneğin açıklık-koyuluk, X eksenindeki a; yeşil (-a), kırmızı (+a), Z eksenindeki b; sarı (+b), mavi (-b) renk boyutunu veya yerini gösterir (Anon 1995, Elgün vd 1998).

Ekmek pişirme denemeleri sonrasında yapılan fiziksel analizler göz önünde bulundurularak, duyu analizi denemelerinde kontrol ekmeği, %6 EHT (SC) ve EHT (SL) ikame oranlı ekmek ile %2 ve %4 EHT (LB) ikame oranlı ekmek olmak üzere beş farklı ekmek kullanılmıştır. Ekmekler üretildikten yaklaşık 12 saat sonra dilimlenerek (kalınlık 15mm) üç rakamlı rasgele sayılarla kodlanarak polietilen torbalar içinde panelistlere sunulmuştur. Ekmeklerin baş ve son kısımları kullanılmamıştır. Ekmeklerin sunum sırası istatistikî açıdan dengeli hale getirilmiştir (Altuğ 1993). Ekmekler duyu analizi için eğitilmemiş panelistlere sunularak ekmek kabuk rengi, iç rengi, gözenek yapısı, çiğnenebilirliği, tadı, aroması ve genel beğeni özellikleri bakımından değerlendirmeleri panele katılanlardan istenmiştir. Duyusal özelliklerin belirlenmesinde 1 (Çok kötü) – 7 (Çok iyi) kutucuklardan oluşan doğrusal skala kullanılmıştır (Şekil 3.1). Duyusal analizi yapılan ekmeklerde pH tayini AOAC 943.02 metodu modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Ağırlık:hacim olarak 1:10 oranında ekmek ve saf su karıştırılmış, karışım Waring Blender ile homojen bir karışım elde edilene kadar parçalanmıştır. Çözelti yaklaşık 10 dakika bekletilmiş ve sonra üstteki kısma pH probu daldırılmak suretiyle hidrojen iyonu konsantrasyonu ölçülmüştür.

Şekil 3.1 Ekmeklerin duyusal panel formu

Sayın Panelist,

Size, **5 (beş)** adet ekmek örneği verilecektir. Örnekleri sunum sırasına göre inceleyiniz. Aşağıdaki soruları cevaplamanız gerekecektir. Ekmek örneklerinin özellikleri hakkındaki düşüncelerinizi işaretlemek için kutucuklardan birine çarpı işareti (**X**) koymanız yeterli olacaktır.

Ekmek örneklerini tatmaya başlamadan ve bir sonraki ekmeğin tadına bakmadan önce lütfen bir miktar su içiniz.

EKMEK NUMARASI: _____

1. Ekmeğin kabuk rengi hakkında düşüncenizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	2	3	4	5	6	7	
Çok Kötü							Çok İyi

2. Ekmeğin içinin rengi hakkında düşüncenizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	2	3	4	5	6	7	
Çok Kötü							Çok İyi

3. Ekmeğin gözenek yapısını inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	2	3	4	5	6	7	
Çok Kötü							Çok İyi

4. Ekmeğin ağızda çiğnenebilirliği hakkındaki düşüncenizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	2	3	4	5	6	7	
Çok Kötü							Çok İyi

5. Ekmeğin tadı hakkındaki düşüncenizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	2	3	4	5	6	7	
Çok Kötü							Çok İyi

6. Ekmeğin aroması hakkındaki düşüncenizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	2	3	4	5	6	7	
Çok Kötü							Çok İyi

7. Ekmek hakkındaki genel beğeninizi işaretleyiniz.

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	2	3	4	5	6	7	
Çok Kötü							Çok İyi

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yüksek lisans çalışmasında ekmek hamuru fermantasyonunda aktif olan laktik asit üretici bakterilerden *Lactobacillus* cinsinin, her çeşit ekmek yapımına uygun heterofermantatif türü *L.brevis* starter kültür olarak kullanılmıştır. Ön denemelerde ekşi hamurlar, EH (SC), EH (LB), EH (SL) ve kontrol grubu olarak sadece buğday unu ve su karıştırılarak spontan fermantasyon ile 4 grup olarak hazırlanmıştır. Ancak kontrolsüz koşullarda gerçekleşen spontan fermantasyonda pH, istenilen seviyelere düşmeyip en çok 4.95'e kadar düşmüş, ayrıca istenmeyen koku ve aroma gelişimi oluşmuştur. Bu nedenle çalışma 3 grup ekşi hamur üretimi olarak gerçekleştirilmiştir. Üretimi gerçekleştirilen ekşi hamurlarda fermantasyon kademeli olarak gerçekleştirilmiştir. Çünkü ön denemelerde, hamurlar geleneksel ekşi hamur üretimindeki gibi un ile tazelenerek kademeli olarak yapıldığında, ortama mayaların çalışması için substrat verildiğinden asitlik ve aroma daha çok gelişmiştir. Örneğin ön denemede, 500 g un, 5 g maya ve 300 mL su ile hazırlanan ekşi hamur örneğinde 3 günlük fermantasyon sonunda pH 4.42'ye düşmüş, toplam asitlik % 0.95 ölçülmüştür. 300 g un, 5 g maya ve 300 ml su ile hazırlanan ve bu hamura 200 g unun dört gün boyunca kademeli olarak eklenmesiyle 7 gün fermantasyona bırakılan ekşi hamurda pH 4.07'ye düşmüş, toplam asitlik % 1.38 ölçülmüştür. Ekşi hamurlarda da istenen asitlik ve aroma gelişimi olduğu için çalışmada fermantasyonun kademeli olarak gerçekleştirilmesi sonucuna varılmıştır. Ayrıca ön denemelerde yapılan ekşi hamurlarda en düşük pH 3.79 ve en yüksek asitlik % 2.64 EH (LB) ile sağlanmıştır. Bu hamurun tozu ile un üzerinden % 2 hesaplanarak ekmek yapma makinesi kullanılarak (BM200, Kenwood, İngiltere) ekmek yapılmış, kontrol ekmeği de yapılarak aroma ve koku gelişimi kıyaslanmıştır. Yüzde 2 ekşi hamur tozlu ekmekte aroma ve koku gelişiminin kontrole göre yüksek olduğu ancak yeterli olmadığı sonucuna varılmış, ekşi hamur tozlarının %0, 2, 4 ve 6 ikame oranlarında denenmesine karar verilmiştir.

4.1. Unun Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri

Un kalitesi; geniş anlamda unun, arzu edilen özellikte, üniform, cazip bir son ürün meydana getirebilme kabiliyetidir. Ekmeklik kalitesi iyi unlar, protein miktarı en düşük % 11, yaş gluten miktarı en düşük % 27 olan unlardır. Gluten indeksi un kuvvetinin bir

ölçüsüdür ve hamur kalitesine etkisi çok fazladır. Kuvvetli hamur özelliklerine sahip unların gluten indeks değerleri 50-85 arasında olmaktadır (Elgün vd 1998). Tip 550 buğday unlarında % kül miktarı kuru maddede en çok 0.55, nem oranı maksimum % 14.5 olmalıdır (Web_1 2007). Ancak unlarda rutubetin mümkün olduğunca düşük olması, unun su kaldırma kapasitesini etkileyeceği için bu değerden daha düşük olması istenen bir durumdur. Beyaz unun depolanması için optimum nem içeriği % 13'tür. Nem içeriği % 13'ten yüksek olduğunda, un görünür bir şekilde küflü olmasa da yağ oksidasyonu riski ve acılaştırmanın gelişmesinde artış vardır. Oksidatif acılaştırma reaksiyonları Cu^{2-} gibi ağır metal iyonları tarafından katalize edilmektedir (Ünal 1991).

Unun ekmeklik kalitesinde değerlendirilen sedimantasyon testi buğdayın hem protein miktarı hem de kalitesi hakkında fikir veren kolay ve hızlı bir metottur. Sedimantasyon testinde 15'ten küçük değerler çok zayıf, 25-36 arası iyi, 36'nın üzeri ise pek iyi olarak değerlendirilir. Sedimantasyon değeri protein kalitesinin belirlenmesinde kullanılan en önemli kalite kriterlerinden biridir. Süne ve kımıl zararının en çok etki ettiği kalite kriterlerinden biri de sedimantasyon değeridir. Bu yöntemde gecikmeli sedimantasyon değeri denilmektedir. Gecikmeli sedimantasyon değerinin normal sedimantasyon değerinden yüksek olması süne zararının olmadığı anlamına gelir ve istenen bir durumdur (Elgün vd 1998).

Araştırmada kullanılan buğday ununda yapılan analitik analizlerde, rutubet % 13.57, kül KM'de % 0.547, protein miktarı KM'de 11.03, yaş öz % 28.1, gluten indeksi % 91.67, sedimantasyon değeri 39, gecikmeli sedimantasyon değeri 53.33, pH değeri 6.14, toplam asitlik değeri % 0.17 olarak hesaplanmış, bulunan bu değerler Tablo 4.1'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında unun ekmek yapımına uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4.1 Tip 550 buğday ununun kimyasal ve teknolojik analiz bulguları

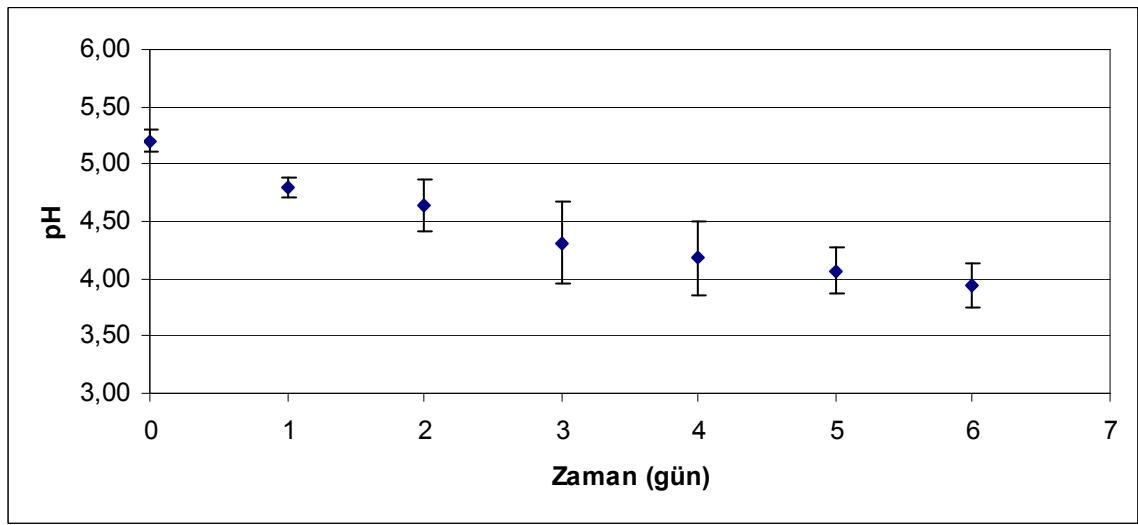
Rutubet (%)	Kül KM'de (%)	Protein Nx5.70	Yaş Gluten (%)	Gluten İndeksi (%)	Sedimantasyon değeri (mL)	G.Sedimantasyon değeri (mL)
13.57 ± 0.06	0.547 ± 0.001	11.03 ± 0.06	28.10 ± 0.10	91.67 ± 1.53	39 ± 1.00	53.33 ± 0.58

Sonuçlar 3 tekerrür ortalamalarıdır.

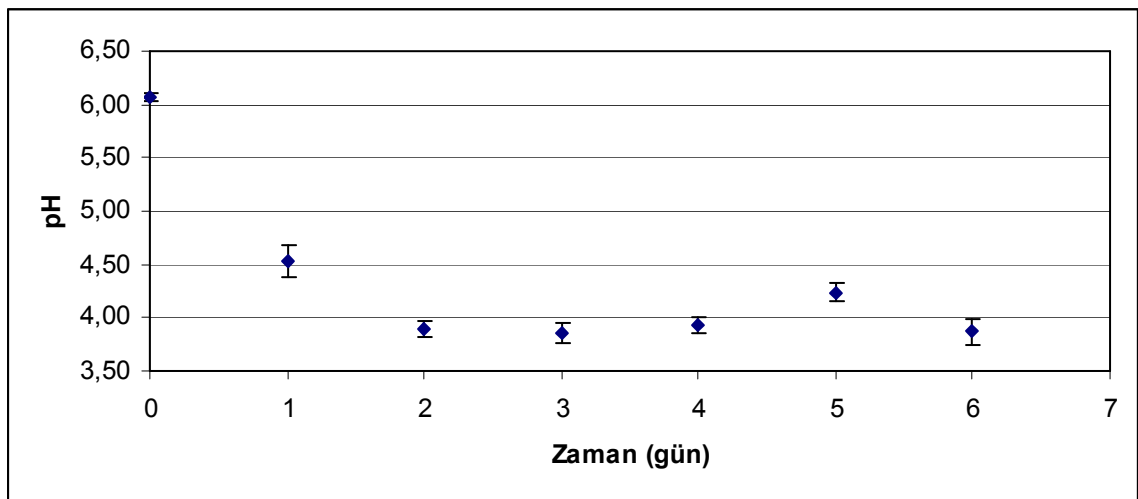
± : Standart hata

4.2. Ekşi Hamur Örneklerinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

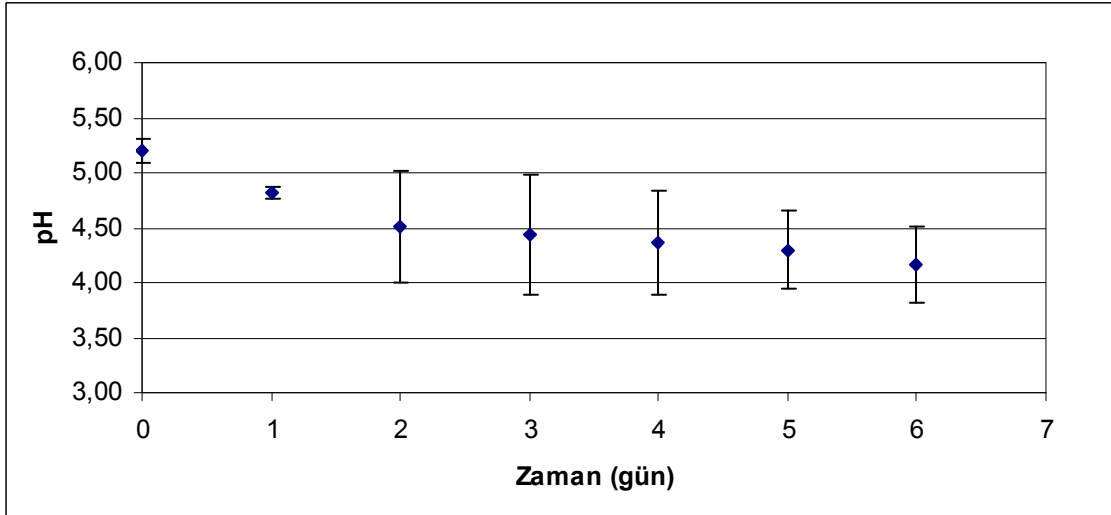
Çalışmada üretilen ekşi hamur örneklerinin pH ve toplam titrasyon asitliği değerleri fermantasyon süresince 7 gün boyunca ölçülmüştür. Şekil 4.1’de EH(SC) örneğinin, Şekil 4.2’de EH(LB) örneğinin, Şekil 4.3’de EH(SL) örneğinin 7 günlük fermantasyon boyunca pH’nın zamana bağlı değişimi gösterilmiştir. Fermantasyon boyunca pH değerleri azalma göstermiştir. Örneklerde 7.gün pH’ları kendi aralarında değerlendirildiklerinde, en düşük pH *L.brevis*’li örnekte ölçülmüştür.



Şekil 4.1 EH(SC) örneğinde pH'nın fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi

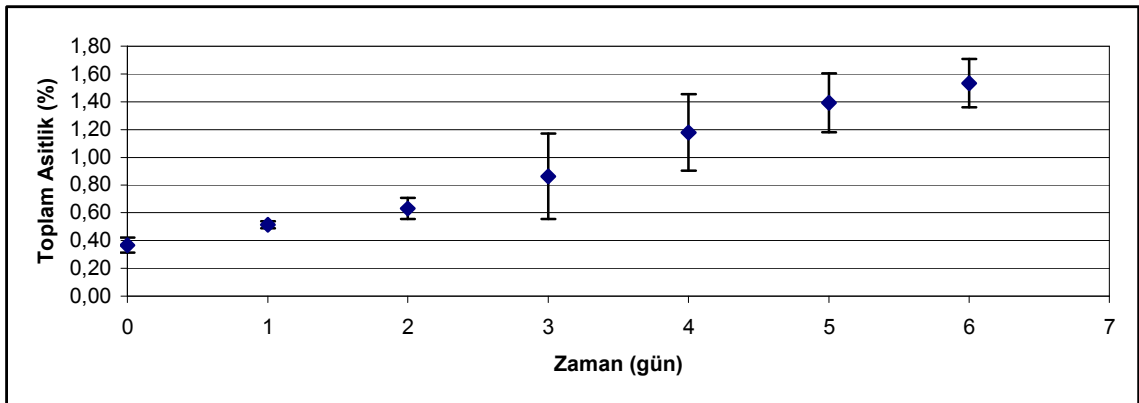


Şekil 4.2 EH(LB) örneğinde pH'nın fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi

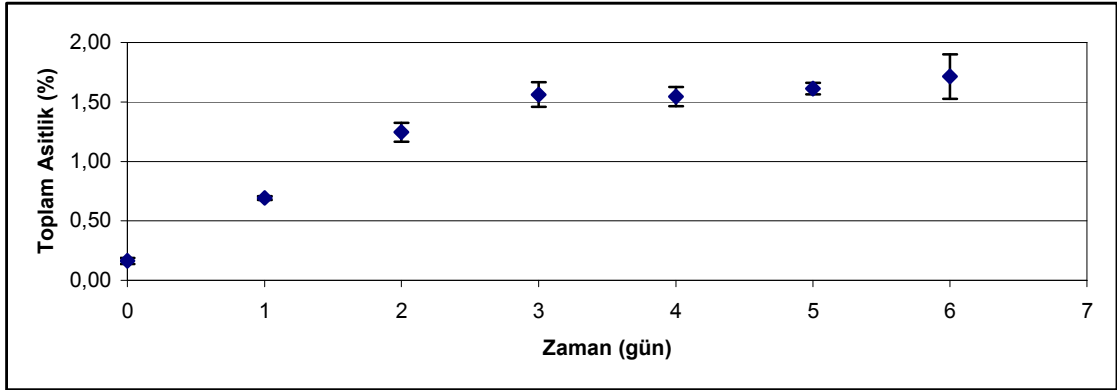


Şekil 4.3 EH(SL) örneğinde pH'nın fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi

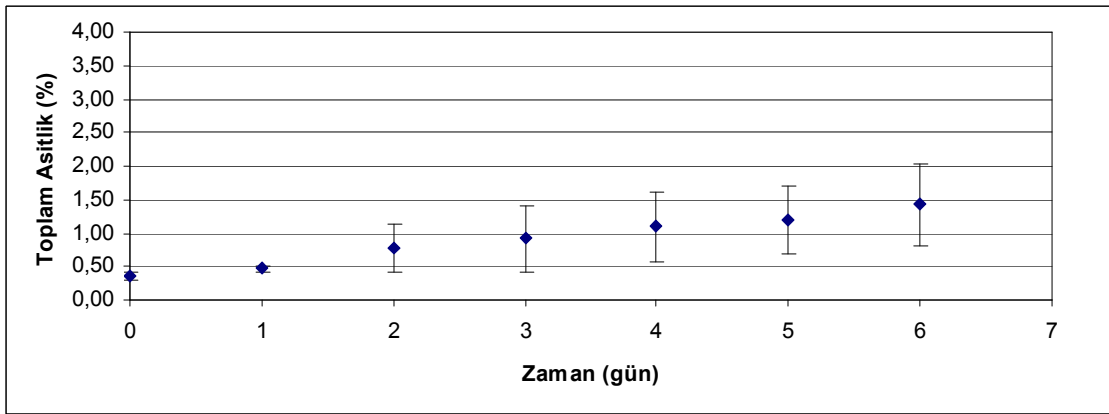
Hamurların 7 gün boyunca devam eden fermantasyonları boyunca toplam % asitlik değerleri artış göstermiştir. Şekil 4.4'de EH(SC) örneğinin, Şekil 4.5'de EH(LB) örneğinin, Şekil 4.6'da EH(SL) örneğinin 7 günlük fermantasyon boyunca toplam % asitlik değerlerinin zamana bağlı değişimi gösterilmiştir. Yedinci günün sonunda laktik asit cinsinden toplam % asitlik en çok starter kültür *L.brevis* ile üretilen hamurda oluşmuştur.



Şekil 4.4 EH(SC) örneğinde toplam asiliğin (%) fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi



Şekil 4.5 EH(LB) örneğinde toplam asitliğin (%) fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi



Şekil 4.6 EH(SL) örneğinde toplam asitliğin (%) fermantasyon boyunca zamana bağlı değişimi.

Ekşi hamur örneklerinde fermantasyonun 7.günü sonunda kuru maddeleri ölçülmüş, bulunan değerler Tablo 4.2’de verilmiştir. Örneklerde pH değerleri 3.86-4.16 aralığında ölçülmüş, ancak fark istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Ekşi hamur örneklerinin kuru madde değerleri arasında $\alpha=0.05$ seviyesinde fark olduğu ($p<0.05$) ancak $\alpha=0,01$ seviyesinde istatistiksel açıdan fark olmadığı görülmüştür. Toplam asitlik değerleri % 1.34-1.71 aralığında ölçülmüş, sonuçlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Fermantasyonun sonunda ekşi hamur örnekleri 40°C’de 3 gün boyunca kurutulmuş, öğütülerek toz haline getirilmiştir. Daha sonra buğday unu tebliğinde, buğday unu için belirtildiği gibi 212 mikronluk elekten geçirilerek unu yapıda elde edilmiştir (Web_1 2007).

Tablo 4.2 Ekşi hamur örneklerinin bazı kimyasal özellikleri

Ekşi Hamur Örnekleri	Kuru madde (%)	pH _{7.gün} *	Toplam Asitlik (%)
EH(SC)	52.49 ± 1.14 b	3.94 ± 0.14 a	1.34 ± 0.10 a
EH(LB)	57.69 ± 1.14 a	3.86 ± 0.14 a	1.71 ± 0.10 a
EH(SL)	51.02 ± 1.14 b	4.16 ± 0.14 a	1.58 ± 0.10 a

* : Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0.05)
± : Standart hata

Hamurlarda fermantasyon başlangıcında ve fermantasyon sonunda maya ve laktik asit bakteri sayımları yapılmış bulunan değerler Tablo 4.3’de verilmiştir. Laktik asit bakteri sayımları başlangıç hamurlarında 1.70 – 6.68 logCFU/g aralığında bulunmuş, en yüksek sonuç ise 6.68 logCFU/g olarak laktik asit bakterili örnektir. Fermantasyon sonunda hücre sayıları 8.04 – 8.80 logCFU/g aralığına yükselmiş, yine en yüksek sonuç 8.80 logCFU/g olarak laktik asit bakterili örnektir. Maya sayıları başlangıç hamurlarında 2.81 – 6.54 logCFU/g aralığında bulunmuş, en yüksek sonuç ise 6.57 logCFU/g olarak maya katkılı örnektir. Fermantasyon sonunda maya sayıları 3.00 – 6.85 logCFU/g aralığına yükselmiş, yine en yüksek sonuç 6.85 logCFU/g olarak maya katkılı örnektir.

Tablo 4.3 Ekşi hamur örneklerinin bazı mikrobiyolojik özellikleri

Ekşi Hamur Örnekleri	Başlangıç hamurları		Fermantasyon sonu hamurları	
	Maya log (CFU)/g	Laktik Asit Bakterisi log (CFU)/g	Maya log (CFU)/g	Laktik Asit Bakterisi log (CFU)/g
EH(SC)	6.57	1.70	6.85	8.04
EH(LB)	2.81	6.68	3.00	8.80
EH(SL)	6.54	6.51	6.80	8.08

4.3. Ekşi Hamur Tozlarının Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Çalışmada üretilen ekşi hamurların kurutulup öğütülmesiyle elde edilen tozlarında pH, titrasyon asitliği ve kuru madde analizleri yapılmış, sonuçları Tablo 4.4’te verilmiştir. Ekşi hamur tozlarının kuru madde değerleri arasında istatistiksel olarak $\alpha=0.05$ seviyesinde fark olduğu (p<0.05) ancak $\alpha=0.01$ seviyesinde istatistiksel açıdan fark olmadığı görülmüştür. Örneklerde pH değerleri 3.92-4.16 aralığında ölçülmüş,

ancak fark istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Ekşi hamur tozlarının toplam asitlik değerleri ise % 5.07-5.36 aralığında bulunsa da istatistiki açıdan önemli olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Ekşi hamur tozlarında logaritmik maya ve laktik asit bakteri sayımları < 2 bulunduğu için istatistiksel analizi yapılmamıştır. 40°C 'de kurutmada hücrelerin öldüğü sonucuna varılmıştır.

Tablo 4.4 Ekşi hamur tozlarının bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri

Ekşi Hamur Örnekleri	Kuru madde (%)	pH*	Toplam Asitlik (%)	Maya (logCFU/g)	Laktik Asit Bakterisi (logCFU/g)
EHT(SC)	89.36 \pm 0.28 b	4.16 \pm 0.1 a	5.07 \pm 2.13 a	< 2	< 2
EHT(LB)	90.78 \pm 0.28 a	3.92 \pm 0.1 a	5.37 \pm 2.13 a	< 2	< 2
EHT(SL)	90.81 \pm 0.28 a	3.97 \pm 0.1 a	5.36 \pm 2.13 a	< 2	< 2

* : Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır($p>0.05$)
 \pm : Standart hata

4.4 Ekşi Hamur Tozu İlave Edilerek Hazırlanmış Hamurların Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri

Ekşi hamur tozunun, un miktarı üzerinden farklı oranlarda ikame edilmesiyle üretilen hamurlarda yaş gluten değerleri, gluten indeksleri, sedimentasyon ve gecikmeli sedimentasyon değerleri, protein ve kül (KM'de %) değerleri ölçülmüştür. Ekşi hamur tozu değişkenine ait ortalama değerlerin Tukey testi sonuçları Tablo 4.5'de verilmiştir. Bu özelliklerin varyans analizi değerleri ise Ek Tablo 1'de verilmiştir.

Farklı ekşi hamur tozlarıyla hazırlanmış hamurlarda yaş gluten değerleri, 27.76-27.86 aralığında ölçülmüştür. İstant aktif kuru mayalı EHT(SC), laktik asit bakterili EHT(LB) ve ikisinin karşımı EHT(SL) ile yapılan örneklerde yaş gluten değerleri arasındaki farkın istatistiki açıdan önemli olmadığı ($p>0.05$) görülmüştür. Ekşi hamur tozu çeşidinin gluten indeksi ve kül değerlerini istatistiksel açıdan etkilemediği ($p>0.05$) görülmüştür. Örneklerin protein değerleri 10.93-11.03 aralığında ölçülmüş EHT(LB) örneğinin protein değerinin EHT(SC) ve EHT(SL) örneklerinin protein değerlerinden önemli düzeyde düşük olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Bu, mayanın kimyasal bileşiminin kuru madde üzerinden %45-50 oranında ham protein içermesiyle açıklanabilir (Elgün ve Ertugay 1997).

Tablo 4.5 Hamurların kimyasal ve teknolojik özelliklerinin ekşi hamur tozu değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları

Ekşi Hamur Tozları	n	Yaş Gluten * (%)	Gluten İndeksi (%)	Sedimentasyon Değeri	Gecikmeli Sedimentasyon Değeri	Protein (N×5.70)	Kül (KM'de %)
EHT(SC)	12	27.86±0.08a	89.00±0.91a	36.33±0.32a	49.50±0.51a	11.01±0.02a	0.557±0.001a
EHT(LB)	12	27.76±0.08a	88.58±0.91a	36.00±0.32a	50.00±0.51a	10.93±0.02b	0.553±0.001a
EHT(SL)	12	27.83±0.08a	87.83±0.91a	34.67±0.32b	45.67±0.51b	11.03±0.02a	0.560±0.001a

* : Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır(p>0.05)

± : Standart hata

Tablo 4.6 Hamurların kimyasal ve teknolojik özelliklerinin ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları

İkame Oranı	n	Yaş Gluten * (%)	Gluten İndeksi (%)	Sedimentasyon Değeri	Gecikmeli Sedimentasyon Değeri	Protein (N×5.70)	Kül (KM'de %)
0	9	28.13±0.09a	92.67±1.04a	37.67±0.37a	53.33±0.56a	11.00±0.02a	0.547±0.002a
2	9	28.03±0.09a	89.44±1.04ab	36.78±0.37a	48.44±0.56b	10.96±0.02a	0.554±0.002ac
4	9	27.63±0.09b	86.78±1.04bc	34.78±0.37b	47.00±0.56bc	10.99±0.02a	0.564±0.002b
6	9	27.47±0.09b	85.00±1.04c	33.44±0.37b	44.77±0.56c	11.03±0.02a	0.562±0.002bc

* : Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır(p>0.05).

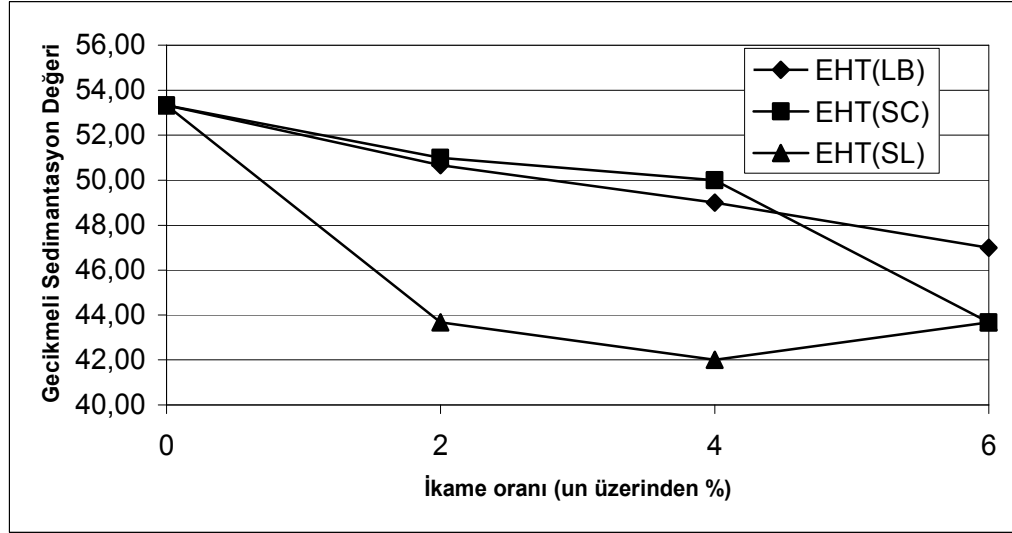
± : Standart hata

Farklı ekşi hamur tozlarıyla hazırlanmış hamurlarda sedimantasyon değerleri 34.67-36.33 aralığında ölçülmüş, EHT(SL) örneğinin sedimantasyon değerinin EHT(LB) ve EHT(SC) örneğinden düşük olduğu ve istatistiki açıdan farkın önemli ($p<0.05$) olduğu bulunmuştur. Gecikmeli sedimantasyon değeri içinde benzer sonuç bulunmuştur. Gecikmeli sedimantasyonda 45.67 ile EHT(SL) örneğinin diğer iki örnekten önemli ($p<0.05$) düzeyde düşük olduğu görülmüştür.

Ekşi hamur tozlu hamurların kimyasal ve teknolojik özelliklerinin ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları Tablo 4.6'da verilmiştir. Ekşi hamur tozu ikame oranı arttıkça yaş gluten değerinin azaldığı görülmüştür. Kontrol ekmeği ile %2 ekşi hamur tozu ikameli ekmeklerin yaş gluten değerleri birbirine benzer ($p>0.05$) olmasına rağmen, %4 ve %6 ikameli ekmeklerin yaş gluten değerlerinin kontrol ve %2 ikameli ekmeklerden önemli ($p<0.05$) düzeyde düşük olduğu görülmüştür. Gluten indeksi, sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon değerleri de yaş glutene benzer şekilde ikame oranı arttıkça azalma göstermiştir. Sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon değerlerindeki düşüş sedimantasyon testinin prensibi ile açıklanabilir. Bu testte laktik asit çözeltisi içinde un glutenin şişmesi, un süspansiyonunun çökme oranını etkiler. Fazla miktarda gluten ihtiva eden unlar ile gluten kalitesi yüksek unlarda çökme yavaş olacağı için sedimantasyon değeri de yüksek olacaktır (Elgün vd 1998). Ancak farklı ikame oranları içeren örneklerde yaş gluten ve protein değerleri değişmezken sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon değerlerinde düşme gözlenmiştir. Bunun sebebi ikame oranı arttıkça ekşi hamur tozunun asit özelliğinden dolayı glutenin miktar olarak değil yapısal olarak zarar görmesiyle açıklanabilir. Ayrıca testin prensibine göre glutene etki eden laktik asit miktarı ekşi hamur tozlu örneklerde ikame oranı arttıkça artış göstermiştir. Şekil 4.7'de görüldüğü gibi farklı ekşi hamur tozu örneklerinin ikame oranına bağlı olarak gecikmeli sedimantasyon değerleri arasındaki fark belirgin ve istatistiki açıdan da önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Gecikmeli sedimantasyon değerlerinde en hızlı ve en fazla düşüş EHT(SL) örneğinde görülmüştür. Diğer örneklerde ikame oranı arttıkça gecikmeli sedimantasyon değerleri azalırken, ikame oranı %6'ya çıktığında EHT(SL) örneğine ait değer artış göstermiştir.

Ekşi hamur tozu ikame oranının protein değerlerini etkilemediği görülmüştür ($p>0.05$). Kül değerlerinde ise kontrol ekmeği ile %2 ekşi hamur tozu ikameli

örneklerin birbirine benzer ($p>0.05$) olduğu, %4 ve %6 ikameli ekmeklerin ise kendi içinde birbirine benzer ($p>0.05$) olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.7 Farklı ekşi hamur tozu örneklerinin gecikmeli sedimentasyon değerlerinin ikame oranına göre değişimi

4.5 Hamurların Reolojik Özellikleri

4.5.1 Farinograf denemeleri

Ekşi hamur tozunun, un miktarı üzerinden farklı oranlarda formülasyona ikame edilmesiyle üretilen hamurların farinograf analizleri yapılmıştır. Ekşi hamur tozu değişkenine ait ortalama değerlerin Tukey testi sonuçları Tablo 4.7’de verilmiştir. Bu özelliklerin varyans analizi değerleri Ek Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 4.7 Hamurların Farinograf denemelerinin ekşi hamur tozu değişkenine ait ortalama değerlerin Tukey testi sonuçları

Ekşi Hamur Tozları	n	Su Absorpsiyonu (%) [*]	Gelişme Süresi (dk)	Stabilite (dk)	Yoğurma Toleransı (FU)	12 dk Değeri (FU)
EHT(SC)	12	63.70±1.15a	2.12±0.10a	7.96±0.25a	62.00±4.78a	82.75±3.50a
EHT(LB)	12	63.58±1.15a	1.99±0.10a	8.06±0.25a	58.25±4.78a	76.33±3.50a
EHT(SL)	12	63.57±1.15a	2.14±0.10a	8.42±0.25a	54.58±4.78a	75.83±3.50a

* : Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0.05$)

± : Standart hata

Farklı ekşi hamur tozlarıyla hazırlanmış hamurlarda ekşi hamur tozu çeşidinin, su absorpsiyonunu, hamurların gelişme sürelerini, stabilitelelerini, yoğurma toleranslarını ve yumuşama derecelerini (12 dk değeri) etkilemediği ($p>0.05$) görülmüştür.

Ekşi hamur tozlu hamurların farinograf analizi sonuçlarının ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları Tablo 4.8’de verilmiştir. İkame oranının su absorpsiyonu ve hamur gelişme süreleri üzerine etkili olmadığı görülmüştür ($p>0.05$). Hamur stabiliteleleri açısından % 2, % 4 ve % 6 ikameli örneklerin kontrolden önemli ($p< 0.05$) düzeyde farklı olduğu ve ikame oranı arttıkça stabilitede azalma olduğu görülmüştür. Farklı ikame oranının yoğurma toleransı üzerinde etkisi istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. % 2, % 4 ve % 6 ikameli örneklerin kontrolden önemli ($p< 0.05$) düzeyde düşük olduğu görülmüştür. Stabiledeki azalmaya bağlı olarak hamurların yoğurmaya karşı toleransının düştüğü söylenebilir.

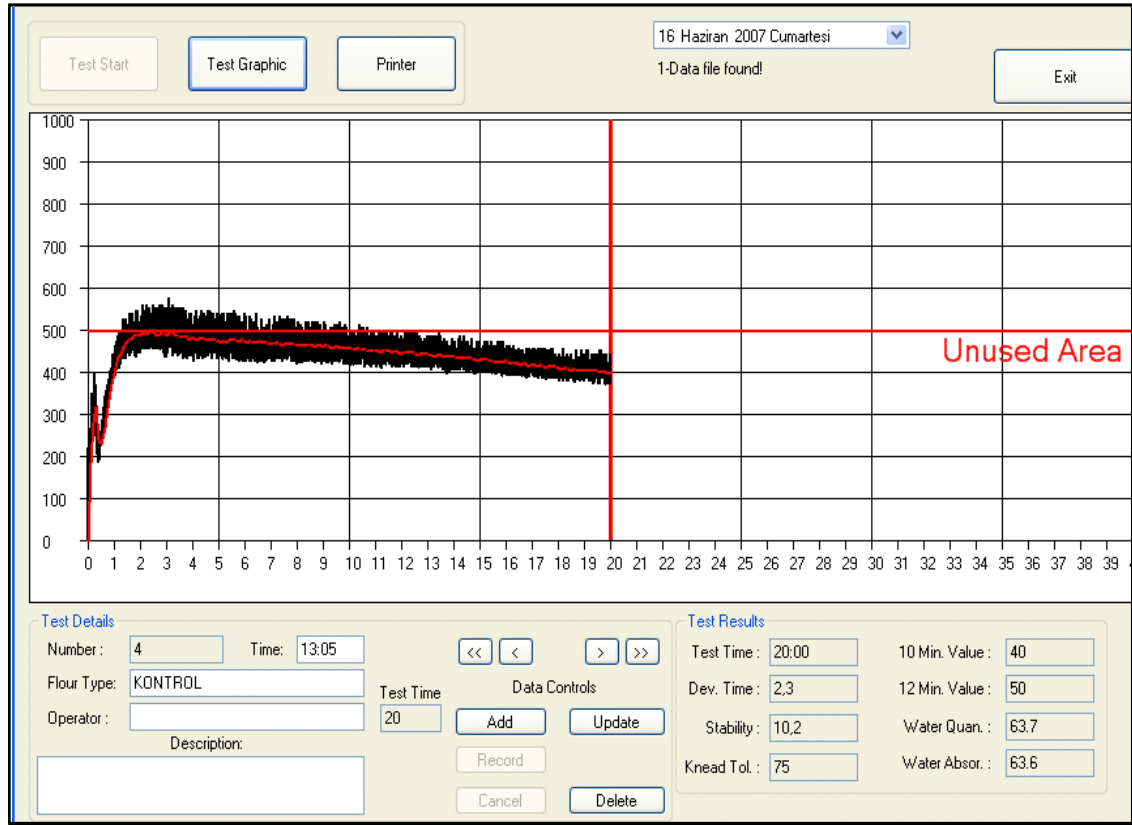
Tablo 4.8 Hamurların Farinograf denemelerinin ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları

İkame Oranı	n	Su Absorpsiyonu (%) [*]	Gelişme Süresi (dk)	Stabilite (dk)	Yoğurma Toleransı (FU)	12 dk Değeri (FU)
0	9	63.57±0.17a	2.33±0.12a	10.33±0.29a	77.00±5.51a	52.67±4.05c
2	9	63.71±0.17a	2.00±0.12a	7.79±0.29b	54.89±5.51b	74.11±4.05b
4	9	63.66±0.17a	1.91±0.12a	7.32±0.29b	45.67±5.51b	86.56±4.05a b
6	9	63.53±0.17a	2.09±0.12a	7.16±0.29b	55.56±5.51b	99.89±4.05a

* : Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0.05$)
± : Standart hata

Hamurların yumuşama dereceleri (12 dk değeri) ekşi hamur tozu ikame oranı arttıkça artış göstermiş, fark istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. %2 ve %4 ikame oranlı örnekler birbirine benzer ($p>0.05$), %4 ve %6 ikameli örnekler kendi içinde birbirine benzer iken, kontrolün bunlardan önemli ($p<0.05$) düzeyde düşük olduğu görülmüştür. Yumuşama derecesi düşük unların ekmekçilik kalitesi yüksek olduğundan, % ekşi hamur tozu ikame oranı arttıkça hamurun işlemeye daha zor hale geldiği söylenebilir. Unun teknolojik değerinin ve ekmekçilik kalitesinin yüksek olması için gelişme süresinin ve stabilitesinin yüksek, 12 dk değerinin düşük olması gerekmektedir

(Elgün vd 1998). Bu değerlendirmeye göre en iyi sonuçları EHT(SL) örneği ve %2 ikame oranının verdiği söylenebilir. Şekil 4.8’de un örneğinde farinograf analizi verilmiştir.



Şekil 4.8 Un örneğinde farinograf analizi

4.5.2 Ekstensograf denemeleri

Ekşi hamur tozunun, un miktarı üzerinden farklı oranlarda formülasyona ikame edilmesiyle üretilen hamurların ekstensograf analizleri yapılmıştır. Ekşi hamur tozu değişkenine ait 135 dakika sonunda elde edilen ortalama değerlerin Tukey testi sonuçları Tablo 4.9’da verilmiştir. Bu özelliklerin varyans analizi değerleri Ek Tablo 3’de verilmiştir.

Farklı ekşi hamur tozlarıyla hazırlanmış hamurlarda ekşi hamur tozu çeşidinin, hamur mukavemeti, uzayabilirlik, maksimum direnç ve enerji değerlerini etkilemediği ($p>0.05$) görülmüştür.

Tablo 4.9 Hamurların Ekstensograf denemelerinin 135 dakika da elde edilen ortalama değerlerinin ekşi hamur tozu değişkenine ait Tukey testi sonuçları

Ekşi Hamur Tozları	n	Hamur Mukavemeti (EU)*	Uzayabilirlik (mm)	Maks. Direnç (EU)	Enerji (cm ²)
EHT(SC)	12	258.42±6.49a	158.17±1.78a	346.92±8.93a	76.67±1.93a
EHT(LB)	12	256.58±6.49a	160.25±1.78a	344.83±8.93a	77.83±1.93a
EHT(SL)	12	238.17±6.49a	158.08±1.78a	319.33±8.93a	71.25±1.93a

*: Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0.05)
± : Standart hata

Ekşi hamur tozlu hamurların ekstensograf analizi sonuçlarının ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları Tablo 4.10'da verilmiştir. Farklı ikame oranının hamur mukavemeti ve maksimum direnç üzerinde etkisi istatistiki olarak önemsiz (p>0.05) bulunmuştur.

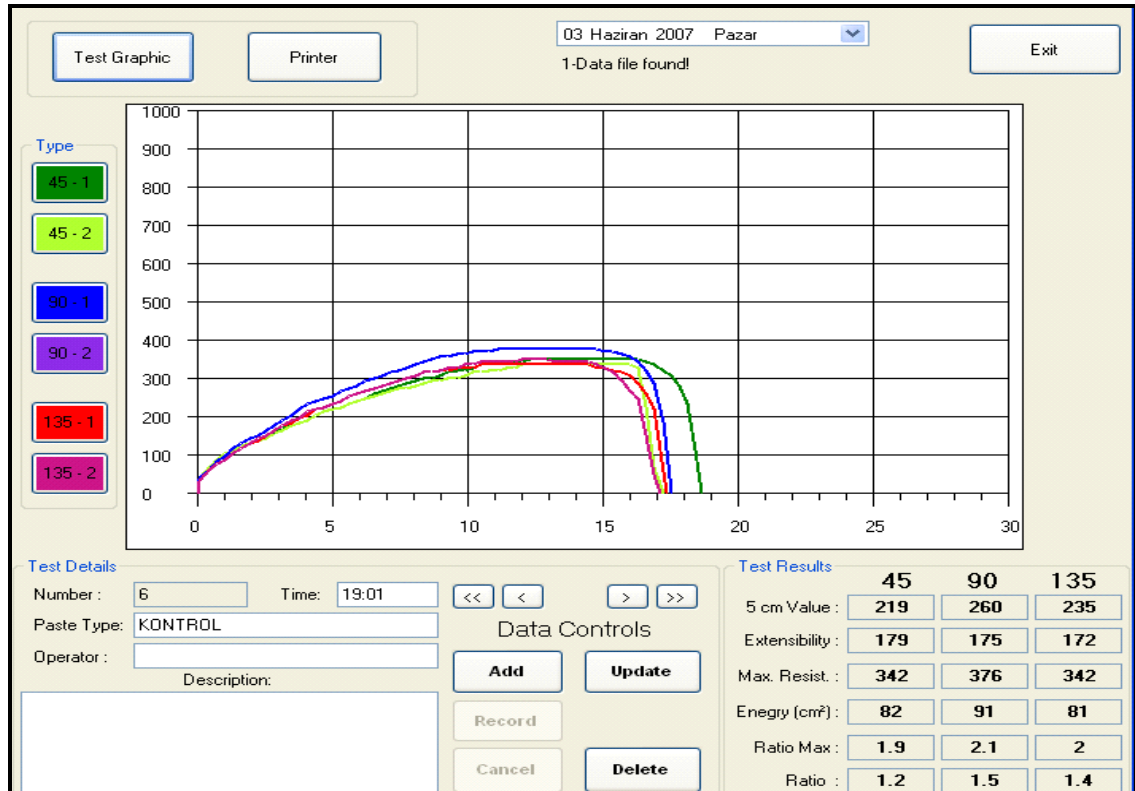
Tablo 4.10 Hamurların Ekstensograf denemelerinin 135 dakika da elde edilen ortalama değerlerinin ikame oranı değişkenine ait Tukey testi sonuçları

İkame Oranı	n	Hamur Mukavemeti (EU)*	Uzayabilirlik (mm)	Maks. Direnç (EU)	Enerji (cm ²)
0	9	237.67±7.49a	175.00±2.05a	346.33±10.32a	83.00±2.23a
2	9	260.89±7.49a	160.56±2.05b	354.67±10.32a	79.67±2.23ab
4	9	251.33±7.49a	154.56±2.05b	330.00±10.32a	72.44±2.23bc
6	9	254.33±7.49a	145.23±2.05c	317.11±10.32a	65.89±2.23c

* : Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0.05)
± : Standart hata

Uzayabilirlikleri açısından kontrol grubu hamurunun uzayabilirliği ekşi hamur tozu ikame edilen hamurların hepsinden daha yüksektir. Bu da ekşi hamur tozlarının asitlik değerlerinin kontrol ununa göre yüksek olmasından dolayı, hamuru toparlayıcı etki yapmasıyla açıklanabilir. %2 ve %4 ikameli örneklerin uzayabilirlikleri birbirine benzer iken (p>0.05), kontrol ve %6 ikameli örneklerden önemli düzeyde farklı olduğu görülmüştür (p<0.05).

Hamur enerjileri 65.89–83.00 aralığında ölçülmüştür. Farklı ikame oranlarının hamur enerjilerini önemli ($p < 0.05$) düzeyde etkilediği, ikame oranı arttıkça enerjinin düştüğü gözlenmiştir. Kendi aralarında değerlendirildiklerinde ise kontrol grubu ile %2 ikameli örneğin birbirine benzer, %2 ve %4 ikameli örneklerin birbirine benzer, %4 ve %6 ikameli örneklerin kendi içinde birbirine benzer ($p > 0.05$) olduğu görülmüştür. Enerji hamurun işlemeye karşı mukavemeti ve işlenebilirlik derecesini gösterir. Hamur enerjisinin yüksek olması hamurun gaz tutma kapasitesinin ve fermantasyon toleransının yüksek olduğunu gösterir (Elgün vd 1998). Şekil 4.9'da un örneğinde ekstensograf analizi verilmiştir. Analizde görülen yeşil çizgiler ilk 45 dakika değerlerini, mavi çizgiler 90. dakika değerini ve kırmızı çizgiler 135.dakika değerlerini gösterir. Grafikler iki paralel çalışılarak çizilmiştir.



Şekil 4.9.Un örneğinde ekstensograf analizi

4.6 Ekmek Pişirme Denemeleri Sonuçları

Ekmek pişirme denemeleri sırasında, ekşi hamur tozunun un miktarı üzerinden farklı oranlarda ikame edilmesiyle üretilen hamurlarda yoğurmadan sonraki ve son

fermantasyon sonrası pH'ları ile son fermentasyon süreleri belirlenmiş ölçülmüştür. Ekşi hamur tozu değişkenine ait ortalama değerlerin Tukey testi sonuçları Tablo 4.11'de verilmiştir. Bu değerlere ait varyans analizi değerleri Ek Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4.11 Hamurların yoğurmadan sonraki ve son fermentasyon sonrası pH değerleri ve son fermentasyon sürelerinin ekşi hamur tozu değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları

Ekşi Hamur Tozları	n	Yoğurmadan Sonraki Hamur pH'sı*	Son Fermentasyon Sonrası Hamur pH'sı	Son Fermentasyon Süresi (dk)
EHT(SC)	12	5.61±0.01a	5.40±0.01a	59.33±0.77ab
EHT(LB)	12	5.56±0.01a	4.67±0.01b	61.67±0.77a
EHT(SL)	12	5.46±0.01b	4.82±0.01c	58.42±0.77b

* : Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0.05)
± : Standart hata

Farklı ekşi hamur tozlarıyla hazırlanmış hamurlarda ekşi hamur tozu çeşidinin yoğurmadan sonraki hamur pH'larını önemli (p<0.05) düzeyde etkilediği görülmüştür. pH'nın EHT(SC) örneğinde 5.61 ve EHT(LB) örneğinde 5.56 değerleri ile birbirine benzer (p>0.05) olduğu, EHT(SL) örneğinde ise 5.46 değeri ile bu ikisinden önemli düzeyde düşük olduğu görülmüştür (p<0.05).

Hamurların son fermentasyon sonrası pH değerleri yoğurmadan sonra ölçülen pH değerlerine göre düşüş göstermiştir. Son fermentasyon sonrası hamur pH'larının EHT(SC) örneğinde 5.40, EHT(LB) örneğinde 4.67, EHT(SL) örneğinde 4.82 ile birbirinden önemli (p<0.05) düzeyde farklı olduğu görülmüştür. Yoğurmadan sonra ölçülen hamur pH'larının son fermentasyondan sonra azalmasının nedeni; mayanın fermentasyon sırasında laktik asit üretmesi sonucu hamurdaki asitliğin artmasıdır (Elgün ve Ertugay 1997). Bu etki laktik asit bakterili EHT(LB) örnekte daha fazla görülmüştür. Laktik asit bakterileri önemli miktarda laktik asit üreterek pH'nın düşmesine sebep olmuştur.

Farklı ekşi hamur tozlarıyla hazırlanmış hamurlarda son fermentasyon süreleri incelendiğinde istatistiksel anlamda farklılıklar olduğu görülmüştür (p<0.05). Ancak

kendi içlerinde EHT(SC) ve EHT(LB) örneğinin birbirine benzer ($p>0.05$) olduğu, EHT(LB) ile EHT(SL) örneğininin de birbirine benzer ($p>0.05$) olduğu görülmüştür.

Ekşi hamur tozlu hamurların yoğurmadan sonraki ve son fermentasyon sonrası pH değerleri ve son fermentasyon sürelerinin ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları Tablo 4.12’de verilmiştir.

Tablo 4.12 Hamurların yoğurmadan sonraki ve son fermentasyon sonrası pH değerleri ve son fermentasyon sürelerinin ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları

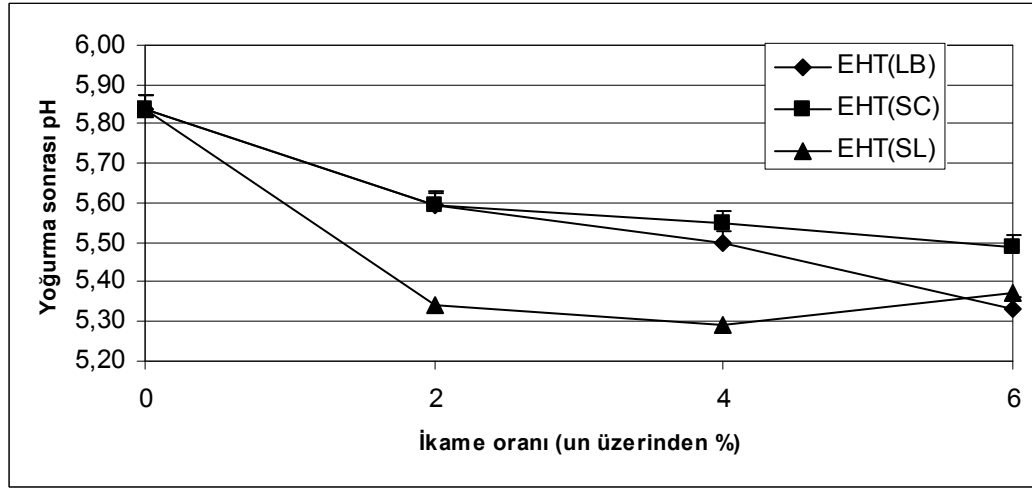
İkame Oranı	n	Yoğurmadan Sonraki Hamur pH’sı *	Son Fermentasyon Sonrası Hamur pH’sı	Son Fermentasyon Süresi (dk)
0	9	5.84±0.01a	5.55±0.01a	57.33±0.89b
2	9	5.51±0.01b	4.91±0.01b	59.44±0.89ab
4	9	5.44±0.01bc	4.74±0.01c	61.00±0.89a
6	9	5.39±0.01c	4.65±0.0d	61.44±0.89a

* : Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p>0.05$)
±:Standart hata

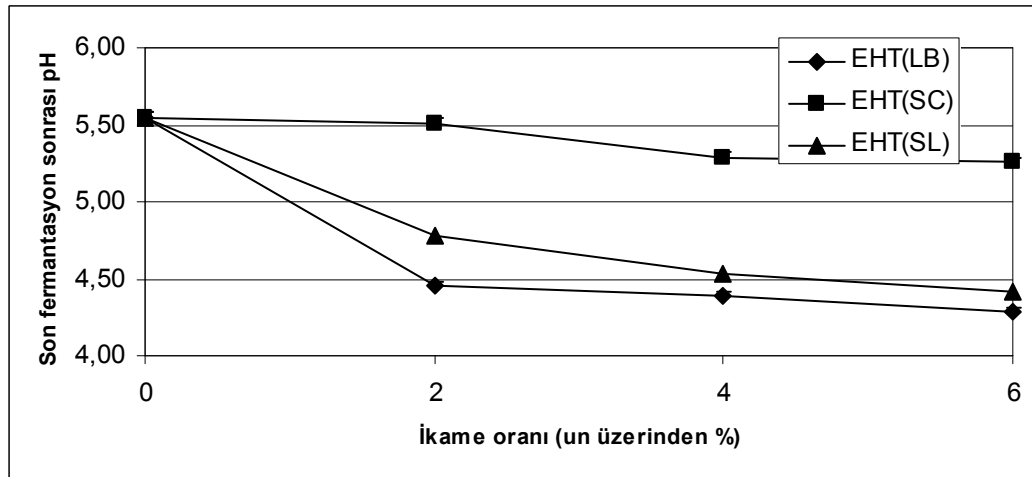
Yoğurmadan sonraki en yüksek hamur pH’sı kontrol hamurunda 5.84 olarak ölçülmüş, en düşük hamur pH’sı %6 ekşi hamur tozu ikameli örnekte 5.39 olarak ölçülmüştür. Farklı ikame oranının yoğurmadan sonraki hamur pH’larını önemli düzeyde etkilediği, ikame oran arttıkça pH’nın düştüğü görülmüştür ($p<0.05$). Ancak %2 ve %4 ikameli hamurlar ile %4 ve %6 ikameli hamurların yoğurma sonrası pH değerleri arasında istatistiki açıdan bir fark görülmemiştir ($p>0.05$). Şekil 4.10’da görüldüğü gibi ikame oranı arttıkça yoğurma sonrası pH genel olarak düşerken, ikame oranı %6’ya çıktığında ise pH sadece EHT(SL) örneği için yükselmiştir.

Farklı oranlarda ekşi hamur tozu ikame edilmiş hamurlarda son fermentasyon sonrası ölçülen en yüksek hamur pH’sı kontrol hamurunda 5.55, en düşük hamur pH’sı %6 ekşi hamur tozu ikameli örnekte 4.65 olarak ölçülmüştür. Tüm ikame örnekleri arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Şekil 4.11’de görüldüğü gibi ikame oranı %2’ye çıkarıldığında fermentasyon sonrası pH EHT(SC) örneği için hemen hemen değişmezken diğer iki örnek için hızlı bir biçimde düşmüştür. İkame

oranı %4 olduğunda ise pH'larda azalma devam etmiş, %6 ikame oranı için ise yine EHT(SC) örneğinde önemli bir azalma görülmemiştir.



Şekil 4.10 Farklı ekşi hamur tozu örneklerinin yoğurma sonrası pH değerlerinin ikame oranına göre değişimi



Şekil 4.11 Farklı ekşi hamur tozu örneklerinin son fermantasyon sonrası pH değerlerinin ikame oranına göre değişimi

Kontrol hamurunun son fermantasyon süresi 57.33 dk olarak en düşük iken, %6 ekşi hamur tozu ikameli hamurun son fermantasyon süresi 61.44 dk olarak en yüksek bulunmuştur. Ekşi hamur tozu ilave edilmemiş hamurun son fermantasyon süresi ile %2, %4 ve %6 ekşi hamur tozu ikame edilmiş hamurların son fermentasyon süreleri

arasındaki fark anlamlıdır ($p < 0.05$). Ancak kendi içinde kontrol hamuru ile %2 ikameli hamur birbirine benzer iken, %2, %4 ve %6 ikameli hamurlarında birbirine benzer ($p > 0.05$) olduğu görülmüştür.

Ekşi hamur tozu kullanılarak üretilen ekmeklerin ve kontrol ekmeklerinin kalitelerini belirlemede kullanılan spesifik hacim parametreleri tespit edilmiş, ekşi hamur tozu değişkenine ait ortalama değerlerin Tukey testi sonuçları Tablo 4.13’de verilmiştir. Spesifik hacim değerine ait varyans analizi değerleri Ek Tablo 5’de verilmiştir.

Farklı ekşi hamur tozları kullanılarak üretilmiş ekmeklerin spesifik hacimleri arasında istatistiksel olarak değişim gözlenmemiştir ($p > 0.05$). Ancak $3.27 \text{ cm}^3/\text{g}$ olarak EHT(SL) örneği ile yapılan ekmek en yüksek spesifik hacmi vermiştir.

Tablo 4.13 Farklı ekşi hamur tozları ilave edilerek hazırlanmış ekmeklerin spesifik hacim değerlerine ait ortalama değerlerin Tukey testi sonuçları

Ekşi Hamur Tozları	n	Spesifik Hacim (cm^3/g)
EHT(SC)	12	$3.17 \pm 0.06a$
EHT(LB)	12	$3.15 \pm 0.06a$
EHT(SL)	12	$3.27 \pm 0.06a$

* : Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p > 0.05$)
 \pm : Standart hata

Ekşi hamur tozu ile üretilen ekmeklerin spesifik hacim değerlerinin ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları Tablo 4.14’de verilmiştir. İkame oranı arttıkça ekmeklerin spesifik hacim değerlerinin arttığı ancak aralarında istatistiksel açıdan fark olmadığı görülmüştür ($p > 0.05$). En düşük spesifik hacim $3.07 \text{ cm}^3/\text{g}$ olarak kontrol ekmeğinde en yüksek spesifik hacim ise $3.33 \text{ cm}^3/\text{g}$ olarak %6 ikameli ekmekte ölçülmüştür.

Spesifik hacim değeri ekmeklerin kalitesini belirlemede kullanılan önemli bir parametredir. Elgün vd (1998) $3.20\text{--}3.80 \text{ cm}^3/\text{g}$ aralığında spesifik hacme sahip ekmeklerin 8 puan ile değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmektedirler. Buna göre laktik asit bakterisi ve maya karışımı ekşi hamur tozu EHT(SL) ikameli ekmeğin spesifik hacmi $3.27 \text{ cm}^3/\text{g}$ ile bu puan sınırı içinde olduğundan, bu örneğin diğer ekşi

hamur tozu çeşitlerinden daha fazla kabul görebileceği söylenebilir. İkame oranlarından ise %4 ve %6 ikame oranının kabul edilebilir puan sınırı içinde olduğu bulunmuştur.

Tablo 4.14 Ekşi hamur tozu ile üretilen ekmeklerin spesifik hacim değerlerinin ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları

İkame Oranı	n	Spesifik Hacim (cm ³ /g)
0	9	3.07±0.07a
2	9	3.19±0.07a
4	9	3.21±0.07a
6	9	3.33±0.07a

* : Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0.05)
± : Standart hata

Ekşi hamur kullanımı ile ilgili bir çalışmada 0, 10, 15 ve 20 saat olmak üzere dört ekşi hamur fermantasyon süresi; %0, 10, 20 ve 30 olmak üzere dört farklı ekşi hamur katkı seviyesi faktör olarak seçilerek beyaz tava ekmekleri üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin teknolojik ve kalitatif özellikleri incelenmiş, sonuç olarak; 10-15 saat fermantasyon süresi %20-30 ekşi hamur katkısı ile yapılan ekmeklerin hacim, spesifik hacim, gözenek, tekstür ve renk bakımından daha kaliteli olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon süresi ve ilave edilen ekşi hamur miktarı artırıldıkça; hacim ve spesifik hacim artmıştır (Kotancılar vd 2006). Benzer sonuç bu çalışmada da bulunmuş, ekşi hamur tozu ikame oranı arttıkça spesifik hacim artmıştır.

Kontrol ekmeklerinin ve ekşi hamur tozu ikame edilen ekmeklerin Hunter LabScan Colorimeter cihazıyla belirlenen kabuk ve iç renk yoğunluğu değerlerinin ikame oranı değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları Tablo 4.15’de verilmiştir. Ekmek kabuğu renk yoğunluğuna ait varyans analizi değerleri Ek Tablo 6’da, ekmek içi renk yoğunluğuna ait varyans analizi değerleri Ek Tablo 7’de verilmiştir.

Farklı ikame oranındaki ekşi hamur tozları ile hazırlanmış ekmeklerin kabuk ve iç renk yoğunluğu değerleri incelendiğinde kontrol ekmeklerinin L, a ve b değerlerinin %2, %4 ve %6 ikameli örneklerden daha yüksek olduğu görülmüş, aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur. Kontrol ekmeğinin kabuk ve iç renk değerinin L değerinin yüksekliğine bağlı olarak daha parlak (açık renkli) olduğu belirlenmiştir. Ekmeklerin kabuk ve iç renk b değerleri incelendiğinde b değerinin

ikame oranıyla birlikte azalmasına bağlı olarak, ekşi hamur tozu ikamesinin ekmekte kabuk ve iç renk intensitesini sarıya doğru yönelttiği söylenebilir. İkame oranındaki artışa bağlı olarak a değeri artışı ise ekmek iç renginin renk intensitesinin koyulaşarak kırmızıya yöneldiği şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 4.15 Farklı ikame oranındaki ekşi hamur tozları ile hazırlanmış ekmeklerin kabuk ve iç kısımlarının Hunter Lab skalasında renk yoğunluğu değerleri

İkame Oranı	n	Kabuk*			İç		
		L	a	b	L	a	b
0	9	55.13±0.87a	12.69±0.20a	21.67±0.24a	74.22±0.31a	0.79±0.02b	15.72±0.02a
2	9	44.62±0.87b	11.06±0.20b	18.13±0.24b	62.17±0.36b	0.94±0.02a	13.51±0.02b
4	9	43.53±0.87b	11.34±0.20b	17.82±0.24b	62.00±0.36b	0.97±0.02a	13.48±0.02b
6	9	42.42±0.87b	11.38±0.20b	17.18±0.24b	62.07±0.36b	1.02±0.02a	13.50±0.02b

* : Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p>0.05)
± : Standart hata

Farklı ekşi hamur tozlarıyla hazırlanmış ekmeklerin kabuk ve iç renk yoğunluğu değerlerinin ekşi hamur tozu değişkenine ait ortalama değerlerinin Tukey testi sonuçları Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16 Farklı türdeki ekşi hamur tozlarından hazırlanmış ekmeklerin kabuk ve iç kısımlarının Hunter Lab skalasında renk yoğunluğu değerleri

Ekşi Hamur Tozları	n	Kabuk			İç		
		L	a	b	L	a	b
EHT(SC)	12	47.60±0.75a	11.28±0.17a	18.85±0.21a	65.14±0.31a	0.91±0.02a	14.05±0.08a
EHT(LB)	12	46.88±0.75ab	11.73±0.17a	18.98±0.21a	64.98±0.31a	0.92±0.02a	14.08±0.08a
EHT(SL)	12	44.78±0.75b	11.85±0.17a	18.26±0.21a	65.30±0.31a	0.96±0.02a	14.02±0.08a

* : Parametrelerde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır(p>0.05)
± : Standart hata

Ekmek kabuklarının L değerleri incelendiğinde istatistiksel anlamda aralarındaki farkın önemli (p<0.05) olduğu bulunmuştur. Kendi içinde EHT(SC) ile EHT(LB)'nin, EHT(LB) ile de EHT(SL)'nin birbirine benzer (p>0.05) olduğu görülmüştür. Ekmeklerin kabuk a ve b değerleri ile ekmek içinin L, a ve b değerleri arasındaki farkın önemsiz (p>0.05) olduğu, ekşi hamur tozu çeşidinin bu değerleri etkilemediği bulunmuştur. Ekmeklerin kabuk ve iç renk yoğunluğu değerlerinin tümü arasında, ekşi

hamur tozu çeşidine bağlı olarak belirgin bir fark olmadığı için, sadece bu değerler dikkate alındığında kabul edilebilirliklerinin aynı olabileceği söylenebilir.

Yapılan ekmeklerin eğitilmemiş panelistlere sunularak ekmek kabuk rengi, iç rengi, gözenek yapısı, çiğnenebilirliği, tadı, aroması ve genel kabul özellikleri bakımından değerlendirmeleri istenmiştir. Değerlendirme sonuçları Tablo 4.17’de verilmiştir. Buna göre panelistlerin kabuk rengi, iç rengi, gözenek yapısı, çiğnenebilirliği, tadı, aroması ve genel kabul özellikleri bakımından ekmekleri değerlendirmeleri sonucunda yapılan istatistiki analizde ekmekler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Ancak panelistler tarafından 7 soruda da en yüksek puan ile en çok beğenilen ekmek laktik asit bakterili ekşi hamur tozunun EHT(LB) % 2 ikame oranı ile üretilen ekmek olmuştur.

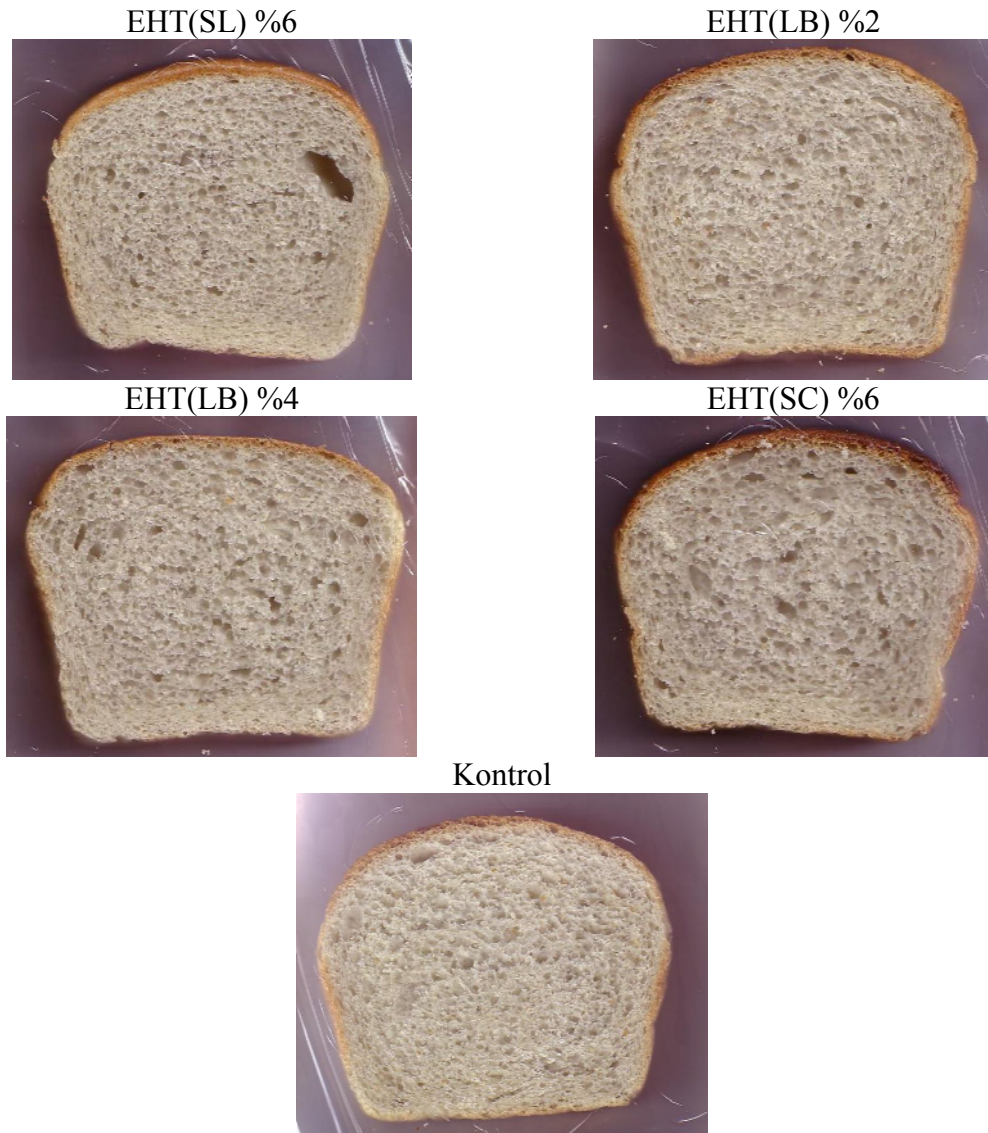
Tablo 4.17 Ekmeklerin duyuşsal değerlendirme sonuçları

Duyusal Özellik	Ekşi Hamur Tozu Çeşidi ve İkame Oranı				
	Kontrol	EHT(LB) %2	EHT(LB) %4	EHT(SC) %6	EHT(SL) %6
Ekmek İçi Rengi	5.32 ± 0.23 a	5.60 ± 0.23 a	4.84 ± 0.23 a	5.16 ± 0.23 a	4.92 ± 0.23 a
Ekmek Kabuk Rengi	5.32 ± 0.22 a	5.44 ± 0.22 a	5.28 ± 0.22 a	5.20 ± 0.22 a	5.40 ± 0.22a
Gözenek Yapısı	5.24 ± 0.23 a	5.32 ± 0.23 a	5.28 ± 0.23 a	5.24 ± 0.23 a	5.00 ± 0.23a
Çiğnenebilirlik	4.88 ± 0.26 a	5.20 ± 0.26 a	4.88 ± 0.26 a	4.52 ± 0.26 a	4.48 ± 0.26a
Tad	5.04 ± 0.23 a	5.24 ± 0.23 a	4.96 ± 0.23 a	5.00 ± 0.23 a	4.48 ± 0.23a
Aroma	5.04 ± 0.23 a	5.08 ± 0.23 a	4.92 ± 0.23 a	4.80 ± 0.23 a	4.48 ± 0.23a
Genel Beğeni	5.24 ± 0.22 a	5.40 ± 0.22 a	5.20 ± 0.22 a	5.12 ± 0.22 a	4.64 ± 0.22a

Duyusal panel testinde elde edilen ekmek kabuğu ve içi renk puanları, Hunter Labscan Colorimeter cihazıyla ölçülen ekmek kabuğu ve içi renk yoğunluk değerleriyle (L, a ve b) karşılaştırıldığında, daha önce de ifade edildiği gibi ikame oranına bağlı olarak ekmeklerin kabuk ve iç L, a ve b değerleri arasında istatistiki açıdan belirgin şekilde değişim ($p<0.05$) olduğu gözlenmiştir. Buna rağmen duyuşsal panel testinde elde edilen ekmek kabuğu ve içi renk puanları arasında belirgin fark olmadığı ($p>0.05$) gözlenmiştir. Bu da eğitilmemiş panelistlerin kullanılmasından ve ekmeklerin birbirine yakın benzerliklerinden dolayı tam ayrılamamasından kaynaklanabilir. Duyusal

değerlendirmede istatistiksel fark olmamasına rağmen en çok EHT(LB) %2 ikameli ekmek beğenilmiştir.

Duyusal panel testine tabi tutulan ekmeklere ait pH değerleri; kontrol ekmeğinde 5.85, EHT(LB) %2 ikameli ekmekte 5.72, EHT(LB) %4 ikameli ekmekte 5.68, EHT(LB) %6 ikameli ekmekte 5.53, EHT(SL) %6 ikameli ekmekte 5.59 bulunmuştur. Ekmek pişirme denemelerinde de benzer sonuç bulunmuş, yoğurma sonrası ve son fermantasyon sonrası en düşük pH EHT(SL) örneğinde görülmüştü. Duyusal panel testine tabi tutulan ekmek içi kesitleri Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12 Duyusal panel testine tabi tutulan ekmek içi kesitleri

5. SONUÇ

Toplam un üzerinden %1 instant aktif kuru mayalı EH(SC), %1 starter kültürlü EH(LB) ve %1 instant aktif kuru maya ile %1 starter kültür karışımı EH(SL) olarak 3 farklı türde hazırlanmış ekşi hamur tozlarının ekmek hamurlarının kimyasal, mikrobiyolojik ve reolojik özelliklerini incelemeyi amaçlayan çalışmada, yapılan analiz ve ölçümler sonunda elde edilen sonuç ve öneriler aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

1. Elde edilen sonuçlara göre, maya ve laktik starter kullanımı, hamur ve ekmek özelliklerine, pH ve asitlik gelişimine etki etmiştir. En düşük pH 3.86, en yüksek toplam asitlik % 1.71 olarak, *L.brevis* starter kültürü ile yapılan ekşi hamur örneğinde ölçülmüştür. Ekşi hamur tozlarında ise yine en düşük pH 3.92, en yüksek asitlik % 5.37 ile *L.brevis* 'li örnektir.
2. Ekşi hamurlarda 40 °C'de 3 günlük kurutma sonucu maya ve laktik asit bakterisi sayımları 10^2 'den (CFU/g) küçük bulunmuş, kurutma sürecinde mikroorganizmaların canlılıklarını kaybettiği sonucuna varılmıştır.
3. Ekmek yapımında ekşi hamur tozu ikame oranı arttıkça yaş gluten değerinin azaldığı görülmüştür. Gluten indeksi, sedimentasyon ve gecikmeli sedimentasyon değerleri de yaş glutene benzer şekilde ikame oranı arttıkça azalma göstermiştir.
4. Ekşi hamur tozu ikame oranının protein değerlerini etkilemediği, kül miktarını arttırdığı görülmüştür.
5. Ekşi hamur tozu çeşidinin yaş gluten, gluten indeksi ve kül değerlerini etkilemediği, sedimentasyon ve gecikmeli sedimentasyon değerleri ile protein değerlerini etkilediği görülmüştür. Gecikmeli sedimentasyon değerlerinde en hızlı ve en fazla düşüş EHT(SL) örneğinde görülmüştür. Diğer örneklerde ikame oranı arttıkça gecikmeli sedimentasyon değerleri azalırken, ikame oranı %6'ya çıktığında EHT(SL) örneğine ait değer artış göstermiştir.
6. Ekşi hamur tozu ikame oranının unun su absorpsiyonunu ve hamurun gelişme süresini etkilemediği görülmüştür. Hamur stabilitesini ve yoğurma toleransını etkilemiş, ikame oranı arttıkça hamurların stabilite ve yoğurma toleransları azalmıştır. Hamurların yumuşama dereceleri (12 dk değeri) ekşi hamur tozu ikame oranı arttıkça artış göstermiştir. Ekşi hamur tozu çeşidinin ise unun su

- absorbsiyonunu, hamurun gelişme süresini, stabilitesini, yoğurma toleransını ve yumuşama derecesini etkilemediği görülmüştür.
7. Ekşi hamur tozu ikamesinin hamur mukavemeti ve maksimum direnci etkilemediği, uzayabilirlik ve enerji değerlerini azalttığı görülmüştür. Ekşi hamur tozu çeşidinin ise bu değerleri etkilemediği görülmüştür.
 8. Ekşi hamur tozu ikame oranının yoğurma sonrası ve son fermantasyon sonrası hamur pH'larını etkilediği görülmüş, ikame oranı arttıkça yoğurma sonrası pH genel olarak düşerken, ikame oranı %6'ya çıktığında ise pH sadece EHT(SL) örneği için yükselmiştir. İkame oranı %2'ye çıkarıldığında fermantasyon sonrası pH EHT(SC) örneği için hemen hemen değişmezken diğer iki örnek için hızlı bir biçimde düşmüştür. İkame oranı %4 olduğunda ise pH'larda azalma devam etmiş, %6 ikame oranı için ise yine EHT(SC) örneğinde önemli bir azalma görülmemiştir. Ekşi hamur tozu ikame oranı arttıkça hamurların son fermantasyon sürelerinin arttığı gözlenmiştir.
 9. Ekşi hamur tozu kullanımı ile en yüksek spesifik hacim EHT(SL) örneğinde ve %6 ikameli ekmekte ölçülmüştür. Ekşi hamur tozu ikame oranı arttıkça spesifik hacim değeri artmıştır. Ancak ekşi hamur tozu ikame oranının ve çeşidinin ekmeklerin spesifik hacim değerlerini istatistiksel olarak etkilemediği bulunmuştur.
 10. Ekşi hamur tozu ikame oranının ekmeklerin kabuk ve iç renk L, a ve b değerlerini etkilediği görülmüştür. Kontrol ekmeğinin L, a ve b değerlerinin %2, %4 ve %6 ikame oranlı ekmeklerden yüksek olduğu bulunmuştur. Ekşi hamur tozu ikamesinin ekmekte kabuk ve iç renk intensitesini sarıya doğru yönelttiği söylenebilir.
 11. Ekşi hamur tozu çeşidinin ise genel olarak ekmeklerin kabuk ve iç renk L, a ve b değerlerini etkilemediği görülmüştür. Ekmeklerin kabuk ve iç renk yoğunluğu değerlerinin tümü arasında, ekşi hamur tozu çeşidine bağlı olarak belirgin bir fark olmadığı için, sadece bu değerler dikkate alındığında kabul edilebilirliklerinin aynı olabileceği söylenebilir.
 12. Duyusal değerlendirme denemelerinde kontrol ekmeği, %6 EHT (SC) ve EHT (SL) ikame oranlı ekmek ile %2 ve %4 EHT (LB) ikame oranlı ekmek olmak üzere beş farklı ekmek kullanılmıştır. Panelistlerin kabuk rengi, iç rengi, gözenek yapısı, çiğnenebilirliği, tadı, aroması ve genel kabul özellikleri bakımından ekmekleri değerlendirmeleri sonucunda, ekmekler arasında fark

hissedilememiştir($p>0.05$). Ancak panelistler tarafından 7 soruda da en yüksek puan ile en çok beğenilen ekme  laktik asit bakterili ekşi hamur tozunun EHT(LB) % 2 ikame oranı ile üretilen ekme  olmuştur.

13. Ekşi hamur tozu çeşidi ve ikame oranıyla ilgili genel değerlendirmeler sonucu *S.cerevisiae* ve *L.brevis* ile üretilen ekşi hamur tozunun %6 ikame oranlı ekmeği ilk sırada yer alarak, uygulamada tavsiye edilebilir.
14. Bu  alışma sonuçlarına göre, üretimi gerçekleştirilen ekşi hamur tozunun ekşi hamura alternatif olarak ekme  üretiminde kullanılabileceği başarılı bir şekilde gösterilmiştir. Böylece ekşi hamur tozunun ekme  üretiminde kullanılmasıyla kontrolsüz şartlarda üretilen ekşi hamurlardan kaynaklanan sorunlar bertaraf edilebilecek ve ekme  üretiminde kolaylıklar sağlanabilecektir.

KAYNAKLAR

- Anon, (1990) Ekmekçilik Semineri. İstanbul Ticaret Odası Yayınları No: 26, İstanbul.
- Anon, (1995) The Manuel of HunterLab-XEC Hunterlab Cooperation, 11491 **Sunset Hills Road**, Reston, VA 22090, U.S.A.
- Altuğ, T. (1993) Duyusal Test Teknikleri, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları (1. Baskı), Yayın No:28, İzmir, 56 s.
- Corsetti, A., Gobetti, M., and Smacchi, E. (1996) Antibacterial Activity of Sourdough Lactic Acid Bacteria ; Isolation of a Bacteriocin-Like Inhibitory Substance From *Lactobacillus Sanfrancisco C57*. **Food Microbiol.**, 13: 447-456.
- Corsetti, A., Gobetti, M., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. and Rossi, J. (1998) Sourdough Lactic Acid Bacteria Effects on Bread Firmness and Stalling. **J. Food Science**, 63: 347-351.
- Cossignani, L., Gobetti, M., Damini, P., Corsetti, A., Simonetti, M.S., and Manfredi, G. (1996) The Sourdough Microflora. **Z.Lebensm.Unters.Forsch.**, 203:88-94.
- Çon, A.H., ve Gökalp, H.Y. (2001) Laktik Asit Bakterilerinin Antimikrobiyal Metabolitleri ve Etki Şekilleri. **Türk Mikrobiyal Cem.derg.**, 30:180-190.
- Çon, A.H., ve Şimşek, Ö. (2003) Ekşi Hamur Laktik Asit Bakterileri ve Ekmeğin Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. **Unlu Mamüller Teknolojisi Dergisi**, 58: 44-55.
- Dağlıoğlu, O. (1997) Fırın Ürünlerinde Karşılaşılan Mikrobiyal Bulaşmalar ve Önleme Yolları. **Un Mamülleri Dünyası Dergisi**, 6:4-14.
- Dikbaş, N. (2003) Vakfikebir Ekmeğindeki Mikroflora ve Aroma Maddelerinin Tespiti., Doktora tezi, **Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Erzurum, 111s.
- Dinçer, A., ve Çam, G. (1992) “Ekmek Üretiminde Starter Kültür Kullanımı ve Ekşi Hamur Fermantasyonu”, **Gıda Mühendisliği Kongresi**, İzmir, s.104-109.
- Elçi, L. (2000) Analitik Kimya Laboratuvarı, Erciyes Üniversitesi Kimya Bölümü Yayınları No: 122, Kayseri, 171s.
- Elgün, A., Certel, M., Ertugay, Z., ve Kotancılar, H.G. (1998) “Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu”, **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları** No: 335, Erzurum, 238s.
- Elgün, A., ve Ertugay, Z. (1997) Tahıl İşleme Teknolojisi. **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları** No: 718, Erzurum, 376s.

- Elgün, A., ve Türker, S. (2000) Unlu Mamüllerde Un Kalitesi ve Ekmek Yapım İşlemleri. **Selçuk Üniversitesi Mesleki Eğitim Seminerleri**, Seminer No:1, Konya, 40s.
- Ercan, R., ve Bildik, E. (1993) Ekmeğin Bayatlaması ve Etki Yapan Önemli Faktörler. **Unlu Mamülleri Dünyası**, 2:10-14.
- Gobetti, M. (1998) The Sourdough Microflora; Intereactions of Lactic Acid Bacteria and Yeasts. **Trends in Food Science and Technology**, 9:267-274.
- Göçmen, D. (1993) Un ve Katkı Maddelerinin Ekmek Kalite ve Bayatlamasına Etkileri. **Gıda**, 18:325-331.
- Göçmen, D. (1996) Hamur Hazırlanmasında Şerbetçiotu ve Laktik Starter Kullanımının Hamur ve Ekmeğin Özelliklerine Etkileri., Doktora Tezi, **Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Bursa, 87 s.
- Göçmen, D., ve Gürbüz, O. (2000) Fırıncılık Ürünlerinde Sünme Küf Oluşumunun Önlenmesinde Kimyasal Koruyucu ve Laktik Starter Kullanımı. **Dünya Gıda**, 6:84-87.
- Göçmen, D. (2001) Ekşi Hamur ve Laktik Starter Kullanımının Ekmekte Aroma Oluşumu Üzerine Etkileri. **Gıda**, 26:13-16.
- Gül, H. (1999) Isparta Yöresinde Kullanılan Ekşi Mayanın Bileşimi ve Fizyolojik Özelliklerinin Araştırılması ve Ekmek Yapımında Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Isparta, 65s.
- Gül, H., Özçelik, S., Sağdıç, O., ve Certel, M. (2003) Sourdough Bread Production with *Lactobacilli* and *S.cerevisiae* isolated from sourdoughs. **Process Biochemistry**, 40:691-697.
- Halkman, K., ve Taşkın, Y. (2001) Süt Ürünleri Endüstrisinde Starter Kültür. **Gıda Mühendisliği Dergisi**, 5(10). 45-52.
- Hansen, A., Lund, B., and Lewis M.J. (1989) Flavour Production and Acidification of Sourdough in Relation to Starter Culture and Fermentation Temperature. **Lebensm. Wiss.**, 22:145-149.
- Katina, K., Sauri, M., Alakomi, L., and Sandholm, M.T. (2002) Potential of Lactic Acid Bacteria to Inhibit Rope Spoilage in Wheat Sourdough Bread. **Lebensm-Wiss.U.Technol.**, 38-45.
- Kotancılar, H.G., Karaoğlu, M.M., ve Uysal, P. (2006) Ekşi Hamur Sisteminin Beyaz Tava Ekmeğinin Kalitesi Üzerine Etkisi. **Hasad Dergisi**, 252:39-48.
- Kunz, J.S.K. (1995) Preparation and Function of Sourdough. Pratical Course Cereal and Baking Technology, **Institut Für Lebensmitteltechnologie der Universität**, Part C, Bonn. 26p.

- Larsen, A.G., Vogensen, F.K., and Josephsen, J. (1993) Antimicrobial activity of Lactic Acid Bacteria Isolated from Sourdoughs: Purification and Characterization of Bavaricin A, a Bacteriocin Produced by *Lactobacillus bavaricus* N1401. J. *Appl. Bacteriol.* 75:113-122.
- Lönner, C., and Preve-Akesson K. (1988) Effects of Lactic Acid Bacteria on the Properties of Sourdough Bread. *Food Microbiology*, 3:19-35.
- Lund, B., Hansen, A., and Lewis M.J. (1989) The Influence of Dough Yield on Acidification and Production of Volatiles in Sourdoughs. *Lebensm-Wiss.U.Technol.*, 22:150-153.
- Martinez-Anaya, M.A., Pitarch, B., Bayarri, P., and Benedito de Barber, C. (1990) Microflora of the Sourdoughs of Wheat Flour Bread. X. Interactions Between Yeasts and Lactic Acid Bacteria in Wheat Doughs and Their Effects on Bread Quality. *Cereal Chemistry*, 6:85-91.
- Sıklı, Ö.H., ve Karapınar, M. (2002) “Ekşi Maya Ekmeğinin Mikroflorası ve Aromatik Karakteristikleri”, *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi*, İzmir, s.165-175.
- SAS Institute (1990) SAS User’s Guide: Statistics. Version 6, Fourth ed., SAS Institute, Cary, North Carolina, ABD.
- Şimşek, Ö. (2003) Uşak Yöresi Ekşi Hamurlarından İzole Edilen Antimikrobiyal Aktiviteye Sahip Laktik Asit Bakterilerinin Tanımlanması ve Bazı Metabolik Özelliklerinin Belirlenmesi., Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 60s.
- Talay, M. (1997) Ekmek Bilimi ve Teknolojisi. *Ekin Yayıncılık ve Pazarlama*, İstanbul 70s.
- Tamerler, T. (1986) Ekşi Maya ile Buğday Ekmeğinin Hazırlanması ve Ekşi Maya Mikroorganizmaları. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri: B.* 4: 145-154.
- Ünal, S.S. (1992) Ekmekçilikte Standart Üretim ve Kaliteli Standart Üretimi Etkileyen Faktörler. *Un Mamülleri Dünyası Dergisi*, 1:6-8.
- Ünal, S.S. (1991) Hububat Teknolojisi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları (3.Baskı), Yayın No:28, İzmir, 217s.
- Web 1, (2007). Buğday unu tebliği, “*Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü*”, www.kkgm.gov.tr (05.04.2007).

EKLER

EK Tablo 1. Farklı oranlarda ekşi hamur tozu ilave edilerek hazırlanmış hamurların kimyasal ve teknolojik özellikleri sonuçlarına ait varyans analiz değerleri

Varyans kaynağı	SD	Y.GLUTEN		G.INDEKSİ		S.DEĞERİ		G.S.DEĞERİ		PROTEİN		KÜL	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
EHT	2	0.032	0.42	4.194	0.42	9.334	7.64**	67.445	21.11**	0.034	6.20**	0.00	2.58
Oran	3	0.910	11.83**	100.398	10.12**	32.889	26.91**	118.259	37.02**	0.009	1.67	0.00	10.99**
EHT x Oran	6	0.041	0.54	12.565	1.27	2.889	2.36	17.370	5.44**	0.008	1.47	0.00	0.85
Hata	24	0.077		9.917		1.223		3.195		0.005		0.00	

**p<0.01 düzeyinde önemlidir.

EK Tablo 2. Farklı oranlarda ekşi hamur tozu ilave edilerek hazırlanmış hamurların farinograf denemelerinin sonuçlarına ait varyans analiz değerleri

Varyans kaynağı	SD	ABSORBSİYON		G.SÜRESİ		STABİLİTE		Y.TOLERANSI		Y.DEĞERİ	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
EHT	2	0.062	0.23	0.077	0.58	0.724	0.98	165.028	0.60	178.528	1.21
Oran	3	0.059	0.21	0.298	2.21	19.770	26.84**	1585.370	5.79**	3626.546	24.60**
EHT x Oran	6	0.263	0.95	0.208	1.55	0.721	0.98	139.842	0.51	128.380	0.87
Hata	24	0.278		0.135		0.737		273.75		147.445	

**p<0.01 düzeyinde önemlidir.

EK Tablo 3. Farklı oranlarda ekşi hamur tozu ilave edilerek hazırlanmış hamurların ekstensograf denemelerinin sonuçlarına ait varyans analiz değerleri

Varyans kaynağı	SD	H..MUKAVEMETİ(EU)		UZAYABİLİRLİK(mm)		M..DİRENÇ(EU)		ENERJİ(cm ²)	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
EHT	2	1505.194	2.98	18.084	0.48	2830.861	2.96	148.083	3.29
Oran	3	860.334	1.70	1403.667	36.88**	2531.361	2.64	525.213	11.68**
EHT x Oran	6	240.306	0.48	14.750	0.39	510.861	0.53	21.935	0.49
Hata	24	505.778		38.056		957.917		44.972	

**p<0.01 düzeyinde önemlidir.

EK Tablo 4. Farklı oranlarda ekşi hamur tozu ilave edilerek hazırlanmış hamurların pH değerleri ve son fermantasyon sürelerine ait varyans analiz değerleri

Varyans kaynağı	SD	YSPH		FSPH		FS	
		KO	F	KO	F	KO	F
EHT	2	0.078	26.85**	1.807	586.57**	33.694	4.74*
Oran	3	0.362	124.86**	1.503	487.86**	31.065	4.37*
EHT x Oran	6	0.021	7.15**	0.208	67.40**	4.065	0.57
Hata	24	0.003		0.003		7.112	

*p<0.05 düzeyinde önemlidir.

**p<0.01 düzeyinde önemlidir.

YSPH: Yoğurma sonrası pH

FSPH: Son fermantasyon sonrası pH

FS: Fermantasyon süresi

EK Tablo 5. Farklı oranlarda ekşi hamur tozu ilave edilerek hazırlanmış ekmeklerin spesifik hacim değerlerine ait varyans analiz değerleri

Varyans kaynağı	SD	Spesifik Hacim (cm ³ /g)	
		KO	F
EHT	2	0.048	1.11
Oran	3	0.108	2.51
EHT x Oran	6	0.026	0.59
Hata	24	0.043	

**p<0.01 düzeyinde önemlidir.

EK Tablo 6. Ekmek kabuğu renk yoğunluğu değerlerine ait varyans analiz değerleri

Varyans kaynağı	SD	L		a		b	
		KO	F	KO	F	KO	F
EHT	2	25.809	3.81*	1.064	2.89	1.747	3.21
Oran	3	310.552	45.85**	4.783	12.97**	36.784	67.62**
EHT x Oran	6	8.493	1.25	0.346	0.94	0.748	1.38
Hata	24	6.772		0.368		0.543	

*p<0.05 düzeyinde önemlidir.

**p<0.01 düzeyinde önemlidir.

EK Tablo 7. Ekmek içi renk yoğunluğu değerlerine ait varyans analiz değerleri

Varyans kaynağı	SD	L		a		b	
		KO	F	KO	F	KO	F
EHT	2	0.470	0.40	0.007	0.94	0.009	0.10
Oran	3	331.608	283.22**	0.087	11.69**	11.171	120.25**
EHT x Oran	6	0.432	0.37	0.018	2.51	0.045	0.49
Hata	24	1.171		0.007		0.093	

**p<0.01 düzeyinde önemlidir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Fatma Burcu AKGÜN
Ana Adı : Nuray
Baba Adı : Nurdal
Doğum Yeri ve Tarihi : Denizli, 12.10.1980
Lisans Eğitimi ve Mezuniyet Tarihi : Pamukkale Üniv., Mühendislik Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü, 2002
Yüksek Lisans Eğitimi ve : Pamukkale Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü
Mezuniyet Tarihi : Kimya Öğretmenliği Bilim Dalı (Tezsiz
yüksek lisans)
Medeni Hali : Bekar
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce
Aldığı Belgeler : Bureau Veritas Gözetim Hizmetleri Ltd. Şti ISO
9001:2000 Kalite Yönetim Sistemi İç Tetkikçi
Belgesi