

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ender KARATEKİN

**SÜNE ZARARINA UĞRAMIŞ BUĞDAY UNUNUN KATKI MADDELERİ
KULLANILARAK EKMEKLİK KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

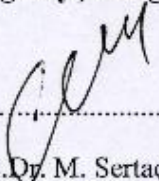
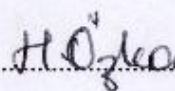
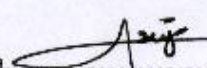
ADANA, 2008

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SÜNE ZARARINA UĞRAMIŞ BUĞDAY UNUNUN KATKI MADDELERİ
KULLANILARAK EKMEKLİK KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Ender KARATEKİN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 14/01/2008 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Çoğunlukla İle Kabul Edilmiştir.

İmza..... 	İmza..... 	İmza..... 
Yrd.Doç.Dr. M. Sertaç ÖZER	Doç.Dr. Hakan ÖZKAN	Yrd.Doç.Dr. Asiye AKYILDIZ
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No :

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SÜNE ZARARINA UĞRAMIŞ BUĞDAY UNUNUN KATKI MADDELERİ KULLANILARAK EKMEKLİK KALİTESİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Ender KARATEKİN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Sertaç ÖZER
Yıl : 2008, Sayfa : 62
Jüri : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Sertaç ÖZER
Doç. Dr. Hakan ÖZKAN
Yrd. Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ

Bu çalışmada, süne zararına uğramış buğday ununda glikoz oksidaz (GO), heksoz oksidaz (HO), sitrik asit (SA) katkı maddelerinin tek başlarına ve kombinasyonlarının kullanılmasının ekmek nitelikleri (hacim [1], gözenek değeri [2], yükseklik [3], taban çapı [4], yükseklik/tabana çapı [5], ekmek içi yumuşaklığı [6] ve nem içeriği [7]) üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bunun için, ekmek hamuru hazırlanmasında; katkı maddesi olarak, mono ve digliseridlerin diasetil tartarik asit esterleri (DATEM), şeker, L-askorbik asit ve transglutaminazın yanısıra değişen miktarlarda GO (0, 15, 30 ve 45 mg/kg), HO (0, 15, 30 ve 45 mg/kg) ve SA (0, 75, 150 ve 225 mg/kg) kullanılarak araştırmada toplam 64 farklı ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, başta HO olmak üzere GO ve diğer katkı maddeleri ekmek niteliklerini önemli ölçüde ($p < 0.01$) etkilemektedir. SA ise ekmek niteliklerinde önemli bir değişikliğe yol açmamaktadır. GO, HO ve "GO + HO" nun uygun kullanım miktarları unun niteliklerine bağlı olarak değişmekte olup, denemede kullanılan niteliklere sahip unlar için GO'nun 30, HO'nun 30 ve "GO + HO" nun "15 + 30" ve "15 + 15" mg/kg düzeylerinin uygun olduğu, özellikle GO'nun daha yüksek düzeylerde kullanılmasının, glutenin aşırı sertleşmesine (hamurun işleme mukavemetinin artmasına) yol açarak, ekmek niteliklerinde gerilemeye neden olduğu, aynı kullanılma düzeylerinde HO'nun GO'ya göre ekmek niteliklerini belirgin biçimde daha iyi etkilediği, "GO + HO", "GO + SA", "HO + SA" ve "GO + HO + SA" kombinasyonlarında her bir katkı maddesinin kullanılma düzeyinin, genellikle, artmasına koşut olarak ekmek niteliklerinin gerilediği belirlenmiştir.

Katkı kullanılması ile ekmek niteliklerinde sağlanabilen iyileşmeler şöyle özetlenebilir : DATEM, şeker, L-askorbik asit ve transglutaminaz kullanılması ile yaklaşık olarak, [1] %13, [2] 2.4 puan, [3] %23 ve [6] %53-74 artmıştır. Bu artışlar, formüle uygun miktarlarda GO, HO ve SA katılmasıyla [1] %25, [2] 3.5 puan, [3] %31 ve [6] %106-133 düzeylerine kadar yükselmiştir.

Anahtar Kelimeler : Süne, Ekmek, Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit

ABSTRACT

MSc THESIS

THE IMPROVING BREAD QUALITY OF INSECT (*Eurygaster Integriceps*) DAMAGED WHEAT FLOUR BY USING ADDITIVES

Ender KARATEKİN

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Asist. Prof. Dr. Mehmet Sertaç ÖZER

Year : 2008, Pages : 62

Jury : Asist. Prof. Dr. Mehmet Sertaç ÖZER

Assoc. Prof. Dr. Hakan ÖZKAN

Asist. Prof. Dr. Asiye AKYILDIZ

In this study, determination of the effects of glucose oxidase (GO), hexose oxidase (HO), citric acid (SA) and combinations of these additives on insect damaged wheat flour bread characteristics (volume [1], grain structure [2], height [3], width [4], the rate of height/width [5], crumb softness [6] and moisture content [7]) were investigated. For this purpose, the bread doughs were prepared by using diacetyl tartaric acid esters of mono and diglycerides (DATEM), sugar, L-ascorbic acid, transglutaminase and using various amounts of GO (0, 15, 30 and 45 mg/kg), HO (0, 15, 30 and 45 mg/kg) and SA (0, 75, 150 and 225 mg/kg) as additives. So, total 64 different bread formulas produced in this study.

According to the results, to lead HO, GO and other additives were significantly affected the bread characteristics ($p < 0.01$), but SA didn't effect the bread characteristics with significantly. The uses of optimum dosages of GO, HO and "GO + HO" were varied depending on flour characteristics. The optimum levels of these additives were determined as 30 mg/kg for GO, 30 mg/kg for HO and "15 + 30" and "15 + 15" mg/kg for "GO + HO" for flours which were showing similar characteristics to the flour used in the experiments. Especially, the use of higher dosages of GO, caused excessive hardening of gluten and decreased the characteristics values of bread. For same dosage, HO clearly effects the bread characteristics better than GO. In combinations formulas ("GO + HO", "GO + SA", "HO + SA" and "GO + HO + SA"), usually, increasing of per additives levels effect the bread characteristics negatively.

The use of DATEM, sugar, L-ascorbic acid and transglutaminase were increased some bread quality parameters, approximately; %13 for [1], 2.4 point for [2], %23 for [3] and %53-74 for [6]. These increases were risen to %25 for [1], 3.5 point for [2], %31 for [3] and %106-133 for [6] by the addition of suitable levels GO, HO and SA in the additives formula.

Key Words : Sunn Pest, Bread, Glucose Oxidase, Hexose Oxidase, Citric Acid

TEŞEKKÜR

Tahıl İşleme Teknolojisi alanında bilgilerinden yararlandığım hocam merhum Prof. Dr. Ali ALTAN'a teşekkür eder, tanrıdan rahmet dilerim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca, çalışmanın düzenlenmesi, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesinde katkılarıyla beni yönlendiren, bana yol gösteren ve destekleyen, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. M. Sertaç ÖZER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın her aşamasında yardımını benden hiçbir zaman esirgemeyen Arş. Gör. Halef DİZLEK'e, Dr. Hülya GÜL'e, tez çalışmamın yürütüldüğü zamanlarda görev yapmış olduğum Adana Sağlık Müdürlüğü Gıda ve Çevre Kontrol Şubesi ile Adana Perihan Gizer Halk Sağlığı Laboratuvarı yöneticilerine ve buralardaki çalışma arkadaşlarıma, değerli arkadaşım Vet. Yüzb. Cumaali DEMİRTAŞ'a, hammadde temininde bana yardımcı olan Yük. Ziraat Müh. Mahmut İSLAMOĞLU'na, ayrıca Ziraat Müh. Sami İŞÇİMEN, Gıda Müh. Suat SÖBÜÇOVALI ve Gıda Müh. Gamze KÖKLÜ'ye,

Yüksek Lisans çalışmam süresince beni destekleyen hocalarım; Doç. Dr. Hüseyin ERTEN'e, Doç. Dr. Hakan ÖZKAN'a ve Doç. Dr. Ekrem ATAKAN'a

Çalışmamın her aşamasında, bilgi ve tecrübesinden yararlandığım, değerli hocalarım Prof. Dr. Ahmet CANBAŞ, Prof. Dr. Hasan FENERCİOĞLU ve Prof. Dr. Turgut CABAROĞLU'na,

İlgi, sabır ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli eşim Emine KARATEKİN, babam Mehmet KARATEKİN, annem Rahime KARATEKİN ve kardeşim Önder KARATEKİN'e,

Destek ve katkılarından dolayı 6. Kolordu Gıda Müfreze Komutanlığına, Kızılaslanlar Ekmek Gıda Katkı Mad. San. Tic. Ltd. Şti'ne, Güney Un Fabrikasına, Sunar Mısır Entegre Tes. A. Ş.'ne, Özmaya A. Ş.'ne ve Rıza Un Değirmenine, teşekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Buğday Hastalık ve Zararlıları.....	4
2.2. Sünenin Buğday, Un ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkileri.....	6
2.3. Süne Zararına Karşı Hamur ve Ekmek Yapımında Alınabilecek Önlemler.....	8
2.3.1. Ekmek Üretiminde Farklılıklar Yapılması.....	10
2.3.2. Katkı Maddeleri Kullanılması.....	10
2.3.2.1. Glikoz Oksidaz.....	14
2.3.2.2. Heksoz Oksidaz.....	17
2.3.2.3. Sitrik Asit.....	19
3. MATERYAL ve METOD.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.2. Metod.....	21
3.2.1. Teknolojik Metodlar.....	21
3.2.1.1. Ekmek Formülleri.....	21
3.2.1.2. Ekmek Yapma Denemeleri.....	22
3.2.2. Analiz Metodları.....	23
3.2.2.1. Buğday Örneğine Uygulanan Analizler.....	23

3.2.2.2. Buğday Kırmısına Uygulanan Analizler.....	24
3.2.2.3. Un Örneğine Uygulanan Analizler.....	24
3.2.2.4. Hamur Örneklerine Uygulanan Analiz.....	24
3.2.2.5. Ekmek Örneklerine Uygulanan Analizler.....	25
3.2.2.6. İstatistiksel Analizler.....	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	26
4.1. Buğdayın Özellikleri.....	26
4.2. Unun Özellikleri.....	28
4.3. Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz ve Sitrik Asidin Hamurların pH Değerleri Üzerine Etkileri.....	30
4.4. Kullanılan Sabit Katkı Maddelerinin (DATEM, Şeker, L-Askorbik Asit ve Transglutaminaz) Ekmek Özelliklerine Etkileri.....	32
4.5. Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz ve Sitrik Asidin Ekmek Niteliklerine Etkileri.....	34
4.5.1. Hacim Verimi.....	34
4.5.2. Gözenek Değeri.....	37
4.5.3. Yükseklik, Taban Çapı ve Yükseklik/Taban Çapı Değerleri.....	40
4.5.4. Ekmek İçi Yumuşaklık (Penetrometre) Değerleri.....	44
4.5.5. Nem İçeriği.....	47
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	50
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Ekmek Formüllerinde Kullanılan Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz ve Sitrik Asit Kombinasyonları ve Kullanılma Düzeyleri...	22
Çizelge 4.1. Buğday Örneğinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	26
Çizelge 4.2. Buğday Örneğinin Tane Sertliğine İlişkin Ortalama Değerler (%)...	26
Çizelge 4.3. Buğday Örneğinin İrilik ve Homojenlik Değerlerine İlişkin Ortalama Veriler (%).....	26
Çizelge 4.4. Buğday Örneğinin Yabancı Madde İçeriği (%).....	27
Çizelge 4.5. Un Örneğinin Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Özelliklerine İlişkin Ortalama Değerler.....	28
Çizelge 4.6. Denemelerde Kullanılan Un Örneğinin Farinografik Özellikleri.....	28
Çizelge 4.7. Denemelerde Kullanılan Un Örneğinin Ekstensografik Özellikleri...	29
Çizelge 4.8. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Hamurların pH Değerleri Üzerine Etkileri.....	31
Çizelge 4.9. Katkısız ve Sabit Katkılar Kullanılarak Üretilen Ekmeklere Ait Analiz Sonuçlarına İlişkin Ortalama Değerler.....	33
Çizelge 4.10. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Ekmeklerin Hacim Verimleri (cm ³ /100 g un) Üzerine Etkileri.....	34
Çizelge 4.11. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Ekmeklerin Gözenek Değerleri Üzerine Etkileri.....	38
Çizelge 4.12. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Ekmeklerin Yükseklik ve Taban Çapı Değerleri Üzerine Etkileri.....	41
Çizelge 4.13. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Ekmeklerin Oran (Yükseklik/Taban Çapı) Değerleri Üzerine Etkileri.....	44

Çizelge 4.14. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Ekmeklerin Penetrometre Değerleri Üzerine Etkileri.....	45
Çizelge 4.15. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Ekmeklerin Nem İçerikleri Üzerine Etkileri.....	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1. D-Glikozun Glikoz Oksidaz Tarafından Oksidasyonu.....	14
Şekil 2.2. Glikoz Oksidazın Disülfid Bağları Oluşumu Üzerine Etkisi.....	15
Şekil 3.1. Ekmek Yapımında Uygulanan İşlem Basamakları.....	23

1. GİRİŞ

Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de günlük kalorinin önemli bir kısmı tahıl ve tahıl ürünlerinden sağlanmaktadır (Özer, 1998). Tahıl terimi “Gramineae” familyasının tohumları olan buğday, mısır, çavdar, çeltik, arpa, yulaf, kuşyemi ve darı gibi tanelerin tümünü ifade etmek için kullanılır (Altan, 1986). Buğday, bir çok ülkede olduğu gibi ülkemizde de gerek ekim alanı gerekse üretim bakımından tahıllar içerisinde ilk sırada yer almakta (Anon., 2007) ve kolay yetiştirilmesi, toplumların sahip oldukları beslenme alışkanlıkları ve çok yönlü kullanım imkanı ile önemli yer tutmaktadır (Pylar, 1988).

Buğdayın teknolojik kalitesi ve verimi üzerinde, çeşidin genetik özelliklerinin ve yetiştirme koşullarının (iklim ve toprak özellikleri) etkilerinin yanısıra, gerek vejetasyon döneminde, gerekse depolama sırasında görülen hastalık ve hububat zararlılarının etkisi de çok büyüktür (Lodos, 1961; Tuncer ve ark., 2002). Buğdayda hasat öncesi verimin ve teknolojik kalitenin düşmesine neden olan hububat zararlılarının başında süne (*Eurygaster spp.*) ve kımıl (*Aelia spp.*) gelmektedir (Lodos, 1961; Atlı ve ark., 1988a ve 1988b; Sivri, 1998).

Süne ve kımıl ayrı böcekler olmalarına karşın hayat şekilleri ve verdikleri zararlar itibariyle birbirlerine çok benzerler (Kretovich, 1944; Paulian ve Popov, 1980; Türker 1998). Yıldan yıla değişmekle birlikte ülkemizde süne böceğinin yarattığı zarar alanının kımılın etkilediği alana göre 9-32 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir (Anon., 1998).

Sünenin zarar derecesi ve şekli, zararlının yoğunluğuna, biyolojik dönemlerine, ürünün çeşidine ve fenolojik durumuna, iklim koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Kışı 1000-2000 m yükseklikteki kışlaklarda geçiren süneler, hava sıcaklıklarının yükselmesiyle ovalardaki tahıl tarlalarına göç ederler. Bir taraftan beslenirken diğer taraftan çiftleşirler ve yumurtalarını buğday yapraklarına bırakırlar. Yumurtalardan 3-4 hafta içinde yeni nimfler çıkar. Gerek nimf ve gerekse erginler, çeşitli fenolojik dönemlerde bulunan buğdayları hortumlarıyla sokup emmek suretiyle zarar verirler (Melan, 2005).

Süne, beslenmek amacıyla emgi yaparken proteolitik enzim içeren salgısını buğday tanesi içerisine bırakarak özellikle gluten (öz) proteinlerinin hidrolizasyonuna ve bunun sonucunda buğday-un kalitesinin önemli ölçüde gerilemesine yol açmaktadır. Protein hidrolizasyonuna uğramış unlardan yapılan hamurlar zarar nispetine göre değişmekle birlikte yumuşak, cıvık, akıcı, yapışkan karakterde, düşük gaz tutma kapasitesinde, ekmekler ise düşük hacimli olmaktadır (Atlı ve ark., 1988a; Dıraman, 1996; Boyacıoğlu, 1998).

Süne zararı görmüş buğdayların ekmeklik kalitesini düzeltmek veya zararı en aza indirmek amacıyla bazı katkı maddelerinin (oksidan maddeler, organik asitler, emülgatörler vb.) uygun miktarlarda kullanılmasıyla olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Matsoukos ve Morrison, 1990; Elgün ve ark., 1992; Ünal ve ark., 1993; Tuncer ve ark., 2002; Caballero ve ark., 2005a ve 2005b).

Özellikle son yıllarda farklı amaçlara yönelik çeşitli enzimler, un ve ekmek katkı maddelerinin temel bileşenleri arasında yer almakta (Bahar, 2001) ve günümüzde bunlar, fırıncılık endüstrisinde kimyasal katkı maddelerine alternatif olarak kullanılmaktadır (Pountanen, 1997). Bu amaçla kullanılan un ve ekmek katkı maddelerinin bileşiminde bulunan oksidatif enzimler özel bir öneme sahiptir.

Ekmekçilik endüstrisinde kullanılan oksidatif enzimler (glikoz oksidaz, heksoz oksidaz, lipoksidaz) hamur proteinlerinde molekül içi ve/ya da moleküller arası bağlar oluşturarak polipeptid zincirleri arasında kovalent bağların oluşmasına yardımcı olurlar. Oksidatif enzimler kullanılarak hazırlanan hamurların daha yüksek fırın sıçraması yaptıkları ve ekmeklerin daha iyi bir hacime sahip oldukları belirlenmiştir (Linko ve Linko, 1988). Bu nedenle bu enzimler, un geliştirici maddeler olarak kullanılan oksidanlara (askorbik asit, potasyum bromat vb.) alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada, 2005-2006 yetiştirme sezonunda hasat edilmiş süne zararına uğramış bir ekmeklik buğday çeşidinin ve bundan elde edilen unun ekmekçilik açısından önemli olan bazı temel niteliklerinin belirlenmesi ve bu buğdayın unundan yapılan ekmeklerin niteliklerinin sitrik asit ile glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz kullanılarak iyileştirilmesi olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Dünyada tarımı yapılan ilk bitkilerden olan buğday, M.Ö. 7000-8000 yıllarında Batı Asya'da (Anadolu coğrafyası) yetiştirilmeye başlanmıştır. Zamanla Asya'nın orta bölgelerine, Güney Avrupa'ya ve Kuzey Afrika'ya yayıldığı, keşiflerden sonra Avustralya ve Amerika kıtalarına da ulaştığı bildirilmektedir (Dıraman, 2004). 2005 yılı dünya buğday üretimi 217 milyon hektarlık alanda yaklaşık 630 milyon ton, ülkemizin buğday üretimi ise 9.3 milyon hektar alanda 21 milyon tondur (Anon., 2007).

Değişik düzeylerde birçok besin maddesi içeren buğdayın, beslenme bakımından en önemli görevi kalori ihtiyacını karşılamaktır. Buğdayı diğer tahıllardan farklı kılan özelliklerinin başlıcaları;

- Temel gıda maddemiz olan ekmeğin hammaddesi olması dolayısıyla ticaretinin yoğunluğu ve ekonomiye olan büyük etkisi/katkısı,
- Besin öğelerinin önemli bir kısmını bünyesinde yeterli düzeylerde bulundurması, yetersiz besin öğelerince de kolaylıkla zenginleştirilip takviye edilebilmesi,
- Bileşiminde çözünmez proteinler olan Gliadin'i ve Glutenin'i bulundurması ve dolayısıyla ekmek yapımında temel girdi olarak kullanılacak en uygun ürün olması ve
- Bileşiminin önemli bir kısmının kuru maddeden oluşması, böylece depolanma ve nakliye sırasında sorunlarla karşılaşılması ya da çok az karşılaşılması olarak sıralanabilir (Arat, 1949; Tekeli, 1964; Pylar, 1988). Çeşitli toprak ve iklim şartlarına uygunluğu, üretiminin kolay, veriminin yüksek olması buğdayın diğer önemli üstünlükleridir (Anon., 1992).

Buğday tanesinin rengi açık sarıdan kırmızıya kadar değişebilir. Tane şekli ovale yakın olup, uzun ve yuvarlakta olabilir. Tane uzunluğu yaklaşık 3-8 mm, genişliği ise 1.5-5 mm arasında değişmektedir (Hoseney, 1994).

Buğdayın karın kısmı içe doğru girintili olup taneyi uzunlamasına ikiye ayırır. Meyve ve tohum kabuğu (sırası ile; perikarp ve testa) birbirine yapışmış vaziyettedir. Buğday tanesi dıştan içe doğru başlıca; perikarp (%3.5-5.5), testa (%0.5), hiyalin tabakası (%2), aleron hücreleri (%6-9), endosperm (%80-85), tanenin ucunda yer

alan embriyo (%2-3) ve sakal kısımlarından oluşmaktadır (Kırtok, 1992; Hosney, 1994).

Buğday tanesinin kimyasal bileşimi; karbonhidratlar (%65–75), proteinler (%7–18), su (%8–14), lipidler (%1–3), mineral maddeler (%1–2) ve eser miktarda vitaminler ile enzimlerden oluşmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1997).

Buğday ve buğday ununda bulunan proteinlerin başlıcaları depo proteinleri ya da çözünmez proteinler olarak adlandırılan gliadin (%4) ve glutenin (%4) ile fonksiyonel ya da çözünür proteinler olarak bilinen globulin (%0.7), albumin (%0.4) ve proteoz (%0.3) dur (Altan, 1986). Gliadin ve glutenin proteinleri hamurun yoğrulması sırasında hidrate olarak ve çeşitli kimyasal bağlarla birleşerek, hamurun özelliklerini önemli düzeyde etkileyen ve hamur içerisinde yarı sürekli bir faz oluşturan elastik ve plastik yapıdaki gluteni meydana getirirler. Gluten hamurun iskeletini oluşturur. Yoğurma sırasında hamura katılan havayı ve mayalar tarafından oluşturulan karbondioksit (CO₂) gazını hamur içerisinde tutarak ekmeğin kabarmasını ve gözenekli bir yapıya sahip olmasını sağlar (Pomeranz, 1987; Pylar, 1988).

Buğday bütün dünyada kutuplar haricinde hemen her yerde, çok geniş bir coğrafyada ve farklı ekolojiler ile değişik iklim koşullarında yetişebilen yabani ve kültür formları olan tek yıllık bir bitkidir. Bu nedenle aynı çeşitte/hatta aynı tür buğdayların çok farklı etmenlerden etkilenerek farklı kalitatif nitelikler göstermeleri de doğaldır (Kırtok, 1992). Buğdayın teknolojik kalitesini; çeşidin genetik özellikleri, iklim koşulları, toprak özellikleri, gübreleme ve agronomik uygulamalar ile gerek vejetasyon döneminde, gerekse depolama sırasında görülen hastalık ve hububat zararlıları da etkilemektedir (Köksel ve Sivri, 2002).

2.1. Buğday Hastalık ve Zararlıları

Buğdayda görülen başlıca hastalıklar; sürme, kahverengi pas, kara pas, sarı pas, rastık, kök boğazı yanığı ve küllenmedir. Ülkemizde “Kör, Karamuk” gibi isimlerle adlandırılan sürme bir başak hastalığıdır. Sürmeli başakların kavuzları açıldığında kirli-gri renkte taneler ortaya çıkar. Kör tanelerin ezilmesi, parçalanması

sonucu sağlam tanelere bulaşan sporlar bunların rengini ve kokusunu değiştirerek un kalitesini olumsuz etkilemektedir. Pas hastalıklarında buğdayın yaprak, sap ve başaklarında sarı, kahverengi ve kiremit kırmızısı renkte püstüller görülür. Bu hastalıklar, üründe verim ve kalite kaybına neden olan etmenlerin başında gelmektedir (Anon., 2005).

Hasat öncesi buğdayın verimini ve kalitesini etkileyen hububat zararlılarının başında süne (*Eurygaster spp.*), kımıl (*Aelia spp.*), ekin kambur böceği (*Zabrus spp.*), bambul (*Anisoplia spp.*), hububat hortumlu böceği (*Pachytychius hordei brulle*) gibi zararlılar gelmektedir (Anon., 2005). Bu böcekler içerisinde süne, buğdaya verdiği zarar itibariyle ön plana çıkmaktadır.

Literatürde “sunn pest”, “suni bug”, “cereal bug”, “stink bug”, “chinch bug” veya “wheat bug” gibi değişik isimler verilen sünenin (*Hemiptera: Pentadomidae*) ülkemizin hemen tüm buğday ekili alanlarında görüldüğü (Sivri, 1998) ve ekonomik kayıplara yol açan; Dünya’da 15, Türkiye’de ise 7 türünün bulunduğu ve bunların en önemlilerinin *Eurygaster integriceps Put.*, *Eurygaster maura L.* ve *Eurygaster austriacus Schr.* olduğu, bölgemizde ise *Eurygaster integriceps Put.*’un yaygın tür olduğu bildirilmektedir (Lodos, 1961; Dörtbudak, 1974).

Buğday verimini ve kalitesini olumsuz etkileyen hububat zararlılarının başında gelen süne, toprak renginde, bazen siyah veya kirli beyaz bazen de bu renklerin karışımı alacalı renkte, geniş vücutlu, 11-12 mm uzunlukta, 7-8 mm genişlikte, üstten bakıldığında üçgen şeklinde vücudu yassıca oval yapıda, yılda tek nesil veren ve ömrü 1 yıl olan emici bir böcektir.

Kışı 1000-2000 m yükseklikteki kışlaklarda, geven otu, kirpi otu gibi yabancı bitkilerin yaprak ve dalları arasında geçiren süneler bir yandan gelişmekte diğer yandan da diapoz (gıda almadan duraklama) devresini tamamlamaktadırlar. Süne, dağlardaki kışlaklardan ilkbaharda hava sıcaklığının 12-13 °C’ye yükselmesi ile birlikte ovalara göç eder. Ovalara inen sünelerin ilk beslendiği bitkiler başta buğday olmak üzere, arpa ve diğer hububat türleridir. Süneler bir taraftan beslenirken diğer taraftan da çiftleşerek yumurtlamaya başlarlar. Yumurtalarını buğday, arpa ve diğer bitkilerin yapraklarına bırakırlar. Yumurtadan çıkan birinci yaş nimflerin aktiviteleri ve gıda gereksinimleri çok düşüktür. İkinci yaş nimfler aktif olarak beslenmeye

başlarlar. Beşinci yaş nimfler ilk ağırlıklarının 100 katı kadar artması sonucunda şişerek çok yavaş hareket ederler. En son nimf döneminden (5. nimf) yeni nesil ergin dönemine geçiş iklim koşullarına bağlı olarak yıldan yıla ve bölgeden bölgeye değişmekle birlikte 10 Haziran-30 Temmuz tarihleri arasında gerçekleşmektedir. Ortaya çıkan yeni nesil erginler, yoğun olarak başaklarda beslenir ve kışı geçirmek üzere vücutlarına yağ depo ederler. Gıda kaynakları bol ve hava koşulları uygun olduğunda bu dönem 10 gün içinde tamamlanırken, yağışlı dönemlerde daha uzun sürebilmektedir. Beslenme süreci tamamlanır tamamlanmaz yeni ergin süneler, kışı geçirecekleri yerlere, kışlaklara göç etmeye başlarlar (Lodos, 1961; Melan 2005).

2.2. Sünenin Buğday, Un ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkileri

Sünenin kışlaklardan inişinden itibaren hububata verdiği zarar, buğdayın zarar gördüğü anda hangi olgunlaşma döneminde olduğuna bağlı olarak 3 kısımda (kurtboğazı, akbaşak ve tane zararı) toplanabilir. Süne erginleri, kardeşlenme dönemindeki hububatı kökboğazı üzerinden emerek kurutmakta ve bu zarar sonucu bitki başak bağlayamamaktadır. Delinen sapın karakteristik şekilde sararması sonucu kurtboğazı veya göbek kurusu adı verilen zarar meydana gelir. Çiçeklenme zamanındaki sapın başağın hemen altından delinerek emilmesi sonucunda başaklar tane bağlayamaz ve başağın tamamı veya bir kısmı kuruyarak karakteristik beyaz renk alır. Bu zarara akbaşak zararı adı verilir (Lodos, 1961; Yüksel, 1969).

Hububatın tane bağladığı dönemde gerek erginler gerekse nimfler süt olum devresindeki buğday tanelerine daha çabuk ve daha fazla, sarı olum devresindeki ve sertleşmiş yani olgunlaşmış tanelere ise daha az zarar verirler. Tane sertleşmeden (süt olum dönemi) emildiğinde tane içeriğinin büyük bir kısmı emilebilmekte böylece tane içi büyük ölçüde boşalarak hafiflemekte ve buruşuk bir görünüm kazanmaktadır. Bu tip zarar sonucu buğdayın hektolitre ve bin tane ağırlığı gibi bazı fiziksel özellikleri olumsuz yönde etkilenmekte ve buğdayın öğütme kalitesi, un verimi düşmektedir (Lorenz ve Meredith, 1988a; Atlı ve ark., 1988a ve 1988b).

Kurtboğazı ve akbaşak zararları buğday verimini azalttığı için buğday yetiştiricisini, tane zararı ise buğdayın teknolojik kalitesini (özellikle un verimi ile

hamur ve ekmek kalitesi) olumsuz etkilediği için değirmencileri ve fırıncıları yakından ilgilendirmektedir (Paulian ve Popov, 1980; Critchley, 1998).

Süne zararının buğdayın teknolojik kalitesini bozmasının nedeni, hasat öncesi dönemde bu zararlıların buğdayı emerek beslenirken taneye bıraktıkları, yüksek proteolitik ve kısmen de amilolitik enzim aktivitesine sahip sindirim salgıdır (Kretovich, 1944; Lorenz ve Meredith 1988b). Bu enzimler, buğday proteinlerini, özellikle gluten proteinlerini, parçalayarak buğdayın teknik değer ölçülerinin, bir diğer ifadeyle buğday kalitesinin önemli düzeyde gerilemesine yol açarlar.

Süneler hasara uğrattıkları tanelerin protein oranına az miktarda zarar vermelerine karşılık, salgılarında bulunan proteolitik aktivite nedeniyle protein kalitesini önemli düzeyde olumsuz etkilerler (Atlı ve ark., 1988a ve 1988b). Sünenin emdiği madde miktarı sabit bir alanla sınırlandırılmaz, tanenin içeriğinin çoğunu emebildiği gibi, sadece bir kısmını da emebilir (Dıraman, 2004).

Sünenin salgıladığı proteolitik enzimler, bu zararlı tarafından emgili olan buğday taneleri öğütüldüğünde una karışır ve unda su aktivitesinin düşük olması sonucu herhangi bir olumsuz etkileri görülmez. Enzimlerin aktif hale geçerek faaliyet gösterebilmeleri için ortamın nem ve sıcaklığının uygun olması ve belirli bir sürenin geçmesi gerekir. Diğer bir ifade ile un su ile yoğrulup hamur haline getirildiğinde, yeterli nem ve sıcaklık bulunan ortamda enzimler aktivite göstererek gluten proteinlerini parçalamaktadır. Gluten proteinlerinin hidrolizi sonucu hamur; yumuşamakta, yoğurma ve şekil verme sırasında elastikiyeti azalmakta, yayılmakta ve yapışkan bir yapı kazanmaktadır. Bunun sonucunda hamurun elde ve makinede işlenmesi güçleşmekte ve fermantasyonda gaz tutma kapasitesi düşerek ekmeğin kabarması engellenmektedir (Kretovich, 1944; Lorenz ve Meredith, 1988b; Aja ve ark., 2004).

Süne zararı görmüş buğdayların unları ile aynı buğdayın süne zararı görmemiş olan unlarının farinogramları karşılaştırıldığında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Zarar görmemiş unlarda yumuşama derecesinin düşük olduğu ve geniş kurveler elde edildiği bildirilirken, süne zararı görmüş unlarda özellikle yumuşama derecesinin yüksek olduğu ve ince kurveler elde edildiği belirtilmiştir (Meredith, 1970).

Diğer bir çalışmada (Anon., 1983), sağlam buğdaya %2'den başlayıp %50'ye kadar değişen oranlarda süne zararı görmüş buğday taneleri ilave edilerek araştırma yapılmıştır. Bu araştırma sonucunda; süne zararı görmüş tane oranı arttıkça farinogram stabilite değeri 9.5 dakikadan 1.4 dakikaya, pelshenke değeri ise 200 dakikadan 37 dakikaya düşmüştür.

Süne zararının unun protein kalitesi ile ilgili olan etmenlerden sedimantasyon, farinogram ve alveogram değerlerini azalttığı ve süne zararı görmüş tane oranı arttıkça hamurun yapışkan, cıvık bir yapı kazandığı ve ekmeğe işlenemediği bildirilmiştir (Kretovich, 1944; Lorenz ve Meredith, 1988b).

Atlı ve ark. (1988b), süne zararının buğdayın fiziksel özelliklerini gerilettiğini ve un verimini düşürdüğünü, protein miktarını etkilemediğini, sedimantasyon değerini azalttığını, farinogram gelişme süresi, stabilite süresi, yoğurma tolerans katsayısı ve yumuşama derecesi ile alveogram W, P/G, P, S ve L değerlerini azalttığını, süne zararı belli bir oranı (%15) geçtikten sonra ise öz yıkanamadığını ve ekme yapılamadığını belirlemişlerdir.

Matsoukos ve Morrison (1990), sünenin salgıladığı enzimin hamur reolojisi üzerine etkisini farinograf cihazı ile incelemiş ve %3 oranında süne zararının özellikle gluten kalitesi düşük buğdayların tüm farinogram değerlerinde olumsuz değişikliklere neden olduğunu, ekme hacminde ise unun gluten kalitesine bağlı olarak %15-16 oranında azalmaya neden olduğunu saptamıştır.

Hariri ve ark. (2000), %10 ve daha yüksek oranlarda süne zararı görmüş tane içeren buğday ununun, iki tabakalı düz ekmeğin kalitesini önemli düzeyde olumsuz etkilediğini, %20 zarar oranında ise bu ekmeğin üretiminin olanaksız hale geldiğini bildirmişlerdir.

2.3. Süne Zararına Karşı Hamur ve Ekme Yapımında Alınabilecek Önlemler

Günümüzde değirmen ve ekme sanayii süne zararı görmüş buğdaydan üretilen unu işlemede büyük sıkıntı çekmektedir. Zarar görmüş buğday ununun kalitesinin düzeltilmesi sürekli gündemde olan bir konudur (Tuncer ve ark., 2002). Ülkemizin de içinde bulunduğu bazı ülkelerde, süne proteazının aktivitesini

durduracak veya azaltacak yöntemlerle, süne zararı görmüş buğday unlarının ekmeklik niteliklerini alınacak bazı önlemlerle düzeltmek veya en aza indirmek amacıyla çeşitli uygulamalar yapılmakta, araştırmalar yürütülmektedir. Bu araştırmalar başlıca 2 konu etrafında toplanmıştır. Bunlar; ekmek üretim aşamalarında değişiklikler yapılması ve katkı maddesi kullanılmasıdır. Aşağıda bu konulara ayrı alt başlıklar halinde ve sırayla değinilmiştir. Ancak, bunlara geçmeden önce süne zararına uğramış ekmeklik buğdayların niteliklerini ıslah etmek amacıyla uygulanan diğer yöntemlerden bahsedilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Una işlenmeden önce değirmende alınabilecek teknolojik önlemlerle buğday kitesindeki süne zararını azaltmak mümkün olmaktadır. Süne zararına uğramış buğdayların değirmende öğütülmeden önce kuru temizleme sistemindeki çeşitli temizleme makinelerinden geçirilmesiyle zarar görmüş tane oranının %26.4'ten %23'e, yıkamadan geçirilerek emgili tanelerin uzaklaştırılmasıyla zarar görmüş tane oranının %18.8'e düştüğü bildirilmiştir. Süne zararının sanayi tipi un değirmeninde un pasajlarına göre farklı düzeyde etki ettiği, zarardan fazlaca etkilenen un pasajlarının ayrılarak kalitenin arttırılabileceği belirlenmiştir (Köksel ve ark., 2002). Tavlama tekniklerinde yapılacak değişikliklerle süne zararını azaltmak amacıyla çeşitli yöntemler uygulanmaktadır.

Süne proteazı sıcak tavlama ve buharla tavlama yöntemleriyle inaktif edilerek süne zararı azaltılabilmektedir. Ertugay ve ark. (1995), süne zararı görmüş buğdayların 70 °C'de 30 dakika sıcak tavlama ile elde edilen unların teknolojik özelliklerinin iyileştiğini belirlemişlerdir. %3-12 arasında süne emgili tane içeren buğday kitleleri soğuk ve buharla tavlama yöntemleriyle tavlama, ancak bunlardan sadece buharla tavlama buğdaylardan ekmek yapılabilmiştir (Dıraman, 1996). Dıraman ve Atlı (2005), buharla tavlama yapılan buğday örneklerinin gluten elastikiyeti ve gluten indeksi değerlerinin ısı işlemi olumlu etkisiyle arttığını, %3-5 süne hasarlı buğday örneği için, ekmeklik kalitenin geliştirilmesi amacıyla 2-3 dakikalık bir buharla tavlamanın uygun olacağını bildirmişlerdir. Dıraman ve Demirci (1997), 70 °C'de 2-3 dakikalık bir ısı işlemi uygulanmasının süneli buğdayların kalitesinde olumlu gelişmeler sağladığını bildirmişlerdir.

Unların güneş ışığına serilerek ultraviyole ışınlarının etkisi ile süne enzimi aktivitesinin azaltılabileceği bildirilmektedir (Swallow ve Every, 1991). Son 10 yılda yapılan çalışmalarda süne enziminin inaktivasyonunda mikrodalganın uygulanabilirliği konusunda olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Tavlanmış buğdaylara düşük dozda ışınlama (10 kGy) ve 1-3 dakikalık mikrodalga uygulamalarının (130 W) proteaz aktivitesini önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir (Sivri ve Köksel, 1996). Süne zararı görmüş buğdaylara tavlama sonrası mikrodalga uygulamasının buğdayın un verimini, unun kuru gluten miktarını ve ekmeğin hacmini arttırdığı saptanmıştır (Türker ve Elgün, 1998).

2.3.1. Ekmek Üretiminde Farklılıklar Yapılması

Süne proteaz aktivitesini azaltarak ekmek kalitesini iyileştirmek amacıyla ekmek üretim yöntemlerinde bazı farklılıklar uygulanabilmektedir. Matsoukos ve Morrison (1990), süne zararı görmüş buğday unundan ekmek yapımı sırasında fermantasyon süresinin kısaltılmasının ve hamurun kimyasal yolla geliştirildiği yöntemin kullanılmasının olumlu sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Elgün ve ark., (1992), hamur hazırlama sırasında kısa süreli fermantasyon uygulamasının ve sıkı, serin işleme metodları kullanılmasının süne zararına uğramış buğdaylara ait unların ekmeklik niteliklerini iyileştirdiğini belirtmişlerdir.

Süne zararı görmüş buğday unununun ekmek yapma aşamasında kalitesinin düzeltilmesi üzerine yapılan bir çalışmada (Tuncer ve ark., 2002), birinci ve ikinci fermantasyon sürelerinin kısa olduğu (20 dakika + 55 dakika) fermantasyon uygulamasında en iyi sonuçların alındığı bildirilmiştir.

2.3.2. Katkı Maddeleri Kullanılması

Ekmek yapımında kullanılan unların bileşiminden ve özelliklerinden kaynaklanan bazı kusurların ve eksikliklerin giderilerek kalitenin iyileştirilmesi, hamur ve ekmek niteliklerinin geliştirilmesi, zaman ve işgücü tasarrufu sağlanarak işletmelerin verimliliklerinin artırılması amaçlarıyla çeşitli katkı maddeleri

günümüzde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan katkı maddelerinin başında; oksidan maddeler, çeşitli enzim preparatları, yüzey aktif maddeler, şeker ve benzeri tatlandırıcılar, proteince zengin katkıları (vital gluten, süt ve süt ürünleri, soya unu, malt unu v.b.), katı ve sıvı yağlar gelmektedir (Özer, 1998).

Süne zararı görmüş buğday unlarının kalitesinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılan yöntemlerden birisi de aşırı proteolitik aktivitenin azaltılması ve hamurun gluten yapısının kuvvetlendirilmesi amacıyla, ekmek yapımında, katkı maddesi kullanılmasıdır. Özü yumuşatıcı enzimlerin (proteazların) etkinliğini azaltarak özün yumuşamasını önlediği bildirilen yemek tuzunun (Altan, 1986) süneli unlar ile ekmek yapımında %3'e kadar varan oranlarda kullanılabilmesi ve hamur formülüne proteolitik aktivitenin azaltılmasında etkili olduğu bilinen L-askorbik asit, potasyum bromat ($KBrO_3$) gibi oksidan madde katılmasının ekmek niteliklerini geliştirdiği bildirilmiştir (Atlı ve ark., 1988a; Elgün ve ark., 1992).

Ünal ve ark. (1993), süne zararı görmüş buğday unlarında katkı maddesi kullanılmasıyla ekmeklerde hacim artışı, ekmek şeklinde iyileşme, ekmek içi niteliğinde gelişme ve gözeneklerde homojenlik sağlandığını tespit etmişlerdir.

Süne zararına uğramış buğdaylardan elde edilen unların ekmeklik kalitesini katkı maddesi kullanarak iyileştirmek amacıyla yapılan bir çalışmada (Özkaya ve ark., 1990), unlara L-askorbik asit ve potasyum bromat ilave edilerek yapılan farinograf ve ekstensograf ölçümlerinde, söz konusu katkı maddelerinin unun su absorpsiyonunu ve hamurun gelişme süresini etkilemediği belirlenmiştir. L-askorbik asit ve potasyum bromat hamurun stabilitesini arttırarak sağlam unun stabilite süresi seviyesine çıkarmışlardır. L-askorbik asit hamurun yoğrulma toleransını arttırırken potasyum bromat azaltmıştır. Ekstensograf cihazında, özellikle 135. dakika ölçümlerinde, direnç değerlerinde artış meydana geldiği, L-askorbik asidin hamurun uzama yeteneğini, enerji değerini ve direncini arttırdığı saptanmıştır. %7 oranında süne emgili buğday ununa L-askorbik asit katılarak yapılan ekmeklerin niteliklerinde iyileşme olduğu gözlenmiş, ekmeklerin iç yapısı ve hacmi gelişerek sünesiz un ile hazırlanan ekmeklerin seviyesine ulaşmıştır. Potasyum bromat ise beklenen etkiyi sağlayamamış ve ekmek niteliklerinde çok az bir iyileşme meydana getirdiği kaydedilmiştir.

Ekmeklerde yaygın olarak kullanılan katkı maddelerinin (L-askorbik asit, DATEM ve vital buğday gluteni) değişik oranlarda tek tek ve farklı kombinasyonlarının ekmek formülünde kullanıldığı bir çalışmada (Tuncer ve ark., 2002), süneli unlarla yapılan ekmeklerin kalitesinde bir miktar düzelme sağlanabilmiştir. Bu katkı maddeleri içerisinde DATEM'in etkisi, L-askorbik asit ve vital buğday gluteninin etkisine göre daha iyi bulunmuştur.

Süne zararına uğradığı belirlenen 6 farklı buğday örneğinden elde edilen unlardan, katkı maddesi kullanılarak tava ekmeği ve serbest tipte ekmek üretiminin yapıldığı bir çalışmada (Alfin ve ark., 1999), özel firmalardan temin edilen Orbavit-TS, Sünevit-D, Sünevit-DS ve Sünevit-S isimli katkı maddeleri 300 mg/kg düzeyinde kullanılmış olup, bu katkı maddelerinin gluten kalitesi yüksek olan buğday örneklerine ait unlarla yapılan serbest tipteki ekmeklerin niteliklerini iyileştirdiği, hacimlerini ise belirgin düzeyde arttırdığı belirlenmiştir. Diğer taraftan fazla miktarda süne zararına uğradığı bildirilen örneklerden yapılan ekmeklerde ise katkı maddesi miktarının 600 mg/kg düzeyine çıkarılmasının sünenin ekmekte meydana getirdiği olumsuzlukları giderme konusunda etkili olmadığı belirlenmiştir.

Süne zararına uğramış buğday unundan hazırlanan Arap ekmeğinin niteliklerinin katkı maddeleri kullanılarak iyileştirilmesi amacıyla yapılan diğer bir çalışmada (Satouf ve ark., 1999); süne zararı görmüş 4 farklı buğday çeşidinin unu kullanılmış, Orbavit-TS ve Sünevit-DS isimli hazır katkı maddeleri 300 mg/kg, Sünevit-D isimli katkı maddesi ise 600 mg/kg düzeyinde kullanıldığında diğer katkı maddelerine göre daha iyi sonuçlar alınmıştır. Ancak, 300 mg/kg düzeyinde katkı maddesi ilavesinin kontrol ekmeğine ve 600 mg/kg katkı maddesi ilave edilerek üretilen ekmeğe göre Arap ekmeğinin kalite özellikleri açısından daha uygun olduğu kanısına varılmıştır.

Süneli unlarla hamur ve ekmek yapımında hamurun pH'sını düşürmek suretiyle enzim aktivitesini optimum düzeye getirmek için laktik asit, sitrik asit gibi organik asitlerin kullanılması tavsiye edilmektedir. Süne zararına uğramış buğday unlarıyla ekmek yapımında 2 g/kg sitrik asit veya laktik asit kullanılmasının ekmek kalitesini önemli ölçüde geliştirdiği belirlenmiştir (Anon., 1983; Matsoukos ve Morrison, 1990).

Süne zararı görmüş buğdayların gluten kalitesini düzeltmek amacıyla yapılmış bazı çalışmalarda (Köksel ve ark., 2001; Bonet ve ark., 2005; Caballero ve ark., 2005a) transglutaminaz kullanılmasının gluten ve dolayısıyla hamur nitelikleri üzerinde olumlu etki yaptığı belirlenmiştir.

Süne zararına uğramış buğday unlarının ekmeklik kalitelerinin glikoz oksidaz kullanılarak iyileştirilmesi amacıyla yapılan bir çalışmada (Cabellero ve ark., 2005b), glikoz oksidazın oksidatif etkisinin, süne zararının hamurun reolojik özellikleri üzerine olan olumsuz etkilerini azalttığı belirlenmiştir. Bu enzimin kullanılmasının süne zararına uğramış buğday unlarından yapılan ekmeğin iç yapı özelliklerinde sınırlı ölçüde bir gelişme sağladığı belirlenmiştir.

Tahılların yapısındaki enzimler ya da sonradan katılan enzim preparatları tahıl ürünlerinin kalitesi üzerinde önemli etkiye sahiptirler (Pountanen, 1997). Ürün kalitesini homojen bir şekilde geliştirmek ve işlem basamaklarını kolaylaştırmak amacıyla mikrobiyal kaynaklı enzimler günümüzde yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Pountanen, 1997).

Transglutaminazlar (EC 2.3.2.13), peptidler veya proteinler arasında çapraz bağ oluşumunu katalizleyen enzimlerdir. Amino asitler veya peptitler arasında izopeptid bağlarını katalizleyerek molekül içi ve moleküller arası çapraz bağlar oluşturup, proteinlerin işlevsel özelliklerini geliştirmektedir (Öner, 2004).

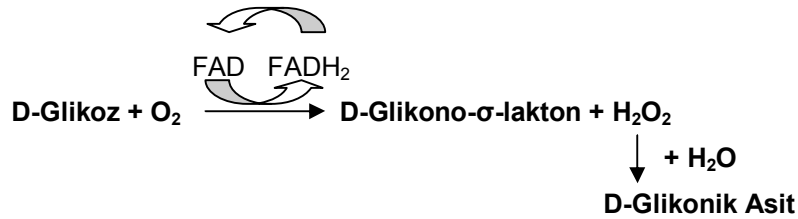
Ekmekçilik endüstrisinde uzun yıllardan beri amilaz grubu enzim preparatları yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda sellüloolitik, lipolitik ve oksidatif enzimler de kullanılmaya başlanmıştır. Bunlar içerisinde, oksidatif enzimler, hamur proteinlerinde molekül içi ve/ya da moleküller arası bağ oluşturarak polipeptid zincirleri arasında kovalent bağların oluşmasına yardımcı olurlar. Bu nedenle un geliştirici maddeler olarak oksidan maddelerin yerine kullanılmaya başlanılmışlardır. Ekmek yapımında kullanılan başlıca oksidatif enzimler; glikoz oksidaz (EC 1.1.3.4), heksoz oksidaz (EC 1.1.3.5) ve lipoksidaz (EC 1.13.11.12)'dir.

2.3.2.1. Glikoz Oksidaz

Glikoz oksidaz (β -D-glikoz:oksijen-1-oksidoredüktaz; EC 1.1.3.4; CAS No 9001-37-0), Enzim Bilimsel Adlandırma Komisyonu tarafından adlandırılana değin Penicillum B., notatin, glikoz aerodehidrogenaz, glikoz oksihidraz gibi çeşitli isimlerle anılmıştır.

Glikoz oksidaz ekmek yapımında henüz yeni kullanılan bir enzim olmasına karşın, ilk kez 1904 yılında N. A. Maximov tarafından *Aspergillus niger*'in misellerinde saptandığı bildirilmektedir (Fox ve Morissey, 1980). 1928 yılında D. Müller bu enzimin oksidatif etkisi olduğunu açıklamıştır. Ticari olarak glikoz oksidaz üretimi amacıyla en çok *A. niger*, *P. Amagasakiense*, *P. Notatum*, *P. Glaucum*, *P. Vitale* ve *A.oryzae* kullanılmaktadır.

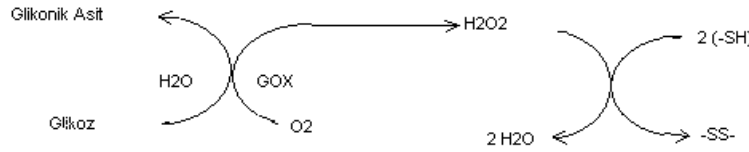
Glikoz oksidaz, β -D-glikozun oksijen ve su varlığında D-glikonik aside ve hidrojen peroksit (H_2O_2)'e parçalanması tepkimesini katalizler (Vemulapalli ve Hosoney, 1998). Glikoz oksidaz tarafından β -D-glikozun katalitik oksidasyonu (Şekil 2.1.) flavin koenziminin redoks değişikliklerini ($FAD \rightleftharpoons FADH_2$) içerir (Haouz ve ark., 1998). Bu tepkime hamurun yoğrulması sırasında hamur içerisine giren atmosferik oksijenin etkisiyle gerçekleşir (Hamer, 1995).



Şekil 2.1. D-Glikoz'un Glikoz Oksidaz Tarafından Oksidasyonu

Glikoz oksidaz tarafından glikozdan üretilen H_2O_2 'nin ekmek yapımında hamur yapısını (özü) kuvvetlendirici, geliştirici etkisi söz konusudur. Oluşan H_2O_2 'nin SH gruplarını oksitleyerek S-S köprülerini oluşturduğu (Şekil 2.2.) ve sonuçta gluten ağını kuvvetlendirdiği bildirilmektedir (Poulsen ve Hostrup, 1998).

D-glikozu okside edici özelliğe sahip olan glikoz oksidazın ekmekçilikte kullanımını henüz yenidir. Glikoz oksidazın, hamurun yapısını geliştirdiği (Vemulapalli ve ark., 1998), viskozitesini ve elastikiyetini arttırdığı, ayrıca ekmekte belirgin bir hacim artışı sağladığı saptanmıştır (Miller ve Hosenev, 1999).



Şekil 2.2. Glikoz Oksidazın Disülfid Bağları Oluşumu Üzerine Etkisi

Bentley (1955), glikoz oksidazın etkinlik aralığının 10-40 °C ve pH 3.5-8.0 arasında olduğunu, *Aspergillus niger* kökenli glikoz oksidazın optimum sıcaklık derecesinin 40-50 °C, optimum pH değerinin ise 4.5-6.0 olduğunu bildirmiştir.

Sato ve ark. (1992), L-askorbik asit ve glikoz oksidazın birlikte kullanılmasıyla hamur yapısının güçlendiğini ve bunlardan hazırlanan ekmeklerin niteliklerinin iyileştiğini bildirmişlerdir. Glikoz oksidazın (1500 ünite/g) tercih edilen kullanılma düzeyinin genel olarak 10-100 mg/kg olduğu, belirlenen bu düzeylerden düşük miktarlarda kullanılmasının hamurda yetersiz oksidasyona, fazla miktarda kullanılmasının ise aşırı oksidasyon sonucu zayıf işleme özelliği ve sıkı yapıya sahip hamura neden olduğu bildirilmiştir.

Haarasilta ve ark. (1989) ile Sato ve ark. (1992); glikoz oksidazın, hamurun yoğrulma toleransını arttırdığını, ekmek hacmini ve yapısını geliştirdiğini, iyi bir fırın sıçraması sağladığını, bu nedenle, bromatların ve kısmen de yüzey aktif maddelerin yerlerini alabileceğini bildirmektedirler.

Glikoz oksidazın hamur nitelikleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada (Küçük, 2003), bu enzimin unların farinogram değerleri üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı, ekstensogram değerlerini önemli ölçüde etkilediği, glikoz oksidazın 30-40 mg/kg, L-askorbik asidin 75-100 mg/kg, glikoz oksidaz + L-askorbik asidin 30 + 50 ve 40 + 50 mg/kg düzeylerinin uygun olduğu; özellikle glikoz oksidazın daha yüksek düzeylerde (50-60 mg/kg) kullanılmasının

glutenin aşırı sertleşmesine yol açarak hamurun sahip olduğu özelliklerde gerilemeye neden olduğu belirlenmiştir.

Glikoz oksidazın ekmek nitelikleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada (Ayas, 2003), söz konusu enzimin ekmek niteliklerini önemli ölçüde etkilediği ($p < 0.01$), glikoz oksidaz, L-askorbik asit ve glikoz oksidaz + L-askorbik asidin uygun kullanılma miktarlarının unun niteliklerine bağlı olarak değiştiği, araştırmada kullanılan unlar için glikoz oksidazın 30-40 mg/kg, L-askorbik asidin 75-100 mg/kg, glikoz oksidaz + L-askorbik asidin 30 + 50 ve 40 + 50 mg/kg düzeylerinin uygun olduğu; özellikle glikoz oksidazın daha yüksek düzeylerde (50-60 mg/kg) kullanılmasının glutenin aşırı sertleşmesine yol açarak ekmek niteliklerinde (hacim, gözenek yapısı ve ekmek içi yumuşaklığı) gerilemeye neden olduğu belirlenmiştir.

Gujral ve Rosell (2004), glikoz oksidaz kullanımı ile ekmek hacmi ve ekmek içi yapısında iyileşme meydana geldiğini, bu iyileşmenin pirinç unu ilave edilerek üretilen ekmekler için de söz konusu olduğunu saptamışlardır.

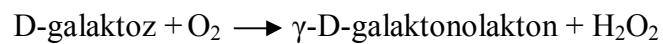
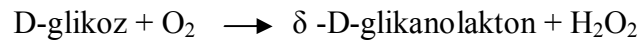
Rasih ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada (2005); glikoz oksidazın ekmek içi gözenek yapısını iyileştirdiği ve en iyi ekmek içi yapısına glikoz oksidaz ve glikozun birlikte kullanıldığı denemelerde ulaşılabildiği bildirilmiştir.

Bonet ve ark. (2006), düşük konsantrasyonlarda (10-50 mg/kg) kullanılan glikoz oksidazın, ekmeklerin özgül hacim değerlerini arttırdığını, daha iyi bir ekmek şekli oluşumuna katkıda bulunduğunu, ekmek içi sertliklerini azalttığını ve daha iyi bir ekmek içi yapısı oluşumunu sağladığını, fakat daha yüksek düzeylerde kullanılan glikoz oksidazın ekmeğin yumuşaklık ve hacim değerleri üzerinde önemli bir etki oluşturmadığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, yaptıkları elektroforez ve mikroskopik çalışmalar sonucunda yüksek düzeylerde kullanılan glikoz oksidazın gluten ağının aşırı derecede kuvvetlenmesine neden olarak, hamurun gaz tutma kapasitesinin zayıflamasına yol açtığını bildirmişlerdir.

2.3.2.2. Heksoz Oksidaz

Oksidatif enzimlerin ekmeğin hacmi, tekstürü ve ekmek içi yapısına olan olumlu etkileri dikkate alınarak son yıllarda daha çok sayıda monosakkarit ve oligosakkariti substrat olarak kullanabilen heksoz oksidaz üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu enzim kırmızı alg türlerinden *Iridophycus flaccidum* ve *Chondrus crispus* alg türlerinden *Euthora cristata* ve bakteri türlerinden *Malleomyces pseudomallei*'den izole edilebilmektedir. Ayrıca rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak enzim geni konakçı maya *Hansenula polymorpha*'ya enjekte edilerek üretilmekte ve böylece enzim elde edilebilmektedir.

Heksoz oksidaz (D-heksoz: oksijen 1-oksidoredüktaz EC 1.1.3.5; CAS No 9028-75-5), substrat seçiciliği nisbeten az olan bir enzim olup çok sayıda mono ve oligosakkaritin (etki büyüklüğüne göre sırasıyla; D-glikoz, D-galaktoz, sellobiyoz, maltoz, laktoz, ksiloz ve arabinoz) laktonlara dönüşümünü katalize etmekte ve bu sırada oluşan H₂O₂'de öz proteinlerdeki SH gruplarından S-S bağları oluşumunu sağlamaktadır (Bahar, 2001; Cook ve Thygesen, 2003). Heksoz oksidaz tarafından katalizlenen reaksiyon aşağıda şematize edilmiştir.



C. crispus'dan izole edilen genin *H. Polymorpha* 'ya enjekte edilmesiyle elde edilen heksoz oksidazın optimum sıcaklık derecesi 25 °C ve optimum pH değeri 6.3'dür.

Heksoz oksidaz ekmek yapımında yalnız başına ya da diğer oksidan maddelerle (L-askorbik asit) birlikte kullanılabilir. Ticari olarak kullanımı henüz yeni olan heksoz oksidaz, glikoz oksidazla benzer bir etkiye sahiptir (Kai ve Actearoa, 2003).

Poulsen ve Hostrup, heksoz oksidaz ve glikoz oksidazın hamurdaki etkilerini inceledikleri bir çalışmada (1998); heksoz oksidaz üzerinde çeşitli kimyasal analizler gerçekleştirmişler, ilave edildikleri hamurlar ve bunlardan üretilen ekmekler

üzerinde, glikoz oksidazla karşılaştırmalı olarak çeşitli analizler yapmışlardır. Heksoz oksidaz ve glikoz oksidazın eklenmesinden sonra aktif SH ve S-S gruplarındaki değişmeler sonucu hamurda reolojik değişiklikler belirlenmiştir. Heksoz oksidazın hamurdaki SH gruplarına daha etkili olduğu belirlenmiş, bunun heksoz oksidazın farklı substratları (mono ve disakkaritler) kullanabilme yeteneği veya glikoza daha yüksek ilgiye sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Araştırmacılar, yaptıkları ekstensograf ölçümlerinde en yüksek maksimum direnç değerlerini heksoz oksidazla hazırlanan hamurlardan elde etmişler, bununla birlikte en uygun maksimum oran (direnç/uzama) değerlerinin ise düşük heksoz oksidaz ilavesinin yapıldığı ve kısa dinlendirme süresinin uygulandığı denemeden elde edildiğini belirlemişlerdir. Heksoz oksidaz ve glikoz oksidazın aynı miktarda (108 U/kg un) kullanılmaları suretiyle yapılan ekmeklerde, her iki enzimin de hamur özellikleri üzerinde geliştirici etkiye sahip oldukları, kontrol ekmeğine göre heksoz oksidazla yapılan ekmeklerin %23.8, glikoz oksidazla yapılanların ise %13.7 daha hacimli olduğunu bildirmişlerdir.

Haarasilta ve Pullinen tarafından yapılan bir çalışmada (1992) ise, hamura ilave edilen glikoz oksidaz'ın hamurdaki SH gruplarında azalmaya neden olduğu, ancak bu grupların sayısında oluşan azalmanın aynı düzeyde heksoz oksidaz kullanılarak elde edilen azalma kadar olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuç heksoz oksidaz'ın çeşitli şekerleri substrat olarak kullanabilmesine ya da glikoz oksidaza göre glikoza olan ilgisinin daha fazla olmasına atfedilmektedir.

Kepekli ekmek üretiminde glikoz oksidazın ve heksoz oksidazın ayrı ayrı değişik düzeylerde (15, 30, 45 mg/kg) kullanılmasının ekmek nitelikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir araştırmada (Gül, 2007), glikoz oksidazın 15 mg/kg, heksoz oksidazın ise 30 mg/kg düzeyinde kullanılması durumunda kepekli ekmeklerin niteliklerinin (hacim, ekmek içi yumuşaklığı ve gözenek yapısı) önemli ölçüde iyileştiği belirlenmiştir.

2.3.2.3. Sitrik Asit

Organik asitler doğal sistemlerde yaygın olarak bulunmakta olup, çok değişik işlemlere sahip oldukları bilinmekte ve gıda sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu organik asitlerden sitrik asit ($C_6H_8O_7$) ve tuzları (sodyum, potasyum, kalsiyum); renksiz, kristal yapıda maddeler olup, çözünürlüklerinin yüksek olması ve düşük maliyeti nedenleriyle asitliği düzenleyici olarak değişik ürünlerde kullanım alanı bulmaktadır. Sitrik asit de diğer organik asitler gibi gıdalarda doğal olarak bulunmakta, bitki ve hayvan solunumunda yer almaktadır (Elmacı, 2001). Sitrik asit, asitliği düzenleyici ajan olarak en yaygın kullanılan maddelerin başında gelmektedir.

Gıda sanayiinde değişik amaçlarla kullanılan asitlik düzenleyiciler; unlu mamuller sanayiinde, hamurun pH'sını düşürerek proteolitik enzim aktivitesini uygun düzeye getirmek için süne zararı görmüş buğday unundan ekme yapımı sırasında ekme formülüne düşük oranlarda katılabilmektedir. Süne zararına uğramış buğday unlarıyla ekme yapımında 2 g/kg sitrik asit veya laktik asit kullanılmasının ekme kalitesini önemli ölçüde geliştirdiği belirlenmiştir (Anon., 1983).

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

Buğday : Araştırmada Kahramanmaraş ili Pazarcık ilçesi Sarıl Köyünden Emin BEŞSAKIZ isimli çiftçiden temin edilen “Golya” çeşidi buğday kullanılmıştır. Numune alma yöntemine (TS ISO 13690, TSE 2003) uygun olarak alınan yaklaşık 750 kg’lık buğday örneği 50 kg’lık çuvallara doldurularak analiz edilinceye ve uygun ticari değirmen bulunup öğütülünceye kadar Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl İşleme Teknolojisi Laboratuvarına nakliye edilmiş ve oda sıcaklığında muhafaza edilmişlerdir. Buğday örnekleri, muhafaza sırasında başta buğday biti olmak üzere diğer böceklerin istilasına karşı Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsünden temin edilen uygun pestisit ile ilaçlanmışlardır.

Buğday Kırmısı : Buğday kitesi, laboratuvar tipi bir değirmende (Yücebaş marka, tavsız buğday değirmeni) tüm dane buğday unu olacak biçimde öğütülerek analizlerde kullanılmak üzere +4 °C’de muhafaza edilmiştir.

Un : Araştırmada, süne zararına uğradığı belirlenen buğday kitesinin Adana’da bulunan 4 valsli ticari bir un değirmeninde (Rıza un değirmeni/Boynuyoğun Köyü-Sofulu-Yüreğir) öğütülmesiyle elde edilen Tip 850 ekmeklik buğday unu (Anon., 1999) kullanılmıştır. Yeni öğütülmüş olan unlar kullanılmadan önce yaklaşık 20 °C’de 2 ay süreyle olgunlaştırılmak amacıyla bekletilmişlerdir.

Su : Ekmek yapma denemelerinde Çukurova Üniversitesi kampüsü su şebekesinden temin edilen içme suyu kullanılmıştır.

Maya : Araştırmada, “Özmaya” firmasınca üretilen, üretici firma tarafından TS 3522 (TSE, 1992) pres yaş maya standardına uygun ve en az %30 kuru maddeye sahip olduğu bildirilen pres yaş maya kullanılmıştır.

Tuz : Rafine kristal tuz (TS 933; TSE, 1986) kullanılmıştır.

Şeker : Kristal toz şeker (TS 861; TSE, 1998) kullanılmıştır.

Mono ve Diglisidlerin Diasetil Tartarik Asit Esterleri (DATEM) : Araştırmada, SAFMILL T-310 marka DATEM kullanılmıştır.

L-Askorbik Asit (L-AA) : “Mühlenchemie” firması tarafından üretilen, gıda katkı maddesi amaçlı saf L-AA (ELCO C-100 K) kullanılmıştır.

Transglutaminaz (TG) : Çalışmada, “AB Enzymes” firması tarafından üretilen ve 100 ünite/g aktivite değerine sahip olduğu bildirilen TG (Veron TG) kullanılmıştır.

Glikoz Oksidaz (GO) : Araştırmada Novozymes firmasınca üretilen “Gluzyme Mono 1000 BG” marka glikoz oksidaz kullanılmıştır.

Heksoz Oksidaz (HO) : Danisco firmasınca üretilen “GriandamylTM Surebake 800” marka heksoz oksidaz kullanılmıştır.

Sitrik Asit (SA) : “Mühlenchemie” firması tarafından üretilen, gıda katkı maddesi amaçlı sitrik asit (EMCEtric AP) kullanılmıştır.

Yoğurucu : Günsa Makine Sanayi A. Ş. tarafından üretilen 1 kg un kapasiteli ve ~160 d/d hızındaki spiral milli (diosna tipi) yoğurma makinesi kullanılmıştır.

Fermantasyon Kabini : Çukurova Üniversitesi Döner Sermaye Atölyesinde ısı yalıtımına sahip malzemeden yapılmış, ısıtma donanımlı ve buhar üniteli fermantasyon kabini kullanılmıştır.

Fırın : “Wiesheu” marka ,”EBO 1-64R” model taş tabanlı fırın kullanılmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Teknolojik Metodlar

3.2.1.1. Ekmek Formülleri

Süne zararına uğramış buğday kitlesinin öğütülmesiyle elde edilen unlarla ekmek yapımında, un esasına göre, sabit bileşenler olarak; “farinograf cihazında belirlenen su absorpsiyonu miktarının %1.2 fazlası kadar (%60) su, %3 maya, %2 tuz, %1 şeker, %0.5 DATEM, 75 mg/kg L-askorbik asit ve 3.75 U/g un transglutaminaz” kullanılmıştır.

Çalışmada, hamur formülünde okside edici özelliğiyle gluten ağı yapısını güçlendirdiği ve hamurun işlenebilme özelliklerini iyileştirdiği bildirilen glikoz ve heksoz oksidaz (0, 15, 30 ve 45 mg/kg un) ile değişik düzeylerde (0, 75, 150 ve

225 mg/kg un) sitrik asidin yalnız başlarına ve 2'li-3'lü kombinasyonlar halinde kullanılmalarının ekmek nitelikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada hazırlanan ekmek formülleri Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Ayrıca, sabit katkıların (DATEM, şeker, L-askorbik asit ve transglutaminaz) ekmek nitelikleri üzerindeki ortak etkilerini belirlemek amacıyla, yalnızca temel bileşenlerle (un, su, maya ve tuz) hazırlanan kontrol ekmekleri de üretilmiştir.

Çizelge 3.1. Ekmek Formüllerinde Kullanılan Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz ve Sitrik Asit Kombinasyonları ve Kullanılma Düzeyleri ⁽¹⁾

Glikoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Heksoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Sitrik Asit Düzeyleri (mg/kg)			
		0	75	150	225
0	0	x	x	x	x
15	0	x	x	x	x
30	0	x	x	x	x
45	0	x	x	x	x
0	15	x	x	x	x
0	30	x	x	x	x
0	45	x	x	x	x
15	15	x	x	x	x
15	30	x	x	x	x
15	45	x	x	x	x
30	15	x	x	x	x
30	30	x	x	x	x
30	45	x	x	x	x
45	15	x	x	x	x
45	30	x	x	x	x
45	45	x	x	x	x

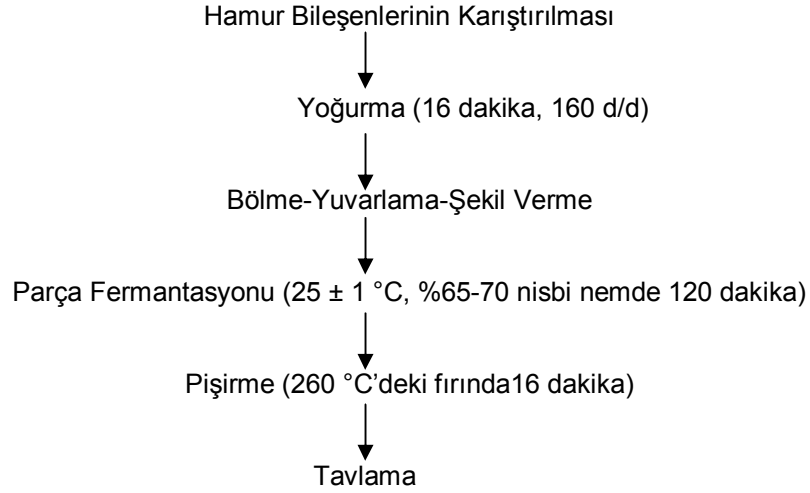
⁽¹⁾Un ağırlığı üzerinden.

3.2.1.2. Ekmek Yapma Denemeleri

Ekmek yapma denemeleri, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Pilot Fırın Ünitesi'nde mekanik hamur olgunlaştırma yöntemi esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

Ekmek formülleri kısmında belirtilen bileşen ve katkılarla hazırlanan ekmek hamurları; ön denemelerde belirlenen sürelerle uygun olarak 16 dakika süre ile yoğrulmuştur. Hamur yapımında kullanılacak suyun sıcaklığı, yoğrulması

tamamlanan hamurun sıcaklığı 20 ± 1 °C olacak şekilde ayarlanmıştır. Sonra hamurlar 100 gramlık parçalar halinde kesilmiş, el ile şekil verilmiş, %65-70 nisbi nem ve 25 ± 1 °C sıcaklıktaki fermantasyon kabininde yine ön denemelerle belirlenen sürede (120 dakika) parça fermantasyonuna bırakılmışlardır. Daha sonra hamurlar 260 °C sıcaklıktaki fırında 16 dakika süreyle pişirilmiştir. Tahta dolaplar içerisinde yaklaşık bir saat süre ile oda sıcaklığına gelene kadar soğutulan ekmekler, polietilen torbalar içerisine konularak laboratuvara getirilmiş ve analiz edilene değin bekletilmişlerdir. Ekmek yapımında uygulanan işlem basamakları Şekil 3.1.'de şematize edilmiştir.



Şekil 3.1. Ekmek Yapımında Uygulanan İşlem Basamakları

3.2.2. Analiz Metodları

3.2.2.1. Buğday Örneğine Uygulanan Analizler

Buğday örneğinin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amacıyla; hektolitre ağırlığı, bin tane ağırlığı, tane sertliği, irilik ve homojenlik analizleri (Uluöz, 1965) yapılmıştır. Ayrıca, tüm buğday kitlesindeki yabancı madde miktarı (TS 2974, TSE 1984) ve süne emgili tane oranı belirlenmiştir (Atlı ve ark., 1988a).

3.2.2.2. Buğday Kırmaya Uygulanan Analizler

Buğday örneğinin bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla buğday kırmaya; nem (AACC Metod 44-19, 2000), kül (AACC Metod 08-01, 2000), ham protein (AACC Metod 46-09, 2000), nişasta (AACC Metod 76-13, 2000) ve ham lif (AACC Metod 32-10, 2000) analizleri yapılmıştır.

3.2.2.3. Un Örneğine Uygulanan Analizler

Deneme buğday kitlesinin ticari 4 valsli değirmende %16.5 nem içeriğine sahip olacak şekilde 32 saat süreyle tavlandıktan sonra öğütülmesiyle elde edilen un örneğinin bazı kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla; nem (AACC Metod 44-19, 2000), kül (AACC Metod 08-01, 2000), ham protein (AACC Metod 46-09, 2000), nişasta (AACC Metod 76-13, 2000) ve ham lif (AACC Metod 32-10, 2000) analizleri yapılmıştır.

Un örneğinin fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla unun;

- Yaş ve Kuru Gluten Miktarları (AACC Metod 38-10, 2000),
- Gluten İndeks Değeri (AACC Metod 38-12, 2000),
- Zeleny Sedimantasyon Testi Değeri (AACC Metod 56-60, 2000),
- Gecikmeli Zeleny Sedimantasyon Testi Değeri (Greenaway ve ark., 1965),
- Farinogram Değerleri (AACC Metod 54-21, 2000),
- Ekstensogram Değerleri (AACC Metod 54-10, 2000) ve
- Düşme Sayısı Değeri (AACC Metod 56-81B, 2000) saptanmıştır.

3.2.2.4. Hamur Örneklerine Uygulanan Analiz

Denemede değişik düzeylerde GO, HO ve SA kullanılması suretiyle hazırlanan hamur örneklerinin; **a)** yoğurma bitiminde, **b)** yoğurma bitiminden 60 dakika sonra ve **c)** yoğurma bitiminden 120 dakika sonra olmak üzere 3 farklı zamandaki pH değerleri (AACC Metod 02-52, 2000) ölçülmüştür.

3.2.2.5. Ekmek Örneklerine Uygulanan Analizler

Denemelerde değişik formüller kullanılarak üretilen ekmeklerin hacim verimleri ve nem içerikleri (Uluöz, 1965), gözenek değerleri (TS 5000, TSE 1987; 8 puan üzerinden), ekmek içi yumuşaklık değerleri (Özer ve Altan, 1995) ve yükseklik, taban çapı, yükseklik/tabana çapı değerleri belirlenmiştir.

Nem içeriği ile ekmek içi yumuşaklığı ölçümleri ekmeklerin fırın çıkışından 6 ve 24 saat sonra, diğer analizler ise ekmeklerin fırın çıkışından 6 saat sonra yapılmıştır.

Teknolojik metodlar kısmında belirtilen tüm işlemler ile analizler 3'er kez yinelenmişlerdir.

3.2.2.6. İstatistiksel Analizler

Denemelerden elde edilen tüm veriler, "SAS" istatistik enstitüsünce geliştirilen ve aynı adı taşıyan istatistik paket programı ile (The SAS System for Windows v6.12; SAS Institute, 1982) Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuşlardır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda aralarındaki farklılıklar 0.01 güven sınırına göre önemsiz bulunan değerler, ilgili çizelgelerde aynı harfle işaretlenmişlerdir.

"Araştırma Bulguları" bölümündeki çizelgelerde verilen ortalama değerler, incelemede kolaylık sağlanması amacıyla sadeleştirilmişlerdir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Buğdayın Özellikleri

Denemelerde kullanılan buğday materyalinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1.'de, sertlik-yumuşaklık değerlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.2.'de, irilik ve homojenlik değerlerine ilişkin ortalama verileri Çizelge 4.3.'de, yabancı madde içeriğine ilişkin değerleri ise Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Buğday Örneğinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Özellikler	Buğday Örneği
Hektolitre Ağırlığı (kg/hl)	76.8
Bin Tane Ağırlığı (g) ⁽¹⁾	20.8
Süne Emgili Tane Oranı (%)	2.35
Nem (%)	10.3
Kül (%) ⁽¹⁾	2.09
Ham Protein (%) ⁽¹⁾	13.7
Nişasta (%) ⁽¹⁾	50.2
Ham Lif (%) ⁽¹⁾	2.33

⁽¹⁾ Kurumadde üzerinden.

Çizelge 4.2. Buğday Örneğinin Tane Sertliğine İlişkin Ortalama Değerler (%)

Buğday Örneği	Sert Tane Oranı	Dönme Tane Oranı	Yumuşak Tane Oranı
Golya	29.3	59.4	11.3

Çizelge 4.3. Buğday Örneğinin İrilik ve Homojenlik Değerlerine İlişkin Ortalama Veriler (%)

> 2.8 mm	2.5–2.8 mm	2.2–2.5 mm	<2.2 mm=Elek altı	İrilik-Homojenlik
4.45	27.08	43.80	24.67	Orta boyutta Heterojen

Çizelge 4.4. Buğday Örneğinin Yabancı Madde İçeriği (%)

Sağlam Tane Oranı	Değersiz Tane Oranı	Bozuk Tane Oranı	Diğer Yabancı Maddelerin Oranı
97.98	1.80	-	0.22

Çizelge 4.1.'in incelenmesiyle de görülebileceği gibi Golya buğday örneğinin ortalama hektolitre ağırlığı 76.8 kg'dır. Söz konusu deneme buğday örneği TS 2974'e (TSE, 1984) göre 2. dereceden ekmeklik buğday sınıfına girmektedir. Buğday örneğinin kurumadde esasına göre ortalama bin tane ağırlığının 20.8 gram olduğu belirlenmiştir. Golya buğday örneğinin ortalama süne emgili tane oranı %2.35 olarak tespit edilmiştir. Buğday örneğinin ortalama nem içeriğinin %10.3 olduğu ve bu değer buğdayların güvenle depolanabileceği azami nem sınırı olan %14'ün (Altan, 1986) altında bulunduğu tespit edilmiştir. Buğday örneğinin kurumadde esasına göre ortalama kül içeriğinin %2.09, ortalama ham protein içeriğinin %13.7, ortalama nişasta içeriğinin %50.2 ve ortalama ham lif içeriğinin ise %2.33 olduğu saptanmıştır.

Buğday örneğinin sertlik-yumuşaklık değerlerine ilişkin ortalama değerlerin incelenmesiyle (Çizelge 4.2), kitlenin %29.3'ünün sert tane, %59.4'ünün dönme tane ve geri kalan %11.3'ünün ise yumuşak taneden oluştuğu belirlenmiştir. Golya buğday örneğinin dönme(li) ve camsı (sert) tane içeriğinin yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3.'ün incelenmesiyle de görülebileceği gibi, buğday örneğinin iri tane (>2.8 mm) içeriğinin çok düşük düzeyde olduğu (%4.45), 2.5-2.8 mm arasında tüm kitlenin %27.08'inin, 2.2-2.5 mm arasında kitlenin %43.8'inin bulunduğu, geriye kalan %24.67'lik kitlenin ise elek altı olarak tabir edilen 2.2 mm'den daha küçük elek haznesi üzerinde kaldığı tespit edilmiştir. Golya buğday örneği, birbirini izleyen iki elek takımı üzerinde kalan buğdayların toplamı tüm buğdayın %75'inden az olduğu için heterojen olarak nitelendirilmiştir.

Yabancı madde içeriği bakımından Golya buğdayının TS 2974 (TSE, 1984) buğday standardına göre 1. dereceden ekmeklik buğday olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

4.2. Unun Özellikleri

Golya buğday örneğinin ticari 4 valsli değirmende %16.5 nem içeriğine sahip olacak şekilde 32 saat süreyle tavlandıktan sonra öğütülmesiyle elde edilen un örneğinin bazı kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri Çizelge 4.5.'de farinografik özellikleri Çizelge 4.6.'da ve ekstensografik özellikleri ise Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Un Örneğinin Bazı Kimyasal ve Fizikokimyasal Özelliklerine İlişkin Ortalama Değerler

Özellikler	Un Örneği
Nem (%)	12.9
Kül (%) ⁽¹⁾	0.78
Ham Protein (%) ⁽¹⁾	12.1
Nişasta (%) ⁽¹⁾	59.2
Ham Lif (%) ⁽¹⁾	0.32
Yaş Gluten Miktarı (%)	32.1
Kuru Gluten Miktarı (%)	10.2
Gluten İndeks Değeri (%)	69
Sedimentasyon Değeri (ml) ⁽²⁾	31
Gecikmeli Sedimentasyon Değeri (ml) ⁽²⁾	22
Düşme Sayısı Değeri (sn)	406

⁽¹⁾ Kurumadde üzerinden.

⁽²⁾ %14 nem esasına göre düzeltilmiştir.

Çizelge 4.6. Denemelerde Kullanılan Un Örneğinin Farinografik Özellikleri

Özellikler	Un Örneği
Su Absorbsiyonu (%)	58.8
Gelişme Süresi (dakika)	6.5
Stabilite Süresi (dakika)	9.9
Yoğurma Tolerans Katsayısı (B.U.) ⁽¹⁾	43
Yumuşama Derecesi (B.U.) ⁽¹⁾	76

⁽¹⁾ Brabander Ünitesi.

Çizelge 4.7. Denemelerde Kullanılan Un Örneğinin Ekstensografik Özellikleri

Özellikler	Çizim Süresi (dakika)		
	45	90	135
R_5 (B.U.) ⁽¹⁾	190	225	239
$R_{maksimum}$ (Hamur Direnci) (B.U.) ⁽¹⁾	249	262	276
Uzama Yeteneği (mm)	153	142	142
Oran (B.U./mm)	1.63	1.85	1.94
Enerji Değeri (cm ²)	58	59	62

⁽¹⁾Brabander Ünitesi.

Çizelge 4.5.'in incelenmesiyle, un örneğinin nem içeriğinin %12.9, kurumadde esasına göre; kül içeriğinin %0.78, ham protein içeriğinin %12.1, nişasta içeriğinin %59.2 ve ham lif içeriğinin ise %0.32 olduğu belirlenmiştir. Un örneğinin nem içeriğinin Anon. (1999)'da belirtilen sınırlar (azami %14.5 nem) içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Un örneği, kurumadde de kül içeriğine göre, Anon. (1999)'da belirtilen Tip 650 ekmeklik buğday ununun kurumadde de sahip olması gereken azami kül sınırını, %0.65'i, aşmakta ve Tip 850 ekmeklik buğday unu sınıfına girmektedir. Un örneğinin protein miktarının, ekmeklik unlardaki protein miktarının minimum %10.5 düzeyinde olması gerektiğini bildiren Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliğine (Anon, 1999) uygun olduğu belirlenmiştir.

Un örneğinin ortalama yaş gluten miktarının %32.1, kuru gluten miktarının %10.2, gluten indeks değerinin %69, sedimentasyon değerinin 31 ml, gecikmeli sedimentasyon değerinin 22 ml ve amilaz aktivitesi hakkında fikir veren düşme sayısı değerinin ise 406 sn olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Gecikmeli sedimentasyon değerinin incelenmesi ve bu değer in sedimentasyon değeriyle karşılaştırılmasıyla, %2.35 oranında süne emgili tane içeren buğday ununda 9 ml azalma olduğu gözlenmiştir. Bu durum, unun hazırlandığı buğday kitlesinin süne zararına maruz kaldığını göstermektedir. Deneme buğday unu örneğinin amilaz aktivitesi ekmeklik unlar için istenilen 250 ± 25 sn düşme sayısı değerine yakın bulunmamış ve ideal bir ekmeklik unun sahip olması gereken amilaz aktivitesine göre daha az amilaz aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6.'daki denemede kullanılan unun farinogram değerlerinin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, unun su absorpsiyonu %58.8, gelişme süresi 6.5 dakika, stabilite süresi 9.9 dakika, yoğurma tolerans katsayısı 43 B.U. ve yumuşama derecesi değeri 76 B.U. olarak bulunmuştur.

Un örneğinin ekstensograf cihazındaki çizimine ait verilerin incelenmesiyle (Çizelge 4.7), ortalama değer olarak; hamurun sabit deformasyondaki direnci 218 B.U., hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç 262 B.U., uzama yeteneği 145.7 mm, oran değeri 1.80 B.U./mm ve enerji değeri ise 60 cm² olarak bulunmuştur.

4.3. Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz ve Sitrik Asidin Hamurların pH Değerleri Üzerine Etkileri

Denemede değişik düzeylerde Glikoz Oksidaz (GO), Heksoz Oksidaz (HO) ve Sitrik Asit (SA) kullanılması suretiyle hazırlanan hamur örneklerinin; **a)** yoğurma bitiminde, **b)** yoğurma bitiminden 60 dakika sonra ve **c)** yoğurma bitiminden 120 dakika sonra olmak üzere 3 farklı zamandaki pH değerleri ölçülmüştür. Elde edilen değerler Çizelge 4.8.'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, hamur örneklerinin pH değerleri 5.37 ile 6.05 arasında değişmiştir. Kontrol örneğinin 0. dakikadaki pH değeri 5.78 iken 60. dakikada 5.71, 120. dakikada ise 5.50 olarak ölçülmüştür. Hamura değişik düzeylerde yalnız GO ilave edilmesi 0. dakikada hamurların pH değerlerinde kısmi bir artışa yol açmış, 60. dakikada 45 mg/kg GO düzeyi hamur pH'sını belirgin biçimde geriletmiş (5.71'den 5.46'ya), 120. dakikada çok büyük bir farklılık ölçülmemiştir. HO'nun yalnız başına kullanılması kontrol örneğine göre hamurların pH değerlerinde çok belirgin bir değişikliğe yol açmamıştır. SA'nın yalnız başına kullanıldığı formüllerde SA miktarının ve hamurun yoğurma sonrasında bekletme süresinin artmasına koşut olarak hamurların pH değerleri azalmış, 0. dakikada 75 mg/kg SA kullanılması hamurun pH değerinde önemli bir değişikliğe yol açmamış (5.78'den 5.77'a), 150 mg/kg SA kullanılması kontrol örneği ile yakın pH değeri vermiş (5.78 ve 5.74), 225 mg/kg SA kullanılması ise hamurun pH değerini azaltmıştır (5.78'den 5.68'e).

Çizelge 4.8. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Hamurların pH Değerleri Üzerine Etkileri

Glikoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Sitrik Asit Düzeyleri (mg/kg) ve Ölçüm Saatleri (dakika)															
	0				75				150				225			
	0 d.	60 d.	120 d.	0 d.	60 d.	120 d.	0 d.	60 d.	120 d.	0 d.	60 d.	120 d.	0 d.	60 d.	120 d.	
0	5.78	5.71	5.50	5.77	5.53	5.48	5.74	5.53	5.43	5.68	5.51	5.47	5.68	5.51	5.47	
15	6.05	5.70	5.40	5.72	5.48	5.48	5.59	5.47	5.47	5.54	5.47	5.44	5.54	5.47	5.44	
30	5.81	5.82	5.56	5.70	5.47	5.46	5.58	5.46	5.44	5.49	5.46	5.44	5.49	5.46	5.44	
45	5.90	5.46	5.53	5.69	5.47	5.45	5.54	5.46	5.44	5.47	5.47	5.43	5.47	5.47	5.43	
0	5.67	5.57	5.53	5.72	5.52	5.48	5.68	5.50	5.46	5.65	5.49	5.44	5.65	5.49	5.44	
0	5.83	5.59	5.51	5.67	5.52	5.46	5.65	5.51	5.45	5.64	5.48	5.43	5.64	5.48	5.43	
0	5.74	5.70	5.47	5.66	5.50	5.46	5.66	5.49	5.43	5.64	5.48	5.41	5.64	5.48	5.41	
15	5.76	5.54	5.47	5.71	5.52	5.49	5.70	5.47	5.45	5.71	5.43	5.42	5.71	5.43	5.42	
15	5.80	5.52	5.47	5.72	5.50	5.48	5.70	5.48	5.45	5.69	5.43	5.43	5.69	5.43	5.43	
15	5.79	5.51	5.46	5.70	5.50	5.48	5.70	5.47	5.44	5.70	5.44	5.42	5.70	5.44	5.42	
30	5.77	5.52	5.46	5.71	5.48	5.47	5.70	5.46	5.45	5.69	5.43	5.40	5.69	5.43	5.40	
30	5.80	5.52	5.45	5.71	5.48	5.47	5.70	5.46	5.45	5.70	5.43	5.40	5.70	5.43	5.40	
30	5.78	5.51	5.41	5.70	5.47	5.46	5.69	5.45	5.44	5.69	5.42	5.39	5.69	5.42	5.39	
45	5.79	5.49	5.44	5.71	5.47	5.46	5.70	5.45	5.43	5.70	5.40	5.37	5.70	5.40	5.37	
45	5.77	5.50	5.45	5.70	5.46	5.46	5.70	5.43	5.42	5.69	5.39	5.38	5.69	5.39	5.38	
45	5.83	5.49	5.45	5.70	5.45	5.45	5.70	5.43	5.42	5.70	5.37	5.37	5.70	5.37	5.37	

60. dakika ölçümlerinde ise hamurların pH değeri SA kullanılmasına bağlı olarak belirgin düzeyde azalma göstermiştir (5.71'den 5.53-5.51'e). Ancak kullanılan farklı SA konsantrasyonları arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. 120. dakika ölçümlerinde ise SA kullanılmasıyla kontrol hamurunun pH değerine göre sınırlı ölçüde azalma gözlenmiştir.

GO ve HO'nun birlikte kullanıldığı formüllerde, 0. dakika ölçümlerinden elde edilen pH değerlerinin kontrol örneği ile benzer olduğu, 60. dakikada daha belirgin olmak üzere 120. dakika ölçümlerinde de kontrol örneğine göre hamurların pH değerlerinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir. "GO + SA", "HO + SA" ve "GO + HO + SA" formülleri ile hazırlanan hamurlarda SA düzeyinin 75 mg/kg olduğu formüllerde nisbeten daha yüksek pH değerleri elde edilmiş, SA miktarının doğrusal olarak artmasına koşut olarak hamurların pH değerleri belirgin bir biçimde azalmış ve özellikle 120. dakika ölçümlerinde 5.37-5.40 düzeylerine kadar gerilemiştir. Denemede ölçülen bütün hamurların pH değerlerinin ekmek hamurunda gluten oluşumu için gerekli olduğu bildirilen (Altan, 1986) uygun pH değeri aralığında (5.3-6.6) olduğu ve kontrol örneğinde olduğu gibi sürenin geçmesine koşut olarak hamurların pH değerlerinin, beklendiği üzere, düştüğü tespit edilmiştir. Yine beklenebileceği üzere, hamurların pH değerleri üzerinde SA'nın GO ve HO'ya göre daha fazla etki yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca genel olarak, hamurların 0. dakikada ölçülen pH değerlerinin 5.70 civarında olmasına karşılık 60. ve 120. dakika pH ölçümlerinin 0. dakika ölçümlerine göre belirgin bir biçimde azaldığı, bu azalmanın 0. dakikadan 60. dakikaya geçiş sırasında daha keskin olarak görüldüğü, 60. dakikadan 120. dakikaya geçişlerde ise çok daha sınırlı ölçülerde bir gerileme meydana geldiği görülmüştür.

4.4. Kullanılan Sabit Katkı Maddelerinin (DATEM, Şeker, L-Askorbik Asit ve Transglutaminaz) Ekmek Özelliklerine Etkileri

Denemelerde katkısız olarak (un + su + maya + tuz) ve sadece sabit katkıları (DATEM, şeker, L-askorbik asit ve transglutaminaz) kullanılarak üretilen

ekmeklerin özellikleri Çizelge 4.9.'da verilmiştir. Elde edilen bu veriler incelendiğinde şu sonuçlara varılmıştır :

Çizelge 4.9. Katkısız ve Sabit Katkılar Kullanılarak Üretilen Ekmeklere Ait Analiz Sonuçlarına İlişkin Ortalama Değerler

Özellikler	Katkısız	Sabit Katkılar İçeren
Hacim Verimi (cm ³ /100 g un)	563 ^{b (1)}	638 ^a
Gözenek Değeri (0-8 Puan)	4.0 ^b	6.4 ^a
Yükseklik (mm)	49.40 ^b	60.93 ^a
Taban Çapı (mm)	101.1 ^a	97.75 ^b
Yükseklik/Taban Çapı	0.488 ^b	0.623 ^a
6. Saatteki Penetrometre Değeri (1/10 mm)	66 ^b	101 ^a
24. Saatteki Penetrometre Değeri (1/10 mm)	39 ^b	68 ^a
6. Saatteki Nem İçeriği (%)	36.60 ^b	37.02 ^a
24. Saatteki Nem İçeriği (%)	34.20 ^b	35.89 ^a

⁽¹⁾ Çizelgede aynı satırda, aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Üretilen ekmeklerin tüm özellikleri üzerine sabit katkıların etkisi önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur. Sabit katkı kombinasyonu ilavesiyle üretilen ekmeklerin hacimleri, yaklaşık %13 kadar bir artışla 638 cm³/100 g un'a yükselmiştir. Sabit katkıları, ekmeklerin gözenek değerlerini belirgin biçimde arttırmış ve 4 puandan 6.4 puana yükseltmiştir. Sabit katkı kombinasyonu kullanılarak üretilen ekmeklerin yüksekliği, yaklaşık dörtte biri kadar artarak 60.93 mm'ye; taban çapı yaklaşık 3.5 mm azalarak 97.75 mm'ye; yükseklik/tabın çapı değeri ise yaklaşık %28 oranında artarak 0.623'e yükselmiştir. Bunlara ilave olarak, sabit katkıları, 6. ve 24. saatlerdeki ekmek içi yumuşaklık değerlerini, katkısız olarak üretilen ekmeklere göre sırasıyla yaklaşık %53 ve %74 oranında bir artışla; 6. saatteki penetrometre değerinde 101 mm⁻¹, 24. saatteki penetrometre değerinde ise 68 mm⁻¹ değerine yükseltmiştir. Ekmeklerin nem içeriklerinde ise sabit katkı maddeleri ilavesiyle bir miktar artma (sırasıyla, yaklaşık %1.2 [0.42 g] ve %5 [1.69 g]) olduğu görülmüştür.

4.5. Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz ve Sitrik Asidin Ekmek Niteliklerine Etkileri

4.5.1. Hacim Verimi

Sabit katkıların (DATEM, Şeker, L-Askorbik Asit ve Transglutaminaz) yanı sıra farklı düzeylerde GO, HO ve SA kullanılarak üretilen ekmek örneklerinin ortalama hacim verimi değerleri Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Ekmeklerin Hacim Verimleri (cm³/100 g un) Üzerine Etkileri

Glikoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Heksoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Sitrik Asit Düzeyleri (mg/kg) ve Ekmeklerin Hacim Verimleri (cm ³ /100 g un)			
		0	75	150	225
0	0	638 ^{lmn (1)}	621 ^{qrstu}	623 ^{pqrst}	631 ^{nopq}
15	0	631 ^{nopq}	658 ^{ghi}	653 ^{hijk}	646 ^{ijkl}
30	0	649 ^{ijk}	633 ^{mnop}	631 ^{nopq}	626 ^{opqrst}
45	0	608 ^{wxyza,}	636 ^{mno}	626 ^{opqrst}	606 ^{wxyza,}
0	15	628 ^{opqrs}	654 ^{ghij}	653 ^{ghijk}	658 ^{ghi}
0	30	671 ^{ef}	689 ^{bc}	683 ^{cd}	686 ^{bcd}
0	45	643 ^{klm}	686 ^{bcd}	679 ^{cde}	676 ^{de}
15	15	694 ^{ab}	654 ^{ghij}	661 ^{fgh}	649 ^{ijk}
15	30	701 ^a	631 ^{nopq}	628 ^{opqrs}	629 ^{nopqr}
15	45	688 ^{bc}	619 ^{rstuv}	614 ^{tuvw}	611 ^{uvwxyz}
30	15	661 ^{fgh}	639 ^{lmn}	636 ^{mno}	634 ^{mno}
30	30	671 ^{ef}	618 ^{stuv}	616 ^{stuvw}	609 ^{vwxyza,}
30	45	663 ^{fg}	611 ^{uvwxyz}	613 ^{uvwxy}	611 ^{uvwxyz}
45	15	621 ^{qrstu}	604 ^{xyza,b₁}	603 ^{zya,b₁}	601 ^{za₁b₁}
45	30	619 ^{rstuv}	606 ^{wxyza,}	601 ^{za₁b₁}	599 ^{a,b₁c₁}
45	45	604 ^{xyza,b₁}	589 ^{c₁}	591 ^{c₁}	594 ^{b₁c₁}

⁽¹⁾ Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 4.10.'un incelenmesiyle de görülebileceği gibi, ekmeklerin hacim verimi değerleri 589 ("45 mg GO + 45 mg HO + 75 mg SA") ile 701 ("15 mg GO + 30 mg HO") $\text{cm}^3/100 \text{ g}$ un arasında değişmiştir. GO yalnız başına 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığında denemede üretilen ekmeklerin hacmi artmış ($p<0.01$), daha yüksek düzeyde kullanıldığında (45 mg/kg) ise ekmeklerin hacmi azalmış ve kontrol örneğinin gerisine düşmüştür. 15 mg/kg düzeyinde GO kullanılması kontrol örneğine göre ekmeklerin hacim verimi değerleri üzerinde önemli bir etki yaratmamıştır ($p>0.01$). HO'nun yalnız başına etkisi GO'nun yalnız başına olan etkisiyle benzer yönde olmuştur. Kontrol örneğine göre 15 mg/kg HO kullanılması ekmeklerin hacim verimi değerleri üzerinde önemli bir fark yaratmamış, 30 mg/kg HO düzeyi ekmek hacimlerini belirgin bir düzeyde arttırmış, 45 mg/kg HO düzeyi ise ekmek hacimlerinde bir miktar gerilemeye yol açmıştır. Ancak 30 mg/kg düzeyinde HO kullanılması aynı düzeyde GO kullanılmasına göre ekmek hacimlerini daha fazla arttırmış, 45 mg/kg düzeyinde HO kullanılması ise ekmek hacimlerinin kontrol örneği ile aynı seviyede olmasına yol açmıştır. Değişik düzeylerde SA kullanılması kontrol örneğine göre ekmeklerin hacim verimi değerleri üzerinde bir miktar gerilemeye ($p<0.01$) yol açmıştır. Bu gerilemede denemede kullanılan değişik SA düzeylerinin etkisi kısmen önemli bulunmuştur.

GO ve HO'nun birlikte kullanıldığı ekmek formüllerinde GO'nun 15 ve 30 mg/kg düzeylerinde kullanılıp HO'nun herhangi bir düzeyde (15, 30, 45 mg/kg) kullanılması, ekmek hacimlerinde kontrol örneğine göre artışa yol açmıştır. Ancak GO'nun 45 mg/kg düzeyinde kullanılması denemede kullanılan HO düzeyi fark etmeksizin ekmeklerin hacimlerini azaltmıştır (Çizelge 4.10). Özellikle GO ve HO'nun denemede kullanılan en yüksek düzeyleri kontrol örneğine göre ekmek hacminde anlamlı ve önemli ($p<0.01$; $34 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$ un) bir gerilemeye yol açmıştır. GO'nun 15 ve 30 mg/kg düzeyleri denemedeki HO düzeyleri ile kombine edildiğinde GO ve HO'nun tek başlarına kullanılmasından elde edilen hacim verimi değerlerinden daha iyi sonuçlar alınmış (sinerjistik etki), GO'nun 45 mg/kg düzeyinde kullanılması durumunda HO ile yapılan kombinasyonlar ise ekmek hacimlerinde gerilemeye neden olmuştur.

HO'nun 15, 30 ve 45 mg/kg düzeylerinde kullanılması durumunda formülde aynı zamanda GO'nun da yer alması, kullanılan GO konsantrasyonuna bağlı olarak (GO konsantrasyonun artmasına koşut olarak) ekme hacimlerinde belirgin bir gerilemeye neden olmuştur. GO ve HO'nun birlikte kullanıldığı formüllerden elde edilen ekmeklerin ortalama hacim verimi değerlerine ait 9 ayrı verinin incelenmesiyle; ekme formülünde GO kullanılırken HO'nun da kullanılması çok belirgin bir olumsuzluğa yol açmamış, buna karşılık HO kullanılırken GO'nun da kullanılması, GO'nun artan kullanılma düzeyine paralel olarak, ekme hacimlerini olumsuz yönde etkilemiştir. HO'nun değişik düzeylerde kullanıldığı her bir ekme formülünde GO'nun 15 mg/kg düzeyi en yüksek hacimli ekme üretimine olanak sağlamış, buna karşılık GO'nun 45 mg/kg düzeyi ise en düşük hacimli ekmeklerin üretimine yol açmıştır.

GO ve SA'nın birlikte kullanıldığı formüllerde, GO'nun 15 mg/kg düzeyinde sabit kullanılması durumunda formülde SA'nın da yer alması (SA düzeyine bağlı olmaksızın) SA'nın olmamasına göre ekme hacimlerini arttırmıştır ($p < 0.01$). GO'nun 30 mg/kg düzeyinde sabit kullanıldığı formüllerde ise bunun tam tersi bir durum ortaya çıkmış ve formülde SA'nın da yer alması, yine kullanılan SA düzeyine bağlı olmaksızın, SA'nın olmamasına göre ekme hacimlerinde bir miktar azalmaya yol açmıştır. GO'nun 45 mg/kg düzeyinde kullanıldığı ekme formüllerinde SA'nın 75 ve 150 mg/kg düzeyleri ekme hacimlerini arttırmış, buna karşılık 225 mg/kg düzeyi ise formülde SA olmayan örneklerle aynı hacimde ekme üretilmesine neden olmuştur.

HO ve SA'nın birlikte kullanıldığı formüllerde, HO'nun denemede ele alınan tüm kullanılma düzeylerinde formülde SA'nın da yer alması SA'nın bulunmamasına göre ekme hacimlerini belirgin düzeyde arttırmıştır. Ancak bu artışta, kullanılan SA düzeylerinin kendi içerisinde istatistiksel olarak bir fark oluşturmadığı ($p > 0.01$) belirlenmiştir.

GO, HO ve SA'nın birlikte kullanılmasıyla üretilen ekmeklerin hacim verimi değerlerinin incelenmesiyle (27 veri), bu grupta en iyi seriyi GO ve HO'nun 15 mg/kg düzeylerinde kullanıldığı formüller vermiştir (sırasıyla; 654, 661 ve 649 cm³/100 g un). Bu gruptaki en kötü seriyi ise GO ve HO'nun 45 mg/kg

düzeylerinde kullanıldığı formüller vermiştir (sırasıyla; 589, 591 ve 594 cm³/100 g un). Genellikle bu 3 katkının birlikte kullanılması kontrol örneğine göre ekmek hacimlerini çok etkilememiş, bazı formüllerde (katkıların denemedeki yüksek düzeylerinin yer aldığı formüller) ekmek hacminde belirgin bir gerilemeye yol açmıştır. Söz konusu bu 3 katkıdan ekmeklerin hacim verimi değerleri üzerinde GO ve HO'nun SA'ya göre daha fazla etki yaptığı saptanmıştır.

4.5.2. Gözenek Değeri

Ekmeklerin gözenek değerlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.11.'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle, ekmeklerin gözenek değerlerinin 4.60 ile 7.53 puan arasında değiştiği belirlenmiştir. 64 farklı hamur formülüne göre hazırlanan ekmek örnekleri içerisinde en iyi gözenek değerine, glikoz oksidaz ve heksoz oksidazın birlikte kullanıldığı formüller (sırasıyla; “15 mg GO + 30 mg HO”, “15 mg GO + 15 mg HO” ve “15 mg GO + 45 mg HO”) ile heksoz oksidaz ve sitrik asidin birlikte kullanıldığı formüllerde (“30 mg HO + 75 mg SA”, “30 mg HO + 225 mg SA” ve “45 mg HO + 75 mg SA”) ulaşılmıştır. Kontrol örneğine göre glikoz oksidazın yalnız başına kullanıldığı formüllerde artan glikoz oksidaz kullanıma oranına (15 ve 30 mg/kg) bağlı olarak ekmeklerin gözenek değerlerinde önce bir değişme saptanmamış ancak daha yüksek düzeyde (45 mg/kg) kullanılması durumunda ekmek hacimlerinin azalmasının bir sonucu olarak gözenek puanları önemli ölçüde ($p < 0.01$) azalma göstermiştir. Heksoz oksidaz ise kontrol örneğine göre 30 mg/kg düzeyinde kullanıldığında ekmeklerin gözenek yapılarını iyileştirmiş, 15 ve 45 mg/kg düzeylerinde ise önemli bir değişikliğe yol açmamıştır ($p > 0.01$). Sitrik asidin yalnız başına denemede kullanılan düzeyleri kontrol örneğine göre ekmeklerin gözenek değerleri üzerinde önemli bir değişikliğe yol açmamıştır.

Gözenek değerlerine ilişkin tüm bulguların incelenmesi ve bu bulguların hacim değerleriyle karşılaştırılmasıyla elde edilen verilerin birbirleriyle uyum içerisinde olduğu görülmüştür (Çizelge 4.10 ve 4.11).

Çizelge 4.11. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Ekmeklerin Gözenek Değerleri Üzerine Etkileri

Glikoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Heksoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Sitrik Asit Düzeyleri (mg/kg) ve Gözenek Değerleri (0–8 Puan)			
		0	75	150	225
0	0	6.40 ^{ijklmno (1)}	6.07 ^{nop}	6.13 ^{mnop}	6.33 ^{klmnop}
15	0	6.27 ^{klmnop}	6.80 ^{cdefghi}	6.53 ^{ghijklm}	6.53 ^{ghijklm}
30	0	6.40 ^{ijklmno}	6.53 ^{ghijklm}	6.33 ^{klmnop}	6.07 ^{nop}
45	0	5.13 ^{stuv}	6.07 ^{nop}	5.93 ^{pq}	5.13 ^{stuv}
0	15	6.20 ^{lmnop}	6.47 ^{hijklmn}	6.67 ^{efghijk}	6.60 ^{fghijkl}
0	30	7.10 ^{bcde}	7.13 ^{abcd}	7.00 ^{bcdef}	7.13 ^{abcd}
0	45	6.27 ^{klmnop}	7.13 ^{abcd}	7.00 ^{bcdef}	6.87 ^{cdefgh}
15	15	7.40 ^{ab}	6.47 ^{ghijklmn}	6.53 ^{ghijklm}	6.40 ^{ijklmno}
15	30	7.53 ^a	6.13 ^{mnop}	6.00 ^{opq}	6.00 ^{opq}
15	45	7.20 ^{abc}	5.47 ^{rs}	5.33 ^{rst}	5.27 ^{rstu}
30	15	6.73 ^{defghij}	6.20 ^{lmnop}	6.33 ^{klmnop}	6.00 ^{opq}
30	30	6.93 ^{cdefg}	5.60 ^{qr}	5.47 ^{rs}	5.20 ^{rstu}
30	45	6.80 ^{cdefghi}	5.27 ^{rstu}	5.20 ^{rstu}	5.20 ^{rstu}
45	15	6.13 ^{mnop}	5.00 ^{tuvw}	4.93 ^{tuvw}	4.87 ^{uvw}
45	30	6.00 ^{opq}	4.87 ^{uvw}	4.93 ^{tuvw}	4.93 ^{tuvw}
45	45	5.00 ^{tuvw}	4.60 ^w	4.67 ^w	4.73 ^{vw}

⁽¹⁾ Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Glikoz oksidaz ve heksoz oksidaz birlikte en uygun düzeyde kullanıldıklarında (“15 GO + 30 HO”), elde edilen ekmeklerin gözenek değerlerini 6.40 puan’dan 7.53 puan’a yükselttikleri, buna karşılık her iki enzimin daha yüksek düzeylerde kullanılması durumunda ekmeklerin gözenek değerlerinde gerileme meydana geldiği, özellikle GO ve HO’nun denemede ele alınan en yüksek kullanılma düzeylerinde (45’er mg) ekmek içi gözenek yapısını olumsuz yönde etkiledikleri ve 6.40 puan’dan 5.00 puan’a kadar gerilettikleri görülmüştür. Benzeri durumu “GO + SA” ve “GO + HO + SA” kombinasyonları için de söylemek mümkündür. “GO + SA” kombinasyonlarında GO’nun 45 mg düzeyinde kullanıldığı formüllerde

SA'nın 75 mg kullanılma düzeyi haricindeki diğer kullanım düzeyleri ekmeklerin gözenek yapılarını kontrol örneğine göre önemli düzeyde ($p<0.01$) olumsuz etkilemiş, buna karşılık GO'nun 15 ve 30 mg düzeyinde kullanıldığı formüllerde denemede ele alınan SA düzeyleri ekmeklerin gözenek yapılarında önemli bir değişikliğe yol açmamıştır. "HO + SA" kombinasyonları "GO + SA" kombinasyonlarının aksine ekmeklerin gözenek yapılarını kontrol örneğine göre hiçbir formülde olumsuz etkilememiş, hatta yukarıda da bahsedilen bazı formüllerde ekmeklerin gözenek yapılarını iyileştirmiştir. Özetle, "GO + SA" kombinasyonları kontrol örneğine göre ekmeklerin gözenek yapılarını iyileştirmemiş hatta bazı formüllerde kötüleştirilmiş, "HO + SA" kombinasyonları ise ekmeklerin gözenek yapılarını kötüleştirmemiş ve bazı formüllerde ise iyileştirmiştir. "GO + HO + SA" 3'lü kombinasyonlarında ise en yüksek gözenek değerine ait bulgular GO ve HO'nun 15'er mg düzeyinde kullanıldığı formüller ile hazırlanan ekmeklerden elde edilmiş, ancak elde edilen bu değerlerin kontrol örneğine göre ekmeklerin gözenek yapılarını %1 önem düzeyinde etkilemediği belirlenmiş, özellikle GO ve daha sonra HO'nun artan kullanılma düzeyine bağlı olarak ekmeklerin gözenek değerlerine ait puanları önemli düzeyde gerilemiş ve 6.40 puan'dan 4.60 puan düzeyine kadar gerileme göstermiştir. Çalışmada üretilen tüm ekmek örnekleri içerisinde, en kötü gözenek yapısına sahip olan ekmeklerin bu 3 katkı maddesinin hamur formülünde bir arada kullanılmasıyla üretilen bazı ekmeklerde elde edildiği ve bu formüllerin de bileşiminde sabit düzeyde 45 mg GO içerdikleri saptanmıştır.

Denemede kullanılan hamur formülüne değişik düzeylerde yalnız başlarına ve kombinasyonlar halinde katılan GO, HO ve SA'nın ekmeklerin gözenek değerlerini sınırlı ölçüde etkiledikleri, müstakil kullanımlarda GO'nun 45 mg düzeyinde kullanılmasının ekmeklerin gözenek yapılarını geriletmediği, HO'nun 30 mg düzeyinde kullanılmasının ise ekmeklerin gözenek yapılarını iyileştirdiği belirlenmiştir. İkili kombinasyonlarda "GO + HO" formüllerinde GO'nun 15 mg düzeyinde kullanıldığı tüm HO düzeylerinde ve 30 mg GO + 30 mg HO formülünde; "HO + SA" kombinasyonlarında ise HO'nun 30 ve 45 mg düzeyinde kullanıldığı tüm SA düzeylerinde ekmeklerin gözenek yapılarının kontrol örneğine göre iyileştiği, "GO + SA" formüllerinde GO'nun 45 mg olarak sabit, SA'nın ise 150 ve 225 mg

kullanıldığı ekmeklerde ve “GO + HO” nun 45'er mg düzeyinde kullanıldığı formüllerde ekmeklerin gözenek yapılarının kontrol örneğine göre gerilediği, “GO + HO + SA” kombinasyonlarında ise 15 mg GO + 15 mg HO, 15 mg GO + 30 mg HO ve 30 mg GO + 15 mg HO düzeyleri dışında kalan diğer tüm formüllerde ekmeklerin gözenek yapıları gerileme göstermiş, bu gerileme üzerinde GO ve HO'nun etkisinin SA'ya göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yukarıda belirtilen formüller haricinde kalan diğer hamur formülleri ile hazırlanan ekmeklerde ise gözenek yapısı bakımından kontrol örneğine göre önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0.01$).

4.5.3. Yükseklik, Taban Çapı ve Yükseklik/Taban Çapı Değerleri

Glikoz oksidaz, heksoz oksidaz ve sitrik asidin ekmek örneklerinin yükseklik ve taban çapı değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.12.'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi, GO ve/ya da HO ve/ya da SA'nın ekmeklerin yükseklik ve taban çapı değerleri üzerine etkilerinin önemli olduğu ($p<0.01$) saptanmıştır. Çizelge 4.12.'nin incelenmesiyle, ekmeklerin yükseklik değerlerinin 55.87 (“45 mg GO + 225 mg SA”) ile 64.73 mm (“15 mg GO + 15 mg HO” ve “15 mg GO + 30 mg HO”), taban çapı değerlerinin ise 95.2 (“45 mg GO + 45 mg HO”) ile 101.3 mm (“45 mg GO + 75 mg SA”) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Ekmek formülünde yalnız başına 15 ve 30 mg düzeyinde glikoz oksidaz kullanılması kontrol örneğine göre ekmeklerin yükseklik değerlerinin (sırasıyla; 62.7 ve 63.77 mm) yaklaşık %3-5 oranlarında artmasını sağlamıştır. HO kullanılması ekmeklerin yükseklik değerlerinde bir miktar artışa (%1-4) yol açmıştır. Buna karşılık yalnız başına SA kullanılması kullanılma düzeyine bağlı olmaksızın ekmek örneklerinin yükseklik değerlerinde bir miktar gerilemeye (%3.5-4.0) yol açmıştır. GO'nun ve HO'nun yalnız başına 30 mg düzeylerinde kullanılması ekmeklerin yükseklik değerlerinde söz konusu enzimlerin diğer kullanılma düzeylerine göre belirgin bir artış sağlamıştır.

Çizelge 4.12. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Ekmeklerin Yükseklik ve Taban Çapı Değerleri Üzerine Etkileri

Glikoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Heksoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Sitrik Asit Düzeyleri (mg/kg)			
		0	75	150	225
Yükseklik Değerleri (mm)					
0	0	60.93 ^{mnopqr (1)}	58.77 ^{vw}	58.46 ^{wx}	58.47 ^{wx}
15	0	62.70 ^{efg}	62.37 ^{fgh1}	62.73 ^{efg}	61.40 ^{jklmno}
30	0	63.77 ^{bc}	61.17 ^{klmnopq}	61.57 ^{jklmn}	61.87 ^{hij}
45	0	60.57 ^{qrs}	57.53 ^{yz}	56.63 ^{a,b}	55.87 ^c
0	15	61.63 ^{jkl}	60.97 ^{lmnopqr}	60.90 ^{nopqr}	60.73 ^{opqr}
0	30	63.33 ^{cde}	62.73 ^{efg}	62.53 ^{fg}	62.97 ^{defg}
0	45	62.53 ^{fg}	61.60 ^{jklm}	61.27 ^{jklmnop}	61.07 ^{lmnopq}
15	15	64.73 ^a	63.60 ^{bcd}	63.07 ^{def}	62.33 ^{ghi}
15	30	64.73 ^a	62.77 ^{efg}	62.60 ^{fg}	62.50 ^{fgh}
15	45	64.03 ^b	59.76 ^{tuv}	59.52 ^{uv}	59.50 ^{uv}
30	15	62.67 ^{efg}	59.40 ^{uv}	60.30 ^{rst}	60.03 ^{stu}
30	30	63.78 ^{bc}	59.76 ^{tuv}	59.87 ^{tu}	58.67 ^{vw}
30	45	61.83 ^{ijk}	58.47 ^{wx}	58.67 ^{vw}	57.93 ^{xy}
45	15	60.70 ^{pqr}	59.80 ^{tuv}	59.70 ^{tuv}	59.13 ^{vw}
45	30	60.63 ^{pqrs}	59.67 ^{tuv}	59.57 ^{uv}	59.80 ^{tuv}
45	45	60.33 ^{rst}	56.40 ^{b,c}	57.30 ^z	57.03 ^{za}
Taban Çapı Değerleri (mm)					
0	0	97.75 ^{qrstuvw}	99.50 ^{cdefg}	99.73 ^{bcde}	100.17 ^b
15	0	97.27 ^w	98.57 ^{jklmno}	98.45 ^{lmnop}	98.95 ^{ghijklm}
30	0	97.30 ^{vw}	98.17 ^{nopqrst}	97.25 ^w	97.68 ^{rstuvw}
45	0	95.27 ^y	101.30 ^a	99.07 ^{fghijkl}	98.18 ^{nopqrst}
0	15	97.77 ^{qrstuvw}	98.70 ^{ijklmn}	98.35 ^{mnopq}	99.65 ^{bcdef}
0	30	98.77 ^{hijklmn}	99.58 ^{bcdefg}	99.20 ^{defghij}	99.37 ^{cdefgh}
0	45	98.17 ^{nopqrst}	99.63 ^{bcdef}	99.43 ^{cdefg}	99.60 ^{bcdef}
15	15	99.82 ^{bcd}	98.73 ^{ijklmn}	99.25 ^{defgi}	98.73 ^{hijklmn}
15	30	99.98 ^{bc}	98.28 ^{nopqr}	98.20 ^{nopqrst}	98.50 ^{klmnop}
15	45	98.37 ^{mnopq}	98.23 ^{nopqrs}	97.57 ^{tuvw}	97.40 ^{uvw}
30	15	97.93 ^{opqrstuv}	99.20 ^{defghij}	98.37 ^{mnopq}	99.10 ^{efghijk}
30	30	97.88 ^{pqrstuvw}	98.00 ^{opqrstu}	97.67 ^{rstuvw}	97.30 ^{vw}
30	45	98.77 ^{hijklmn}	97.60 ^{stuvw}	97.50 ^{uvw}	97.87 ^{pqrstuvw}
45	15	97.77 ^{qrstuvw}	96.60 ^x	96.20 ^x	96.37 ^x
45	30	98.25 ^{nopqrs}	96.13 ^x	96.30 ^x	96.23 ^x
45	45	95.20 ^y	96.27 ^x	96.13 ^x	96.27 ^x

⁽¹⁾ Çizelgede aynı özellik için aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

“GO + HO” kombinasyonlarında GO’nun 15 ve 30 mg düzeyinde kullanıldığı tüm HO düzeylerinde ekmeklerin yükseklikleri artış göstermiş, GO’nun 45 mg düzeyinde kullanılması durumunda ise kontrol örneği ile benzer değerler elde edilmiştir. GO ve HO enzimlerine ayrı ayrı olmak üzere SA ilavesi yapıldığında ekmeklerin yükseklik değerlerinde yine azalma olduğu gözlenmiştir. Özellikle bu azalmanın 45 mg GO formülüne ilave edilen SA düzeylerinde daha belirgin olduğu ve gerek kontrol gerekse de sadece 45 mg GO katılan hamur formülüne göre ekmeklerin yüksekliğinde ½ cm’ye varan uzunluklarda azalma yaptığı belirlenmiştir. Bu etkilerin doğal bir sonucu olarak 3 katkı maddesinin birlikte kullanıldığı formüller ile hazırlanan ekmeklerde yükseklik değerleri - SA kullanılmasından kaynaklanan - bir miktar gerileme göstermiştir. SA’nın yalnız başına kullanılması durumunda ortaya çıkan tablo gibi kombinasyon formüllerinde (aynı hamur formülünde) de farklı düzeylerde SA kullanılmasının ekmeklerin yükseklik değerleri üzerinde belirgin ve anlamlı bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Glikoz oksidazın yalnız başına 15 ve 30 mg düzeyinde kullanılması kontrol örneğine göre ekmeklerin taban çaplarını etkilememiş, 45 mg düzeyinde kullanılması durumunda ise ekmeklerin taban çaplarında bir miktar azalma (%2.5) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.12). Heksoz oksidazın yalnız başına 30 mg düzeyinde kullanılması kontrole göre ekmeğin taban çapı değerini arttırmış ($p<0.01$), 15 ve 45 mg düzeyinde kullanılması ise kontrol örneğine göre önemli bir fark yaratmamıştır ($p>0.01$). SA ise artan kullanılma düzeyine bağlı olarak denemede kullanıldığı en alt limitten itibaren ekmeklerin taban çaplarını kontrol örneğine göre önemli düzeyde (%1.7 ile %2.5) arttırmıştır. “GO + HO” kombinasyonları ile hazırlanan ekmeklerde taban çapı değerlerinin “45 mg GO + 45 mg HO” formülü haricinde kalan diğer ekmeklerde sınırlı bir aralıkta değiştiği, GO’nun 15 mg düzeyinde kullanıldığı formüllerde ekmeklerin taban çaplarında bir miktar artış meydana geldiği, her 2 katkının en yüksek düzeyde kullanıldığı formül ile yapılan ekmeklerin taban çapı değerinde ise belirgin bir gerileme olduğu belirlenmiştir. Gerek GO’nun gerekse HO’nun SA ile yaptıkları 2’li kombinasyonlarda ekmeklerin taban çaplarını kontrol örneğine göre sınırlı ölçüde de olsa arttırdıkları, GO’nun 45 mg düzeyinde

kullanıldığı 3'lü kombinasyonlarda ise ekmeklerin taban çaplarında bir miktar gerileme olduğu kaydedilmiştir.

Bu konuda elde edilen bulguların birlikte incelenmesiyle, GO ve HO'nun ekmeklerin taban çaplarına göre yükseklik değerleri üzerinde daha etkili oldukları, SA'nın ise bunun tam tersi bir durum göstererek ekmeklerin taban çaplarını arttırdığı belirlenmiştir. Her bir katkı maddesinin yalnız başına kullanılması durumunda ekmeklerin yükseklik ya da taban çapı üzerinde baskın olan etkisinin kombinasyon formüllerine de yansıdığı kanısına varılmıştır.

Glikoz oksidaz, heksoz oksidaz ve sitrik asidin ekmek örneklerinin yükseklik/tabana çapı değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.13.'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle, ekmeklerin yükseklik/tabana çapı değerlerinin 0.568 ("45 mg GO + 75 mg SA") ile 0.655 (30 mg GO) arasında değiştiği belirlenmiştir. Kontrol örneğine göre yalnız başına GO kullanılması her 3 kullanılma düzeyinde de yükseklik/tabana çapı değerlerini arttırmıştır. Yalnız başına 30 ve 45 mg HO kullanılması yükseklik/tabana çapı değerini arttırmış, 15 mg HO kullanılması ise önemli bir farklılığa yol açmamıştır. Buna karşılık yalnız başına SA kullanılması, kullanılma düzeyine bağlı olmaksızın, ekmek örneklerinin yükseklik/tabana çapı değerlerinde önemli miktarda azalmaya yol açmıştır. Bunda SA ile üretilen ekmeklerin yüksekliklerinin düşük, buna karşılık tabana çapı değerlerinin yüksek olması etkili olmuştur. Genel olarak GO ve HO'nun birlikte kullanıldığı ekmek formüllerinden elde edilen yükseklik/tabana çapı değerleri kontrol örneğine göre artış göstermiştir. GO + SA ve HO + SA kombinasyonlarında formülde SA kullanılmasına bağlı olarak yükseklik/tabana çapı değerleri düşüş göstermiştir. Bu düşüş GO'nun 45 mg kullanıldığı formüllerde daha belirgindir (0.636 olan oran değeri 0.570 düzeyine düşmüştür.). GO, HO ve SA'nın birlikte kullanıldığı formüllerde - genel olarak - her 3 katkı maddesinin kullanılma düzeyinin artmasına koşut olarak ekmeklerin yükseklik/tabana çapı değerleri azalma göstermiştir.

Çizelge 4.12. ve 4.13.'ün bir arada incelenmesiyle, elde edilen bulguların ekmeklerin hacim değerleri (Çizelge 4.10) ile genel olarak uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Ekmeklerin Oran (Yükseklik/Taban Çapı) Değerleri Üzerine Etkileri

Glikoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Heksoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Sitrik Asit Düzeyleri (mg/kg) ve Yükseklik/Taban Çapı Değerleri			
		0	75	150	225
0	0	0.623 ^{ijkl(1)}	0.590 ^{yzai}	0.586 ^{zai}	0.584 ^{ai}
15	0	0.645 ^{bcd}	0.633 ^{fghi}	0.637 ^{defgh}	0.620 ^{klmn}
30	0	0.655 ^a	0.623 ^{ijkl}	0.633 ^{fghi}	0.633 ^{fghi}
45	0	0.636 ^{efgh}	0.568 ^{bi}	0.572 ^{bi}	0.570 ^{bi}
0	15	0.630 ^{hij}	0.617 ^{mnop}	0.619 ^{klmn}	0.610 ^{pqrst}
0	30	0.641 ^{cde}	0.630 ^{hij}	0.630 ^{hij}	0.634 ^{efghi}
0	45	0.637 ^{defgh}	0.618 ^{klmno}	0.616 ^{lmnopqr}	0.613 ^{nopqrs}
15	15	0.649 ^{abc}	0.644 ^{bcd}	0.635 ^{efgh}	0.631 ^{ghi}
15	30	0.647 ^{bc}	0.639 ^{defg}	0.638 ^{defgh}	0.635 ^{efgh}
15	45	0.651 ^{ab}	0.608 ^{rstu}	0.610 ^{pqrst}	0.611 ^{opqrs}
30	15	0.640 ^{def}	0.600 ^{vwx}	0.613 ^{nopqrs}	0.606 ^{stuv}
30	30	0.652 ^{ab}	0.610 ^{pqrst}	0.613 ^{nopqrs}	0.603 ^{tuvw}
30	45	0.627 ^{ijk}	0.600 ^{vwx}	0.602 ^{uvw}	0.592 ^{xyz}
45	15	0.621 ^{klm}	0.619 ^{klmn}	0.620 ^{klmn}	0.614 ^{mnopqrs}
45	30	0.617 ^{mnop}	0.620 ^{klmn}	0.618 ^{klmno}	0.621 ^{klm}
45	45	0.634 ^{efghi}	0.586 ^{zai}	0.596 ^{wxy}	0.592 ^{xyz}

⁽¹⁾ Çizelgede aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

4.5.4. Ekmek İçi Yumuşaklık (Penetrometre) Değerleri

Glikoz oksidaz, heksoz oksidaz ve sitrik asidin ekmeklerin fırından çıktıktan 6 ve 24 saat sonraki ekmek içi yumuşaklık değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.14.'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, GO ve/ya da HO ve/ya da SA'nın ekmeklerin 6. ve 24. saatlerdeki ekmek içi yumuşaklık değerleri üzerine etkilerinin önemli olduğu ($p < 0.01$) saptanmıştır. Değişik düzeylerde katılan GO, HO ve SA'nın ekmek içi yumuşaklığı üzerindeki etkileri, hacim değerleri üzerindeki etkilerine paralel olmuştur.

Çizelge 4.14. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Ekmeklerin Penetrometre Değerleri Üzerine Etkileri

Glikoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Heksoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Sitrik Asit Düzeyleri (mg/kg) ve Penetrometre Değerleri (1/10 mm)			
		0	75	150	225
6. Saat Ölçümleri					
0	0	101 ^{ghijklm (1)}	92 ^q	91 ^q	92 ^q
15	0	100 ^{ijklm}	101 ^{ghijklm}	99 ^{jklmn}	100 ^{ijklm}
30	0	108 ^e	99 ^{jklmn}	99 ^{jklmn}	98 ^{klmno}
45	0	83 ^{vwxyz}	101 ^{ghijklm}	96 ^{op}	86 ^{stu}
0	15	98 ^{klmno}	102 ^{ghijk}	100 ^{ijklm}	105 ^{fg}
0	30	121 ^d	132 ^b	122 ^d	126 ^c
0	45	107 ^{ef}	128 ^c	120 ^d	120 ^d
15	15	136 ^a	102 ^{ghijk}	101 ^{ghijklm}	101 ^{ghijklm}
15	30	136 ^a	100 ^{ijklm}	99 ^{jklmn}	97 ^{nop}
15	45	127 ^c	84 ^{uvw}	87 ^{rst}	84 ^{uvw}
30	15	103 ^{ghi}	98 ^{klmno}	98 ^{klmno}	95 ^p
30	30	120 ^d	86 ^{stu}	89 ^{qrs}	82 ^{wx}
30	45	104 ^{gh}	81 ^{wxy}	80 ^{xyz}	77 ^{za,b₁}
45	15	90 ^{qr}	79 ^{ya₁}	77 ^{za₁}	78 ^{ya₁}
45	30	89 ^{qrs}	79 ^{ya₁}	77 ^{za₁}	75 ^{b₁}
45	45	78 ^{ya₁}	70 ^{c₁}	72 ^{c₁}	75 ^{b₁}
24. Saat Ölçümleri					
0	0	68 ^{ijklm}	65 ^{mno}	66 ^{lmno}	65 ^{mno}
15	0	66 ^{lmno}	71 ^{ghi}	70 ^{hij}	66 ^{lmno}
30	0	72 ^{fgh}	67 ^{jklmn}	67 ^{jklmn}	67 ^{jklmn}
45	0	56 ^{tuv}	68 ^{ijklm}	66 ^{lmno}	57 ^{stu}
0	15	69 ^{hijkl}	65 ^{mno}	63 ^{opq}	66 ^{lmno}
0	30	84 ^{cde}	94 ^a	84 ^{cd}	85 ^{cd}
0	45	75 ^f	87 ^c	81 ^e	84 ^{cde}
15	15	91 ^{ab}	70 ^{hij}	62 ^{pqr}	67 ^{jklmn}
15	30	91 ^{ab}	65 ^{mno}	65 ^{mno}	63 ^{opq}
15	45	85 ^{cd}	55 ^{uvw}	53 ^{vwxyz}	53 ^{vwxyz}
30	15	74 ^{fg}	64 ^{nop}	65 ^{mno}	60 ^{qrs}
30	30	82 ^e	60 ^{qrs}	59 ^{rst}	52 ^{wxy}
30	45	72 ^{fgh}	57 ^{stu}	52 ^{wxy}	52 ^{wxy}
45	15	67 ^{jklmn}	55 ^{uvw}	50 ^{yz}	52 ^{wxy}
45	30	65 ^{mno}	52 ^{wxy}	50 ^{yz}	46 ^{a₁}
45	45	56 ^{tuv}	47 ^{za₁}	42 ^{b₁}	45 ^{a₁b₁}

⁽¹⁾ Çizelgede aynı saatte yapılan ölçümlerde aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

Çizelge 4.14.'ün incelenmesiyle, ekmeklerin 6. saat penetrometre değerlerinin, biri diğerinin yaklaşık 2 katı olan 2 değer arasında, 70 ("45 mg GO + 45 mg HO + 75 mg SA") ile 136 mm⁻¹ ("15 mg GO + 15 mg HO" ve "15 mg GO + 30 mg HO"), 24. saat penetrometre değerlerinin ise 42 ("45 mg GO + 45 mg HO + 150 mg SA") ile 94 mm⁻¹ ("30 mg HO + 75 mg SA") arasında değiştiği belirlenmiştir.

Ekmeklerin henüz taze olarak fırın çıkışından 6 saat sonra ölçülen penetrometre değerlerinin incelenmesiyle, GO'nun yalnız başına 30 mg/kg düzeyinde kullanılması kontrol örneğine göre ekmeklerin penetrometre değerlerinde bir miktar iyileşme sağlamış (p<0.01), 45 mg/kg düzeyinde kullanılması ise ekmek içi yumuşaklık değerleri üzerinde belirgin bir gerilemeye yol açmıştır. HO'nun yalnız başına 30 ve 45 mg/kg düzeylerinde kullanılması ekmeklerin iç yumuşaklık değerlerini arttırmış, bu artış da 30 mg/kg düzeyinin daha etkili olduğu belirlenmiştir. Değişik düzeylerde SA kullanılması kontrol örneğine göre ekmeklerin penetrometre değerleri üzerinde bir miktar gerilemeye (p<0.01) yol açmıştır. Bu gerilemede denemede kullanılan değişik SA düzeyleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (p>0.01).

GO ve HO'nun birlikte kullanılmasıyla yapılan ekmeklerin penetrometre değerlerinin incelenmesiyle; elde edilen en yüksek penetrometre değerlerinin (136 mm⁻¹), katkıların aynı miktarlarda (15 mg GO; 15 mg HO ve 30 mg HO) yalnız başlarına kullanılmasıyla sağladıkları penetrometre değerlerine (100, 98 ve 121 mm⁻¹) göre daha yüksek, ancak bu kombinasyonların sağladıkları artışın (35 mm⁻¹) aynı katkıların her birinin yalnız başlarına penetrometre değerinde sağladıkları artışların (-1, -3 ve 20 mm⁻¹) toplamalarının (16 mm⁻¹) yaklaşık 2.2 katı kadar daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu durum, söz konusu 2 enzim preparatının yalnız başlarına kullanılmalarına göre, uygun düzeyde olmak koşuluyla, birlikte kullanılmalarının daha etkili olduğunu ve ekmek niteliklerini daha iyi geliştirdiklerini göstermektedir. GO ve HO'nun birlikte kombine edildiği formüllerde, GO'nun 45 mg/kg düzeyinde kullanıldığı ekmeklerde, yumuşaklık değerleri kullanılan HO konsantrasyonundan etkilenmeksizin azalmıştır.

"HO + SA", "GO + SA" ve "GO + HO + SA" kombinasyonları ile üretilen ekmeklerin ekmek içi yumuşaklık değerlerinin bu katkı kombinasyonları ile üretilen

ekmeklerin hacim ve gözenek değerleri ile genel bir uyum içerisinde olduğu ve söz konusu katkıların denemedeki yüksek kullanılma düzeyleriyle oluşturulan kombinasyonların bu katkı maddelerinin bulunmadığı kontrol örneğine göre penetrometre değerlerinde gerilemeye ($p<0.01$) neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, “HO + SA” kombinasyonu ile üretilen ekmeklerin “GO + SA” kombinasyonu ile üretilen ekmeklere göre ekmek içi yumuşaklık değerlerini daha fazla arttırdıkları tespit edilmiştir.

24. saatte ölçülen penetrometre değerlerinin, genel olarak, 6. saatte ölçülen penetrometre değerleri ile uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Beklenebileceği üzere, ekmeklerin bekletme ile iç yumuşaklık değerlerinin belirgin bir biçimde azaldığı ve bayatladıkları saptanmıştır.

4.5.5. Nem İçeriği

Denemelerde üretilen ve değişik düzeylerde glikoz oksidaz, heksoz oksidaz ve sitrik asit içeren ekmek örneklerine ait 6. ve 24. saatlerdeki ortalama nem içerikleri Çizelge 4.15.'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesiyle, ekmeklerin 6. saatteki nem içeriklerinin %37.01 (225 mg SA) ile %38.1 (45 mg HO), 24. saatteki nem içeriklerinin ise %35.81 (225 mg SA) ile %37.14 (“45 mg HO + 75 mg SA”) gibi dar bir aralık içerisinde değiştiği belirlenmiştir.

GO'nun yalnız başına 30 ve 45 mg/kg düzeyinde kullanılması kontrol örneğine göre ekmeklerin nem içeriklerinde bir miktar (yaklaşık %0.2) artışa yol açmıştır. HO'nun yalnız başına her 3 kullanılma düzeyinde de ekmeklerin nem içeriklerini önemli düzeyde arttırdığı ($p<0.01$) ve bu artışın miktar olarak yaklaşık %1 düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Genel olarak HO, ekmeklerin nem içeriklerinin kontrol (katkısız) ekmeklerine nazaran daha fazla artmasına yol açmıştır. Ancak her iki enzim çeşidinde de uygulanan farklı enzim düzeylerinin ekmeklerin nem içerikleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Yalnız başına SA kullanılması, kullanılma düzeyine bağlı olmaksızın, ekmeklerin nem içeriklerini etkilememiştir ($p>0.01$).

Çizelge 4.15. Değişik Düzeylerde Glikoz Oksidaz, Heksoz Oksidaz, Sitrik Asit ve Bunların Kombinasyonlarının Kullanılmasının Ekmeklerin Nem İçerikleri Üzerine Etkileri

Glikoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Heksoz Oksidaz Düzeyleri (mg/kg)	Sitrik Asit Düzeyleri (mg/kg) ve Nem İçerikleri (%)			
		0	75	150	225
6. Saat Ölçümleri					
0	0	37.02 ^{za₁(1)}	37.02 ^{za₁}	37.11 ^{wxyza₁}	37.01 ^{a₁}
15	0	37.21 ^{vwxyza₁}	37.27 ^{qrstuvw}	37.23 ^{rstuvwxy}	37.10 ^{xyza₁}
30	0	37.28 ^{qrstuvw}	37.32 ^{pqrstuvw}	37.23 ^{rstuvwxy}	37.23 ^{rstuvwxy}
45	0	37.24 ^{qrstuvw}	37.21 ^{vwxyza₁}	37.30 ^{pqrstuvw}	37.21 ^{uvwxyza₁}
0	15	37.93 ^{abc}	37.90 ^{abcd}	37.98 ^{ab}	37.92 ^{abcd}
0	30	37.92 ^{abcd}	37.88 ^{abcdef}	37.91 ^{abcde}	38.04 ^a
0	45	38.10 ^a	38.01 ^a	37.96 ^{ab}	37.91 ^{abcde}
15	15	37.46 ^{klmnop}	37.12 ^{wxyza₁}	37.33 ^{nopqrstuv}	37.10 ^{xyza₁}
15	30	37.63 ^{ghijkl}	37.31 ^{pqrstuvw}	37.34 ^{nopqrstuv}	37.22 ^{stuvwxyz}
15	45	37.58 ^{ghijkl}	37.42 ^{lmnopqrstu}	37.56 ^{ghijkl}	37.42 ^{lmnopqrstu}
30	15	37.40 ^{lmnopqrstu}	37.11 ^{wxyza₁}	37.02 ^{za₁}	37.21 ^{vwxyza₁}
30	30	37.43 ^{lmnopqr}	37.40 ^{lmnopqrstu}	37.54 ^{hijklmn}	37.41 ^{lmnopqrstu}
30	45	37.57 ^{ghijkl}	37.33 ^{nopqrstuv}	37.53 ^{ijklmno}	37.47 ^{klmnop}
45	15	37.53 ^{ghijkl}	37.31 ^{pqrstuvw}	37.22 ^{stuvwxyz}	37.24 ^{rstuvw}
45	30	37.73 ^{defgh}	37.28 ^{pqrstuvw}	37.31 ^{pqrstuvw}	37.43 ^{lmnopqr}
45	45	37.71 ^{fghij}	37.44 ^{lmnopqr}	37.43 ^{lmnopqr}	37.31 ^{pqrstuvw}
24. Saat Ölçümleri					
0	0	35.89 ^{wx}	36.04 ^{uvw}	36.01 ^{uvw}	35.81 ^x
15	0	36.09 ^{rstuvw}	36.33 ^{ijklmnopqr}	36.32 ^{ijklmnopqr}	36.13 ^{pqrstuvw}
30	0	36.22 ^{lmnopqrstuv}	36.31 ^{ijklmnopqrst}	36.12 ^{qrstuvw}	36.17 ^{nopqrstuv}
45	0	36.18 ^{mnopqrstuv}	36.06 ^{stuvw}	36.29 ^{ijklmnopqrst}	36.21 ^{lmnopqrstuv}
0	15	36.75 ^{bcde}	36.55 ^{efghi}	36.49 ^{fghijkl}	36.42 ^{hijklmn}
0	30	36.89 ^{bc}	36.81 ^{bcd}	36.84 ^{bcd}	36.81 ^{bcd}
0	45	36.98 ^{ab}	37.14 ^a	36.43 ^{ghijklmn}	36.51 ^{efghij}
15	15	36.44 ^{ghijklm}	36.43 ^{ghijklmn}	36.40 ^{hijklmnop}	36.30 ^{ijklmnopqrst}
15	30	36.50 ^{efghijk}	36.33 ^{ijklmnopqr}	36.44 ^{ghijklm}	36.31 ^{ijklmnopqrst}
15	45	36.72 ^{cdef}	36.51 ^{efghijk}	36.63 ^{defgh}	36.41 ^{hijklmno}
30	15	36.37 ^{hijklmnopq}	36.05 ^{tuvw}	35.97 ^{vw}	36.15 ^{opqrstuvw}
30	30	36.47 ^{fghijkl}	36.35 ^{ijklmnopqr}	36.44 ^{ghijklm}	36.41 ^{hijklmno}
30	45	36.73 ^{cde}	36.23 ^{klmnopqrstuv}	36.54 ^{efghi}	36.29 ^{ijklmnopqrst}
45	15	36.47 ^{fghijkl}	36.13 ^{pqrstuvw}	36.26 ^{ijklmnopqrst}	36.12 ^{qrstuvw}
45	30	36.72 ^{cdef}	36.13 ^{pqrstuvw}	36.14 ^{pqrstuvw}	36.29 ^{ijklmnopqrst}
45	45	36.69 ^{defgh}	36.22 ^{lmnopqrstuv}	36.43 ^{ghijklmn}	36.32 ^{ijklmnopqrst}

(1) Çizelgede aynı saatte yapılan ölçümlerde aynı harfle gösterilen değerler arasındaki farklar 0.01 güven sınırına göre önemsizdir.

GO ve HO'nun birlikte kullanılması durumunda bu 2 enzim preparatının birlikte kullanılma düzeylerine bağlı olmaksızın ekmek örneklerinin nem içeriklerinde bir miktar artış olmuş ve bu artış istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ancak söz konusu enzim preparatlarının kendi içerisinde oluşturdukları kombinasyonlar arasında ekmeklerin nem içeriklerine etki bakımından bir fark saptanmamıştır. "HO + SA" ve "GO + SA" kombinasyonlarında elde edilen bulgular, sırasıyla yalnız başına HO ve GO kullanılmasıyla elde edilen bulgularla benzer yönde olmuş ve değişik düzeylerde SA ilavesinin bu kombinasyonlar ile üretilen ekmeklerin nem içeriklerinde önemli bir değişikliğe yol açmadığı belirlenmiştir. "GO + HO + SA" kombinasyonu ile üretilen ekmeklerin nem içerikleri, bu katkı maddelerinin tek başlarına ve 2'li kombinasyonlar halinde kullanılmalarıyla elde edilen bulgular ile uyumlu sonuçlar vermiştir.

Ekmeklerin nem içeriklerine ait 24. saat değerlerinin, ekmek içi yumuşaklık değerlerinde olduğu gibi genel olarak, 6. saatte belirlenen nem değerleri ile uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Beklenebileceği üzere, ekmeklerin bekletme ile nem içeriklerinde azalma meydana geldiği ve bu azalmanın yaklaşık %1 düzeyinde olduğu saptanmıştır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Denemelerde elde edilen bulguların birlikte incelenmesi, irdelenmesi ve daha önce konuya ilişkin yapılan çalışmaların bulgularıyla birlikte değerlendirilmesiyle; aşağıdaki düşünce, görüş ve sonuçlara varılmıştır :

Sabit katkı kombinasyonu (DATEM, şeker, L-askorbik asit ve transglutaminaz) kullanılması ile ekmek özelliklerinde belirgin iyileşmeler sağlandığı saptanmıştır. Söz konusu katkıların ekmek özellikleri üzerindeki bu etkileri muhtelif araştırmacılar (Pylar, 1988; Özer, 1992; Özer ve Altan, 1995; Basman ve ark., 2002; Bonet ve ark., 2005; Gül, 2007) tarafından da daha önce belirtilmiştir.

Denemede kullanılan süne zararına uğramış buğday unu ile ekmek yapımında sabit katkı kombinasyonunun yanısıra; 15-30-45 mg/kg glikoz oksidaz (GO), 15-30-45 mg/kg heksoz oksidaz (HO), 75-150-225 mg/kg sitrik asit (SA) ya da bu katkıların ikili ve üçlü kombinasyonlarının kullanılması ile en iyi sonuçlar olarak;

- GO kullanılmasıyla (30 mg/kg), yaklaşık olarak; ekmek hacminde %2, yükseklik değerinde 3 mm, penetrometre değerinde 7 mm^{-1} düzeylerinde artış olduğu,

- HO kullanılmasıyla (30 mg/kg), yaklaşık olarak; ekmek hacminde %5, gözenek değerinde 0.7 puan, yükseklik değerinde 2.4 mm, penetrometre değerinde 20 mm^{-1} düzeylerinde iyileşme sağlanabildiği,

- SA kullanılmasıyla, kontrol ekmeğine göre ekmeklerin niteliklerinde önemli bir iyileşmenin olmadığı ancak hamurun işlenebilme özelliklerinin geliştiği,

- GO + HO (15 mg/kg GO + 30 mg/kg HO veya 15 mg/kg GO + 15 mg/kg HO) kombinasyonu ile, yaklaşık olarak; ekmek hacminde %10, gözenek değerinde 1.1 puan, yükseklik değerinde 3.8 mm, penetrometre değerinde 35 mm^{-1} düzeylerinde artış sağlanabildiği,

- GO + SA'nın (15 mg/kg GO + 75 mg/kg SA veya 15 mg/kg GO + 150 mg/kg SA) birlikte kullanılması ile, ekmek hacminde %3, gözenek değerinde

0.4 puan, yükseklik değerinde 1.8 mm artış sağlandığı, buna karşılık penetrometre değerinde önemli bir değişikliğin meydana gelmediği,

- HO + SA'nın (30 mg/kg HO + 75 mg/kg SA) birlikte kullanılması ile, ekmek hacminde %8, gözenek değerinde 0.7 puan, yükseklik değerinde 2 mm ve penetrometre değerinde 31 mm⁻¹ düzeylerinde artış olduğu,

- GO + HO + SA'nın (15 mg/kg GO + 15 mg/kg HO + 75-150 mg/kg SA) birlikte kullanılması ile, ekmek hacminde %4, gözenek değerinde 0.1 puan, yükseklik değerinde 2.7 mm artış sağlandığı, buna karşılık penetrometre değerinde bir iyileşmenin kaydedilemediği belirlenmiştir.

- Ekmek yapımında sabit katkıları ile birlikte uygun miktarlarda GO, HO ve SA kullanılmasıyla, yaklaşık olarak; ekmek hacminin %25, ekmek yüksekliğinin 1.5 cm, ekmek içi yumuşaklığının %106 arttırılabileceği, gözenek değerinin ise 4 puandan 7.53 puana yükseltilebileceği belirlenmiştir.

Dolaylı bir oksidan olan glikoz oksidaz ile substrat seçiciliği nisbeten az olan heksoz oksidaz ve L-askorbik asit, potasyum bromat gibi kimyasal oksitleyicilerin hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkilerine yönelik olarak çok sayıda araştırmacı tarafından son yıllarda yapılan çalışmalarda (Poulsen ve Hostrup, 1998; Vemulapalli ve ark., 1998; Wikström ve Eliasson, 1998; Miller ve Hosney, 1999; Ayas, 2003; Caballero ve ark., 2005b; Gül, 2007) elde edilen bulgular da genellikle aynı yöndedir. Ancak, çalışmalarda kullanılan unların nitelikleri, kullanılan katkı kombinasyonları ve/ya da kullanılan oksidan maddelerin miktarlarına bağlı olarak ekmek niteliklerinde meydana gelen değişme ve iyileşme dereceleri arasında farklılıklar bulunduğu görülmektedir.

Sonuç olarak çalışmadan elde edilen bulgular şöyle özetlenebilir :

Denemede kullanılan unun niteliklerine benzer bir un ile ve denemede kullanılan katkı formülleriyle ekmek üretilmesi durumunda;

- HO'nun GO'ya göre daha etkili bir oksidatif enzim olduğu ve hamurda HO kullanılma toleransının GO kullanılma toleransına göre daha yüksek olduğu,

- HO'nun ve GO'nun ekmek özellikleri üzerindeki optimal etki düzeylerinin, genellikle 30 mg/kg olarak kullanıldığı konsantrasyonlar olduğu,

- Söz konusu enzimlerin uygun kullanılma düzeyine çok dikkat edilmesi gerektiği, aksi takdirde aşırı oksidasyondan dolayı ekmek niteliklerinde önemli düzeyde gerileme meydana getirebilecekleri,

- Enzimlerin birlikte kullanılması durumunda her iki enzimin de yüksek düzeyde kullanılmaması, özellikle GO kullanılma düzeyine dikkat edilmesi ve aşırı GO kullanılmasından (>15 mg/kg) kaçınılmasına özen gösterilmesi gerektiği,

- Her iki katkıının, birlikte kullanıldığındaki optimal etki düzeyinin, genellikle 15 mg/kg GO + 30 mg/kg HO ve 15 mg/kg GO + 15 mg/kg HO olduğu; olumsuz etki düzeyinin ise genellikle 45 mg/kg GO + 15 mg/kg HO düzeyinden itibaren/sonra görüldüğü,

- SA'nın yalnız başına ve diğer katkılarla birlikte kullanılmasıyla üretilen ekmeklerde ise bu katkı maddesinin, deneme koşullarında, ekmek niteliklerine belirgin bir etki yapmadığı, bununla birlikte HO + SA kombinasyonlarının GO + SA kombinasyonlarına göre daha iyi sonuçlar verdiği,

- Denemede kullanılan farklı SA konsantrasyonlarının ekmeklerin ölçülen niteliklerinde önemli bir değişikliğe yol açmamasının nedeninin, kullanılan buğday materyalinin süne emgili tane oranının düşük olmasından kaynaklanabileceği ve yanısıra ekmek formüllerinde sabit katkı maddesi olarak kullanılan DATEM'in bileşiminde bulunan asetik ve tartarik asitlerin etkilerinden dolayı SA'nın ekmeklerin niteliklerinde beklenen iyileştirici etkisinin ortaya çıkmadığı, başka bir deyişle DATEM'in bünyesinde yer alan asetik ve tartarik asitin SA'nın olası etkisini gizlediği/azalttığı,

saptamalarının göz önüne alınmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- AACC, 2000. Metod 02-52, Metod 08-01, Metod 32-10, Metod 38-10, Metod 38-12, Metod 44-19, Metod 46-09, Metod 54-10, Metod 54-21, Metod 56-60, Metod 56-81B, Metod 76-13. The Association: St. Paul, MN, U.S.A.
- AJA, S., PEREZ, G., and ROSELL, C. M., 2004. Wheat Damage by *Aelia spp.* and *Erygaster spp.*: Effects on Gluten and Water-Soluble Compounds Released by Gluten Hydrolysis. Journal of Cereal Science, 39(2004):187-193.
- ALFIN, F., SATOUF, M., ÜNAL, S. S. ve ÇAKMAKLI, Ü., 1999. Süne Zararı Görmüş Buğday Unlarından Bazı Katkı Maddeleri Kullanarak Ekmek Üretimi. Un Mamülleri Dünyası, 8(2):59-64.
- ALTAN, A., 1986. Tahıl İşleme Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 107 sayfa.
- ANONYMOUS, 1983. Counteracting Suni Bug Damage to Wheat Flour Baking Quality. ICARDA Highlights 82. ICARDA, Aleppo.
- ANONYMOUS, 1992. Un. Gıda İşveren Dergisi, 24(255):16.
- ANONYMOUS, 1998. T. C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Bitki Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Süne-Kıvılcık Mücadelesi Raporu.
- ANONYMOUS, 1999. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Buğday Unu Tebliği. Resmi Gazete, 17 Şubat 1999 tarih, 23614 sayı. Ankara.
- ANONYMOUS, 2005. Hububatta Görülen Önemli Hastalık ve Zararlılar. T. C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. 25 sayfa. Ankara.
- ANONYMOUS, 2007. www.fao.org
- ARAT, O., 1949. Buğday Teknolojisi. Tarım Bakanlığı Neşriyatı, İstanbul, 227 sayfa.
- ATLI, A., KÖKSEL, H. ve DAĞ, A., 1988a. Süne Zararının Ekmeklik Buğday Kalitesine Etkisi ve Belirlenmesi. I. Uluslararası Süne Sempozyumu. 13-17 Haziran 1988. Tekirdağ sayfa 1-19.
- ATLI, A., KOÇAK, N., KÖKSEL, H., OZAN, A. N., Aktan, B., Karababa, E. Dağ, A., Tuncer, T., Dikmen, B. ve Özkan, Ş., 1988b. Süne

- (*Eurygaster Spp.*) ve Kıvılcık (*Aelia Spp.*) Zararı Görmüş Tanelerin Ekmeklik Buğday Kalitesine Etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Genel Yayın No:1988/2, Tarm Matbaası Ankara. 23 sayfa.
- AYAS, F., 2003. Ekmek Üretiminde Glikoz Oksidaz Kullanılmasının Etkileri. Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Adana, 61 sayfa.
- BAHAR, B., 2001. Un İşleme Ajanları. Bölüm:13. "Gıda Katkı Maddeleri" Kitabı (Editör T. ALTUĞ), Meta Basım, İzmir, 241-259 sayfa.
- BASMAN, A., KÖKSEL, H., and NG, P. K. W., 2002. Effects of Increasing Levels of Transglutaminase on the Rheological Properties and Bread Quality Characteristics of Two Wheat Flours. European Food Res Technology, 215:419-424.
- BENTLEY, R., 1955. Glucose Aerodehydrogenase p. 340-345. Method in Enzymology Volume I (COLOWICK, S:P: and KAPLAN, N.O., Ed.). Academic Press, Inc., New York, 835 pages.
- BONET, A., CABALLERO, P. A., GOMEZ, M., and ROSELL, C. M., 2005. Microbial Transglutaminase as a Tool to Restore the Functionality of Gluten from Insect-Damaged Wheat. Cereal Chemistry, 82(4):425-430.
- BONET, A., ROSELL, C. M., CABALLERO, P. A., GOMEZ, M., PEREZ-MUNUERA, I., and LLUCH, M. A., 2006. Glucose Oxidase Effect on Dough Reology and Bread Quality : A Study From Macroscopic to Molecular Level. Food Chemistry, In press.
- BOYACIOĞLU, M. H., 1998. Böcek Zararı Görmüş Buğdaylar: Problemin Tarihiçesi, Etki Alanı, Etki Mekanizması ve Zararın Tahminlenmesinde Kullanılan Yöntemler. Un Mamülleri Dünyası, 7(1):34-39, 42-47.
- CABALLERO, P. A., BONET, A., ROSELL, C. M., and GOMEZ, M., 2005a. Effect of Microbial Transglutaminase on the Rheological and Thermal Properties of Insect Damaged Wheat Flour. Journal of Cereal Science, 42(2005):93-100.
- CABALLERO, P. A., GOMEZ, M., ROSELL C. M., BLANCO, C. A., and RONDA, F., 2005b. Enzymatic Treatment to Counteract the Proteolytic Activity of Bug-Damaged Wheat Flours. Innovations in Traditional Foods

- (Proceedings Edited by Pedro Fito and Fidel Toldra), Volume I, 25-28 October 2005, Valencia/Spain, pages 265-268.
- COOK, M. W., and THYGESEN, H. V., 2003. Safety Evaluation of a Hexose Oxidase Expressed in *Hansenula Polymorpha*. Food and Chemical Toxicology, 41:532-529.
- CRITCHLEY, B. R., 1998. Literature Review of Sunn Pest *Eurygaster Integriceps* Put. (Hemiptera, Scutelleridae). Crop Protection, 17(4):271-287.
- DIRAMAN, H., 1996. Buğday ve Unlarda Süne Zararının Belirlenmesi Yöntemleri. Pasta, Ekmek, Dondurma ve Teknik, 1(2):66-70.
- DIRAMAN, H. ve DEMİRCİ, M., 1997. Süne Hasarlı Unlarda Isıl İşlemin ve Bazı Katkıların Gluten Kalitesi Üzerine Etkileri. Un Mamulleri Dünyası, 6(1):4-6, 8-11.
- DIRAMAN, H., 2004. Ekmeklik Buğdaylarda Bazı Böcek (Süne Kımlı) Enzimlerinin Oluşturduğu Zararın Mekanizması ve Biyokimyası, Akademik Gıda Dergisi, 2(12):27-32.
- DIRAMAN, H. ve ATLI, A., 2005. Buharla Tavlamanın Süne (*Eurygaster spp.*) Hasarlı Buğdayların Bazı Gluten Niteliklerinde Oluşturduğu Fiziksel Değişimler. IV GAP Tarım Kongresi, 21–23 Eylül 2005 Şanlıurfa. Kongre Kitabı. Cilt 2, sayfa 1466–1471 (Poster Bildiri). Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- DÖRTBUDAK, Y., 1974. Güney Doğu Anadolu'da *Eurygaster* Türleri Tanımları, Yayılış Alanları ve Populasyon Yoğunlukları Üzerinde Araştırmalar. T. C. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Araştırma Eserleri Serisi, Yenigün Matbaası, Ankara, 40 sayfa.
- ELGÜN, A., TÜRKER, S. ve TİRELİOĞLU, M., 1992. Süne-Kımlı Zararına Uğramış Buğdaylarda Proteolitik Aktivite Düzeyinin Tespiti ve Giderilme Çareleri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(4):27-37.
- ELGÜN, A. ve ERTUGAY Z., 1997 Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları. Yayın No:718 Erzurum, 376 sayfa.

- ELMACI, Y., 2001. Asitliği Düzenleyiciler.Bölüm 3. “Gıda Katkı Maddeleri” Kitabı (Editör T. ALTUĞ) Meta Basım,  zmir,41-53 sayfa.
- ERTUGAY, Z., ÇELİK İ., ELGÜN, A. ve ERTUGAY, M. F., 1995. Süne (*Eurygaster Spp.*) Zararı G rm Ŗ Buğday ile G rmemiŖ Buğdaya Farklı Tavlama Metodları Uygulamasının I. Öğütme Değeri ile Unun Bazı Kalitatif  zellikleri  zerine Etkisi. Un Mamulleri Dünyası, 4(2):4-10.
- FOX, P. F., and MORISSEY, P. A., 1980. Exogenous Enzymes in Food Technology s. 39-48. Industrial and Clinical Enzymology Ed. by VITALE, Lj. and SIMEON, V., 1 st Edition, Volume 61. Pergamon Press Ltd., England, 363 pages.
- FRAZIER, J. P., NORMAN, W., and JEFFERS, H., 1986. Interactions of Food Components. Elsevier Publishers. England, 436 pages.
- GREENAWAY, W. T., NEUSTADT, M. H., and ZELENY, L., 1965. Communication to the Editor : A Test for Stink Bug Damage in Wheat. Cereal Chemistry, 42(6):577-579.
- GUJRAL, H. S, and ROSELL, C. M., 2004. Improvement of the Breadmaking Quality of Rice Flour by Glucose Oxidase. Food Research International, 37:75-81.
- G L, H., 2007. Mısır ve Buğday Kepeđinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri  zerindeki Etkilerinin  ncelenmesi.  ukurova Üniversitesi Doktora Tezi, Adana, 237 sayfa.
- HAARASILTA, S., PULLINEN, T., V IS NEN, S. and TAMMERSALO-KARSTEN, I., 1989. A metod of Improving the Properties of Dough and the Quality of Bread. European Patent, No: 0 338 452 B1.
- HAARASILTA, S., and PULLINEN, T., 1992. Novel Enzyme Combinations. A New Tool to Improve Baking Results. Agro-Food Industry, Hi-Tech, 3(3):12-13.
- HAMER, R. J., 1995. Enzymes in the Baking Industry s. 190-222. Enzymes in Food Processing Ed. By TUCKER, G.A. and WOODS, L.F., Blackie Academic&Professional, England, 319 sayfa.

- HAOUZ, A., TWIST, C., ZENTZ, C., TAUC, P., and ALPERT, B., 1998. Dynamic and Structural Properties of Glucose Oxidase Enzyme. *Eur Biophys Journal*, 1998 (27):19-25.
- HARIRI, G., WILLIAMS, P. C., and EL-HARAMEIN, F. J., 2000. Influence of Pentatomid Insects on the Physical Dough Properties and Two-Layered Flat Bread Baking Quality of Syrian Wheat. *Journal of Cereal Science*, 31(2000):111-118.
- HOSENEY, R. C., 1994. *Principles of Cereal Science and Technology*. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, U.S.A., 378 pages.
- KAI, K. M. T., and ACTEAROA, A., 2003. Hexose Oxidase as a Processing Aid (Enzyme). *Food Standarts (Australia New Zeland)*, Draft Assesment Report, Aplication A 475.
- KIRTOK, Y., 1992. Genel Tarla Bitkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 114 sayfa.
- KÖKSEL, H., SİVRİ, D., NG, P. K. W., and STEFFE, J. F., 2001. Effects of Transglutaminase Enzyme on Fundamental Rheological Properties of Sound and Bug-Damaged Wheat Flour Doughs. *Cereal Chemistry*, 78(1):26-30.
- KÖKSEL, H., ATLI, A., DAĞ, A., and SİVRİ, D., 2002. Commercial Milling of Suni Bug (*Eurygaster* spp.) Damaged Wheat. *Nahrung/Food*, 46(1):25-27.
- KÖKSEL, H. ve SİVRİ, D., 2002. Süne-Kımlı Enzimlerinin Çeşitli Özellikleri ve Gluten Proteinleri Üzerine Etkileri. *Hububat 2002-Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi*, 3-4 Ekim 2002, Gaziantep. 49-56 sayfa.
- KRETOVICH, V. L., 1944. Biochemistry of the Damage to Grain by the Wheat-Bug. *Cereal Chemistry*, 21(1):1-16.
- KÜÇÜK, A. P., 2003. Ekmek Hamuru Yapımında Glikoz Oksidaz Kullanılmasının Etkileri. Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Adana, 98 sayfa.
- LINKO, Y., and LINKO, P., 1988. Enzymes in Baking s. 105-116. *Chemistry and Physics of Baking* (BLANSHARD, J. M. V., FRAZIER, P. J., GALLIARD, T., Ed.), The Royal Society of Chemistry, England, 276 s.

- LODOS, N., 1961. Türkiye, Irak, İran, Suriye’de Süne (*Eurygaster Integriceps Put.*) Problemi Üzerinde İncelemeler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:51, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir. 115 sayfa.
- LORENZ, K., and MEREDITH, P., 1988a. Insect Damaged Wheat: History of the Problem, Effects on Baking Quality, Remedies. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 21(4):181-187.
- LORENZ, K., and MEREDITH, P., 1988b. Insect Damaged Wheat: Effects on Starch Characteristics. Starch/Staerke, 40(4):136-139.
- MATSOUKOS, N. P., and MORRISON, W. R., 1990. Bread Making Quality of Ten Greek Bread- Wheats and Storage Tests on Bread Made by Long Fermentation and Activated (Chemical) Dough Development Processes, and the Effects of Bug Damaged Wheat. Journal Science Food Agriculture, 53:363-377.
- MELAN, K., 2005. Süne ve Mücadelesi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, 18 sayfa.
- MEREDITH, P., 1970. “Bug” Damage in Wheat. New Zealand Wheat Review, 11:49-53.
- MILLER, K. A., and HOSENEY, R. C., 1999. Effect of Oxidation on the Dynamic Rheological Properties of Wheat Flour-Water Doughs. Cereal Chemistry, 76(1):100-104.
- ÖNER, Z., 2004. Mikrobiyal Transglutaminazın Özellikleri ve Gıda Sanayiinde Kullanılma Olanakları. Gıda Gergisi, 29(4):269-272.
- ÖZER, M. S., 1992. Küçük Ekmek Üretiminde Kullanılan Değişik Formülasyonların Ekmek Kalitesi Üzerindeki Etkileri. Çukurova Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, Adana, 76 sayfa.
- ÖZER, M. S. ve ALTAN, A., 1995. Küçük Ekmek Yapımında Bazı Katkı Maddelerinin Kullanılmasının Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkileri. Gıda Dergisi, 20(6):357-363.
- ÖZER, M. S., 1998. Kepekli Ekmeklerin Bazı Niteliklerinin İncelenmesi ve Kalitelerinin İyileştirilmesi Olanakları. Çukurova Üniversitesi Doktora Tezi, Adana, 152 sayfa.

- ÖZKAYA, B., YURTYAPAN, A., ÖZDEMİR, N., YAŞACAN, Z., AVCI, B. ve ÇALIŞKAN, K., 1990. Belli Oranda Süne Tahribatına Uğramış Buğdaylardan Elde Edilen Unların Ekmeklik Kalitesini Düzeltme İmkanlarının Araştırılması. Proje No: KKGA-YG-O2-H3. Ankara İl Kontrol Laboratuvarı Müdürlüğü, 1990 Yılı Faaliyet Raporu.
- PAULIAN, F., and POPOV, C., 1980. Sunn Pest or Cereal Bug. Pages 69-74 in:Wheat, E. Hafliger ed., Ciba-Geigy, Basel.
- POMERANZ, Y., 1987. Modern Cereal Science and Technology. VCH Publishers, Inc., Washington, U.S.A., 486 page.
- POULSEN, C., and HØSTRUP, P. B., 1998 . Purufication and Characterization of a Hexose Oxidase with Excellent Strengthening Effects in Bread. Cereal Chemistry, 75(1):51-57.
- POUNTANEN, K., 1997. Enzymess: An Important Tool in The Improvement of the Quality of Cereal Foods (Review). Trends in Food Science & Technology Volume 8. 300-306 s.
- PYLER, E. J., 1988. Baking Science and Technology. Sosland Publishing Company, U.S.A., 1345 pages.
- RASIAH, I. A., SUTTON, K. H., LOW, F. L., LIN, H. M., and GERRARD, J. A., 2005. Crosslinking of Weath Dough Proteins by Glucose Oxidase and the Resulting Effects on Bread and Croissant. Food Chemistry, 89:325-332.
- SAS Institute, 1982. SAS User's Guide to Statistical Analyses. SAS Institute, Inc. Raleigh, NC.
- SATO, N., MIKIKO, S. And NAGASHIMA, A., 1992. Bread Improver and Method of Producing Bread. Canadian Patent, No:2,047,798.
- SATOUF, M., ALFIN, F. ve ÜNAL, S. S., 1999. Süne Zararlı Tr. Durum Unlarından Yapılan Arap Ekmeğinin Bazı Katkı Maddeleriyle İyileştirilmesi. Unlu Mamuller Teknolojisi, 8(5):42-47.
- SİVRİ, D., and KÖKSEL, H., 1996. The Possibility of Using Gamma-Irradiation and Microwave Treatments for Inactivation of Wheat Bug Enzymes. Journal of Food Physics (Supplement), pp 60-61.
- SİVRİ, D., 1998. Süne Proteolitik Enzimlerin İzolasyonu, Karakterizasyonu, Saflaştırılması ve Gluten Proteinleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi.

- Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, 110 sayfa. Ankara.
- SWALLOW, W. H., and EVERY, D., 1991. Insect Enzyme Damage to Wheat. *Cereal Foods World*, 36(6):505-508.
- TEKELİ, S. T., 1964. Hububat Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:228. Ankara.
- TUNCER, T., ATLI, A., KÖKSEL, H., OZAN, A. N., SIVRİ, D., ÇİNKAYA, N., KÖŞKER, S., ÇELİK, S. ve ÖZDEREN, T., 2002. Süne (*Eurygaster spp.*) ve Kımlı (*Aelia spp.*) Zararı Görmüş Buğdayın Kullanılabilirliği ve Kalitesinin Arttırılması. Hububat 2002 Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi. Gaziantep. sayfa 141-155.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1984. Buğday. TS 2974, Ankara.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1986. Yemeklik Tuz. TS 933, Ankara.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1987. Ekmek. TS 5000, Ankara.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1992. Ekmek Mayası. TS 3522, Ankara.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 1998. Beyaz Şeker (Sakaroz). TS 861, Ankara.
- TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ, 2003. Tahıllar, Baklagiller ve Öğütülmüş Ürünleri-Sabit Yığınlardan Numune Alma. TS ISO 13690, Ankara.
- TÜRKER, S., 1998. Buğdayda Süne-Kımlı Zararı ve Alınacak Önlemler. Konya Ticaret Borsası Dergisi, 1(2):27-32.
- TÜRKER, S. ve ELGÜN, A., 1998. Süne-Kımlı Zararlı Tavlı Buğdaylara Mikrodalga Uygulamasının Öğütme ve Un Özelliklerine Etkisi. Gıda Dergisi, 23(1):67-73.
- ULUÖZ, M., 1965. Buğday, Un ve Ekmek Analiz Metodları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisleri, İzmir, 91 sayfa.
- ÜNAL, S. S., OLÇAY, M., ÖZER, Ç. ve KÖSE, E., 1993. Süne Zararı Görmüş Buğday Unlarının Ekmeklik Niteliklerinin Katkı Maddesi ile Düzeltilmesi. Un Mamülleri Dünyası, 2(4):6-8, 10-12.
- VEMULAPALLI, V., MILLER, K. A., and HOSENEY, R. C., 1998. Glucose Oxidase in Breadmaking Systems. *Cereal Chemistry*, 75(4):439-442.

- WIKSTRÖM, K., and ELIASSON, A. C., 1998. Effects of Enzymes and Oxidizing Agents on Shear Stress Relaxation of Wheat Flour Dough: Addition of Protease, Glucose Oxidase, Ascorbic Acid, and Potassium Bromate. *Cereal Chemistry*, 75(3):331-337.
- YÜKSEL, M., 1969. Süne (*Eurygaster integriceps put.*) Zararı ve Kımlı (*Aelia rostrata Boh.*) Zararıyla Mukayesesi Üzerine Araştırmalar. Yeni Desen Matbaası, Ankara, 65 sayfa.

ÖZGEÇMİŞ

1971 yılı Sürmene doğumluyum. İlkokulu Nevşehir/Hacıbektaş Köşektaş Köyü İlkokulunda, Ortaokulu Konya/Ereğli İvriz Öğretmen Lisesinde ve Liseyi Konya Atatürk Sağlık Meslek Lisesinde tamamladım. 1991 yılında girdiğim Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden 1996 yılında mezun oldum. 2004 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans çalışmasına başladım. Halen Kayseri İl Halk Sağlığı Laboratuvarında Mühendis olarak görev yapmaktayım. Evli ve 2 çocuk babasıyım.