

133185

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAZI ENZİMLERİN BİSKÜVİ KALİTESİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Müge HENDEK

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2003**

133185

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Recai ERCAN danışmanlığında, Müge HENDEK tarafından hazırlanan bu çalışma 24.10.2003 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Adem ELGÜN
: Prof. Dr. Recai ERCAN
: Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Metin OLGUN

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI ENZİMLERİN BİSKÜVİ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Müge HENDEK

Ankara Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Recai Ercan

Bisküvi proses aşamalarında hamurda işleyiş kolaylığı sağlamak ve son üründe kalite unsurlarını etkilemek amacıyla günümüzde en sık proteaz, α -amilaz ve hemiselülaz enzimleri kullanılmaktadır.

Proteaz, α -amilaz ve hemiselülaz enzimleri farklı sübstratlara etki ettiklerinden, hamur sisteminde farklı reaksiyonları gerçekleştirmekte, dolayısıyla bisküvi kalitesinin farklı yönlerden etkilenmelerine neden olmaktadır. Bu çalışmada bisküvi üretiminde kullanılan bu üç enzimin farklı dozajlarda iki farklı tipte una uygulanmalarıyla öncelikle un özellikleri üzerindeki etkileri saptanmaya çalışılmış, daha sonra bisküvi kalitesi üzerindeki etkileri irdelenmiştir.

Proteaz, α -amilaz ve hemiselülaz enzimlerinin, hamur özelliklerine etkilerinin saptanmasında farinograf, ektensograf ve alveograf analizleri yapılmış ve enzimlerin su absorpsiyonu, gelişme süresi, stabilite ve yumuşama derecesi gibi farinograf özellikleri; uzama kabiliyeti, uzamaya karşı gösterdiği direnç, enerji gibi ektenzograf özellikleri ile kabarma indeksi gibi alveograf özellikleri üzerinde etkili oldukları ve hamuru zayıflatıcı etkiye buldukları tespit edilmiştir.

Bisküvi hamurunun yoğrulması aşamasında proteaz ve amilazların hamurda yumuşama, daha az su kullanımı, daha kısa yoğurma süresi sağlamaları, ayrıca uzun karıştırma süresinin son ürün kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerini engellemeleri itibarıyla bu enzimlerin olumlu yönlerinden hamur yapımı aşamasında faydalanılabileceğini göstermiştir.

Bisküvi yapım prosesinde proteaz ve amilaz ilaveli hamurların daha kolay işlenmesi, uzamaya karşı daha az direnç göstermesi, bisküvilerin kalıp şeklini muhafaza etmeleri olumlu olarak nitelendirilmiştir.

Proteaz, α -amilaz ve hemiselülaz enzimlerinin bisküvi yapımında kullanılması sonucu, kalite özelliklerinin değiştiği, enzimlerin bisküvi hamurunun elastikiyeti, son ürünün yüzey düzgünlüğü, kalıp şeklinin korunması, yayılması, iç yapı rengi ve dış yüzey rengi, ağızda dağılma, gevreklik gibi yeme özellikleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Şekil açısından proteazların, yüzey rengi açısından amilazların, iç rengi açısından hemiselülazların daha olumlu etkiye buldukları ortaya konmuştur.

2003, 83 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Proteaz enzimi, α -amilaz enzimi, hemiselülaz enzimi, un kalite analizleri, bisküvi kalitesi

ABSTRACT

Masters Thesis

EFFECTS OF SOME ENZYMES ON THE QUALITY OF BISCUITS

Müge HENDEK

Ankara University

Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Recai ERCAN

The protease, α -amylase and hemicellulase enzymes are added in to doughs very often to facilitate to dough machineability and to effect to the final products quality properties.

Because of the effect of the protease, α -amylase and hemicellulase enzymes on the different substrates, causes the different reactions in the dough system, and the quality of the final product's are influenced by the different ways. In this study, three type's of commercial enzymes are used in different dosages in two different biscuit flour, firstly their effects on flour properties were determined and secondly their effects on biscuit quality were investigated.

The effects of protease, α -amylase and hemicellulase enzymes to dough properties are determined by farinograph, extensograph and alveograph assays. In farinograph properties e.g. water absorption, development time, stability and degrees of softening; in extensograph properties e.g. extensibility, dough's resistance to extend, energy; in alveograph properties e.g. rising index are investigated. Their weaken effect to dough texture is determined.

The adding of protease and amylase enzymes in the mixing of the biscuits dough stage are provided that a softness structure, more less water absorption and shorten mixing time. In applied to these positives effects, There is a preventative effect of them to solve of the quality problem causes of long mixing time in the final products. For these reasons their usage will provides advantage in dough handling stage were showed.

The protease, α -amylase and hemicellulase enzymes are added in to doughs very often to facilitate to dough easily handling, less resistance to extend and protection of nature shape.

In conclusion, with addition protease, α -amylase and hemicellulase enzymes, biscuit's quality properties were changed, biscuit dough flexibility were affected, the final product's top surface were been smooth, the shape were protected, biscuit's spreading was affected in oven positively, the colour of inside and outside surface were affected and good crumbling and crispiness were obtained. Proteases effected positive in the point of the biscuits shape. Amylases effected positive in the point of surface colour. Hemicellulases effected positive in the point of inside colour were obtained.

2003, 83 Pages

KEY WORDS: Protease enzyme, α -amylase enzyme, hemicellulase enzyme, The flour quality assays, biscuit quality

TEŐEKKÖR

Bu tez çalıőmasının her safhasında beni yönlendiren ve destekleyen danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Recai ERCAN (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi)' a, materyal temini, tesis ve laboratuvar imkanlarıyla çalıőmamda her zaman destek olan Bifa Bisküvi ve Gıda Sanayi A.Ő. ve yöneticilerine, laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Tahıl Kalite Laboratuvarı Bölüm Baőkamı Doç. Dr. Ayhan ATLI ve çalışma arkadaşlarına, tüm çalıőmam boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen sevgili eőime ve aileme içten teőekkürlerimi sunarım.

Müğe Hendek
Ankara, Ekim 2003

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER.....	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Rutubet miktarı tayini.....	17
3.2.2. Kül miktarı tayini.....	17
3.2.3. Protein miktarı tayini.....	17
3.2.4. Zeleny sedimantasyon değeri tayini.....	17
3.2.5. Düşme sayısı tayini.....	17
3.2.6. Yaş gluten miktarı tayini.....	17
3.2.7. Kuru gluten miktarı tayini.....	18
3.2.8. Alkali su tutma kapasitesi.....	18
3.2.9. Farinograf araştırmaları.....	18
3.2.10. Ekstensograf araştırmaları.....	18
3.2.11. Alveograf araştırmaları.....	18
3.2.12. Bisküvi pişirme testi.....	18
3.2.13. Duyusal analiz.....	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	21
4.1. Analitik Bulgular.....	21
4.2. Araştırma Bulguları.....	23
4.2.1. Enzim katkısının unların reolojik özellikleri üzerine etkileri.....	23
4.2.1.1. Enzimlerin farinogram özellikleri üzerine etkileri.....	23
4.2.1.2. Enzimlerin extensogram özellikleri üzerine etkileri.....	28
4.2.1.3. Enzimlerin alveogram özellikleri üzerine etkileri.....	33
4.2.2. Enzim katkısının bisküvi özellikleri üzerine etkileri.....	40
4.2.2.1. Enzim katkısının bisküvi hamur yapımı üzerine etkileri.....	41
4.2.2.2. Enzim katkısının bisküvi kalite özellikleri üzerine etkileri.....	47
4.2.2.3. Bisküvilerde duyusal analiz.....	52
5. SONUÇ.....	77
KAYNAKLAR.....	79

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Gluten bağlarının yükseltgenme ve indirgenmesi.....	6
Şekil 4.1. Bakteriye proteaz katkı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler.....	54
Şekil 4.2. Bakteriye proteaz katkı zayıf un ile üretilmiş bisküviler.....	55
Şekil 4.3. Fungal proteaz katkı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler.....	57
Şekil 4.4. Fungal proteaz katkı zayıf un ile üretilmiş bisküviler.....	58
Şekil 4.5. Papain proteaz katkı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler.....	60
Şekil 4.6. Papain proteaz katkı zayıf un ile üretilmiş bisküviler.....	61
Şekil 4.7. Bakteriye amilaz katkı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler.....	63
Şekil 4.8. Bakteriye amilaz katkı zayıf un ile üretilmiş bisküviler.....	64
Şekil 4.9. Fungal amilaz katkı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler.....	66
Şekil 4.10. Fungal amilaz katkı zayıf un ile üretilmiş bisküviler.....	67
Şekil 4.11. Bakteriye hemiselülaz katkı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler.....	69
Şekil 4.12. Bakteriye hemiselülaz katkı zayıf un ile üretilmiş bisküviler.....	70
Şekil 4.13. Fungal hemiselülaz katkı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler.....	72
Şekil 4.14. Fungal hemiselülaz katkı zayıf un ile üretilmiş bisküviler.....	73

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan enzimlerin özellikleri.....	14
Çizelge 3.2. Kullanılan enzimler ve kullanım oranları.....	15
Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan petibör bisküvi formülü.....	16
Çizelge 3.4. Panelde kullanılan puanaj formu.....	19
Çizelge 3.5. Panel sonuçlarının değerlendirilme şeması.....	20
Çizelge 4.1. Bisküvi üretiminde kullanılan unların bazı özellikleri.....	22
Çizelge 4.2. Enzimlerin kuvvetli unun farinogram özellikleri üzerine etkileri.....	24
Çizelge 4.3. Enzimlerin zayıf unun farinogram özellikleri üzerine etkileri.....	25
Çizelge 4.4. Enzimlerin kuvvetli unun ekstenzogram özellikleri üzerine etkileri.....	29
Çizelge 4.5. Enzimlerin zayıf unun ekstenzogram özellikleri üzerine etkileri.....	30
Çizelge 4.6. Enzimlerin kuvvetli unun alveogram özellikleri üzerine etkileri.....	34
Çizelge 4.7. Enzimlerin zayıf unun alveogram özellikleri üzerine etkileri.....	35
Çizelge 4.8. Enzimlerin kuvvetli un bisküvi hamuru yapımı üzerine etkileri.....	42
Çizelge 4.9. Enzimlerin zayıf un bisküvi hamuru yapımı üzerine etkileri.....	43
Çizelge 4.10. Enzim katkısının kuvvetli unun bisküvi kalitesine etkisi.....	48
Çizelge 4.11. Enzim katkısının zayıf unun bisküvi kalitesine etkisi.....	49
Çizelge 4.12. Bakteriyel proteaz katkılı kuvvetli ve zayıf unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları	53
Çizelge 4.13. Fungal proteaz katkılı kuvvetli ve zayıf unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları	56
Çizelge 4.14. Papain proteaz katkılı kuvvetli ve zayıf unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları	59
Çizelge 4.15. Bakteriyel amilaz katkılı kuvvetli ve zayıf unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları	62
Çizelge 4.16. Fungal amilaz katkılı kuvvetli ve zayıf unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları	65
Çizelge 4.17. Bakteriyel hemiselülaz katkılı kuvvetli ve zayıf unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları	68
Çizelge 4.18. Fungal hemiselülaz katkılı kuvvetli ve zayıf unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları	71

1.GİRİŞ

Türkiye’de bisküvi sanayinin göstermiş olduğu gelişmeler, bisküvi çeşitliliğini ve tüketicinin kalite kriterlerindeki gelişmeleri de beraberinde getirmiştir. Çeşit ve kalite unsurlarının gelişiminin temelinde de modern teknoloji ve uygun katkı maddelerinin kullanımı bulunmaktadır.

Bisküvi üretimindeki temel ingredientler çeşide göre değişim göstermekle birlikte un, yağ ve şekerdir. Bunların yanı sıra undaki %14’lük rutubet ile şeker şuruplarından gelen su haricinde ilave edilen, hamurun oluşturulmasında ve kabarma mekanizmasında önemli işlevi olan su da önemli bir girdidir (Wade 1988). Yine bisküvi çeşidine bağlı olarak çeşitli kabartıcılar, süt ve malt ürünleri, soya unu gibi unsurlar da kullanılmaktadır.

Bisküvi üretiminde kullanılan fonksiyonel ingredientlerden biri olan enzimler, pek çok üretici tarafından yeni bir katkı olarak görülmektedir. Bu fikir, gıda sektöründe bazı kategoriler için doğru olmakla birlikte, fırıncılık ürünlerinde enzim çalışmaları ve uygulamalarının oldukça uzun bir tarihi vardır. Fırıncılık ürünlerinde enzim çalışmaları esas alındığında yaklaşık 100 yıllık bir geçmişinin olduğu görülebilir (Hegenbart 1994).

Fırıncılık ürünlerinde enzimler, proses süresini kontrol etmek, aroma sağlamak, tekstürü geliştirmek, raf ömrünü uzatmak, kimyasal gıda katkılarının kullanımını azaltmak gibi pek çok fonksiyonel amaç için kullanılırlar. Genelde doğal olarak bulunan bu proteinler, ingredient olarak ve gıda ürünlerinde proses yardımcısı olarak kullanılırlar (Mannie 1998). Bu şekilde hamurların makinelerde işlenmesi kolaylaşmakta ve ürün kalitesi iyileşmektedir (Hoseney 1990). Enzimler buğday ve soya gibi temel formül girdilerinde doğal olarak belirli düzeyde bulunur ve prosese katılırlar. Bunlara ek olarak hamura dışarıdan ilave edilen enzimler ise sahip oldukları yüksek aktivite nedeniyle düşük düzeylerde kullanımı, buna karşılık sağladıkları yüksek fonksiyonaliteleri nedeniyle maliyet açısından da önemli bir tercih edirliliğe sahiptirler (Mannie 1998).

Bu çalışmada ticari olarak üretilen proteaz, α -amilaz ve selüloz enzimlerinin bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Farklı ticari firmalardan temin edilen, elde ediliş kaynakları farklı 7 çeşit enzim (proteaz, α -amilaz ve selüloz enzimleri) 2 farklı tipte una, 4 farklı düzeyde ilave edilerek hamur üzerindeki etkileri araştırılmış, aynı çalışma bisküvi üretiminde de yapılarak son ürün kalitesi üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur.

2. KURAMSAL TEMELLER

Bisküvi, tahıl veya çeşitli unların içerisinde kabartıcı maddeler, şeker, yemeklik tuz, nebati yağ ve gerektiğinde glikoz, invert şeker, süt tozu, yumurta, peynir altı suyu tozu, nişasta gibi yenilebilir maddeler, katkı ve çeşni maddeleri katıldıktan sonra içilebilir nitelikteki su ile yoğrulup, tekniğe uygun olarak işlenen, şekil verilip pişirilen bir gıda maddesi olarak tanımlanmaktadır (Anonymous 1991).

Bisküvi ve benzeri ürünler genelde yumuşak buğday unundan elde edilmektedirler. Yumuşak buğday unundan elde edilen ürünlerin içi daha uniform, yumuşak ve arzu edilen yayılma özelliğindedir. Bunun nedeni de daha düşük su absorpsiyonu, ince granülasyon ve düşük protein miktarına sahip olmalarıdır (Kent 1983, Hosney1990). Protein miktarı yüksek olan unlardan yapılan bisküvi hamuru, fazla akıcı olmadığından yayılmasını daha uzun sürede tamamlamakta ve daha küçük bisküviler vermektedir (Gaines ve Donelson 1985). İyi kalite bisküvilik buğdaylarda bisküvi çapı fazla ve genişleme süresi uzundur (Abdoud *et al.* 1985).

Bisküvi üretiminde düşük protein içeriğine sahip yumuşak ve zayıf buğday unları tercih edilmesine rağmen, bisküvi sanayinde kullanılan un oranı unlu mamullerde kullanılan un oranı ile karşılaştırıldığında oldukça azdır. Bu nedenle un üreticileri, daha çok un kalitelerinin standardizasyonunda bisküvilik kriterlerden çok ekmeklik kriterleri dikkate almaktadır. Oysaki bisküvide kullanılacak unun özellikleri ekmeklik unun özelliklerinden oldukça farklıdır. Bisküvilik unun özelliği Chopin alveograf değerine göre $W < 150$ olmalıdır. Yani direnç ve elastikiyet düşük olmalıdır. Bu özellikteki un üretimine imkan verecek buğday bulunmadığı zaman istenilen parametrelerin sağlanabilmesi için bisküvilik unun standardizasyonunda amilaz, proteaz, hemiselülaz gibi enzimlerin kullanımı gündeme gelmektedir (Hoseborg 2000).

Katkı maddeleri unların fonksiyonel özelliklerini uygun hale getirerek değişik fırıncılık ürünlerinin kaliteli üretilmesini sağlamaktadırlar. Enzimler rengi geliştirmek, hamuru yumuşatmak ve tekstürel özellikleri iyileştirmek

amacıyla çeşitli bisküvi ve kraker hamurlarında kullanılmaktadırlar (Wade 1988).

Gıda sanayiinde kullanılan enzimler başlıca üç kaynaktan elde edilirler ;

- 1.Bitkilerden elde edilenler : Malt diastazi , papain, bromelin ve fisin ;
- 2.Hayvansal kaynaklardan elde edilenler : Pankreas enzimleri, pepsin, katalaz ve rennin ;
- 3.Mikroorganizmalardan elde edilenler : İnvertaz, amilaz, proteaz, amiloglikozidaz, pektinaz, glikoz oksidaz ve katalaz enzimleri örnek olarak verilebilir (Hoseborg 2000).

Hoseborg (2000) tarafından enzimlerin bisküvi üzerindeki etkileri;

1. Kuvvetli buğday unlarının yapısını gevşeterek, elde edilen ürünleri çekmeye ve kırılmaya karşı korumak;
- 2.Metabisülfitin yerine ikame kullanım;
- 3.Yüksek lifli bisküvi ve krakerlerde hamurun işlenmesini ve yeme özelliklerini iyileştirmek şeklinde belirtilmiştir.

Fırıncılık ürünlerinde α -amilaz, amiloglikozidaz, pentozanaz (hemiselülaz), ferulik asid esteraz, sülfhidril oksidaz, lipaz, lipoksigenaz, peroksidaz, proteaz ve glikoz oksidaz enzimleri kullanılabilir (Godfrey 2000).

Enzim seçiminde en önemli kriterler yüksek spesifiklik ve aktivitedir. Çünkü bazen yan reaksiyonlar sistemi etkileyebilir, ürünün tat ve tekstürüne zarar verebilirler. Örneğin, enzimler protein yapısında olmaları nedeniyle indirgen şekerler ile birlikte Maillard esmerleşme reaksiyonlarına katılabilir. Az miktarda kullanıldıklarında aromaları bir problem olarak açığa çıkmaz. Bununla birlikte bazı enzimler yakıcı acılıkta tada neden olurlar (Mannie 1998). Yüksek enzim aktivitesi ise düşük doz kullanımı sağlar. Maliyet açısından da enzimin bu özelliği önemlidir.

Proteazlar bir proteinde bir amino asidin amino grubu ile daha sonraki amino asidin karboksil grubu arasındaki peptit bağlarını hidrolize ederler.

Hamurdaki bu hidroliz gluten zincirlerini zayıflatır. Bu da hamuru, proteazın eklenme zamanına bağlı olarak iki yönüyle etkiler. Eğer proteaz hamurun erken proses aşamalarında eklenerek hidrolizine izin verildiyse, hamurun gelişimi için gerekli yoğurma süresini azaltır. Proteazın bir hamura erken ilavesi bununla birlikte glutenin çok zayıf bir yapı kazanmasına, sonuçta da istenmeyen bir iç yapının oluşmasına neden olur (Hegenbart 1994).

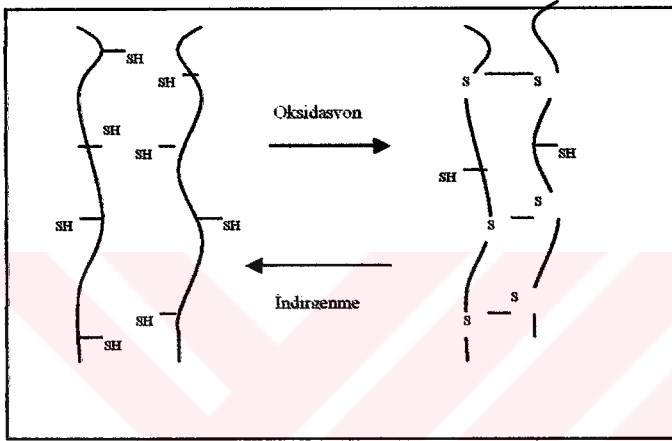
Fırıncılık ürünlerinde kullanılan proteazlar da, amilazlar gibi küflerden ve bakterilerden elde edilebilirler. Farklı tipteki proteazlar farklı katalitik mekanizmalara sahiptirler.

1. Asit proteazlar : Unda bulunabilirler ve düşük pH'ya sahiptirler. Kraker üretiminde ilk aşama olan mayalandırılmış ön hamur yapımında kullanılabilirler.
2. Sülfidril proteazlar : Un ve malt gibi pek çok tane kaynaklı ingredientte bulunur. Bunlar ayrıca ananas sapından; bromelain ve papayadan; papain vb.'den de ekstrakte edilebilirler. pH optimumları 3.5'dan 8.5'a kadar değişir.
3. Serin Proteazlar: Alkali proteazlar olarak da bilinirler. pH optimumları 7.5'dur. Bu gruba bakteriyel proteaz'ların bir bölümü örnek olarak gösterilebilir.
4. Nötral proteazlar : Çoğunlukla ticari elde edilebilen proteazlardır. pH optimumları 7' dir. Fungal proteaz'ların büyük bir bölümü bu gruba dahildir.

Bisküvi üretimi, unun protein özelliklerinin ayarlanmasına gereksinim göstermektedir. Dikkatli seçilen proteazlar, yoğrulabilme ve şekil vermeye minimum zarar vererek hamur elastikiyetini azaltmak için kullanılırlar. Bisküvi hamurlarının hazırlanmasında sülfür dioksit kullanımının durdurulmasına karşı güçlü bir baskı vardır. Bu toksik kimyasalın yerine proteinaz ve pentozanazların karışımından oluşan bir kombinasyon kullanılabilceği ifade edilmektedir (Godfrey 2000).

Nitekim protein miktarı arttıkça hamurun akıcılığının azaldığı ve böylece hamurun daha az yayıldığı ve protein miktarı ile bisküvi genişliğinin direkt ilişkili olduğu belirtilmiştir (Abdoud *et al.* 1985, Ganes ve Donelson 1985).

Bisküvi hamuru yapımında S-S (di sülfid) bağlarının proteaz enzimleri veya sülfid yardımıyla indirgenmesi sağlanarak, işlenmesi daha kolay bir hamur ve daha gevrek yapıda bir bisküvi elde edilmesi hedeflenir. Enzimler veya sülfid yoluyla oluşturulan indirgenme olayı basit olarak şekil 2.1.'de gösterilmiştir (Anonymous 2000).



Şekil 2.1. Gluten bağlarının yükseltgenme ve indirgenmesi

Enzimler ve sodyum bi sülfid gibi indirgen ajanlar hamur viskozitesini düşürerek bisküvi yayılımını arttırmaktadırlar. Papain, bisküvinin yayılmasını arttırmakta, aynı zamanda sert kırmızı buğday unundan bisküvi yapımına olanak sağlamaktadır (Hegenbart 1994). Ancak bi sülfid kullanımının indirgen ajan olarak görev yapması ve glutenin gevşetilmesi gibi olumlu fonksiyonları yanında vitamin B2'nin parçalanmasına neden olması, renk gelişimini önlemesi, lezzette bozulmaya neden olması ve bazı kişilerde alerjiye neden olabilmesi gibi olumsuz etkileri de mevcuttur.

Bisküvi yapımında bi sülfid kullanımının 30 ppm düzeyini aşmaması gerekir. Pişirmede bunun yaklaşık 2/3'si buharlaşır. Bunun üzerindeki gereksinimlerin enzim kullanımıyla takviye edilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Anonymous 2000).

Bi sülfid gibi indirgen ajanlar ve proteazlar benzer fonksiyonlara sahip olsalar da iki katkı arasında fark vardır. İndirgenler hamurda çok çabuk etkinlik gösterirler ve çok çabuk reaksiyona girer. Proteazlar ise daha yavaş etki ederler, ancak bir katalist olarak genelde fırının içerisindeki denatüre olma aşamasına kadar etkileri devam eder. Diğer bir fark da, glutenin yumuşatılma seviyesi indirgen ajanlarda indirgenin ilave edilen miktarına bağlıdır, oysa enzimin etkisi hem enzimin miktarına hem de proteaz aktivitesi için uygun görülen sürenin uzunluğuna bağlıdır (Hammer 1995 a).

Proteaz, hamura yoğurma aşamasının geç safhalarında da ilave edilebilir. Bu ilave, hamurun yoğurma süresini kısaltmaz. Çünkü enzim, çok fazla gluteni hidrolize edecek yeterli zamana bulamamıştır. Şekil verme, işleme aşamalarında meydana gelen ve devam eden hidroliz, hamurun akıcılığının gelişimine yardımcı olur (Hegenbart 1994). Proteazlar, yufkalanmış bisküvi hamurlarını (kraker, tatlı baskı tipleri vb.), gluten bağlarını hidrolize ederek gevşetir ve yumuşatır. Yufkalanmış hamurun gerilimini elemine eder veya azaltır (Mannie 1998). Proteazlar ile sağlanan yayılma ve kalıptan çıktıktan sonra hamurun toplanma yapmadan şeklini muhafaza etmesi yağlı katkı maddeleri ilavesi ile de sağlanabilir. Ancak yağlı katkı maddeleri ilave edilmiş ürünlerde lipit hidrolizi ve lipit oksidasyonu da söz konusu olduğundan oksijen ve ışığa karşı duyarlılık artabilecektir (Evranoz 1987).

Diğer bir proteaz uygulaması da özellikle bisküvi hamurlarında sodyum bi sülfidin yerine kullanımudur. Bu hamurların içerdiği düşük orandaki yağ ve su sonuçta hamurda katılık ve gerginliğe yol açar. Bu katılık ve gerginlik hamurun yufkalanmasında güçlüğe neden olur. Sodyum sülfid, gluten molekülündeki di sülfid bağlarını hidrolize eder uzamaya karşı direnci azaltır ve sonuçta daha plastik bir hamur meydana gelir (Hegenbart 1994).

Değişik tip proteazlar değişik tip hamurlar için seçilirler. Örneğin kimyasal olarak kabartılan ürünlerde bromelin, papain gibi hızlı etki eden proteazlar kullanılabilir. *B.subtilis*'ten elde edilen nötral ya da alkali, yavaş etkili proteazlar fermente edilen soda kraker tipi ürünlerde tercih edilebilirler. Tuzlu fermentatif tip krakerlerde ise iki uzun fermentasyon periyodu vardır. Bunlardan biri 18 saatlik sponge diğeri ise asıl hamur yapıldıktan sonraki 4 saatlik fermentasyon süreleridir. Sponge fermentasyonu süresince

pH genelde 4'ün altında seyrederek ve bu aşamada genelde gluten modifikasyonu için fungal proteaz (nötral proteaz) ilave edilir. Ana hamurun yapım aşamasında ise hamura sodyum bi karbonat ilave edilir ve pH 7.5'a kadar yükselir. Artık bu aşamada glutenin modifikasyonu için bakteriyel proteaza ihtiyaç duyulur.

Gueriviere ve Bussiere (1974) proteazların fırıncılık ürünlerinde kullanım olanaklarını araştırdıkları çalışmalarında, materyal olarak *Bacillus subtilis* proteazını bisküvi yapımında kullanmışlar, proteaz uygulamasının bisküvi hamurunun elastikiyetini, bisküvilerin ise yoğunluk, boyut, sertlik, tekstür renk ve aromasını direkt etkilediğini tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmanın sonucunda proteaz uygulamalarının bisküvi kalitesini genel olarak geliştirdiği ve bu enzimin özellikle gluten oranı yüksek unlar için daha uygun olduğu, endüstriyel ölçekli çalışmalarda enzim kullanımında aktivite kontrolü vb. çeşitli konularda problemler ile karşılaşılacağı belirtilmiştir.

Ishida ve Nagasaki (1989 a), yaptıkları çalışmada bisküvi prosesinde proteaz uygulamasının etkilerini araştırmışlar ve bunların sodyum hidro-sülfid ile karşılaştırmalarını yapmışlardır.

Enzim olarak bromelain papain, iki çeşit fungal proteaz ve bakteriyel proteaz kullanmışlardır. Sonuçta bisküvi hamurlarında proteaz ve sodyum hidro-sülfid ilavesi sonucunda hamur gelişme süresinin kısaldığı ve uzamaya karşı direncin de azaldığı görülmüştür. Proteazlar ve sodyum hidrosülfidin bisküvi hamurunun çekme payını azalttığını gözlemişlerdir.

Fırıncılık ürünlerinde kullanılan α -amilaz enzimleri 3 kaynaktan elde edilirler (Hegenbart 1994). :

1. Malt İngredientleri : Malt unu doğal olarak amilaz içermektedir. Bu içerik, un harici diğer hububatlar için de geçerlidir. Bir hububat tanesi nemlendirilip, çimlendirildiğinde α -amilaz oranında oldukça yükselme meydana gelir. Bu amaçla kullanılan kaynaklar malt unu, malt ekstraktı ve malt şuruplarıdır. Malt unu daha çok kraker ve ekmeklerde kullanılır.

2. Fungal Amilaz : Gelişme döneminde bazı küfler α -amilaz sentezlerler. *Aspergillus oryzae* kültürü, fungal amilazı elde etmek için ekstrakte edilir, konsantre edilir ve kurutulur. Böylece kullanıma hazır tablet formuna veya toz formuna dönüştürülebilir. Fungal amilazlar standart buğday unlarında kullanılabilir, fakat genellikle hamur kondüsyonunu sağlamak amacıyla proses yardımcısı olarak sonradan ilave edilirler.

3. Bakteriyel Amilazlar : *Bacillus subtilis* gibi bazı bakteriler, α -amilaz sentezlerler. Bunlar da ekstrakte edilir ve kurutulurlar. Bakteriyel amilaz oldukça termolabildir ve fırıncılık ürünlerinde bitmiş son üründü yumuşaklık sağlarlar.

Amilazlar elde edildikleri kaynaklara göre farklı özellik gösterirler. Farklı kaynaklardan elde edilen α -amilaz'ların inaktive oldukları sıcaklıklar da birbirlerinden farklıdır (Miller *et al.* 1953, Anonymous 2000). Fungal α -amilaz yaklaşık 80 °C 'de inaktive olurken, malt amilazı 90 °C, bakteriyel α -amilaz ise 100 °C' nin üzerindeki sıcaklıklarda inaktive olurlar. Bu aynı zamanda farklı 3 kaynaktan elde edilen α -amilaz'ların stabilitelerinin farklılığını da ifade etmektedir. Ayrıca bu enzim kaynağının da ne kadar önemli olduğunun bir göstergesidir (Conn *et al.* 1950).

α -amilaz enzimi nişastayı çözünür dekstrinlere hidroliz eder. Bu dekstrinler büyük oranda β -amilazlarla hidrolizleri sonucu maltoza ve/veya amiloglikozidazlar ile hidrolizleri sonucu glikoza dönüştürülürler. Amilazlar unun öğütülmesi vb. durumlarda oluşan zedelenmiş nişasta veya hamurun karıştırılması ya da pişirilmesi sırasında olduğu gibi ısı ve rutubet ile jelatinize olmuş granüller üzerine etkilidirler. Amilaz aktivitesi sonucu oluşan şeker, maya ile kabartılan ürünlerde mayalar için besin görevi yapar (Hegenbart 1994). Özellikle fungal amilazlar nişastayı parçalarlar ve kraker tipi ürünlerde fermentasyon süresince maya besini olarak şeker temin ederler (Mannie 1998). Bir sonuç olarak, bu enzimlerin uygun oranlarda bulunması CO₂ oluşumu için kritik bir noktadır. Un doğal olarak α -amilaz ve β -amilaz içermektedir. Ancak, yalnızca β -amilazlar istenilen düzeydedirler. Bu nedenle hamurun gaz gücü arzu edilen α -amilazın hamura ilavesiyle kontrol edilir.

Amilazlar ayrıca hamurun konsistensini de etkilerler. Amilazlar hamur içerisinde öncelikle zedelenmiş nişasta granüllerine etki ederler. Zedelenmiş nişasta granülleri sağlam granüllerden daha fazla su absorbe ederler. Bu nedenle zedelenmiş nişasta granülleri amilaz ile reaksiyona girdiğinde hamurun su absorpsiyonu azaltılabilir, hamur konsistensi ayarlanır (Hegenbart 1994).

Amilazların bisküvi hamurunda öncelikle zedelenmiş nişasta üzerine etki etmeleri şeker oluşumunu sağlar. Böylece bisküvi yapımında Maillard reaksiyonu sonucu bisküvinin kabuk renginde iyileşme, amiloz dekstrinizasyonu sonucu da daha iyi hamur yapısı elde edilir. Amilazlar bisküvi hamur akışkanlığında ve fermantasyonda da iyileşme sağlarlar (Anonymous 2000).

Amilazların diğer önemli bir fonksiyonu bayatlamayı geciktirmeleridir. Zamanla fırınlanmış ürünün yapısında, nişastadaki amilopektinin rekristalizasyonu veya retrogradasyonunu içeren bir dizi kompleks değişiklikler meydana gelir. Amilopektinin küçük ünitelere hidroliziyle, bakteriyel alfa amilaz daha yumuşak bir yapı ve daha uzun bir raf ömrü sağlayabilir. Konuyla ilgili bir teoriye göre, enzim ilave edildiğinde amilopektin hala aynı oranda kristaldir, fakat kısaltılmış zincir uzunluğu kristalize olduğunda dahi elastikiyetini ve yumuşaklığını muhafaza etmektedir. Bir diğer teoriye göre kısaltılan amilopektin zincirleri retrogradasyona karşı daha az eğilim gösterirler. Diğer bir yönden enzim, fırınlama tamamlandıktan sonra nişastayı hidrolize etmeye devam etmektedir. Bakteriyel α -amilaz, kullanılan diğer α -amilazlardan daha fazla termal stabiliteye sahiptir.

Godfrey (2000) yapmış olduğu çalışmalarda bakteriyel amilazların pasta ve noodle üretiminde başarıyla kullanılabileceğini, geniş anlamda fırıncılık ürünlerinde kullanılan en yaygın enzimin ise fungal amilazlar olduğunu bildirmiştir.

Hemiselülazlar da kaliteyi geliştirmek amacı ile hamura ilave edilirler. Hem buğday hem de pirinç unları pentozanları içermektedirler. Nişasta olmayan bu polisakkaritler oldukça hidrofilitirler ve hamurun su absorpsiyon

yeteneğine önemli katkıda bulunurlar. Buğday unu kaynaklı ürünlerde pentozanlar ayrıca hacim gelişimine de katkıda bulunurlar. Pentozanların buğday unu kaynaklı ürünlere ilavesiyle mevcut pentozanların hidrolizi sonucu ürün hacmi geliştirilebilir (Hegenbart 1994). Pentozanlar ve spesifik hemiselülozlar hacmi artırırken fermentatif ürünlerde de fermentasyon ve pişme sırasında genleşmeyi arttırmaları (Mannie 1998). Aynı zamanda pentozanların hidrolizi sonucu su bırakırlar ve hamur gevşek bir yapı alır. Pentozanlar kullanıldığı zaman hamurun su absorpsiyonu buna göre ayarlanmalıdır. Eğer hamur çok gevşek yapıda olursa yalnızca makinalarda işlenebilirliği zorlaşmış olmaz, aynı zamanda da pentozanların hacim üzerindeki olumlu etkileri alınmaz (Hegenbart 1994).

Hemiselülozların selülozu hidrolize etmelerinden fırıncılık ürünlerinin kalitesini arttırmada da yararlanılır. Bunlar yüksek lifli fırıncılık ürünlerinde uzun selüloz zincirlerinin kırılmasıyla yeme kalitesinin geliştirilmesi amacıyla ilave edilirler (Hegenbart 1994).

Gaines ve Finney (1989) tarafından yapılan bir çalışmada; *Trichoderma reesei*' den elde edilen çeşitli selüloz preparatlarının bisküvi hamuruna ilave edilip, hamurlar işlenmeden 2 saat bekletildiğinde hamur kıvamının stabilitesi ve bisküvilerin boyutları üzerine çok etkili olduğu tespit edilmiştir. Enzim uygulanmayan hamurlar 2 saat bekletildiğinde bisküvilerin katı, sıkışık ve daha küçük boyutlu olduğu görülmüştür. Yapılan aynı çalışmada, papain proteazın, bisküvi yayılmasını arttıran ve bisküvi üst şeklini geliştiren en etkili enzim olduğu tespit edilmiştir. Yine yapılan aynı çalışmada sert kırmızı kışık ve sert yazlık buğday unlarına papain enzimi katılarak yapılan şekerli gevrek bisküvilerin yumuşak kırmızı kışık buğday unundan yapılan kontrol bisküvilerine göre daha büyük olduğu görülmüştür.

Yapılan çalışmalar bisküvi üretiminde kullanılan enzimlerin hamurun işleme fonksiyonları ve son ürünün kalite faktörleri üzerine olan etkileri yanında, bisküvinin aroması üzerinde etkisinin olduğunu da göstermiştir. Enzimlerin nişasta ve hemiselülozlar üzerine etkileri sonucu meydana gelen şekerler ile proteinlere etkileri sonucunda meydana gelen peptitler ve

aminoasitler bisküvinin pişme sonrasında kendine özgü aromasını verir (Anonymous 2000).

Fırıncılık ürünlerinde hangi tip enzimin kullanılacağına karar verilmesinde ilk aşama enzim seçimidir. Spesifik enzim aktivitesi araştırılır, son üründe arzu edilen sonuç belirlenir ve bunlara göre enzim kullanılır. Enzim seleksiyonu ve kullanımındaki diğer faktörler çok kolay değildir. Bunlar enzimin kaynağı ve formu, enzim aktivitesinin kuvveti, ne kadar kullanılacağı ve enzimin hangi koşullarda uygulanacağıdır. Enzim kullanımı sırasındaki zaman, sıcaklık, asidite ve tuz miktarı gibi hamur koşulları da enzim aktivitesini etkiler. Enzimin katalitik reaksiyonu için hamurun fırınlanmadan önce yeterli süre bekletilmesi gerekir. Farklı kaynaklardan elde edilen enzimler farklı optimum pH ve sıcaklık aralıklarında en iyi aktiviteyi gösterirler (Hegenbart 1994).

Anonymous (2000)'e göre bisküvi üretiminde uygun enzim çeşitlerinin kullanımı konusunda yapılan bir çalışmada yoğurma sıcaklıkları esas alınarak hamurlar soğuk ve sıcak hamurlar olarak iki grup altında incelenmiştir. Buna göre yoğurma sıcaklığı 18-22 °C olanı gluten oluşumu gözletilmeyen, yağ ve şeker açısından zengin olan soğuk hamurlarda bakteriyel proteaz, bakteriyel proteaz/amilaz kombinasyonu ve hemiselülaz kullanımı tavsiye edilirken, yoğurma sıcaklığı ortalama 40 °C, gluten oluşumu mevcut, yağ ve şeker açısından fakir olan sıcak hamurlarda bakteriyel proteaz, bakteriyel proteaz/amilaz kombinasyonu, papain ve bromelain kullanımı tavsiye edilmektedir.

Farklı spesifikliğe sahip enzimlerin hamurun reolojik davranışları üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, farklı reaksiyonları da beraberinde getiren bu enzimlerin kombinasyon halinde kullanımlarının pek çok avantajı da beraberinde getireceği saptanmıştır. Örneğin, amilaz-pentozanaz veya amilaz-proteaz kombinasyonu uygulandığında hamurda daha yüksek maltoz içeriğinin temin edildiği bildirilmiştir (Weipert 1972).

Hampl (1969) fırıncılık ürünlerinde kullanılan enzimler üzerinde yaptığı çalışmasında, endüstriyel koşullarda saf enzim kullanım avantajlarını, bunların spesifik etkilerini, düşük konsantrasyonlardaki hızlı etkileri ve

aktivite denetimlerini araştırmış, bir çok enzim sisteminin ekmek ve fırıncılık ürünlerinde kullanılabileceğini, ancak bunlardan en önemli enzim sistemlerinin amilaz-proteaz kompleksi ve pentozanazlar olduğunu bildirmiştir.

Bisküvilerde kullanılan unun gluten yapısının kuvvetli olması durumunda yoğurmayı zorlaştırdığı, unun zedelenmiş nişasta miktarı ve pentozan içeriğinin de hamur viskozitesini dolayısıyla yoğurmayı etkilediği belirtilmiş, bu nedenle doğru seçilmiş proteaz ve hemiselülaz kombinasyonlarının yoğurmada gerekli enerji miktarını azaltacağı tespit edilmiştir (Hoseborg 2000).

Son yapılan çalışmalarda pek çok hemiselülaz enziminin fungal α -amilaz enzimi ile birlikte ürünün hücresel yapısı üzerine geliştirici etkilerinin olduğu ortaya konulmuştur (Guy 2001).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak ülkemizde bisküvi üretimi yapan firmalardan sağlanan, kuvvetli ve zayıf özellikte 2 farklı buğday unu kullanılmıştır. Ayrıca farklı kaynaklardan elde edilen proteaz, α -amilaz ve selüloz enzimleri 4 farklı oranda bisküvilik unlara ilave edilmiştir. Çalışma için temin edilen ticari enzimlerin, temin edildikleri firma tarafından spesifikasyonlarında tavsiye edilen dozajları ve özellikleri çizelge 3.1.'de verilmiştir

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan enzimlerin özellikleri

ENZİM	KAYNAK	ÖNERİLEN DOZAJ (g/100 kg un)	AKTİVİTE
HEMİSELÜLAZ	<i>Bacillus subtilis</i>	10-20	> 142 U _{xylH} /g
HEMİSELÜLAZ	<i>Aspergillus oryzae</i>	5-10 g	
PROTEAZ	<i>Bacillus subtilis</i>	20-100	35 PU/g
PROTEAZ	<i>Aspergillus oryzae</i>	10-20	14000Hb U/g
PROTEAZ (Papain)	<i>Carica papaya</i>	5-20	200 PU/g
α -AMİLAZ	<i>Bacillus subtilis</i>	10-30	500 U/G
α -AMİLAZ	<i>Aspergillus oryzae</i>	2-10	

Çizelge 3.1.' de verilen enzimlerin spesifikasyon tavsiye dozajları ve literatürlerde önerilen dozajlar esas alınarak bu çalışmada, çizelge 3.2.'de verilen 4 ayrı oranın, tüm enzimlerde ortak kullanımına karar verilmiştir. Ancak ön denemelerde, farinograf çalışmalarında Papain proteaz enziminin bu oranlarda kullanıldığında hamurda ileri düzeyde parçalanma yaptığı,

aktivitesinin diğerlerine göre fazla olduğu dolayısıyla ekstensograf gibi diğer çalışmalarda grafik çiziminin mümkün olmayacağı düşünülerek kullanım dozajı, aktivitesi kendisiyle aynı birimden olan Bakteriyel proteaza göre 5.7 oranında düşürülmüştür (Ludewig 1977). Proteaz enziminin farinograf sonuçlarına etkileri konusunda yapılan çalışmalarda, diğerlerine oranla papain proteazı ve *B.subtilis* nötral proteazının çok yoğun proteolitik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir (Ducro 1974).

Çizelge 3.2. Kullanılan enzimler ve kullanım oranları

ENZİMLER	KAYNAK	UYGULAMA DOZLARI (g/100 kg un)	SAĞLANDIĞI KAYNAK
PROTEAZ	Bakteriyel	5-10-15-20	Orbaproteaz P / Orba
	Fungal	5-10-15-20	Dafazyme PRF/ Nickerson
	Papain	0.88-1.75- 2.63-3.5	Orbaproteaz S / Orba
α - AMİLAZ	Bakteriyel	5-10-15-20	Dafamyl LC / Nickerson
	Fungal	5-10-15-20	Orbamil ES 10X / Orba
SELÜLAZ	Bakteriyel	5-10-15-20	Veron special / Röhm
	Fungal	5-10-15-20	Orbazim HC 2500 / Orba

Çalışmada bisküvi olarak petit beurre (petibör) üretilmiştir. Petibör bisküvi yapımında kullanılan formül Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan petibör bisküvi formülü

Malzeme Adı	Miktar (kg)
Un	100.000
Şeker	25.000
**Su	22.000
Yağ	14.000
İnvert şurup	9.000
Amonyum bi karbonat	0.800
Sodyum bi karbonat	0.500
Tuz	0.350
Lesitin	0.100
Aroma	0.120
Sodyum meta bi sülfid	0.070

**Kuvvetli unda 22.000 kg., zayıf unda 19.000 kg kullanılmıştır.

Hamur yapımı sırasında sıvı ingredientler ve şeker önce karıştırılmış, daha sonra üzerine katı ingredientler ilave edilmiştir. Şahit deneme metabisülfid katkısı ile gerçekleştirilmiştir. Diğer denemelerde, deneme desenine göre enzimler önceden una karıştırılarak premiks halinde hamura ilave edilmişlerdir. Hamurların mikserde yoğurma aşaması bittikten sonra 20-25 dakikalık standart dinlendirme süresinden sonra şekillendirme aşamasına geçilmiştir. Petibörler dört kademeli indirekt ısıtmalı fırında 197 °C, 215 °C, 240 °C ve 250 °C' de artan sıcaklık normunda 3 dakika 50 saniyede pişirilmiştir. Ambalajlanan bisküviler 20°C'de ve %55 bağıl nemde depolanmıştır (Anonymous 1969 a, Yamazaki ve Lord 1978).

3.2. Yöntem

3.2.1. Rutubet miktarı tayini

Rutubet miktarı ICC-Standart No. 110 (Anonymous 1976) metoduna göre belirlenmiştir.

3.2.2. Kül miktarı tayini

Kül miktarı ICC-Standart No. 104 (Anonymous 1982) metoduna göre belirlenmiştir.

3.2.3. Protein miktarı tayini

Protein miktarı tayini, AACC Standart metod No. 46-10 (Anonymous 1969 a) metoduna göre yapılmıştır.

3.2.4. Zeleny sedimantasyon değeri tayini

Sedimantasyon değeri tayini ICC-Standart No. 116 (Anonymous 1972) metoduna göre belirlenmiştir.

3.2.5. Düşme sayısı tayini

Düşme sayısı tayini ICC-Standart No. 107 (Anonymous 1968) metoduna göre belirlenmiştir.

3.2.6. Yaş gluten miktarı tayini

Yaş Gluten miktarı ICC-Standart No. 106 (Anonymous 1960 a) metoduna göre belirlenmiştir.

3.2.7. Kuru gluten miktarı tayini

Kuru gluten miktarı tayini Greenaway and Watson (1975)'e göre yapılmıştır.

3.2.8. Alkali su tutma kapasitesi

Alkali su tutma kapasitesi (A.W.R.C.) tayini Yamazaki (1953) tarafından geliştirilen metot ile belirlenmiştir.

3.2.9. Farinograf araştırmaları

Farinograf araştırmaları ICC-Standart No. 115 (Anonymous 1972) metoduna göre belirlenmiştir. Çizilen farinograflar (Anonymous 1996)'a göre değerlendirilmiştir.

3.2.10. Ekstensograf araştırmaları

Ekstensograf araştırmaları ICC Standart No:114 (Anonymous 1960 b) yöntemine göre yapılmış ve çizilen ekstensogramlar Bloksma (1971)'ya göre değerlendirilmiştir.

3.2.11. Alveograf araştırmaları

Alveograf araştırmaları (Atlı 1985) ' ya göre yapılmıştır.

3.2.12. Bisküvi pişirme testi

Bisküvi pişirme testi AACC metod No. 10-50 (Anonymous 1969 b) metodu modifiye edilerek uygulanmıştır.

3.2.13. Duyusal analiz

Duyusal analiz 20 kişilik panelle yapılmıştır. Değerlendirmede; bisküvinin rengi, görünüşü, iç özellikleri ve duyusal özellikleri ele alınmıştır. Panelde kullanılan değerlendirme formu (Özkaya 1988)'e göre hazırlanmıştır. Değerlendirme formu ve puanlandırma şeması çizelge 3.4. ve 3.5.'de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Panelde kullanılan puantaj formu

PANELİST :

PANEL TARİHİ :

DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10
	ALTI	10
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENGİ	10
	İÇ TEKSTÜR	10
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10
	KOKU	10
	GEVREKLİK	10
	GENEL YEME HİSSİ	10
TOPLAM		100

DEĞERLENDİRME:

Çizelge 3.5. Panel sonuçlarının değerlendirilme şeması

PUAN	ÖZELLİK
10-20	YETERSİZ (KÖTÜ)
20-40	YETERLİ (KABUL EDİLEBİLİR)
40-60	ORTA
60-80	İYİ
80-100	ÇOK İYİ

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu araştırmada fonksiyonlarına göre proteaz, amilaz ve selülaz olmak üzere 3 tip, kaynaklarına göre toplam 7 çeşit enzimin hamur ve bisküvi kalite özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Bu amaçla, daha önce izelge 3.2.'de verilen enzim uygulama oranlarına göre, zayıf ve kuvvetli 2 farklı un üzerinde deneme kurulmuŐtur. Çalışmanın ilk aşamasında; kurulan denemede unların fiziksel, kimyasal ve reolojik özellikleri ile katılan enzimlerin farinogram, ekstensogram ve alveogram kurveleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Daha sonra bisküvi yapım aşamasına geçilmiŐ ve izelge 3.2.'de belirtilen oranlarda iki tip una enzim ilaveleri yapılarak bisküvi hamurları yapılmıŐtur.

4.1. Analitik Bulgular

Bisküvi retiminde kullanılan unların bazı özellikleri izelge 4.1.'de verilmiştir. Buna göre; kuvvetli un kül, protein, sedimentasyon değeri, düşme sayısı, yaş ve kuru gluten ile alkali su tutma kapasitesi bakımından yüksek değerlere sahiptir.

Çizelge 4.1. Bisküvi üretiminde kullanılan unların bazı özellikleri

Un Tipi	Rutubet Miktarı (%)	Kül Miktarı ⁽¹⁾ (%)	Protein Miktarı ⁽¹⁾ (Nx5,7,%)	Zeleny Sedimentasyon Değeri ⁽²⁾ (ml)	Yaş Gluten Miktarı (%)	Kuru Gluten Miktarı (%)	Düşme sayısı ⁽³⁾ (sn)	Alkali Su Tutma Kapasitesi ⁽¹⁾ (%)
Kuvvetli	13.6	0.55	11.0	35	32.0	10.5	566	59.8
Zayıf	15.0	0.52	8.3	27	24.4	8.0	282	56.3

(1) Kuru madde üzerinden verilmiştir.

(2) %14 rutubete göre verilmiştir.

(3) %1.5 rutubete göre verilmiştir.

4.2. Araştırma Bulguları

4.2.1. Enzim katkısının unların reolojik özellikleri üzerine etkileri

4.2.1.1. Enzimlerin farinogram özellikleri üzerine etkileri

Enzimlerin hamurun farinogram özellikleri üzerindeki etkileri çizelge 4.2. ve 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Enzimlerin kuvvetli unun farinogram özellikleri üzerine etkileri

ENZİM	Dozaj (g/kg)	* Su Absorbsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dakika)	Stabilite (dakika)	Yumuşama Derecesi (BU)	Farinograf Kalite Numarası
ŞAHİT		60.7	2.7	10.8	96	94
Bakteriyel Proteaz	0.05	60.7	5.5	10.4	223	94
	0.10	60.6	5.9	10.4	222	89
	0.15	60.7	5.7	9.4	234	82
	0.20	60.7	4.5	8.9	234	79
Fungal Proteaz	0.05	60.7	2.8	10.8	98	96
	0.10	60.8	2.1	10.1	101	87
	0.15	60.6	5.3	10.1	227	93
	0.20	60.7	2.1	9.6	103	89
Papain (1/5.71)	0.0088	61.5	4.3	11.6	221	94
	0.0175	61.4	4.8	10.7	222	96
	0.0263	61.7	4.8	10.1	100	86
	0.0350	61.5	5.0	11.2	220	91
Bakteriyel Amilaz	0.05	60.7	2.5	11.1	93	96
	0.10	60.8	2.7	10.9	107	93
	0.15	60.8	3.5	10.5	122	93
	0.20	61.0	5.3	10.1	239	93
Fungal Amilaz	0.05	59.8	3.0	10.3	121	91
	0.10	59.8	2.5	9.1	138	67
	0.15	59.5	2.3	9.3	132	65
	0.20	59.7	2.1	8.2	150	58
Bakteriyel Hemiselülaz	0.05	61.4	6.0	11.6	220	101
	0.10	61.8	7.9	12.0	215	103
	0.15	62.4	6.2	11.3	221	101
	0.20	62.6	6.0	11.7	213	104
Fungal Hemiselülaz	0.05	62.1	6.0	11.7	217	101
	0.10	62.4	5.5	12.0	214	106
	0.15	62.5	6.7	11.9	215	106
	0.20	62.8	7.7	12.0	215	104

* Su absorpsiyonu 500 B.U. ve %14 rutubet esasına göre okunan değerlerdir.

Çizelge 4.3. Enzimlerin zayıf unun farinogram özellikleri üzerine etkileri

ENZİM	Dozaj (g/kg)	* Su Absorbsiyonu (%)	Gelişme Süresi (dakika)	Stabilite (dakika)	Yumuşama Derecesi (BU)	Farinograf Kalite Numarası
ŞAHİT		57.0	2.1	11.8	86	42
Bakteriyel Proteaz	0.05	57.0	2.3	10.2	68	38
	0.10	57.2	2.0	9.9	100	37
	0.15	57.3	2.1	9.1	111	38
	0.20	57.2	1.6	8.2	114	33
Fungal Proteaz	0.05	57.5	1.8	9.3	101	33
	0.10	57.4	1.8	9.5	99	33
	0.15	57.5	2.0	9.6	102	38
	0.20	57.5	2.0	9.2	106	33
Papain (1/5.71)	0.0088	57.3	2.1	10.6	100	38
	0.0175	57.3	2.0	8.9	109	35
	0.0263	57.4	1.8	8.6	104	33
	0.0350	57.3	2.0	9.6	110	37
Bakteriyel Amilaz	0.05	57.1	2.0	10.2	100	35
	0.10	57.2	2.1	10.5	101	37
	0.15	57.4	2.0	8.9	121	32
	0.20	57.3	2.1	8.9	112	35
Fungal Amilaz	0.05	56.9	2.1	8.2	119	33
	0.10	57.0	1.8	5.4	144	27
	0.15	57.0	2.0	5.4	149	30
	0.20	57.0	1.8	4.4	157	28
Bakteriyel Hemiselülaz	0.05	58.0	2.3	11.1	88	38
	0.10	58.3	2.1	12.0	77	40
	0.15	59.0	2.1	10.4	93	38
	0.20	59.0	2.0	10.4	86	35
Fungal Hemiselülaz	0.05	57.4	1.8	13.0	78	43
	0.10	57.8	2.1	12.9	78	40
	0.15	58.1	1.8	11.8	80	42
	0.20	58.0	2.0	12.2	78	42

* Su absorpsiyonu 500 B.U. ve %14 rutubet esasına göre okunan değerlerdir.

Çizelge 4.2. ve 4.3.' den görüleceği üzere proteazların genel olarak su absorpsiyonunu etkilemediği görülmektedir. Gelişme süreleri özellikle zayıf unda, stabilitelelerinin ise her iki unda şahide göre sabit kaldığı veya azaldığı görülmektedir. Ishida ve Nagasaki (1989 b) tarafından yapılan bir araştırmada buğday ununa proteaz eklendiğinde farinogram özelliklerinden gelişme süresi ve stabilitenin azaldığı, yumuşamanın arttığı tespit edilmiştir. Proteazların her iki un tipinde de yumuşama derecesini arttırdığı belirlenmiştir.

Farinogramda maksimum konsistense göre 30 birimlik düşüş olan noktadan diyagramın başlangıcına kadar geçen sürenin milimetre olarak ölçümü farinograf kalite numarası olarak ifade edilmektedir. Farinogramın ve özellikle zayıf unların kalitesinin hızlı bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır (Anonymous 1996). Proteazların, farinograf kalite numaralarında enzimin dozaj artımına bağlı olarak düşme meydana getirdikleri tespit edilmiştir. Farinografta incelenen örneğin gelişme süresi ve stabilitesi ne kadar yüksek ve yumuşama derecesi ne kadar düşük olursa, valorimetre değerinin o kadar büyük çıkacağı belirtilmiştir (Özkaya ve Kahveci 1990). Drechsel *et al.* (1977) tarafından, glutenin enzimatik parçalanması sonucu un süspansiyonunun viskozitesindeki azalma konusunda yapılan bir çalışmada, 10-60 °C' deki un süspansiyonunda proteaz uygulamasının viskoziteyi indirdiği, buna ilaveten kullanılan α -amilazın ise proteazın etkinliğini arttırdığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. ve 4.3.' de amilazların etkileri incelendiğinde, amilazların her iki un tipinde de su absorpsiyonunu önemli ölçüde etkilemediği görülmektedir. Stabilitenin ise sabit kaldığı ya da azaldığı görülmektedir. Özellikle fungal amilazın azaltıcı yönde etkisi tespit edilmiştir.

Kuvvetli ve zayıf unlara bakteriyel amilaz ilavesinin hamurun gelişme süresini kuvvetli unda arttırdığı, buna karşılık özellikle zayıf unda azalttığı, fungal amilaz ilavesinin ise her iki unda da azalttığı tespit edilmiştir. Bu tespitin Çizelge 4.2. ve 4.3.' den görüleceği üzere kuvvetli unda daha belirgin olduğu görülmektedir. Fungal amilazın, gelişme süresini düşürücü etkisinin içeriğinde bulunabilecek proteolitik aktiviteden kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Elgün ve Ertugay (1995), tarafından fungal kaynaklı enzim preparatlarının α -amilaz aktivitesini sağlama yanında içerdiği proteolitik aktiviteyle de istenildiği zaman özellikle kuvvetli yapıya

sahip hamurların yoğurma ihtiyacını ve olgunlaşma süresini düşürücü etkiye sahip oldukları belirtilmiştir.

Yumuşama derecesinin her iki unda da amilaz kullanımıyla arttığı belirlenmiştir. Buna bağlı valorimetre değerlerinde düşme tespit edilmiştir. Weipert (1972) tarafından α -amilaz (2 küf kaynaklı, 1 bakteriyel kaynaklı), proteaz amilaz kombinasyonu, proteaz (küf kaynaklı), selüloz, pentozanaz ve pektinaz enzimleri ile yapılan çalışmada, bu enzimlerin hamurun reolojik davranışları üzerindeki etkileri incelenmiş, enzim ilavesinin genel etkisinin hamuru yumuşatma yönünde olduğu, ancak bu enzimler içerisinde amilaz ve proteazların daha fazla yumuşama sağladığı, ayrıca proteazların tek başına kullanıldıklarında amilazlardan daha fazla yumuşamaya yol açtığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. ve 4.3.' de, her iki tip una ilave edilen hemiselülazların su absorpsiyonunu arttırdığı görülmektedir. Nitekim Elgün ve Ertugay (1995), tarafından pentozanların hidroliz olduklarında D-ksiloz ve L-arabinozu verdikleri, bütün tahıl çeşitlerinde suda çözünen ve çözünmeyen formda buldukları, ağırlıklarının 15 misli kadar su absorbe ettikleri, suda çözünenlerin oksidasyon sonucu su ile jel haline geldikleri belirtilmiştir. Hemiselülaz ilavesi unun su absorpsiyonunu arttırmıştır, ancak su absorpsiyonu bisküvi üretiminde önemli bir faktördür. Düşük absorpsiyona sahip unlar daha çok tercih edilmektedir (Atlı 1993). Bisküvi üretiminde kullanılan yumuşak buğdaydan yapılan ürünlerin içlerinin daha uniform ve arzu edilen yayılma özelliğinde olmalarının nedeninin bu unların daha düşük su absorpsiyonu, ince granülasyon ve düşük protein miktarına sahip olmalarından kaynaklandığı belirtilmiştir (Simmonds 1974, Yamazaki ve Donelson 1983). Buna göre hemiselülazların su absorpsiyonu üzerindeki artırıcı etkileri unların bisküvilik kalitesi açısından olumsuz bir özellik olarak nitelendirilebilir.

Hemiselülazların özellikle kuvvetli unun gelişme süresi ve stabilitesini belirgin düzeyde arttırdığı tespit edilmiştir. Aynı etkinlik düzeyi zayıf unda görülememiştir. Hemiselülazların yumuşama derecelerini özellikle kuvvetli unda arttırdığı belirlenmiştir. Valorimetre değerlerinin de arttığı tespit edilmiş, bunun hemiselülazların stabilizeyi artırıcı etkisinden kaynaklandığı düşünülmüştür.

4.2.1.2. Enzimlerin ekstensogram özellikleri üzerine etkileri

Enzimlerin ekstensogram özellikleri üzerine etkileri çizelge 4.3.ve 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Enzimlerin kuvvetli unun ekstensogram özellikleri üzerine etkileri

ENZİM	Dozaj (g/kg)	*Rm (BU)	R5 (BU)	E (mm)	A (cm ²)
ŞAHİT		865	802	102	128.9
Bakteriyel Proteaz	0.05	591	522	123	102.5
	0.10	240	240	128	47.4
	0.15	135	125	128	25.7
	0.20	112	72	109	13.8
Fungal Proteaz	0.05	807	697	100	124.0
	0.10	762	697	99	110.4
	0.15	720	632	110	122.4
	0.20	702	640	99	98.4
Papain (1/5.71)	0.0088	706	659	98	94.0
	0.0175	435	405	121	75.6
	0.0263	334	334	108	46.6
	0.0350	240	236	109	37.6
Bakteriyel Amilaz	0.05	880	750	110	167.8
	0.10	810	692	109	102.6
	0.15	885	870	109	125.6
	0.20	867	842	85	120.3
Fungal Amilaz	0.05	912	817	98	124.6
	0.10	849	785	105	115.9
	0.15	785	765	108	104.2
	0.20	772	702	98	99.5
Bakteriyel Hemiselülaz	0.05	912	864	97	122.4
	0.10	777	737	98	101.8
	0.15	818	785	98	104.6
	0.20	597	510	122	98.7
Fungal Hemiselülaz	0.05	800	725	112	134.3
	0.10	687	642	109	105.0
	0.15	705	660	108	105.2
	0.20	640	572	119	120.1

* Rm: Hamurun uzamaya karşı direnci

R5: Hamurun sabit deformasyondaki direnci

E: Uzama kabiliyeti

A: Enerji

Çizelge 4.5. Enzimlerin zayıf unun ekstensogram özellikleri üzerine etkileri

ENZİM	Dozaj (g/kg)	*Rm (BU)	R5 (BU)	E (mm)	A (cm ²)
ŞAHİT		582	470	135	137.2
Bakteriyel Proteaz	0.05	208	207	132	40.0
	0.10	117	94	128	16.9
	0.15	102	43	85	8.8
	0.20	85	--	41	4.4
Fungal Proteaz	0.05	325	295	126	61.5
	0.10	296	280	118	51.0
	0.15	342	312	130	62.1
	0.20	322	305	121	57.5
Papain (1/5.71)	0.0088	265	257	117	45.8
	0.0175	225	222	115	41.4
	0.0263	197	182	111	34.3
	0.0350	165	161	120	29.9
Bakteriyel Amilaz	0.05	405	380	118	76.0
	0.10	358	325	118	67.8
	0.15	383	357	117	61.4
	0.20	328	285	118	60.0
Fungal Amilaz	0.05	335	290	119	54.2
	0.10	383	337	121	66.2
	0.15	311	272	120	53.6
	0.20	357	297	131	64.5
Bakteriyel Hemiselülaz	0.05	329	302	118	57.5
	0.10	297	253	129	50.9
	0.15	307	254	126	52.8
	0.20	261	220	128	45.2
Fungal Hemiselülaz	0.05	351	315	128	59.4
	0.10	309	263	129	54.1
	0.15	261	222	136	47.4
	0.20	282	231	129	47.3

* Rm: Hamurun uzamaya karşı direnci
R5: Hamurun sabit deformasyondaki direnci

E: Uzama kabiliyeti
A: Enerji

Özkaya ve Kahveci (1990), tarafından hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnç ile uzama kabiliyetinin, hamurun gluten yapısı ile ilgili olduğu, kuvvetli glutene sahip unların hamurlarının uzamaya karşı direncinin fazla olacağı belirtilmiştir. Çalışmamızda kullanılan kuvvetli unun uzamaya karşı direncinin, zayıf unun direncinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ancak kuvvetli unun uzama kabiliyetinin zayıf unun uzama kabiliyetinden daha düşük olduğu görülmüştür.

Ishida ve Nagasaki (1989 b) tarafından yapılan çalışmada buğday ununa proteaz eklenip, proteaz konsantrasyonu artırıldığında uzayabilirliğin arttığı ve uzamaya karşı direncin azaldığı tespit edilmiştir. Çizelge 4.4. ve 4.5.' de proteaz enzimlerinin kuvvetli ve zayıf unun uzamaya karşı dirençlerini belirgin düzeyde azalttığı görülmektedir. Uzama kabiliyetleri incelendiğinde ise kuvvetli unun uzama kabiliyetini artırdığı ancak zayıf unun uzama kabiliyetini düşürdüğü görülmektedir. Zayıf unun uzama kabiliyetindeki azalmanın daha çok hamurun çürütmesinden kaynaklanan bir sonuç olduğu tahmin edilmiştir ki örneğin zayıf ununda bakteriyel proteazın 0.20 g/kg ilaveli hamurun R5 değeri hamurun çürütmesi sonucu ölçülememiştir. Özellikle, bakteriyel proteazın daha sonra da papainin yüksek düzeyde zayıflatıcı etkisi gözlenmiştir.

Çizelge 4.4. ve 4.5.' den görüleceği üzere proteaz enziminin kuvvetli ve zayıf unların enerji değerini düşürdüğü tespit edilmiştir.

α -amilaz enzimi kullanımıyla kuvvetli ve zayıf unların uzamaya karşı direncinin azalma eğiliminde olduğu ancak bunun proteazlar kadar belirgin düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Uzama kabiliyetinin ise zayıf ununda genel olarak sabit kaldığı, kuvvetli ununda artma eğiliminde olduğu görülmüştür. Bisküvilik unlarda proteaz ve amilaz enzimlerinin etkilerinin belirlenmesine dair yapılan bir çalışmada (Anonymous 2000), ekmeçlik tipteki bir unu önce bakteriyel proteaz ilave edilmiş, aynı tip unu fungal proteaz/fungal amilaz kombinasyonu ilave edilmiş ve daha fazla direnç ile uzama kabiliyeti tespit edilmiştir. Sonuçta bakteriyel proteazın, direnci büyük ölçüde azalttığı, uzayabilirliğe daha az etki ettiği, oysa fungal proteaz-fungal amilaz kombinasyonu kullanıldığında direncin nispeten daha az, uzayabilirliğin ise daha fazla etkilendiği görülmüştür. Proteaz enzimleri kuvvetli unlarda gluten bağlarını kısmen kırarak olgunlaşmayı hızlandırıcı,

dolayısıyla uzama ve enerji değerlerini artırıcı etkide bulunurlar. Optimum doz üzerinde ise proteazlar gluten sistemini yıkarak, amilazlar nişastayı dekstrine edip, hamur sistemini sıvılaştırarak uzama ve enerji kaybına sebep olurlar (Elgün ve Ertugay 1995).

Amilazların her iki un tipinin de enerji değerlerinde azaltıcı etkisi belirlenmiş, azalmanın zayıf unda daha belirgin olduğu tespit edilmiştir.

Hemiselülazların kuvvetli ve zayıf unlarda hamurun uzamaya karşı direncini azalttığı belirlenmiştir. Uzama kabiliyetinin zayıf unda fazla etkilenmediği kuvvetli unda arttığı tespit edilmiştir. Zayıf unun enerji değerinde belirgin azalma görülürken kuvvetli unda aynı etkinlik tespit edilememiştir.

4.2.1.3. Enzimlerin alveogram özellikleri üzerine etkileri

Extensograf analizlerinden sonra, veriler değerlendirilerek 1. ve 4. dozaj Ekstensogram Enerjisi arasında oransal bir artış veya azalış olan analiz gruplarının Alveogram Enerjilerinin de buna paralellik göstereceği tahmin edilerek, yalnızca 1. ve 4. dozaj alveogram analizleri yapılırken, 1.2.3. ve 4. dozajların sonuçları arasında bir ilişki saptanamayan grupların tüm alveogram analizleri yapıldı.

Enzimlerin alveogram özellikleri üzerine etkileri çizelge 4.6. ve 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Enzimlerin kuvvetli unun alveogram özellikleri üzerine etkileri

ENZİM	Dozaj (g/kg)	Kurve Yüksekliği (P) (mm)	Kurve Uzunluğu (L) (mm)	Kabarma İndeksi (G) (cm ³)	Enerji (S) (joule)	P/L
Şahit		132.0	39	13.8	219.0	3.4
Bakteriyel Proteaz	0.05	120.0	32	12.5	168.0	3.8
	0.20	120.0	25	11.1	134.0	4.9
Fungal Proteaz	0.05	146.0	31	12.3	200.0	4.8
	0.10	140.0	24	11.5	147.0	5.8
	0.15	143.0	24	10.9	158.0	5.9
	0.20	141.0	22	10.5	141.0	6.3
Papain (1/5.71)	0.0088	115.0	32	12.6	160.0	3.6
	0.0350	89.0	30	12.2	109.0	3.0
Bakteriyel Amilaz	0.05	123.0	33	12.8	177.0	3.7
	0.10	127.0	31	12.4	174.0	4.1
	0.15	126.0	33	12.7	183.0	3.9
	0.20	131.0	27	11.6	160.0	4.8
Fungal Amilaz	0.05	138.0	29	11.9	181.0	4.8
	0.20	125.0	29	11.9	164.0	4.4
Bakteriyel Hemiselülaz	0.05	134.0	27	11.6	164.0	4.93
	0.10	135.0	26	11.3	160.0	5.3
	0.15	125.0	24	10.9	137.0	5.3
	0.20	118.0	30	12.2	160.0	3.9
Fungal Hemiselülaz	0.05	126.0	31	12.4	175.0	4.0
	0.10	133.0	27	11.5	162.0	5.0
	0.15	121.0	28	11.7	154.0	4.4
	0.20	119.0	28	11.8	151.0	4.2

Çizelge 4.7. Enzimlerin zayıf unun alveogram özellikleri üzerine etkileri

ENZİM	Dozaj (g/kg)	Kurve Yüksekliği (P) (mm)	Kurve Uzunluğu (L) (mm)	Kabarma İndeksi (G) (cm ³)	Enerji (S) (joule)	P/L
Şahit		154.0	23	10.6	159.0	6.8
Bakteriyel Proteaz	0.05	146.0	26	11.4	170.0	5.6
	0.20	133.0	34	13.0	193.0	3.9
Fungal Proteaz	0.05	142.0	22	10.5	140.0	6.4
	0.10	149.0	21	10.2	135.0	7.2
	0.15	139.0	22	10.4	139.0	6.4
	0.20	134.0	21	10.3	127.0	6.3
Papain (1/5.71)	0.0088	144.0	23	10.7	150.0	6.2
	0.0350	122.0	24	10.9	132.0	5.1
Bakteriyel Amilaz	0.05	161.0	19	9.7	133.0	8.6
	0.20	153.0	18	9.5	122.0	8.4
Fungal Amilaz	0.05	145.0	22	10.4	143.0	6.6
	0.10	136.0	19	9.8	114.0	7.1
	0.15	125.0	20	10.0	113.0	6.2
	0.20	85.0	21	10.2	83.0	4.1
Bakteriyel Hemiselülaz	0.05	144.0	17	9.3	108.0	8.3
	0.10	149.0	20	9.9	133.0	7.5
	0.15	150.0	18	9.4	117.0	8.4
	0.20	156.0	18	9.5	124.0	8.5
Fungal Hemiselülaz	0.05	122.0	27	11.6	149.0	4.5
	0.20	96.0	32	12.6	137.0	3.0

Ekstensogram enerji değerlerinde 1. ve 4 dozajlara ait oransal artıştan yola çıkılarak yapılan Alveogram analizlerinde de aynı oransal artış tespit edilmiştir. Yalnızca zayıf unun Bakteriyel proteaz uygulamasında tersi bir sonuç alındı. Ancak bu sonuç ihmal edildiğinde ekstensogram enerji değerlerindeki değişimin alveogram enerji değerleri ile paralellik arz ettiği söylenbilir.

Çizelge 4.6. ve 4.7.' den görüleceği üzere her iki una proteaz ilavesinin alveogramda P, kurve yksekliliğini yani hamurun gluten kaynaklı mukavemetini azalttığı tespit edilmiştir. Kruger (1971) proteolitik enzimlerin gluten üzerindeki etkilerinin gerilim testi ile ölçülmesi konusunda yaptığı bir çalışmada, önce proteaz ve diğer enzimlerin glutenin reolojik özelliklerinde yaptığı değişiklikleri farinograf ve alveografda ölçmeye çalışmış, yalnızca proteolitik enzimlerin konsantrasyon/zamana bağlı olarak glutenin fiziksel özelliklerini etkilediğini tespit etmiştir. alışmasının devamında farklı proteolitik enzimlerin bağlı yumuşatma etkilerini tespit etmiş, muameleler sonucu elde edilen hamurları alveograf ve farinografda test etmiş, enzim konsantrasyonlarının artması ile farinografda gluten yoğunluğunun azaldığını, alveografda ise balon büyüklüğünün azaldığını tespit etmiştir.

Çizelge 4.6. ve 4.7.' de L değerleri incelendiğinde proteaz enzimlerinin genel olarak iki un tipinde de gluten elastikiyetini azaltıcı yönde etki yaptığı, bunun kuvvetli unda daha belirgin olduğu görülmektedir. Nitekim proteaz, hemiselülaz ve α -amilaz enzimlerinin hamurun farinograf konsistensini ve hamurun elastikiyetini azalttığı belirtilmiştir (Gaines ve Finney 1989, Manohar ve Rao 1992). Delecourt (1974) *B.subtilis* alkali ve nötral proteazları ile *A.oryzae* proteazlarının un üzerindeki etkileri konusunda yaptığı çalışmada bu proteazların gluten elastikiyeti üzerine etkilerini incelemiş ve bu enzimler ile muamele edilen unların gluten elastikiyet özelliklerinin ekmek yapımı ve bisküvi yapımına uygun hale getirilebileceğini tespit etmiştir. Hoseborg (2000) tarafından proteazların hamur özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiş ve proteazların bisküvi hamurlarında elastikiyeti azalttığı, kalıptan ıkmiş hamurlardaki boyut klmelerini ve şekil bozukluklarını min. düzeye indirdiği tespit edilmiştir.

Proteaz enzimi ilaveli unlarda kabarma indeksi (G) ve enerjinin azaldığı, bu azalmanın kuvvetli unlarda daha belirgin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. ve 4.7.' den görüleceği üzere, amilazların kurve yüksekliği (P) üzerine olan etkileri incelendiğinde fungal amilazın belirgin olarak hamurun mukavemetini azaltıcı etkisi tespit edilmiştir. Bu etkisinin, sahip olduğu kısmi proteolitik aktiviteden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kurve uzunluklarının (L), amilaz enzim ilavesiyle azaldığı, yani hamurun şişme miktarının ve gluten elastikiyetinin (Özkaya ve Kahveci 1990) düştüğü tespit edilmiştir. Nitekim α -amilaz enzimlerinin hamurun elastikiyetini azalttığı belirtilmiştir (Gainnes ve Finney 1989).

Amilaz enzim ilavesinin unların kabarma indeksini (G) azalttığı ve kuvvetli unlarda daha belirgin düşüş olduğu tespit edilmiştir. Enzim ilavelerinin buğday unu hamurunun reolojik özellikleri üzerine etkileri konusunda yapılan bir çalışmada (Lindahl ve Eliasson 1992) standart pişirme kalitesine sahip bir undan yapılan hamurun, 40 °C' de muhafaza edildikten sonra ölçümleri yapıldığında G değerinin çok az bir yükseliş gösterdiği, oysa enzim preparatları ilave edilen 40 °C' de 2 saat muhafaza edilen hamurlarda G değerinin sürekli bir düşüş gösterdiği gözlenmiştir. Yapılan çalışma buğday unu hamurunun reolojik özelliklerinin α -amilaz enzim çeşitleri ile proteaz- α -amilaz enzim karışımlarından açıkça etkilendiğini göstermiştir. Özellikle α -amilazın varlığı kısa bir süre sonra G değerinde düşüşe neden olmuştur. Yapılan çalışmada da α -amilaz'ların şahide göre G değerinde düşüşe neden oldukları görülmektedir.

Amilazların, özellikle de fungal amilazın enerji değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. ve 4.7.' de Hemiselülaz enzim ilavesiyle kuvvetli ve zayıf unların hamur mukavemetini düşürdüğü bunun fungal hemiselülazda daha belirgin olduğu görülmektedir. Hemiselülaz enzim ilavesiyle, hemiselülozların ana bileşeni olan suda çözünen ve çözünmeyen arabinoksilanlar parçalanmakta ve bunun neticesinde bir miktar serbest su

açığa çıkmaktadır. Bu suyu gluten gibi hamurdaki diğer komponentler bağlamaktadır. Bu da gluten elastikiyetinin ve gaz tutma kapasitesinin artmasına ayrıca hamurun kabarmaya karşı direncinin azalmasına sebep olur. Hemiselülaz enziminin arabinoksilanları parçalamasıyla gluten ve arabinoksilanlar arasındaki kovalent bağlar hamurun sertliğinde daha az etkili olur ve daha kolay işlenebilen hamur elde edilir (Anonymous 2000).

Hamur mukavemetindeki (P) azalmanın özellikle fungal hemiselülazda olması, kullandığımız enzimin ksilinaz yan aktivitesine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim, Pomeranz (1988)' e göre ksilinaz un içerisindeki pentozanları parçalayarak hamurun su absorpsiyonuna ve suyun hamur içerisindeki dağılımına etki etmektedir. Böylece hamurun yumuşamasına ve elastikiyet kazanmasına neden olmaktadır (Hammer 1995 b).

Hemiselülazların her iki un tipinde de enerji değerlerini düşürdüğü tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, yapılan farinogram, ekstensogram ve alveogram incelemelerinin literatür çalışmalarıyla genel olarak paralel sonuçlar verdiği ve enzim ilavesinin buğday unu hamurlarının reolojik özelliklerini etkiledikleri görülmüştür.

Enzim aktivitesinin enzimin kullanım miktarını etkilediği, kullanım dozajı belirlenirken aktivitenin de göz önünde bulundurulması gerektiği tespit edilmiştir.

Proteaz enziminin ilavesiyle kuvvetli unda papain hariç diğerlerinde su absorpsiyonunun etkilenmediği, stabilitenin, gelişme süresinin ve uzamaya karşı direncin azaldığı, hamurun yumuşama derecesinin arttığı belirlenmiştir.

A-amilaz enzim ilavesiyle kuvvetli unda hamurun su absorpsiyonunun etkilenmediği, yumuşama derecesinin arttığı görülmüştür.

Hemiselülaz enzim ilavesinin unların su absorpsiyonunu, gelişme süresini ve stabilitesini artırırken hamurun uzamaya karşı direncini ve enerjisini azalttığı tespit edilmiştir.

Enzim ilavelerinin genel olarak unların enerji değerlerini düşürdüğü görülmüştür.

Enzimlerin ana aktiviteleri yanında yan aktivitelerinin de unların reolojik özelliklerini belirgin olarak etkilediği gözlenmiştir.

Enzimlerin buğday unu hamurlarının reolojik özellikleri üzerindeki etkilerinin kuvvetli unda zayıf una göre daha belirgin olduğu tespit edilmiştir.

4.2.2. Enzim katkısının bisküvi özellikleri üzerine etkileri

Bisküvi üretimindeki aşamalar karıştırma, makinelerde işleme ve pişirme olarak sıralanabilir. Bisküvi üretiminde formülasyondaki su oranı ekmek üretimi ile kıyaslandığında oldukça düşüktür. Ekmekte kullanılan su oranı % 60-65 iken, bisküvide bu oran çeşide bağlı olarak % 5-30' dur. Bu durumda sert olan hamurun karıştırılması ve işlenmesinde değişik sorunlarla karşılaşılması kaçınılmazdır. Ayrıca hamura ilave edilen yağ ve şeker gibi bileşenler de hamurun viskozitesini arttırmakta dolayısıyla yoğurma anındaki enerji ihtiyacı artmaktadır. Eğer kullanılan unun gluten yapısı kuvvetli ise bu durumda yoğurma daha da zorlaşmaktadır. Unun zedelenmiş nişasta oranı ve pentosan oranı ile hamur viskozitesi arasında yakın bir ilişki vardır. Bu nedenle doğru seçilmiş proteaz ve hemiselülaz kombinasyonlarının kullanımı ile gerekli olan enerji miktarı azaltılabilir (Haseborg 2000).

Literatürlerde kuru bisküvi olarak geçen bisküvi grubunda düşük yağlı formül kullanılır. Yaklaşık olarak un : yağ oranı, 100:16'dır. Hamur %10'dan daha az yağ içermektedir. Un düşük su absorpsiyonuna ve yaklaşık %10 kadar proteine sahip olmalıdır. Bu tür bisküvilerde proteaz enziminin kullanımı glutenin kuvvetini düşürürken, hamurun plastik kıvamına yardımcı olur. Un ağırlığı üzerinden %0.01-0.03 oranında enzim kullanılması ve hamur sıcaklığının 38-42°C arasında olması önerilmektedir (Ludewig 1977).

Bu çalışmada kullanılan petibör bisküvi formülü de kuru bisküvi grubuna girmektedir.

Hamurların mikserde yapım aşaması bittikten sonra şekillendirme aşamasına kadar yaklaşık 20-25 dakika standart dinlendirme süresi kullanılmıştır. Hamurda enzimin aktivite gösterebilmesinde enzim konsantrasyonu, bekletme süresi arasında bir ilişki vardır ve uygulanacak ürüne göre enzim uygulama süresi ile enzim konsantrasyonu arasındaki uygun kombinasyon tespit edilmelidir (Kruger 1971, Gueriviere ve Bussiere 1974).

4.2.2.1. Enzim katkısının bisküvi hamur yapımı üzerine etkileri

Kuvvetli ve zayıf unlara Çizelge 3.2.' de tespit edilen oranlarda enzimler ilave edilerek premiks halinde hamur yapımında kullanılmışlardır. Hamur yüzeyi düzgün bir durum alıp hamur bileşenlerinden olgun hamur elde edilinceye kadar yoğurma işlemine devam edilmiştir. Şahit hamurun karıştırma süresi ve su absorpsiyonu tesbit edilmiş, farinograf çalışmaları sonucunda enzimlerin su absorpsiyonu üzerindeki etkileri de esas alınarak hamurlara verilecek su miktarları belirlenmiştir. Kuvvetli ve zayıf unda hamur yapımı sırasında, enzim dozajlarına göre meydana gelen değişimler çizelge 4.8. ve 4.9.'da verilmiştir.

Çizelge 4.8. Enzimlerin kıvrımlı un bisküvi hamuru yapımı üzerine etkileri

ENZİM	Dozaj (g/kg)	Su Miktarı (kg)	Karıştırma Süresi (dakika)	Hamur Sıcaklığı (°C)
ŞAHT		22.000	13	34.0
Bakteriyel Proteaz	0.05	22.000	11	32.0
	0.10	21.500	11	33.0
	0.15	21.500	9.5	32.0
	0.20	21.500	7	31.5
Fungal Proteaz	0.05	22.000	12	33.0
	0.10	22.000	10	32.0
	0.15	22.000	10	31.5
	0.20	22.000	8	31.0
Papain	0.0088	21.500	11	32.5
	0.0175	21.500	10	32.5
	0.0263	21.500	8.5	31.5
	0.0350	21.500	8	31.5
Fungal Amilaz	0.05	22.000	12	33.0
	0.10	21.500	10.5	33.0
	0.15	21.000	9	32.0
	0.20	21.000	7	31.5
Bakteriyel Amilaz	0.05	22.000	11	32.0
	0.10	22.000	10	32.0
	0.15	22.000	8	31.0
	0.20	21.000	7	31.0
Bakteriyel Hemiselülaz	0.05	22.000	10	32.0
	0.10	23.000	10	31.5
	0.15	23.000	10	32.0
	0.20	23.500	10	31.5
Fungal Hemiselülaz	0.05	22.000	10	32.0
	0.10	22.000	11	33.0
	0.15	22.500	10	33.0
	0.20	23.000	12	34.0

Çizelge 4.9. Enzimlerin zayıf un bisküvi hamuru yapımı üzerine etkileri

ENZİM	Dozaj (g/kg)	Su Miktarı (kg)	Karıştırma Süresi (dakika)	Hamur Sıcaklığı (°C)
ŞAHİT		19.000	13	31
Bakteriyel Proteaz	0.05	19.000	13	31.0
	0.10	18.000	10	31.0
	0.15	18.000	9	31.5
	0.20	18.000	9	31.5
Fungal Proteaz	0.05	19.000	13	31.0
	0.10	19.000	10	31.5
	0.15	18.000	10	31.5
	0.20	18.000	10	31.5
Papain	0.0088	18.000	10	31.5
	0.0175	18.000	8	31.0
	0.0263	18.000	8	31.0
	0.0350	18.000	7.5	31.0
Fungal Amilaz	0.05	18.000	8	33.0
	0.10	17.500	8	33.0
	0.15	17.000	8	33.0
	0.20	17.000	8	33.0
Bakteriyel Amilaz	0.05	18.000	10	33.0
	0.10	18.000	8	31.5
	0.15	17.000	8	31.5
	0.20	17.000	8	31.5
Bakteriyel Hemiselülaz	0.05	18.000	10	32.0
	0.10	19.000	10	31.5
	0.15	19.000	10	32.0
	0.20	19.000	10	31.5
Fungal Hemiselülaz	0.05	19.000	10	31.5
	0.10	19.500	12	32.0
	0.15	19.000	12	33.0
	0.20	19.500	12	33.0

Çizelge 4.8. ve 4.9.'den görüleceği üzere proteaz ilaveli hamurların bazı dozajlarında su tutma miktarının sabit kaldığı özellikle son dozajlara doğru düştüğü tespit edilmiştir. Su miktarının sabit kalmasına ya da düşmesine rağmen proteaz enziminin hamur üzerindeki yumuşatma etkisinden dolayı hamur karıştırma süreleri özellikle son dozajlara doğru kısalmıştır. Nitekim, Mannie (1998) tarafından proteazların bisküvi hamurlarının (kraker, tatlı baskı tipleri vb.), gluten bağlarını hidrolize ederek gevşettiği ve yumuşattığı bildirilmiştir. Barrett (1975) enzimlerin fırıncılık ürünlerinde kullanımına dair yapmış olduğu çalışmada, proteazların yoğurma süresini kısaltmak amacıyla kullanılabileceği ve bu enzim grubunun hamurun yoğunluğunu değiştirdiği sonucunu çıkartmıştır.

Küçük miktarlardaki proteazın dahi glutenin fiziksel özellikleri üzerinde geniş etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalar glutendeki yumuşamanın peptit bağlarının parçalanmasının enzim ile reaksiyonunun direkt bir sonucu olduğunu, çok fazla yumuşamanın çok az peptit bağının kırılmasıyla dahi elde edilebileceğini ortaya çıkarmıştır (Redman 1971).

Papain proteaz uygulamalarında hamurun uzama kabiliyetinin el ile hissedilebilecek derecede iyi olduğu, ancak yufkalama prosesi sırasında hamurun silindirlere kısmen yapışma eğilimi gösterdiği gözlemlendi. Yoshinaka ve Ikeda (1969) glutenin bromelain kataliziyle hidrolizi üzerinde çalışmışlar ancak papainin gluten strüktürü üzerinde çok daha hidrolize ve tahrip edici güce sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Hamur yoğurma aşamasında proteazların tümünde uzama kabiliyetinde artış, yoğurma kuvvetine karşı dirençte azalma, yoğurma süresinde azalma, çabuk toplama ve olgunlaşma görülmüştür. Proteaz enzim ilavesiyle ekstensograf çalışmalarında uzamaya karşı direncin azaldığı, farinograf çalışmalarında da gelişme süresinin kısaldığı daha önce tespit edilmiştir.

Enzim ilavesinin unun reolojik özellikleri üzerindeki etkileri araştırılırken α -amilaz enzim ilavesinin hamurların yumuşama derecelerini arttırdığı belirlenmişti. α -amilazlar bisküvi hamur yapımında da aynı etkinliği göstererek hamurda yumuşama sağlamışlardır. Özellikle fungal amilaz buna bağlı olarak hamurun su tutma miktarını azaltırken hamurun olgunlaşma

süresini de kısaltmıştır. Nitekim, fungal α -amilazın sahip olduğu kısmi proteolitik aktiviteden dolayı (Elgün ve Ertugay 1995) alveograf çalışmalarında kurve yüksekliğini (P) yani hamurun mukavemetini azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan çalışmada zayıf unda fungal α -amilaz kullanıldığında ilk dozajdan başlamak üzere, yapılan hamurun yufkalama silindirlerinden geçerken uzamaya karşı direnç göstermediği ve daha rahat işlendiği ayrıca yufkalama işlemlerinin hiçbir aşamasında yapışma problemi ile karşılaşmadığı gözlenmiştir.

Amilazların hamur konsistensi üzerindeki düşürücü etkisi, normal granüllere göre daha fazla su absorbe eden zedelenmiş nişasta granüllerinin amilazlar ile etkilendiğinde, su tutma kabiliyetlerinin indirgenmesinden, granüllerin serbest su bırakmasından kaynaklanmakta ve sonuçta da daha yumuşak bir hamur meydana gelmektedir (Hegenbart 1994).

Proteaz ve α -amilazlar'ın hamur üzerindeki yumuşatıcı etkisi mikserde yoğurma sırasında daha az su ihtiyacını getirmiş aynı zamanda daha kısa sürede hamurun olgunlaşmasını sağlamıştır. Hamurun mikserde daha kısa süre muamele edilmesi, hamur sıcaklığının daha fazla artmadan ve hamur aşamasında istenmeyen reaksiyonlar başlamadan hamurun olgunlaşmasını sağlamıştır. Gaines (1990)'in yaptığı çalışmada hamurun su miktarının pasta ve bisküvilerin yayılmasını ve üst yüzeyini etkilediğini, gereğinden uzun yoğurma süresinin bisküviyi sertleştirdiğini, aşırı gluten gelişimi sağladığını ve sonuçta daha küçük ve sıkışık yapıda ürünler elde edildiğini belirtmiştir.

Çizelge 4.8. ve 4.9.'de görüleceği üzere hemiselülazlar daha fazla su tutmaya neden oldukları halde karıştırma süresini uzatma yönünde etkiye bulunmuşlardır. Farinograf çalışmalarında hemiselülazların unun su absorpsiyonunu arttırdıkları buna karşılık hamurun gelişme süresi ve stabilitesi üzerinde de artıcı etkiye buldukları tespit edilmiştir. Hemiselülazların ana bileşenleri arabinoksilanlardır ki, hemiselülaz enzimleri bunların yapısında bulunan ksiloz zincirinde iki ksiloz molekülü arasındaki bağları hidrolize ederek bu zincirin kısalmasına böylece su tutma kapasitesinin artmasına sebep olurlar (Anonymous 2000).

Proteazların ve amilazların hamur üzerindeki yumuşatıcı etkilerinden dolayı hamur karıştırma sürelerini kısaltmaları ve çabuk olgunlaşma sağlamaları, bisküvi yapımında yaygın olarak kullanılan metabisülfitin etkisine benzemektedir. Nitekim, bisküvi hamur yapımında di sülfid bağlarının proteaz enzimleri veya sülfid yardımıyla indirgenerek hamurun daha kolay işlenebileceği bildirilmiştir (Anonymous 2000). Ancak proteazların özellikle de papain proteazın, hamurun yufkalanması aşamasında silindirlere yapışması kontrol edilemeyen enzim aktivitesi olduğunu düşündürmektedir. Nitekim, metabisülfitin etkinlik derecesi hamura ilave edildiği miktar ile sınırlıyken (Anonymous 2000), enzimlerin aktiviteleri uygun çalışma koşulları olduğu sürece hamurun ileri işleme aşamalarına, hatta pişirmenin ilk aşamalarına kadar devam eder. Dolayısıyla teorik açıdan proteaz, amilaz veya fungal amilazda olduğu gibi proteaz/amilaz aktivitesinin metabisülfitin olumlu özelliklerini sağlayabileceği söylenebilir, ancak pratik açıdan enzim uygulamasının çok kontrolü ve sabit proses koşulları gerektirdiği düşünülmektedir.

4.2.2.2. Enzim katkısının bisküvi kalite özellikleri üzerine etkileri

Enzimlerin bisküvi kalitesi üzerine etkisi çizelge 4.10. ve 4.11.'de özetlenmiştir. Bisküviler Yamazaki ve Lord (1978) tarafından önerilen kalite kriterlerine göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.10. Enzim katkısının kuvvetli unun bisküvi kalitesine etkisi

Enzim	Dozaj (g/kg)	Genişlik (W,cm)	Kalınlık (T,cm)	Yayıma Oranı (W/T)
Şahit		4.60	0.64	7.18
Bakteriyel proteaz	0.05	4.58	0.62	7.39
	0.10	4.59	0.65	7.06
	0.15	4.77	0.64	7.45
	0.20	4.79	0.65	7.37
Fungal proteaz	0.05	4.66	0.65	7.17
	0.10	4.65	0.65	7.15
	0.15	4.68	0.65	7.20
	0.20	4.79	0.66	7.26
Papain	0.0088	4.59	0.65	7.06
	0.0175	4.62	0.64	7.21
	0.0263	4.63	0.63	7.35
	0.0350	4.66	0.63	7.39
Bakteriyel amilaz	0.05	4.47	0.65	6.88
	0.10	4.55	0.67	6.79
	0.15	4.53	0.67	6.76
	0.20	4.62	0.66	7.00
Fungal amilaz	0.05	4.61	0.63	7.32
	0.10	4.63	0.63	7.35
	0.15	4.66	0.62	7.52
	0.20	4.64	0.62	7.48
Bakteriyel hemiselülaz	0.05	4.44	0.64	6.94
	0.10	4.41	0.65	6.79
	0.15	4.41	0.68	6.49
	0.20	4.37	0.69	6.33
Fungal hemiselülaz	0.05	4.45	0.62	7.18
	0.10	4.44	0.65	6.83
	0.15	4.40	0.67	6.57
	0.20	4.36	0.71	6.14

Çizelge 4.11. Enzim katkısının zayıf unun bisküvi kalitesine etkisi

Enzim	Dozaj (g/kg)	Genişlik (W,cm)	Kalınlık (T,cm)	Yayıma Oranı (W/T)
Şahit		4.39	0.58	7.56
Bakteriyel proteaz	0.05	4.49	0.60	7.48
	0.10	4.50	0.60	7.50
	0.15	4.49	0.57	7.88
	0.20	4.51	0.59	7.64
Fungal proteaz	0.05	4.47	0.58	7.71
	0.10	4.48	0.59	7.59
	0.15	4.58	0.59	7.76
	0.20	4.58	0.58	7.90
Papain	0.0088	4.21	0.61	6.90
	0.0175	4.27	0.60	7.12
	0.0263	4.34	0.60	7.23
	0.0350	4.45	0.58	7.67
Bakteriyel amilaz	0.05	4.53	0.56	8.09
	0.10	4.72	0.64	7.38
	0.15	4.50	0.58	7.76
	0.20	4.54	0.58	7.83
Fungal amilaz	0.05	4.52	0.57	7.93
	0.10	4.47	0.60	7.45
	0.15	4.37	0.60	7.28
	0.20	4.37	0.60	7.28
Bakteriyel hemiselülaz	0.05	4.23	0.66	6.41
	0.10	4.23	0.68	6.22
	0.15	4.21	0.70	6.01
	0.20	4.19	0.70	5.98
Fungal hemiselülaz	0.05	4.42	0.59	7.49
	0.10	4.23	0.64	6.61
	0.15	4.25	0.66	6.44
	0.20	4.13	0.66	6.26

Çizelge 4.10. ve 4.11.'de, proteaz enzimlerinin bisküvilerin yayılma oranlarında genel olarak bir artışa neden olduğu görülmektedir. Nitekim protein miktarı arttıkça hamurun akıcılığının azaldığı ve böylece hamurun daha az yayıldığı ve protein miktarı ile bisküvi genişliğinin direkt ilişkili olduğu belirtilmiştir (Abdoud *et al.* 1985, Gaines ve Donelson 1985). Anonymous (2000) 'e göre hamurda gluten elastikiyetinin fazla olması bisküvilerde şeklin bozuk olmasına neden olmaktadır ki bu nedenle gluten yapısındaki glutenin'in hidrolize edilmesi gerekir. Proteazlar, yoğrulabilme ve şekil vermeye minimum zarar vererek hamur elastikiyetini azaltmak için kullanılırlar. (Godfrey 2000).

Enzim ilavesinin bisküvi hamur yapımı üzerine etkileri incelenirken hamur yoğurma aşamasında proteazların tümünde uzama kabiliyetinde artış, yoğurma kuvvetine karşı dirençte azalma görülmüştür. Ayrıca proteaz enzim ilavesiyle ekstenzograf çalışmalarında uzamaya karşı direncin azaldığı tespit edilmiştir.

Papain enzim ilavesinin bisküvilerin yayılma oranını artırıcı yönde etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Papain, bisküvinin yayılmasını arttırmakta, aynı zamanda sert kırmızı bisküvi unundan bisküvi yapımına olanak sağlamaktadır (Hegenbart 1994).

Amilazların yayılma oranları üzerindeki etkisi net olarak tespit edilememekle birlikte özellikle fungal amilazın kuvvetli unda bisküvi yayılma oranlarını belirgin olarak arttırdığı görülmüştür. Nitekim Elgün ve Ertugay (1995), tarafından fungal kaynaklı enzim preparatlarının α -amilaz aktivitesini sağlama yanında içerdiği proteolitik aktiviteyle de istenildiği zaman özellikle kuvvetli yapıya sahip hamurların yoğurma ihtiyacını ve olgunlaşma süresini düşürücü etkiye sahip oldukları belirtilmiştir.

Aynı proteaz ve α -amilaz enzimlerinin sert buğday unundan üretilen bisküvilerin yayılmasını arttırdığını, yoğunluğu azalttığı, rengini ve gevrekliğini geliştirdiği saptanmıştır (Manohar ve Rao 1992).

Hemiselülaz enzimi katkılı bisküvilerde ise yayılmanın nispeten azaldığı, buna karşılık bisküvi kalınlıklarında artış meydana geldiği gözlenmektedir. Buğday unu kaynaklı ürünlerde pentozanlar hacim gelişimine katkıda bulunurlar. Pentozanların buğday unu kaynaklı ürünlere ilavesiyle mevcut pentozanların hidrolizi sonucu ürün hacmi geliştirilebilir (Hegenbart 1994).

4.2.2.3. Bisküvilerde duyuusal analiz

Enzimlerin bisküvi kalitesi üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi amacıyla 20 kişi ile panel test yapılmıştır. Panelistler her enzimi uygulanan 4 dozaj içerisinde verilebilecek en yüksek puana göre değerlendirmişlerdir. Panel test sonuçları ortalamaları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.



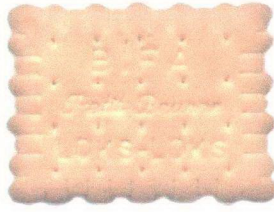
Çizelge 4.12. Bakteriyel proteaz katkılı kuvvetli (A) ve zayıf (B) unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları

(A)

DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	7	6	8	9	9
	ALTI	10	7	6	7	9	9
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	6	8	9	10
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	5	6	8	9
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENGİ	10	10	9	9	9	9
	İÇ TEKSTÜR	10	9	8	8	9	9
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	10	10	10	10
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	7	5	5	8	9
	GENEL YEME HİSSİ	10	8	6	7	8	9
TOPLAM		100	83	71	78	89	93

(B)

DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	6	4	5	7	8
	ALTI	10	6	4	5	7	8
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	5	6	6	7
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	5	5	6	7
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENGİ	10	8	8	8	8	8
	İÇ TEKSTÜR	10	8	5	5	7	7
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	9	9	9	9
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	6	5	5	6	7
	GENEL YEME HİSSİ	10	7	6	7	7	8
TOPLAM		100	74	61	63	73	79



Şahit



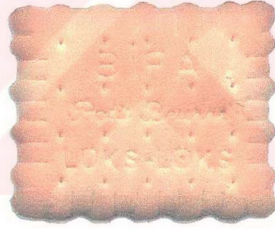
0.05 g/kg



0.10 g/kg



0.15 g/kg

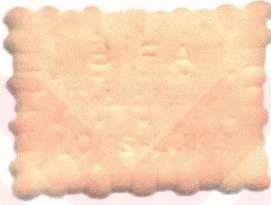


0.20 g/kg

Şekil 4.1. Bakteriye proteaz katkı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler



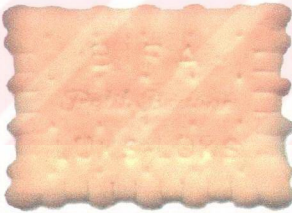
Şahit



0.05 g/kg



0.10 g/kg



0.15 g/kg



0.20 g/kg

Şekil 4.2. Bakteriyel proteaz katkıli zayıf un ile üretilmiş bisküviler

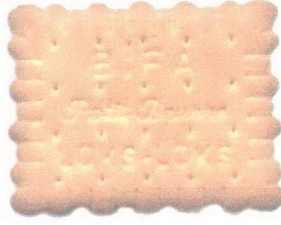
Çizelge 4.13. Fungal proteaz katkılı kuvvetli (A) ve zayıf (B) unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları

(A)

DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	7	5	7	7	8
	ALTI	10	7	6	6	8	8
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	6	8	9	9
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	5	6	9	10
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENGİ	10	10	9	9	9	9
	İÇ TEKSTÜR	10	9	8	8	9	9
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	10	10	10	10
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	7	5	5	8	8
	GENEL YEME HİSSİ	10	8	6	7	8	8
TOPLAM		100	83	70	76	87	89

(B)

DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	6	5	5	6	7
	ALTI	10	6	5	5	5	6
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	4	5	5	7
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	4	5	5	7
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENGİ	10	8	7	8	8	8
	İÇ TEKSTÜR	10	8	4	5	6	7
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	9	9	9	9
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	6	4	5	5	6
	GENEL YEME HİSSİ	10	7	5	6	6	7
TOPLAM		100	74	57	63	65	74



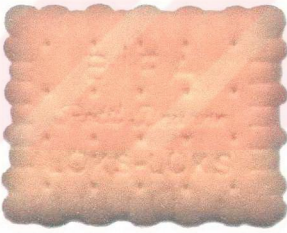
Şahit



0.05 g/kg



0.10 g/kg

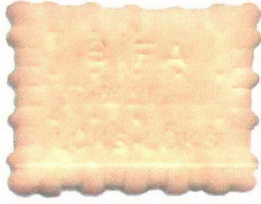


0.15 g/kg



0.20 g/kg

Şekil 4.3. Fungal proteaz katkılı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler



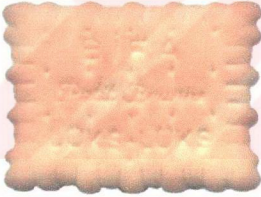
Şahit



0.05 g/kg



0.10 g/kg



0.15 g/kg



0.20 g/kg

Şekil 4.4. Fungal proteaz katkılı zayıf un ile üretilmiş bisküviler

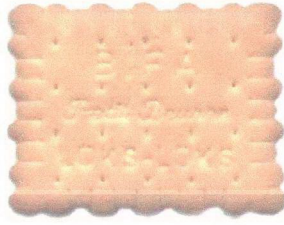
Çizelge 4.14. Papain proteaz katkılı kuvvetli ve zayıf unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları

(A)

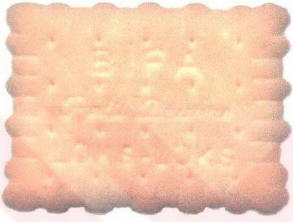
DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	7	5	5	6	7
	ALTI	10	7	5	5	6	6
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	6	7	8	8
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	6	7	8	8
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENGİ	10	10	9	9	9	9
	İÇ TEKSTÜR	10	9	8	8	9	9
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	10	10	10	10
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	7	5	6	7	7
	GENEL YEME HİSSİ	10	8	6	7	7	7
TOPLAM		100	83	70	74	80	88

(B)

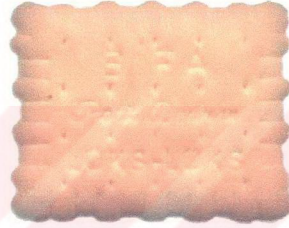
DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	6	4	5	6	7
	ALTI	10	6	4	5	6	6
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	4	5	6	6
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	5	5	6	7
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENGİ	10	8	7	8	8	9
	İÇ TEKSTÜR	10	8	4	5	6	7
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	9	9	9	9
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	6	4	5	6	7
	GENEL YEME HİSSİ	10	7	4	5	6	7
TOPLAM		100	74	55	62	69	75



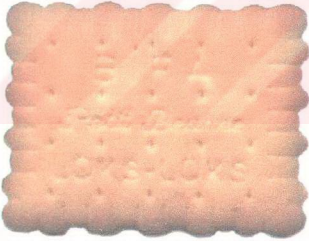
Şahit



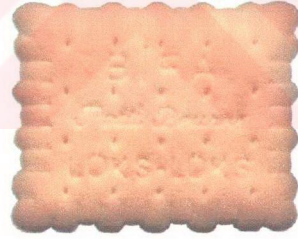
0.0088 g/kg



0.0175 g/kg



0.0263 g/kg



0.0350 g/kg

Şekil 4.5. Papain proteaz katkılı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler



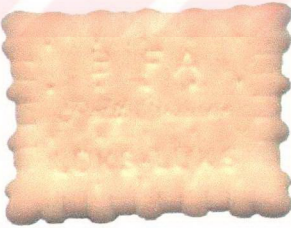
Şahit



0.0088 g/kg



0.0175 g/kg



0.0263 g/kg



0.0350 g/kg

Şekil 4.6. Papain proteaz katkılı zayıf un ile üretilmiş bisküviler

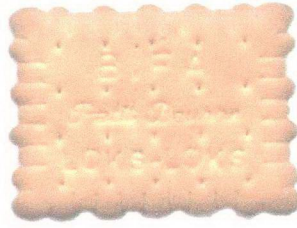
Çizelge 4.15. Bakteriyel amilaz katkılı kuvvetli ve zayıf unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları

(A)

DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	7	7	9	9	10
	ALTI	10	7	7	8	10	10
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	7	8	9	9
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	7	7	9	9
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENGİ	10	10	9	9	9	9
	İÇ TEKSTÜR	10	9	8	8	9	9
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	10	10	10	10
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	7	5	5	7	7
	GENEL YEME HİSSİ	10	8	6	7	8	9
TOPLAM		100	83	76	81	90	92

(B)

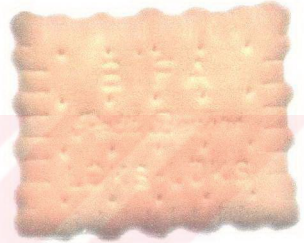
DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	6	5	6	7	8
	ALTI	10	6	6	6	7	8
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	5	6	7	7
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	5	6	6	7
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENGİ	10	8	8	8	8	8
	İÇ TEKSTÜR	10	8	5	5	6	7
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	9	9	9	9
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	6	5	5	6	6
	GENEL YEME HİSSİ	10	7	5	6	7	8
TOPLAM		100	74	63	67	73	78



Şahit



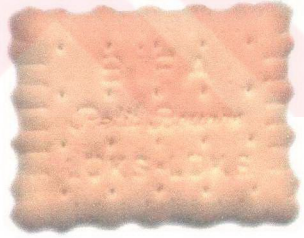
0.05 g/kg



0.10 g/kg

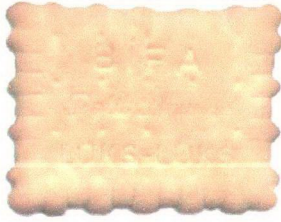


0.15 g/kg



0.20 g/kg

Şekil 4.7. Bakteriyel amilaz katkılı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler



Şahit



0.05 g/kg



0.10 g/kg



0.15 g/kg



0.20 g/kg

Şekil 4.8. Bakteriyel amilaz katkılı zayıf un ile üretilmiş bisküviler

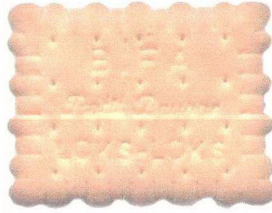
Çizelge 4.16. Fungal amilaz katkılı kuvvetli ve zayıf unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları

(A)

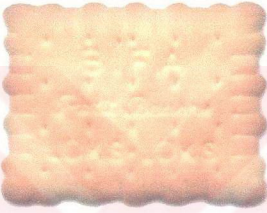
DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	7	7	8	8	9
	ALTI	10	7	7	8	8	9
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	7	8	8	9
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	7	7	8	9
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENGİ	10	10	9	9	9	9
	İÇ TEKSTÜR	10	9	8	8	9	9
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	10	10	10	10
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	7	5	5	7	7
	GENEL YEME HİSSİ	10	8	6	7	8	9
TOPLAM		100	83	76	80	85	90

(B)

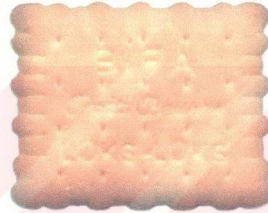
DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	6	5	5	6	7
	ALTI	10	6	5	6	6	7
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	5	6	7	7
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	5	6	6	8
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENGİ	10	8	8	8	8	8
	İÇ TEKSTÜR	10	8	5	5	6	7
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	9	9	9	9
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	6	5	6	6	6
	GENEL YEME HİSSİ	10	7	5	6	7	8
TOPLAM		100	74	62	67	71	77



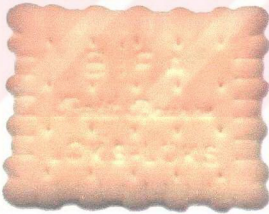
Şahit



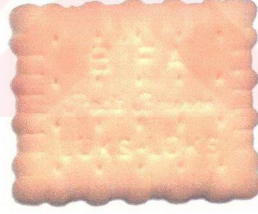
0.05 g/kg



0.10 g/kg

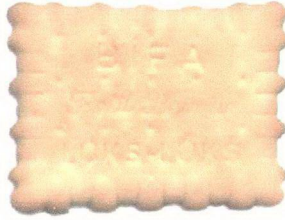


0.15 g/kg



0.20 g/kg

Şekil 4.9. Fungal Amilaz katkılı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler



Şahit



0.05 g/kg



0.10 g/kg



0.15 g/kg



0.20 g/kg

Şekil 4.10. Fungal Amilaz katkılı zayıf un ile üretilmiş bisküviler

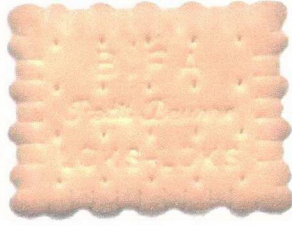
Çizelge 4.17. Bakteriyel hemiselülaz katkılı kuvvetli ve zayıf unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları

(A)

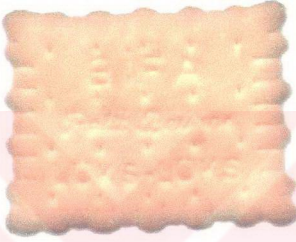
DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	7	6	7	8	9
	ALTI	10	7	6	6	7	7
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	7	7	6	5
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	7	6	5	4
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENGİ	10	10	9	9	9	10
	İÇ TEKSTÜR	10	9	6	7	9	9
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	10	10	10	10
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	7	6	6	7	7
	GENEL YEME HİSSİ	10	8	6	7	8	9
TOPLAM		100	83	66	75	79	80

(B)

DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	6	5	6	7	8
	ALTI	10	6	5	5	6	
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	6	5	4	3
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	5	5	4	3
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENGİ	10	8	8	8	8	9
	İÇ TEKSTÜR	10	8	5	6	6	7
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	9	9	9	9
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	6	4	4	5	6
	GENEL YEME HİSSİ	10	7	5	5	6	7
TOPLAM		100	74	62	63	65	69



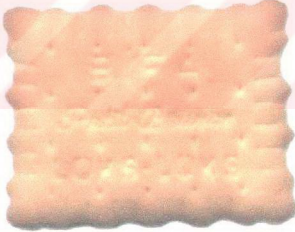
Şahit



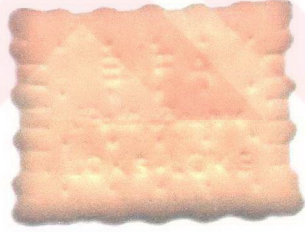
0.05 g/kg



0.10 g/kg



0.15 g/kg



0.20 g/kg

Şekil 4.11. Bakteriyel Hemiselüloz katkılı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler



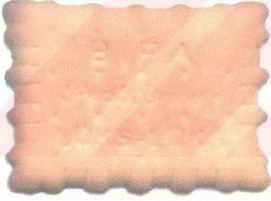
Şahit



0.05 g/kg



0.10 g/kg



0.15 g/kg



0.20 g/kg

Şekil 4.12. Bakteriye hemiselüloz katkıyla zayıf un ile üretilmiş bisküviler

Çizelge 4.18. Fungal hemiselülaz katkıli kuvvetli ve zayıf unlar ile üretilmiş bisküvilerde panel test sonuçları

(A)

DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	7	5	6	7	8
	ALTI	10	7	6	6	6	6
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	8	7	7	6
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	8	7	6	6	5
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENĞİ	10	10	9	9	9	9
	İÇ TEKSTÜR	10	9	6	7	9	9
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	10	10	10	10
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	7	6	6	7	7
	GENEL YEME HİSSİ	10	8	6	7	8	8
TOPLAM		100	83	73	74	79	78

(B)

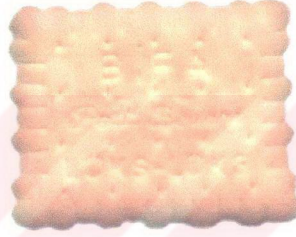
DIŞ ÖZELLİKLER		EN YÜKSEK PUAN	ŞAHİT NUMUNE	DOZ 1	DOZ 2	DOZ 3	DOZ 4
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÜSTÜ	10	6	5	5	6	7
	ALTI	10	6	5	6	6	6
	ÜST DESENLERİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	7	6	5	3
	BİSKÜVİ ŞEKLİNİN BELİRGİNLİĞİ	10	7	6	5	4	3
İÇ ÖZELLİKLER	İÇ RENĞİ	10	8	8	8	8	9
	İÇ TEKSTÜR	10	8	5	6	7	7
DUYUSAL ÖZELLİK	TAT	10	9	9	9	9	9
	KOKU	10	10	10	10	10	10
	GEVREKLİK	10	6	4	5	6	6
	GENEL YEME HİSSİ	10	7	5	6	6	6
TOPLAM		100		64	66	67	65



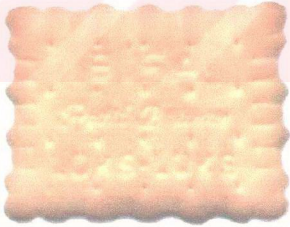
Şahit



0.05 g/kg



0.10 g/kg



0.15 g/kg



0.20 g/kg

Şekil 4.13. Fungal Hemiselüloz katkılı kuvvetli un ile üretilmiş bisküviler



Şahit



0.05 g/kg



0.10 g/kg



0.15 g/kg



0.20 g/kg

Şekil 4.14. Fungal Hemiselülaz katkılı zayıf un ile üretilmiş bisküviler.

Panel testi sonunda elde edilen verilere göre ;

1. Materyal olarak kullanılan enzimlerin kuvvetli un ile yapılan bisküvilerde daha etkin sonuç verdikleri, zayıf un ile yapılan bisküvilerin kuvvetli un ile yapılanlara göre daha sıkışık ve tıknaz, daha ince, daha açık renkli oldukları tespit edilmiştir.

2. Genel olarak enzimlerin bisküvi gevrekliğini arttırıcı yönde etkide buldukları, bu kriter üzerinde özellikle proteazların daha etkin, proteazlardan da sırasıyla bakteriyel proteaz ve fungal proteazın daha etkili olduğu belirlenmiştir.

3. Panelistler genel olarak enzimlerin bisküvinin tadı ve kokusu üzerinde herhangi bir etkisini tespit edememişlerdir.

4. Bisküvinin yayılması ve kalıp şeklini muhafazası üzerinde her iki un tipinde de özellikle proteazların daha etkili olduğu, amilazların da yayılma üzerinde kısmen buna yakın etki gösterdikleri tespit edilmiştir.

5. Proteaz katkılı bisküvilerin tümünde genel olarak dozaj artımına bağlı yüzey renk esmerleşmesi olduğu belirtilmiş ve bu durum görünüm kalitesi açısından olumlu olarak nitelendirilmiştir. Burada, Maillard reaksiyonu artışına bağlı renk ve aroma değişimi söz konusudur (Pyle 1979).

6. Proteazların özellikle nispeten daha kuvvetli ve kaliteli olan kuvvetli un da 1. ve 4. dozajlar arası daha belirgin fonksiyon verdiği ve etkili olduğu görüldü.

7. Amilazların da özellikle kuvvetli un da daha etkin sonuç verdikleri tespit edilmiştir. Kuvvetli unların genellikle daha yüksek nişasta zedelenmesi gösterirler (Elgün ve Ertugay 1995). Amilazların öncelikle zedelenmiş nişasta molekülleri etkileri nedeniyle kuvvetli un da Maillard reaksiyonuna daha çok destek verdikleri anlaşılmaktadır

8. Amilazlar ile üretilen bisküvilerde de bisküvi yüzey renginin dozaj artımına bağlı olarak gittikçe arttığı tespit edilmiştir. Bakteriyel amilazın fungal amilaza göre rengin koyulaşmasında daha etkili olduğu görülmüştür.

9. Hemiselülazlar ile üretilen bisküvilerin iç gözenek (hücre) yapılarının, fazlaca kabartma ajanı kullanma durumunda gözlenen büyük hücre yapılarına benzediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu da, hemiselülazların suda erimeyen pentozanları parçalayarak, gözenek stabilitesini bozduğu ve gözeneklerin birleşerek iri ve heterojen gözenek yapısına sebep olduğu sonucunu göstermektedir (Pyler 1979).

10. Hemiselülazlarda özellikle son dozaja doğru belirgin bir çap daralması ve yükseklik artışı tespit edilmiş, bisküvilerin kalıp şeklini muhafaza edemedikleri özellikle yan desenlerini kaybettikleri görülmüştür. Bu da, muhtemelen hemiselüloz yapılarının parçalanmasına bağlı, hamur sistemin yıkılmasına bağlanabilir (Pyler 1979).

11. Hemiselülazlar ile üretilen bisküvilerin ilk ısıрма anında dağılmaya eğilimli olduğu, ağızda çiğneme anında da dağıldığı, diğerleri gibi bir anda toplanmadığı, bir araya daha geç geldiği gözlenmiştir.

12. Hemiselülazlar ile üretilen bisküvilerin iç rengi daha açık renkli (beyaza yakın), diğerleri krem rengine yakın bulunmuştur. Bu da, hidroliz sonucu açığa çıkan pentoz şekerlerinin, hekzoslara göre Maillard reaksiyonuna daha az meyilli olduklarını göstermektedir.

13. Hemiselülazlarda da son dozaja doğru üst yüzey renginde koyulaşma tespit edilmiştir.

Sonuç olarak enzim katkısının unların reolojik özellikleri ve hamur yapımı üzerindeki etkilerinin araştırılması sırasında enzimlerin genel olarak kuvvetli unlar üzerinde daha belirgin sonuçlar verdikleri tespit edilmiştir. Buna paralel sonuçlar tat panel sonunda bisküvilerde de tespit edilmiştir.

Panelistler tarafından bisküvilerin gevreklik gibi yeme özellikleri üzerine proteaz enzim katkısının en iyi sonuçları verdiği tespit edilmiştir.

Şekil açısından yüzey görünümü en iyi proteaz katkılı bisküvilerde olduğu belirtilmiştir. Bisküvi yüzey yapısının direkt olarak bisküvi yayılma faktörüne bağlı olduğu ve yayılma ne kadar fazla olursa bisküvi yüzey yapısının daha fazla homojen çatlak ve kırıklara sahip olabileceği açıklanmıştır (Doescher ve Hosney 1987).

Amilaz katkılı bisküvilerin yüzey renginin daha tercih edilir olduğu belirtilmiştir. Bu da, Maillard reaksiyonundaki artışa bağlıdır (Pyler 1979).

Hemiselülaz enzim katkılı bisküvilerin şekil bozukluğu tüm panelistlerce olumsuz bulunurken bisküvi iç renginin beyazlığı olumlu olarak nitelendirilmiştir. Bu durum, Maillard reaksiyonunun sınırlı kaldığını göstermektedir. Enzim katkısı ile şahit örneklerde zayıflatıcı olarak kullanılan metabisüfit katkısı karşılaştırıldığında; metabisüfit glutenin yalnızca disüfit bağlarını (S-S) kırarak zayıflatmakta, sonuçta Maillard reaksiyonuna sebep olamamaktadır. Dolayısıyla bisküvi iç rengi daha açık olmaktadır. Enzim kullanımı halinde ise, peptid bağlarının kırılması ile açığa çıkan amin grupları Maillard reaksiyonuna girerek iç rengini esmerleştirmektedir (Pyler 1979, Elgün ve Ertugay 1995). Enzimatik zayıflatmanın, muhtemelen en olumsuz etkisi, bisküvi iç renginin esmerleşmesi olacaktır. Bu da aromatik profili ve besin değerini etkileyecektir. Bu açıdan proteazlar daha az esmerleşme vererek amilazlara göre daha çok tercih edilebilir konumda bulunmaktadır. Ancak amilazlar yüzey rengi itibarıyla üstünlüğe sahiptirler.

5. SONUÇ

Çalışma sonucunda enzimlerin hamura ilave edildikleri ilk andan itibaren hamur davranışları ve proses parametreleri üzerinde etkili oldukları; proteaz ve amilazların bisküvi hamurunun yoğrulma aşamasında yumuşamaya neden oldukları, daha az su kullanımı ve yoğurma süresinde kısalma sağladıkları, dolayısıyla uzun karıştırma süresinin neden olduğu ileri düzeyde gluten gelişiminin olumsuzluklarını ortadan kaldırdıkları, oysa hemiselülazların daha fazla su kullanımı ile birlikte yoğurma süresinde uzamaya neden olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak endüstriyel açıdan bisküvi hamuru yapımında proteaz ve α -amilaz enziminin olumlu yönlerinden faydalanılabileceği düşünülmektedir.

Bisküvi yapım prosesinde ise amilaz ve proteaz ilave edilen hamurların daha kolay işlendiği, silindirlerde yufkalama ve kalıplama aşamasında uzamaya karşı direnç yada şekil değişikliği olmadığı tespit edilmiştir. Özellikle proteazların bisküvinin yayılması ve kalıp şekli muhafazasında etkili oldukları gözlenmiş Bisküvi yapımında uzunluk, genişlik yada çaptaki en küçük sapmaların bile ekonomik kayıplara sebep olabileceği düşünüldüğünde son üründe kalıp şekli muhafazasında özellikle proteaz enziminin olumlu katkıları sağlayacağı tespit edilmiştir.

Elde edilen bisküviler ve panel testlerin sonuçlarına göre genel bir sonuç olarak, enzimlerin bisküvinin gerek yüzey görünümü, iç tekstür ve renk gerekse gevreklik, dağılma vb. yeme özellikleri üzerinde dozaj artımına bağlı olarak etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada, kuvvetli unun enzim katkısı ile daha belirgin ve olumlu sonuçlar vermesi, standart bisküvilik un nitelikleri üzerinde özelliklere sahip hatta ekmeçlik kalitede unların enzim katkısı ile bisküvi yapımına uygun olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Genel olarak enzimlerin bisküvinin gevrekliği üzerine olumlu etkide buldukları tespit edilmiş bu konuda özellikle proteazların daha etkili oldukları saptanmıştır.

Enzim katkısının dozaj artımına bağlı bisküvi yüzey rengini koyulaştırdığı saptanmış, daha fazla şeker kullanıldığında ancak ulaşılabilecek kızarmış bir kabuk renginin elde edildiği tespit edilmiştir. Bu konuda özellikle amilazlardan faydalanılabileceği düşünülmektedir.

Hemiselülazların dozaj artımına bağlı olarak genel görünümde, kalıp şekli muhafazası ya da yayılmada olumlu bir etkileri saptanamamıştır. Ancak, iç yapı renginin diğer enzim katkılı bisküvilerden daha beyaz olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca dozaj artımına bağlı bisküvi kalınlığında artış gözlenmiş, bunun daha büyük hücre yapısına sahip, kabartılmış tipte bisküvilerin üretiminde daha az kabartıcı kullanımına da yardımcı olacağından, olumlu bir özellik olarak kullanılabilmesi düşünülmüştür. Hemiselülazların hamurdaki etkinliği göz önüne alındığında selüloz oranı yüksek diyet tip bisküvilerde hem hamurun işlenmesi aşamasında hem de ürünün yeme özelliklerinin iyileştirilmesi açısından olumlu katkı sağlayabileceği söylenebilir.

Sonuçlar metabisülfid ile zayıflatılan şahit örnekler ile karşılaştırıldığında, iç rengin artan Maillard reaksiyonuna bağlı olarak daha da esmerleştiği, buna karşı olarak genel yapı, tad-aroma ve yeme özellikleri bakımından üstünlükler gösterdiği, hamurun işlenmesi ve şekil vermede kolaylıklar sağladığı söylenebilir.

Bu çalışmada her enzimin bisküvinin farklı özelliklerini değiştirdiği ve doz artımına bağlı olarak farklı kalite kriterlerini etkilediği tespit edilmiştir. Bu tespit ve yapılan kaynak araştırmaları da göz önünde bulundurulduğunda, bisküvinin hamur yapım aşamasında değişik fonksiyonları sağlamak ve bisküvinin istenilen kalite kriterlerini değiştirmek amacıyla birkaç enzim kombinasyonunun kullanımının daha uygun olabileceği ve üzerinde çalışılması gerektiği düşünülmüştür.

KAYNAKLAR

- Abdoud, A.M., Rubenthaler, G.L. and Hosoney, R.C. 1985. Factors affecting cookie flour quality. *Cereal Chem.*, 62; 130-134.
- Anonymous. 1960 a. International Association for Cereal Chemistry. ICC standart No: 106.
- Anonymous. 1960 b. International Association for Cereal Chemistry. ICC standart No: 114.
- Anonymous. 1968. International Association for Cereal Chemistry. ICC standart No: 107.
- Anonymous. 1969 a. American Association of Cereal Chemists. AACC standart No: 10-50.
- Anonymous. 1969 b. American Association of Cereal Chemists. AACC standart No: 46-10.
- Anonymous. 1972. International Association for Cereal Chemistry. ICC standart No: 115.
- Anonymous. 1972. International Association for Cereal Chemistry. ICC standart No: 116.
- Anonymous. 1976. International Association for Cereal Chemistry. ICC standart No: 110.
- Anonymous. 1982. International Association for Cereal Chemistry. ICC standart No: 104.
- Anonymous. 1991. Bisküvi standardı. TS 2383., TSE, Ankara.
- Anonymous. 1996. Brabender Farinograph Handbook. The test instrument for wheat and wheat flour. Duisburg, Germany.
- Anonymous. 2000. Enzymes using in biscuit, wafer and cracker production. DSM Bakery Ingredients, Business Unit Baking Enzymes .

- Atlı, A. 1985. İç Anadolu'da yetiştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin kalite özellikleri üzerine çevre ve çeşidin etkileri. (Doktora tezi) A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Atlı, A. 1993. Orta Anadolu bölgesinde yetiştirilen ekmeklik buğday çeşitlerinin bisküvilik kalitesi üzerine araştırmalar. 1. Un-Bulgur-Bisküvi Sempozyumu, Karaman.
- Barrett, F.F., 1975. Enzymes in Food Processing 2nd edn., ed. Reed, G. Academic Pres, New York, p.301.
- Bloksma, A.H., 1971. Rheology and Chemistry of Dough in Wheat Chemistry and Technology ed by Y.Pomeranz, American Association of Cereal Chemists. Inc. St. Paul Minnesota, 821 pp.
- Conn, J.F., Johnson, J.A. and Miller, B.S. 1950. An investigation of commercial fungal and bacterial alpha-amylase in baking. Cereal Chem., 27; 191-205.
- Delecourt, R. 1974. Purification and properties of fungal and bacterial proteases. Annales de Technologie Agricole, 23 (2); 193-203.
- Doescher, L.C. and Hosney, R.C. 1987. A mechanism of cookie dough setting. Cereal Chem., 64; 158-163.
- Drechsel, W., Tacufel, A., Ruttloff. and Schlobach, C.R. 1977. Reduction of the viscosity of cereal flour Suspension. German Democratic Republic- Patent 128 -201.
- Ducroo, P. 1974. Brabender farinograph studies on the action of proteases on wheat flour. Annales de Technologie Agricole, 23 (2); 249-256.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z. 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 718
- Evranoz, Ö. 1987. Gıda işleme ve muhafazasında kaliteyi etkileyen etmenler ve son tüketim tarihinin saptanması. Gıda Sanayi Dergisi, (1); 12-16.

- Gaines, C.S. 1990. Influence of chemical and physical modification of soft wheat protein on sugar-snap cookie dough consistency cookie size and hardness. *Cereal Chem.*, 67; 73-77.
- Gaines, C.S. and Donelson, J.R. 1985. Evaluating cookie spread potential of whole wheat flours from soft wheat cultivars. *Cereal Chem.*, 62; 134-136.
- Gaines, C.S. and Finney, P.L. 1989. Effect of selected commercial enzymes on cookie spread and cookie dough consistency. *Cereal Chem.*, 66; 73-78.
- Godfrey, T. 2000. Developments in specialty enzymes. *The World of Food Ingredients Journal*, (February- March); 30-35.
- Greenaway, W.T. and Watson, C.A. 1975. The Glutomatic for semiautomatic determination of wet and dry gluten content of wheat flour. *Cereal Chem.*, 52; 367-373.
- Guerriviere, J.F. and Bussiere, G. 1974. Use of proteases in the bakery industry. *Annales de Technologie Agricole*, 23 (2); 257-268.
- Guy, R. 2001. Baking with enzymes. *The World of Food Ingredients*, (April-May)
- Hammer, R.J. 1995 a. Enzymes in the baking industry. *Enzymes in Food Processing*. 2nd edit. Blackie Academic Professional, Chapman&Hall., 190-220.
- Hammer, R.J. 1995 b. Fundamentals of enzyme activity. *Enzymes in Food Processing*. Eds. G.A. Tucker. Chapman&Hall., London
- HAMPL, J. 1969. Use of enzymes in the baking industry. *Baecker und Konditor*, 17 (9); 260-62.
- Hegenbart, S. 1994. Understanding enzyme function in bakery foods. *Food Product Design*, 22; 33-38.
- Hoseborg, E. 2000. Conference. DSM Bakery Ingredients. Business Unit Baking Enzymes, P.O.Box.1,2600 MA Delft, The Netherlands.

- Hoseney, R.C. 1990. Principles of Cereal Science and Technology. AACC. Inc., St.Paul Minnesota. USA.
- Ishida, K. and Nagasaki, M. 1989 a. Use of proteases in biscuit processing. Journal of Japanese Society of Food Science and Tech., 36 (12); 1003-1008.
- Ishida, K. and Nagasaki, M. 1989 b. Effects of proteases on textural properties of wheat flour dough. Journal of Japanese Society of Food Science and Tech., 36 (12); 964-967.
- Kent, N.L. 1983. Technology of cereals. Third Edition. Pergamon Pres Ltd.
- Kruger, J.E. 1971. Effect of proteolytic enzymes on gluten as measured by a Stretching test. Cereal Chem., 48; 121.
- Lindahl, L. and Eliasson, A.C. 1992. Influence of added enzymes on the rheological properties of a wheat flour Dough. Cereal Chem., 69; 542-546.
- Ludewig, H.G. 1977. Comments on biscuit manufacture. Chocolate, Confectionery and Bakery Review., 2 (1); 12-14.
- Mannie, E. 1998. Tapping the power of enzymes. Prepared Foods, 6(1); 14-16.
- Manohar, R.S. and Rao, P.H. 1992. Effect of α -amylase and protease on the rheological characteristics of dough and quality of biscuits. Adv.Food Sci., 19; 15-21.
- Miller, B.S., Johnson, J.A. and Palmer, D.L. 1953. A comparison of cereal, fungal and bacterial alpha-amylases as supplements for breadmaking. Food Technol., 7(1); 38-42.
- Özkaya, H. 1988. Bisküvi kalitesinin değerlendirilmesi. Analitik Gıda Kalite Kontrolü. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları., 1086: 107.
- Özkaya, H., Kahveci, B. 1990. Tahıl Ürünleri ve Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları., No : 14 ; 121-134.

- Pomeranz, Y. 1988. *Wheat Chemistry and Technology*, AACC, St Paul, Minnesota, USA.
- Pyler, E.J. 1979. *Baking Science and Technology* Vol. 1-2. Siebel Publ.Co.Chicago, ILL.USA.
- Redman, D.G. 1971. Application of proteases. *Journal of Agricultural Food Science.*, 22; 75.
- Simmonds, D. 1974. Chemical basis of hardness and vitreosity in the wheat kernel. *Bakers Dig.* 48(5);16-18.
- Wade, P. 1988. *Introduction to biscuit making. Biscuits, Cookies and Crackers. Vol.1.*,Elsevier Applied Science Publishers Ltd., London.
- Weipert, D. 1972. Effect of enzyme of different specificity on the rheological behaviour of dough. *Getreide Mehl und Brot.*, 26 (10); 275-280.
- Yamazaki, W.T. 1953. An Alkaline water retention capacity test for evaluation of cookie baking potantialities of soft winter wheat flours. *Cereal Chem.*, 30; 242-249.
- Yamazaki, W.T. and Lord, D.D. 1978. *Soft wheat products. Wheat Chemistry and Technology. 2nd Edt.* AACC., Inc.St Paul Minnesota.
- Yamazaki, W.T. and Donelson, D.H. 1983. Kernel hardness of some U.S. wheats. *Cereal Chemistry.* 60(3); 44-350.
- Yoshinaka, R. and Ikeda, S. 1969. The bromelain-catalysed hydrolisis of gluten. *Memoirs of the Research Institute for Food Science, Kyoto University*, 30;16.

ÖZGEÇMİŐ

Ankara'da 1975 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1992 yılında girdiği Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 1996 yılında mezun oldu. 1996 yılından bu yana Bifa Bisküvi ve Gıda Sanayi'nde Üretim Müdürü olarak görev yapmaktadır.

