

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKMEKLİK UNLARDA KULLANILAN KATKI MADDELERİNDEN
HAMUR GELİŞTİRİCİLERİN, ENZİMLERİN VE
UN AĞARTICILARIN İNCELENMESİ

GAMZE UYSAL
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
TEKİRDAĞ ZİRAAT FAKÜLTESİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YRD. DOÇ. DR. FİGEN DAĞLIOĞLU

2006
TEKİRDAĞ

**EKMEKLİK UNLARDA KULLANILAN KATKI MADDELERİNDEN HAMUR
GELİŞTİRİCİLERİN, ENZİMLERİN VE UN AĞARTICILARIN
İNCELENMESİ**

İçindekiler Dizini

	Sayfa No
1. GİRİŞ	1
2. EKMEKLİK UNLARDA KULLANILAN KATKI MADDELERİ	5
2.1. Hamur Geliştiriciler	5
2.1.1. Askorbik Asit	6
2.1.2. Potasyum Bromat	12
2.1.3. Kalsiyum İyodat	14
2.1.4. Potasyum İyodat	15
2.1.5. Kalsiyum Peroksit	16
2.2. Enzimler	17
2.2.1. Karbonhidratlar Üzerine Etkili Enzimler	22
2.2.1.1. Amilazlar	22
2.2.1.1.1. α - Amilaz	25
2.2.1.1.2. β - Amilaz	28
2.2.1.1.3. Amiloglukosidaz	28
2.2.1.1.4. Maltojenik Amilaz	29
2.2.1.2. Hemiselülazlar	30
2.2.2. Proteinler Üzerine Etkili Enzimler	32
2.2.2.1. Proteaz	32
2.2.2.2. Glukoz Oksidaz	34
2.2.3. Lipitler Üzerine Etkili Enzimler	36
2.2.3.1. Lipaz	36
2.2.3.2. Lipoksigenaz	37
2.3. Un Ağartıcılar	38

2.3.1. Azot Tetraoksit	39
2.3.2. Benzol Peroksit	39
2.3.3. Aseton Peroksit	40
2.3.4. Klordioksit	40
3. EKMEKLİK UNLARDA KULLANILAN KATKI MADDELERİNİN TÜRK GIDA KODEKSİNDE VE ULUSLAR ARASI KODEKSLERDE İZİN VERİLEN KULLANIM MİKTARLARI VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	41
4. TÜRKİYE'DE GIDA KATKI MADDELERİ SEKTÖRÜ	45
5. SONUÇ VE TARTIŞMALAR	47
6. KAYNAKLAR	49

Tablo Dizini

Tablo 2.1. Askorbik Asit Genel Özellikleri	6
Tablo 2.2. C vitamini katılarak ekstensograf analizleri yapılan buğday çeşitleri ve temin edildikleri bölgeler	8
Tablo 2.3. Potasyum Bromatın Genel Özellikleri	12
Tablo 2.4. Kalsiyum İyodatın Genel Özellikleri	14
Tablo 2.5. Potasyum İyodatın Genel Özellikleri	15
Tablo 2.6. Kalsiyum Peroksidin Genel Özellikleri	16
Tablo 2.7. Gıda sanayinde kullanılan enzimler	20
Tablo 2.8. Alfa-amilaz ve Glukoamilazın Genel Özellikleri	23
Tablo 2.9. Hemiselülazın Genel Özellikleri	30
Tablo 2.10. Proteazın Genel Özellikleri	33
Tablo 2.11. Lipazın Genel Özellikleri	36
Tablo 2.12. Benzol peroksidin Genel Özellikleri	39

Grafik Dizini

Grafik 2.1. pH'ın enzim aktivitesine etkisi	18
Grafik 2.2. Sıcaklığın enzim aktivitesine etkisi	19

Şekil Dizini

Şekil 2.1. R5 (Yoğrulmaya karşı gösterilen direnç) B.U.	8
Şekil 2.2. RM (Uzamaya karşı gösterilen direnç) B.U.	9
Şekil 2.3. A (cm ²) Enerji Değeri	9
Şekil 2.4. Dallmann Değeri	10
Şekil 2.5. Enzimin yapısı	17
Şekil 2.6. Nişastanın enzimlerle parçalanması	23
Şekil 2.7. Alfa amilazların termal stabiliteleri	26
Şekil 2.8. Depolanan Gün Sayısı (Depolama sıcaklığı 24 C°)	27

Ekler Dizini

Ek 1. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde ekmeklik unlarda ve çeşitli
fırıncılık ürünlerinde kullanılmasına izin verilen katkı
maddeleri ve bunların kullanılabilme miktarları

54

Kısaltmalar Dizini

α	Alfa
β	Beta
ADI	Kabul Edilebilir Günlük Alım Değeri (Acceptable Daily Intakes)
C°	Santigrat derece
Ca	Kalsiyum
CAC	Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu
C.A.S.	Kimyasal Maddelerin Uluslararası Numaraları (Chemical Abstracts Services)
cm	Santimetre
EC	Uluslararası Sistematik Numara
EEC	Avrupa Ekonomik Topluluğu
FAO	Gıda Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
FDA	Amerika Gıda ve İlaç İdaresi (Food and Drug Administration)
g	Gram
GMP	Beklenen teknolojik etkiyi sağlayan en az miktarını (Good Manufacturing Practice)
INS	Uluslararası Numaralandırma Sistemi
JECFA	Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonunun Uzman Komitesi
kg	Kilogram
mg	Miligram
M.Ö.	Milattan Önce
No	Numara
ppm	Milyonda bir kısım
QS	Beklenen teknolojik etkiyi sağlayan en az miktarını (Quantum Satis)
WHO	Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization)

Özet

Ülkemizde ve tüm dünyada genel olarak gıda tüketim eğilim ve çeşitleri özellikle son yıllarda büyük değişim göstermiştir. Bu değişim, gerek teknolojik gelişimden gerekse gıda sektörünün pazar payını artırma amacından kaynaklanmıştır. Son yıllardaki yaşam tarzı değişiklikleri tüketicileri hazır veya hızlı hazırlanabilir gıda tüketimine yönlentmiştir. Bu yönelim sonrasında gıdalarda kullanılan katkı maddeleri miktarı da bununla orantılı olarak artmıştır.

Katkı maddeleri yüz yıllardır insan hayatında olan fakat çeşitliliği son dönemde hayli artan maddelerdir. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığının yayınlamış olduğu Türk Gıda Kodeksinde gıda katkı maddeleri; tek başına gıda olarak tüketilmeyen veya gıda ham veya yardımcı maddesi olarak kullanılmayan, tek başına besleyici değeri olan veya olmayan; seçilen teknoloji gereği kullanılan işlem veya imalat sırasında kalıntı veya türevleri mamul maddede bulunabilen, gıdanın üretilmesi, tasnifi, işlenmesi, hazırlanması, ambalajlanması, taşınması, depolanması sırasında gıda maddesinin tat, koku, görünüş, yapı ve diğer niteliklerini korumak, düzeltmek veya istenmeyen değişikliklere engel olmak ve düzeltmek amacıyla kullanılmasına izin verilen maddeler olarak tanımlanmıştır. Bu tanımdan yola çıkacak olursak bir gıdanın hammaddesi dışında eklenen ve teknolojik yararlılık sağlayan tüm ürünler katkı maddesi olarak adlandırılmaktadır.

Tahıla dayalı bir beslenmenin yaygın olduğu ülkemizde kişi başına tüketilen enerjinin %66'sı tahıllardan, bununda %56'lık kısmı ekmekten karşılanmaktadır. Bu büyük oran ekmek kalitesinin, Türk toplumu açısından çok önemli bir yerde olduğunun göstergesidir. Fakat bu kalitenin yakalanması çeşitli sebeplerden dolayı her zaman mümkün olmamaktadır.

Buğdayın yetiştirilmesi sırasındaki iklim koşullarının elverişsizliği, bazı hayvanların (süne ve kımıl gibi) buğdaya zarar vermeleri, ürünün depolanma koşullarındaki olumsuzluklar, hızlı tüketim ihtiyacı veya depolama maliyetinin yüksek oluşu gibi olumsuzluklar ekmek kalitesini büyük oranda etkilemektedir. Bu etkiler sonucunda oluşabilecek olumsuzlukları önlemede katkı maddeleri en ekonomik ve pratik yol olmaktadır.

Ekmeklik unlarda oluşan başlıca kalite kayıpları, gluten kalitesizliğinde ve enzim eksikliklerinde görülmektedir. Gluten yapısının zayıf olması ekmekte gaz tutamamaya, çok yumuşak hatta sıvık bir hamur oluşumuna ve dolayısıyla hacmi düşük, kullanımını arzu edilmeyen bir ürüne neden olmaktadır. Enzim eksikliğinde ise yeterli glukozun oluşturulamaması sonucu fermantasyon aşaması başarısız olup yine tekstürel özellikleri iyi olmayan bir ürün elde edilmiş olunur. Bu gibi kalite düşüklüğünü giderebilmek için uygun ve yeterli miktarda katkı maddesi kullanılması tercih edilmektedir.

Katkı maddesi kullanımında dikkat edilmesi gereken en önemli husus kullanılan katkının ve miktarının yasalarca belirtilen niteliklere uygun olmasıdır. Çünkü halen bir çok katkı maddesi ile ilgili olarak sağlık açısından etkilerine ilişkin tartışmalar devam etmektedir. Özellikle son dönemde ekmeklik buğday ununda hamur geliştirici olarak kullanılan potasyum bromat ve un ağartıcı madde olarak bilinen benzol peroksitein kanserojenik ve toksikolojik etkilerine ilişkin tartışmalar artmış vaziyettedir. Fakat Türk Gıda Kodeksine göre bu maddelerin kullanımları zaten yasaklanmış durumdadır. Sadece un veya ekmek üreticilerinin bu yasalara uygun üretim yapmalarının sağlanması ve yeterli denetimlerin yapılması gerekmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Buğday, un, ekmek, katkı maddeleri, gıda

Summary

All of the world and in our country, the food consumption tendency and variety have generally changed a lot in the last years. The reasons for this change are not only the developments in the technology, but also the aim to increase the market share of food sector. In last years, changes in the life style have oriented consumers towards ready foods and quickly preparable foods. After this tendency the amount of additives used in the foods have increased proportionally.

For centuries, on human life additives have played a great role, yet recently their variety are frequently increasing. In Turkish Food Codex, published by Ministry Of Agriculture and Country Affairs, food additives which were not exhausted alone or not used as food raw or assistant material, have or not have nutritive value alone; according to the selected technology the process used or during the production the product which have remnant or derivative of remnant, during production, classification, procession, preparation, packing, transportation and storing of food; to protect, to correct the taste, smell, look, structure and other characteristics of food or as materials given permission with the aim of preventing the non-demanded changes and correcting have been identified. According to this definition, all products added and provided technologically usefulness except raw material of any food were named additives.

In our country where the nourishment based on grain, 60% of energy exhausted from grain and 56% of this received from bread. This great ratio is an indication of the importance of bread quality for Turkish community. But it is not always possible to reach that quality because of various reasons.

In the course of cultivating wheat, the conditions of climate, some animals giving harm to wheat, negative factors in the wheat storage, consumptions needs or high cost of storage are negativities that affect the quality of wheat. Additives are the most practical and economic way to prevent the results of these effects.

Main quality loss being in bread flour sees in gluten's poor quality and enzymes deficiency. Weakness of gluten structure causes gas lost, very soft dough formation and so low having volume and unacceptable product is formed. In enzymes deficiency

enough glucose isn't formed, and this causes unsuccessful fermentation phase so also get a product that hasn't got good texture properties. For this reason, usage of suitable and enough quantity additives are choiced to prevent such quality losses.

The most important case to pay attention in using additive materials is being suitable of the additive and quantity of it which is used to the characteristics which is determined by laws. Because, the arguments related to effects of the health side of many additive materials have been still going on. The arguments about cancerogenic and toxicologic effects of especially potassium bromate used as dough improver in wheat flour of bread, and benzoil perokside known as flour-whitened-material have been increased recently. But according to Turkish Food Codex, the usages of these materials have been forbidden anyway. Only it is provided to make the production of the flour or bread producers be suitable to laws and it is be needed to be made enough control.

KEY WORDS: Wheat, flour, bread, additives, food

1. GİRİŞ

Günümüzde gıda maddelerine istenen yapısal ve fiziksel özelliklerin kazandırılması amacıyla çeşitli maddeler katılmaktadır. Bu maddeler Türk Gıda Kodeksinde; tek başına gıda olarak tüketilmeyen veya gıda ham veya yardımcı maddesi olarak kullanılmayan, tek başına besleyici değeri olan veya olmayan; seçilen teknoloji gereği kullanılan işlem veya imalat sırasında kalıntı veya türevleri mamül maddede bulunabilen, gıdanın üretilmesi, tasnifi, işlenmesi, hazırlanması, ambalajlanması, taşınması, depolanması sırasında gıda maddesinin tat, koku, görünüş, yapı ve diğer niteliklerini korumak, düzeltmek veya istenmeyen değişikliklere engel olmak ve düzeltmek amacıyla kullanılmasına izin verilen maddeler olarak tanımlanmıştır (Türk Gıda Kodeksi, 2005). Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonunun tanımına göre ise; kendi başına gıda olarak tüketilmeyen, gıdalara üretim, hazırlama, işleme, paketlenme, taşıma veya depolamada teknolojik amaçlarla katılan, besleyici değeri olan yada olmayan ve bu gıdaların içinde veya yan ürünlerinde doğrudan ve dolaylı olarak bir bileşeni haline gelen veya bunların karakteristiklerini değiştiren maddelere gıda katkı maddeleri denilmektedir.

Gıda katkı maddelerinin kullanımları M.Ö. 900 yıllarında tuz ve odun tütsüsünün kullanıldığı zamanlara dayanmaktadır (Bahar, 2001). Günümüze gelindikçe teknolojinin gelişmesiyle gıda sektöründeki farklı üretim tekniklerinin oluşmasıyla ürün çeşitlenmesi, tüketici isteklerinin ve beğenisinin değişmesi, ürünlerin raf ömrünün arttırılması, ürün standardizasyonunun sağlanması ve azalmakta olan gıda kaynaklarının en yararlı biçimde kullanılması amaçlarıyla gıda katkı maddeleri kullanımı arttırmıştır.

Gıda katkı maddeleri ana başlıklar halinde sınıflandırılacak olunursa (Saldamlı ve Uygun, 1998);

1. Renk maddeleri; renk verenler, renk koruyucular, renk kuvvetlendiriciler
2. Aroma maddeleri; tat vericiler, asitler ve bazlar, koku vericiler, aromayı geliştiriciler

3. Koruyucu maddeler; antimikrobiyaller, antioksidanlar, tütsü maddeleri, kaplama maddeleri
4. Gıdanın yapı ve görünüşünü etkileyen maddeler; stabilizörler, emülgatörler, tamponlar, yüzey aktif maddeler, topaklaşmayı önleyici maddeler, olgunlaştırıcı tuzlar, kalınlaştırıcı maddeler, köpük yapıcı ve köpük tutucu maddeler, tutucu ve birleştirici maddeler, yumuşatıcı ve plastik yapı kazandıran maddeler, kristalleşmeyi önleyici maddeler, nemlendiriciler, berraklaştırma ve durultma maddeleri
5. Biyolojik değeri arttırıcı maddeler; vitaminler, mineral maddeler, aminoasitler

Bu sınıflandırmaya daha bir çok madde eklenebilir fakat en çok bilinen ve kullanılan katkı maddeleri çeşitleri bunlar diyebiliriz.

Ancak gıda katkı maddeleri yasal olarak ele alındığında bunların yarar-zarar ilişkisi net bir biçimde ortaya konulmalı, işlevsellikleri ve kullanımında sağlayacağı etkilerin neler olacağı kesin biçimde bilinmesi zorunludur. Bu nedenle gıda katkı maddelerinin kullanımı Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonu (CAC) tarafından ele alınmıştır. Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonunun bir alt komitesi olan Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonunun Uzman Komitesi (JECFA) tarafından toksikolojik etkileri ile ilgili çalışmalar yapılmakta ve bu maddelerle ilgili spesifikasyonlar belirlenmektedir. Uluslararası Gıda Kodeks Komisyonunun Uzman Komitesi tarafından bildirilen bu spesifikasyonlar ve vücut ağırlığı başına alınabilecek miktar belirlendikten sonra CAC tarafından değerlendirilir ve Gıda Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) raporlarında yayınlanır.

Bir katkı maddesinin tavsiye listesinde veya gıda standartlarında yer alması için (Bahar, 2001) :

- a. Kullanımının belirli gıdalarla, belirli şartlar ve amaçlar için sınırlandırılması,
- b. İstenilen etkiyi oluşturabilecek en düşük dozda kullanılması,
- c. Söz konusu katkı için belirlenen vücuda kabul edilebilir günlük alım değeri (ADI) veya buna eşdeğer bir değerlendirmeye birlikte tüm kaynaklardan günlük olarak vücuda alımı mümkün olan miktarının dikkate alınması gerekmektedir.

Ülkemizde katkı maddeleri ile ilgili olarak ilk kez 1983 yılında Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı tarafından bir yönetmelik çıkarılmış ve 1984 yılında buna ek bir yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı tarafından 1997 yılında hazırlanan Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği katkı maddeleri kullanımını konusunda yeni düzenlemeler getirmiştir. Bu kodekste gıda katkı maddeleri tanımlanmış ve bu maddelerin adları, E numaraları, kullanılacakları gıda grupları ve izin verilen maksimum miktarları listeler halinde açıklanmıştır. Bu kodekste yer alan tüm katkıları gerek CAC gerekse Avrupa Topluluğu listelerinde yer alan ve belirtilen maksimum dozlarda kullanımları, değişik şartlarda ve değişik gıdalarda onaylanan maddelerdir (Bahar, 2001).

Tahıla dayalı bir beslenmenin yaygın olduğu ülkemizde kişi başına tüketilen enerjinin %66'sı tahıllardan, bununda %56'lık kısmı ekmekten karşılanmaktadır. Türk toplumunun beslenme alışkanlığından gelen bu büyük talep, buğday tohumu ve tarımından gelen olumsuzluklarla birleşerek, unlarda ve ekmek üretiminde endüstriyel maya kullanımıyla birlikte, un ve ekmek katkı maddeleri kullanımını zorunlu hale gelmiştir.

Un kalitesini, buğday tipi, iklim koşulları, depolanma koşulları ve süresi, süne zararlısı ve diğer bir çok neden etkilemektedir. Uygun tip ve miktardaki un katkı maddeleri unun belirli bir standart kazanmasına yardımcı olmaktadır. Kullanılan katkı maddeleri, unun her bileşenine ve istenilen farklı özelliklere uygun olarak spesifik etki etmek üzere farklı çeşittirler.

Ülkemizde son yıllarda ekmeklik unlarda en çok şikayet edilen nokta süne zararlısının vermiş olduğu tahribattan dolayı buğdayda meydana gelen kalite düşüklüğüdür. Bu kalitesizlik una katılan katkı maddeleri ile aşılmaya çalışılmaktadır.

Bunun yanı sıra istenen kalitede mamul madde elde etmek için buğdayın kendisinde olup yeterli miktarda olmayan (enzimler gibi) bir takım katkı maddeleri de eklenmektedir. Bu katkı maddeleri buğday da doğal olarak bulunurlar fakat undan ekmek yapımı sırasında miktarlarındaki düşüklük sebebiyle arzu edilen etkiyi sağlayamazlar.

Bu katkı maddelerine ek olarak unun işlenebilirliğini arttıracak, görünüşünü etkileyecek, raf ömrünü uzatacak veya daha çabuk olgunlaşmasını sağlayacak bir takım katkıların da kullanılması söz konusudur. Bu tür katkı maddeleri tüketici istekleri doğrultusunda gelişmiştir. Tüketicilerin arzu ettikleri kalitede ürünü kısa sürede tüketme istekleri ve üreticiler açısından buna orantılı olarak depolama süresinin uzun olmasının yaratacağı yüksek maliyet, buğday üreticilerinin dönüm başına elde etmek istedikleri buğday miktarının buğdaydaki gluten miktarıyla ters orantı göstermesi (Başaran, 2001), daha fazla hacimli ekmek elde etme isteği veya tüketici tarafından istenmesi gibi daha bir çok neden katkı maddeleri kullanımının artmasına sebep olmuştur.

Fakat bu katkı maddeleri kullanımındaki artış çeşitli tartışmaları da beraberinde getirmiştir. Gıda Kodekslerinde belirtilen kullanım düzeylerinin aşılmasıyla oluşabilecek toksikolojik etkiler veya halen bazı katkı maddelerinin sağlık açısından etkilerinin kesinlik kazanmaması bu tartışmaların temelini oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı ekmeklik unlarda kullanılan üç grup katkı maddesinin ekmeklik unlardaki etkilerini araştırarak, bunların Türk Gıda Kodeksi ve Uluslararası Gıda Kodekslerindeki kullanım miktarlarının ve insan sağlığı üzerindeki etkilerinin incelenmesidir.

2. EKMEKLİK UNALARDA KULLANILAN KATKI MADDELERİ

2.1. Hamur Geliştiriciler

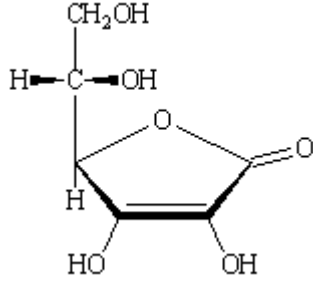
Bilindiği gibi buğday ununun yapısını oluşturan ana bileşenler proteinler, pentozanlar ve nişastadır. Hamur geliştiriciler kullanılırken asıl hedef unun yapısında bulunan gluten proteinleridir. Hamur geliştiriciler gluten ile reaksiyona girerek glutenin yapısında değişime neden olmaktadır. Hamur geliştiriciler ile glutenin yapısındaki sülfidril grupları oksidasyona uğrayarak disülfit bağlarına dönüşür (Bahar, 2001). Birbirine bitişik iki hidrojen sülfit grubunun oksidasyonu, uzun gluten molekülünün farklı kesimleri ya da farklı gluten molekülleri arasında bir disülfit köprüsünün oluşmasına yol açar. Bu da proteinin sertleşmesi sonucunu doğurur (Anonim,2000).

Hamur geliştiriciler, hamur elastikiyetini kuvvetlendirmekte veya arttırmakta, makinede hamur işlemesini geliştirmekte ve son ekmek hacmini arttırmaktadır. Başlıca kullanılan hamur geliştiriciler askorbik asit, potasyum bromat, kalsiyum iyodat, potasyum iyodat ve kalsiyum peroksittir (Bahar,2001).

2.1.1. Askorbik Asit

Askorbik asidin genel özellikleri Tablo 2.1.'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Askorbik asidin genel özellikleri (JECFA, 1992):

Sembolleri	C Vitamini ; INS No. 300
TANIMI	
Kimyasal adları	L-Askorbik asit, askorbik asit, 2,3-didehidro-L-tri-heksan-1,4-lacton, 3-keto-L-gulofuranlacton
C.A.S.* sayısı	50-81-7
Kimyasal formülü	C ₆ H ₈ O ₆
Yapısal formülü	
Formül ağırlığı	176.13
Örnek	Kuru ağırlık olarak %99'dan az olmamalı
Tanım	Beyazdan açık sarıya dönük, kokusuz kristal toz; erime noktası 190 C°
FONKSİYONEL KULLANIMLARI	Antioksidan
KARAKTERİSTİĞİ	
TANIMLAMA	
Çözünürlüğü	Suda serbestçe, etanolde az miktarda çözünür; eterde çözünmez
Askorbat Testi	Testi geçti
İndirgenme Reaksiyonu	Su içinde çözünmüş örnek potasyum permanganatı ısıtmadan hemen indirger, kahverengi bir çökelti meydana gelir. Etanol içinde çözünmüş örnek 2,6-diklorfenol-indofenol çözeltisini renksizleştirir.
SAFLIK	
Kurutmadaki kayıp	%0.4'den fazla değil (sülfürik asitle vakumlanmış, 24 saat)
Özel rotasyonu	[alfa] 25, D: +20.5 ile +21.5° arası
pH	2.4 - 2.8
Sülfatlı külü	%0.1'den fazla değil
Arsenik	3 mg/kg'dan fazla değil
Ağır metaller	10 mg/kg'dan fazla değil

*C.A.S.: Kimyasal Maddelerin Uluslararası Numaraları

Askorbik asit, pek çok gıda maddesinde kalite geliştirici ve antioksidan özelliği nedeniyle gıda sanayinde hemen hemen her alanda teknolojik amaçlı olarak kullanılır. C vitamini olarak da bilinen askorbik asit kimyasal olarak L-askorbik asit, askorbik asit, 2,3-didehidro-L-tireo-heksono-1,4-lakton ve 3-keto-L-gulofuranolakton olarak da adlandırılabilir. Uluslararası Kodekslerdeki sembolü E 300 ve kimyasal formülü $C_6H_8O_6$ olan askorbik asidin endüstride antioksidan olarak kullanımını son derece yaygındır.

Karmaşık bir biyokimyasal yöntem kullanılarak, askorbik asit glikozdan (üzüm şekeri, dekstroz) çok saf biçimde elde edilir ve doza yardımcı olmak üzere çeşitli konsantrasyonlarda ince taneler ya da kristalin toz halinde satışa sunulur. Bundan daha az olmakla birlikte, bazen saf olarak biyolojik kökenli askorbik asit de kullanılır. En yaygın ürün Aserola meyve tozu, %17-19 saflıkta askorbik asit içeren kurutulmuş Aserola (Barbados kirazı) özüdür. Piyasadaki diğer maddeler gül yapraklarından elde edilmiş askorbik asit ve karışık ürünler olup bunlardan bazıları biyokimyasal kökenli askorbik asit içermektedir. Her durumda bu daha doğal olan tür, sentetik üründen çok daha pahalıdır (Popper, 2000).

Askorbik asit, antioksidan olarak bilinmesine rağmen ekmeklik unlarda oksidan olarak çalışır. Askorbik asit, un içinde doğal olarak bulunan oksidaz enzimi aracılığı ile ortamda bulunan oksijen ile birleşerek dehidro-L-askorbik aside (D,L askorbik asit) dönüşür. Sonra bu askorbik aside indirgenirken hamurdaki glutenin yapısında bulunan sülfidril gruplarını disülfid gruplarına oksitler (Özkaya ve Özkaya, 1993). Bu durum disülfid bağlarını güçlendirir ve elastik bir yapı oluşturur, elastik ve düzgün yapıdaki gluten sayesinde, hamur fermentasyonu sırasında oluşan karbondioksit gazı kaçırılmadan tutulmuş olur. Böylece daha düzgün gözenek yapılı ve hacimli ekmek üretmek mümkün olabilir (Okyaltırık, 1995).

Burada dikkat edilmesi gereken nokta, her unun askorbik asit ihtiyacının farklı olduğu gerçeğidir. Zayıf unlar daha fazla askorbik asit gerektirirken, kuvvetli unlarda bu miktar daha düşük olmaktadır (Sunar, 1994). Kullanım oranları sadece buğday kalitesine göre değil çeşitlerine göre de değişmektedir.

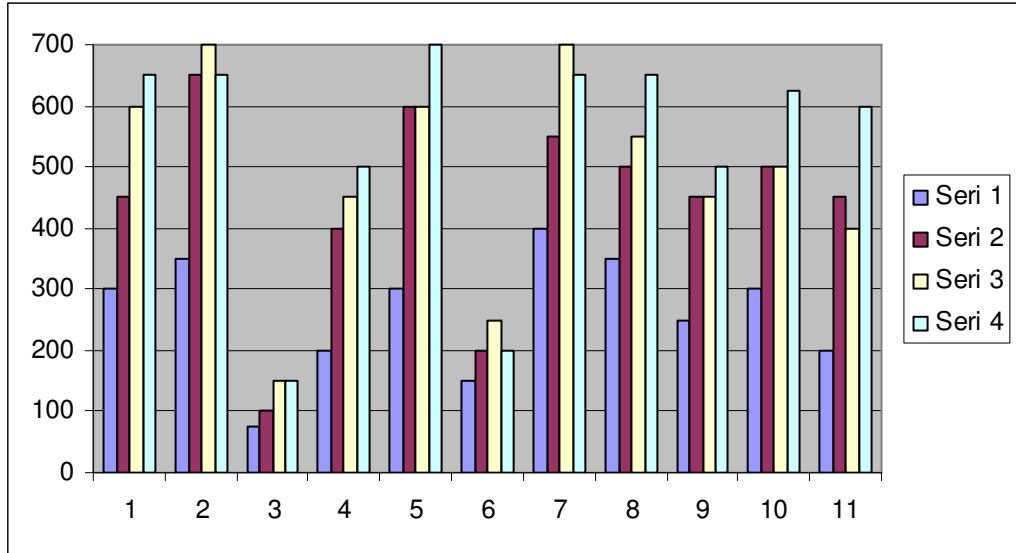
C vitamini katkısının un kalitesine etkisi ile ilgili olarak yapılan bir çalışma için, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü'nde değişik

analizler yapılmıştır. Temin edildiği yöreyi ağırlıklı olarak temsil eden ve aşağıda isimleri belirtilen 11 çeşit buğday örneğinden elde edilen tip 1 unlara 0, 30, 50 ve 70 gram/ton oranlarında C vitamini katılarak ekstensograf analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada buldukları yöreyi ağırlıklı olarak temsil eden buğday türleri ve temin edildikleri yöreler Tablo 2.2.'de gösterilmiştir (Okyaltırık, 1995).

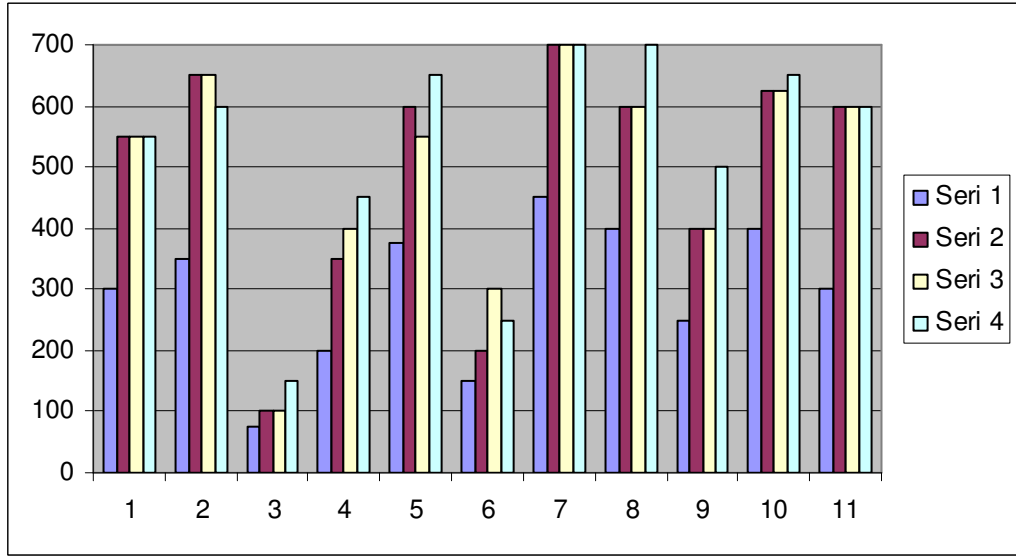
Tablo 2.2. C vitamini katılarak ekstensograf analizleri yapılan buğday çeşitleri ve temin edildikleri bölgeler:

Buğday Örneği	Temin Edildiği Yöre
Zenin	Niğde-Nevşehir
Betostaya	Konya-Eskişehir-Ankara
Gerek	Konya
Gönen	Balıkesir-İzmir
Cumhuriyet-76	Balıkesir-İzmir
Durum Buğdayı (Üveyik)	Çorum
Filamura	Trakya Bölgesi
Atilla-12	Trakya Bölgesi
Saraybosna	Trakya Bölgesi
Panda	Adana-Akdeniz Bölgesi
Seri-82	Adana-Akdeniz Bölgesi

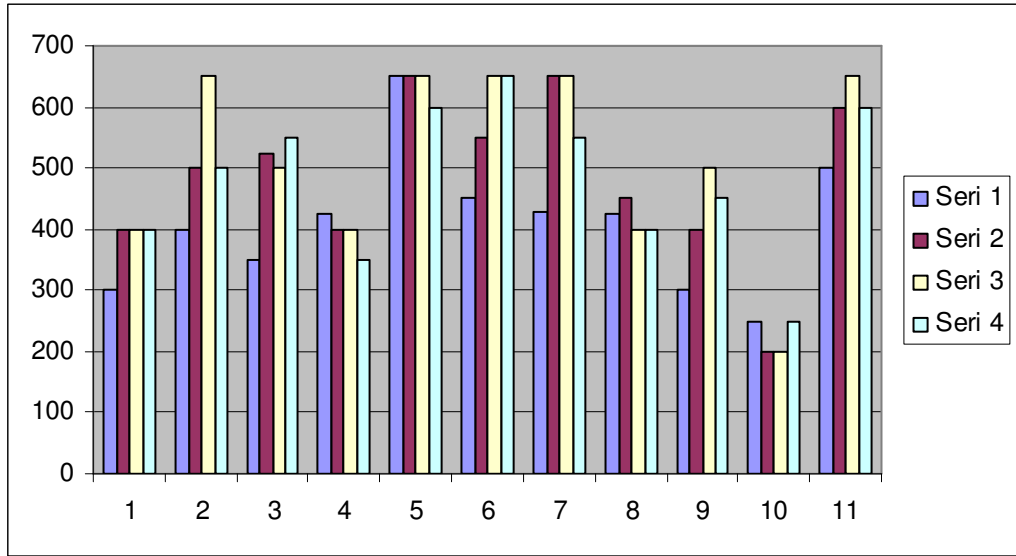
Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi grafikler oluşturmuştur (Okyaltırık, 1995):



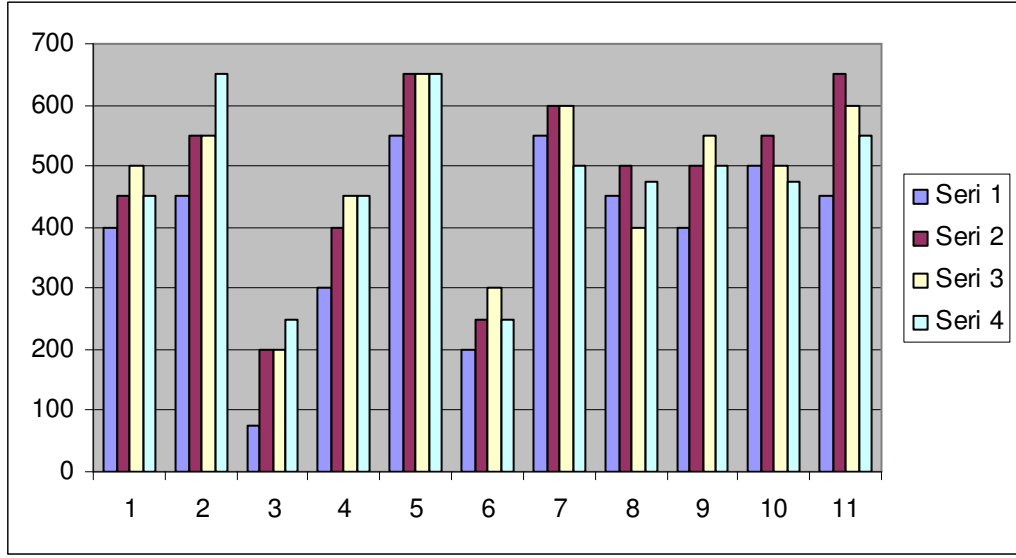
Şekil 2.1. R5 (Yoğrulmaya karşı gösterilen direnç) B.U.



Şekil 2.2. RM (Uzamaya karşı gösterilen direnç) B.U.



Şekil 2.3. A (cm²) Enerji Değeri



Şekil 2.4. Dallmann Değeri

Seri 1: C Vitaminsiz

Seri 2: 30 g/ton C Vitaminli

Seri 3: 50 g/ton C Vitaminli

Seri 4: 70 g/ton C Vitaminli

1- Zerun

2- Betostaya

3- Gerek

4- Gönen

5- Cumhuriyet-76

6- Durum buğdayı (Üveyik)

7- Filamura

8- Atilla-12

9- Saraybosna

10- Panda

11- Seri-82

Buğday türlerine bağılı olmak üzere, genellikle en etkili sonuç 50 g/ton oranında C vitamini katıldığı durumlarda görülmüştür (Okyaltrık, 1995).

Ayrıca, askorbik asidin un kalitesi üzerindeki etkisi buğday kalitesine göre sınırlı olmaktadır. Buğday paçalındaki süne zararı %3 'ü geçmiyorsa ve undaki kuru gluten miktarı %11 ve üstü düzeylerinde ise, C-vitamini hamurda süne zararlısının yapmakta olduğu yayılma (glutenin kendisini salıvermesi) olayının önüne geçebilmektedir. Ancak eğer süne tahribatı %3 'den fazla ise ve kuru gluten oranı %11 'in altında ise C vitamininin un kalitesi üzerindeki olumlu etkisi fazla olmamaktadır (Özdalyan, 1998).

Askorbik asit fonksiyonel özellikleri bromata benzer fakat oksitleyici etkisini potasyum bromata göre daha hızlı gerçekleştirir. Sağlık üzerinde herhangi bir zararlı

etkisinin bulunmayışı ile birlikte, ekmeklik unlarda kullanım oranı potasyum bromatın yasaklanmasından beri oldukça artmıştır (Sugden, 1994). Türk Gıda Kodeksinde ve pek çok ülkenin gıda katkı maddeleri yasalarında Good Manufacturing Practice (GMP) yani iyi üretim koşulları altında kullanımında bir limit öngörülmeyen gıda katkı maddeleri kategorisindedir (Özdalyan, 1998). Kodeks Alimentarius'ta son üründe maksimum olabilecek L-askorbik asit ve sodyum ve potasyum tuzlarının miktarı 300 mg/kg olarak belirlenmiştir. İngiltere ve Kanada'da da ise bu miktar 200 mg/kg'dır. Amerika'da FDA'nın belirlediği limit GMP'dir.

Son olarak un ve unlu mamullerde C vitamininin rolünü kısaca özetlersek;

- Zayıf unların gluten kalitesini yükseltir.
- Hamura esneklik kazandırır.
- Sıkı, esnek, kıvamlı hamur verir.
- Unun kullanılmaya hazır hale gelebilmesi için gerekli dinlenme süresini kısaltır.
- Ürünün iç yapısını ve gözeneklerini daha düzgün hale getirir.

Bu özellikler sayesinde, ekmek daha uzun süre tazeliğini korur ve daha kolay sindirilir (Köyoğlu ve Yurteri, 1999).

2.1.2. Potasyum Bromat

Potasyum bromatın genel özellikleri Tablo 2.3.'de verilmiştir.

Tablo 2.3. Potasyum bromatın genel özellikleri (JECFA, 1992):

Sembolü	INS No. 924a
TANIMI	
Kimyasal Adları	Potasyum bromat
C.A.S. sayısı	7758-01-2
Yapısal formülü	$K^+BrO_3^-$
Formül ağırlığı	167.01
Örnek	%99.0'dan az değil ve kuru ağırlıkta %101.0 fazla değil
TANIMLAMA	Beyaz, kokusuz kristaller veya granüllü toz
FONKSİYONEL KULLANIMLARI	Maltın çimlendirilmesinde
KARAKTERİSTİĞİ	
TANIM	
Çözünürlük	Suda çözünür; etanolde çözünmez
Potasyum testi	Testi geçti
Bromat testi	Testi geçti
SAFLIK	
Kurutmada kayıp	%0.5'den az değil
Asitlik veya alkalilik	60 ml kaynatılmış ve soğutulmuş saf suda 5 g ısıtılarak çözümlenir. Soğutulur ve 3 damla fenolftalein eklenir; renk gözlenir: Eğer çözelti pembe olursa, 0.4 ml 0.01N hidroklorik asit eklenir. Pembe renk kaybolur. Eğer çözelti renksizse, 1.2 ml 0.01N sodyum hidroksit eklenir. Çözelti pembeye döner.
Arsenik	3 mg/kg'dan fazla değil
Ağır metaller	10 mg/kg'dan fazla değil

*C.A.S.: Kimyasal Maddelerin Uluslararası Numaraları

Kimyasal formülü $KBrO_3$ ve Uluslararası Kodekslerdeki sembolü E 924 olan potasyum bromat, 1914 yılından bu yana kullanılan güçlü bir okside edici maddedir. Potasyum bromat yavaş etki eden, düşük pH'da ve yüksek sıcaklıkta aktif olmaya başlayan yükseltgen bir madde olduğundan etkisini son fermentasyonun ileri aşamalarında, pişirme aşamalarında ve pişirme işleminin başında göstermektedir.

Bromat, sisteinin sülfidril gruplarını molekül içi ve moleküller arası disülfid bağlarına çevirerek bağımsız protein konformasyonlarını stabilize etmekte ve bitişik protein molekülleri arasında bağlar oluşturmaktadır. Bu değişimin sonucu olarak da hamura daha fazla stabilize kazandırmaktadır. Bromatın genel olarak etki mekanizması hamurdaki serbest sülfidril gruplarının konsantrasyonunu düşürmektir. Hamura bromat katılmasıyla glutene lipid bağlanmasının miktarı düşmektedir (Bahar, 2001).

Bromat, gluteni her hangi bir enzim yardımı olmaksızın çok yavaş biçimde okside eder. Çok iyi bir fermentasyon toleransı ve yüksek hacimde ürün sağlar (Anonim, 2000). Potasyum bromatın yerine kullanılabilinecek oksidan maddelerin (askorbik asit gibi) yanında, aynı etkiyi sağlamak için bazı yardımcı enzim veya emülsifiyerler ile kullanılması gerekmektedir.

Bin dokuz yüz altmışlı yıllarda yapılan araştırmalarda potasyum bromatın uygun seviyelerde kullanıldığında insan sağlığı üzerinde olumsuz etkisinin olmadığı belirtilmekteydi. Örneğin; Bushuk ve Hlynka (1960)'a göre potasyum bromat unda 5-80 mg/kg seviyelerinde bulunduğu 20-25 dakikalık bir pişirme zamanından sonra ekmekte bromat kalıntısına rastlamamıştır. Yine bir başka araştırmada Lee ve Tkachuk (1960), potasyum bromat unda 30 mg/kg miktarında bulunduğu hamur fermentasyonu sırasında bromide dönüştüğünü belirtmişlerdir. Thewlis (1974) ise potasyum bromat 50 mg/kg'dan daha az kullanıldığında kalıntı tespit edememiş, miktar arttığında kalıntı tespit etmiştir.

Daha ileriki yıllarda, 1980'lerin ortalarında yapılan seri deneyler, gıda güvenliğinin yanında unlu mamüllerdeki potansiyel bromat kalıntısı üzerinde yoğunlaşmıştır. Yapılan bazı araştırmalara göre bromat kalıntısı uzun süreli tüketim sonrasında insan bünyesinde kansorejik etki gösterebilmektedir. Fakat bu çalışmalarda ekmekte bulunan bromat kalıntıları sonrasında da aynı sonuçların oluşup oluşamayacağı kesin olarak belirlenememiş, bunlar sadece birer şüphe olarak kalmıştır. Amerika Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) 1991'de Amerikan Fırıncılık Sanayi'ne kullanım düzeyinin 50 ppm'e indirilmesini tavsiye etmiştir. Uluslararası Gıda Standartları Organizasyonu (Codex Alimentarius) 1993 yılında bromatı 'onaylanmış katkı maddeleri' listesinden çıkarmıştır. Bin dokuz yüz doksan iki yılında JECFA bromatı un katkı maddesi olarak

kullanılmasını tavsiye etmemektedir. İngiltere, Kanada ve Kaliforniya bromatı kansorejen madde olarak tanımlamaktadırlar ve katkı maddesi olarak kullanılmasını yasaklamışlardır. Avrupa'da, güçlü bir okside edici madde olan bromat (potasyum bromat) artık sadece ihraç edilen ürünlerde kullanılabilir (Anonim, 2000). Halen Amerika'da yapılan ekmeğin çeşidine göre potasyum bromatın izin verilen kullanılabilirlik oranı 10-75 ppm arasında değişiklik göstermektedir (Bahar, 2001).

Son yıllarda bromatın üzerindeki kansorejenik etki süphelerinden dolayı un üreticileri oksidan madde olarak bromat yerine askorbik asit gibi katkıları kullanmaktadırlar. Fakat devlet kurumlarının bir müdahalesi olmadığı durumlarda düşük maliyet ve daha iyi sonuç alımından dolayı bazı üreticiler bromatı tercih edebilmektedir.

2.1.3. Kalsiyum İyodat

Kalsiyum iyodatın genel özellikleri Tablo 2.4.'de verilmiştir.

Tablo 2.4. Kalsiyum iyodatın genel özellikleri (JECFA, 1992):

Sembölü	INS No. 916
Tanımı	
Kimyasal adları	Kalsiyum iyodat monohidrat
C.A.S. sayısı	7789-80-2
Kimyasal formülü	$\text{Ca}(\text{IO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (ampirik)
Formül ağırlığı	407.90
Örnek	%99 'dan az ve %101 eşdeğerinden fazla olmamalı
TANIM	Hafif bir kokusu olan beyaz toz
FONKSİYONEL KULLANIMLARI	Unu kuvvetlendirmek için hızlı oksitleme ajanı olarak kullanılır

*C.A.S.: Kimyasal Maddelerin Uluslararası Numaraları

Kimyasal formülü CaIO_3 ve Uluslararası Kodekslerdeki sembolü E916'dır. Ekmek üretiminde etkisi, bir miktar hızlı olmakla beraber çözünme hızı yavaş olduğundan dolayı hamur fermantasyonunun son aşamalarına kadar devam etmektedir (Bahar, 2001).

Kalsiyum iyodatın izin verilen kullanım oranı Amerika'da en fazla 75 ppm, Kanada'da ise 45 ppm olarak belirlenmiştir. FDA tarafından onaylanan bir yükseltgen maddedir.

2.1.4. Potasyum İyodat

Potasyum iyodatın genel özellikleri Tablo 2.5.'de verilmiştir.

Tablo 2.5. Potasyum iyodatın genel özellikleri (JECFA, 1992):

Sembolü	INS No. 917
TANIMI	
Kimyasal Adları	Potasyum iyodat
C.A.S. sayısı	7758-05-6
Kimyasal formülü	KIO ₃
Formül ağırlığı	214.02
Örnek	%99.0'dan az ve kuru ağırlık olarak %101.0'dan fazla olmamalı
TANIM	Beyaz, kokusuz kristal toz
FONKSİYONEL KULLANIMLARI	Un işleme ajanı, oksitleme ajanı
KARAKTERİSTİĞİ	
TANIMLAMA	
Çözünürlüğü	Suda çözünür; etanolde çözünemez
Potasyum testi	Testi geçti
İyodat Testi	20 örnek çözeltisinden 1 tanesi bir damla nişastaya ve %20'lik hipofosforik asitin az miktarda damlasına eklenir. Saydam mavi bir renk oluşur.
SAFLIK	
Kurutmadaki kayıp	%0.5'den fazla değil (150 C ^o , 3 saat)
Asitlik veya Alkalilik	40 ml kaynamış ve soğutulmuş suyun içinde 5 g örnek ısıtılarak eritiliyor, soğutulup içine 3 damla fenol-ftalein katılıyor ve renk gözleniyor: Eğer çözelti pembe ise 0,4 ml 0.01 N hidro klorik asit eklenir. Pembe renk kaybolur. Eğer çözelti renksiz ise 1.2 ml 0.01 N sodyum hidroksit eklenir. Çözelti pembeye döner.
Arsenik	3 mg/kg'dan fazla olmamalı
Ağır metaller	10 mg/kg'dan fazla olmamalı

*C.A.S.: Kimyasal Maddelerin Uluslararası Numaraları

Kimyasal formülü KIO₃ olup etkisi oldukça hızlıdır ve hamur geliştirici özelliğini hamurun yoğrulması sırasında göstermektedir. Potasyum bromat ile 1/3 veya 1/6

oranında karıştırılarak da kullanılır. Bunun yerine son zamanlarda kalsiyum iyodat da kullanılmaktadır (Özkaya ve Özkaya, 1993).

Amerika Gıda ve İlaç İdaresi tarafından belirlenen ekmeklik unlarda kullanım oranı en fazla 75 ppm düzeyindedir. Fakat bu miktar Kanada'da 45 ppm'e düşürülmüştür.

2.1.5. Kalsiyum Peroksit

Kalsiyum peroksidin genel özellikleri Tablo 2.6.'de verilmiştir.

Tablo 2.6. Kalsiyum peroksidin genel özellikleri (JECFA, 1992):

Sembolü	INS No. 930
TANIMI	
Kimyasal adları	Kalsiyum peroksit, kalsiyum superoksit
C.A.S. sayısı	1305-79-9
Kimyasal formülü	CaO ₂ (ampirik)
Formül ağırlığı	72.08
Örnek	%60 CaO ₂ 'den az olmamalı
TANIM	Beyaz veya sarımsı, kokusuz, toz veya granüllü madde Uyarı: Güçlü oksitleme maddesi
FONKSİYONEL KULLANIMLARI	Un için kuvvetlendirici ajan

*C.A.S.: Kimyasal Maddelerin Uluslararası Numaraları

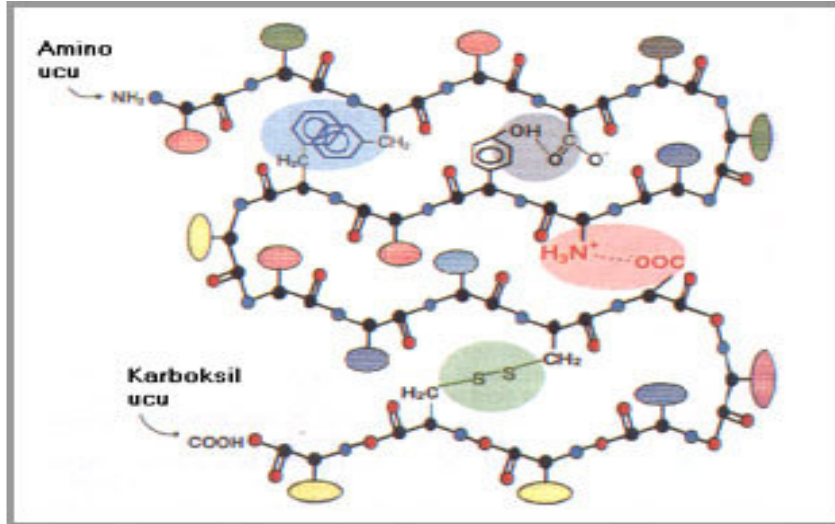
Kimyasal formülü CaO₂ ve Uluslararası Kodekslerdeki sembolü E930'dur. Un yerine hamura katılan ve etkisi hızlı olan bu madde, gluteni kuvvetlendirmekte, hamurun kuru bir özellikte olmasını ve yapışkanlığının giderilmesini sağlamaktadır. Hızlı etkisini yavaşlatmak için erime noktası yüksek yağlarla kaplanarak da kullanılabilir (Özkaya ve Özkaya, 1993). Kalsiyum peroksit, su kaldırma miktarının artırılmasına gereksinimi olan ve işlenebilirliği geliştirilmiş daha yumuşak ekmek hamuru üretimini sağlamaktadır (Bahar, 2001).

Kalsiyum peroksidin Amerika'da FDA tarafından izin verilen en yüksek kullanım oranı 75 ppm ve Kanada'da ise bu oran 100 ppm'dir.

2.2. Enzimler

Enzimler, protein yapıtaşlarından oluşan ve canlı hücreler tarafından sentezlenen biyolojik katalizörlerdir. Organik veya inorganik olabilen bu katalizörler kimyasal reaksiyon hızını etkiler, reaksiyon ile değişmez, dönüşümlü reaksiyonlarda eşitliği bozmaz ve reaksiyonun özelliğini ortaya çıkarırlar (Pylar, 1988). Reaksiyon sonunda enzim serbest kalır ve diğer bir reaksiyonu başlatmak üzere hazırdır. Teorik olarak bir enzim sonsuz sayıda reaksiyona etki edebilir. Ancak gerçekte tüm katalizörlerde olduğu gibi, enzimlerde sınırlı stabiliteye sahiptirler ve bir süre sonra aktiviteleri yavaşlar. Pek çok enzim sadece bir kez kullanılır ve daha sonra aktivitesini kaybeder (Anonymus, 2001).

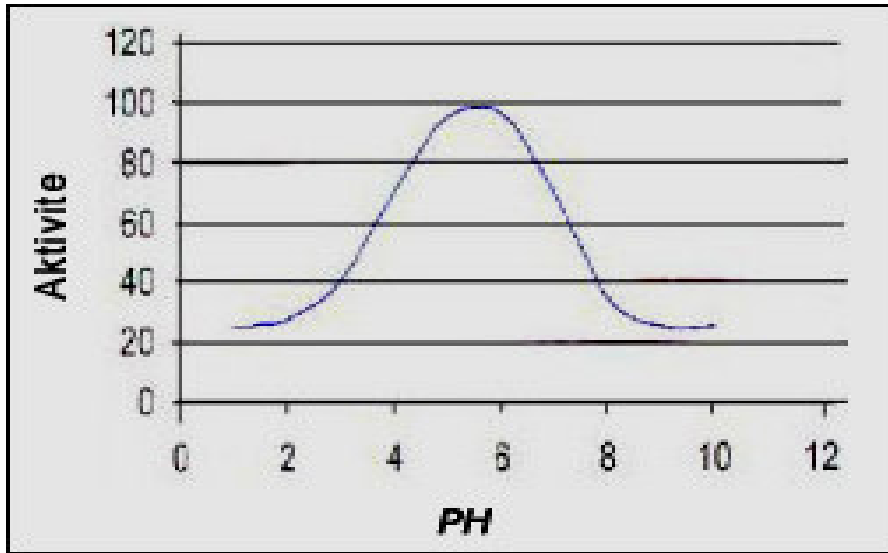
Enzimler, tüm canlı hücrelerde mevcuttur ve vücudun metabolik reaksiyonlarını katalize eder ve denetiminde görev alırlar. Böylece besinlerin, enerji ve yeni hücre bileşenlerine dönüşmesini sağlarlar (Anonymus, 2001).



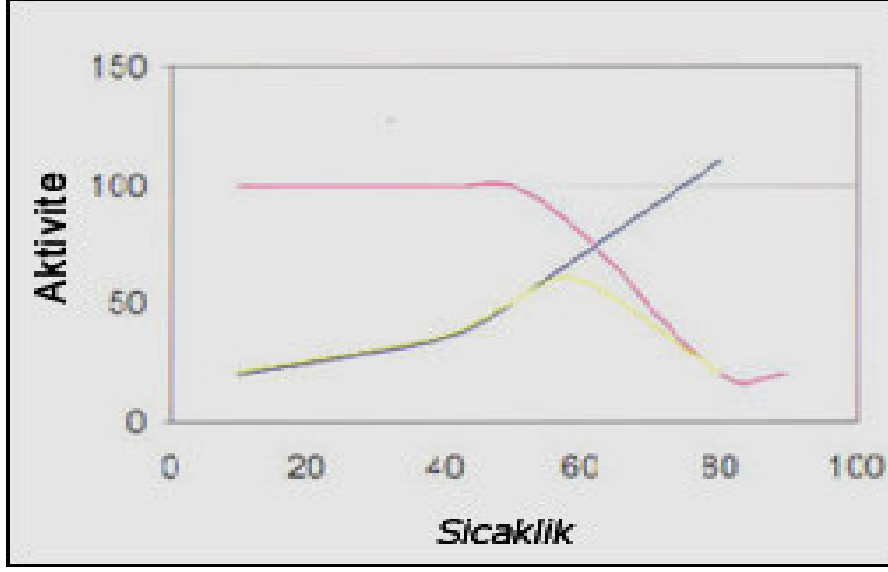
Şekil:2.5. Enzimin yapısı

Enzimlerin genel özelliklerine kısaca değinecek olursak (Anonymus, 2001);

1. Enzimler protein yapısındadırlar: Enzimler protein yapısındadır ve tüm proteinlerde olduğu gibi peptid bağları ile birbirine bağlanmış amino asit zincirleri içerirler.
2. Enzimlerin her biri bir çeşit reaksiyon için spesifiktir: Enzimlerin etkilediği maddeye substrat denir ve bir enzim sadece bir çeşit substrata etki eder. Örneğin üreaz enzimi ürenin amonyak ve karbondioksida ayrılmasına yol açar ve sadece bir tek etkisi ve bir tek substratı vardır.
3. Sıcaklık ve pH etkisi: Her enzimin aktif olabildiği belli bir sıcaklık ve pH seviyesi vardır. Ortamda o enzimin etkileyebileceği substrat ve enzimin aktif olabileceği sıcaklık ve pH dereceleri mevcut ise enzim aktivite gösterebilir. Eğer ortam sıcaklığı ve pH'ı enzim için uygun değilse istenilen sonuç gerçekleşmeyebilir. Enzimler belirli sıcaklık seviyelerinde aktif olabildiği gibi belli bir seviyenin üzerinde de hızla inaktif hale gelir. Enzimlerin faaliyetleri pişirme yada kaynatma ile durdurulabilir.



Grafik 2.1. pH'ın enzim aktivitesine etkisi



Grafik 2.2. Sıcaklığın enzim aktivitesine etkisi

4. Aktivatör ve inhibitörler: Ortamda mevcut bazı vitaminler ve mineraller enzimlerin aktivitelerini artırabilir yada engelleyebilir. Örneğin Ca ve L-Askorbik asit beta amilazı inhibe ederken, kalsiyum ve B vitaminlerinin varlığı enzimleri aktive edebilir.

Enzimler gıda endüstrisinde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Bütünüyle doğal olarak ve sadece mikroorganizmaların fermantasyonu, bitki veya hayvan dokularından ve sıvı ekstraksiyonlarından elde edilirler (Anonim, 2000). Bitkilerden elde edilenlere malt diyastazı, papain, bromelin ve fisin; hayvansal kaynaklardan elde edilenlere pankreas enzimleri, pepsin, katalaz ve renin; mikroorganizmalardan elde edilenlere invertaz, amilaz, proteaz, amilo-glukosidaz, pektinaz, glukoz oksidaz ve katalazlar örnek olarak verilebilir.

Enzimler genellikle bakteri, fungus ve maya gibi mikroorganizmalar tarafından üretilen doğal ürünlerdir. Enzimlerin mikroorganizmalar aracılığı ile üretilmesi işlemi, hayvanlar veya gelişmiş bitkiler aracılığıyla üretilmesinden daha ekonomik ve etkin bir yoldur. Mikroorganizmalar potansiyel olarak geniş spektrumlu enzimleri üretme yeteneğine sahiptirler. Mikroorganizmaların, pH, sıcaklık, osmatik basınç gibi konularda ekstrem koşullara dayanıklı olması, bunlardan üretilen enzimlerin de hayvan ve bitkilerden üretilenlere göre bu ekstrem koşullara karşı daha dayanıklı olmasını

mümkün kılmaktadır. Enzimlerin mikroorganizmalardan elde edilmesinin bir başka yararı da kolayca standardize edilebilmeleri, yüksek bir biyosentetik potansiyele sahip olmaları, hızlı çoğalmaları ve dolayısıyla verimlerinin daha yüksek olmasıdır (Nir ve Şentürk, 2000).

Sanayide kullanılan enzimlerin tutarı yüz milyonlarca dolar tutmakta ve bu miktar her yıl %3 oranında artmaktadır. Başlıca kullanım alanları ilaç, kozmetik, gıda sanayi (süt, alkol, meyve suları, fırıncılık ürünleri vb.), deri, kağıt, tekstil, deterjan gibi sanayi kollarıdır. Tablo 2.7.'de gıda sanayinde kullanılan belli bazı enzimler verilmiştir.

Tablo 2.7. Gıda sanayinde kullanılan enzimler (Nir ve Şenköylü, 2000):

Enzim	İşlevi
Süt Sanayinde	
Proteazlar	Stabilite ve peptid fermentasyonu
Lipazlar	Kötü koku üretimi, ransitleşme
Süperoksit dismutaz	Antioksidant, serbest radikal inhibitörü
Laktoperoksitaz	Antibakteriyel ajan
Fırıncılık Ürünlerinde	
α -amilaz	Su absorpsiyonunu azaltır, hamur kıvamını regüle eder
β -amilaz	Fermentasyonda uygun gaz üretimi, ekmek imalatı
Fitaz	Fitik asidi parçalar, besin kalitesini artırır
Lipoksigenazlar	Hamurdaki pigmentlerin ve kötü kokuların giderilmesi
Katalaz- Peroksitaz	Karotenoid pigmentlerinin giderilmesi
Meyve ve Sebzelerde	
Polifenol oksitaz	Meyve ve sebze dokularının enzimle kıvartılması
Klorofilaz	Klorofillerin hidrolizasyonu
Lipoksigenaz	Tat geliştirici ve karotenoid ağartıcı
Pektinaz	Olgunlaşma, depolama ve işlemede tekstürel değişimler

Bir enzimin sağlık açısından güvenilirliği söz konusu olduğunda, bunun elde edildiği kaynak organizmanın güvenilirliği birinci derecede önemli olmaktadır. Eğer enzim normal olarak, yenilebilir bir gıdada bulunan, toksik olmayan, antibiyotik üretmeyen bir

bakteri, maya veya küf suşundan elde edildiyse bu enzimin de güvenilir olacağı umulmaktadır. Çoğunlukla enzim üretimi için mutasyon tekniği kullanılırsa da güvenilir veya toksik olmayan bir organizmanın mutasyon sonucu toksik bir organizmaya dönüşmesi beklenen bir durum değildir. İkinci olarak dikkate alınacak husus, optimal büyüme için istenen faktörlerin toksin üretimini de teşvik edeceği, toksin için test edilmesinin gerekli olduğudur. Şüphesiz enzim üretiminde kullanılacak organizmaların hastalık yapıcı olmaması gerekmektedir. Bunların kanser yapıcı ve mutajenik olup olmadığı diğer incelenmesi gereken özelliklerdir. Ekmeklik unlarda sıkça kullanılan amilaz enzimleri genel olarak güvenli kabul edilen enzimler arasındadır.

Ekmeklik unlarda enzimlerin kullanılma nedenleri çok çeşitlidir. Örneğin enzimler, bir miktar lipid peroksidasyonu, makinede işlenebilirliği arttırmak için belirli bir miktar protein hidrolizi, nişastadan fermente olabilen şekerler oluşturularak maya çalışmasının iyileştirilmesi gibi işlevler için kullanılabilirler.

Ekmeklik unlarda tüketiciler tarafından en çok arzu edilen özelliklerin başında iyi kabarmış bir ekmek elde etmek gelmektedir. Bu da hamurun gaz tutabilme kabiliyetine ve aynı zamanda iyi bir gaz üretimine bağlı olup, bunun sağlanması için malt unu veya diğer enzim konsantrasyonları uygulanmaktadır. Bu tip kabarma özelliğinin sağlanması hamur hazırlama esnasında veya fırınlamanın başlangıç aşamasında olmakta ve doğrudan doğruya şeker kullanılmasından daha iyi sonuçlar vermektedir. Şeker kullanımı, %5'e kadar, hamur içinde gaz oluşumunu ve gaz tutma kabiliyetini olumlu yönde etkiler. Fakat daha fazla şeker katıldığında mayanın etki gücü azalır ve lezzet değişikliği meydana gelir. Zira hamur hazırlama esnasında şekerin tamamı fermente edilemez ve arta kalan şeker miktarı tatlı bir lezzet meydana getirir (Ünal, 1993). Buna benzer sebeplerden dolayı ve ekmek kalitesinde standardı yakalayabilmek adına özellikle son yıllarda endüstriyel olarak üretilmiş enzim preparatlarını kullanmaya yönelik eğilimler artmıştır.

Un sanayinde kullanılan enzim preparatlarından temel olanları; alfa amilazlar, hemiselülazlar, proteazlar, glukoz oksidazlar ve lipazlardır.

2.2.1. Karbonhidratlar Üzerine Etkili Enzimler

2.2.1.1. Amilazlar

Amilazlar poliglukanların glukosidik bağlarını hidroliz ederler ve bu sebepten dolayı hidrolaz grubu içindedirler. Amilazlar doğal olarak bir çok hayvan dokusunda, bitkilerde, mayalarda, küflerde ve bakterilerde bulunur. Elde edilen kaynağa göre pH ve sıcaklık optimum noktaları veya aside olan dayanırlıkları gibi bir çok özellik açısından farklılık gösterirler. Kristalize olabilen enzimler olduklarından aktif olmaları için koenzim varlığına ihtiyaç duymazlar (Pyley, 1988).

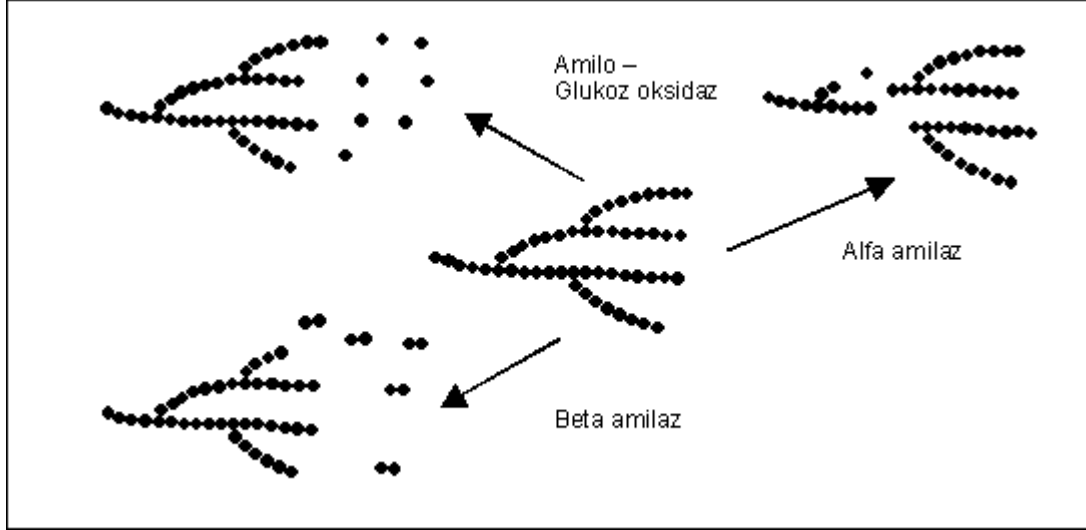
Bu enzimler ekmeklik unlarda, nişasta ve nişastanın polisakkarit bileşenlerini fermente olabilir şekerlere parçaladıkları için özel bir öneme sahiptirler. Amilazlar hamura üretimin farklı aşamalarında iki amaç için katılmaktadırlar. Bunlardan birincisi; fermentasyon aşamasında maya fermentasyonu için nişastadan maltoz ve glukozun substrat olarak oluşmasına yardımcı olmaktır. İkinci amaç ise; fırınlama aşamasında amilaz katılımı ile nişastanın retrogradasyonu sonucu unlu mamulün raf ömrünü uzatmaktır (Bahar, 2001).

Nişasta bulunduğu gıdanın viskozite ve yapısını etkileyen önemli bir maddedir. Bu nedenle de nişastanın hidrolizi bulunduğu gıdanın tekstürel kalitesi açısından önemli bir etken durumundadır (Temiz, 1998). Amilazlar, nişasta molekülünün ayrılmamış kesimlerini daha küçük bileşenlerine ayırır. Bütün enzimler gibi amilazlar da, sadece hamurdaki kabarmış, hasar görmüş nişasta (alt katmanlar) üzerinde etki yapar. Bu da hamurun viskozitesini azaltır ve işlem özelliklerini iyileştirir (Anonim, 2000).

Amilazlar hayvansal, bitkisel veya mikroorganizma kaynaklı olabilmektedir. Nişastayı farklı tarzlarda parçalayan üç temel amilaz vardır. Bunlar; α -amilaz, β -amilaz ve glukoamilazdır (Temiz, 1998).

Öğütme anında zedelenen nişasta, yoğurma ve fermentasyon işlemleri sırasında α ve β - amilaz enzimlerinin birlikte çalışması sonucu hidrolize edilir. Zedelenmiş nişasta α -amilaz enzimi ile malto dekstrinlere, malto dekstrinler β -amilaz enzimi ile serbest maltoza parçalanır. Mayadaki hücre içi enzimleri de maltozu glukoza parçalar.

Maya bu şekilde oluşan basit şekerleri (glukoz ve maltoz) kullanarak, hamurun kabarması için gerekli karbondioksit gazını ve alkolleri oluşturur (Anonymus, 2001).



Şekil 2.6. Nişastanın enzimlerle parçalanması (Anonymus, 2001)

Alfa ve Beta amilaz enzimleri, tabii olarak buğdayda bulunurlar. Alfa amilazın undaki miktarı düşük seviyelerde olup, aynı zamanda ekmek pişirmek için gerekli optimum seviye her zaman değişkendir (Sümbül, 1994). Bu seviyeler laboratuvar çalışmaları ile belirlenerek una gerekli miktarda amilaz ilavesi ile istenen standart yakalanmış olur.

Aspergillus oryzae varyasyonundan alfa-amilaz ve glukoamilazın genel özellikleri Tablo 2.8.'da gösterilmiştir.

Tablo 2.8. Alfa-amilaz ve glukoamilazın genel özellikleri (JECFA, 2000):

Semboller	INS No. 1100
KAYNAKLARI	<i>Aspergillus oryzae</i> 'nin patojen ve toksik olmayan cinslerinden kontrollü fermentasyon ile üretilir ve üreme ortamından izole edilir.
AKTİVİTE KOŞULLARI	alfa-Amilaz (eşanlamlıları: diyastaz, pityalin, glikogenaz) Glukan 1,4-alfa-glukosidaz (eşanlamlıları: amiloglukosidaz, acit maltaz, lizozomal alfa-glukosidaz, ekzo-1,4-alfa-glukosidaz)

SİSTEMETİK ADLARI VE NUMARALARI	1,4-alfa-D-Glukan glukanohidrolaz (EC 3.2.1.1) 1,4-alfa-D-Glukan glukohidraz (EC 3.2.1.3)
KATALİZLEDİKLERİ REAKSİYONLAR	alfa-Amilaz polisakkaritlerdeki 1,4-alfa-glukosidik bağları dekstrinler, oligosakkaritler ve glukoz olacak biçimde parçalar. Glukoamilaz polisakkaritlerdeki 1,4-alfa- ve 1,6-alfa-glukosidik bağları glukoz elde edilecek biçimde parçalar.
İKİNCİL ENZİM AKTİVİTELERİ	Lipaz (EC 3.1.1.3) Tannaz (EC 3.1.1.20) Selülaz (EC 3.2.1.4) Endo-1,3-beta-glukanaz (EC 3.2.1.6) Pektinaz (EC 3.2.1.15) Maltaz (EC 3.2.1.20) Laktaz (EC 3.2.1.23) Endo-1,4-beta-mannaz (EC 3.2.1.78) Proteaz
TANIM	Tipik sarımsı kahverengi biçimsiz tozlar veya sarımsı kahverenginden koyu kahverengi sıvılara değişir, sulu gıdaların içinde yayılır ve sabitleyici ve koruyucu içerebilir; suda çözünür ve pratik olarak etanol ve eterde çözünmezler.
FONKSİYONEL KULLANIMLARI	Enzim Preparatları Hububatların ve nişastanın hidrolizinde kullanılır; meyve ve sebze ürünlerinin, içeceklerin, şekerin, şekerleme ve fırıncılık ürünlerinin hazırlanmasında ve balda.
GENEL ÖZELLİKLERİ	Gıda hazırlaması için kullanılan enzim preparatlarının genel özelliklerine uymak zorundadır.

*C.A.S.: Kimyasal Maddelerin Uluslararası Numaraları

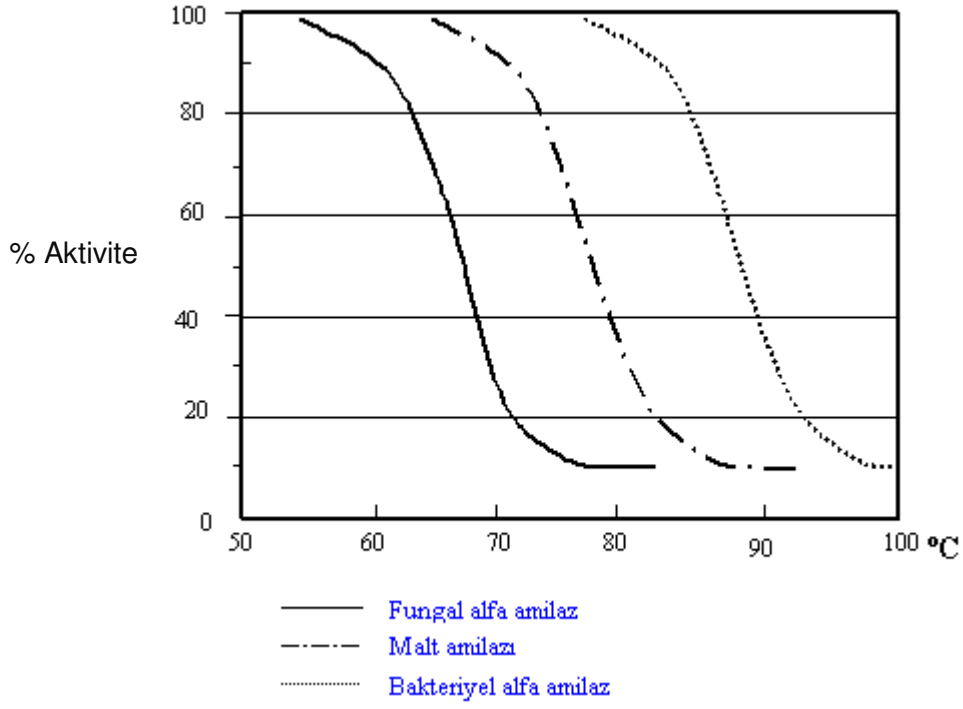
2.2.1.1.1. α - Amilaz

Ekmeklik unlarda normal olarak β -amilaz enzimi mevcuttur fakat α -amilaz enzimi kullanılan buğdaya göre değişmekle birlikte az veya yok denecek kadardır. Alfa-amilaz enzimi bir endoenzimdir ve nişasta molekülünün iç kısımlarındaki α -1,4-glukozidik bağları gelişi güzel hidrolize eder. Hidroliz sonucunda oluşturulan temel ürünler dekstrinlerdir.

Öğütölmüş un doğal olarak yeterli miktarda β -amilaz enzimi içerir. Fakat β -amilaz enzimi tek başına, fermantasyonda kullanılmak üzere az miktarda maltoz üretir ve bu miktar istenilen kadar olmaz. Bundan dolayı da dışarıdan una α -amilaz enzimi ilave edilmesi gerekir (Mathewson, 2000).

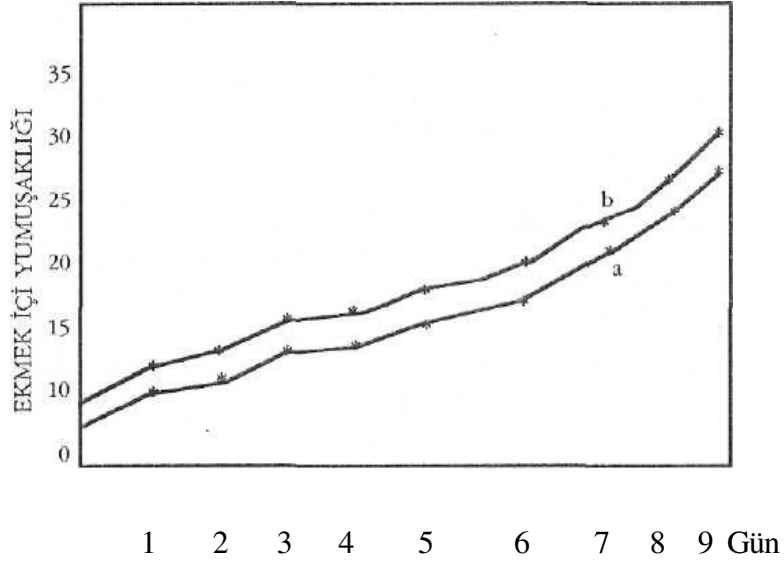
Alfa-amilaz enzimi *Aspergillus oryzae* isimli küf mantarından elde edilmekte olup, 1950 yılında ekmek üretiminde kullanılan ilk mikrobiyal enzimdir (Puldermans ve Schoppink, 1999). Büyük fermentasyon ekipmanlarında küflerden amilaz üretilir ve daha sonra havaya bırakılır. Çok basamaklı saflaştırma işleminden sonra uzun raf ömürlü toz haline getirmek için sprey kurutucu kullanılarak, ham enzim konsantratu olarak sonuçlanır. Maltodekstrin, nişasta veya un gibi taşıyıcılar eklenerek değirmencilikte kullanılmak üzere uygun hale getirilir (Popper, 2000).

Alfa amilaz enzimi farklı üç kaynaktan elde edilebilir. Bunlar; çimlenmiş arpa veya buğdaydan elde edilen malt amilazı, bakteri kaynaklı amilaz ve en çok kullanılan çeşidi olan fungal amilazdır. Malt ve bakteriyel α -amilaz, fungal α -amilaza göre sıcaklığa (70 C° ve üzeri) karşı daha dayanıklıdır. Bu, aktivitelerinin ekmek içi pişme sıcaklığıyla bile sonlandırılmamasına yol açar ve bu enzim aktivitesi pişme sonrasında bile devam edeceğinden son üründe ekmek içinin yapışkan bir hal almasına sebep olur (Başaran, 2001). Oysa fungal α -amilaz 55 C° sıcaklığın üzerine çıkıldığında aktivitesinde önemli bir düşüş meydana gelir (Şekil 2.7.) (Anonymus, 2001).



Şekil 2.7. Alfa amilazların termal stabiliteleeri

Alfa amilazın bir diğeri kullanılma amacı ekme bayatlama süresinin uzatılmasını sağlamaktır. Fırıncılık ürünlerinin bayatlamasını geciktirebilmek için amilopektinin kristal bölümleri kırılması veya amorf amilopektinler piştikten sonra tekrar kristalize olmaları önlenmesi gereklidir. Böylece bayatlama süresi belli ölçüde uzatılmış olur (Başaran, 2001). Bu konuda yapılan bir çalışmada Şekil 2.8.'teki gibi bir sonuç gözlenmiştir (Sucu, 1994).



Şekil 2.8. Depolanan Gün Sayısı (Depolama sıcaklığı 24 C°)

- Katkısız undan yapılan ekmeğe ait grafik
- Fungal α -amilaz kullanılarak yapılan ekmeğe ait grafik

Gıda endüstrisinde sıkça kullanılmakta olan *Aspergillus* küfünden oluşan fungal amilazın sağlık üzerinde her hangi bir zararlı etkisi yoktur. Sadece ekmeklik unlarda kullanılırken gerekli olan miktarın saptanması son ürün kalitesi açısından önemlidir. Çünkü fazla miktarda alfa amilaz kullanıldığında enzim aktivitesi çok fazla olacaktır ve bu da nişastanın çok fazla parçalanmasına neden olur. Pişme sırasında jeletinize olmuş nişastanın parçalanması son ürün kalitesini olumsuz etkiler. Aynı şekilde gerektiğinden az kullanılmış α -amilaz, mayanın ihtiyacı olan miktar kadar maltoz üretemeyeceğinden fermantasyonun istenilen şekilde gerçekleşmemesine neden olur ve bu da son ürünü olumsuz etkiler. Alfa amilaz miktarını belirlemede kullanılan uluslararası birim "gram başına SKB" olup, bu belirleme yöntemini geliştiren Sandsledt, Kneen ve Blish'in adlarından gelmektedir. Birçok üretici diğer birimleri kullanmaz, ancak istendiğinde SKB/gram cinsinden ifade edebilir. Bir ekmeklik buğday unu için, filizlerin hasar görmediği ya da malt unu ile işlem görmediği tipik doz, unun kilogramı başına 250-500 SKB'dir (Yani, 100 kg un için 5.000 SKB/g'de 8-10 g amilaz) (Anonim, 2000).

2.2.1.1.2. β - Amilaz

Beta-amilaz enzimi bir ekzoenzimdir ve nişastayı indirgen olmayan uç kısımlarından maltoz ünitelerine ayıracak şekilde α -1,4-glukozidik bağlar üzerinden hidrolize eder. Hidroliz sonucu oluşan temel ürün β -maltozdur. Oluşan bu maltoz, maya tarafından kolayca glukozu çevrilip kullanılmaktadır.

Genel olarak unlarda β -amilaz enzimi yüksek miktarlarda bulunduğundan dışarıdan katkı olarak ilave edilmesine gerek kalmaz.

2.2.1.1.3. Amiloglukosidaz

Glukoamilaz olarak da adlandırılan bu enzim genel olarak funguslar tarafından oluşturulmaktadır (Temiz, 1998). Amiloglukosidaz, birçok amilaz preparatının doğal bir yan aktivitesidir. Ama, özel *Aspergillus* soylarından daha saf şekilde de elde edilebilir (Anonim, 2000).

Amiloglukosidaz, malto dekstrin ve maltozun indirgen olmayan uçlarından glukoz oluşumunu katalize eder. Öğütme anında zedelenen nişasta, yoğurma ve fermantasyon işlemleri sırasında α ve β -amilaz enzimlerinin birlikte çalışması sonucu hidrolize edilir. Zedelenmiş nişasta alfa-amilaz enzimi ile malto dekstrinlere, malto dekstrinler beta-amilaz enzimi ile serbest maltoza parçalanır. Dolayısıyla ortamda α -amilaz ve β -amilaz varlığı amiloglukosidaz enziminin etkisini artırır. Böylece α -amilaz ve β -amilazın birlikte çalışması sonucu nişastadan malto dekstrin ve maltoz hidrolizi gerçekleşirken, amiloglukosidazın çalışması sonucu da malto dekstrin ve maltozdan glukoz hidrolizi gerçekleşir. Una α -amilaz ve amiloglukosidazın birlikte ilave edilmesiyle nişastadan yeterli miktarda fermente edilebilir şeker hidrolizi ve optimum gaz üretilmesi sağlanabilir. Aynı zamanda maya tarafından kullanılmayan fazla glukoz, pişirme anında Maillard reaksiyonunda yer alacağından ekmeğin kabuk renginin daha koyu olması sağlanır (Anonymus, 2001).

Donmuş hamurlarda, hamurda bulunan doğal şekerler hamurun bekletilmesi sırasında, fermente edilebilir hale geçer. Bu hamurların işlenmesi sırasında, fermantasyon anında yeterli fermente edilebilir şeker kalmadığı için fermantasyon süresi

uzar. Bu durumun önüne geçebilmek için, amiloglukosidaz enzimi eklenmesi gerekir. Amiloglukosidaz, hem bekleme anında hem de fermantasyon anında yeterli gaz oluşumu sağlar (Anonymus, 2001). Amiloglukosidazın ekmek kalitesine etkisi aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Özellikle düşük oranda şeker içeren hamurlarda gaz üretiminde artış
- Hacimde artış
- Ekmek içi özelliklerinde ve kabuk renginde iyileşme
- Beklemiş ve donmuş hamurlarda fermantasyon süresinde kısalma.

2.1.1.4. Maltojenik Amilaz

Bu enzimler ekzoenzim olup, nişasta zincirine etki ederek maltoz ve maltotriozu ayırırlar. Nişasta zincirini uç noktalardan başlayarak parçalarlar ve dallanma noktalarına geldiklerinde dururlar. Böylece aşırı doz riskini azaltırlar. Amilopektinin düz zincirini hidrolize ederek retrogradasyonun daha az olmasını böylece daha yumuşak bir ekmek içi yapısının elde edilmesi yanında tazeliğinde daha uzun süre korunması sağlanır (Paldermans ve Schoppink, 1999).

Yapılan bazı araştırmalara göre ekmek yumuşaklığını uzatmanın en uygun yöntemi ara sıcaklık sabitliğindeki amilazlardır. Bu da maltojenik amilazlar gibi genetik değişime uğratılmış mikroorganizmalardan elde edilecek enzimlerle sağlanabilir (Wilson, 2001). Kısa zincirli maltodekstrinler yaratmak için bu enzimlerin yaratılmasının yararları olabilir (Wilson, 2001). Halen bu enzimlerin sağlık üzerindeki etkileri ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir.

2.2.1.2. Hemiselülazlar

Aspergillus niger varyasyonundan hemiselülazın genel özellikleri Tablo 2.9.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.9. Hemiselülazın genel özellikleri (JECFA, 2000):

KAYNAKLARI	<i>Aspergillus niger</i> 'in patojen ve toksik olmayan cinslerinden kontrollü fermentasyon ile üretilir ve üreme ortamından izole edilir.
AKTİVİTE KOŞULLARI	Endo-1,4-beta-ksilanaz Ksilan 1,4-beta-ksilosidaz alfa-L-Arabinofuranosidaz Selülaz Galaktomannaz
SİSTEMETİK ADLARI VE NUMARALARI	1,4-beta-D-Ksilan ksilanohidrolaz (EC 3.2.1.8; C.A.S. No. 9025-57-4) 1,4-beta-D-Ksilan ksilohidrolaz (EC 3.2.1.37; C.A.S. No. 9025-53-0) alfa-L-Arabinofuranosit arabino-furanohidrolaz (EC 3.2.1.55; C.A.S. No. 9067-74-7) 1,4-[1,3; 1,4]-beta-D-Glukan 4-glukano-hidrolaz (EC 3.2.1.4; C.A.S. No. 9012-54-8) 1,4-beta-D-galaktan-4-manno-hidrolaz (C.A.S. No. 50812-17-4)
İKİNCİL ENZİM AKTİVİTELERİ	1) Glukoamilaz (1,4-alfa-D-Glukan glukohidraz; EC 3.2.1.3; C.A.S. No. 9032-08-0) 2) Maltaz (alfa-D-Glukosidaz glukohidrolaz; EC 3.2.1.20; C.A.S. No. 9001-42-7) 3) Laktaz (beta-galaktosidaz, beta-D-Galaktosit galaktohidrolaz, EC 3.2.1.23, C.A.S. No. 9031-11-2) 4) Invertaz (Sakkaraz, beta-Fruktofuranosidaz, beta-D-Fruktofuranosit fruktohidrolaz; EC 3.2.1.26)
KATALİZLEDİĞİ REAKSİYONLAR	Polisakkarit zincirinde çeşitli şeker grupları arasındaki bağları hidroliz eder.
TANIMLAMA	Tipik beyazda sarımsı kahverengiye tozlar veya sarımsı kahverenginden koyu kahverengine sıvılar. Formüle edilmemiş ürün ticari preparat elde etmek için genelde gıda laktozunun, mısır nişastasının veya maltodekstrin tozlarının içinde yayılır ve standardize edilir.
FONKSİYONEL KULLANIMLARI	Enzim preparatları Hazır kahve ve ekmek yapım işleminde kullanılır.

GENEL ÖZELLİKLERİ	Gıda hazırlaması için kullanılan enzim preparatlarının genel özelliklerine uymak zorundadır.
------------------------------	--

*C.A.S.: Kimyasal Maddelerin Uluslararası Numaraları

Un içinde nişastanın haricinde %2-3 civarında bulunan polisakkaritler, pentozanlar olarak adlandırılmaktadır. Pentozanlar; suda çözünen veya çözünmeyen olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır. Suda çözülebilir pentozanlar oksitleme ajanları ile muamele edildiklerinde hamur üzerinde yararlı etkileri olan hidrofilik jeller oluştururlar. Suda çözünmeyen parçacıkların ise gluten ile sıkı bir bağ oluşturarak ekmek hacmine ve tekstürel özelliklerine olumsuz etkileri bulunmaktadır ve hemiselülozlar olarak adlandırılmaktadır (Poldermans ve Schoppink, 1999).

Sağlık açısından çok önemli olan bu maddelerin vücuda farklı yararları vardır. Çözünmeyen parçalar, dışkıya yumuşaklık ve hacim kazandırarak bağırsakların düzenli çalışmasını sağlar ve kabızlığı önlerler. Çözünmeyen parçalar atık maddelerin kolon içerisinden geçişini sağlayacak şekilde hareketlendirerek bu bölgeden geçiş süresini kısaltır. Bu süre atık ve bağırsak çeperine zarar verecek olan maddeleri içerisinde bulunduran maddelerin geçiş süresidir (Diyetimiz, 2006). Çözünür parçalar kalın bağırsak florasını olumlu yönde değiştirerek zararlı bakterilerin çoğalmasını, bunların karsinogen üretmesini ve toksik öğelerin bağırsak hücresiyle temas süresini azaltarak kalın bağırsak rektum kanserinden korunmada yardımcı olur. Diyet posasının 13 g/gün artırılmasıyla bu tür kanserin % 31 azaltılabileceği saptanmıştır. Dışkılamayı artırarak kabızlığı, divertiküler hastalıkları önler (Baysal, 2006). Ayrıca çözünen parçacıklar, yağlı yiyecek maddelerine yapışarak ve onların atık olarak vücuttan dışarı atılmasını sağlayarak farklı bir rol oynar. Bu özellik kan kolesterol seviyesinin düşürülmesinde etkili olmaktadır. Çözünen parçalar vücudun şeker kullanımının değerlendirilmesine de yardımcı olur (Diyetimiz, 2006). Hemiselülaz enzimi aracılığı ile suda çözünmeyen parçacıklar, yüksek molekül ağırlığında suda çözünür polisakkaritlere dönüşmektedirler. Endoksilanaz, ekzoksilanaz, sellobiyohidrolaz ve arabinofuranosidaz hemiselülaz grubuna ait enzimlerdendir (Poldermans ve Schoppink, 1999).

Unda mevcut olan hemiselüloz büyük oranda arabinoksilan formundadır. Undaki arabinoksilan miktarı %3 civarında olup, ilave edilen suyun yaklaşık %30'unu bağlar.

Endoksilanaz enziminin arabinoksilanı parçalamasıyla hamurda tutulan bu su serbest kalır. Sonuçta hamur daha yumuşak hale gelerek makine ile işlenebilme yeteneği artar. Pişirme sırasındaki nihai sonuç ise ekmek içi yapısının oluşumunun gecikmesi ve daha iyi bir fırın sıçramasının sağlanarak daha fazla hacimli ve yumuşak bir ürün elde edilmesidir (Poldermans ve Schoppink, 1999).

En yaygın olarak kullanılan hemiselülazlar *Aspergillus* ve *Trichoderma* küf mantarlarından elde edilir. Endoksilanazın etkisi arabinofuranosidaz enziminin ilavesiyle arttırılabilmektedir. Arabinofuranosidaz hemiselüloz molekülünden arabinoz dallarını keserek ayırır. Böylece substratı endoksilanazın daha kolay parçalayabileceği bir forma getirir. Sonuçta hamur stabilitesi ve makinede işlenebilme yeteneği artar (Poldermans ve Schoppink, 1999).

Hemiselülazlar çoğu zaman amilazlarla birlikte bileşikler içinde satılır. Genel dozaj hakkında bir öneride bulunmak mümkün değildir. Çünkü hemiselülaz aktivitesini belirlemek için standart bir yöntem yoktur. Mevcut yöntemler genellikle indirgeyici şekerlerin açığa çıkması, viskozitenin indirgenmesi ya da sentetik veya renklendirilmiş moleküllerin parçalanmasına dayanmaktadır. Bunların birbiriyle bağlantılandırılması çok zordur. Ayrıca, farklı hemiselülazlar için standart yöntemin kullanılması bile, fırınlama özellikleri hakkında kesin sonuçlar elde edilmesini sağlamaz. Farklı kökenli hemiselülazların pentosan moleküllerine saldırdığı noktalar olasılıkla çok çeşitlidir (Anonim, 2000).

2.2.2. Proteinler Üzerine Etkili Enzimler

2.2.2.1. Proteaz

Aspergillus oryzae varyasyonundan proteazın genel özellikleri Tablo 2.10.'de gösterilmiştir.

Tablo 2.10. Proteazın genel özellikleri (JECFA, 2000):

Sembolü	INS No.1101(i)
KAYNAKLARI	<i>Aspergillus oryzae</i> 'nin patojen ve toksik olmayan cinslerinden kontrollü fermentasyon ile üretilir ve üreme ortamından izole edilir.
AKTİVİTE KOŞULLARI	Endo- ve ekzopeptidazlar
SİSTEMATİK ADLARI VE NUMARALARI	1. Aminopeptidazlar (EC 3.4.11) 2. Serin endopeptidazlar (EC 3.4.21) 3. Aspartik endopeptidazlar (EC 3.4.23)
KATALİZLEDİKLERİ REAKSİYONLAR	1. N-kutubundaki proteinlerin hidrolizi, amino asitlerin serbest bırakılması 2. Serin peptid bağları olan proteinlerin hidrolizi 3. Aspartik asit bağları olan proteinlerin hidrolizi
İKİNCİL ENZİM AKTİVİTESİ	alfa-Amilaz (EC 3.2.1.1)
TANIMLAMA	Sulu gıdalarda veya taşıyıcılarda yayılmış beyazdan sarımsı kahverengine değişen renkte biçimsiz tozlar; sabitleyici veya koruyucu taşıyabilirler, suda çözünür ve etanol ve eterde çözünmez.
FONKSİYONEL KULLANIMLARI	Enzim preparatları Et ve balık ürünleri hazırlanmasında, şekerleme, çorba, süt ve fırıncılık ürünlerinde kullanılır.
GENEL ÖZELLİKLERİ	Gıda hazırlaması için kullanılan enzim preparatlarının genel özelliklerine uymak zorundadır.

*C.A.S.: Kimyasal Maddelerin Uluslararası Numaraları

Proteazlar, proteinleri polipeptidler, peptidler, peptonlar gibi küçük bileşenlerine ve sonunda bunları oluşturan aminoasitlere hidrolizini veya parçalanmasını katalize eden ve proteinazlar veya proteolitik enzimler olarak değişik isimlerle ifade edilen enzim grubudurlar (Bahar, 2001).

Proteazlar, iki farklı tipte olmaktadır. Endoproteazlar proteinin disülfid bağlarını kırarak, proteini parçalara böler, ekzoproteazlar ise protein zincirinin uç kısmına etki ederek tek amino asit yada küçük peptidlerin oluşmasını sağlarlar (Anonymus, 2001). Örneğin ekmekte ekzoproteazlar kabuk rengini geliştirmek ve ekmek aromasını arttırmak amacıyla kullanılabilir (Poldermans ve Schoppink, 1999).

Buğday proteini olan glutenin işlenmesi zordur ve verim hacmi düşüktür. Bu sorun, fazla disülfid köprülerini parçalayarak protein moleküllerine hareket için daha fazla yer sağlayan indirgeyici özelliklere sahip proteazlar gibi enzimler kullanılarak çözülebilir (Anonim, 2000).

Proteazlar, gluteni yapısındaki peptid bağlarını parçalayarak hidrolize etmektedir. Proteazların optimum düzeyde kullanılmasıyla, hamur gluteni yumuşar, hamur elle yada makine ile uygun bir işlenebilirlik, uzama kabiliyeti ve elastikiyet kazanır.

Proteazlar; hububat yada mikroorganizma orijinli olabilir. Papain hububat orijinli proteazlar arasında en bilinenidir ve daha çok bisküvi üretiminde tercih edilir. Bakteri orijinli olanlar bisküvi üretiminde kullanılırken, fungal orijinli olanlar gerek bisküvi gerekse ekmek üretiminde kullanılabilir (Anonymus, 2001). Bu kullanım farklılıkları enzimlerin elde edildikleri kaynaklara göre farklı optimum çalışma pH'larına ve sıcaklıklarına sahip olmaları ile açıklanmaktadır.

Proteaz enziminin ekmek sanayinde en çok kullanım amacı, beyaz tava ekmeği yapımında, hamurun yoğrulma gereksinimini azaltmak ve tuzlu krakerin yapımında makinede işlenebilirliğini arttırmaktır (Bahar, 2001).

Ancak unda çok miktarda proteaz enzimi bulunması, hamurun aşırı derecede yumuşamasına ve işlem yapılamayacak derecede yapışkan bir hal almasına yol açabilir (Temiz, 1998). Bundan dolayı kaliteli bir ürün için proteaz kullanım düzeyini iyi ayarlamak gerekmektedir.

2.2.2.2. Glukoz Oksidaz

Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'da tüketicilerin katkı içermeyen yiyeceklere ilgisi her geçen gün artmaktadır. Son zamanlarda bazı ülkelerde bir takım kimyasal katkıların kullanımı yasaklanmıştır. Örneğin İngiltere'de 1990 yılından beri potasyum bromat kullanımı yasaktır. Bu nedenle kimyasal katkıların yerine geçecek maddeler aranmaya başlanmıştır. Bu durumda da tek alternatif enzimlerdir. Askorbik asit gibi oksidatif ajanların yerine geçebilecek enzim de glukoz oksidaz enzimidir (Anonymus, 2001).

Glukoz oksidaz enzimi genellikle *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae* ve *Penicillium notatum* küflerinden (amilaza benzer bir şekilde) elde edilir. Bal da zengin bir glukoz oksidaz kaynağıdır, ancak tat faktörü uygunluğunu büyük ölçüde sınırlar (Popper, 2000).

Glukoz oksidaz, glukozu atmosferdeki oksijenin yardımıyla glukonik aside okside eder. Bu arada hidrojen peroksit meydana gelir. Hidrojen peroksit kuvvetli bir oksidan maddedir. Sülfidril gruplarının disülfid gruplarına dönüşmesini hızlandırarak glutenin kuvvetlenmesini sağlar. Sonuçta, yoğurma özelliği daha iyi olan, kuru, yapışkan olmayan bir hamur elde edilir (Poldermans ve Schoppink, 1999). Bununla beraber, glukoz oksidaz askorbik aside göre daha güçlü olarak oksijen bağımlılığı ile sınırlanmıştır. Bu sebepten dolayı glukoz oksidazın kullanıldığı hamurlarda daha verimli olabilmesi için hamura ekstra oksijen gazı verilmesi gerekebilmektedir.

Glukoz oksidazın ekmek kalitesine etkileri aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Anonymus, 2001);

- Kolay işlenebilirlik
- Hamur direncinde artış
- Kolay şekillendirme
- Gevreklik

Glukoz oksidaz enzimi tek başına kullanıldığında hamurun stabilitesinin artmasını, işlenebilirliğinin kolaylaşmasını, dokusal ve görünüş özelliklerinin iyileşmesini sağlar. Ancak istenildiği kadar hacim artışı sağlamayabilir. Aynı zamanda glukoz oksidaz enzimi, fazla kullanıldığında gluten bağlarının mukavemeti çok artacağından hamur çok sert olacak ve hamur gelişimi ve işlenebilirliği zor olacaktır. Bu gibi eksiklikleri gidermek için bu enzim genellikle hemiselülaz enzimi ile birlikte kullanılır. Hemiselülaz, unda nişasta olmayan polisakkaritleri parçalar ve bu parçalanma sonucu açığa çıkan serbest su gluten elastikiyetinin ve gaz tutma kapasitesinin artmasına sebep olur. Buna bağlı olarak hacimli, iyi bıçak açan, geç bayatlayan, düzgün ve küçük gözenek yapıları ekmek elde edilir. Ancak hemiselülaz enzimi fazla kullanıldığında hamurun yapışkan ve yumuşak olma riski vardır. Bu nedenle hemiselülaz enzimi optimum sonucun alınabildiği minimum dozda kullanılmalıdır. Hemiselülaz enzimi tek

başına düşük dozda kullanıldığında hamurun mekanik olarak işlenebilirliğini kolaylaştırırken, proses toleransının iyileşmesine yeterli olmayabilir. Bu sebeplerden dolayı hemiselülaz ve glukoz oksidaz birlikte kullanıldıklarında birbirlerinin dezavantajlarını çok iyi bir şekilde karşılamaktadırlar (Anonymus, 2001).

2.2.3. Lipitler Üzerine Etkili Enzimler

2.2.3.1. Lipaz

Aspergillus oryzae varyasyonundan lipazın genel özellikleri Tablo 2.11.'da gösterilmiştir.

Tablo 2.11. Lipazın genel özellikleri (JECFA, 1992):

Sembölü	Lipaz, trigliserin lipaz, tribütroz; INS No.1104
KAYNAKLARI	<i>Aspergillus oryzae</i> varyasyonlarının kontrollü fermantasyonu ile üretilir.
AKTİVİTE KOŞULLARI	Triaçilgliserol lipaz
SİSTEMATİK ADLARI VE NUMARALARI	Triaçilgliserol açilhidrolaz (EC 3.1.1.3)
KATALİZLEDİKLERİ REAKSİYONLAR	Enzim preparatları çözünmeyen veya heterojen bir sistem olan yağ-su ara yüzeyinde di- veya monogliseritler ve serbest yağ asitleri oluşturacak şekilde trigliseritleri veya basit yağ asitlerini hidrolize ederler.
TANIM	Beyaz ile sarımsı kahve renkli tozlar veya sıvılar; suda çözünür, çözeltiler genellikle açık sarı renklidir; alkolde, kloroformda ve eterde çözünmez.
FONKSİYONEL KULLANIMLARI	Enzim preparatları; Peynir üretiminde kullanılır.
GENEL ÖZELLİKLERİ	Gıda hazırlaması için kullanılan enzim preparatlarının genel özelliklerine uymak zorundadır.

*C.A.S.: Kimyasal Maddelerin Uluslararası Numaraları

Kaliteli bir ekmek için lipitler oldukça önemlidir. Gerek undaki mevcut lipit gerekse emülgatör olarak ekmeğe eklenen lipit, ekmekte hacim artışı ve ekmek için yumuşak olmasını sağlar. Hemen hemen bütün ekmek katkı formülasyonlarında emülgatör vardır. Ancak emülgatörlerin kimyasal katkı olması ve kullanımındaki zorluklar nedeniyle tüketiciler mümkün olduğunca emülgatör kullanmak istememektedir.

Bu nedenle emülgatör yerine kullanılabilir ama emülgatörün sahip olduğu bu olumsuzlukları taşımayacak bir katkı arayışı içine girilmiştir. Enzimlerde bu konuda tek alternatiftir (Anonymus, 2001).

Lipaz enzimi yağ ile birlikte hamura ilave edildiğinde, unun lipid içeriği enzimin ekmeğini yumuşatma etkisini sağlamaya yeterli olmadığından lipaz enzimi genellikle az miktarda yağ ile kombinasyon halinde kullanılır (Poldermans ve Schoppink, 1999), yağ ekmeğinin üretimi süresince lipaz enzimi tarafından hidrolize edilir. Trigliseridlerin hidrolizi ile oluşan monogliseridler ve yağ asitleri nişasta zinciri ile kompleks bir yapı oluşturur. Bu kompleks yapının oluşumuyla nişasta retrogradasyonu gecikir. Böylece yumuşak ekmeğini içine ve uzun raf ömrüne sahip ekmeğini elde edilir (Anonymus, 2001).

Hamurda monogliserid oluşumu ekmeğinin daha fazla hacim yapmasını sağlar. Pişirme sırasında hamur iç sıcaklığı belirli bir dereceye ulaşana kadar ekmeğini fırında kabarma gösterir. 60-70 C° sıcaklıkta nişastanın jelatinize olması, 80-90 C° sıcaklıkta da protein ve glutenin denature olmasıyla ekmeğinin fırında kabarması durur. Monogliseridler hamur bileşenleri ile etkileşime girerek bu reaksiyonları geciktirir. Dolayısıyla ekmeğini hacmi daha büyük olur (Anonymus, 2001).

Fakat lipaz kullanmanın da riskleri yok değildir. Bazı serbest yağ asitleri güçlü bir koku ortaya çıkarırlar, özellikle katı yağlar, bu da unlu mamullerde istenmeyen kokuya neden olabilir (Wilson, 2001).

2.2.3.2. Lipoksigenaz

Oksidoredüktazlar grubu içinde yer alan bir enzim olup hem undaki sarı karoten pigmentlerinin hem de doymamış yağ asitlerinin atmosferik oksijen ile çiftli yükseltgenmesini katalize etmesi nedeniyle ağartıcı bir etki oluşturmaktadır (Bahar, 2001).

Lipoksigenaz henüz ticari olarak üretilmemektedir. Ancak baklagiller özellikle soya oldukça iyi lipoksigenaz kaynağıdır. Ekmeğilikte enzim-aktif soya unu lipoksigenaz kaynağı olarak kullanılmaktadır (Anonymus, 2001).

Hamurda lipoksigenazın ikinci fonksiyonu ve günümüzde en çok kullanılması nedeni karıştırma toleransı ve hamurun işleme özelliklerini geliştirmesidir. Yağda

çözünür un pigmentlerinin ağartılmasında lipoksigenazın kullanımı hamurda ilk uygulama alanıdır. Ekmek yapımında lipoksigenaz, ekmek içi rengini beyazlatmak amacıyla hamura, %0,5 olarak ilave edilmektedir. Ekmek yapımında kullanımının bir diğer yararı da sülfidril gruplarının oksidasyonu ile proteinler arasında çapraz bağlar oluşturarak hamurun kuvvetini arttırmasıdır. Bu enzim ayrıca yağlar üzerinde olan oksidatif etkisi nedeniyle ekmeğin lezzetini de arttırmaktadır (Bahar, 2001).

2.3. Un Ağartıcılar

Öğütülme işlemi sırasında buğday taneleri iki taş arasında ezilerek öğütülmektedir. Bu basit işlem kepek, alöron, tohum, endosperm gibi kısımların ayrılmasını sağlamaktadır. Un ilk öğütüldüğünde daha açık renk vermek amacıyla kepek parçacıkları elenerek uzaklaştırılmaktadır. Günümüzde kullanılan öğütme sistemleri ile unun elenmesi çok daha kolay ve ekonomik olmaktadır. Bütün bu kolaylıklara rağmen değirmencilerin istenilen kalitede un elde edebilmeleri amacıyla yapılan çalışmalarda, una renk veren maddelerin lipidler olabileceği saptanmıştır ve hegzan gibi çözünen sistemler ile unun ekstrakte edilmesi sonucunda elde edilen ilk bileşenin karoten olduğu, ekstraktın geri kalanını ise ksantofillerin oluşturduğu belirtilmiştir. Bu renk maddelerinin yağda çözünür olması, hidrojen peroksit gibi suda çözünen maddelerin ağartma ajanı olarak kullanılmalarını engellemiştir. Günümüzde unu ağartmak için kullanılan yükseltgenler lipofiliktir (Bahar, 2001).

Un ilk öğütüldüğünde sarımsı renklidir. İki üç haftalık dinlendirme sonrasında rengi beyazlamaya başlamaktadır. Fakat bu bekleme süresinin uzunluğu, depolama maliyetinin çok olması ve hızlı tüketim talebinin karşılanabilmesi amacıyla un ağartıcı maddeleri ile kısaltılmak istenmektedir. Bu maddelerin kullanımların sağlık üzerindeki etkileri halen tartışılmaktadır.

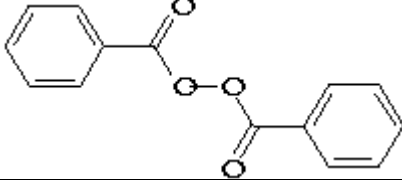
2.3.1. Azot Tetraoksit

Bu madde bilinen ve halen de birçok ülke de kullanılan en eski ticari un ağartma ajanıdır. Nitrik asidin demir sülfat ile reaksiyonu sonucu oluşur ve daha sonra hava ile seyreltilerek un içine verilmektedir. Gaz unun lipid fazında çözünerek karetenoid pigmentlerini oksidatif olarak ağartmaktadır (Bahar, 2001).

2.3.2. Benzol Peroksit

Benzol peroksidin genel özellikleri Tablo 2.12.'da gösterilmiştir.

Tablo 2.12. Benzol peroksidin genel özellikleri (JECFA, 2000):

Sembolü	Benzol superoksit, INS No. 928
Kimyasal adları	Dibenzol peroksit
C.A.S. sayısı	94-36-0
Kimyasal formülü	$C_{14}H_{10}O_4$
Yapısal formülü	
Formül ağırlığı	242.23
Örnek	%96.0'dan az olmamalı
TANIMI	Renksiz, zayıf bir benzaldehit kokusuna sahip kristal katı madde Uyarı: Benzol peroksit çok reaktif bir maddedir ve patlamalara yol açabilir.
FONKSİYONEL KULLANIMLARI	Un işleme ajanı
TANIMLAMA	
Çözünürlüğü	Suda çözünmez, etanolde az miktarda çözünür, eterde çözünür
Erime aralığı	103 -106C° arasında

*C.A.S.: Kimyasal Maddelerin Uluslararası Numaraları

Kimyasal formülü $C_{14}H_{10}O_4$ olan bu madde kristal granül formunda renksiz bir maddedir. Amerika'da halen en çok kullanılan un ağartıcı ajandır. Fakat ülkemizde ve Avrupa Birliği ülkelerinde kullanımına izin verilmemektedir. Benzol peroksit ekmeğin

pişirilmesi sırasında benzoik aside dönüşür ve bu maddenin her hangi bir toksik etkisine rastlanmamıştır. Fakat yine de benzol peroksit üzerindeki kansorejenik ve alerjik etkisine ait bulgular halen tartışılmaktadır ve yapılan araştırmalara rağmen insan üzerindeki etkilerine ilişkin özellikleri kesinlik kazanmamıştır. Unda ağartıcı ajan olarak etkili olabileceği kullanım miktarı 35-40 ppm olarak belirlenmiştir.

2.3.3. Aseton Peroksit

Kimyasal formülü $C_3H_8O_3$ olan ve asetonun hidrojen peroksit ile oksidasyonu yoluyla elde edilen organik bir bileşen olan aseton peroksit, taşıyıcı ve seyreltici madde olarak rol oynayan nişasta ile birlikte una toz halinde ilave edilmekte ve 20-40 ppm kullanım oranında ekmeğin tüm kalite karakteristiklerinin geliştirilmesinde etkili olmaktadır (Bahar, 2001).

2.3.4. Klor Dioksit

Klor dioksit, gaz halinde una uygulanmaktadır. Hem unu olgunlaştırma hem de ağartma özelliği vardır. Fakat klor dioksitin unu ağartma etkisi benzol peroksit göre karşılaştırıldığında daha azdır. Bu gazın uygulanması giderek azalmaktadır, çünkü değirmencilerin üretim planlarında çok hassas ve komplike bir gaz verici ekipmana ihtiyaçları vardır. Eğer gaz sızıntısı olursa, bu istenmeyen ve tehlikeli klor gazının salınmasına yol açabilmektedir. Bu ağartıcı ajanın kullanılma miktarı 100 kg una 2 gramdır (Sugden, 1994).

3. EKMEKLİK UNLARDA KULLANILAN KATKI MADDELERİNİN TÜRK GIDA KODEKSİNDE VE ULUSLAR ARASI KODEKSLERDE İZİN VERİLEN KULLANIM MİKTARLARI VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Halkımızın beslenmesinde önemli bir yeri olan ekmek, Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne göre "ekmeklik tahıl unlarına su, tuz, maya katılması ile hazırlanan kütlenin, yoğrularak uygun bir şekilde fermente edildikten sonra pişirilmesi ile yapılan mamul" olarak tanımlanmaktadır. Tanımdan da açıkça görüldüğü gibi, gerek Türk mevzuatında, gerekse dünyanın diğer ülkelerinde un, su, tuz ve maya ekmek üretimi için ana bileşenler olarak kabul edilmekte, bunların dışında ekmeğin üretim formülüne ilave edilen maddeler isteğe bağlı bileşenler veya ekmek katkı maddeleri olarak ifade edilmektedir (Boyacıoğlu, 1993).

Şu an geçerli olan, 22.12.2003 gün ve 25324 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne (2005) göre ekmeklik unlarda kullanılmasına izin verilen gıda katkı maddelerini kullanım amaçlarına ve miktarlarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırabiliriz;

1. Asitliği Düzenleyiciler; Asetik asit (QS)
2. Antioksidan ve Antioksidan Sinerjistleri; Askorbik Asit (QS)
3. Emülgatörler; Yağ asitlerinin mono ve digliseritleri (QS), Yağ asitlerinin mono ve digliseritlerinin asetik asit esterleri (QS), Yağ asitlerinin mono ve digliseritlerinin tartarik asit esterleri (QS), Yağ asitlerinin mono ve digliseritlerinin mono ve diasetil tartarik asit esterleri (QS), Yağ asitlerinin mono ve digliseritlerinin tartarik ve asetik karışımlarının esterleri (QS) ve Lesitinler (QS)
4. Enzimler; Bacillus subtilus bakterisinden ve Aspergillus oryzae küfünden elde edilen amilazlar

5. Antimikrobiyal Maddeler; Potasyum asetat (QS), Sodyum asetatlar (QS), Kalsiyum asetat (QS), Propionik asit, Sodyum propiyonat, Kalsiyum propiyonat, Potasyum propiyonat (Propiyonik asit cinsinden 3 g/kg), Sorbik asit, Potasyum sorbat ve Kalsiyum sorbat (2 g/kg)
6. Stabilizörler; Kalsiyum karbonat ve Mono-, Di- ve Trifosfatlar (20 g/kg)
7. Jelleştiriciler ve Kıvam Arttırıcılar; Sodyum stearol-2-laktilat ve Kalsiyum stearol-2-laktilat (5 g/kg)
8. Diğerleri; Yağsız Soya Unu, Malt Unu, Patates Unu, Mısır Unu, Yağsız Süt Tozu, Bitkisel Yağ Sakaroz, Glukoz ve Glukoz Şurubu ve Kuru Gluten

Bir gıda katkı maddesi, deneysel veya ticari üretiminden tükettiğimiz gıda maddesinde kullanım izni alınıncaya kadar birçok aşamadan geçer. Türkiye'de gıda katkı maddelerinin kullanımı, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği uyarınca Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Bir gıda katkı maddesinin kullanılabilmesi için ilgili yönetmelik hükümlerine uygunluğundan önce bunun Ulusal ve/veya Uluslararası spesifikasyonlara uygunluğunun belgelendirilmesi zorunludur.

Uluslararası Gıda Standartlarının iki kaynağı vardır: Dünya Sağlık Örgütü'nün (FAO/WHO) himayesi altındaki "Codex Alimentarius" standartları ve topluluk içinde üye ülkelere uygulanan Avrupa Ekonomik Topluluğu (EEC) yönetmelikleri. Amerika Birleşik Devletleri'nde ise; Gıda ve İlaç Teşkilatı (FDA) gıda ve özellikle gıda katkı maddesi regülasyonlarının birinci derecedeki kaynağıdır (Boyacıoğlu, 1993).

Üye ülkeler ve FAO ve/veya WHO'ın yardımcı üyelerinden oluşan FAO/WHO Ortak "Codex Alimentarius" Komisyonu, FAO/WHO Ortak Gıda Standartları Programı'nı yürütmek amacıyla 1979 yılında kurulmuştur. Bu programın amacı tüketicinin sağlığını korumak, yasalara uygun, hilesiz ticaretin uygulanmasını sağlamak, uluslararası ticareti kolaylaştırmak amacıyla uluslararası gıda standartları yayınlamaktır. Devletlerarası bir alt komite olan FAO/WHO Ortak Gıda Katkı Maddeleri 'Codex' Komisyonu gıda katkı maddeleriyle ilgili tüm konularda FAO/WHO Ortak Gıda Katkı Maddeleri Uzmanlar Komisyonundan (JECFA) aldığı görüşler ve öneriler doğrultusunda "Codex Alimentarius" Komisyonu'na bilgi verir. Mevcut bilimsel

verilerin ve ortaya çıkan önerilerin değerlendirilmesi JECFA tarafından sağlanır. Bu komite gıda katkı maddeleri için günlük kabul edilebilir alım miktarlarını (acceptable daily intakes, ADI) ve tanımlama veya saflık kriterlerini belirler (Boyacıoğlu, 1993).

JECFA gıda katkı maddelerinin sadece yetkili kurumlar tarafından onaylandıktan sonra kullanılmasını ve yasal kontrolün izin verilen katkı maddelerinin yer aldığı bir listeye dayanmasını önermiştir. Bir madde gıda katkı maddesi olarak resmen kabul edilmeden önce iki anahtar kriter yerine getirilmek zorundadır: Teknolojik olarak etkinliği ve sağlık açısından güvenilirliği.

Gıda katkı maddelerinin toksikolojik analizleri için kullanılan yöntemler ve değerlendirme prensipleri dört komite tarafından ele alınmıştır. Toksikolojik değerlendirmelerin ilk kademesi; ilgili verilerin toplanması iken, ikinci aşama; maddenin gıda maddesi olarak kabulü hakkında karara varmak için verilerin yorumlanması ve değerlendirilmesidir. Gıda katkı maddesinin test edilmesi için kullanılan genel yöntemler içinde akut toksisite çalışmaları, biyokimyasal çalışmalar, kısa süreli çalışmalar, uzun süreli toksisite testleri ve embriyotoksisite ve teratogenisite gibi özel çalışmalar örnek olarak verilebilir.

Eğer yeterli veri mevcut ise; gıda katkı maddesi için (ADI) önerilir. JECFA bir çok öneriden birini yapabilir: Kg vücut ağırlığı için mg olarak spesifik miktar, rakam olarak belirtilmemiş (ADI), kararın ertelenmesi (teknolojik kullanıma ilişkin hususların net olmadığı), hiçbir (ADI)'nın açıklanmaması (yeterli spesifikasyonların veya güvenilirliğin belirlenmesi için yeterli olmaması durumumla) veya kullanıma uygun olmadığı (bu tip bir karar için yeterli veri mevcut olduğu zaman). İnsan için (ADI), JECFA tarafından gıda katkı maddesinin yaşam boyu, hiçbir risk olmaksızın günlük diyetle alınabilecek miktarı olup kg vücut ağırlığı için mg cinsinden ifade edilmektedir (Boyacıoğlu, 1993).

Bir gıda katkı maddesinin kullanımına ilişkin diğer bir tanımlama olan "maksimum miktar" bir gıda katkı maddesinin son üründe bulunmasına izin verilen en yüksek miktardır. Uygun Teknolojinin Gerektirdiği (GMP veya QS) miktar ise; uygun bir teknolojik uygulama için bir gıda katkı maddesinin mamulde bulunmasına izin verilen en yüksek sınırının, mamulde beklenen nitelikleri verebilen ve imalatçı

firmanın sorumluluğu altında kendiliğinden belirlenen en düşük miktardır (Boyacıoğlu, 1993). Buraya kadar verilen bilgilerden açıkça görülebileceği gibi bir gıda katkı maddesinin formulasyonuna girinceye kadar bizim sağlık güvenliğimiz için birçok ön kontrol sistemlerinden geçmektedir.

Buraya kadar verilen bilgilerin ışığı altında ekmek katkı maddelerinin sağlık açısından güvenliğini iki ana başlık altında değerlendirebiliriz.

İlk olarak göz önüne alınması gereken husus, gıda katkı maddelerinin bazı durumlarda bizi risk ile karşı karşıya bırakırken aynı zamanda birçok yarar sağladığı gerçeğidir. Örneğin; antimikrobiyal madde koruyucu kullanılmaksızın üretilen ekmek, bu maddeleri içeren ekmekten çok daha hızlı küflenir. Bu noktada tüketici farklı seçimlere sahip olmaktadır. Antimikrobiyal madde-koruyucu içeren bir ekmek satın alarak kalsiyum propiyonattan dolayı az veya sıfır risk ile yüz yüze gelebilir veya bu maddeyi içermeyen bir ekmek satın alabilir. İkinci durumda antimikrobiyal madde-koruyucu olmaksızın üretilen ekmek hızla küflenebilmekte ve %100 doğal kanser yapıcı olan aflatoksin riskini getirebilmektedir. Diğer yandan, ekmeği küf ve mikotoksin üretimini en aza indirmek için buzdolabı koşullarında saklayabiliriz, fakat bu da ekmek buzdolabı koşullarında daha hızlı bayatladığı için ekmeğin dokusunun istenmeyen bir hal alması ile sonuçlanacaktır. Güvenirlik açısından, her zaman hatırlanması gereken husus, genelde tüm gıda maddelerinin ve özelde ekmek katkı maddelerinin, kullanımlarına yasal olarak izin verilmeden önce insan sağlığına herhangi bir şekilde olumsuz etkilerinin olup olmadığının belirlenmesi için birçok testten ve değerlendirme aşamasından geçtiğidir. Bu güvenceye ilaveten, günümüzde tartışma konusu olan bazı katkı maddeleri Türkiye'de ekmek üretiminde kullanımına izin verilen katkı maddeleri içinde yer almamaktadır. Ayrıca Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde ekmek katkı maddeleri için belirtilen maksimum miktarlar çoğunlukla uluslararası standartlarda belirtilen miktarların altındadır (Boyacıoğlu, 1993).

4. TÜRKİYE'DE GIDA KATKI MADDELERİ SEKTÖRÜ

Ülkemizde ve tüm dünyada katkı maddelerine olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Artık gıda üretiminin ayrılmaz bir parçası haline gelen katkı maddeleri, bu talebin karşılana bilmesi için büyük bir sektör haline gelmiştir.

Gıda katkı maddeleri sektörü üç farklı bölümden oluşmaktadır. Birincisi üretim aşamasıdır ve dünyada belli başlı firmalar bu teknolojik yeterlilik ve yüksek maliyet gerektiren üretimi yapabilmektedir. İkinci olarak üretilen saf hammaddeden tüketiciye daha yararlı olabilecek katkıların elde edilmesidir. Üçüncü ve şuan Türkiye'de uygulanan kısmı ise saf hammaddeleri dışarıdan alarak herhangi başka bir işleme gerek kalmadan gıdanın ihtiyacı doğrultusunda çeşitli karışımlar hazırlayıp tüketicinin en iyi sonucu almasını sağlamaktır.

Dünyada buğday unu ve ekmek katkı maddesi üretimini yapan şirketlerin başında DSM Baking Enzymes, BASF Health and Nutrition, Mühlenchemie ve Novozymes gelir. Şuan Türkiye'de saf hammadde olarak un katkı maddesi üreten şirket bulunmamaktadır. Türkiye'deki un katkı maddesi satan şirketler bu şirketlerden ithal ettikleri ürünleri ya saf hammadde olarak yada çeşitli karışımlar hazırlayarak tüketiciye sunarlar. Türkiye'deki şirketlerden bazıları şöyledir: Polen Un ve Gıda Katkı Maddeleri San.Tic.Ltd.Şti., Abp Ltd. Şti., Vatan Gıda Sanayi ve Dış Tic. Ltd. Şti., Ardıç Medikal Gıda İth. İhr. Pazarlama, Beyap Gıda Mühendislik Ürünleri San. Tic. Ltd. Şti., Ekin Gıda İthalat İhracat Pazarlama, Erkaya Gıda Mühendislik İth. Pazarlama, Delta Gıda Teknolojileri San. Tic. Ltd. Şti.

Örnek olarak 1997 yılında faaliyete geçen Polen Un ve Gıda Katkı Maddeleri San. Tic. Ltd. Şirketini ele alacak olursak, ithal ettiği ürünler çoğunlukla Novozymes ve BASF Health and Nutrition ürünleridir. İthal edilen ürünler enzim grubu olarak fungal alfa amilaz, fungal xylanase hemiselülaz, glikozoksidaz, lipaz ve proteazdır, ayrıca bunlara ek olarak hamur geliştirici olarak da askorbik asittir. Bir başka şirket olan Abp Ltd. Şirketi Mühlenchemie ürünlerini ithal etmektedir ve ürün çeşitliliği daha fazladır.

Yukarıda değinilen ürünlerin yanı sıra beta amilaz, lesitin, buğday gluteni, malt unu, sistein, azodikarbonamit gibi un katkı maddeleri ithal etmektedir.

Bu gibi şirketlerin hazırladıkları karışımlar unun kalitesine göre değişmektedir. Gluten kalitesi iyi olmayan zayıf unlar için hazırlanan ile gluten kalitesi iyi ama enzim miktarı düşük olan unlar için hazırlanan karışımlar aynı değildir. Birinde askorbik asit fazla diğesinde enzim grubu fazla olmaktadır. Bunun içinde un üreticilerinin üretimleri iyi takip edip, buğday alımından un eldesine kadar olan aşamalarda laboratuvar analizlerini en iyi şekilde yapıp doğru katkıları kullanmaları gerekmektedir. Yanlış katkı kullanımı ürün kalitesini doğrudan etkileyeceğinden katkı kullanımına dikkat etmek gerekmektedir. Ancak doğru teşhisle doğru müdahale en iyi sonucu vermektedir.

5. SONUÇ VE TARTIŞMALAR

Gıda katkı maddelerinin kullanılması ile ilgili tarihsel gelişmeler incelendiğinde, M.Ö. 3000 yıllarında et ürünlerini kürlenmeden tuzdan yararlanıldığı, M.Ö. 900 yıllarında ise tuz ve odun tütsüsünün gıda saklama yöntemleri olarak kullanıldıkları görülmektedir. Ortaçağlarda etlere koruyucu amaçla tuz ve tütsünün yanı sıra katılan nitratın etin rengini olumlu yönde değiştirmek ve botulizmi önlemek amacıyla kullanıldığı bilinmektedir. M.Ö.50 yılında baharatlardan lezzet verici olarak yararlanılmış, gıda boyaları ise günümüzden yaklaşık 3500 yıl kadar önce Mısırlılar tarafından renklendirici amaçla kullanılmışlardır. 19yy.'daki hızlı şehirleşmesinin paralelinde katkı maddelerinin kullanımları, özellikle gıdaları bozulmalara karşı koruma amacıyla yaygınlaşmış olup günümüzde ise bu maddeler gelişen gıda teknolojisinin vazgeçilmez bir parçasını oluşturmuşlardır (Altuğ, 1999).

Tüketiciler, özellikle de büyük şehirlerde yaşayanlar, son dönemde tüketilmeye hazır, hazırlanması zaman almayan, uzun süreli raf ömrü olan, dış ve iç görünüşü mükemmel gıdalara yönelmeye başlamışlardır. Bu da gıda katkı maddelerinin kullanımını arttırmıştır. Yani katkı kullanımı iki taraflı bir istek sonrasında artmıştır: üreticiler ürünlerini daha kaliteli hale getirebilmekte, tüketiciler ise daha kullanışlı, kimi zaman daha sağlıklı ve kaliteli bir ürün alabilmektedir.

Özellikle Türk halkının en çok tükettiği gıda olan ekmekte katkı kullanımı oldukça fazladır. Bunda senelik iklim koşullarının elverişsizliği, zararlı böceklerin verdiği tahribatlar, tüketici isteğinin daha hacimli ve yumuşak ekmeğe yönelmesi gibi etkenler başlıca sayılabilir. Bu gibi olumsuzlukları gidermek için değirmenciler tarafından tercih edilen en ekonomik ve pratik yol katkı kullanımudur. Kullanılan katkıların niteliği ve niceliği Türk Gıda Kodeksine bağlı kalındığı sürece sağlık açısından her hangi bir sakıncaya rastlanması söz konusu değildir. Daha önce değinildiği üzere dünyada tartışması yapılan bir çok katkı maddesi zaten Türk Gıda Kodeksinde yasaklanmış olan katkıları arasındadır. Burada sadece dikkat edilmesi ve

denetlenmesi gereken hususlar, yönetmeliklere uygun olmayan biçimde kullanım yapılmasının önüne geçilmesidir.

7. KAYNAKLAR

- ANONİM. Avrupa'da Kullanılan Un İyileştiriciler. Unlu Mamuller Teknolojisi. ABP LTD. ŞTİ. Sayı:1-2 Yıl:9. S: 4-9,18-24, 2000.
- ANONYMUS. DSM Baking Enzymes Publication, 2001.
- ALTUĞ, T. Gıda Katkı Maddeleri. Hekim ve Yaşam. S: 29-31, Haziran, 1999.
- BAHAR, B. Gıda Katkı Maddeleri (Altuğ, T. Ed.).Meta Basım. İzmir. S: 241-259, 2001.
- BAŞARAN, T. Enzymes Benefit Flour Millers And Bakers. www.world-grain.com. Mayıs, 2001.
- BAYSAL, A. www.webnatural.com, 2006.
- BOYACIOĞLU, H. Ekmek Katkı Maddelerinin Sağlık Açısından Değerlendirilmesi. Un Mamulleri Dünyası. Sayı: 4 Yıl: 2. S. 35-42, 1993.
- BUSHUK, W., HLYNKA, I. Cereal Chem. 37: 573, 1960.
- DIYETİMİZ. www.diyetimiz.com, 2006.
- FAO. www.fao.org, 2005.
- JECFA. www.fao.org/jecfa, 1992
- JECFA. www.fao.org/jecfa, 2000.
- KÖYOĞLU, C., YURTERİ, Ö. Un Kalitesini Yükseltici Olarak C Vitamini. Unlu Mamuller Teknolojisi. Sayı:2 Yıl: 8. S: 41-44, 1999.
- LEE, C.C., TKACHUK, R. CEREAL CHEM.37: 575, 1960.

- MATHEWSON, P.R. Enzymatic Activity During Bread Baking. Cereal Foods World, Vol. 45(3): 98-101, 2000.
- NİR, İ., ŞENKÖYLÜ, N. Kanatlılar İçin Sindirimi Destekleyen Yem Katkı Maddeleri, 2000.
- OKYALTIRIK, S. C Vitamininin Değişik Buğday Unları Üzerine Etkisi. Un Mamulleri Dünyası. Sayı:3 Yıl:4. S: 24-27, 1995.
- ÖZDALYAN, B. C-Vitamininin Un Kalitesi Üzerine Etkileri. Un Mamulleri Dünyası. Sayı:1 Yıl:7. S: 26-27, 1998.
- ÖZKAYA, H., ÖZKAYA, B. Ekmek Hatalarını Önlemede Katkı Maddelerinin Rolü. Un Mamulleri Dünyası. Sayı:1 Yıl: 2. S: 16-20, 1993.
- POPPER, L. European Flour Treatments. World Grain. S: 41-46, Ocak, 2000.
- PULDERMANS, B., SCHOPPIK, P. Bread Making and Product Quality Control with Enzymes. Cereal Foods World. S: 132-135, Mart, 1999.
- PYLER, E.J. Enzymes in Baking. Baking Science and Technology Third Edition. Chapter 4. Sosland Publishing Company. Meriam Kansas. S: 132-182, 1988.
- SALDAMLI, İ., UYGUN, U. Gıda Katkı Maddeleri. Gıda Kimyası (Saldamlı, İ., Ed.). Hacettepe Üniversitesi Yayınları. Ankara. S: 487-522, 1998.
- SUCU, K. Fungal Alfa Amilazın Ekmekçilikteki Rolü. Un Mamulleri Dünyası. Sayı: 2 Yıl: 3. S: 24-25, 1994.
- SUGDEN, D. Flour Treatments. World Grain Journal. S: 9-12, Mart, 1994.
- SUNAR, S. Ekmek Katkı Maddeleri, Bileşenleri, Özellikleri Ve Fonksiyonları. Un Mamulleri Dünyası. Sayı:1 Yıl:3. S: 34-36, 1994.
- SÜMBÜL, Y. Unlu Mamullerde Önemli Enzimler. Un Mamulleri Dünyası. Sayı: 4 Yıl: 3. S: 44-45, 1994.

TEMİZ, A. Enzimler. Gıda Kimyası (Saldamlı, İ., Ed.). Hacettepe Üniversitesi Yayınları. Ankara. S: 259-336, 1998.

THEWLİS, B.H. The Fate Of Potassium Bromate When Used As A Breadmaking Improver, J. Sci. Fd. Agric. 25: 1471, 1974.

TÜRK GIDA KODEKSİ. 13.01.2005-25699 Numaralı Resmi gazete. 2003/44 Sayılı Tebliğ, 2005.

ÜNAL, S. S. Un Üretiminde Katkıların Kullanılması. Un Mamulleri Dünyası. Sayı: 6 Yıl: 2. S: 38-41,1993.

WİLSON, E. Enzymes Help Standardize Flour To Meet Bakers' Demands And Save Millers Money. World Grain Journal. S: 33-35, Mayıs, 2001.

ÖZGEÇMİŞ

05.01.1980 tarihinde Tekirdağ'da doğdum.

İlkokula Muratlı İlçesi Balabanlı Köyü Okulunda başlayıp, Tekirdağ İli Süleymanpaşa İlkokulunda bitirdim.

Ortaokul ve liseyi Tekirdağ Anadolu Lisesinde okudum.

1997 yılında üniversite sınavında Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünü kazandım ve 2002 yılı kasım ayında mezun oldum.

2003 yılı güz döneminde Trakya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde lisansüstü öğrenimime başladım. Aynı zamanda halen çalışmakta olduğum Özlem Un San. Tic. A. Şirketinde 2003 yılı mart ayından beri sorumlu yöneticilik yapmaktayım.

TEŐEKKÖRLER

Yüksek lisans öğrenimim süresince bilgi ve birikimleri ile bana her zaman yardımcı olan değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Figen Dağlıoğlu, Doç. Dr. Orhan Dağlıoğlu ve başta Bölüm Başkanımız Prof. Dr. Mehmet Demirci olmak üzere tüm bölüm hocalarıma ve bana her zaman destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

EKLER

Ek 1. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde (2005) ekmeçlik unlarda ve çeşitli fırıncılık ürünlerinde kullanılmasına izin verilen katkı maddeleri ve bunların kullanılabilme miktarları

GIDA MADDESİ	EC KODU ve MADDENİN ADI	MAKSİMUM DOZ
Sadece buğday unu, su, maya ve tuzdan oluşan ekmeç	E 260 Asetik asit E 261 Potasyum asetat E 262 Sodyum asetatlar E 263 Kalsiyum asetat E 270 Laktik asit E 300 Askorbik asit E 301 Sodyum askorbat E 302 Kalsiyum askorbat E 304 Askorbik asitin yağ asiti esterleri E 322 Lesitinler E 325 Sodyum laktat E 326 Potasyum laktat E 327 Kalsiyum laktat E 471 Yağ asitlerinin mono ve digliseritleri E 472a Yağ asitlerinin mono ve digliseritlerinin asetik asit esterleri E 472d Yağ asitlerinin mono ve digliseritlerinin tartarik asit esterleri E 472e Yağ asitlerinin mono ve digliseritlerinin mono ve diasetil tartarik asit esterleri E 472f Yağ asitlerinin mono ve digliseritlerinin tartarik ve asetik karışımlarının esterleri	QS
Ambalajlı dilimli ekmeç ve çavdar ekmeçi		3000 mg/kg (propiyonik asit cinsinden)
Enerjisi azaltılmış ekmeç	E 280 Propionik asit ⁽²⁾	2000 mg/kg (propiyonik asit cinsinden)
Kısmen fırınlanmış, ambalajlı ekmeç	E 281 Sodyum propiyonat ⁽²⁾ E 282 Kalsiyum propiyonat ⁽²⁾ E 283 Potasyum propiyonat ⁽²⁾	2000 mg/kg (propiyonik asit cinsinden)
Su aktivitesi 0.65 ten fazla olan ön ambalajlı hafif fırıncılık ürünleri		2000 mg/kg (propiyonik asit cinsinden)
Ambalajlı ekmeç çeşitleri		2000 mg/kg (propiyonik asit cinsinden)

Ambalajlı ekmek (buğday unu, su, tuz ve mayadan oluşan hariç)		1000 mg/kg (propiyonik asit cinsinden)
Hafif fırıncılık ürünleri	E 481 Sodyum stearol-2-laktilat E 482 Kalsiyum stearol-2-laktilat	5 g/kg
Ambalajlanmış dilimli ekmek (Çavdar dahil) Su aktivitesi 0.65 ten fazla olan hafif fırıncılık ürünleri Kısmen pişirilmiş, perakende olarak satılmak üzere ambalajlanmış fırıncılık ürünleri	E 200 Sorbik asit, E 202 Potasyum sorbat ve E 203 Kalsiyum sorbat	2 g/kg
Hafif fırıncılık ürünleri Un	E 343 Magnezyum fosfatlar Mono magnezyum fosfat Dimagnezyum fosfat E 450 Difosfatlar Disodyum difosfat Trisodyum difosfat Tetrasodyum difosfat Tetrapotasyum difosfat Dikalsiyum difosfat Kalsiyum dihidrojen difosfat E 451 Trifosfatlar Pentasodyum trifosfat Pentapotasyum trifosfat E 452 Polifosfatlar Sodyum polifosfat Potasyum polifosfat Sodyum kalsiyum polifosfat Kalsiyum polifosfat	20g/kg