

T.C.

**SÜLEYMAN DEMREL ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**BU DAY UNU KOMPONENTLERİNİN
KOMPOZİSYONU VE FONKSİYONLARI**

BİTİRME ÖDEVİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Recai ERCAN

HAZIRLAYAN

9611802002 Alim KURTCEBE

ISPARTA – 2001

Bu çalı ma, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisli i Bölümü GBT-414 Bitirme Projesi (3 0 3) Dersi yükümlülü ünü yerine getirmek için anılan bölüme sunulmu tur.

Alim KURTCEBE

9611802002

Isparta – 2001

Verilen Not :

Tastik Olunur.

Danı man

Prof. Dr. Recai ERCAN

Prof. Dr. Sami ÖZÇEL K

Bölüm Ba kanı

ÖZET

nsan beslenmesinde büyük bir öneme sahip olan hububat, hububat içerisinde de birinci sırayı alan bu dayın ve bu daydan elde edilen un, komponentlerinin beslenme ve kalite açısından büyük etkileri bulunmaktadır.

Bu day unu komponentlerinin öyle sıralayabiliriz: Proteinler, Karbonhidratlar, Lipidler, Enzimler, Mineral maddeler. Bunların yanında kimyasal ba lar da bu komponentlerin birle mesinde büyük bir fonksiyonu bulunmaktadır. Proteinlerin yapısı fizokimyasal özellikleri ve fonksiyonel özellikleri arasındaki ili kilerin farklı ko ullar için belirlenmi olması, onların uygun bir biçimde kullanımı ve özelliklerinin kontrol edilebilmesi açısından önemlidir. Gıda i lemede proteinlerin fonksiyonel özelliklerinin tanımlanabilmesi kaliteyi artırabilece i gibi üretim maliyetini de dü ürebilir.

Karbonhidratlar çok fazla miktarda ve geni olarak yayılmış gıda komponentlerindedir. Bu nedenle, karbonhidratlar bu day ve ürünlerinin ana maddesidir.

Bu dayda ve unda lipit miktarı di er bile enlere nazaran oldukça azdır. Buna kar ın özellikle proteinle ba lı halde bulunan lipidlerin ekme kalitesinde etkisi oldu u bilinmektedir.

Enzimler özellikle unun kalitesi üzerinde büyük etkileri bulunmaktadır. Mineral maddelerden ise en etkili olanı tuzdur. Tuzun ekme in kalitesi üzerine etkisi büyüktür, özellikle ekme in lezzetini geli tirmesi en önemli özelli idir.

TE EKKÜR

Bugünlere gelmemde hiç üphesiz büyük katkıları bulunan anne ve babama, tezin hazırlanması sürecinde büyük katkıları bulunan Sayın Hocam Prof. Dr. Recai ERCAN'a ve yine tezin hazırlanması sürecince her türlü deste i veren sevgili arkadaş larım Savaş SALT, Selçuk SARGIN, Caner EREN, Murat BAYRAKTAR ve M. Ali KAÇAR'a te ekkürü bir borç bilirim.

Ç NDEK LER

ÖZET.....	II
TE EKKÜR.....	III
Ç NDEK LER	IV
1. G R	1
2. K MYASAL BA LAR	8
2.1. Disülfit Çapraz Ba ları	8
2.2. Hidrojen Ba ları.....	9
2.3. Hidrofobik Ba lar	9
2.4. yonik Ba lar.....	9
2.5. Van Der Waals Ba ları	10
3. PROTE NLER	10
3.1. Protein Miktarı	11
3.2. Protein Kalitesi.....	11
3.3. Gluten Proteinleri	13
3.4. Un Proteinleri le Emülsifierlerin nteraksiyonları	15
3.5. Çözünürlük.....	16
3.6. Jelle me.....	17
3.7. Köpük Olu turma ve Köpük Stabilitesi	17
3.8. Su Tutma Kapasitesi	18
3.9. Unun Partikül Büyüklü ünün Proteinle li kisi	18
4. KARBONH DRATLAR.....	20
4.1. Basit ekerler	21

4.2. Ni asta.....	25
4.3. Ni asta ile Emülsifierlerin nteraksiyonları	27
4.4. Pentozanlar.....	29
5. L P TLER	31
5.1. Ekmek Yapımında Lipitler.....	34
5.2. Makarna Yapımında Lipidler.....	35
5.3. Glikolipitler.....	36
5.4. Glikolipid Etkile imi.....	36
5.5. Un Lipidleri ile Emülsifierlerin nteraksiyonu.....	39
6. UN KOMPONENTLER LE EMÜLS F ERLER N L K LER	40
7. ENZ MLER	40
7.1. Amilaz Enzimi	40
7.3. Lipaz Enzimi	41
7.4. Fosfatazlar Enzimi	41
7.5. Hidroksiperoksit zomeraz Enzimi	41
7.6. Fenoloksidaz Enzimi.....	42
7.7. Peroksidaz Enzimi.....	42
7.8. Katalaz Enzimi.....	42
8. M NERAL MADDELER	42
8.1. Tuz Miktarının Etkisi	42
8.2. Bu day Unlarının Demirce Zenginle tirilmesi	50
9. FERMENTASYON SÜRES N N ETK S	53
10. BU DAYLARDA RANDIMANIN UNUN K MY. B LE M NE ETK S ...	57
10.1. Literatürün Gözden Geçirilmesi.....	57
10.2. Randımanın Unun Kimyasal bile imine ve Teknolojik De erine Etkisi	61
10.3. Randımanın Hamurun Fiziksel Özelliklerine Etkisi	62
11. KAYNAKLAR	63

1. G R

Günümüzde kutuplar dı ında, dünyanın hemen hemen her yerinde ya ayan insanların enerji gereksiniminin büyük bir kısmı hububatla kar ılanmakta, bu day üretimi hububat içinde birinci sırayı almaktadır. Çe itli iklim ve toprak ko ullarına adapte olabilmesi veriminin yüksek ve üretiminin kolay olması yanında, depolamaya elveri li ve besin de erinin yüksekli i bu day üretiminin ba ta gelme nedenleridir. Memleketimizde de günlük kalorinin büyük bir bölümünün hububat ve mamulleri ile sa lanması, bu dayın ise tüketilen hububat içinde ba ta gelmesi, bu day üretimini artırıcı çalı malara öncelik kazandırılmı , bunun sonucu olarak kalite konusu pek çok memlekette oldu u gibi bizde de daima ikinci planda kalmı tır. Halbuki ça ımızda un ve unlu mamuller teknolojisi ve endüstrisinin gün geçtikçe geli mesi, belirli kalite ve nitelikte bu daya olan gereksinmeyi artırmı tır.

Bu dayda kalite kavramı, belli bir amaca uygunluk derecesi ekinde tanımlanabilir (ÜNAL, 1980).

Bu dayın iklim, toprak ve çe it gibi faktörlerin tesiri ile tane içinde olu an kalitesi; de irmende bu dayın uygun olmayan artlarda ö ütülmesi sırasında de i ikli e u rayabilmektedir.

Bu dayın de i ik sınıf ve çe itlerinin kimyevi bile imleri, kaliteleri ve fiziki yapıları, dikkate de er ekilde birbirinden farklı ise de; bütün bu dayların genel özellikleri hepsinde aynıdır. Bir normal bu day tanesi farklı ve ayrılmı üç kısımdan meydana gelmektedir. Bunlar:

1. Meyve ve tohum kabu u veya kabuk,
2. Bir ni astalı merkezi kısım, endosperm,
3. Tanenin bir ucunda bulunan embriyodur.

Bu day tanesinin bu farklı kısımlarının nisbî oranları çe itler arasında de i iklik gösteriyorsa da, ortalama de erleri a a ı yukarı öyledir:

Kabuk %14,5; Endosprem %83,0; Embriyo ise %2,5.

Endosperm, bu day tanesinin insan gıdası olarak kullanılan, unun kaynağıdır.

Bu dayın öütülmesinde, kabuk tabakalarının ve embriyonun, endospermden ayrılması amaçlanmıştır.

Böylece fazla miktarda yağ ve protein endospermden uzaklaşmaktadır. Endospermin yapısı, kimyevi bileşimi ve bununla ilgili, sertlik ve yumuşaklığı, bir taraftan, bu dayın öütülmesinde gerekli enerji miktarını, diğer taraftan un taneciklerinin büyüklüğüne tesir etmektedir. Deirmenci bu day tanesindeki bu üç kısmı ayırmak için taneyi kırma, parçalama, parçalamada görmüş türki tanenin ekli ve di yapısı, tanenin bu farklı üç kısmının birbirinden ayrılmasında güçlükler çıkarmaktadır. Bu güçlüklerin en büyüğü, her bu day tanesinin uzunluğu boyunca devam eden karın çukurundan kaynaklanmaktadır. Bu dayın una öütülmesinde, karın çukurunun büyüklüğü ve ekli, unun verimine ve kimyevi bileşimine, kalitesine tesir etmektedir. Çünkü karın çukurunun bulunduğu alandan, kepek endospermden ayırmak güçtür. Bu day tanesinde alöron tabakasının kalınlığı gayri muntazamdır. Bu sebeple de; öütme tekniyle endospermin tamamını, alörondan ayırmak suretiyle un verimini artırmak mümkün değildir.

Kabunun endosperme sıkı bir ekilde yapıması da, un verimine önemli miktarda tesir etmektedir. Kabu endosperme sıkı bir ekilde yapıldık bu dayda, bu iki tabakayı, tam olarak birbirinden ayırmak güçtür. Deirmenci, bütün endospermi elde etmeye teebbüs ederse, bu durumda çok miktarda küçük kepek parçacıkları una karışmaktadır. Diğer taraftan, deirmenci kepeği una karıştırmak istemezse, bu takdirde de bir miktar endosperm, kepeklerle birlikte uzaklaşmakta ve bu da, hayvan yemlerinde bir kayıp olarak değerlendirilmektedir.

Bu day tanesinin kendine özgü fiziki yapısı, bir deirmenci için herhangi bir bu day numunesinden, unun tamamını elde etmeyi mümkün kılmamaktadır.

Un kalite deyimini, onu kullananlara göre farklı anlamlara gelmektedir. Kalite, genellikle, bazı ölçülebilir özelliklere, uygun dümeyi ifade etmektedir. Tecrübeler, bir unun bir amaç için kullanılmasında, bu ölçülebilir özelliklerin önemli olduğu göstermiştir. Un kalitesinin tarifi, unun üretim ünitesindeki mevcut artlarda her zaman rekabet edilebilir fiyatta cazip ürün meydana getirebilme kabiliyetidir. Genellikle, kuvvetli un deyimini ile kaliteli un deyimini e anlamda kullanılmaktadır.

Unun bir amaç için kullanmaya elverişli olmasını veya olmamasını, kuvvetli veya zayıf olarak tayin etmektedir. Unun kuvvetli olarak genellikle proteinli olduğu ve proteinin miktar ve kalitesini birlikte ihtiva etmektedir.

Un; ekmek yapmak için kullanılacaksa, bu durumda unun kalitesi ekmek yapma sonuçlarına göre değerlendirilecektir. Unun rengi, protein miktarı, su absorpsiyonu, yoğurma ve fermentasyon toleransı, diastatik aktivite veya hamurun gaz meydana getirme potansiyeli, glutenin gaz tutma kapasitesi gibi ölçülebilir özellikler, unun ekmeklik kalitesini belirleyen faktörlerden bazılarıdır. Diğer şeyler değil oldu unda, bir unun ekmeklik kalitesi, gluten miktarı arttıkça yükselmektedir. Fakat gluten miktarı veya protein miktarı unun ekmeklik kalitesi için yegane faktör değildir. Örneğin 5. kırma unun gluten miktarı veya protein miktarı yüksek olduğu halde, bu unundan elde edilen ekmeğin kalitesi düşük olur. Bu durum araştırıldı nda, 5. kırma ununun gluten kalitesinin çok düşük olduğu, yani glutenin gaz tutma gücünün mevcut olmadığı meydana çıkmıştır.

Bu kısmen 5. kırma ununda bulunan proteinin özelliğinden ileri gelmekte; fakat çoğunlukla biliniyor ki, bu durum proteolitik enzimlerin gluteni parçalamasından ileri gelmektedir. Genellikle, külü %0,66 – 0,99 arasında değişen clear unları ile külü %0,93-1,20 arasında değişen düşük kalite (low grade) unlarının proteinleri %13,1 –14,1 gibi yüksek düzeyde bulunuyorsa da, kalitesi düşüktür. Bu şekilde düşük kaliteli unların çoğu endospermin dış tabakalarından ve kökeni embriyo ve kepek parçacıkları ile zengin ham maddeden kaynaklandığından bu unların proteolitik aktiviteleri çok yüksektir ve arzu edilmeyen diğer özellikler de bu unlarda görülmektedir.

Yapılan araştırmalarda, toplam proteinin suda çözünür miktarı ile bu dayın çeşidi ve sınıfı arasında bir ilişkinin bulunduğu tespit edilmiştir. Yumuşak buğdaylarda suda çözünür proteinin toplam proteine oranı dikkati çekecek şekilde, sert buğdaylarınkinden yüksektir. Genel araştırma sonuçlarına göre, sert buğday unlarında suda çözünür protein miktarı, tanenin sertliği arttıkça azalmaktadır (HAYTA, M ve ALPARSLAN, M. 2000).

Bu dayın proteinleri, bu dayın ekmek yapmaya uygunluğunda, birinci derecede rol oynamaktadır. Çözünür proteinin, çözünmeyen proteine oranının ekmeklik kalitesi bakımından önemli olduğu şimdi daha iyi anlaşılmaktadır.

Yukarıda da bahsedildi i gibi dünyada en fazla tüketilen besin maddeleri içinde ön sırada yer alan, halkımızın günlük beslenme gereksiniminin kar ılanmasında tüketti i çe itli mamullerin ana hammaddesi olan un; genellikle ekmeklik bu dayların tekni ine uygun olarak valsli de irmenlerde ö ütülmesi ile elde edilir.

Kaliteli un elde edebilmek için, öncelikle unun elde edildi i bu dayın kalitesinin iyi olması zorunludur. Unlarda kalite, unun belirli bir amaç için kullanmaya yarayı lılı nı saptayan çok sayıda ölçülebilir özellikleri ifade eder. Unlarda kalite unsurları iki grup altında toplanabilir. Birincisi; unun elde edildi i bu dayın genetik ve çevre faktörleri, ikincisi ise; ö ütme ve ürünün depolanmasında etkili faktörlerdir.

Ekmeklik bu daydan elde edilen unun su, tuz, maya ve katkı maddeleri ilavesiyle hazırlanan karı ımın yo rulması, fermentasyona bırakılması, ekil verilmesi, pi irilmesi sonucu ekmek elde edilir.

Tanımından da görülece i gibi,ekmek kalitesinin olu umunda etkili olan faktörler içinde yo urma, fermentasyon, ekil verme ve pi irme i lemleri yanında, kullanılan ana hammadde olan un niteliklerinin çok önemli bir yeri vardır. zira gerek katılacak di er maddelerin sayısı ve oranı, gerekse uygulanacak i lemlerin uygunlu u büyük ölçüde un niteli ine ba lı olarak de i ebilmektedir.

Un niteliklerini belirleyebilmek için uygulanan analizleri fiziki, kimyevi ve teknolojik olarak üç grupta ve u ba lıklar altında toplayabiliriz:

1. **Fiziki nitelikler olarak:** Un rengi, un parçacıklarının büyüklü ü ve zedelenmi ni asta miktarı.
2. **Kimyevi nitelikler olarak:** Nem, kül, protein, asitlik ve ham elyaf miktarları.
3. **Teknolojik nitelikler olarak:** Öz miktarı, sedimentasyon de eri, dü me sayısı süresi (diastatik aktivite) su kaldırma, yo urma ve fermentasyon toleransı, ekmek hacmi ve gözenek yapısı.

Reolojik açıdan hamur yapısı incelendi inde mikroskopik olarak hamurda dört faz belirlenmi tir: Bir sürekli faz ile ni asta granülleri, maya hücreleri ve gaz hücrelerinden olu an üç disperse faz. Sürekli faz esas olarak, yüksek oranda i mi un proteinleriyle lipidleri ve pentozları içerir. Hamur seyreltik tuz çözeltisiyle

yıkandı nda, ni asta ve çözünebilen yapıların uzakla tırılması sonucu kalan gluten maddesi, un proteinlerinin %80'ini olu turur. Gluten'in reolojik özellikleri hamura benzer ve hamurlar arasındaki farklılıklar, onlardan izole edilen gluten nitelikleriyle belirlenir. Hamur özelliklerini anlamak için ni asta ve çözünemeyen proteinlerin yer aldığı sürekli fazı incelemek gerekir.

Fermente olmu hamurlardan çok maya katılmaksızın hazırlanan hamurlar üzerinde çalışıldı ndan bunun bir sonucu olarak hamur özelliklerinde sadece göz hücrelerinin etkisi bilinmektedir.

Bilindi i gibi, mayalı hamurlarda bekleme sırasında olu an de i meler fermentasyon ve kabarma olayları sonucu olmaktadır. Fermentasyon sırasında gaz hücreleri geni ler, hamur hacminde büyük bir geli me göze çarpar. Kabarma olayı, hamurun iç kısmında olu tu undan ve etkisi çok az göze çarptı ndan, yalnız hamur üst yüzeyini kurumasından fark edilebilir. Bir hamur hakkında de erlendirme yapabilmek için, uygulamada, bekleme süresi olarak kabul edilen hamur dinlenme süresini a mak yararlıdır.

Bu day enedosperrinin çözünemeyen veya gluten proteinleri, yaklaşık 30 bile ene ayrılabilen bir karı ımdır. Bu bile enlerin molekül a ırlıkları 20.000'den birkaç milyona kadar de i mektedir. Bunlar suda çözünememeleri farklı aminoasit kompozisyonları ile izah edilmektedir. Bile enler yapılarında, hidrojen ba düzeninde hem hidrojen alıcı hem verici i levini gören amid grubunun yer aldığı yaklaşık %30 glutamin içerirler. Sarmal yapının düzelmesini engelleme yetene inde olan prolin miktarı %10'a yakındır. Prolin'in bu özelli i ve hamurdaki yüksek protein konsantrasyonu, hücrelerarası ba lardan çok hücre içi molekül apısındaki düzenli hidrojen ba larındandır. Bu hidrojen ba ları gluten proteinlerinin çözünememesinde etkilidirler. Aynı zamanda, gluten proteinleri, yapılarında su sevmeyen (hidrofobik) ba ları olu turabilen yaklaşık %30 oranında polar olmayan aminoasit kalıntısı içerir.

Hamurun sürekli fazında proteinler, do rusal makromoleküler arasında çapraz ba lar içeren bir a yapısındadırlar. Bu yapı ço u do rusal polimerlerinkine benzer ve aynı zamanda viskoz bir elastikiyet gösterir. Hamurun viskoelastik özellikleri ve bu day ununun pi me kalitesi gluten proteinlerine ba lıdır. Genellikle,

yüksek oranda protein içeren unlarla iyi pi me kalitesi elde edilir. Buna ra men proteinlerin do al yapısında farklılıklar olması nedeniyle, protein içeri i pi me kalitesinin önceden belirlenmesi için yeterli bir veri de ildir. Böyle bir ebeke yapısının düzenlenmesi için, farklı un taneciklerindeki protein moleküllerinin di erleriyle ba lanmasına ve protein moleküllerindeki bazı kıvrımların açılmasına gerek vardır.

A yapısındaki bu kıvrımların açılması ve çapraz ba ların düzenlenmesi, so urma ve kısmen de daha sonraki i lemler sırasında devam etmektedir. Moleküller temeldeki bu i lemler “hamurun geli imi” olarak adlandırılır.

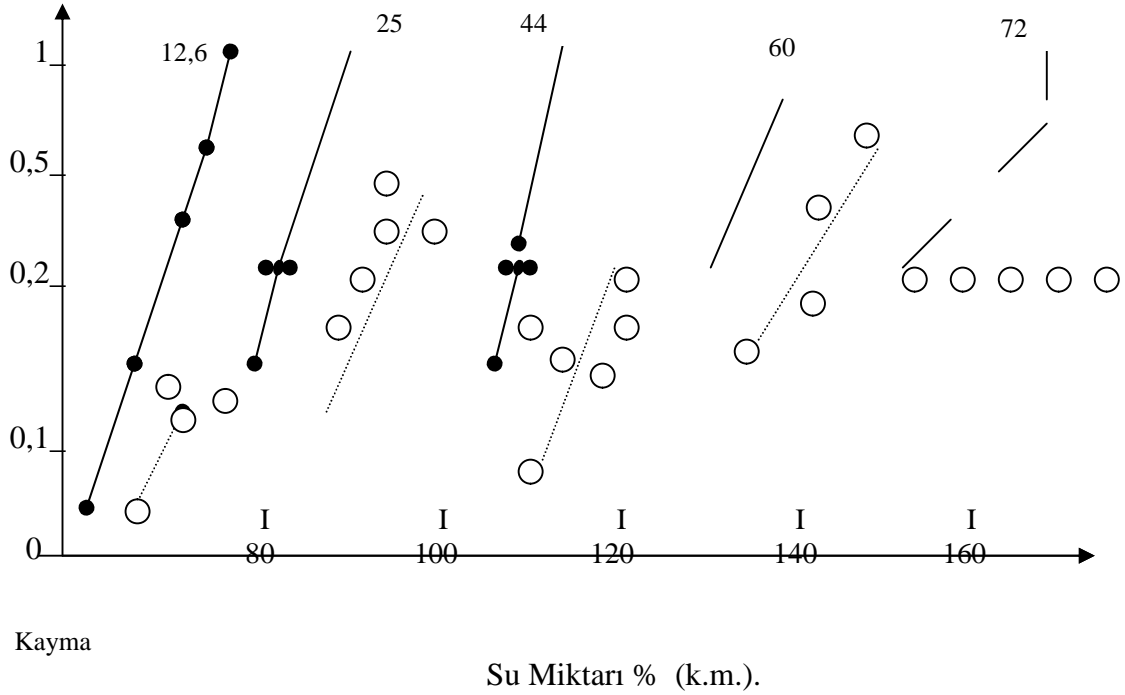
Makromoleküler yapının reolojik özellikleri büyük oranda çapraz ba ların sayısına ve do al durumuna ba lıdır. Gluten proteinlerini çözünmez kılan hidrojen ba ları ile sürekli fazın protein ebekesindeki çapraz ba larda önemlidir. Bunların önemi, hamurda suyun yerine deuteryum oksit konulmasıyla özelliklerindeki de i me ile saptanmı tır. Ayrıca hamur özelliklerinin oktin aminoasitinin disülfid ba larının (-SS-) rol oynamasıyla yeterli olarak izah edilebilir. Halen geçerli olan açıklamaya göre, protein ebekesindeki sürekli veya viskoz deformasyon için disülfid ba ları ve bile imleri ile tiyol veya merkaptan grupları arasındaki de iimli reaksiyonlara gereksinim vardır. Bu de iimli reaksiyonlarda, mevcut tiyol gruplarının sayısı ile oksidasyon azaldı ı için deformasyona kar ı olan dirençte artar. Yeni çalı maların sonuçları, tüm disülfid ba larının, deformasyonunun sınırlanmasında etkili olmadı ını ve tüm tiyol gruplarının da de iimli reaksiyonlara katılmadıklarını göstermi tir.

Gluten proteinleri yapısının özellikleri sürekli fazın di er bile enleri tarafından de i tirilebilir. Biz çözünebilen proteinlerin ve karbonhidratların rolünü biraz biliyoruz. Lipid fonksiyonunun tamamen çıkarılmasıyla hamur özelliklerinde bir de i me ile pi me potansiyelinde kayıp görülmü tür. Bazı kuvvetli ba lı polar lipidler, gluten yapısının tümünü ekillendirebilir.

Ni asta granülleri, yumu ak bir hücrearası madde içinde katı bir dolgu maddesi olarak dü ünülebilir. Bunların varlı ı bile ik materyalin katıldı ı ile azalır. Çe itli teoriler böyle küçük miktarlardaki bir dolgu maddesinin etkisini belirtmek için yeterlidir. Hamurda ni astanın hacim olarak miktarı yakla ık %60'tır. Sonuç

olarak, bu teoriler ni astanın kantitatif olarak belirlenmesinde uygulanamazlar.

Bu day ni astasının büyük bir ço unlu u $5\mu\text{m}$ olan küçük granüller ile $15\text{-}35\mu\text{m}$ arasındaki büyük granüller halinde iki ekilli tanecik boyutları da ılımı nedeniyle sürekli fazda bulunmaktadır. Hamur özelliklerine katılan hamur içindeki ni asta granülleri arasındaki de i imler, gluten-ni asta karı ımlarında dinamik ölçümler ve kayma testlerinin (Çizelge 1) uygulanmasıyla deneysel olarak saptanmıştır (ÜNAL, S.S. 1983).



ekil 1. Bu day ni astası , gluten ve su

Karı ımın kayma testleri: Di er karı ımın protein içeri i k.m.'de % olarak göstermektedir. Tam çizgiler ve içi dolu noktalara, 232 saniye sonraki toplam kayma, kesikli çizgiler ve içi boş noktalar e it süre aralı ındaki elastik geri kazanmayı belirtir. Kayma basıncı 125 km/m.sn^2 .

Kaymaya kar ı uyum gösterme uyum gösterme ve karma ık modüller, yüksek oranda ni asta içeren karı ımın su içeri ine ba lıdır. Normal kompozisyondaki hamurlar gluten içeri inden çok, su içeri indeki de i melere daha duyarlıdır.

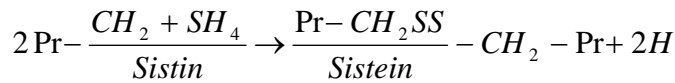
Hamura fazla su katıldı ında, sürekli faz (gluten) yumu ar ve buna ilaveten ni asta granürleri arasındaki mesafenin ortalamasının artmasıyla aralarındaki ili kinin sayısı azalır. Dü ük ni asta içeri inde yalnızca bir tek etki vardır.

2. K MYASAL BA LAR

2.1. Disülfid Çapraz Ba ları

Merkaptanların ve sülfidin glutenin çözünebilirli i, geli tirilmesi, disülfide ba ların bilri i için önemli oldu unun ilk i retidir. Glutenin içindeki disülfid ba ları, protein zincirlerini 30 bin – 140 bin sınırları içinde de i en molekül a ırlıklarıyla milyonluk molekül a ırlıkları dev yapılar olu turmak için birbirine ba lar.

1936'da hamurun oksidadif un geli tiricilerle uyarılan katıla manın diol (SH) gruplarından disülfid (SS) çapraz ba formasyonundan kaynaklandı ı ileri sürülmü tür. Bu tepkime amihoasit olan sistinin sistaine dönü mesine kar ılık gelir. Bu da;



Pr = Protein zincir molekülünü temsil etmektedir.

Disülfid ba larının, hamur özelliklere olan katkıları gluten yapısındaki iki model temelinde açıklanabilir. Erken literatürlerde kovelent interpolipeptid disülfid çapraz ba lı sürekli protein örgüleri tercih edilmi tir. Bu model sınırlamalar nedeniyle etkisiz kalrı ve kovelent olmayan çapraz ba ı modeli geli tirilmi tir. Bu modelde glutenlerin mol a ırlık da ılımı reolojik özelliklerin belirlenmesinde temel faktördür. Tiol-disülfid alı veri i bu yolla olur. Esneklik ise glutenin alt parçalarındaki deformasyona ve cıvıklı a ba lanmaktadır. ki nedenden dolayı dikkatimizi tiol grubuna çevirmeliyiz: Birincisi N-etilmolemit gibi disülfid çapraz ba ına uymayan tiol ayırıcıları, reolojik özellikler üzerinde oksitleyen ayırıcıların etkilerinin aynısı etkiye sahiptir. kinci olarak bir dizi sürekli çapraz ba sadece esneklikle deforme edilebilir. Yani yük kaldırıldı ında deformasyon kaybolur, 5. bölümdeki verilerde yükün ve küçük basıncın kısa süreli ko ullar altındaki etkileri hariç tutulmak suretiyle hamur deformasyonu cıvık ve devamlıdır. Sürekli bir

deformasyon sadece çapraz ba ların devamlı olmaması veya ciddi basınç altında bozulmaları altında olu maktadır.

2.2. Hidrojen Ba ları

Protein yan grubundaki kovalent olmayan kar ılıklı etkile meler hamur gibi yo un protein sistemlerinin fiziksel nitelikleri üzerinde önemli rol oynarlar. Hidrojen (H_2) ba ları ve hidrofobik alı veri gluten proteinlerinin fonksiyonel özellikleri bakımından çok önemlidir.

Glutendeki H_2 ba larının glutenin viskolastik niteliklerine direkt katkısı iki farklı deneyle gösterilmi tir. İlk olarak, istenen viskolastik nitelikler glutenin yan zincirlerinin zayıf asit hidroliziyle karboksil gruplara dönü türülmesiyle bozulur. İkincisi, unu sıradan su yerine a ır suyla karı tırmakla hamurun deformasyona kar ı dirence artırılır. Çünkü deteriyum ba ları H_2 ba larından daha güçlüdür.

2.3. Hidrofobik Ba lar

Gluten proteinleri %30 oranında kutupsuz aminoasit artıkları içerirler. Buna göre, B GELOW i lemleriyle gluten proteinlerinde di erlerine nazaran daha yüksek ortalamalı hidrofobik de er hesaplanabilir. Van Der Waals, bu kutupsuz aminoasitleri arasındaki artıkların zayıf ama çok sayıda çapraz ba lar olu turulabilece ini belirtmektedir. Bu tür çapraz ba ların olu ması çapraz ba ları güçlendiren ve kutupsuz gruplarla su arasında termodinamiksel olarak benimsenmeyen teması azaltır.

Sudaki kutupsuz protein grupları arasındaki kar ılıklı etkilenmenin hidrofobik ba lar diye adlandırılmasının nedeni budur. Bu ba lar suyun dı landı ı ve bir veya daha fazla molekül kümesini olu masına neden olurlar. Gluten proteinlerindeki hidrofobik kar ılıklı etkilenmelerin varlı ı gliadin kütlenin dizasyona u radı ı %70'lik etanolde çözünebilirli i açıklamaktadır. Yüksek kaliteli unların proteinlerindeki hidrofobik hareketlerin daha güçlü oldu u kanıtlanmı tır. Çünkü asidik bir çözülme için daha yüksek sabun konsantrasyonuna gerek duyarlar.

2.4. İyonik Ba lar

Hamura tuz katılmasıyla çe itli etkilerin gözükmesinde iyonik ba lar önemlidir. Pentozlar, proteinler (Bennet ve Ewart, 1965) ve ya ların (Fullington, 1969) iyonik grupları ile iyonlar hamur içinde karı abilmektedir. Teoride, hamur

bile enlerinin ayırma ve birleştirme işlemlerinin her ikisini de iyonlar düzeltebilmektedir. Pratikte, eski yürürlüklerde, hamura sadece tuz ilavesiyle sertli i artmakta ve uzayabilme yetene i azalmaktadır.

2.5. Van Der Waals Ba ları

Van der Waals ba ları çok zayıf ba lardır. Van der Waals ba ları nonpolar aminoasit artıkları veya ya asitleri arasında çekme gücü olu turabilmektedir. Bu hidrofobik ba lar için olanaksızdır. Çünkü belli bir su limiti vardır.

3. PROTE NLER

Gıda maddeleri farklı fiziksel, kimyasal ve fonksiyonel özellikte proteinleri içermektedirler. Fonksiyonel özellikler hazırlama, i leme ve tüketim sırasında proteinlerin davranı larını etkileyen fizokimyasal özelliklerdir. Proteinlerin yapısı fizokimyasal özellikleri ve fonksiyonel özellikleri arasındaki ili kilerin farklı ko ullar için belirlenmi olması, onların uygun bir ekilde kullanımı ve özelliklerinin kontrol edilebilmesi açısından önemlidir. Gıda i lemede proteinlerin fonksiyonel özelliklerinin tanımlanabilmesi kaliteyi artırabilece i gibi, üretim maliyetini de dü ürebilir.

Tablo: 1. Gıda Maddelerindeki Proteinler ve Uygulama Alanları

Tahıllar	Protein	Uygulama Alanı
Tahıllar	Bu day gluteni, Mısır Zeini	Unlu mamuller, kahvaltılık gıdalar, çırpma ajanları
Yumurta	Yumurta beyazı, Yumurta sarısı	Emülsifiye edici, ba layıcı ve köpük olu turucu ajan olarak
Balık	Kas, Kollagen (Jelatin)	Jelle me, Surimi ürünler
Et	Kas, Kolla en, Parsin/Bovine kanı	Jelle me, emülsifikasyon, Su tutma
Süt	Ya lı/Ya sız Süt tozu Kazein, Peyniraltı suyu proteinleri	Emülsifiye edici ajan olarak geni bir uygulama alanı, yapı kanlık, viskozite
Ya lı Tohumlar	Un, Konsantre ve zolat olarak Soya, Yer fıstı ı, Susam	Unlu mamuller, Soya sütü, Et ürünleri

3.1. Protein Miktarı

Unların ekmeklik kalitesinin belirlenmesinde kullanılan en önemli niteliklerdir. Protein alfa ve L amine asitlerinin peptit ve di er ba ları ile meydana getirmi oldukları yüksek moleküllü bile iklerdir.. yalnız bitkiler tarafından azotun inorganik basit bir bile i inin su ile güne enerjisi kar ısında sentezlenmesi ile olu maktadır. Bu daydaki protein miktarı kısmen tür ve çe ide, fakat daha çok büyüme sırasında çevresel ko ullara ba lı olarak %6-22 arasında de i mektedir.

Tanenin geli me devresindeki bol ya ı lar protein miktarının azaltır, kuraklı ise ço altır. Protein miktarı üzerine topraktaki azotta etkili olmakta, fazla azotlu gübreler bu dayın protein miktarını artırmaktadır. Genel olarak sert bu daylarda, kurak yerlerde, azotu bol topraklarda yeti enlerde ve yazlık olarak ekilenlerde protein miktarı fazladır. statistik de erlendirmelere göre protein miktarı üzerinde en etkili faktör çevre artlarıdır.

Protein miktarı tayini için Kjeldahl, Biüret, Boya ba lama, nfrared reflektans, Alkali destilasyonu gibi birçok yöntem olmasına kar ın genelde en çok kullanılan Kjeldahl azot tayin yöntemidir. Toplam azot miktarı ile proteinler arasında sabit bir ili ki vardır. bu ili ki bu dayda $N \times 5,7$ olarak ifade edilir.

3.2. Protein Kalitesi

Protein gerek miktarı gerekse kalitesi, onun bir amaç için kullanılmaya yarayı lılı nı belirten en önemli faktörlerdir. Un proteinleri fonksiyonel bakımdan iki farklı ekilde sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırılmalar çözünebilirlik farklılı na dayanmaktadır. Bunlar;

- a. Suda çözünebilir proteinler : Albuminler, Globulinler.
- b. Suda çözünemeyen proteinler : Gliadin, Gluteninler veya gluten proteinleri olarak sınıflandırılabilir.

Bunlardan suda çözünmeyen proteinler yani Gliadin ve Glutenin'in hamurda olu turdu u öz dedi imiz gluten maddesi, hamurun iskeletini te kil eder ve mayalar tarafından olu turulan gazı tutarak ekme in meydana gelmesini sa lar. Ham protein miktarı unda bulunan toplam azot ile ilgili oldu u halde, kalite gluten'in karakteri ile

ilgilidir. Gluten kalitesi genellikle bir çe it özelli idir. Yumu ak bu day unlarında suda eriyen proteinin toplam proteine oranı sert bu day unlarından daha fazladır. Yüksek proteinli yumu ak bu day unundan iyi bir kek yapılmasına ra men yüksek proteinli sert bu day ununda bu mümkün olmamaktadır. Bu durum çözünebilir protein ile toplam protein arasındaki ili kiye ba lanmaktadır. Bu dayın sertli i arttıkça suda eriyen protein miktarı azalmaktadır. Kuvvetli bu day çe itlerinde toplam proteinin daha büyük kısmı gluten halinde olup, un proteinlerinin %90'ını olu turur. Bu day proteininin kalitesi dendi i zaman besleyici özelliklerinden veya biyolojik de erinden çok proteinin fiziksel özelli i söz konusudur.

Protein miktarları aynı olan bu daylardan elde edilen unların hamurları ve ekmek nitelikleri farklı olmaktadır. Burada görülen farklar glutenin kimyasal yapısından de il, fiziksel özelliklerinden ileri gelmektedir. Ekmeklik bu day proteininin %40'ını olu turan ve hamurun elastik özelli inden sorumlu olan glutenin içeri i ile ekmek hacmi arasında bazı ara tırmacılar 0,5-0,8 korelasyon katsayısına sahip bir ili ki oldu unu belirtmi lerdir ekmek kalitesi üzerinde gluteni olu turan basit proteinlerden Glutenin'in fiziksel özelliklerinin, Gliyadan'inkinden daha etkili oldu u anla ılmı tır.

Gluten miktarı, undan hazırlanan hamurda ni asta ile birlikte suda çözüdür proteinlerinin uzakla tırılması ve yüzeydeki suyun alınması ile elde edilir. Bunun için çe itli yöntemler vardır: El ile yıkama, Theby yıkama aleti ve Glutamik aleti kullanarak gluten tayinidir.

Gluten miktarı kadar önemli olan kalitesi ise hamurun reolojik testleri ile de erlendirilebilmektedir. Hamurun reolojik özellikleri fırın ürünlerinin kalitesini do rudan etkilemesi yanında hamur yapısı ve unun hamur özelliklerine uygunlu u hakkında bilgi vermesi nedeniyle oldukça önemlidir. Hamurun reolojisini üç faktör tayin eder.

- a. ham materyalin özellikleri.
- b. Yo urma sistemi ve hızı.
- c. Katkı maddeleri (askorbik asit, yüzey aktif maddeler gibi).

Bu day hamurunun reolojik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalı malar sonucunda de i ik ülkelerde çe itli aletler ve yöntemler geli tirilmi tir. Bu

aletlerle ilgili farklı sınıflandırmalar bulunmakla beraber en çok kullanılan ve standart yöntemlerde yer alan aletleri iki grup halinde toplanabilir:

- A. Konsistens ölçen aletler.
 - a. Yazıcılı yoğurucular : Farinograf, Miksograf.
 - b. Son hamurda konsistens ölçenler : Research.
- B. Hamurun uzama yeteneğini ölçen aletler.
 - a. hamurun parçasını ölçen: Ekstensaograf, Research, Extensometer.
 - b. Hamur tabakasını ölçen: Alveograf.

Bu sınıflandırma genel olarak hamurun reolojik ve fiziksel özelliklerini saptayan testlerin çoğunu kapsar. Mekanik yoğurma sırasında sabit konsistenste unun su kaldırma miktarı, hamurun maksimum gelişme süresi ve yumuşama derecesi Farinograf ve miksograf ile, uzama direnci ve yeteneğini Ekstensaograf ile ölçülerek protein içinde bulunan gluten kısmını karakterize eden özellikler saptanır. Hamurun uzama yeteneğini hamurun ekil alması ve uzaması ile, uzamaya karşı gösterdiği direnç ise hamurun gaz tutma potansiyeli ile ilişkilidir. Hamurun bu özellikleri öğütme işlemi sırasında veya olgunlaştırıcı katkı maddeleri (klordioksit, nitrojen triklorit ve persulfatlar) ile düzeltilir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda; farklı buğday çeşitlerinin unlarının ekmek pişirme potansiyellerinin değeri farklılık göstermesinin, gluten proteinlerinin yapılarındaki farklılıklardan kaynaklandığı saptanmıştır. Bu farklılık gluten proteinlerinin sulandırılması asetik asitte çözünürlüğü ile ortaya konulmakta ve bu özellikten yararlanarak elektroforez teknikleri ile buğday çeşitlerinin tanımlanması yapılmaktadır. Aynı ekilde gelişmiş ülkelerde poliakrilamid jel elektroforezi (PAGE) ile gliadin proteinlerinin ayrımı konusunda halen devam eden çalışmalarda bu buğday çeşitlerinin tanımlanması için kataloglar geliştirilmiştir.

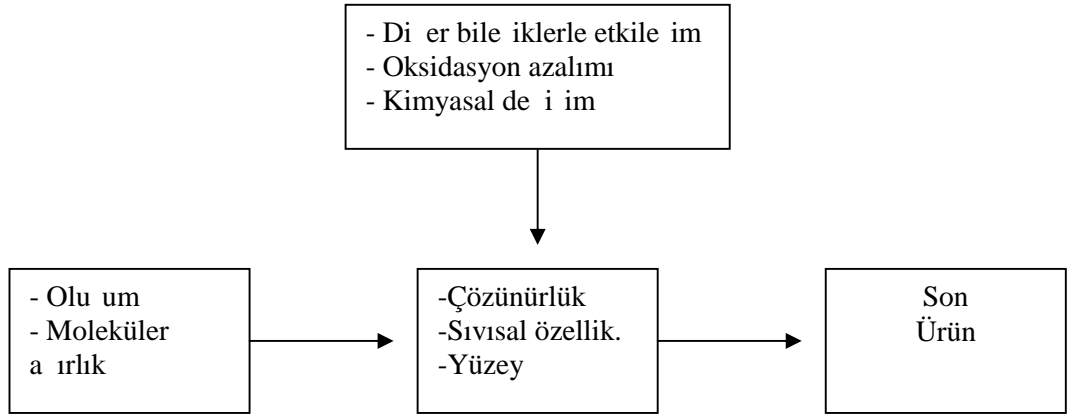
3.3. Gluten Proteinleri

Gluten proteinleri içinde ekmek yapımında en etkili olan gluten'in bileşimini belirlemek önemli olmaktadır. Unda çözülebilir bir glutenin, un ve su karışımı olan hamurun ayrıştırılmasından sonra elde edilir. Elde edilen gluten %65 su içerir. Unun bir katkı maddesi olarak kullanılabilmesi için genellikle kurutulması gerekir. Ekmek

yapımındaki fonksiyonlar yönünden yüksek su tutma özelliğindeki gluten tercih edilir. Glutenle un proteinlerinin %90'ı elde edilebilir. Gluten proteinleri yanında önemli miktarda çözünebilir proteinde içerir. Kuru olarak gluten %75-86 oranında protein içermektedir. Gerçekleşen gluten protein yapısında olan karbonhidrat ve lipiddir. Hamurun viskoz özelliğinin nedeni sürekli protein evresinde olmasıdır. Moleküler düzeyde sürekli evrenin davranışı iki farklı yoldan incelenebilir. Bileşik polimerik maddelerin molekül özellikleri ve proteinler, proteinlerle diğer maddeler arasındaki ilişkiler açısından incelenebilir. Polimerik örgülerin reolojik davranışı çapraz bağların gücüne ve konsantrasyonuna, karışıklı çapraz bağ bölgelerinin molekül ağırlığına, ortak molekül ağırlığına ve bileşik polimerlerinin ağırlık ortalamalarına bağlıdır.

Gluten yapısındaki en önemli bağlar; Disülfid, H₂ bağları, Hidrofobik alı veri dir. Tuzun hamur özellikleri üzerine bilinen etkilerinden de çıkarılacağı gibi elektrostatik bağlar önemli bir katkı sağlar. Bunun yanı sıra aminoasitlerin düşük içeriklerinden de çıkarılacağı gibi bu bağların sayısının oldukça düşük olduğu düşünülmektedir.

Gluten bileşenleri çözümlü ü temel olarak fraksiyonlara ayırma ekmek yapım özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilir. Yeniden birleştirme çalışmaları, gluten'in; biri gliadince zengin santrifüj sıvısı ve diğeri glutenin içeren santrifüj olarak iki esas fraksiyonuna ayrılıp tekrar birleştirildiğinde gluten proteinlerinin ekmek yapım özelliklerinin bozulmadığını göstermiştir. Bu bileşenlerin fraksiyonları incelendiğinde gliadin'in ekmek hacminde etkili olduğu ve gliadin miktarı farklı olan unların ekmek yapım gücünün bu özellik açısından de i t i i, glutenin ise yoğurma süresi ve hamur gelişiminde etkili olduğu belirlenmiştir. Hamurun yoğrulması sırasında protein kütlesi, niasta taneciklerinin gömüldüğü homojen ebeğe içine granüler halde girmektedir. Uygun hamur gelişimi de ekmek yapımında optimum verimlilik elde etmek için esas olmaktadır.



ekil 2. Bazı gluten özellikleri arasındaki ili kiler ve son ürün niteli i

3.4. Un Proteinleri le Emülsifierlerin nteraksiyonları

Proteinlerle emülsifierlerin interaksiyonları, un proteinleri ile polar un lipidlerinin interaksiyonlarına benzemektedir. Bu nedenle un proteinleri ile polar un lipidlerinin interaksiyonu ara tırmaları esnasında kazanılan bilgiler aynı zamanda un proteinleri ile emülsifierlerin interaksiyonuna uygulanabilir.

Bazı proteinlerle birle en de i ik lipidler, lipoproteinleri olu tururlar ve bunlar her iki sınıfında fiziksel özelliklerini gösterirler. Bu sistemde lipidler ve proteinler kovalent ba larla ba lanmaz. Proteinlerin kovalent yapıları lipidlerle herhangi bir interaksiyona giremez. Lipidler, tersine aminoasitlerin lateral grupları ile ili kiye girerek kovalent iskelete ba lanırlar. Bu tip ba lanma, sistemin PH'sı kadar yan grupların polaritesine ve lipidlerin tiplerine (polar, apolar yüklü ve yüksüz) ba lıdır.

Un proteinleri ile lipidlerin interaksiyonunda su önemli bir rol oynar. Su, mekanik enerjisiz una ilave edildi i zaman serbest lipidlerin miktarı azalır ve e er su konsantrasyonu %20'nin üzerinde ise ba lı lipidlerin miktarı artar. Di er taraftan NaCl ilavesi protein-lipid interaksiyonu %20-40 oranında azaltır. Polivalent metal

tuzların etkileri tamamen farklıdır. Ca^{++} ve Mg^{+2} iyonlarının varlığı fosfolipid lipoproteinlerinin fermentasyonu üzerine pozitif etkiye sahiptir.

Serbest lipidlerin bağılı lipidlere oranı aynı zamanda hamur yoğurulması sırasında da değişir. Bu değişim yoğurma süresinin uzunluğuna ve mekaniksel çalışmanın miktarına bağlıdır. Bazı araştırmacılara göre glutene lipidlerin bir çoğuna yoğurmadan sonra bağlanır. Protein-emülsifer kompleksi en az Ethoxylated monoglisericid (EMG) ile, çok olarak kalsiyum stearyl lactilate (CSL) ve en fazla Sodyum stearyl lactylate (SSL) ile olmaktadır.

zoelektrik noktada yağ asit esterleri, yağ asitleri proteinler ile kuvvetlice etkileşim olarak reaksiyona girerler. Karboksil gruplarının fazla önemi yoktur. Çünkü bağılıca hidrofobik bağlar bu yapıyı oluşturur. İnteraksiyonun kuvveti salanan enerjinin yoğunluğu ile artar. Lipidlerle interaksiyon proteinleri denatürasyondan korumaktadır. Anyonik emülsifierler glutene dayanıklılık vermektedir. Katyonik ve iyonik olmayan emülsifierlerin yağ etkileri yoktur ya da çok zayıftır. Anyonik emülsifierler hamur yoğurma sırasında gluten proteinlerinin çözünürlüğünü azaltmaktadır. İyonik olmayan emülsifierler yükte değişimli etkiye neden olmaz. Bununla beraber protein agregasyonu meydana gelebilir. İyonik olmayan gruplar gluten proteinlerinin amid grupları ile hidrojen bağlarının oluşumunda çok yeteneklidirler.

3.5. Çözünürlük

Çözünürlük, belli koşullar altında proteinlerin içerdiği çözünür durumda olan azot oranı olarak kabul edilebilir. Çözünürlüğü yüksek olan proteinlerin emülsiyon oluşturma, köpüklenme jelleşme gibi fonksiyonel özellikleri de arzulanan nitelikte olacaktır. Çözünürlük, proteinlerin yüzey aktif özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Yüzey aktif özellikler, proteinlerin aminoasit kompozisyonu, dağılımı, moleküler esneklik, moleküler şekli ve boyutu sonucudur. Çözünürlük, PH, sıcaklık ve iletkenlik koşulları gibi çevresel faktörlerden etkilenmektedir.

Glutenin suda çözünürlüğü düşüktür. Seyreltik alkolde çözünen gliadin ve seyreltik asitte çözünen glutenin olarak ayrılabilir. Glutenin; yüksek oranda glisin, prolin, glutamin ve lösin amino asitlerini içerir. Bu amino asitler glutenin fonksiyonelliğini belirleyicidirler. Uzun zincirli yağ asitlerinin sodyum tuzlarının, liyofilize gluteni çözmede etkili olduğu bildirilmiştir.

3.6. Jelle me

Protein jellerinden olu an yo urt, peynir, puding, sosis gibi ürünler jelle menin önemini göstermektedir. Jel olu turma proteinlerin agregasyona (kümeleme) u ra ı itici ve çekici güçlerin denge ortamı olu turarak yüksek miktarda su tutabilen üç boyutlu düzgün bir a yapı (matriks) olu turmaları olarak tanımlanabilir. Jelle mede önemli kimyasal kuvvetler arasında, polar olmayan polipeptid üniteleri arasında meydana gelen hidrofobik interaksiyonlar, hidrojen ba ları, elektrostatik interaksiyonlar, disülfid ba ları sayılabilir.

3.7. Köpük Olu turma ve Köpük Stabilitesi

Köpük hava hücrelerini içeren ince sürekli bir lamella diye adlandırılan bir sıvı katmandan olu an iki fazlı bir sistem olarak adlandırılabilir. Köpüklerde, proteinler hava hücrelerinin gıdada üniform bir ekilde da ılmalarına yardımcı olmaktadır. Yaygın olarak kullanılan köpük olu turan proteinler arasında bu day glutenleri ilk sıralarda gelmektedir. Proteinler ara yüzeylere absorbe olarak yüzey tansiyonunu dü örme yetene ine sahiptirler. Gaz-sıvı ara yüzeyinde absorbe olan proteinler, hava hücresinin etrafını sararak koruyucu bir film olu tururlar. Köpük olu tuktan sonra onun ömrü kısmen absorblanan viskoelastik katmanın devamlılı na ba lıdır.

Hamur, fermentasyon ve fırınlama sırasında köpü e benzer bir yapıda kabarır. Bu durum, hamur içinde haps olmu hava hücrelerinin genleşmesi sonucudur. Glutenin köpük yapısının yüksek stabilitesi çok sayıdaki glutamin amino asit rezidüleri arasındaki yüksek düzeyde hidrojen ba lanmasından kaynaklanmaktadır. Glutenin köpük olu turma yetene i ve köpük stabilitesinin ya da glutenden daha üstün oldu u belirlenmiştir. Bu durum glutenin disülfid ba larıyla ba lanmış büyük bir molekül olmasından kaynaklanabilir. Dü ük molekül a ırlıklı, ya ba layan bir protein olan puroindolinin köpüklenme yetene i, lizofosfotitkolon (LPC) ilavesiyle artmaktadır. Puroindolinin iyi köpük olu turmasında, tiriptofanca zengin olması etkili olabilir.

3.8. Su Tutma Kapasitesi

Su tutma kapasitesinin gıdanın sahip olduğu üç boyutlu protein yapısından suyun ayrılmasını önleme yeteneği olarak tanımlanabilir. Bu yetenek, fizikokimyasal çekim kuvvetlerine karşı suyu muhafaza edebilme anlamındadır. Absorbe edilen su, protein molekülüne bağımlıdır ve solvent olarak ayrılmaz. Tutulan su ise protein matriksine haspolmuştur. Absorbe edilen su; amino asit tipi, PH gibi fizikokimyasal etkenlere bağımlı iken, tutulan su daha çok matriksin yapısından etkilenmektedir. Su tutma kapasitesi; protein konsantrasyonu, PH, iyonik güç, sıcaklık, polisakkarit, lipid, tuz, diğer komponentlerin varlığı, ısıtılma miktarı ve süresi, depolama koşulları gibi faktörlerden etkilenir.

Su, hamurun temel bileşenidir. Un proteinleri ile su interaksiyonları yoğurma sırasında önem taşır. Bütün un bileşenlerinin hidrosyonu (bağlıca protein ve nişasta) istenilen kıvamda bir hamur için önemlidir. Yoğurma işlemi sırasında gluten önemli ölçüde su tutar. Fırınlama sırasında ise proteinlerin temel denatürasyonu (yaklaşık 60-70 °C) sonucu su tutma kapasitesi azalır. Glutenin fosforik asitle muamelesi su tutma kapasitesini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu dayıru eymi proteininin su tutma kapasitesi PH = 8 'de maksimum, HP = 4 'de ise minimumdur. Ayrıca, 70 °C 'ye kadar ısıtılma işlemi su tutma kapasitesi önemli ölçüde artırmaktadır.

3.9. Unun Partikül Büyüklüğüün Proteinle İlişkisi

Un partiküllerinin büyüklüğü, bir unun kalite komponentleri olarak değerlendirilebilir. Bir unun partikül büyüklüğü, endospermin gevrekliğinin bir ölçüsü olarak değerlendirilmektedir. Bu dayı çeşitleri farklı sertlikte ve canlılıkta endosperme sahiptir. Sert endospermden meydana gelen parçacıklar, hücre duvarları boyunca bulunur ve keskin kenarlıdır. Yumuşak endosperm ise çoğunlukla hücre içinde kırılır ve parçacıkları kenarları gayri muntazamdır. Bu dayının öütülmesi, una koloidal bir özellik kazandırması ile, toplam yüzey alanı derecede artmaktadır. Normal bir unda partiküllerin %50'sinden fazlasının uzunluğu 0,1 mm civarındadır.

Bu duruma göre 100 partikülün uzunlu u 1 cm'yi bulmakta ve 100.000 partikül 1cm² alan kaplamaktadır.

Sert ve yumu ak bu daylar üzerinde ö ütme denemelerinde görülmü tür ki; yumu ak bu daylar tecrubi ö ütme artlarında sert bu daylara oranla, daha fazla kırılmakta ve parçalanmaktadır. Yumu ak ve sert bu day unları mikroskopta tetkik edildi inde, yumu ak bu day unlarında, ni asta taneciklerinin gömülü buldukları proteinden ayrılımlı oldukları görülmü tür. De irmen teknolojisinde, son zamanlardaki en önemli geli me, hava cereyanı ile bir unun sınıflara ayrılmasıdır. Yumu ak bu day unundan bu teknikle, kimyevi bile imleri farklı üç tip un elde olunmaktadır. Örne in, protein miktarı %10 olan yumu ak bir bu day unundan, un partiküllerinin büyüklü ü 0-15 mikron arasında de i en ve protein miktarı %20 olan ve toplam unun %20'sini te kil eden ince un elde edilmi tir. kinci tip unun, partikül büyüklü ü 15-30 mikron arasında de i en ve protein miktarı %5 gibi çok dü ük ve toplam unun %10'unu meydana getiren orta incelikte undur. Üçüncü iyi un ise, partikül büyüklü ü 30-75 mikron arasında de i en, protein miktarı %8 olan ve toplam unun %70'ini meydana getiren biraz daha kaba undur.

Tablo 2. Sert Kırmızı Yazlık ve Kı lık Bu day Ununda, Partiküllerin Büyüklüklerinin Da ılımı

Partikül Büyüklü ü (Mikron)	Sert Kırmızı Kı lık (%)	Sert Kırmızı Yazlık (%)
105-150	18,30	14,5
88-105	10,0	13,5
74-88	12,5	13,5

62-74	13,5	13,0
53-62	10,4	10,5
44-53	10,1	9,0
37-44	7,8	7,0
0-37	27,2	19,0

Sert bu day ununda ise, protein miktarı %11 olan sert bu daydan aynı teknikle gene üç un tipi elde olunmaktadır. Birinci un tipinde un partiküllerinin büyüklüğü 0,15 mikron arasında değişmekte, protein miktarı %20 ve toplam unun ise %15'ini meydana getirmektedir. İkinci un tipinde, un partiküllerinin büyüklüğü 15-30 mikron arasında değişmekte, protein miktarı %7 ve toplam unun ise %15'ini teşkil etmektedir. Üçüncü tipde ise, un taneciklerinin büyüklüğü 30-100 mikron arasında değişmekte, protein miktarı %10 ve toplam unun ise %70'ini meydana getirmektedir.

4. KARBONHİDRATLAR

Karbonhidratlar çok fazla miktarda ve geni olarak yayılmış gıda bileşenlerindedir. Bu nedenle, karbonhidratlar bu day ve ürünlerinin de ana maddesidir.

Bu dayın ve buğdayda irmencilik ürünlerinin yaklaşık kimyasal kompozisyonları Tablo 3.'de verilmiştir. unun incelme derecesi arttıkça, kabuk ve embriyonun karakteristik bileşenleri olan lipid, nişasta, pentozan ve kül miktarında

gittikçe azalmalar görülmektedir. Buna karşın endospermin ana bileşeni olan niasta miktarı artmaktadır.

Bu day kısımlarının hemiselüloz, selüloz, niasta ve ekerden oluşan yaklaşık toplam karbonhidrat miktarı Tablo 4.'den de anlaşılacağı gibi niasta endospermde, ekerler embriyoda, selüloz ve hemiselülozlar kabukta yoğunlaşmıştır.

Tablo 3. Bu day ve Balcıca Deirmencilik Ürünlerinin Yaklaşık Kimyasal Kompozisyonları

Ürün	Bu daydaki Oranı (%)	Protein Nx5,7 (%)	Ya (%)	Kül (%)	Niasta (%)	Pentosanlar (%)	Toplam eker (%)
Bu day	100,0	15,3	1,9	1,85	53,0	5,2	2,6
“patent” un	65,3	14,2	0,9	0,42	66,7	1,6	1,2
1. Temizleme unu	5,2	15,2	1,4	0,65	63,1	2,0	1,4
2. Temizleme unu	3,2	18,1	2,4	1,41	56,3	2,6	2,1
Elek üstü unu	3,1	18,5	3,8	2,71	41,4	4,5	4,6
ince kepek	8,4	18,5	5,2	5,0	19,3	13,8	6,7
Kaba kepek	16,4	16,7	4,6	6,5	11,7	18,1	5,5
Embriyo	0,2	30,9	12,6	4,3	10,0	3,7	16,6

Tablo 4. Bu day Fraksiyonlarının Karbonhidrat Kompozisyonu

Karbonhidratın Yapısı	Komponentlerin Toplam Karbonhidrattaki Yüzdeleri		
	Endosperm (%)	Embriyo (%)	Kabuk (%)
Hemiselüloz	2,4	15,3	43,1
Selüloz	0,3	16,8	35,2
Niasta	95,8	31,5	14,1
ekerler	1,5	36,4	7,6
Toplam Karbonhidratlar	86,0	50,6	70,0

4.1. Basit ekerler

Ekmekte bulunan basit ekerler balıca üç kaynaktan sağlanır; doğal olarak ununda bulunan ekerler, un ve maya enzimleri tarafından oligosakkaridlerden veya polisakkaridlerden üretilen ekerler, katkı amacıyla hamur formülasyonuna ilave edilen ekerler, hamur fermentasyonunda birinci derecede önemli olan ve ununda

%1-2 oranında bulunan ekerler glikoz, fruktoz, sakkaroz, maltoz ve glikofruktanlardır. Bunlardan glikofruktanlar suda çözünen ve indirgen olmayan oligosakkaridlerdir.

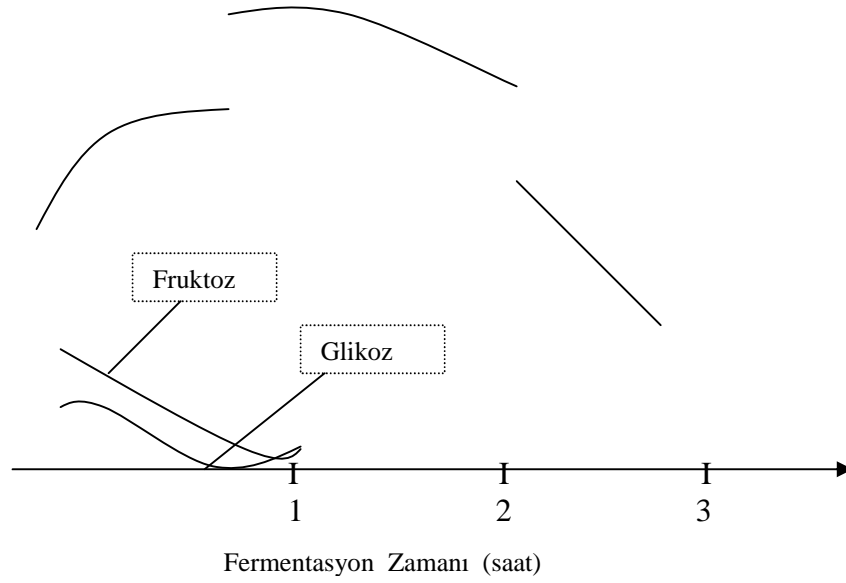
Ekmek üretiminde kullanılan maya, hamurdaki disakkarit ve oligosakkaridleri, fermente olmalarından daha hızlı olarak glikoz ve fruktoz hidroliz ederler. Glikoz ve fruktoz mayada bulunan enzimler tarafından kolayca fermente edilir. Maya enzimleri maltoz fermentasyonu için uygundur, bu nedenle bu ekerlerin fermentasyonundan önce maltoz ile ili ki kurlmaları zorunludur. Süt ekeri adı da verilen laktoz, mayalar tarafından fermente edilemez ve gaz üretimine katkıda bulunamazlar.

Do rudan hamur hazırlamada, hamura ilave edilen sakkaroz hemen hidrolize olur ve glikoz, friktozdan evvel öncelikli olarak fermentasyona u rar. Fermentasyon sırasında, amilaz enzimlerinin ni astayı parçalamaları sonucu maltoz olu ur. Mayada bulunan enzimlerin maltozu etkilemesi için çok az fırsatı oldu undan, maltoz çok az fermente olur.

ekil 3 ve 4’de görüldü ü gibi hamurda 3 saatlik fermentasyon sonunda çok miktarda maltoz, daha az miktarda fruktoz ve çok az miktarda glikoz bulunmu tur (R. ERCAN; 1990). Buna kar ılık, hamura eker ilave edildi i zaman, maya maltoz fermentasyonuna adapte olmakta ve ilave ekerlerden evvel öncelikli olarak maltoz fermentasyonu devam etmektedir. Buna neden olarak da unda az miktarda do al olarak bulunan ekerin süratle fermente olması ve maya aktivitesi için ortamda sadece maltoz bulunmasıdır.

eker Miktarı (%)



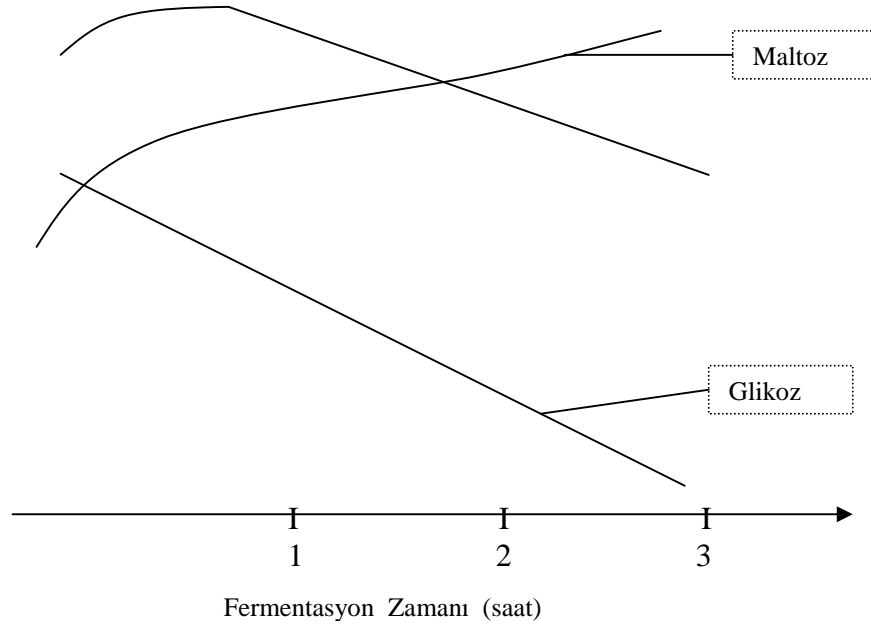


ekil 3. Fermentasyon sırasında eker konsantrasyonundaki de i meler
(eker ilave edilmemi hamurda)

Genellikle hamurdaki eker miktarı arttıkça, fermentasyon süresi de azalmaktadır. Do rudan hamur hazırlama yönteminde %10'dan fazla eker oranı hamur fermentasyonunu yava latmaktadır. Örne in %6 oranında glikoz, fruktoz ve sakkaroz hamura ilave edildi i zaman gaz olu um hızı ve miktarında azalma olmaktadır. Fermente olabilen eker miktarı %5'ten fazla oldu unda gaz olu umunun biraz azaldı ı, buna kar ın hamurun gaz tutma özelli inin azalmadı ı açıklanmı tır. Gaz üretimi ve ekmek kalitesini artırmada glikoz ve sakkaroz kullanımı arasında bir fark bulunmamı tır.

eker Konsantrasyonu (%)





ekil 4. Fermentasyon sırasında eker konsantrasyonundaki de i meler
(%5 Oranında eker ilave edilmi hamurda)

Pi irme esnasında, ekerde karamelizasyon ve maillard reaksiyonları olu ur. Bu reaksiyonlar sonucunda kahverengi ekmek kabu u meydana gelir. Karamelizasyon, ekerlerin yüksek ısıda renkli bile iklere dönü mesidir. Ba langıçta indirgen ekerler monosakkaritlere hidrolize olur. Monosakkaritlerde ısı etkisiyle sularını kaybederek fırın sıcaklı ında polemerize olan aldehitlere dönü ür. Daha dü ük sıcaklık derecelerinde meydana gelen maillard reaksiyonları için bir indirgen ekere ve bir de amino aside ihtiyaç duyulmaktadır. Maillarda ve karamelizasyonları ile belirgin ekilde birbirinden farklı tat ve kokular olu ur. Pi me sırasında ekmek kabu unun kahverengile mesinde, maillard reaksiyonlarının karamelizasyon reaksiyonlarından daha önemli oldu u aktarılmaktadır. Kabuktaki esmerleme, pi me esnasında eker miktarı azaltılarak ve fermentasyon süresi uzatılarak azaltılabilir. PH 7 'nin altına dü ürüldü ü zaman aldehid gruplarının aktiviteleri azalır ve daha az derecede kahverengile me meydana gelir. Aynı zamanda eker ve amino grupları arasındaki reaksiyon hızı, reaksiyona giren maddelerin konsantrasyonunna da ba lıdır. Bunun için, reaksiyona giren maddelerin birbirlerine gör emiktarları kontrol edilebilir. Kahverengile me derecesinde en önemli faktör sıcaklıktır.

Kahverengile me ve fermentasyon reaksiyonları taze ekme in tat ve kokusunu olu turmada birlikte hareket ederler. Ekmek so udu u zaman, kabu un kahverengile mesi sırasında meydana gelen tat maddeleri ekme içine do ru yayılır ve somunun lezzetini artırır. Ekmek kabu unun karbil bile ikleri ekme in bekletilmesiyle azalır.

4.2. Ni asta

Bu dayın ba lıca komponentini olu turan ni asta ve özellikleri fırın ürünlerinde çok önemlidir bu day ve onun ni asta miktarı genellikle protein miktarı ile ters olarak ili kilidir. Bu nedenle yumu ak bu daylarda ve unlarında, sert bu daylar ve unlarından daha fazla ni asta bulunur. unların %65-71 'ini olu turan ni asta, gluteni uygun bir kıvama seyreltir, maltozu amilaz reaksiyonu ile fermentasyon için hazır hale getirir, kuvvetli gluten ba lanması için uygun bir yüzey sa lar, suyun yetersizli inde kısmi jelatinizasyona u rayarak fakat ayrı madan esneklik sa layarak pi me esnasında gaz hücre duvarlarının çok fazla uzamasına izin verir, ba ka bir ifadeyle hacim artı ı sa lar. So uma ile ekme in çökmesini önlemek için jelatinizasyon sırasında glutenden su absorbe ederek, gluten filmi olu turarak sert ve kafi derecede gaz geçirebilen sert bir a tabakası meydana getirerek ekme k yapısını düzenler.

ki modelli da ılımda, ni asta 2-10 mm. apında küçük küresel granüller ve 20-35 mm. apında büyük, mercek granüllerinden olu mu tur. Büyük, mercek ekindeki granüllerin ekvator kısmında bulunan çöküklük enzimlere kar ı çok hassastır. Bu day ni asta mamulleri iki komponentten olu mu tur. Bunlar 1/3 oranında bulunan amiloz ve amilopektindir. Amiloz düz bir yapıya sahipken, amilopektin yüksek oranda dallanmı tur. Amilopektin oranı yüksek ekmekler, fırından çıkar çıkmaz so utuldukları zaman çökerler. Ekmek içinin olu masında amiloz fraksiyonunun sorumlu oldu u aktarılmaktadır (R. ERCAN, 1990). Buna kar ın amiloz miktarı yüksek arpa ni astası kullanıldı ında, garip ekilli ekmekler elde edilmi tir. Buna neden olarak amilozun ni astanın jelatinizasyon sıcaklı mını artırması veya hamur reolojisine etkileri gösterilmektedir. Bunun için, yeterli bir ekme k üretimi için bu day ni asta granüllerinden normal amiloz/amilopektin oranının bulunması gerekmektedir.

Amiloz miktarı azaldıkça ekmek hacminin arttığı ekmek içinin daha yumuşak ve daha nemli olduğu bilinmektedir. Gluten-ni pasta interaksiyonunun oluşumu için ni pastanın kısmen jelatinize olması gereklidir. Yüzeydeki gözenekleri ve bağlanmaya elverişli hidroksil gruplarının sayısını artırmak için de ni pasta granülleri kısmen iğnelenmelidir. Ni pasta granüllerinin yüzey özellikleri ni pasta-protein interaksiyonunu etkilemektedir. Bu day ve undan elde edilen ni pasta granüllerinin üzerinde bağlayıcı bir madde bulunmaz. Bu bağlayıcı maddenin suda eriyen ve gluten tipindeki protein, ni pasta polimer parçacıkları, pentozanlar ve alfaamilaz ihtiva ettiği saptanmıştır.

Öğütme sırasında, valslerin etkisiyle bazı ni pasta granülleri fiziksel olarak zedelenir. Un, zedelenmiş ni pasta ile birlikte belirli oranlarda zedelenmiş ni pasta granülleri ihtiva eder. Zedelenmemiş ni pasta alfa ve beta amilazların etkisine karşı oldukça dayanıklıdır, fakat zedelenmiş granüller ise enzim ataklarına karşı hassastır. Zedelenmiş ni pastanın optimum miktarı ile amilaz enzimlerinin interaksiyonu ekmek yapımında arzu edilen 3 karakteristik özellikleri oluşturur. Hamur geliştikçe, zedelenmiş ni pasta su absorpsiyonu belirlemede büyük bir rol oynar. Fermentasyon, hamur olgunlaşması ve piirme esnasında maltoz ve amilaz hareketi ile üretilen diğer fermente olabilen şekerler yeterli gaz üretimini sağlarlar. Piirme esnasında amilaz enzimleri inaktive olurlar ve sonuçta meydana gelen dekstrinler ekmek kabuğunun kahverengileme reaksiyonları için hazır halde bulunurlar.

Zedelenmiş ni pastanın su alması ve iğnelenmesi, su ile temas kurmasından 30 saniye sonra oluştuğu aktarılmaktadır. İğnelenmiş ni pasta, su absorpsiyonunu artırmaktadır. Bununla birlikte fermentasyon sırasında zedelenmiş ni pastaya amilaz enzimlerinin hareketi, suyun bırakılması sebebiyle hamur konsistansı azaltılmaktadır. Uygun kıvamda hamur elde etmek için aşırı derecede zedelenmiş ni pasta ihtiva eden unların absorpsiyonları azaltılmalıdır. Fazla ni pasta zedelenmesi, özellikle ekmek kalitesini düşürmektedir. Aşırı zedelenmiş ni pastanın ekmek hacmini azalttığı ve ekmek içi özelliklerini bozduğu açıklanmıştır. Ekmek hacmindeki azalma, piirme esnasında hava-hamur yüzeyindeki kararsızlığı artırılmaktadır. Zedelenmiş ni pasta artışıyla meydana gelen fazla miktardaki yüzey

alanını kaplamak için yeterli gluten bulunmaktadır. Bunun da gaz tutma kapasitesini azalttı ı vurgulanmı tır (R. ERCAN, 1990).

Zedelenmi ni astaya beta-amilazların etkisi sonucu meydana gelen limit dekstrinler de hamuru etkilemektedir. Beta-limit dekstrinler hamurdan uzakla tı ı zaman, absorpsiyon %10 oranında azalmakta ve hamurlar gev ek olsa bile yapı kan de ildir. Uygun miktardaki limit-dekstrinler su tutma kapasitesini artırır, hamur i leme özelliklerini iyile tirir ve yumu ak, gevrek ekmek içi sa lar.

4.3. Ni asta ile Emülsifierlerin nteraksiyonları

Ni asta, bu day tanelerinin temel kopnenentidir. Bu dayın çe idine ve kültüvasyon ko ullarına ba lı olarak %54-72 arasındadır.

Ni asta, tahıl tanelerinde protein matriksleri içinde gömülü granül olarak bulunur. bunlar çok iyi organize olmu ve ayırt edilebilir fiziksel ve kimyasal özellikleri ile katı parçacıklardır. Bunlar, bitki hücrelerinde olu um mekanizmaları tam olarak açıklanmayan amilaz ve amilopektin molekülleri içinde organize olmu lardı. Bunlar α -D-glukoz bloklarının monomerik olu umundan ibaret yüksek polimerik maddelerdir.

Bu day ni astası %17-29 amilozdan olu mu tur. Amiloz esas olarak α -1,4 glikoz ba ları ile ba lanmı glikoz ünitelerinden olu an dallanmamı bir moleküldür. Suda çözünebilir iyot ile mavi renk olu turur ve α ve β amilazların birlikte hareketleri ile maltoza ve bazıları glikoza parçalanır.

Amilopektin α -1,4 glikozidik ba larla birle mi poliglikoz zincirlerinden olu an dallanmı bir moleküldür. Amilopektin i me yetene inde olmakla birlikte suda i mez. yot ile kırmızı viole veya viole olu turacak ekilde reaksiyona girer ve α ve β amilazların birlikte etkileri ile maltoza, isomaltoza ve glikoza parçalanır.

Ni asta granülleri aynı zamanda mineral madde, protein ve lipidleri ihtiva eder. Lipidler yüksek polimerik karbonhidratlara ba lıdır ve amilaz ile ithal madde olarak bulunur.

Ni astanın yapısal ve fonksiyonel özellikleri esas itibariyle düz v edallanmı makromoleküllerin miktarı, oranların polimerizasyonu v ebirle meleri ile belirlenir. Uzun zamandan beri kristal bölgelerinin varlı ı bilinmektedir. Bu kristalizasyon

muhtemelen ni astan polimerlerinin hidrojen ba lantısı ile olur. Bu day ununda a a ı yukarı ni astan granüllerinin %70-80'i 15 µm'den büyük ve %20-30'u 15 µm'den küçüktür.

Ni astanın en önemli fonksiyonel özelli i suyun varlı ından sıcaklı a ba lı olan davranı ıdır. Ni astan suya ilave edildi i zaman granüller bu suyun bir kısmını absorbe eder ve çok az i er. Bu i lem oda sıcaklı ında tersinindir. Granüllerin kristalin durumları ve i i çift kırma özelli i de i mez.

Ni astan ile emülsifierlerin interaksiyonu çok önemlidir. Emülsifierlerin ni astan üzerine etkileri u konularda yo unla mı tır: Jelatinizasyon oranı, jelatinizasyon sıcaklı ı, jel katılı ı (ERCAN, 1987).

Bazı ara tırmacılar göre stearik asit ve onun glycerol (GMS) ve polyoxyethylene (POEMS) monoesterleri ni astanın i mesini azaltmakta ve jelatinizasyon sıcaklı ını yükseltmektedir. Di ve trigliseritler i me ve jelatinizasyon sıcaklı ı üzerine çok az etkiye sahiptirler. Bu etkinin derecesi monoesterlerin miktarına ve undaki α amilaz miktarına ba lanmaktadır (ERCAN; 1987).

Monoesterler aynı zamanda jel katılı ını etkilemektedir. Monoesterler %17'lik ni astan jelinin katılı ını artırmakta ve taze olarak hazırlanan %44'lük ni astan jelinin katılı ını tersine de i tiremezler. Fakat sertlikteki de i me bekleme esnasında azalmaktadır. Ara tırmacılar ni astan yüzeyindeki monoester tabakaların jeldeki ni astan granülleri arasında ba lanma kuvvetini azalttı ını ve i çerideki ni astanın kristallenmesini önledi ini vurgulamı lardır (ERCAN, 1987).

Bazı ara tırmacılar monoesteratların varlı ında ni astan granüllerinin suda oldu u gibi o kadar çok i me gösteremeyece ini ifade etmi lerdir. Yüksek sıcaklıkta dı arıdaki olu um monoesterlerce azaltılmaktadır. i mi ni astan granüllerinin yüzeyinde çözünmez kompleks olu umu olarak koruyucu film görevi yapar ve amilozun dı arıya sızmasını önler.

Ara tırmacılar monoesterlerin jel olu umunu ve pik viskositesini etkiledi ini belirtmektedirler. Bu olay i mi ni astan granülleri ile monogliseritlerin reaksiyonları ve ni astanın su absorpsiyonu oranının azalması ile açıklanmı tır. Bu etkinin

geni li i monogliseritlerin konsantrasyonuna ve ya asitinin zincir uzunlu una ba lıdır (ERCAN, 1987).

Polar ve polar olmayan lipidlerin ni astanın jelatinizasyon özellikleri üzerine etkisi birbirinden farklıdır.

Ya ı uzakla tırılmı ni asta orijinal ni astadan fazla yüksek viskesiteye sahiptir. Ya ı alınmı ve sonra polar lipidlerle ya landırılmı ni asta dü ük viskozite verir. E er ni asta polar olmayan lipidlerle ya landırılırsa jelatinizasyon kurvesinin birinci a amasında kuvvetlice de i im olur. Bu olay jelatinizasyonun birinci a amasında polar fraksiyonlar ni asta granülleri ile kolaylıkla kompleks olu turması sonucu granüllerin amorf bölgelerde hidrasyonunu önler.

Emülsifier-ni asta interaksiyonunda PH etkili faktördür. Emülsifierlerin büyük kısmı PH 3,95-7,35 arasında ni asta il einteraksiyonuna girer ve sadece amiloz de il fakat aynı zamanda amilopeletin de interaksiyona i tirak etmektedir.

Kompleks olu umu emülsifierlerin tipine ve sıcaklı ma ba lıdır. Sodyum stearoyl lactylate (SSL) ve monogliserid (MG) bu day ni astası ile 60-80 °C'de kuvvetli kompleksler olu turur. Komplekslerin termal stabiliteleri de farklıdır. SSL-ni asta kompleksleri 95 °C'de ayrılırken, MG-ni asta kompleksleri 120 °C'de ayrılabilir. Bütün emülsifierler iyot absorblanmasını azaltmaktadır.

4.4. Pentozanlar

Pentozanlar, ni astadaki heksoz ekerlerinde çok ba lıca polimerik pentoz ekerlerden olu mu tur ve "patent" unlarda %2-3 oranında bulunurlar.

Pentozanlar, so uk suda çözünlülük durumlarına göre sınıflandırılırlar. Çözünlülüklerdeki farklılık ksiloz iskeletindeki arabinoz dallanma derecelerinden kaynaklanmaktadır. Suda çözünmeyen pentozanlar, suda çözünen pentozanlardan daha fazla dallanmaya sahiptirler.

Suda çözünen polisakkarid ve glutan proteinleri arasındaki interaksiyon, zayıf ve ikinci derecede moleküler güçleri meydana getirir ve bu olayda çok önemli tek faktör polisakkaritlerin moleküler büyüklü üdür (ERCAN, 1990). Un geli tirici olarak kullanılan oksidan maddeler bu interaksiyonu etkilemektedirler. Oksidan maddeler kullanıldı ı zaman pentozanların hamur özelliklerine etkileri ara tırılmı ve

ekil olarak de i ime u ramı pentozan moleküllerinin suda çözünen pentozanların karbonhidrat ve protein komponentleri arasındaki birli i kuvvetlendirdi 0 iaçıklanmı ıtr. Pentozan ve glikoproteinlerin hamurdaki protein ve karbon hidratlar arasında köprü görevi yaptıkları ve oksidan maddelerin de bu köprülerin devamlılı ının sa lanmasına yardımcı oldukları da bildirilmektedir.

Unun suda çözünen komponentlerinin ana özelli i, oda sıcaklı ında oksidan maddelerle jel olu turma yetene ine sahip olmasıdır. Pentozanlar bu jel olu umunda birinci derecede rol oynarlar. Suda çözünen pentozanların viskositesi üzerine de i ik oksidanların etkileri incelenmi ve potasyum bromat, potasyum iyodat ve askorbik asit gibi yaygın oksidanların viskositeyi artırmadı ı saptanmı ıtr. Buna kar ın peroksidazyarın bulundu u ortamda hidrojen peroksit, amonyum persülfat v eformamidin disülfid viskositeyi artırmı ıtr. Ayrıca ferrulik asit, fumarik asit ve sistin, hidrojen peroksitin bulundu u ortamlarda jel olu umunu durdurmu lardır.

Hem suda çözünen hem de suda çözünmeyen pentozanlar son derece hidrofildir. Pentozanların unun yalnızca %2-3'ünü olu turmasına ra men, hamurdaki suyun %23'ünün pentozanlar ile ilgili oldu u açıklanmı ıtr. Suda çözünen pentozanların kendi a ırlıklarının 11 katı, suda çözünmeyen pentozanların ise 10 katı su absorbe ettikleri belirlenmi tir. Bu nedenle, pentozanların hamurda su absorpsiyonu ve da ıtımının çok önemli bir düzenleyicisi oldu u saptanmı ıtr. Hamura pentozan ilave edilmesi, serbest suyu hareketsiz bırakır ve bu da hamuru sertle tirir, optimum geli me için bir yo urmaya ihtiyaç duyulmasına yol açar.

Gluten-ni asta sistemine unun suda eriyen kısmının ilavesinin ekmek hacmini büyük ölçüde arttırdı ı buna kar ın yalnızca suda çözünen pentozanlar ilave edildi i zaman ekmek hacminin çok az arttı ı açıklanmı ıtr (ERCAN, 1990). Ekmek hacmindeki büyük artı pentozan ekstraktında kalan küçük miktardaki suda çözünür proteinlere ba lanmı ıtr. Bununla beraber suda çözünür protein olan albumin ve globulinlerin ekmek hacmini artırmadı ı, fakat suda çözünür pentozanların ortamdan uzakla tırıldı ı zaman hacmini azalttı ı ifade edilmi tir. Zayıf unlara %1-2 oranında pentozan ilave edilmesi hamur özelliklerini iyile tirmi ve ekmek hacmini \$35-55 oranında artmı , buna kar ın kuvvetli unlarda bu etkiler görülmemi tir. Pentozanlar,

fermentasyon sırasında meydana gelen gaz hücrelerinden CO₂ diffüzyon hızını yavaşlatır.

Pentozanların başka bir fonksiyonu da ekmenin bayatlama hızını azaltmalarıdır. Pentozan ilavesinin bayatlamayı azalttı ve bu etkiyi suda çözünmeyen fraksiyonların gösterdiği açıklanmıştır. Bu etki ilave edilen pentozanların kristalle meyvelerini de miktarını azaltmasına bağlıdır.

5. LİPİTLER

Bu dayda ve unda lipit miktarı diğer bileenlere nazaran oldukça azdır. Bununla birlikte özellikle proteinle bağlı halde bulunan lipitlerin ekme kalitesinde etkili olduğu bilinmektedir. Bir undaki toplam lipit fraksiyonu miktarı bunları ekstrakte etmekte kullanılan çözücü maddelere bağlıdır. Aşağıdaki tabloda üç farklı örneklerde de iki çözücü maddelerle ekstrakte edilebilen lipit miktarları görülmektedir.

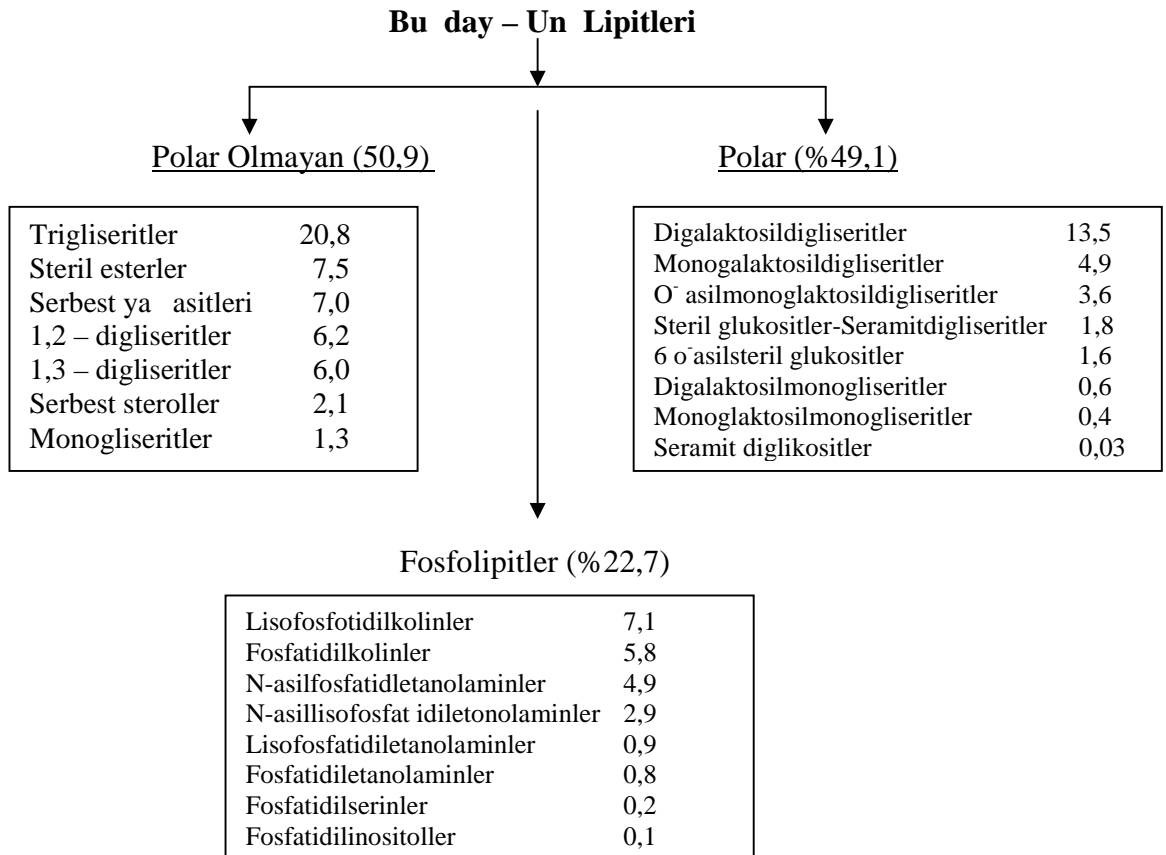
Tablo 5. Üç Un Örneğinde de İki Çözücülerde Ekstrakte Olabilen Lipit Miktarları

Örnek	Çözücü	Lipit Miktarı (Z, k.m).
1	Dietil eter	0,78
	Aseton	0,85
	Metil alkol ve etil alkol	1,12
	n-Butanol (suda doymu)	1,30
2	Dietil eter	0,87
	Aseton	0,89
	Metil alkol ve etil alkon	1,12
	n-Butanol (suda doymu)	1,35
3	Dietil eter	0,63
	Aseton	0,69
	Metil alkol ve etil alkon	1,00
	n-Butanol (suda doymu)	1,65

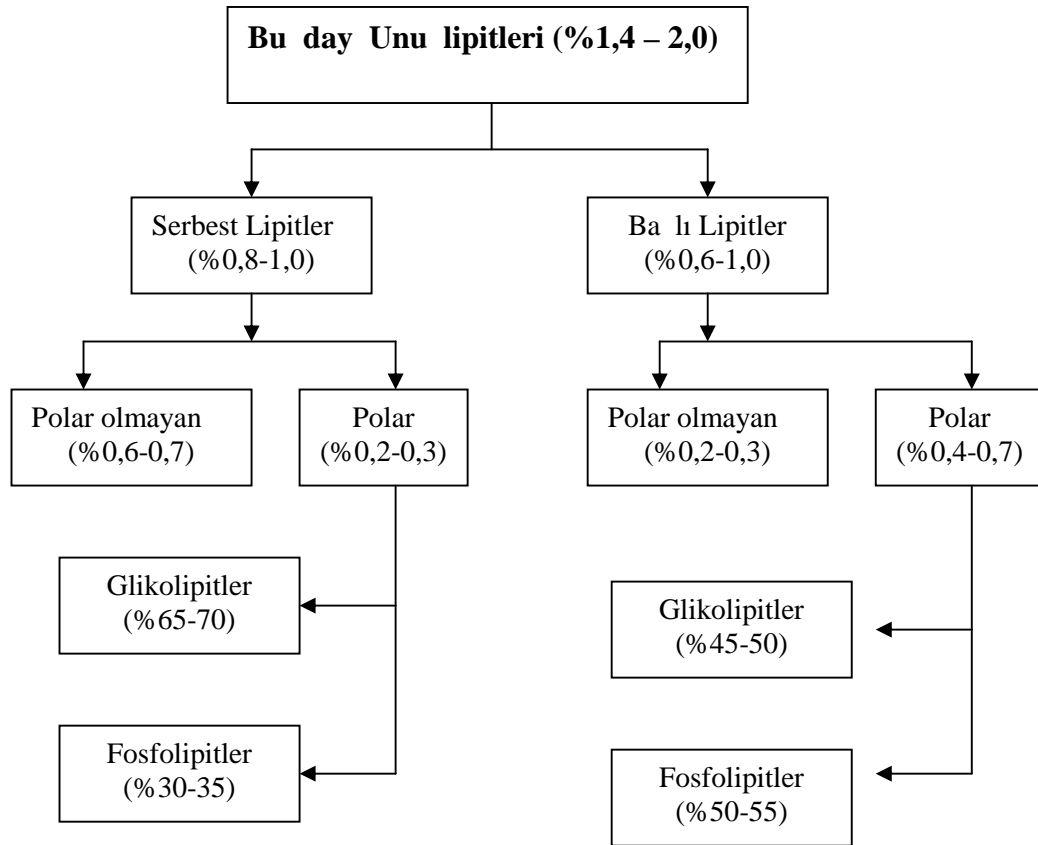
Bu day unu lipit kompozisyonuematik olarak ekil 5.'de gösterilmiştir. Toplam bu day unu lipitleri, polar olan ve olmayan bileenleri yaklaşık miktarında içerir. Trigliseritler (TC) polar olmayan lipitlerin esas bileenidir.

Digalaktosildigliseritler (DGDG) glikolipitlerin, lisofosfatidilkolinler (LPC) ve fosfatidilkolinler (PC) fosfolipitlerin esas bileşenleridir. Çözünürlükteki farklılıklar, bu yağın lipitlerini serbest ve bağlı lipitler olarak iki esas kategoriye ayrılmasını uygun ve yararlı kılar (ekil 6). Serbest lipitler petrol eteri (PE) veya eter gibi polar olmayan çözücülerle ekstrakte edilebilir. Bağlı lipitleri (esas olarak proteine) ekstrakte etmek için suyla doyurulmuş butanol (WSB) veya kloroform-metanol-su karışımı gibi polar çözücüler gereklidir. Petrol eteri ile ekstrakte edilen lipitler serbest lipitler olarak tanımlanır, geri kalan lipitler petrol eteri ekstraksiyonunu takiben suyla doyurulmuş butanol ile ekstrakte edilebilir ve bağlı lipitler olarak ifade edilir (PONERANZ, 1980).

Serbest lipitler silisik asit kolonundan yıkanmalarına göre, fraksiyonlarına ayrılabilir. Toplam serbest lipitlerin yaklaşık %70'i kloroform ile yıkanabilir. Bunlar polar olmayan (nonpolar) fraksiyon olarak adlandırılabilen esas komponent olan TC (trigliserit) içerirler. Serbest lipitlerin geri kalan %30'u (serbest polar lipitlerin bir karışımı) metanol gibi daha çok polar olan bir çözücü ile bir kolondan ayrılabilir. Serbest polar lipitlerin yaklaşık 2/3'ü esas bileşen olarak DGDG'yi içeren glikolipitlerdir ve 1/3'ü esas bileşen olarak PC'li fosfolipitlerdir.



**ekil 5. Suda doayurulmu butanol ile ekstrakte edilmi
bu day-un lipitlerinin toplam kompozisyonu
(Mac Murray ve Morrison, 1970; Pomeranz ve Chung, 1978).**



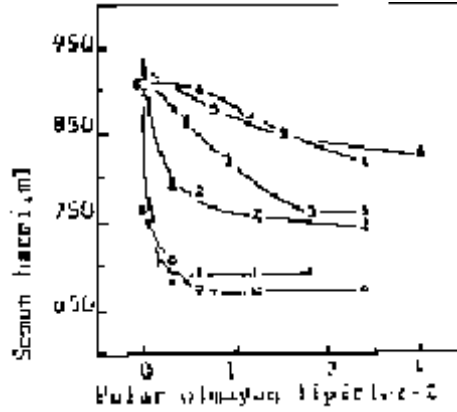
ekil 6. Bu day unundaki esas lipitlerin da ılımlı ve sınıflandırılması.

Miktarlar un a ırlı ı ızerinden verilmi tir. serbest lipitler petrol eteri ile ekstrakte edilebilir, ba lı lipitler ise daha polar çözücülere (örne in alkoller) gerek duyarlar. “Polar” ve “Polar olmayan” terimleri lipitlerin reaktivitesinine ve çözünürlü üne ba lıdır (Polaranz ve Chung, 1978).

Ba lı lipitlerin yakla ık %06-1,0’i undan petrol eteri ekstraksiyonundan sonra suda doymu butanol ile ekstrakte edilebilir. Ba lı lipitler yakla ık %30 polar olmayan ve %70 polar lipiti içerirler. Ba lı polar lipitler esas bile en olarak LPC’li fosfolipitlerce zengindirler. Glikolipitler ekmek yapımında önemli oldukları için bunların serbest veya ba lı olduklarının anlaşılması önemlidir. Serbest polar lipitler glikolipit yüzdesi bakımından ba lı polar lipitlerden daha fazla olmasına ra men, glikolipit ve fosfolipitlerin gerçek miktarı ba lı polar lipitlerde, serbest polar lipitlerden daha fazladır (ekil 6).

5.1. Ekmek Yapımında Lipitler

Lipitlerin ekmek yapımındaki etkilerini saptamak için yapılan testlerde, gluten, tabii haldeki ve ya ı alınmı onların her ikisinden de izole edilmi ve sonra farklı oranlarda suda çözünür bile enler ve ni astayla tekrar karı tırılarak elde edilen hamurların pi irilmesiyle ekmek elde edilmi tir. Gluten miktarına ba lı olmaksızın i lem görmemi undan yapılan ekmeklerde somun hacmi, ya ı alınmı undan yapılanlardan daha yüksek bulunmu tur (Chiu ve ark., 1968). Polar olmayan lipitlerin sa lı a zararlı etkileri polar lipitler tarafından önlenilmekte ve bunların ekmek hacmine etkileri polar olan ve olmayan lipitlerin oranlarına ba lı olmaktadır. Bu alı malar lipitlerin küçük bile enler olmalarına ra men ekmek yapımında büyük öneme sahip olduklarını göstermektedir.



ekil 7. Polar olan ve olmayan lipidlerin, petrol eteri ile ekstrakte edilen undan, ya sız olarak ve polar olan ve olmayan lipidlerin çe itli kombinasyonlarıyla pi rilene ekme in somun hacmi üzerine etkisi. “1-5 rakamları 100 g. una ilave edilen 0,1-0,5 g. polar lipiti göstermektedir” (Daftary ve ark., 1968).

5.2. Makarna Yapımında Lipidler

Makarna ürünleri içerisinde, irmikten yapılan ürünlere yani makarna çe itlerine, ya katılması yaygın bir uygulama de ildir. Ya katılarak üretilenler daha çok undan yapılan nodül tipi ürünlerdir. Nodül tipi ürünlere özel bir aroma kazandırmak, yapım sırasında ürün yüzeyinin kurumasını engellemek, hamurun yapı masını önlemek ve pi me özelliklerini iyile tirmek amacıyla ya katılmaktadır. Bunun dı nda Uzak Do u ülkelerinde ya da kızartılarak yapılan nodül tipi ürünler (frying noodle) oldukça yaygın olmasına kar ın, kızartmada kullanılan ya ın nodül kalitesi üzerine olan etkileri konusunda bir ara tırmaya rastlanmı tır.

Ya ın kalite üzerine olan etkileri; ya ın çe idi, karı tırma yöntemi, nodül yapma ve pi irme yöntemi gibi faktörlere ba lı olarak de i mektedir. Örnei i bu çalı mada, una pamuk ya ı katılarak ba ka bir çalı mada pamuk ya ının nodül gerilme direncini (tensile strength) dü ürdü ü di er özellikleri fazla de i tirmede i görülmü tür.

Una %1-15 oranında mısır ya ı katılarak yapılan çalı malarda; %3'e kadar katılan ya ürünü katısız örne e göre daha yumu ak yaptı ı halde, %5-7 ya ilavesinin önemli bir katkısı olmamı , fakat %10'dan fazla ya ilave edildi i zaman nodül sert ve kırılğan hale gelmi tir mısır ya ının nodül çe itlerinde sertlik, yapı kanlık, gerilme direnci ve uzama gibi tüm özellikleri dü ürdü ü görü ünde olan ara tırmacılar da vardır.

Yağın nodül kalitesi üzerine etkileri, yağ partiküllerinin nodül hamuru arasında dağılarak piirme sırasında suyun iç kısımlara penetrasyonunu engellediğii, böylece iç kısımlardaki niastanın jelatinizasyonunu ve i mesini geciktirdiğii ve sonuçta dağ ürünün sert kalmasını sağladığii eklinde açıklanmaktadır. Ayrıca yağ partiküllerinin varlığı, üründe jel-protein yapısını bozmakta böylece ürünün çineme özelliğini düğürüp onu kırılğan hale getirmektedir.

5.3. Glikolipitler

Oleott ve Mecham (1947); gluten, lipit kompleksinin glutenin hazırlanması veya hamurun yoğurulması süresince oluğtuğunu kabul etmişlerdir. Bu kompleksin kusursuz yapısı ve ekmek yapımına katkısı, karbonhidrat ve lipit kompleksleri olarak belirtilen bu day-un glikolipitleri üzerinde son zamanlarda yapılan yoğun çalımlar sonucu açıklığa kavuşturulmuştur. Glikolipitler hem polar (karbonhidrat) hem de polar olmayan (uzun zincirli yağ asitleri) kısımları içerirler. Bazıları suda çözünmese de, lipit çözgenlerinde oldukça çözünürler.

Glikolipitler hububat kimyasında en büyük ilgili çeken bileşenlerdir. Tarihsel olarak glikolipitlerin kesin yapıları bu day unundan (Carter ve ark., 1956) tarafından izole edilerek belirlenmiştir. Bu konuda yapılan son çalımlar, ekmek üretiminde glikolipitlerin doğal veya sentetik olarak esas etkili olduklarının göstermiştir (Pomeranz, 1980).

5.4. Glikolipid Etkileşimi

Glikolipitlerin, bu day unu makromolekülleri v eni asta, gliadin ve glutenin ile ekillenen glikolipit kompleksleriyle etkileşimi infrared (IR) ve nükleer magnetik rezonans (NMR) spektroskopisi ile açıklığa kavuşturulmuştur (Wehrli ve Pomeranz, 1970a). IR spektroskopisi ile glikolipitler ve jelatinize niasta, glikolipitler ve gluten bileşenleri arasındaki hidrojen bağları belirlenmiştir. NMR spektroskopisi ile de glikolipitler ile glutenin arasındaki hidrofobik bağlanmalar saptanmıştır. Spektroskopik çalımlar, çözünürlükteki farklılıklar üzerine yapılan çalımlar (Hoseney ve ark., 1969c); glikolipitlerin gluten'de glutenin proteinlerine fobik bağlarla, gliadin proteinlerine hidrojen bağlarıyla bağlanmasını göstermiştir. Fraksiyonlara ayrılmamış glutende, glikolipit görünümünde her iki proteine aynı zamanda bağlanmıştır gibidir ve glikolipitlerle bağlanan gliadin ve glutenin

proteinlerinin birimleri olarak tanımlanan bir kompleks olu turur (Hoseney ve ark., 1970).

Glikolipitlerin etkile imine ait bu spektroskopik, çözünebilirlik ve santrifüjleme çalı maları gluten veya izole edilmi ni asta ile oda sıcaklı ında yürütülmü tür. Hamurda ko ullar, di er bile enlerle etkile im için ba lıca karbonhidrat ve proteinlerin glikolipitlerle rekabeti nedeniyle çok karma ıktır. Piirme nedeniyle ortaya çıkan sıcaklık artı ı bu karma ıklı ı daha da arttırmaktadır. Bu nedenle çalı malar hamurda ve ni asta ile protein içeren ekmekte yer alan etkile imleri belirlemek üzere yönlendirilmi tir. Tritium olarak adlandırılan glikolipitler sentezlenmi ve hamurdan hazırlanan kısımlar ile bu glikolipitleri içeren ekmekte otoradyografi ile incelenmi tir (Wehrli ve Pomuranz, 1970b). Hamurda glikolipitlerin ço u protein içinde, ekmekte ise fırın sıcaklı ı ile jellatinize olmu ni asta granülleri içindedir.

Bu day-un bile enleri ile glikolipitler arasındaki makromoleküller etkile imlerle ilgili çalı malar Tablo 6'da özetlenmi tir.

Ekmek yapımı boyunca somun hacmindeki önemli artı , glikolipitler v e gluten proteinleri, özellikle gliadin fraksiyonu arasındaki kompleks olu umu ve etkile imine ba lıdır. Kompleks olu umu için glikolipitlerin e it miktarları gereklidir. Bununla beraber, etkile imin kuvveti görünü te, genetik bakımından gliadin proteinlerinin kompozisyonuna ba lıdır.

Son yıllarda yapılan çalı malar çe itli unlardan elde edilen gliadinlerin elektroforetik özelliklerinin devamlı olarak farklılıklar gösterdi ini ortaya koymu tur. Nitekim ekmek yapım gücünün anahtarı gliadin fraksiyonu ve di er un bile enleri ile gliadinin etkile imi gibi gözükür (Pomeranz, 1980).

Tablo 6. Glikolipitler ile Bu day-Un Makromolekülleri Arasında Tespit Edilen Ba ı Tipleri (Wehrli, 1969).

Çalı ma Yöntemi	Glikolipit Ni asta	Glikolipit – Gliadin	Glikolipit Glutenin
Gluten proteinlerinin çözücü ekstraksiyonu	...	Hidrojen	Hidrofobik
Ni astaya ba lı lipit	Hidrojen

IR spektroskopisi	Hidrojen	Van der Waals, Hidrojen	Van der Waals, Hidrojen
NMR spektroskopisi	Hidrojen, Dipol etkile im	...	Hidrofobik Hidrojen
Otoradyografi	Ekmekte kuvvetli etkile im	...	Hamurda etkile im
Pi me testi	Hidrofobik ve hidrojen ba ları ekmek yapımında geli im için esastır		

Gliadin-glikolipit glutenin kompleksinin oluşumu en azından gluten yapısındaki hidrofobik ve hidrojen bağlarının önemini açıklar (Hoseney ve ark., 1970). Kompleks özellikle hidrojen bağlarının ısıya yüksek oranda duyarlı oluşu ve düşük sıcaklıklarda hidrofobik bağların stabilitesinin artışı nedeniyle çok önemlidir (Gliadin glikolipitlerin hidrojen bağlarıyla bağlanır). Oluşan bu kompleks aynı zamanda bu day ununu ekmek yapım gücü üzerine glikolipitlerin küçük miktarlarının nispeten büyük etkisini açıklamaktadır (Wehrli ve Pomeranz, 1970b).

Sonuç olarak, iyi bir ekmek elde edebilmek için ekmek yapım a amaları yanında bu day unu bile enlerinin aralarındaki etkile imlerde önemli olmaktadır. Ancak bunlar yanında henüz tam olarak açıklanamayan bazı olayların da rolü bulunmaktadır. Genel olarak hamurun iskeleti veya yapısının gluten proteinleriyle oluştu kabul edilmektedir.

Gluteni oluşturan gluteninler hamurun yoğrulma özelliklerinde etkili olduklarından uygun yapının gelişiminde etkilidirler. Gliadin'ler ise yeterli bir yapıda gelişimi olan hamurda gazın tutulması görevini üstlenirler. Gluten proteinleri tarafından oluşturulan bu yapı lipitlerle etkile imler suretiyle kuvvetlendirilir. Ni asta granülleri, hamurda nispeten inaktif bile enler olmalarına karşın seyreltici olarak da önemlidirler. Fermentasyona doğru gidildikçe hamur yapısının stabilitesi ve gücü lipit ve proteinlerin etkileri sonucudur. Pi irme a masında ni asta granülleri aktivite kazanır ve pi imin en kritik noktasında lipitlerle reaksiyona girerler. Bu reaksiyon sonucu ekmekte istenen yapı sağlandı gibi taze kalma süresi de uzamaktadır (Pomeranz, 1980).

Yukarıda görüldü ü gibi de i ik a amalardan geçen ve oldukça kompleks olaylar sonucu elde edilen ekme in niteliklerine; uygulanan yo urma, fermentasyon, piirme a amaları dı nda de i ik nitelikteki bu day-un bile enlerinin büyük ölçüde etkili oldu u çe itli ara tırmacıların bugüne kadar yaptı ı çalı malarla ortaya konmu tur.

5.5. Un Lipidleri ile Emülsifierlerin nteraksiyonu

Bütün bu day tanelerinde lipidler çok az miktarlarda bulunur ve bu ekilde onlardan elde edilen unlarda da bulunmaktadır. Bu day ununda bulunan lipidler özel ilgi çeker. Çünkü unların ekmeçilik özellikleri, ya unun bünyesinde komponent olarak orijinal halde bulunan veya yo urma esnasında ilave edilen lipidler tarafından etkilenmektedir. Orijinal un Lipidlerinin ekmeçilik özellikleri üzerine pozitif etkisi oldu u çe itli ara tırmacılar tarafından ortaya konmu tur. Bu ara tırmacılar aynı zamanda ekmeçilik özelli indeki artı ları emülsifierleri içeren dı arıdan ilave edilen lipidlerin de sa ladı nı ifade etmi lerdir.

Bu day unu lipidleri % 1,42,2 oranında bulunmaktadır. Bunun % 0,81,0'i serbest, % 0,6 1,0'i ba lıdır ve bunların ekstrakte edilebilirli i de i ik polar solventlere ba lı bulunmaktadır. Bundan ba ka bu day unu llpldleri polar olmayan lipidler toplam lipidin % 50,9 ve polar lipidler toplam lipidin % 49,1'ini olu turmak üzere iki gruba ayrılmı tır. Ba lı lipidler ni asta iler kompleks yapmı olarak bulunmaktadır. Öte yandan selektif ekstraksiyon kullanılarak bu day unu lipidleri, ni asta lipidleri (toplam lipidlerin % 15.0'i) ve ni asta olmayan lipidleri (toplam lipidlerin % 85.0'i) olmak üzere 2 gruba ayrılmı tır.

Ni asta olmayan lipidler unda ve hamurda fizikokimyasal ve biokimyasal proseslere katılmaktadır Ve bu yüzden bu day unundan hazırlanan fırıncılık ürünlerinin hazırlanması için çok önemlidir. Herhangi bir i lem görmemi una polar olmayan lipidlerin ilavesi ekmeçilik özelliklerinin bozulmasıyla sonuçlanır. Bununla birlikte polar olmayan lipidler hamur toleransını artırmaktadır. Polar olmayan lipidlerin etkileri herhangi bir i lem görmemi unlarda ve ya ı alınmı unlarda farklıdır. Shorteninglerle birlikte kullanılan polar olmayan lipidler ekmeç hacmini artırmı tır. Ya ı alınmı unlarda ise ekmeç hacmini azaltmı tır.

Herhangi bir i lem görmemi unlara polar lipidlerin ilavesi ekmek hacmini artırmaktadır. Bu pozitif etki aynı zamanda shorteningler ile kombinasyonlarda da görülmektedir. Ayrıca ya ı alınmı unlarda da lipidler ekmek hacmini artırmaktadır ve bu etki ilave edilen miktara ba lı olmaktadır.

6. UN KOMPONENTLER LE EMÜLS F ERLER N L K LER

Karbonhidratlar, proteinler ve lipidler ekme in ve di er fırıncılık ürünlerinin hazırlanması esnasında yapılan yo urma i lemlerinde önemli rol oynar. Bu un komponentlerinin etkileri ya kendilerince veya ili kiye girdikleri ürünlerle olu ur. Protein, karbonhidrat ve lipidler arasındaki interaksyonlar un prosesi için çok önemlidir. Bu konuyla ayrıntılı bilgi 3.4, 4.3 ve 5.5. bölümlerinde anlatılmı tır.

7. ENZ MLER

Enzimlerin özellikle unun kalitesi üzerinde büyük etkileri bulunmaktadır. Unda bulunan enzimler a a ıda kısa bir ekilde anlatılmı tır.

7.1. Amilaz Enzimi

Unlarda, öz proteinlerinin nicelik ve nitelikleri yanında hamur fermentasyonu için gerekli ekeri olu turan amilaz enziminin aktivitesi ekmek kalitesini önemli ölçüde etkiler. Dü ük ve çok yüksek amilaz enzim aktivitesine sahip unlardan yapılan ekmekler de hatalar ortaya çıkar. Özellikle öz kalitesi orta ve dü ük unlar ile yapılan ekmeklerde enzim yetersizli inin etkisi daha çoktur.

Bu day amilazlarının miktarına etkili olan faktörler çevre artları ile çe ittir. Bu day tanesinin olu umu ve olgunlaşması sırasında amilazların geli mesi henüz tam bir açıklı a kavurmamakla birlikte, bu dayda esas olarak perikapta yo unla mı alfa-amilazın aktivitesinin, perikarpın süratli geli me dönemi sırasında maksimuma ula tı ı ve tanenin normal hasat zamanına kadar çe it ve olgunlaşma ko ullarına ba lı olarak çok hızlı azaldı ı belirtilmektedir.

Ö ütmeye tanenin dı tabakasının un verimine ba lı olarak ayrılmasından dolayı unlar da alfa-amilaz aktivitesi azalmaktadır. Un veriminin artı ı ile enzim

aktivitesi arasında bir ili ki bulunmakla beraber, un verimine göre aktivite de i mesinin bu day çe itlerinde benzer oranda olmayı 1, tane tabakalarında aktif hale getirilecek amilazın farklı miktarda bulunması yanında ö ütmede özellikle subalöron hücrelerinin endosperm hücrelerinden ayrılma yetene inin de i ik olu una ba lanabilir.

Ekmek yapımında amilazların etkisi; yo urma, fermentasyon ve pi irme i lemleri sırasında önemli olarak devam eder. Alfa-amilaz enzimi en çok ni astanın viskozitesine etkili olmakla ve viskoziteyi dü ürmektedir. Enzim miktarı yeterli oldu unda, karbondioksit olu umu artar, kabuk rengi istenilen seviyede, ekmek içi gözenek yapısı iyi olur. Hamurun gaz tutma kapasitesi ve ekmek hacmi artar.

7.3. Lipaz Enzimi

Unun depolanması sırasında ya ların parçalanması sonucu, unun serbest ya asitleri miktarı artar, lezzetinde acılık meydana gelir. Serbest ya asitlerinin fazlalı 1, gluten-ya asidi komplekslerinden dolayı unun pi irme özelliklerine olumsuz etki yapar. Bunun için un depolanmasının uygun ko ullarda yapılması gerekir (TÜMERLER ve BOYACIO LU, 1987).

7.4. Fosfatazlar Enzimi

Bu day tohumu asit fosfatozları genellikle di er bitki dokularınkine benzerler ve piroksidal gerektiren enzimleri regüle etmede rol oynarlar. Onların tahıl teknolojisi içinde önemli rolü yoktur. demir bile enleri ile ba lantı kurmazlar veya asit fosfataz izoenzimlerinin esteraz aktivitesi ile ba lantıları yoktur.

Fitik asit ve fitat üzerindeki asit fosfataz aktivitesini ara tıranlar bunu üç yerde belirtmi lerdir.

Alkali fosfataz ise Macko tarafından baskın veya çimlenme bu dayların ekstraktları içinde aktivitelerinin göstermesiyle varlı 1 kanıtlanmı tır.

7.5. Hidroksiperoksit zomeraz Enzimi

Normalde lipoksifenaz tarafından olu turuldu u dü ünülen a arma i lem iaslında, lipoksigenaz tarafından olu turulup hidroperoksiti etkileyen hidroperoksit izomerazın bir etkinli i olabilir. Bariz olarak görülebiliyor ki izomerazın yalnızca çok az seviyesi unda olu uyor ve önemi tam olarak aç ı a çıkmamı bulunuyor.

7.6. Fenoloksidaz Enzimi

PFO aktivitesi tam bu day unundan yapılan hamurun ve sonra da ekme in kararmasına neden olur. Bu problem Hindistan ve di er bir çok yerde önemli bir sorun te kil etmektedir. Kahverengile me bisülfite, askorbik asit ve çe itli PFO inhibitörleri kullanılarak önlenir.

7.7. Peroksidaz Enzimi

Peroksidazlar protein polimerizasyonu ve sonuç olarak da hamurun likitsel özellikleri üzerinde bir role sahip olmalıdır. Makarnanın kahverengile mesi ile durum irmi indeki peroksidaz aktivitesi arasında pozitif ve büyük bir ili ki bulunuyor. Bu da makarna ve spagetti yapımı için dü ük peroksidaz aktivitesi içeren bu day türlerinin seçilmesine i aret ediyor. Her ne kadar a arma için ilk olarak lipoksigenaz sorumlu tutulsa da, peroksidazlar da hamurun karı tırılması sırasında karoten pigmentlerinin zarar görmesinde göz önünde tutulmalıdır.

7.8. Katalaz Enzimi

Katalaz ekmek yapımı sırasındaki oksitlenme reaksiyonları ile ili kisi olabilir. Bu olayların içine pigmentlerin a arması ve protein polimerizasyonu da dahildir.

8. M NERAL MADDELER

8.1. Tuz Miktarının Etkisi

Uygun özelliklerindeki bir ekme in üretimi için, iyi dengelenmi bir hamur formülünde gerçekleştirildi i gibi, her bir bile enin uygun miktarlarda kullanımı

sa lanmalıdır. Dengesiz bir formülden yapılan ekme k, dü ük üretim veriminin yanında kötü ürün kalitesine de neden olabilir (BRI, 1989).

Ekme k hamurlarının dört temel bile eninden birisi olan tuzun uygun miktarda kullanımı, iyi kaliteli bir ekme in üretimi için oldukça önemli oldu undan, tuzun ekme k yapımındaki i levi iyi bir ekilde anla ılmalıdır.

Ekme in temel bile enlerinden birisi olan tuzun, ekme in üretimi ve kalitesi üzerine bir çok etkisi söz konusudur. Bunların içinde en önemlisi, ekme in lezzetini geli tirmesidir. Tuzsuz ekme k; tatsız, yavan ve lezzetsizdir ve normal olarak, dü ük sodyumlu diyet uygulamak zorunda olan tüketiciler dı ında tercih edilmemekte, tuz ekme e çok önemli bir lezzet vermekte ve tada karakter kazandırmaktadır. Gıdalarda yeterli miktarda bulundu u zaman katkıda bulundu u kusursuz tuzlu tada ek olarak tuzun gıdaların a ız hissine daha fazla doygunluk kazandırma yoluyla tadın algılanmasını artırarak, olası tat bozukluklarını örterek ve en önemlisi lezzet dengesini geli tirerek çe itli gıdalarda ilave bir lezzet geli tirici etkilere sahip oldu u gösterilmi tir. Beyaz ekme k ile yapılan çalı malar, un a ırlı ı üzerinden %1.72.1 'lik bir optimum lezzet aralı ı göstermi tir. Burada unutulmaması gereken nokta, gere inden fazla kullanıldı ı zaman tuzun fermentasyon i lemi ve ilave edilen di er bile enler sonucu/ olu an lezzeti örtebilece idir.

Tuzun ikinci i levi, fermentasyonu düzenleyici olarak rol oynamasıdır. Tuz ilave edilerek yapılan hamurlar, tuzsuz hamurdan çok daha yava fermente olmaktadır. Tuz, mayanın gaz üretim hızını geciktirmekte ve böylece fermentasyon süresinin uzamasına neden olmaktadır. Limit olmaksızın, ekme k üreticisi fermentasyon süresini kullandı ı tuzun miktarı ile kontrol edebilmektedir. Tuzun bu etkisi, aksi halde fermentasyonun düzensiz bir hızda olu arak tekdüze olmayan sonuçlara neden olaca ı, sıcaklık kontrolünün yetersiz oldu u durumlarda son derece yararlı olmaktadır.

Tuzun üçüncü i levi de, hamurun gluteni üzerine olan kuvvetlendirme ve sıkıla tırma etkisidir. Bu etki, hamuru daha plastik ve elastik yapmaktadır. Söz konusu etkinin kısmen tuzun proteolitik enzimleri inhibe edici etkisi nedeniyle olabilece i dü ünülmekle birlikte, di er kanıtlar tuzun un proteinleri ile daha direkt bir etkile imini göstermektedir., Bu kuvvetlendirici etki, özellikle çok yumu ak su

kullanıldı ında ve yeterince olgunla mamı unlar kullanıldı ı durumlarda yararlı olmaktadır. Bu ko ullar altında, tuzun en, fazla miktarda, örne in un a ırlı ı üzerinden %2 oranında kullanımı, yumu ak ve yapı kan hamurlar için olası güçlüklerinin ortadan kaldırılmasına yardımcı olacaktır.

Tuzun bir di er i levi, özellikle uzun süreli fermentasyonlarda, hamura undan veya havadan bula abilen yabancı mayanın geli imini önlemesidir. Yabancı maya tuza, modern yöntemlerle üretilen ya pres mayadan daha fazla duyarlı oldu undan, do ru miktarda kullanılan tuz ya pres maya ile gerçekleştirilen fermentasyona izin verirken istenilmeyen maya türlerinin ve bazı bakterilerin geli imini önlemektedir (BOYACIO LU, 1999).

Ekmek yapımında, tuzun yukarıda belirtilen i levlerini lam olarak yerine getirebilmesi için kullanım miktarı yanında üphesiz niteli i de oldukça önemlidir. Bu amaçla kullanılacak tuz beyaz olmalı; temiz, renksiz bir çözelti olu turacak ekilde suda tamamen çözünmeli; serbestçe akmalı; acı bir tada sahip olmamalı ve en az %99 oranında sodyum klorür içeri ine sahip olmalıdır. Bununla birlikte, kabul edilebilir miktarlardaki kalsiyum ve magnezyum tuzlarının varlı ı ile hamur kalitesinin olumsuz yönde etkilenmemesi nedeniyle kimyasal olarak saflı ın önemli olmadı ı ileri sürülmekte ve bu minerallerin yüksek miktarlarının gerçekte yararlı bir hamur geli tirici etkiye sahip oldu u belirtilmektedir. Benzer ekilde, hamur ve ekmek kalitesi üzerine çok zararlı etkilere sahip olması nedeniyle iyot ilave edilmi tuz kullanılmamalıdır.

Ekmek yapımında kullanıma uygun tuzun seçiminde en önemli kalite kriterleri, parçacık büyüklü ü ve çözünme oranıdır. Hamurda fazla miktarda çözünmemi iri partiküllerin varlı ı emekte görsel hatalar olu turabilmektedir. Tuzun çözünürlü ü, bir çay ka ı ı tuzu bir bardak su içinde karı tırarak test edilebilmektedir. Tuz, berrak bir çözelti verecek ekilde tamamen çözünmelidir.

Çözeltinin san renkte olması, tuzda demir bile iklerinin varlı ının, dolayısıyla safsızlı ın bir göstergesi olmaktadır. Karbonatın fermentasyonu geciktirmesi nedeniyle do al olarak serbestçe akan tuzlar, tuzun akı özelliklerini iyile tirmek amacıyla karbonat ilave edilmi tuzlara tercih edilmelidir.

Kullanılan tuz miktarlarının hamur karakteristiklerine etkisi, Tablo 7'de özetlenmiştir.

Tablo 7. Değişik Tuz Miktarlarının Hamur Karakteristikleri Üzerine Etkisi

Miktar %	Hamur Karakteristikleri	
	Yoğurmadan Sonra	Tavaya yerle tirmeden Önce
0	Yapı kan, gevrek, uzayabilir, fakat elastik değildir	Yumuşak gluten, çok uzayabilir, kontrolden fazla gaz üretimi
1	Kontrolle benzer, ancak yapı kan, ıslak, yumuşak	Uzayabilir, az elastik, kontrolden fazla gaz üretimi
2 (Kontrol)	iyi	iyi
5	Sert, lastikimsi, çok düşük elastikiyet ve uzayabilirlik	Elastikiyet ve uzayabilirlik çok az, yok denecek kadar az gaz üretimi

Hamur içindeki normal miktarlarındaki tuzun, optimum hamur gelişimini sağlamak için gerekli yoğurma süresini belirgin şekilde uzatmasının yaygın olarak kabulü, tuz ilavesinin gecikmeli olarak yapılmasının genel bir uygulama haline gelmesine neden olmuştur. Araştırmacılar, hamura tuzun temizleme amaçları yerine yoğurmanın başında ilave edildiğinde, yoğurmanın pik noktasına ulaşmak için gerekli sürenin yaklaşık %80 arttığını, örneğin yoğurma süresinin yaklaşık iki katına çıktığını göstermişlerdir. Yoğurma süresindeki bu uzama kısmen tuzun un proteinlerinin su tutma kapasitesini düşürmesi nedeniyle hamurun serbest su içeriğinin artmasına ve kısmen de tuzun proteolitik enzimlerin çalışmasını inhibe etme etkisine atfedilmektedir. Bu iki etkinin birleşimi, normal su kaldırma oranlarında, daha uzun yoğurma süresi gerektiren yumuşak bir hamur vermektedir (PYLER; 1988). Özellikle zayıf veya düşük glutenli un ile yapıldıklarında serbest ve çeltik ekmeklerin üretiminde, tuzun yoğurmanın başında çözelti halinde ilave edilmesinin bu hamurların reolojik özelliklerini geliştirdiği belirtilmiştir.

Çeltik tuz miktarlarının sonuçtaki ekmeğin kalitesine etkisi, Tablo 8'de özetlenmiştir. Hamur karakteristiklerine bağlı olarak, hem düşük hem de yüksek tuz oranlarında ekmeğin kalitesi olumsuz olarak etkilenmiştir.

Tuzun yoklu unda ve dü ük tuz miktarlarında, a ırı fermentasyon nedeniyle ekmek yüksek hacme, açık gözeneklere, açık renge ve kötü bir dokuya sahip olmu tur.

BENNION (1954), tuz kullanılmadan yapılan ekmeklerin içinin, tuzun gluteni sıkıla tırma ve stabilite kazandırma etkisinin yoklu u nedeniyle gev ek olaca nı ifade etmi tir.

Zayıf glutenlerin tuz ile belirgin bir ekilde kuvvetlendirildi i ve bunun da ekme in gözenek yapısının iyile tirilmesi ile sonuçlandı ı belirtilmi tir..

D'APPOLONIA ve Mac ARTHUR (1974), dü ük tuz miktarlarında ve tuzun yoklu unda, üretilen ekme in yüksek yan cidarlara, yüksek ekmek hacmine ve çok açık, kaba, sarımsı gri bir ekmek içine sahip oldu unu belirtmi lerdir.

Bu çalı mada; optimum miktarda (%2) tuz kullanıldı ı zaman, tuzun sıkıla tırıcı etkisi nedeniyle gluten çok daha yava olgunla mı tir.

Tablo 8. De i ik Tuz Miktarlarının Ekmek Karakteristiklerine Etkisi

	Tuz Miktarı %			
	0	1	2	5
A ırlık, g	130,0	128,7	131,3	140,0
Hacim, cc	825	945	990	585
Spesifik hacim, cc/g	6,3	7,3	7,5	4,2
Kabuk rengi, 10	8	9	10	7
Simetri, 10	10	10	10	10
Açılma ve parçalanma, 10	8	9	10	7
Gözenek yapısı, 20	18	19	20	17
Doku, 10	8	9	10	7
Ekmek içi rengi, 10	8	9	10	7

Daha yava gaz olu umu ve glutenin daha yava olgunla ması; sıkı gözenekli beyaz bir ekmek içine ve daha iyi bir dokuya sahip ekmek vermi tir. Tuzun ekmek

içini beyazla tırma etkisinin, iri gözenekli, kalın cidarlı yapıdan daha fazla 1 1 1 yansıtan açık gözenekli bir yapıya sahip ekmeğin üretimini sağlaması nedeniyle olmaktadır ve bu etkinin tuzun fermentasyon hızını kontrol etmesi ile ilgili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca tuz, hamurdaki ekmeğin parçalanmasını azaltarak indirekt olarak daha koyu bir kabuk renginin oluşmasına yardımcı olmaktadır. Bundan başka, tuzun ekmeğe direkt olarak hiçbir artırıcı etkisi olmazken, oluşan açık gözenekler ve ince cidarlı hücreler ekmeğin içine daha beyaz bir görünüm vermektedir.

BLOKSMA (1986) 'ya göre, ekmeğin yapımında kullanılan konsantrasyonda sodyum klorür varlığında, jelatinizasyon daha yüksek sıcaklıkta başlanmaktadır. Ayrıca entalpideki değişim de daha az olup, bu durum tam olarak tamamlanmamış jelatinizasyonu göstermektedir. Benzer şekilde, STRIETELMETER (1988), ekmeğin pişirilmesi sırasında, tuzun nişastanın jelatinizasyonunu geciktirdiğini ve granüllerin birleşerek sonunda parçalanmasını engellediğini belirtmiştir.

Tuzun, maya hücrelerinin ekmeğindeki karbondioksit gazı ve alkolü çevirme metabolizması üzerine etkisi nedeniyle artan tuz oranları mayanın gaz üretim hızını kademeli olarak azalttığı için, %5 tuz ile yapılan ekmeğin en düşük hacme sahip olduğu görülmüştür.

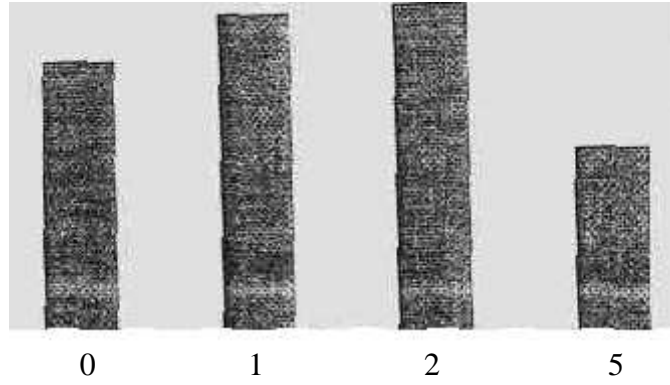
DANIEL (1963), tuz miktarı fazla olduğunda fermentasyonun yavaşlamasının yanında, bu hamurlardan yapılan ekmeğin fırından çıktığında uygunla maden taze olarak ekmeğe verilmeyen ekmeğle yaklaşıklık olarak aynı hacme sahip olacağını ve ekmeğin pudinge benzer şekilde oldukça yoğun görüneceğini belirtmiştir.

Ayrıca ekmeğin varlığına bağlı olarak, ekmeğin kabuk rengi kırmızımsı kahverengi olur. Bilindiği gibi, ekmeğin kabuk rengi, büyük oranda pişirme sırasında hamurda bulunan maya miktarına bağlıdır. Yeterli miktarda ekmeğin bulunduğu durumda, bu ekmeğin fırında ısı ile karamelize olarak ekmeğin tipik kahverengi kabukunu oluşturur. Yüksek miktarlarda tuz varlığında ise, fermentasyonun yeterince devam etmesine izin verilmediğinden, maya ortamında mevcut ekmeğin çoğunluğu kullanılmamaktadır. Bu şekilde geride kalan ekmeğin fırında kırmızımsı renk alarak kabukun belirmesini sağlamaktadır. Ekmeğin içi rengi ise sarımsı iken, ekmeğin içi sıkı ve yoğun bir yapıya sahip olur.

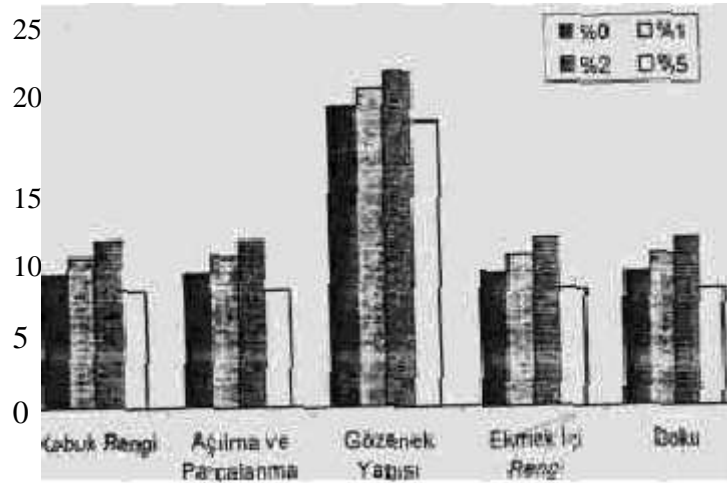
LINKO ve ark. (1984), artan tuz içeriğinin, direkt hamur (straightdough) yöntemiyle yapılan ekmeklerde, ekmeğin hacminde belirgin bir azalma ile sonuçlandırılmıdır. Benzer şekilde, yüksek miktarlarda tuz varlığında oldukça sıkı ve beyaz bir ekmek içi, D'APPOLONIA ve Mac ARTHUR (1974) tarafından gözlemlenmiştir.

Bu day ve ek için çavdar ekmeğinin saklanması üzerine tuz miktarının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, SALOVAARA ve ark. (1986), %0-2.5 arasında 4 farklı tuz oranı kullanılarak üretilen ekmeklerin kalitesini ekmeğin karakteristikleri, küf gelişimi ve duyu analizi ile değerlendirilmiştir. Tuzsuz buğday ekmeği, 3 günlük depolamadan sonra, sıkı tırlabilirlik testi sonucunda daha yumuşak bulunmasına karşın, duyu analizinde tuzlu ekmekten daha az taze olarak sınıflandırılmıştır. Araştırmacılar, ekmeğin yumuşaklığı üzerine önemsiz etkisine karşın, tuzun diğer fiziksel ölçümler veya duyu analizleri ile tayin edilebilen bir "bayatlamayı geciktirme" fonksiyonu gösterdiğini belirtmiştir. Ayrıca tuzun etkisinin üretilen ekmeğin tipine bağlı olduğunu sonucuna varılmıştır.

Tuzun ekmeğin yapımında kuru olarak ve doymuş sodyum klorür salamurası halinde kullanımının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, SANCHEZ ve ark. (1973), kuru tuzu yoğurmanın başında, hamur kısmen yoğurulduktan sonra ve salamurayı yoğurmanın başında ilave ederek bu dehidratasyon süreleri, ekmeğin hacmi ve ekmeğin içi gözenek puanına etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar, salamuranın ağırlıkça yoğurmaya en fazla toleransı kazandırdığını ve optimum yoğurma süresinde kuru tuzdan daha yüksek ekmeğin hacmi, daha iyi ekmeğin içi gözenek yapısı ve daha az dehidratasyon olmasını gözlemlemiştir. STRIETELMETER (1988) iyi bir şekilde çözünmemiş tuzun ekmekte iri, küçük veya düzensiz gözenek yapısı, düzensiz veya bozuk ekli, kabuk yüzeyinde noktalar ve kabarcıklar, zayıf ekmeğin içi yapısı gibi çok sayıda hataya neden olabileceğini belirtmiştir.



ekil 8. Tuz miktarının ekmek hacmine etkisi



ekil 9. Tuz miktarının ekmek karakteristiklerine etkisi

Ço u ekmek formülü, un a ırlı 1 üzerinden %1.52.5 oranında tuz kullanımını gerektirmektedir. Kullanılması gereken en iyi tuz oranı una, formüle, kullanılan suyun tipine, istenilen lezzete ve yönetmeliklere ba lı olmaktadır. Sadece m, su, tuz ve maya kullanımı ile basit bir formül kullanıldı nda, 100 kg undan zengin bir formülasyon kullanımına kıyasla daha az miktarda hamur elde edilecektir. Zengin formülasyonda, 100 kg undan elde edilecek hamur miktarı, ilave edilen süt tozu, eker, ya ve di er katkı maddeleri nedeniyle artacaktır. Bu nedenle, örne in un a ırlı 1 üzerinden %2 oranında tuz kullanıldı nda, zengin formülasyon ile üretilen ekme in her kilogramında, sade formülasyon ile üretilenden daha az tuz bulunacaktır.

Hamura tuz ilavesinin unutuldu u durumlarda, bu durum satılabilir bir ekmek üretilmesini sağlayacak yeterlilikte düzeltilebilir. Böyle bir durumda, uygun miktarda tuz, hamurun üzerine elenmeli ve yo urucu ite iyice karı tırılmalıdır. Hamur, yakla ık yarım saat sonra tuzun daha tekdüze da ılımından emin olmak için tekrar karı tırılmalıdır. Ters durumda, örne in iki katı oranda tuz ilave edilerek hamur yapıldı ı fark edildi inde, bu problemin çözümü için tek yeterli yöntem; aynı miktarda tuz içermeyen di er bir hamur hazırlamak ve bu iki hamuru birlikte yo urucuda karı tırmaktır.

Özetle, yüksek ve dü ük tuz miktarları, istenilmeyen hamur ve ekmek karakteristikleri ile sonuçlanmı tır. FINNEY (1984), direkt hamur ekmek yapım yöntemi için optimize edilen %1.5-1.75 tuz miktarında maksimum ekmek hacmini elde etmi tir. LINKO ve ark. (1984) 'e göre, duysal olarak, en iyi bu day ekme i minimum %1.0 tuz içeri iyle elde edilmektedir. ABD 'de kullanılan tipik formülasyonların ve proseslerin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bir çalı ma, beyaz ekmek formülü için tipik tuz oranının %2 oldu unu göstermi tir.

HOSENEY (1994), tuzun ekmek yapımında, genel olarak un a ırlı ı üzerinden yakla ık %12 düzeylerinde kullanıldı nı belirtmi tir. Bilindi i gibi, ülkemizde de u an geçerli olan Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Çe itleri Yönetmeli, ekmek ve çe itlerini kuru maddede en çok %1.75 oranında tuz bulunmasına izin vermektedir.

8.2. Bu day Unlarının Demirce Zenginle tirilmesi

Mineral maddelerin bu dayın kabuk ve kabu a yakın tabakalarında daha yo un olarak bulunması nedeniyle, bu day ö ütüldü ünde, özellik dü ük randımanlı beyaz una ö ütüldü ünde, minerallerin büyük bir kısmı kabuk tabakalarla birlikte undan uzakla tırılmaktadır. Un randımanına ba lı olarak de i mekle beraber, ö ütme ile bu dayda bulunan demirin ortalama 1/3'ü unda kalmakta, 2/3'ü ise kepek ile birlikte undan ayrılmaktadır. Nitekim Lorenz ve arkadaşlarının (1980) 63 örnek ile yaptıkları çalı ma sonucuna göre bu dayda bulunan demirin ortalama % 32'si una geçmektedir. Bu nedenle beyaz ekmek yemek alı kanlı ı olan ülkelerin ço u ekmeklik bu day unlarını zenginle tirerek undaki demir miktarını bu daydaki düzeye yükseltmektedir.

Bunun yanı sıra, demir eksikliği anemisinin yaygın olduğu ülkelerde, diyetle daha fazla demir ilave etmek amacıyla unlara bu dayda bulunduğundan biraz daha yüksek oranda demir katılmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde 1941 yılından beri ekmeğe unlara demir ilave edilerek demir miktarı bu daydaki düzeye yükseltilmektedir. Amerikan Standartlarına göre zenginleştirilmiş bu day ununda demir miktarının 28.736.4 mg/kg arasında olması artı vardır.

Beslenmeye bağlı kansızlığın en önemlisi olan demir yetersizliği kansızlığının ülkemizde sağlık problemleri arasında önde gelmesine ve halkımızın da beyaz ekmeği tüketmesine rağmen bugüne kadar ekmeğin unlarımızın demirce zenginleştirilmesi konusuna değilinmemiştir. 1974 araştırma verilerine göre, ülkemizde okul öncesi çocuklarda ulusal düzeyde hemoglobini çok düşük düzeyde olanlar, bölgelere göre de i erkek, % 14.17 arasında, orta ve hafif derecede düşük olanların oranı ise % 33'dür, 5 ya üstü erkek grubunda, Karadeniz Bölgesi hariç, ulusal düzeyde hemoglobini çok düşük düzeyde olanlar % 4.3, Kara deniz Bölgesinde ise % 15.4 oranındadır. Yine bu grupta hemoglobini orta ve hafif derecede düşük olanların oranı % 20.9'dur. Karadeniz Bölgesinde bu oran % 55'e yükselmektedir. 5 ya üstü kadın grubunda ulusal düzeyde hemoglobini çok düşük olanlar % 6.8 oranında, orta ve hafif derecede düşük olanlar ise % 21.5 oranındadır. Yine ulusal düzeyde hemoglobin oranı çok düşük gebe anne oranı % 16.1, orta ve hafif derecede düşük olanlarınsa % 32'dir. Emzikli anneler arasında bu oranlar, sırasıyla % 8.6 ve % 32.6'dır. Buradan da anlaşılacağı gibi ülkemizde gebe, emzikli anneler dahil tüm yaş gruplarında yaygın olarak görülen demir eksikliği kansızlığı sağlıklı bir toplum ve geleceğimiz açısından çok önemli bir sorun olmaktadır. Demir yetersizliği anemisi; gıda üretiminin artırılması, anemi hijyen ve beslenme konularında halkın eğitilmesi gibi uzun vadeli programlarla önlenabilir. Ancak, aneminin yaygın olduğu toplumlarda acil önlem olarak halkın diyetinde en çok kullanılan gıda maddeleri demir ile zenginleştirilmektedir.

Ülkemizde halka demiri iletebilecek en uygun gıda maddesi her evin mutfakına en çok giren ekmektir.

Ülkemizde de beyaz ekmeğe yemeli kanlı olduğu undan, hatta köylerimizde bile ekmeğin düşük randımanlı beyaz undan yapılmasından dolayı anemi durumuna göre yurt çapında unlarımıza katılacak demir miktarı ara tırmalarla saptanıncaya kadar, acil önlem olarak, ekmeğe unlarımızın demir düzeyini bu dayda bulunduğumuz düzeye yükseltmek amacıyla ekmeğe un fabrikalarında demir katılması uygun olacaktır.

Bu day ununu öütüldüğünde demir meydana gelen azalmayı, demir ilavesinin ekmeğin kalitesine etkisini ve demirce zenginleştirilmiş bu day unlarından yapılan ekmelerde demir kaybı olup olmadığının saptanması amacıyla bu ön çalışma düzenlenmiştir.

Tablo: 9. Bu day ve Unların Nem, Randıman ve Demir Oranları

	Nem Miktarı (%)		Un Randımanı (%)	Demir Miktarı (mg/kg)		Una Geçen Demir Miktarı
	Bu day	Un		Bu day	Un	
Kırkpınar 1	12,3	13,4	65	46,0	22,8	49,6
Kırkpınar 2	12,4	13,8	63	43,3	18,2	42,0
Kırkpınar 3	12,3	14,1	64	41,6	16,4	39,4
Bezostaya	12,2	14,1	60	49,2	16,8	33,9

Tablo: 10. Demirce Zenginleştirilmiş Unlarla Yapılan Ekmeğin Pişirme Denemeleri Sonuçları ile Ekmeklerin Nem ve Demir İçerikleri

	Unun Su Kaldırması %	Ekmeğin Hacmi (cm ³)	Hacim Verimi (cm ³ /100gr un)	Gözenek Durumu (Dallmann)	Pişirme Emsali	Akım Miktarı (%9)	Demir Miktarı (mg/kg)
Kırkpınar 1. ahit Fe seviyesi	60	937	375	8	75,0	39,7	12,5
		900	360	8	60,0	42,5	35,0
Kırkpınar 2.	58	975	390	7-8	85,6	37,8	13,2

ahit Fe ilaveli		990	396	7-8	91,2	37,2	33,7
Kırkpınar 3. ahit Fe ilaveli	56	941 900	365 360	7-8 7-8	61,8 57,0	36,9 37,7	15,6 33,0
Bezostaya ahit Fe ilaveli	62	950 925	380 370	7-8 7-8	76,0 66,5	40,4 40,3	16,1 37,0

9. FERMENTASYON SÜRESİNİN ETKİSİ

Un, hamur yapımı için maya, tuz ve su ile yoğrulduktan zaman, balıçta olunan gluten kolaylıkla ve düzgün bir şekilde çekilebilme yeteneğini göstermemekte ve buna bağlı olarak hamur, yoğurma işleminden hemen sonra pürelmek istendiği takdirde kötü kalitede bir ekmek elde edilmektedir.

Ayrıca, mayanın balıçtaki gaz oluşum hızı, ekme işlemi sırasında kabartabilmek için genellikle çok az olmakta ve ayrıca, güçlükle yenilebilen bir ekmek oluşmaktadır. Bu nedenle, istenilen karakteristiklere sahip bir ekmek elde edebilmek için, gerek gazın oluşabilmesi gerekse glutenin (özün) yumuşaması veya olgunlaşabilmesi için hamura belirli bir fermentasyon süresinin tanınması gerekmektedir. Hamuru olgunlaştırmak için gerekli fermentasyon süresinin uzunluğu (optimum fermentasyon süresi) un kalitesine, hamur sıcaklığına, maya miktarına, formülde yer alan bileşenlere, oksidasyon derecesine vb. bağlıdır.

Bu çalışmanın amacı, farklı fermentasyon sürelerinin hamur özelliklerine ve üretilen ekmek üzerine etkisini incelemektir. Uygulanan fermentasyon sürelerinin hamur karakteristiklerine olan etkisi Tablo 9 'da özetlenmiştir.

Fermentasyon sırasındaki en gözle görülür değişim, hamur kütlesi içinde bulunan büyük hacimdeki gaz nedeniyle ortaya çıkan kabarma ve hamurun genleşmesidir. Aynı zamanda, hamur içinde uzayabilirliğin ve gaz tutma yeteneğinin artmasına neden olan diğer önemli fakat daha az belirgin değişimler de oluşmaktadır. Bu değişimleri oluşturan maddeler nişasta, proteinler ve lipidlere etki eden bir çok enzimi, havanın oksijenini ve gaz üretimi nedeniyle oluşan fiziksel hareketi içermektedir. Tüm bunlar birlikte hamurun olgunlaşması olarak bilinen

etkiyi olu turmaktadır. Ayrıca, fenmentasyon sırasında olu an alkoller, asitler, esterler ve di er lezzet ön maddeleri de ekme in lezzetinin geli imine katkıda bulunmaktadır.

Fermentasyon sırasında önemli faktörlerden birisi de enzim aktivitesidir. Enzimlerin ekerlerde olu turdu u de i meler, enerjinin ısı eklinde açığı a çıkmasına neden olarak sonuçta hamurun sıcaklığının anmasına yol açarlar. Hamurun fermentasyonunda dikkate alınması gereken enzimler alfa-amilaz, beta-amilaz, maltaz, invertaz ve zimaz olarak belirtilebilir.

Alfa-amilaz enzimi zedelenmi ni astaya etki ederek dekstrinleri olu tururken, beta-amilaz da dekstrinleri maltoza parçalamaktadır. Mayada mevcut enzimlerden birisi olan maltaz enzimi maltozun glukozu çevrilmesinden sorumludur. Mayanın içerdi i di er bir enzim olan invertaz ise sakkarozu glukoz ve fruktoza çevirmektedir. Mayada mevcut kompleks enzim karışımı olan zimaz da glukoz ve fruktozu karbondioksit, alkol ve lezzet bile enlerine dönü türmektedir.

Proteinlerin parçalanmasından sorumlu olan proteolitik enzimlerde aynı zamanda fermentasyon sırasında aktiftirler. Proteolitik enzimler çözünür proteinleri mayanın kullandı } peplonlara ve polipeptitlere dönü türürler. Proteolitik aktivite aynı zamanda glutenin olgunlaşmasına, yumu amasına da yardımcı olmaktadır.

Yetersiz Fermentasyon: hamur yeterince fermente edilmedi i takdirde, yetersiz gaz üretimi nedeniyle yo un ve a ır; yetersiz asit ve alkol üretimi nedeniyle de kuvvetli veya sıkı bir dokuda, viskoz bir kıvamda ve esnek olmayan, çekmeye kar ı direnç gösteren bir yapıda olacak ve çok kuru görünecektir.

Tablo 11. Fermentasyon Süresinin Hamur Karakteristikleri Üzerine Etkisi

Süre	Hamur Karakteristikleri	
	Yo urmadan Sonra	Tavaya Yerle tirmeden Önce
1/2 Saat	Lastikimsi, elastik de il	Az miktarda gaz olu umu, çok sıkı, sert
1 Saat	Sıkı, ser, uzayabilirli i az	Sıkı, sert, az miktarda gaz olu umu
2 Saat (Kontrol)	yi	yi
4 Saat	Gev ek, zayıf, çok miktarda gaz olu umu	Süngerimsi yapıda, az miktarda gaz alıkonması

Yukarıdaki açıklamalara uygun olarak, çalı mada yetersiz fermentasyonu temsil eden 1/2 ve 1 saat fermentasyon süreleri uygulandı ında lastikimsi, yo un, uzayabilirli i az olan hamurlar elde edilmi tir (Tablo 11). Bu hamurlar bir miktar kuru olmalarının yanında çekmeye kar ı direnç göstermi ve çekildiklerinde çok kolay kopmu lardır (kısa hamur). Yarım saat fermente edilen hamurların gaz üretimi ve alıkonması hemen hemen ihmal edilebilir derecede iken, 1 saat fermente edilen hamurlar az da olsa bir geli me göstermi tir.

Hamur karakteristiklerinin ve gazın alıkonmasının 1 saat fermentasyon sonunda az da olsa geli ti i gözlenmi tir. Bu gözlem, 1/2 saatlik fermentasyon süresi ile kar ıla tırıldı ında hamurun maya aktivitesi için daha uzun bir zamana sahip olması ile ili kilidir.

Optimum Fermentasyon: ki saat fermente edilen hamurlar optimum, en uygun karakteristiklere sahip olmu lardır. Optimum hamur geli imi nedeniyle, bu hamurlar ince ve düzgün mir a yapısı göstermi ve çekildiklerinde kısa temiz parçalar halinde kolayca kopmu lardır. Bu hamurlar ayrıca iyi bir gaz üretimi ve alıkonması göstermi lerdir (Tablo 11).

Bahn (1954) 1, 2, 3 ve 4 saat fermentasyon sürelerini kullanarak, hamurlarda sırasıyla 87 mm Hg, 16 mm Hg, 30 mm Hg ve 1 mm Hg karbon dioksit basıncı gözlemi tir.

A ırı Fermentasyon: A ırı veya ba ka bir deyi le yeterinden fazla fermentasyon uygulanması hamurun çok fazla gazlı, gluten liflerinin zayıf ve kütlelenin yapı kan olmasına neden olmakta ve ço unlukla bakterilerin mayaya üstün gelmeye ba ladı ının bir göstergesi olarak ek i bir aroma ortaya çıkmaktadır.

Bu çalı mada yapılan hamurlar söz konusu oldu unda, bunlar ya ve yapı kan karakter göstermi ve a ırı gazlı bir yapıda bulunmu lardır. 2 ve 4 saat fermentasyona tabi tutulan hamurlar fermentasyon sırasında en fazla karbon dioksit üretimini vermelerine kar ın, uzun fermentasyon periyodu sırasında maya tarafından olu turulan asitlerce gluten proteinlerinin son derece zayıflaması nedeniyle, bu

hamurların gaz tutma kapasitesi kaybolmu tur. Çalı maya ili kin ekmek verileri

Tablo 12.'da özetlenmi tir.

Tablo 12. Fermentasyon Süresinin Ekmek Karakteristiklerine Etkisi

	Fermentasyon Süresi			
	1/2 Saat	1 Saat	2 Saat (Kontrol)	4 Saat
A ırlık, g	141,0	140,1	137,3	136,2
Hacim, cc	560	665	780	665
Spesifik hacim, cc/g	4,2	4,8	5,7	4,9
Kabuk rengi, 10	8	9	10	10
Simetri, 10	10	10	10	10
Açılma ve parçalanma,10	8	9	10	9
Gözenek yapısı, 20	15	18	20	17
Doku, 10	8	9	10	7
Ekmek içi rengi, 10	5	8	10	7

Son Fermentasyon: Son fermentasyon terimi, ekil vermeden sonra ve fırına yerle tirme öncesinde hamur parçalarının genle mesini, kabarmasını ifade etmektedir. Son fermentasyonun amaçları; ekil verme sonrası hamuru dinlendirmek, maya aktivitesini te vik etmek ve iyi bir ekmek hacmi elde etmek için hamurun yeterince kabarmasını sa lamak, so uk hava ko ullarında piirme için uygun yüzey nemini sa lamak ve hamurun fırında performansını geli tirmek için sıcaklı nı arttırmaktır (BRI, 1989). Bloksma (1972) hafif, sindirimi kolay bir ekmek içi yapısı elde etmek için, yeterli gaz tutulması yanında, di er bir ko ulun da hamurun piirme a amasına fazla miktarda (toplam hacminin yakla ık %70'i) gaz ile girmesi oldu unu

belirtmi tir. Bu ko ul, yakla ık 1 saatlik bir son fermentasyon periyodu sırasında sa lanabilir ve daha sonra hamur havalandırma i lemi yapılmaksızın fırına yerle tirilir. Son fermentasyon süresi, sıcaklık ve nispi rutubet gibi üç temel kontrol faktöründen birisidir.

Son fermentasyonun yeterince yapılmaması genellikle dü ük ekmek hacmi; yo un ekmek içi yapısı; ince, kırılğan bir kabuk olu turarak ekme in di er kısımlarından ayrılan bir üst kabuk yapısı ve kızılımsı kahverengi bir kabuk rengi ile sonuçlanmaktadır (Pylar 1988). Bu çalı mada, 2 ve 4 dakikalık yetersiz son fermentasyon dü ük ekmek hacmi, hafif koyu kabuk rengi ve oldukça yo un bir gözenek yapısı vermi tir. Buna kar ın, a ırı son fermentasyon yüksek hacimli ekmek ve keskin kenarlı gözenekler ile kaba, çok açık bir gözenek yapısı ile sonuçlanmı tır.

10. BU DAYLARDA RANDIMANIN UNUN K MYASAL B LE M NE ETK S

10.1. Literatürün Gözden Geçirilmesi

Unun rengi ve kimyasal bile imi randımanla ili ki halindedir. Unun rengi 65 randımana kadar yava , 65-75 arasında oldukça hızlı ve 75 randımandan sonra ise ok hızlı bir ekilde de i mektedir.

Moran ve Durummond (1945) unun randımanı 70'den 80'e yükseldi inde, una yan ürünlerden daha ziyade endosporm parçacıklarının girdi ini; halbuki randımanı 80'den 85'e yükseldi inde, unun yan ürünlerden önemli miktarda kepe in karı tı ını açıklamı lardır.

Mc Cance ve arkadaş ları (1945) unun randımanı 85, 80, 75 ve 70'e do ru dü tü ünde, unun bile imindeki karbonhidrat ve klor miktarının tedricen arttı ını, di er bütün bile iklerin ise azalmakta oldu unu; kimyasal bile iklerin bilhassa 75'i geçti i zaman dikkati çekecek ekilde artmaya ba ladıklarını saptamı lardır.

Ziegler (1943) randıman 70'i geçti i zaman thiaminenin karbonhidrata oranının arttı ım ve bunun bilhassa karbonhidrat metabolizması bakımından. önemli oldu unu belirtmi tir.

Jones (1954) çe itli bu daylardan elde etti i ayrı randımanlı unların renk de erlerinin birbirinden farklı oldu unu ve randıman 70Men 82'ye do ru

yükseldi inde: verilen iki randıman derecesinde unların renk ölçüleri arasındaki farkın bütün bu day çe itlerinde yaklaşık olarak birbirine benzer bulundu unu ekille göstermiştir.

Kent ve arkadaşları (1954) unun randımanı yükseldi i zaman unun bile imi de i ti i gibi, unla birlikte elde olunan kaba ve ince kepe in bile imlerinin de de i ti ini; un randımanı 80'e yükseldi inde kaba ve ince kepe in azalan miktarına karşılık bile imlerindeki selüloz miktarının arttığını belirtmişlerdir.

Horder ve Moran (1954) unun randımanı yükseldi i zaman thiamine ve niacin miktarlarının da arttığını; thiamine için dikkati çekecek artışın randıman 75 de; niacin için ise bu artışın randıman 85 de başladığını; vitamin artışlarının ö tme sırasında randımana bağlı olarak tanenin de i ik kısımlarının de i ik oranlarda unakarı masından ileri geldiğini belirtmişlerdir.

Crew ve Jones (1951) alöron tabakasının kalınlığının mütecanis olmayışının kepek kalınlığına etki yaptığını; sert bu daylarda alöron tabakası yumuşak bu daylara oranla daha mütecanis olduğundan sert bu dayların kepeklerinin daha kolaylıkla temizlendiğini ve bunun sonucu olarak da un veriminin sert bu daylarda fazla olduğunu belirtmişlerdir.

Clegg (1958) randımanın 80'den 70'e düşmesi pantothenic asidi az miktarda azalttı ı halde pyridoxin, folic asid ve biotine miktarını fazla miktarda azalttığını açıklamıştır.

Halton ve Jones (1950) kepek renginin unun önemli derecede etki yapmadığını belirtmişlerdir.

Hinton (1959) bu day tanesinde külün en fazla alöron tabakasında bulundu unu, endosperinin dış tabakalarından iç tabakalarına doğru külün azaldığını; endospermden alınan numunelerde randıman arttıkça külün de arttığını deneylerle ispatlamıştır.

Research Association of British Flour-Millers (1942) unun randımanı yükseldikçe ekmeğin renginin de i ti ini, 70 randımanda ekmeğin kremi beyaz, 80 randımanda kirli beyaz ve 85 randımanda ise açık kahverengine döndü ünü; randımanın yükselmesi ile bayatlamaya dahil ekmeğin genel kalitesinin, unun de i en rengi ile az veya çok paralel olmak üzere de i ti ini; bu düşme derecesinin

ö ütülen bu dayın kuvvetli olu u ile ili kisi bulundu unu; Manitoba gibi kuvvetli bu daylarda bu dü me derecesinin az oldu unu; ngiliz bu dayı gibi zayıf bu daylarda ise ekmek kalitesindeki bu dü menin çok oldu unu; uygun kimyasal maddenin kullanılması ile bu dü menin azaltılaca mın mümkün olabildi ini; pratikte yüksek randımanlı unlardan daha iyi kalitede ekmek elde etmek için kimyasal maddeleri kullanmaya gerek bulundu unu yapılan deneylere göre açıklanmı tır.

Pomeranz (1960) ekmek içi rengine birçok faktörlerin etki yaptı nı fakat bunlar içinde en önemlisinin ekme in yapıldı ı unun rengi oldu unu deneylere dayanarak göstermi tir.

Handford (1967) unun randıman derecesinin proteinaz anzimlerinin aktivitelerine etkili oldu unu; aynı bu daydan elde olunan randımanın dü ük undan normal sertlikte gluten; randımanı yüksek undan ise yumu ak gluten elde edildi ini; yumu ak gluten proteioaz anzim aktivitesinin fazla oldu unu gösterdi im; yumu ak gluten fiziksel özellikleri iyi olmayan yapı kan hamur meydana getirdi ini ve iyi kaliteli unlarda proteinaz anzim aktivitesinin düşük oldu unu; bu day ve unda bulunan proteinaz anzimlemi α ve β olarak ikiye ayırdı nı; bunlardan α proteinaz anzimini gluten yumu atıcı anzim ve β proteinaz anzimini ise suda çözünür nitrojen meydana getirir anzim olarak adlandırdı nı, unun glnten yumu ama derecesi ile suda çözünür nitrojen arasında bir ili kinin olmadı nı yaptı ı çalı malara dayanarak açıklanı tır.

Cairns ve Bailey (1928) proteolitik aktivitenin irmik unlarında dü ük, kepekli unlarda ise yüksek seviyede oldu unu açıklanı lardır.

Howe ve Glick (1946) de irmen ürünlerinde proteolitik aktivitenin çoktan aza do ru, kaba kepek, mce kepek, bu day tanesi, embriyo, kepekli un, normal un, sırasını takip etti ini göstermi lerdir.

Jorgensen (1936); Balls ve Hale (1936) proteolitik anzimlerin uda uyu uk bir halde bulundu unu bu durumda bulunan anzimlerin ancak cysteine ve glutathione gibi undaki indirgen maddelerle aktif hale getirildi ini; bu indirgen maddelerin potasyum bromat gibi oksiden maddelerle oksidlenmesi hamurdaki proteolitik aktiviteyi azalttı mı açıklanı lardır.

Sullivan ve mesai arkadaşları (1936) embriyoda glutatyonun bulunduğunu ve embriyodaki proteolitik enzimlerden ziyade glutatyonun ekmeğin kalitesine kötü etki yaptığını belirtmişlerdir.

Mc Donald ve Chen (1964) pH 3.8'de tam randımanlı unların beyaz unla oranla daha fazla proteolitik aktivite gösterdiklerini açıklamışlardır.

Jorgensen (1945) proteolizisin hamuru yumu attığını yumu ayan hamurun ise ekmeklik kalitesinin düştüğünü açıklamıştır.

Pomeranz (1961) buğday ve un proteollerinde bulunan sülfidril (sulfhydryl) grubunu araştırmış ve alörens ve embriyo proteiniün endosperme oranla daha fazla sülfidril grubunu ihtiva ettiğini ve endospermde dıştan merkeze doğru sülfidril grubunun azaldığını; alörens ve embriyo parçacıklarını fazla miktarda ihtiva eden yüksek randımanlı unlarda sülfidril grubunun yüksek düzeyde bulunduğunu, unlardaki sülfidril miktarı ile unun katılması için gerekli bromat miktarı arasında ilişkinin olduğunu açıklamıştır.

Pomeranz (1966) proteolitik enzimlerin ekmeğin yalnız hacmine değil fakat aynı zamanda ekmek için gözenek yapısına da etkili olduğunu göstermiştir.

Zeleny (1947) Buğdayın kalitesini saptamada basit bir metod geliştirmiştir.

Read ve Haas (1939) Bazı enzimlerin unun ekmeklik kalitesine etkisini saptamışlardır.

Kent Jones ve Amos (1967) 85 randımanlı undan yapılan hamurun elastikiyetinin normal undan yapılabileceği oranla az olduğunu, böyle hamurun kesilip çekil verildikten sonra eski halini kısa zamanda alamadığını bu nedenle de ölü hamur dediğini; halbuki normal randımanlı undan yapılan hamurun kesilip çekil verildikten sonra çok kısa bir zamanda kendine geldiğini ve eski elastikiyetini kazandığını bu sebeple de böyle hamurlar fırında daha iyi kabardıktan daha hacimli ve daha kaliteli ekmek verdiklerini açıklamışlardır.

Pomeranz (1970) embriyonun unun katılması ile ekmek hacminin küçüldüğünü; katılan embriyonun miktarı arttıkça ekmek hacmindeki küçülmenin de buna paralel olarak arttığını; buna karşılık ısıtmaya tabi tutulmuş olan embriyo unun % 15'e kadar katıldığı halde ekmek hacminde bir küçülme olmadığını, bu durumun

embriyodaki glutathionim (Glutathione) ısıtma ile inaktive edilmesinden ileri geldi im; embriyo katılan hamurun geli me müddetinin azaldı nı, bromat ihtiyacının ise arttı nı açıklamı tır.

Bacharach (1941) un randımanının 85'e yükselmesinde alınabilir kalsiyumda önemli dü me oldu unu; kaloride, proteinde, vitamin A ve Vitamin C de ise % 67 azalma oldu unu açıklamı tır.

Moran ve Pace (1942) de i ik randımanlı unların karbonhidrad absorpsiyonunu a a ıdaki ekilde hesaplamı lardır:

Randıman	%	75	85	90	95	100
Absorpsiyon	%	97.0	93.9	91.5	88.7	86.3

Bu ara tırıcılar sellülozun artı ı ile absorpsiyonun dü ü ü arasında bir ili ki bulundu unu, sellülozda % 0.15 artı , absorpsiyonda (emilimde) % 1.1 dü meye etki yaptı nı belirtmi lerdir.

10.2. Randımanın Unun Kimyasal bile imine ve Teknolojik De erine Etkisi

Randımanın unun kimyasal bile imine ve teknolojik de erine yaptı ı etki Cetvel 6'da verilmi tir. Cetvelde görüldü ü gibi bütün bu day çe itlerinde randımanın yükselmesi ile unda protein, kül, maltoz ve dü me sayısı artmı ; sedimentasyon, ya gluten, zedelenmi ni asta ve un rengi de eri ise azalmı tır. (Mc Cane ve arkadaş ları, 1945; Kent ve arkadaş ları, 1954; Halton ve Jonea, 1950)

Unda külün artı ı, kepek ve embriyo parçalarının una daha fazla oranda karı tı nı göstermektedir. Kepek ve embriyo unun ekmeklik kalitesini dü ürücü yönde etkilemektedir. Kepek ve embriyonun kimyasal bile imi, unun temelini te kil eden endospermden farklıdır (Pomeranz ve Shellenberger, 1961). Bu nedenle randımanın yükselmesi ile una daha fazla giren kepek ve embriyo; unun kimyasal bile imini ve proteolitik aktivitesini de i tirmektedir Balls ve Hale, 1936; Jorgensen, 1936; Hove ve Glick, 1946. Randımanın yükselmesi ile sedimentasyonun dü me göstermesi, undaki glutenin miktar ve kalitesinde bir azalmanın meydana geldi ini i aret etmektedir.

Özellikle bütün bu dayların 90 randımanlı unlarında sedimentasyonun bariz bir azalma göstermesi, bu un tipinde gluten kalitesinin dü tü ünü açık olarak

belirtmektedir. Gluten kalitesine paralel olarak 90 randımanlı unların ekmeklik kalitesi de dü mektedir (Zeleny, 1947).

Randımanın yükselmesi ile unların proteini arttı ı halde, gluteni azalmı tır. Bu durum bilhassa 90 randımanlı unlarda proteinin gluten kısmının azaldı ını göstermektedir. Lermaroja 64 ve Penjamo 62 istisna edilirse, di er unlarda glutenin azaldı ı açık olarak görülmektedir.

Randımanın yükselmesi ile, bir numune dı ında, di er numunelerde dü me sayısı artmı tır. Dü me sayısının artması α amilaz aktivitesinin azaldı ım göstermektedir. α amilaz aktivitesi ekmek içi kalitesi ile ili kilidir. Amilazlar, bu dayın kabu unda ve alöron hücrelerinde yoktur. Gerald Thorn, 1971. Randımanın artması ile una daha fazla kabuk parçacıkları ve alöron hücreleri karı tı ından dü me sayısının artması do aldır.

10.3. Randımanın Hamurun Fiziksel Özelliklerine Etkisi

Aynı bu dayın de i ik randımanlı unlarından yapılan hamurların fiziksel özelliklerinin saptanmasında farinograf ve ekstenzograf kullanılmı tır.

Su kaldırmaya ait varyans analiz tablosundan da anla ıldı ı gibi çe itli randımanlar su kaldırmaya önemli derecede etkili olmaktadır.

Tablo: 13. Su kaldırmaya Ait Varyans Analiz Tablosu

V.K.	S.D	K.T	K.O	F.
Genel	14	56S.469		
Çe itler	4	431.003	107.751**	24.288
Randımanlar arası	2	105.877	52.939**	13.407
Hata	8	31.589	3.94	

Hamurların geli me müddeti, stabilite, yo urma tolerans sayısı (mixmg tolerance index) ve yumu ama derecesinde ise; randımanın yükselmesi ile dikkate de er bir de i me meydana gelmemi tır.

11. KAYNAKLAR

- ATILGAN, C. 1986. Farklı Nitelikteki Unlara Uygulanan De i ik Yo urma Yöntemlerinin Ekmek Kalitesine Etkisi, Gıda Dergisi, 11(2), s. 83-87.
- BOYACI, M. 2000. Maya ve Enzimlerin Ekmekteki Rolü, Unlu Mamuller Teknolojisi Dergisi, 9(5), s. 26.
- BOYACIO LU, M.H. 1996. Ekmek Kalitesine Etki Eden Üretim Faktörleri=Fermantasyon Süresinin Etkisi, Un Mamulleri Dünyası Dergisi, 5.(4). S. 30-41.
- BOYACIO LU, M.H. 1996. Ekmek Kalitesine Etki Eden Üretim Faktörleri=Tuz Miktarının Etkisi, Unlu Mamüller Teknolojisi Dergisi, 8.(4). S. 34.41.

- ERCAN, R. 1987. Un Komponentleri ile Emülsifierlerin li kileri, Gıda Dergisi, 12.(4), s. 238-241.
- ERCAN, R. 1990. Karbonhidratların Ekmekçilikteki Önemi, Gıda Dergisi, 15.(1) s. 29-34.
- ERCAN, R. – TUNCER, T. 1990. Makarna Kalitesi ve Etkili Faktörleri, Gıda Dergisi, 15. (4). S. 199-204.
- ERDOHAN, Z. Ö. – YILMAZ, H. 2000. Gıdalarda Monosakkarit ve Oligosakkaritlerin Fonksiyonları, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitirme Tezi.
- HAYTA, M. – ALPARSLAN, M. 2000, Tahıl Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri, Unlu Mamuller Dergisi, 9 (6), s. 58-64.
- LEBLEB C O LU, D. – BURDURLU, H.S. 1999. Bu day Ni astasının Minör Komponentleri ve Teknolojik Önemleri, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitirme Tezi.
- ÖZKAYA, B. 2000. Makarna Ürünlerinde Lipidlerin Önemi, Unlu mamuller Teknolojisi Dergisi, 9(2), s. 34-39.
- POMERANZ; Y.I. I Composition and Functiona Lity of Wheat Flour Components, Department of Food Science and Human Nutrition, Washington.
- SARI, N. – KÖRO LU, C. 1992. Un Bile iklerinin Hamurun Nitelikleri Üzerine Etkisi, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitirme Tezi.
- SEÇK N, R. 1980. Türkiye’de Yeti tirilen Bazı Önemli Ekmeklik Bu daylarda Randımanın Unun Kimyasal Bile imine ve Ekme in Kalitesine Etkisi, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 569.
- SEÇK N, R. 1985. Bu day Tanesinin Fiziki Özellikleri, Ö ütmenin Temel Prensipleri ve Unda Bazı Kalite Kriterleri, Standart Dergisi Özel Sayı II, TS-4500, “Bu day Unu”, s. 51-56.
- TALAY, M., 1997. Ekmek Bilimi ve Teknolojisi, stanbul.
- TAMERLER, T.- BOYACIO LU, M.H. 1987. Un Kalitesi ve Standardizasyonu, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Sayı: 1, s. 147-155.
- ÜNAL, S.S. 1979. Bu daylarda Kaliteyi Etkileyen Faktörler ve Birbirleri Arasındaki li kiler, Gıda Dergisi, 4(2). S. 71-79.

- ÜNAL, S.S. – BOYACIO LU, M.H., 1983. Ekmek Niteliklerine Reolojik Faktörlerin Etkileri, Gıda Dergisi, 8.(4), s. 181-183.
- ÜNAL, S.S. 1983. Hububat Teknolojisi Ders Notları (Teksir), Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, No:29, s. 86.
- ÜNAL, S.S.-BOYACIO LU, M.H. 1984. Un Bile enlerin Ekmek Yapımına Etkileri, Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Sayı: 1, s. 89-100.
- ÜNAL, S.S.-BOYACIO LU, M.H., 1984. Hamurun Reolojik Özellikleri, Gıda Dergisi, 9.(1), s. 13-19.