

**MENENGIÇ (*Pistacia terebinthus L.*) VE BAZI EKMEK KATKI
MADDELERİNİN HAMUR REOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE
EKMEK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**EFFECTS OF MENENGIC (*Pistacia terebinthus L.*) AND
SOME BREAD ADDITIVES ON DOUGH RHEOLOGICAL
PROPERTIES AND BREAD QUALITY**

ASLIHAN ÜNÜVAR

**Prof. Dr. Hamit Köksel
Tez Danışmanı**

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

GIDA Mühendisliği Anabilim Dalı İçin Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2013

Aslıhan ÜNÜVAR'ın hazırladığı “Menengiç (*Pistacia terebinthus L.*) ve Bazı Ekmek Katkı Maddelerinin Hamur Reolojik Özellikleri ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi” adlı bu çalışma jüri tarafından **GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan
(Prof. Dr., Berrin ÖZKAYA)

Üye (Danışman)
(Prof. Dr., Hamit KÖKSEL)

Üye
(Doç. Dr., Arzu BAŞMAN)

Üye
(Doç. Dr., Behiç MERT)

Üye
(Yrd. Doç. Dr., Kevser KAHRAMAN)

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fatma SEVİN DÜZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Ailem'e

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

18/06/2013

İmza

Öğrencinin Adı Soyadı

ÖZET

MENENGİÇ (*Pistacia terebinthus L.*) VE BAZI EKMEK KATKI MADDELERİNİN HAMUR REOLOJİK ÖZELLİKLERİ İLE EKMEK KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Aslıhan ÜNÜVAR

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hamit KÖKSEL

Haziran 2013, 91 sayfa

Bu çalışmada, menengicin ekmekte kullanım potansiyeli ve diğer bazı ekmek katkı maddeleri (askorbik asit, lipaz, α -amilaz, hemiselülaz ve DATEM) ile birlikte kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla menengiç üç farklı una (kuvvetli un, zayıf un ve tam buğday unu) çeşitli oranlarda (%0, %2.5, %5, %7.5 ve %10) ilave edilmiştir. Menengicin yanı sıra, askorbik asit (25, 50 ve 100 ppm), alfa-amilaz (50, 100 ve 200 ppm), lipaz (5, 10 ve 20 ppm), hemiselülaz (40, 80 ve 160 ppm) ve DATEM (%0.25 ve %0.50) unun özelliklerini standardize etmek ve ekmek kalitesini iyileştirmek amacıyla unlara ilave edilmiştir.

Kuvvetli ve zayıf un ile tam buğday ununa ilave edilerek üretilen menengiç katkılı ekmekler, kontrol örneklerine göre daha iyi tekstür yapısı ve daha yüksek hacim değeri göstermiştir. Kuvvetli unun Miksolab verileri incelendiğinde %5 menengiç ilave edilmiş örneğin hamur gelişme süresi ve C4 değerleri kontrole göre artarken; C2, C3, C5 ve stabilite değerleri azalmıştır. Zayıf una %5 menengiç ilave edildiğinde ise hamur gelişme süresi, C2, C3, C4 ve C5 değerleri kontrole göre azalmış ve stabilite değeri artmıştır. Tam buğday unu örneğinde %5 menengiç ilavesi ile C2, C3 ve C4 değerleri kontrole göre azalırken hamur gelişme süresi artmıştır.

Diğer katkı maddelerinin (askorbik asit, lipaz, amilaz ve hemiselülaz) ilave edildiği örneklerin ekmek hacimleri kontrol örneklerine göre genel olarak daha yüksektir ($p < 0.05$). Katkı maddeleri ilave edilerek kuvvetli ve zayıf un ile tam buğday unundan üretilen ekmeklerin ekmek içi sertlik ve katılık değerleri kontrole göre genel olarak daha düşük çıkmıştır. Her üç undan üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri, katkı maddelerinden genel olarak farklı şekilde etkilenmiştir. Kuvvetli ve zayıf una askorbik asit ilavesi ile kontrole göre daha yüksek Miksolab stabilite değeri elde edildiği bulunmuştur. Kuvvetli ve zayıf una lipaz ilave edilmesiyle hamur gelişme süresi genel olarak artmıştır. Tam buğday ununda α -amilaz ilavesi ile hamur gelişme süresi ve stabilite değerleri kontrole göre artmıştır.

Askorbik asit, amilaz, hemiselülaz ve lipazın optimum dozlarına, Miksolab testinden ve ekmek analizlerinden elde edilen sonuçlara göre karar verilmiştir. DATEM ile katkı maddelerinin optimum dozlarının kombinasyonları da, Miksolab testi ve ekmek analizlerinde kullanılmıştır. Ekmek kalite özellikleri, katkı maddelerinin kombinasyonlarının kullanılması ile kontrole göre genel olarak düzelmiştir. Sonuç olarak, hamur ve ekmek kalitesini potansiyel olarak artırması nedeniyle menengicin yeni bir katkı maddesi olarak kullanılabileceği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Pistacia terebinthus*, Ekmek, Katkı maddeleri, Menengiç, Miksolab

ABSTRACT

EFFECTS OF MENENGİC (*Pistacia terebinthus* L.) AND SOME BREAD ADDITIVES ON DOUGH RHEOLOGICAL PROPERTIES AND BREAD QUALITY

Aslıhan ÜNÜVAR

Master of Science, Department of Food Science

Supervisor: Prof. Dr. Hamit KÖKSEL

June 2013, 91 pages

In this research, potential utilization of menengic (*Pistacia terebinthus*) in bread and its use in combination with other bread additives (ascorbic acid, amylase, lipase, hemicellulase and DATEM) were investigated. For this purpose, menengic was added into three types of flours (weak, strong and whole-wheat flours) at different levels (0%, 2.5%, 5%, 7.5% and 10%). Besides the addition of menengic; ascorbic acid (25, 50 and 100 ppm), alpha-amylase (50, 100 and 200 ppm), lipase (5, 10 and 20 ppm), hemicellulase (40, 80 and 160 ppm) and DATEM (0.25% and 0.50%) were added to the flours in order to standardize flour properties and improve bread quality.

Menengic-supplemented bread samples produced from strong, weak and whole-wheat flours had higher loaf volumes and better texture values than their respective control samples. As the Mixolab parameters of 5% menengic supplemented strong flour considered, while dough development time and C4 values increased, C2, C3, C5 and stability values decreased as compared to the control sample. On the other hand, in weak flour; development time, C2, C3, C4 and C5 values decreased and stability value increased by 5% menengic supplementation as compared to the control sample. In whole-wheat flour; C2, C3 and C4 values decreased; while dough development time increased by 5% menengic supplementation as compared to control sample.

Loaf volumes of the samples supplemented with the other additives (ascorbic acid, amylase, lipase and hemicellulase) were generally higher than the respective control samples ($p < 0.05$). Bread hardness and stiffness values of additive supplemented samples produced from strong, weak and whole-wheat flours were generally lower than the respective control sample. Crumb color values of the bread samples produced from all flours were generally affected differently from the additives. Ascorbic acid supplemented weak and strong flours found to have higher Mixolab stability values. Dough development time values generally increased by lipase addition in both weak and strong flours. In whole-wheat flour, stability and dough development time values increased by amylase addition as compared to control sample.

Optimum levels for ascorbic acid, amylase, hemicellulase and lipase were decided according to the results of Mixolab test and experimental baking. The combinations of these additives with DATEM were also used in Mixolab test and experimental baking. Bread quality properties generally improved by using the additive combinations as compared to the respective control sample. As a result, it can be concluded that menengic can be used as a new ingredient in bread with a potential of increasing dough and bread quality.

Keywords: *Pistacia terebinthus*, Bread, Bread additives, Menengic, Mixolab

TEŞEKKÜR

Tez ve diğer çalışmalarım süresince her türlü bilgi birikimini benimle paylaşan ve yardımlarını esirgemeyen, yol gösteren değerli tez danışman hocam Prof. Dr. Hamit KÖKSEL'e,

Tez çalışmalarım planlanması ve yürütülmesinde bilgisi ve deneyimlerini paylaşan ve kullandığım katkı maddelerini sağlayan Erkaya Un ve Ekmek Katkı Maddeleri Mak. İth. İhr. Ltd. Şti.'nin sahibi Sayın Ertan KAYA'ya,

Tezimin ilk yılında deneylerimi gerçekleştirmeme olanak sağlayan ve deneylerin yapımında yardım eden Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Kalite ve Değerlendirme Bölümü Başkanı Sayın Turgay ŞANAL, Yük. Gıda Müh. Oğuz ACAR ve tüm personeline,

Miksolab ve Alveokonsistograf deneylerinde teknik destek sağlayan ve ayrıca kullandığım bazı katkı maddelerini temin eden ABP Ltd. Şti.'ye, Genel Müdürü Sayın Murat BEKAR, Gıda Teknikeri Hamiyet BOZ, Yük. Gıda Müh. Gülsüm YILMAZ ve tüm çalışanlarına,

Tez çalışmamda kullandığım unları sağlayan Emek Un İrmik San. Tic. A.Ş.'den Ali İhsan ÖZKAŞIKÇI, Ülker Gıda Sanayi A.Ş. Ankara Fabrikası çalışanlarından Meltem Nisa GÜNGÖR ve Ahsen ÜNSAL, Ankara Un Sanayi A.Ş.'den Hakan ARICI ve DSM Besin Maddeleri Ltd. Şti.'den Müşerref KALAY'a,

Yakın ilgi ve desteklerini gördüğüm değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. Kevser KAHRAMAN, Doç. Dr. Arzu BAŞMAN, Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA ve Prof. Dr. Dilek SİVRİ ÖZAY'a,

Tez çalışmamda karşılaştığım her sıkıntıda benden yardımlarını esirgemeyen ve bana her türlü desteği sağlayan değerli hocalarım Dr. Tuğrul MASATÇIOĞLU, Uzm. Meltem ZENCİR YILDIRIM, Uzm. Yelda ZENCİR, Dr. Eren NUMANOĞLU'na,

Tez döneminde bana destek olan sevgili arkadaşlarım Yük. Gıda Müh. Seher GÜMÜŞ, Yük. Gıda Müh. Servet KIVANÇ, Yük. Gıda Müh. Sine YENER, Yük. Gıda Müh. Özden İSMAİLOĞLU, Pınar YILMAZ, Yük. Gıda Müh. A. Göktuğ BOZKURT, Elmira HATAMI, Yük. Gıda Müh. Kadir TURAN, Yük. Gıda Müh. Dilay KÜTÜK, Yük. Gıda Müh. Eda AKTAŞ'a,

Hayatımın her aşamasında yanımda olduklarını bildiğim, eğitim hayatım boyunca bana her konuda destek olan ve güç veren, hoşgörü ve anlayışlarını esirgemeyen aileme içtenliğimle sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
ETİK	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiv
EKLER DİZİNİ	xx
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1. Menengiç	3
2.2. Ekmek Üretiminde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Katkı Maddeleri	5
2.2.1. Askorbik asit	5
2.2.2. Amilaz.....	7
2.2.3. Hemiselülaz	8
2.2.4. Lipaz.....	10
2.2.5. DATEM.....	10
3. MATERYAL ve METOT	19
3.1. Materyal	19
3.2. Metot.....	19
3.2.1. Un Örneklerinde Yapılan Analizler.....	19
3.2.1.1. Kimyasal ve Fizikokimyasal analizler	19
3.2.1.2. Reolojik analizler	19

3.2.2. Ekmek Üretim Metodu ve Analizleri	19
Ağırlık ve Hacim analizi.....	20
Duyusal analizler	20
Renk analizi	21
Tekstür analizi.....	21
3.2.3. İstatistiksel Analiz	22
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR	23
4.1. Un Örneklerinde Yapılan Analizlerin Sonuçları	23
4.1.1. Kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri	23
4.1.2. Reolojik analizler	25
4.2. Ekmek Analiz Sonuçları	27
4.2.1. Menengiç ilave edilen ekmekler.....	27
4.2.1.1. Kuvvetli un.....	27
4.2.1.2. Zayıf un	30
4.2.1.3. Tam buğday unu	32
4.2.2. Askorbik asit ilave edilen ekmekler.....	35
4.2.2.1. Kuvvetli un.....	35
4.2.2.2. Zayıf un	38
4.2.2.3. Tam buğday unu	42
4.2.3. Amilaz ilave edilen ekmekler	44
4.2.3.1. Kuvvetli un.....	45
4.2.3.2. Zayıf un	48
4.2.3.3. Tam buğday unu	51
4.2.4. Hemiselülaz ilave edilen ekmekler.....	54
4.2.4.1. Kuvvetli un.....	54
4.2.4.2. Zayıf un	57

4.2.4.3. Tam buğday unu	60
4.2.5. Lipaz ilave edilen ekmekler.....	62
4.2.5.1. Kuvvetli un.....	63
4.2.5.2. Zayıf un	65
4.2.5.3. Tam buğday unu	68
4.2.6. Katkı maddelerinin optimum kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmekler	71
4.2.6.1. Kuvvetli un.....	71
4.2.6.2. Zayıf un	75
4.2.6.3. Tam buğday unu	78
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	82
KAYNAKLAR.....	84
EKLER	89
ÖZGEÇMİŞ	91

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

C1	Miksolab'da birinci bölge maksimum tork değeri
C2	Miksolab'da ikinci bölge minimum tork değeri
C3	Miksolab'da üçüncü bölge maksimum tork değeri
C4	Miksolab'da dördüncü bölge minimum tork değeri
C5	Miksolab'da beşinci bölge soğuma sonrası tork değeri
α	Miksolab'da protein bozulma oranı
β	Miksolab'da jelatinizasyon oranı
γ	Miksolab'da pişirme stabilitesi oranı

Kısaltmalar

AACCI	Uluslararası Amerikan Hububat Kimyacıları Birliği (American Association of Cereal Chemist International)
DATEM	Mono ve digliseridlerin diasetil tartarik asit esterleri
Nm	Newton metre

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Menengiç meyvesi	4
Şekil 2.2. Miksolab grafiği	15
Şekil 3.1. Tekstür Profil Analizinin Kuvvet-Zaman Diyagramı	21

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. <i>Pistacia terebinthus</i> 'un bileşimi [19].....	5
Çizelge 4.1. Kuvvetli un, zayıf un ve tam buğday ununun kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri	23
Çizelge 4.2. Katkısız un örneklerinin farinograf özellikleri.....	25
Çizelge 4.3. Katkısız un örneklerinin alveokonsistograf değerleri.....	26
Çizelge 4.4. Katkısız unlara ait Miksolab değerleri	26
Çizelge 4.5. Kuvvetli un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	27
Çizelge 4.6. Kuvvetli un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	28
Çizelge 4.7. Kuvvetli un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	29
Çizelge 4.8. Kuvvetli un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri.....	29
Çizelge 4.9. Zayıf un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	30
Çizelge 4.10. Zayıf un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	30
Çizelge 4.11. Zayıf un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	31
Çizelge 4.12. Zayıf un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri.....	32
Çizelge 4.13. Tam buğday unu örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	32
Çizelge 4.14. Tam buğday unu örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	33
Çizelge 4.15. Tam buğday unu örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri	33

Çizelge 4.16. Tam buğday unu örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri	34
Çizelge 4.17. %5 menengiç ilave edilen unlara ait Miksolab değerleri.....	35
Çizelge 4.18. Kuvvetli un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	36
Çizelge 4.19. Kuvvetli un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	36
Çizelge 4. 20. Kuvvetli un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	37
Çizelge 4. 21. Kuvvetli un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri.....	37
Çizelge 4. 22. Askorbik asit ilave edilen kuvvetli unun Miksolab değerleri.....	38
Çizelge 4. 23. Zayıf un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	39
Çizelge 4. 24. Zayıf un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	39
Çizelge 4.25. Zayıf un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	40
Çizelge 4.26. Zayıf un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri.....	41
Çizelge 4.27. Askorbik asit ilave edilen zayıf unun Miksolab değerleri	41
Çizelge 4.28. Tam buğday unu örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	42
Çizelge 4.29. Tam buğday unu örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	42
Çizelge 4.30. Tam buğday unu örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri	43
Çizelge 4.31. Tam buğday unu örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri	43
Çizelge 4.32. Askorbik asit ilave edilen tam buğday ununun Miksolab değerleri .	44
Çizelge 4.33. Kuvvetli un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri.....	45

Çizelge 4.34. Kuvvetli un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	46
Çizelge 4.35. Kuvvetli un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	46
Çizelge 4.36. Kuvvetli un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri.....	47
Çizelge 4.37. Amilaz ilave edilen kuvvetli unun Miksolab değerleri	47
Çizelge 4.38. Zayıf un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri.....	48
Çizelge 4.39. Zayıf un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	49
Çizelge 4.40. Zayıf un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	49
Çizelge 4.41. Zayıf un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri.....	50
Çizelge 4.42. Amilaz ilave edilen zayıf unun Miksolab değerleri.....	50
Çizelge 4.43. Tam buğday unu örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	51
Çizelge 4.44. Tam buğday unu örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	52
Çizelge 4.45. Tam buğday unu örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	52
Çizelge 4.46. Tam buğday unu örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri.....	53
Çizelge 4.47. Amilaz ilave edilen tam buğday ununun Miksolab değerleri.....	53
Çizelge 4.48. Kuvvetli un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	54
Çizelge 4.49. Kuvvetli un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	55
Çizelge 4.50. Kuvvetli un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	55
Çizelge 4.51. Kuvvetli un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri.....	56

Çizelge 4.52. Hemiselülaz ilave edilen kuvvetli unun Miksolab değerleri.....	56
Çizelge 4.53. Zayıf un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	57
Çizelge 4.54. Zayıf un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	58
Çizelge 4.55. Zayıf un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	58
Çizelge 4.56. Zayıf un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri.....	59
Çizelge 4.57. Hemiselülaz ilave edilen zayıf unun Miksolab değerleri	59
Çizelge 4.58. Tam buğday unu örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	60
Çizelge 4.59. Tam buğday unu örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	61
Çizelge 4.60. Tam buğday unu örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri	61
Çizelge 4.61. Hemiselülaz ilave edilen tam buğday ununun Miksolab değerleri ..	62
Çizelge 4.62. Kuvvetli un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	63
Çizelge 4.63. Kuvvetli un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	63
Çizelge 4.64. Kuvvetli un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	64
Çizelge 4.65. Kuvvetli un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri.....	64
Çizelge 4.66. Lipaz ilave edilen kuvvetli unun Miksolab değerleri.....	65
Çizelge 4.67. Zayıf un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri.....	66
Çizelge 4.68. Zayıf un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	66
Çizelge 4.69. Zayıf un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	67

Çizelge 4.70. Zayıf un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri.....	67
Çizelge 4.71. Lipaz ilave edilen zayıf unun Miksolab değerleri.....	68
Çizelge 4.72. Tam buğday unu örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	69
Çizelge 4.73. Tam buğday unu örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	69
Çizelge 4.74. Tam buğday unu örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	70
Çizelge 4.75. Lipaz ilave edilen tam buğday ununun Miksolab değerleri.....	70
Çizelge 4.76. Çalışmada kullanılan unlar için katkı maddelerinin seçilen optimum doz değerleri.....	71
Çizelge 4.77. Kuvvetli un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	72
Çizelge 4.78. Kuvvetli un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri	72
Çizelge 4.79. Kuvvetli un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	73
Çizelge 4.80. Kuvvetli un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri.....	74
Çizelge 4.81. Katkı maddelerinin kombinasyonları ilave edilen kuvvetli unun Miksolab değerleri	74
Çizelge 4.82. Zayıf un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	75
Çizelge 4.83. Zayıf un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri.....	75
Çizelge 4.84. Zayıf un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri.....	76
Çizelge 4.85. Zayıf un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri.....	77
Çizelge 4.86. Katkı maddelerinin kombinasyonları ilave edilen zayıf unun Miksolab değerleri	77
Çizelge 4.87. Tam buğday unu örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri	78

- Çizelge 4.88.** Tam buğday unu örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri 79
- Çizelge 4.89.** Tam buğday unu örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri..... 80
- Çizelge 4.90.** Katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılan tam buğday ununun Miksolab değerleri 80

EKLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Ek 1. Duyusal Analiz Sonuçları.....	89
Ek 2. Kuvvetli Unun Miksolab Grafiği.....	89
Ek 3. Zayıf Unun Miksolab Grafiği.....	90
Ek 4. Tam Buğday Ununun Miksolab Grafiği.....	90

1. GİRİŞ

Ekmek insanlar için ulaşılması kolay, doyurucu ve ekonomik bir gıda ve enerji kaynağıdır. İçeriği, şekli ve üretim tekniği zamanla değişikliğe uğrasa da günümüzde dünyanın her yerinde üretilen ve tüketilen, uygarlık tarihi kadar eski ve çok önemli bir gıdadır. Ekmek üretiminde kullanılan girdiler ve üretim yöntemleri, ülkelere göre farklılıklar göstermekle birlikte ekmeğin temel hammaddeleri un, su, maya ve tuzdur. Hammaddelerin nitelikleri, ekmeğin kalitesini belirleyen en önemli kriterdir. Ekmeğin besin değerini arttırmak, ekmeğ kalitesini iyileştirmek, bayatlamasını geciktirmek ile muhafazasını kolaylaştırmak ve tüketim kalitesini arttırmak amaçları ön plandadır [1; 2].

Dünya genelinde en fazla israf edilen gıdaların hububat ürünleri olduğu bilinmekte, hububat ürünleri içerisinde ise ekmeğ ilk sıralarda yer almaktadır [3]. İngiltere’de yapılan bir araştırmaya göre yılda 2.6 milyar ekmeğ dilimi ve 775 milyon küçük yuvarlak ekmeğ çöpe atılmaktadır. Toplamda yıl boyunca 328 bin ton ekmeğ israf edilmektedir. Ekmeğ, son kullanma tarihinin geçmesi (%29), şekil ve renk bozukluğu (%21), küflenme (%20) ve benzeri nedenlerden dolayı her gün israf edilmekte ve israf edilen ekmeğlerin toplam maliyeti ise, 1030 milyon €’u bulmaktadır [4].

Ülkemizde günde 101 milyon ekmeğ üretilmekte ve bunun 95 milyonu tüketilmekte 6 milyon adedi ise israf edilmektedir. Bir yılda 37 milyar ekmeğ üretilirken bunun 35 milyarı tüketilmekte ve yılda 2 milyar adet ekmeğ çöpe atılmaktadır. Bunun buğday israfı olarak karşılığı ise 542 bin tondur. Türkiye genelinde çöpe atılan ekmeğin yıllık maliyeti 1.5 milyar Türk Lirasıdır. Ülkemizde ekmeğ israfı; evlere ihtiyaçtan fazla ekmeğ alınması (%67.2), insanların ekmeğ israfını önleme konusunda bilgisiz olması (%32), ekmeğin uzun ömürlü olmaması (%9.7), ekmeğin kalitesiz olması (%5.2) vb. sebeplerden kaynaklanmaktadır [5].

Ekmek israfını en aza indirebilmek için raf ömrü uzun ve kaliteli ekmeğ üretimi yapılmalıdır. Bu amaçla günümüzde una hem un fabrikasında hem de ekmeğ üretim tesislerin de çeşitli katkı maddeleri eklenmektedir. Bunun başlıca nedenleri aşağıda belirtilmiştir.

- Ekmeğin temel ana maddesi olan un gluten özellikleri ve enzim seviyelerindeki farklılıklar; buğday genotipi, iklim koşulları, süne zararlısı, depolama şartları, değirmen teknolojisi ve diğer birçok sebepten etkilenmektedir. Bu durum hamur ve ekmek özellikleri açısından farklılıklara neden olmakta ve unların fabrikalarda mümkün olduğunca standardize edilmelerini gerektirmektedir. Bu nedenle un fabrikalarında un katkı maddeleri kullanılmaktadır [2; 6; 7].
- Ekmek üretim tesislerinde ise hamurun makinelerle kolay işlenebilirliğini sağlamak, hamur stabilitesini arttırmak, fermentasyon prosesini optimize etmek, gaz tutma kapasitesini ve ekmek hacmini arttırmak, düzgün ekmek içyapısı elde etmek, arzu edilen kabuk rengini sağlamak, bayatlamasını geciktirerek raf ömrünü uzatmak ve her gün standart ve iyi kalitede ürün üretmek amacıyla diğer bileşenlerin yanı sıra ekmek katkı maddeleri de yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Tüketicilerin daha sağlıklı ürünleri tercih etme isteklerine bağlı olarak ekmekteki besin değerini iyileştirmek amacıyla ekmeğe fonksiyonel bileşenler de eklenmektedir.

Menengiç, ülkemizde doğal olarak yetişen bir bitki olup, tohumları protein, besinsel lif, mineral, doymamış yağ asitlerince zengindir [8]. Menengiç tohumlarının antioksidan kapasitesi yüksek [9], doymuş yağ asitleri içeriği ise düşüktür [8]. Menengicin ekmek üretiminde kullanılması ile ilgili literatür bilgisine rastlanmamıştır. Bu amaçla bu tez kapsamında, kuvvetli ve zayıf un ile tam buğday ununa ekmeğin besinsel değerini arttırmak amacıyla menengiç ilave edilmiş ve ekmek kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Ayrıca hamurun reolojik özelliklerinde ve son ürün ekmekte istenilen faydalı etkileri sağlamak amacıyla askorbik asit, amilaz, hemiselülaz ve lipaz ayrı ayrı eklenerek en iyi sonuç veren miktarları belirlenmiştir. En iyi sonucu veren katkı oranları, DATEM ile kombinasyonlar halinde una eklenerek hamur reolojisi ve ekmek kalite kriterleri açısından karşılaştırılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Menengiç

Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) İtalya, Yunanistan, Suriye, Türkiye, Tunus gibi birçok Akdeniz ülkesinde yaygın olarak bulunan yabancı bir tür bitkidir [10]. Ülkemizde ise menengiç Kuzey ve Güney Anadolu, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde yetişmektedir [11; 12].

P. terebinthus L. yaprak döken 2-3 m boyunda çalı ve 6 metreye kadar boylanabilen bir ağaçtır. Uyum kabiliyeti oldukça yüksek olan menengiç kuvvetli kök sistemine sahip olması nedeniyle en elverişsiz yer ve şartlarda yetişebilmektedir [13]. Ülkemizde nemli ve bol yağışlı Akdeniz iklimiyle kurak ve az yağışlı iklimde de yetişebilen *Pistacia terebinthus* bitkisinin meyveleri mercimek şeklindedir [14]. Şekil 2.1'de menengicin olgun meyvesinin fotoğrafı verilmiştir. Nisan ve haziran ayında çiçek açan menengicin pembe renkteki meyveleri eylül ayında toplanmaktadır. Olgunlaştıkça meyvenin rengi yeşil ve mavi olmaktadır [15]. Yörelere göre çitlembik, çitlik, çitemik ve bittim gibi isimlerle anılmaktadır [16]. Kendine özgü tadı ve kokusu olan yüksek aroma değerine sahip endüstriyel alanda değerlendirilmeyen ancak geleneksel olarak tüketilen menengicin meyveleri rezin, uçucu ve sabit yağ içermektedir [11; 17]. Doğal ürünlere olan tüketim talebinin artmasına paralellik göstererek menengicin içeriğinden dolayı gün geçtikçe dünya üzerinde menengiç meyvesinin tüketimi artmakta ve bazı ülkelerde çerez ve fırıncılık ürünlerinde kullanılmaktadır [8]. Ülkemizde ise genel olarak kahve ve çerez olarak tüketilmektedir [16]. Meyvelerin sıkılması ile elde edilen yağ yemeklik yağ olarak kullanılmaktadır [11]. Meyveleri kurutulup kavrulduktan sonra üretilen menengiç kahvesi ülser hastalığı, öksürük kesici, idrar söktürücü ve vücuda direnç verici olarak yarar sağlamaktadır. Ayrıca ağacın kökleri ise kaynatılıp yaraları iyileştirmek amacıyla kullanılır [11; 15]. Menengiç kullanılan bir çalışmada, menengicin hiperkolesterolemik tavşanların lipit düzeyleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen verilere göre hiperkolesterolemi ve arterioskleroz olgusunda *P. terebinthus*'ün kullanılan dozunda anlamlı bir hipolipidemik etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca bitkiden kaynaklanan herhangi bir toksik etki belirlenmemiştir [18].



Şekil 2.1. Menengiç meyvesi

Tanen ve reçine bileşenlerince zengin olmasına bağlı olarak menengicin antik çağlardan itibaren tıbbi bitki sınıfında olduğu bilinmektedir. Bitkinin yaygın olarak kullanılan kısımları kökleri, genç sürgünleri ve meyvesidir. Olgun meyvesi protein, yağ, lif, doymamış yağ asitleri ve minerallerce (Na, K, P, Ca, Fe, Mg, Zn, Cu, Se, vb.) zengin bir gıda maddesidir. Meyvelerinin % 9.7 ham protein, %10.9 ham lif ve %3.1 kül içerdiği bulunmuştur. Menengicin gaz kromatografisi ile bulunan yağ asidi kompozisyonu %52.3 oleik asit, %21.3 palmitik asit ve %19.7 linoleik asit şeklindedir. Sodyum ve fosfor içeriği zeytin ve muz gibi birçok gıda maddesinden daha fazladır. Ayrıca potasyum, fosfor, kalsiyum ve demir içeriğinin ise patatese göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Menengiç; protein, oleik asit ve linoleik asit içeriğinin yüksekliği nedeniyle beslenme için sağlıklı bir gıda maddesi olma özelliğindedir [8].

Bir çalışmada *Pistacia terebinthus* 'un bileşimi incelendiğinde (Çizelge 2.1) protein miktarı araştırılmaya değer bulunmuştur ve proteinleri izole edilmiştir. Çeşitli pH'larda proteinlerin emülsiyon ve köpük oluşturma özellikleri incelenmiştir. pH 4 değerinde köpük oluşturma kapasitesinin ve stabilitesinin minimum olduğu bulunmuştur. pH 4 üzerinde ve altındaki pH değerlerinde ise stabilitenin ve köpük oluşturma kapasitesinin arttığı gözlenmiştir. Menengiçten izole edilen proteinlerin konsantrasyonu arttıkça köpük oluşturma kapasitesi ve stabilitesi artmıştır. Menengiçten elde edilen proteinlerin emülsiyon kapasitesi %88.5 ve emülsiyon stabilitesi %86.7 olduğu bulunmuştur [19].

Çizelge 2.1. *Pistacia terebinthus*'un bileşimi [19]

Bileşenler (%)	
Yağ	38.7
Protein	14.6
Nem	7.2
Kül	2.5

Başka bir çalışmada, farklı bölgelerdeki 15 ağaçtan toplanmış *P. terebinthus* meyvelerinin yağ oranlarının %35.3 ile %47.5 arasında değiştiği ve peroksit değerinin de 0.45 ile 0.76 meq O₂/kg arasında olduğu bulunmuştur. Diğer ham bitkisel yağlarla karşılaştırıldığında menengicin peroksit değerinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Menengicin yağ asitleri kompozisyonu incelendiğinde doymuş yağ asitlerinden palmitik ve stearik asitlerin, doymamış yağ asitlerinden ise oleik ve linoleik asitlerin ana bileşenler olduğu görülmüştür. Menengicin %0.16-0.89 arasında trans yağ asitleri içerdiği bulunmuştur. Yüksek doymamış yağ asitleri içeriği ile düşük peroksit sayısı, düşük doymuş ve trans yağ asitleri içeriğine bağlı olarak potansiyel bir bitkisel yağ olarak kullanılabilirliği görülmüştür [20].

Diğer bir çalışmada menengiç ağacının ham meyve ve olgun meyvesinde uçucu yağ miktarları tespit edilmiş ve sırasıyla %0.54 ve %0.73 olduğu bulunmuştur. Olgun meyvenin GC-MS ile tespit edilen uçucu bileşen sayısının 48 olduğu belirlenmiştir. Olgun meyvede öne çıkan uçucu yağlar limonen, α -felandren ve terpinolen şeklindedir. Limonen %32.8, β -pinen %22.5, α -felandren %11.4 ve α -pinen %5.3 düzeyinde bulunmuştur [21].

2.2. Ekmek Üretiminde Yaygın Olarak Kullanılan Bazı Katkı Maddeleri

2.2.1. Askorbik asit

Buğdayın öğütülmesi ile elde edilen unların doğal yollarla olgunlaştırılması zaman kısıtlaması nedeniyle gerçekleştirilememektedir. Bu nedenle unlara oksidatif özelliği olan katkı maddeleri eklenmektedir [22]. Askorbik asit normalde antioksidan olmasına rağmen hamurda oksidan olarak etki yapmaktadır. Askorbik asit yoğurma sırasında enzimatik oksidasyonla dehidroaskorbik aside dönüşmektedir. Askorbik asit, protein molekülündeki intra- ve inter-moleküler SH-SS değişim reaksiyonunu etkilediği için askorbik asidin una eklenmesiyle S-S

bağlarının artışından dolayı undaki protein yapısı güçlenmekte, hamurun gaz tutma kapasitesi ve ekmek hacmi artmakta ve ekmeğin içyapısı düzelmektedir [23; 24; 25; 26; 27].

L-askorbik asit ve bileşenleri ekmek üretiminde önemli rol oynamaktadır. L-askorbik asidin hamurdaki aktif formu dehidro-L-askorbik asittir. Askorbik asit hamurdaki L-askorbik asit oksidaz enzimi aktivitesi ile atmosferik oksijenle reaksiyona girerek dehidroaskorbik aside dönüşmektedir. Askorbik asidin oksidasyonu sırasında geçiş metalleri gibi donörlerden elektron transferi ile süperoksitler oluşmaktadır. Oluşan süperoksitler proteindeki SH-SS bağlarının değişim reaksiyonunda görev alarak S-S bağlarının oluşmasını sağlamaktadır. Böylece askorbik asidin hamurdaki etki mekanizması, O_2^- gibi reaktif ürünlere ve elektron alış-veriş kapasitesinin gelişmesine bağlıdır. Dehidro-L-askorbik asit undaki dehidro-L-askorbik asit redüktaz enziminin etkisi ile tekrar L-askorbik aside indirgenir bu sırada S-H grubundaki hidrojeni alarak S-S bağlarının oluşumuna katkı sağlamaktadır [26; 27; 28].

Una askorbik asit ve dehidro-L-askorbik asit eklenen bir çalışmada, hamurun reolojik özellikleri incelendiğinde işlem görmüş hamurun askorbik asit içeriği zamanla azalırken oksidasyona bağlı olarak dehidro-L-askorbik asit miktarının arttığı görülmüştür. Askorbik asidin oksidasyon oranı, eklendiği konsantrasyon miktarı ile değişmekte ve askorbik asidin konsantrasyonu arttıkça hamur sertliği artmaktadır. Ancak hamura dışardan dehidro-L-askorbik asit eklendiğinde hamur sertliği çok az arttırmıştır. Askorbik asit oksidasyonunun temel oksidasyon ürünü dehidro-L-askorbik asit olmasına rağmen, hamura ayrı bir şekilde dehidro-L-askorbik asit eklenmesinin hamur sertliği üzerinde askorbik asit kadar belirgin bir fark oluşturmadığı gözlenmiştir. Bunun nedeni hamurun reolojik özellikleri üzerine askorbik asidin geliştirici etkisinin, O_2^- gibi reaktif ara oksidasyon ürünlerine bağlı olmasıdır. Hamur geliştirici olarak askorbik asidin fonksiyonu, elektron alma-verme prosesine ya da reaktif ara bileşenlere bağlıdır [26; 27].

Kuvvetli ve zayıf un kullanılarak yapılan bir çalışmada askorbik asidin kullanım dozu arttıkça hamurların uzamaya karşı gösterdiği direncin arttığı ve uzama yeteneğinin azaldığı bulunmuştur. Bu muhtemelen, askorbik asit ilavesi ile oksidasyon sonucu oluşan disülfid bağlarından kaynaklanmaktadır. Askorbik asit

ilavesi ile kuvvetli undan yapılan ekmeklerin hacimleri değişmezken ekmek içi yumuşaklık değerlerinin arttığı bulunmuştur. Zayıf undan yapılan ekmeklerin hacim değerinde de askorbik asit ilavesi ile istatiksels olarak önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Askorbik asit ilavesi ile ekmek içi gözenek yapısı kontrole göre iyileşirken, ekmek içi rengi ve yumuşaklık değerlerinde değişim gözlenmemiştir [29].

Bir çalışmada sne zararına uğramış unlardan yapılan ekmeklerin kalitesini düzeltmek amacıyla una askorbik asit ilave edilmiştir. Düşük düzeyde sne zararına uğramış una askorbik asidin eklenmesiyle kalitenin geliştiği gözlenmiş, yüksek düzeyde sne zararına uğramış unda ise askorbik asidin kaliteyi iyileştirmediği tespit edilmiştir [30].

Başka bir çalışmada askorbik asit ilave edilen kuvvetli unda glutenin aşırı kuvvetlenmesine bağlı olarak ekmek hacminin azaldığı bulunmuştur [31].

2.2.2. Amilaz

Amilaz çeşitli hububat kaynaklarından veya bazı mikroorganizmalardan elde edilmekte ve zedelenmiş nişastanın fermente edilebilir şekerlere parçalanması amacı ile kullanılmaktadır. Buğday unu doğal olarak amilaz içermektedir ama buğdayın olgunlaşma devresinin kurak ve sıcak geçmesi α -amilaz aktivitesinin düşük olmasına yol açmakta ve yeterli miktarda amilaz olmaması durumda istenilen düzeyde fermentasyon gerçekleşememektedir. Bu yüzden una dışardan amilaz ilave edilmesi gerekmektedir [6]. Una amilaz ilavesi mayanın daha iyi çalışmasını sağlamakta, gaz oluşturma kapasitesini ve dolayısıyla ekmek hacmini arttırmakta, ekmek kabuğunun iyi renk almasını sağlamakta ve raf ömrünü uzatmaktadır [6; 32; 33]. Eklenen amilaz enziminin etkisiyle oluşan şekerler ve hamurdaki diğer bileşenlerin reaksiyona girmesi sonucu son üründe tipik renk ve tat elde edilmektedir. Hamurda amilaz aktivitesi fazlalığı ise, pişirme işlemi sırasında nişastanın degradasyonunu artırdığından dolayı ekmek içyapısının bozulmasına neden olarak yapışkan ve esnek olmayan bir tekstür oluşurmaktadır [34].

Enzimler yüksek seçicilik ve spesifiklik sergilemektedir. α -amilaz elde edildiği kaynağa (fungal, bakteriyel, buğday ve arpa maltı) göre farklılık göstermektedir.

Isıya en dayanıklı amilaz bakteriyel kaynaklıdır. Isıya daha az dayanıklı olanı ise hububattan elde edilen amilazdır. Isıya karşı en az stabil amilaz, fungal amilazdır. Enzimin kaynağı seçilirken öncelikle spesifikliğı göz önüne alınmalıdır daha sonra eklendiğı ortam şartlarına göre tercih yapılmalıdır [32].

Bir çalışmada, kuvvetli una α -amilaz ilavesi ile unun su absorpsiyon değeri, hamur gelişme süresi ve stabilite değerlerinin kontrole göre azaldığı bulunmuştur. Zayıf unda ise amilaz eklenmesi ile su absorpsiyonu azalırken hamur gelişme süresi ve stabilite değerleri kontrole yakın çıkmıştır. Amilaz ilavesi ile kuvvetli ve zayıf unların uzamaya karşı dirençleri azalırken ekmek hacimleri artırmıştır. Zayıf undaki hacim artışı kuvvetli undaki hacim artışından daha fazladır. Kabuk rengi ve ekmek içi yumuşaklık değeri amilaz ilavesi ile iyileşmiştir ve zayıf unda daha fazla değişim gözlenmiştir [35].

Başka bir çalışmada ise amilaz ilave edilen örnekte ekmek içi gözenek yapısının kontrole göre daha büyük gözenekler oluşturduğu bulunmuştur. Amilaz ilavesi ile ekmeğin kesilebilirlik özelliğı kontrole göre gelişmişken gevrekliğı azalmıştır. Amilaz eklenen örnekte başlangıç sertliğı kontrole göre daha yüksek olmasına rağmen üç günlük depolamanın sonunda sertliğinin kontrole göre daha az olduğu bulunmuştur. Amilaz ilave edilen örneğin başlangıçta sert olmasının nedeni amiloz agregasyonu ile açıklanmıştır. Amilaz eklenmesiyle amilopektin retrogradasyonunun düşük olması beklenmektedir. Çünkü moleküller arası bağların hidrolizine bağlı olarak daha az ağ yapı oluşmakta ve ekmek içinde su tutulma kapasitesi geliştirmektedir [36].

2.2.3. Hemiselülaz

Unun minör bileşenlerinden nişasta-dışı polisakkaritler arabinoksilan, arabinogalaktan, lignin, β -glukan ve selülozdur. Bu bileşenler buğday ununun %3'ünü oluştururken tam buğday ununda %7'ye kadar çıkabilmektedir. Unda bulunan minör bileşenler fazla miktarda suyu bağlamaktadırlar. Bunların kısmi hidrolizi ile absorbe ettikleri su açığa çıkmaktadır [37]. Hamurun reolojik özellikleri, ekmek hacmi ve tekstürünün hemiselülozlardan etkilendiğı gözlenmiştir [38]. Hemiselülozlardan en yaygın olarak bulunanı ise arabinoksilandır. Suda çözünmeyen arabinoksilanlar ekmek kalitesini azaltmaktadır [39].

Buğday unundaki doğal olarak bulunan hemiselülaz miktarı ekmek yapımında optimum etkiyi yaratmak için yeterli düzeyde değildir. Bu nedenle, ekmek yapımında dışardan hemiselülaz eklemek oldukça yaygın bir yöntemdir [37].

Hemiselülaz, unda bulunan ve suda çözünmeyen hemiselülozu suda çözünebilir hale getirmektedir. Hemiselülazın aktivitesi ile bağlı su serbest kalmaktadır. Hemiselülaz ilavesi hamurun kolay işlenmesini, gaz tutma kapasitesinin ve ekmek hacminin artmasını, ekmek içinin daha düzgün yapıda olmasını sağlamaktadır [38].

Buğdayda doğal olarak bulunan iki endoksilanaz inhibitörü tanımlanmıştır. *Triticum aestivum* endoksilanaz inhibitörü (TAXI) ve endoksilanaz inhibe edici protein (XIP) inhibe ettikleri endoksilanaz enzim ailesi gruplarına göre incelenmektedir. TAXI Aile 11 endoksilanazları, XIP ise fungal Aile 10 ve 11 endoksilanazları inhibe etmektedir. Buğday unundaki inhibitör konsantrasyonu, çeşidine bağlı olarak 150 mg/kg ya da daha fazla miktarda olmaktadır. Unda bulunan bu inhibitörler, ekmek yapımında inhibisyona duyarlı endoksilanazların aktivitelerini azaltmaktadır. Mutant *Bacillus subtilis* endoksilanazları, buğday endoksilanaz inhibitörlerine karşı duyarlı değildir ve ekmek yapım kalitesini geliştirmektedir [39].

Fungal ve bakteriyel endoksilanazların ikisi de suda çözünmeyen arabinoksilanlara etki etmektedir. Fungal ksilanaz ve bakteriyel ksilanaz enzimlerinin eklendiği bir çalışmada, fungal ksilanaz ilave edilen hamurun daha yumuşak, hafif yapışkan ve uzayabilirliği iyiyken bakteriyel ksilanaz ilave edilen hamurun daha sıkı, kuru ve elastik yapıda olduğu görülmüştür. Optimum dozlarında fungal ksilanaz ile bakteriyel ksilanazın ekmek hacimleri, görünüşleri gibi karakteristik özellikleri birbirine yakınsa bakteriyel ksilanaz kullanılan örneğin ekmek içinin daha yumuşak olduğu bulunmuştur. Fungal ve bakteriyel enzimleri karşılaştırmak için ayrıca yüksek dozları kullanılmıştır. Yüksek dozda bakteriyel enzim ilave edilen örneğin hacim değerinin fungal enzim ilave edilen örneğe göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir [37].

Zayıf una ilave edilen endoksilanazların, kuvvetli una eklenen endoksilanazlara göre ekmek hacmini yükseltmekte daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir [39].

2.2.4. Lipaz

Buğday unu yaklaşık olarak %2.2-2.9 oranında lipid içermektedir. Buğday lipidlerinin %70'i apolar lipidler, %20'si glikolipidler ve %10'u fosfolipidlerdir. En yüksek lipid içeriği rüşeymdedir. Rüşeymdeki polar lipidlerin çoğunluğu fosfolipidlerdir [39].

Lipazlar yağ asitlerinin zincir uzunluğu, doyma derecesi ve yağ asidinin pozisyonuna göre spesifiklik göstermektedir. Lipazlar, trigliseritlerin ester bağlarını hidrolize ederek mono ve digliserid ile serbest yağ asitlerinin oluşmasını sağlamaktadırlar. Özellikle yağ asitlerini 1 ve 3 pozisyonundan uzaklaştıran 1,3-spesifik lipazlar, hamurun reolojik özelliklerini geliştirmektedir. Böylece, lipazlar kimyasal hamur güçlendirici emülgatörlere alternatif olarak kullanılabilir [40]. Unlara lipaz ilavesi ile hamurun işlenebilirliği kolaylaşmakta, hamur stabilitesi, ekmek içi yumuşaklık değeri ve ekmek hacmi artmakta ve bunlara ek olarak bayatlamayı geciktirici özellik göstermektedir [40; 41]. Çünkü amiloz-lipid kompleksi uzun süreli depolamalarda nişasta retrogradasyonunu inhibe etmektedir [36].

Bir çalışmada, lipaz ilavesi ile unun su absorpsiyon değeri ve hamur gelişme süresi değişmezken, lipaz eklendikçe hamur stabilitesi artmış ve yumuşama derecesi düşmüştür. Lipaz, hamurun enerjisi üzerinde etki göstermezken elastikiyet değerini arttırmıştır. Lipaz ilave edilen ekmeklerin hacim ve yumuşaklık değerleri kontrole göre artmış ancak dozlar arasında fark gözlenmemiştir [42].

2.2.5. DATEM

DATEM, mono ve digliseridlerinin diasetil tartarik asit esteridir [43]. Hidrofobik yağ asidi zincirleri, hidrofilik polar gruplarla esterleşmiştir. DATEM vb. emülgatörler hem hidrofilik hem de lipofilik özelliktedir [44].

Emülgatörler nişasta yüzeyine adsorbe olarak nişasta-emülgatör kompleksi oluştururlar [45; 46]. Bu kompleks yapılar, ekmeğin raf ömrü sırasında oluşan sertlik ile ilgilidir. Bir çalışmada çeşitli emülgatörler kullanılmış ve en düşük ekmek içi sertlik değerinin, nişastaya bağlanma yeteneği en yüksek olan emülgatörde olduğu bulunmuştur [46].

Ayrıca, emülgatörler proteinlerle kompleks yapı oluşturarak hamur yapısını geliştirirken, hamurun yoğurma stabilitesini, yoğurma toleransını ve gelişme süresini arttırmakta, hamur yapısını kuvvetlendirerek işlenebilirliğini kolaylaştırmakta, ekmek içi sertlik ve yapışkanlığını azaltarak ekmek içi gözenek yapısını geliştirmektedir [43; 44; 47; 48]. Emülgatör ilavesi ile ekmek içi gözenek yapısının iyi olmasının nedeni, yoğurma aşamasında daha fazla hava absorbe edilmesi ve daha küçük hava hücre yapısı oluşturmasıdır [47]. Yaygın olarak kullanılan bir emülgatör olan DATEM'in ilavesi ile ekmeklerin hacimlerinin arttığı, ekmek içi sertlik değerinin azaldığı bulunmuştur.

Bir çalışmada DATEM ilave edilen unun su absorpsiyonu ve hamur gelişme süresi değerleri kontrole göre değişmezken stabilite değeri arttırmıştır. DATEM ilavesi ile uzamaya karşı direnç kontrole göre artarken uzayabilirlik azalmıştır. Kuvvetli ve zayıf una DATEM eklenmesi ile ekmek hacim değeri kontrole göre artarken sertlik değeri azalmıştır ve bu değişimlerin zayıf unda daha belirgin olduğu bulunmuştur [35].

Başka bir çalışmada DATEM eklenen unun su absorpsiyon değeri kontrole göre azalmışken uzamaya karşı direnci ve ekmek hacmi kontrole göre artmıştır [49].

Bir çalışmada tam buğday ununa ilave edilen DATEM ile hamurun son fermentasyon stabilitesi kontrole göre artarken fermentasyon süresi ve elastikiyetinin azaldığı bulunmuştur. DATEM'in eklenmesi ile ekmek hacminde kontrole göre artış gözlenmiştir. Hacim artışına bağlı olarak ekmek içi elastikiyeti azalmıştır. Depolama ile artan ekmek içi sertlik değeri ise hacim artışına bağlı olarak DATEM eklenmesi ile kontrole göre azalmıştır [50].

Başka bir çalışmada da, tam buğday ununa DATEM ilave edilerek üretilen ekmeklerin hacmi artmış, ekmek içi tekstür ve gözenek yapısı olumlu yönde gelişmiş, kabuk rengi ve ekmek içi rengi koyulaşmıştır [51].

Katkı maddelerinin kombine olarak kullanıldığı araştırmalar:

Ekmek içi tekstür yapısını iyileştirmek amacıyla yapılan bir çalışmada una askorbik asit, lesitin ve α -amilaz eklenmiştir. Çeşitli dozlarda birlikte eklenen amilaz, lesitin ve askorbik asidin ekmek içi sertlik, sakızimsılık ve çignenebilirlik değerlerini kontrol örneğine göre azalttığı görülmüştür. İç bağlarının gücü ile ilgili olan

koheziflik değeri katkı maddelerinin eklenmesiyle değişmezken tüketiciler için önemli olan esneklik parametresinin arttığı bulunmuştur [34].

Potasyum bromatın yasaklanmasından sonra onun kadar güçlü ve etkili katkı maddelerinin arayışında enzimler kilit rolü üstlenmiştir. Son yıllarda daha iyi ekmek içi gözenek yapısı ve daha uzun raf ömrü sağladıkları için enzimlerin ekmek yapımında kullanılma oranları artmıştır. Dondurulmuş hamur kalitesini düzeltmek amacıyla yapılan bir çalışmada potasyum bromatın yerine lipaz, askorbik asit ve hemiselülaz/endoksilanaz kullanılmıştır. Alveograf sonuçlarına göre kontrol örneği ile karşılaştırıldığında hemiselülaz ilave edilen örneğin hamur yapısının gevşediği ve daha az viskoelastik yapıda olduğu bulunmuşken askorbik asit eklenen hamurun uzayabilirlik değeri kontrole göre azalmış ve sıklık değeri artmıştır. Askorbik asit ve hemiselülazın birlikte kullanıldığı örnekte ise hamurun viskoelastikiyet değerinin arttığı bulunmuştur. Lipaz ve hemiselülazın tek başlarına kullanıldığı örneklerle göre askorbik asit ile birlikte kullanılmaları ekmek hacmini arttırmıştır. Enzimlerin tek başına kullanılmasının hamurun zayıflamasına neden olduğu bulunmuştur. Hemiselülazın tek başına kullanımının, lipazın tek başına kullanımından daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Lipazın ekmek hacmi üzerine etkisi gözlenememiştir. Bunun nedeni proses koşulları, lipazın kaynağı ya da kullanılan dozun yetersiz gelmesi ile açıklanabileceği dile getirilmiştir. Dondurulmuş hamur da tek başına kullanılan hemiselülaz/ksilanazın ekmek hacmi ve ekmek içi yapısı gibi kalite parametrelerini iyileştirmemiştir ancak askorbik asit ve hemiselülaz/endoksilanaz kombinasyonunun hamurun kalitesini iyileştirdiği ve pişirme sonrası bayatlamayı geciktirdiği bulunmuştur [52].

Bir çalışmada amilaz ve pentozanaz/hemiselülaz enzimlerinden oluşan ticari karışım, kül içeriği ve enerji değeri farklı iki una eklenmiştir. Katkı maddesi eklenen hamurların sertliği, sakızımsılığı, çiğnenebilirliği ve iç yapışkanlığı azalırken kohezifliği ve yapışkanlık değerleri artmıştır [53].

Başka bir çalışmada glukoz oksidaz tek başına ve hemiselülaz veya askorbik asit ile kombine edilerek ekmek yapılmıştır. Glukoz oksidazın tek başına kullanımı hamur uzayabilirliğini azaltmıştır ve hamur sert ve daha az uzayabilir yapıda olmuştur. Glukoz oksidaz ve hemiselülaz kombinasyonunu içeren örnek, tek başına glukoz oksidaz içeren örneğe göre daha az uzayabilir yapıdadır ve

uzamaya karşı daha fazla direnç göstermiştir. Glukoz oksidaz ve askorbik asit kombinasyonu kullanıldığı zaman yumuşama derecesi belirgin şekilde azalmış ve hamur direnci önemli ölçüde değişmiştir. Glukoz oksidazın tek başına kullanımı, spesifik ekmek hacmini belirgin ölçüde arttırmıştır. Spesifik ekmek hacmi üzerine en belirgin etki, glukoz oksidaz ile kombine edilen hemiselülazlı örnekte görülmüştür. Bu etki, hemiselülozdan glutene suyun geçişine (redistribüsyonuna) bağlanmıştır. Glukoz oksidaz-askorbik asit kombinasyonun da ekmek hacmi belirgin şekilde gelişme göstermiştir. Ancak bu etki glukoz oksidaz-hemiselülaz kombinasyonu kadar iyi değildir. Glukoz oksidaz- hemiselülaz kombinasyonlarının ekmek yapımında geliştirici ajan olarak kullanılabileceği bildirilmiştir [38].

Diğer bir çalışmada ise askorbik asit ve aktif soya ununun tek tek kullanılması yerine birlikte kullanımı karşılaştırıldığında birlikte kullanılması sinerjik etki göstermiştir. Askorbik asit ve aktif soya unu ilave edilen örneğin yumuşaklık, esneklik ve parlaklık değerleri artarken gözenek ve tat değerleri değişmemiştir [54].

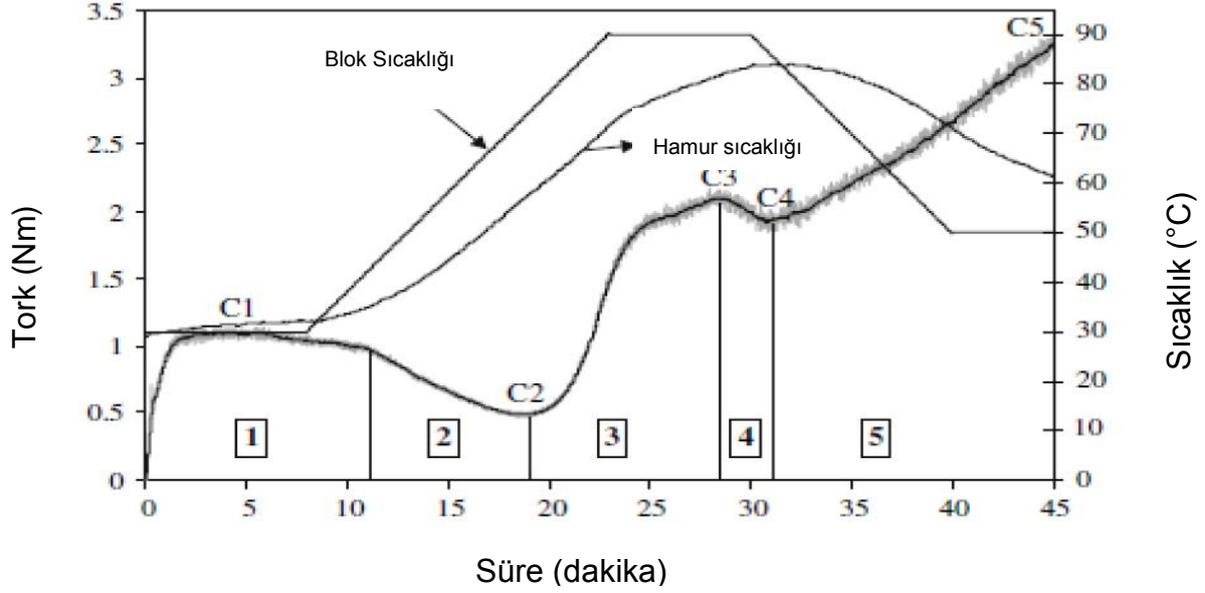
Ayrıca başka bir çalışmada askorbik asit ve DATEM'in birlikte kullanıldığında hamuru güçlendirdiği ve ekmek özelliklerini geliştirdiği bulunmuştur [55].

Bir çalışmada ayrı ayrı ve birlikte maltojenik amilaz, lipaz (ikinci ve üçüncü jenerasyon lipaz) ve E471 (mono ve diasilgliserol) beyaz buğday ununa ilave edilerek ekmek yapılmıştır. Ekmeklerin duyu ve fiziksel özellikleri incelendiğinde ikinci jenerasyon lipaz enzim kullanılarak yapılan ekmeğin hacmi, üçüncü jenerasyon lipaz kullanılarak yapılan ekmeğe göre daha yüksek çıkmıştır. Standart una ayrı ayrı (lipaz, amilaz, E471), ikişerli kombinasyonları (amilaz+lipaz, lipaz + E471, amilaz +E471) ve birlikte (amilaz+ E471 +lipaz) eklenerek kullanıldığı örneklerin hacim değerlerinin kontrole göre arttığı bulunmuştur. En yüksek spesifik ekmek hacim değerinin ise üç katkı maddesinin birlikte kullanıldığı örnekte olduğu gözlenmiştir. Ekmek içi sertliği ölçerek ekmek bayatlaması ile ilişkilendirilen penetrasyon ölçümleri 2, 24 ve 48. saatlerde yapılmıştır. Analiz edilen tüm sürelerde standart una ayrı ayrı (lipaz, amilaz, E471), ikişerli kombinasyonları (amilaz+lipaz, lipaz + E471, amilaz +E471) ve birlikte (amilaz+ E471 +lipaz)

eklenmiş örneklerin penetrasyon değerlerinin kontrole göre yüksek olduğu bulunmuştur. Üçüncü jenerasyon lipazın raf ömrünü belirgin bir şekilde uzatmasının aksine ikinci jenerasyon lipaz ekmeğın raf ömrünü çok az etkilemiştir. Amilaz enzimi raf ömrünü uzatmada pozitif etki göstermiştir. Amilaz, ikinci jenerasyon lipaz ve emülgatörün birlikte kullanıldığı örnek, en uzun raf ömrü sonucunu vermiştir. Raf ömrü özellikleri ekmek içi su aktivitesindeki değişimler kullanılarak da test edilmiştir. En yüksek su kaybının kontrol örneğinde olduğu bulunmuştur. İkinci jenerasyon lipaz ilave edilen örneğın su kaybı, üçüncü jenerasyon lipaz eklenen ve üçünün bir arada ilave edildiğı örneklerin su kaybına göre daha fazla olmuştur. Penetrasyon değeri ile uyumlu olarak en düşük su kaybı amilaz, lipaz ve emülgatörün birlikte kullanıldığı örnekte olduğu gözlenmiştir. Aynı şekilde bu kombinasyon kullanılarak yapılan ekmeğın duysal analiz sonucu en yüksek çıkmıştır [56].

Miksolab kullanılarak yapılan araştırmalar:

Unların reolojik özelliklerini incelemek amacıyla kullanılan cihazlardan biri de Miksolab'tır. Miksolab tek bir test ile unun su absorpsiyonu, stabilitesi, gluten kalitesi ve miktarı, nişasta jelatinizasyonu, amilaz aktivitesi ve retrogradasyon özellikleri hakkında bilgi vermektedir. Miksolab unun protein, nişasta ve diğer bileşenlerin özelliklerinin tespitine olanak sağlamaktadır [57]. Tipik bir Miksolab grafiğı Şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.2. Miksolab grafiği [60]

Miksolabın ilk basamağı, test edilen unun su absorpsiyonu ve hamur gelişme süresi değerleri hakkında bilgi vermektedir. Su absorpsiyonu, uygun kıvamda hamur (1.1 Nm) elde etmek için gerekli su miktarıdır. Maksimum torkun (C1, 30°C de) olduğu süre hamur gelişme süresidir. Stabilité değeri ise hamurun yoğurmaya karşı gösterdiği dirençtir. Buğday ununun su absorpsiyonu ve hamur gelişme süresi; unun nem içeriği, protein miktarı ve kalitesi, nişasta özellikleri ve tipi, lif içeriği gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. İkinci basamakta aşırı yoğurma ile hamur konsistansı azalmakta, proteinlerin destabilizasyonu gerçekleşmektedir ve minimum tork (C2) değerine ulaşılmaktadır. Buradaki düşüş, protein zayıflığı (C2) ve protein bozulma oranı (α) hakkında bilgi vermektedir. Yüksek düşüş, protein kalitesinin düşük olduğunu göstermektedir. Üçüncü basamakta sıcaklığın artmasına bağlı olarak proteinler denatüre olmakta ve hamurdaki serbest su miktarı artmaktadır. Çünkü denatüre olan proteinlerdeki su serbest kalmaktadır. Nişasta granüllerinin serbest kalan suyu absorbe ederek şişmesi ile amiloz molekülleri granüllerden dışarı çıkmakta ve viskozitede artışı gözlenmektedir. Nişasta jelatinizasyonuna bağlı olarak konsistenste de bir artış gözlenmektedir. Nişasta jelatinizasyonuna bağlı olarak konsistenste de bir artış gözlenmektedir ve maksimum tork (C3, pik torku) değeri elde edilmektedir. C2-C3 arasındaki eğim (β) ise jelatinizasyon oranını vermektedir. C3 pik viskozitesi değeri nişasta içeriği, amilolitik aktivite, zedelenmiş nişasta, buğdayın çeşidi ve yetiştirme koşullarından etkilenmektedir. Nişasta jelatinizasyonundan sonra unda bulunan

amilaz enziminin aktivitesine baėlı olarak konsistens dűşmekte ve soėuma ařamasındaki minimum tork (C4) deėeri ۆlçűlmektedir. Buradaki eėim ise piřirme stabilitesi oranını (γ) vermektedir. C4 deėerinin dűřűk olması, amilaz aktivitesinin yűksek olduėunun gűstergesidir. Son basamakta sıcaklıėın dűřmesine baėlı olarak niřasta jelleřmekte ve konsistens artıřına neden olmaktadır. Niřastanın jelleřmesine baėlı olarak son basamak katılařma ۆzelliėine (setback) karřılık gelmektedir. Bu ařama niřasta retrogradasyonu ile ilgilidir ve soėutma sonrası tork (C5) deėerini vermektedir. Dűřűk katılařma (setback) deėeri, dűřűk retrogradasyonu ve dűřűk sineresisi gűstermektedir [58; 59; 60; 61].

Bir çalıřmada una fungal α -amilaz, hemiselűlaz ve ksilanaz eklenerek reolojik analizleri Mixolab kullanılarak yapılmıřtır. Enzimlerin ilavesine baėlı olarak enzimatik aktivite arttıėa hamur geliřme sűresi deėerinin azaldıėı tespit edilmiřtir. ۆzellikle amilaz ilave edilen ۆrneklerin kontrol ۆrneėi ile kıyaslandıėında daha kısa geliřme sűresi deėerine sahip olduėu gűzlenmiřtir. Diėer yandan hemiselűlazın ve ksilanazın dűřűk dozlarında hamur geliřme sűresinin arttıėı bulunmuřtur. Amilaz miktarı arttıėa hamur stabilite deėerinin dűřűtűėu tespit edilmiřtir. Hemiselűlaz ve ksilanaz ilave edilmesi neticesinde ise hamur stabilite deėeri deėiřmemiřtir. Spesifik hacim ve gűzeneklilik gibi ekmek kalite parametrelerinin hamur stabilitesi ile negatif korelasyon gűsterdiėi belirtilmiřtir. Hemiselűlaz ve ksilanazın hamur zayıflıėını sınırlandırarak hamurun iřlenebilirliėini geliřtirdiėi bulunmuřtur. űnkű niřasta-dıřı polisakkaritlerin hidrolize edilen fraksiyonları, proteinlerin denatűrasyon ile açıėa çıkan serbest suyu absorbe ederek hamur zayıflıėını azalmaktadır. Amilaz ilave edilen ۆrneėin minimum tork (C2) deėeri azalırken, hemiselűlaz ve ksilanaz eklendikçe minimum tork deėeri deėiřmemiřtir. Amilaz kullanıldıėında hamurun zayıflamasının arttıėı tespit edilmiřtir. Kontrol ۆrneėine gűre amilaz eklendikçe β deėeri belirgin olarak deėiřmiřtir. Hemiselűlaz ve ksilanaz eklendiėinde ise β deėeri kontrole gűre karřılařtırılabilir dűzeydedir. Kontrole karřılařtırıldıėında amilaz eklenen ۆrneėin C5 deėeri en dűřűktűr. Amilaz eklenmesi ۆrneėin jelatinizasyon ve retrogradasyon ۆzelliklerini etkilemektedir. Hemiselűlaz ve ksilanaz eklenmesi ile C5 deėeri kontrole gűre çok deėiřmemiřtir. Amilaz ilave edilen ۆrneėin β deėeri çok kűcűkken γ deėerinin tamamen kaybolduėu bulunmuřtur. Mixolab ۆzelliklerinin amilazın dozuna baėlı

olarak değiştiği tespit edilmiştir. C2, C3 ve C4 tork değerleri ekmek hacmi ile pozitif korelasyon göstermiştir [62].

Başka bir çalışmada ise kepek oranı yüksek una α -amilaz ilave edilmesi ile su absorpsiyon kapasitesinin azaldığı bulunmuştur. Örneğin Miksolabdaki stabilite değeri kontrol örneğine göre artarken C2 değeri azalmıştır. C2 değerindeki düşüş ekmek hacmi ile korelasyon göstermiştir. Düşüş C2 değerine sahip amilaz örneğinin hacmi artmıştır. Amilaz ilave edilen rneğin C3, C4 ve C5 değerleri kontrole göre azalmıştır. Düşüş C5-C4 fark değerine sahip örneğin gözenek yapısının ve esneklik değerinin daha iyi olduğu bulunmuştur [63].

Genel olarak un verimi, enzim ilave edilen örneklerin reolojik davranışlarını etkileyen en önemli faktör olması nedeniyle kepekli ve beyaz un örneklerinin reolojik zellikleri Miksolabda incelenmiştir. Kepekli un, Miksolabdaki ısıtma aşamasında yüksek stabilite değeri göstererek daha iyi protein davranışı sergilemiştir [64; 65]. Ancak normalde una kepek ilave edilmesi hamurun stabilite değerini düşürmektedir. Pişirme sırasında beyaz un daha iyi nişasta performansı göstermektedir. Çünkü kepekli undan yapılan hamurda ortamda bulunan su için nişasta ile kepek arasında sürekli bir mücadele vardır [59]. Beyaz unun stabilite değeri kepekli una göre yüksekken gelişme süresi (ısıtma sürecindeki stabilitesi) daha düşüktür. Beyaz unda protein zayıflığı ve pişirme stabilitesi aralığını gösteren tork değerleri kepekli una göre daha düşükken nişasta jelatinizasyonu aralığı, amilaz aktivitesi, nişasta jelleşmesi ve katılaşma torkları ise kepekli una göre daha yüksektir [64; 65].

Granüler formdaki α -amilaz ve endoksilanaz una eklenmiştir. Ksilanazın tek başına kullanılmasıyla stabilite değeri 6.4 dakikadan 6.0 dakikaya düşmüşken tek başına amilaz ilave edilen örneğin stabilite değeri 7.1 dakikaya yükselmiştir. Ksilanaz ve amilazın birlikte kullanıldığı örneklerde ise ksilanaz varlığı, amilazın stabilite üzerindeki etkisini azaltmış, örneğin stabilite değeri 5.4 dakikaya düşmüştür [64; 65].

Diğer bir çalışmada DATEM, amilaz ve lipaz ayrı ayrı una ilave edilmiştir. DATEM ilave edilen örneğin su absorpsiyon değeri kontrole göre değiştirmediği bulunmuştur. DATEM'in ilave edilmesi ile hamur stabilite değeri 9.5 dakikadan

10.5 dakikaya yükselmiştir. Isıtma süresince protein zayıflığı ile ilgili olan minimum konsistensiyi değeri ise 0.48 Nm'den 0.52 Nm'ye yükselmiştir. Daha önceki çalışmalarla uyumlu olarak DATEM'in protein interaksyonunu artırarak protein ağınyı güçlendirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Amilaz ilave edilen örneğin stabilite, C1, C2, C3, C4 ve C5 tork değeri kontrolle göre düşmüştür. İncelenen diğeri bir enzim olan lipaz ilave edilmesi ile Miksolabdaki stabilite değeri 5.7 dakikadan 7.9 dakikaya yükselmiştir. Lipaz, Miksolabda yüzey aktif maddelerle aynı etkiyi yaparak pişirme stabilitesi değeri arttırmış, katılma özelliğini kontrolle göre azaltmıştır. Bunun nedeni amiloz rekristalizasyonu ve nişasta jelleşmesidir [66].

Başka bir çalışmada tam buğday ununa eklenen amilazın Miksolab ile belirlenen su absorpsiyon, hamur gelişme süresi ve stabilite değeri üzerinde belirgin bir etkisi gözlenmemişken protein zayıflığı değeri lineer olarak azalmıştır. Amilaz ilave edilmesi ile C3 değeri kontrolle göre çok değişmezken C4 ve C5 değeri azalmıştır. Amilaz, nişastanın retrogradasyonunu düşürerek katılma özelliğini azaltmıştır [67].

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Araştırmada ekmek üretiminde kullanılan kuvvetli un ve tam buğday unu Emek Un İrmik San. Tic. A.Ş. tarafından, zayıf un örneği ise Ülker Gıda Sanayi A.Ş. Ankara fabrikasından temin edilmiştir. Zayıf unu daha düşük kalitede elde etmek amacıyla içine %10 oranında buğday nişastası ilave edilmiştir. Askorbik asit ve hemiselülaz (Mühlenchemie, Almanya), lipaz (Novozymes, Danimarka), amilaz (Danisco, Danimarka) ve DATEM (AB Enzymes, Almanya) tarafından sağlanmıştır. Maya, tuz ve menengiç marketlerden alınmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Un Örneklerinde Yapılan Analizler

3.2.1.1. Kimyasal ve Fizikokimyasal analizler

Un örneklerinde rutubet miktarı, kül miktarı, yaş gluten ve gluten indeksi, kuru gluten, düşme sayısı tayinleri sırasıyla AACCI Metot No: 44-15A, 08-01, 38-11,38-12, 56-81B [68]'ye göre yapılmıştır. Zeleny sedimentasyon AACCI Metot No: 56-60 [68] ve modifiye sedimentasyon testi ise Köksel ve ark., [69]'nın yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Protein değeri Dumas azot analiz cihazı (Velp Scientifica NDA-701, İtalya) ile AACCI Metot No:46-30 [68]'a göre belirlenmiştir. Analizler 3 paralel olarak yapılmıştır.

3.2.1.2. Reolojik analizler

Katkısız unların yoğurma özellikleri (su absorpsiyonu, gelişme süresi, yumuşama derecesi, yoğurma tolerans sayısı ve stabilite değerleri) AACCI Metot No:54-21 [68]'e göre Farinografta (Brabender, Almanya) belirlenmiştir.

Un örneklerinin viskoelastik özellikleri AACCI Metot No:54-30 [70]'a göre Alveokonsistograf NG cihazında (Chopin, Fransa) belirlenmiştir.

Katkılı ve katkısız unların reolojik özellikleri AACCI Metot No:54-60.01 [71]'a göre Miksolab (Chopin, Fransa) cihazında belirlenmiştir.

3.2.2. Ekmek Üretim Metodu ve Analizleri

Araştırmada AACCI Metot No: 10-11 [68]'deki formülasyon ve fermentasyon süreleri, Türkiye de genel olarak uygulanan ekmek üretim yöntemine uygun olacak

şekilde modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu yöntemde maya süspansiyonu 80 g yaş maya/litre, tuz çözeltisi ise 60 g NaCl/litre 30°C'deki suda çözündürülerek hazırlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan maya süspansiyonu ve tuz çözeltisinden 25'er ml alındığında, una %2 maya ve %1.5 tuz ilave edilmiş olmaktadır. Ekmek üretiminde Farinograftan elde edilen su absorpsiyon değerleri kullanılmıştır.

Hazırlanan hamurlar 30°C ve %85 nisbi nemdeki fermentasyon kabiniinde (Şimşek Labortechnik Ltd. Şti., Ankara) 30 dk bekletildikten sonra birinci havalandırma yapılmıştır. Aynı koşullar altında 30 dk daha bekletilip ikinci havalandırma yapıldıktan sonra şekil verme düzeneğinde şekil verilerek (Şimşek Labortechnik Ltd. Şti., Ankara) pişirme tavasına alınmıştır. Hamur, son fermentasyon için 55 dk fermentasyon kabiniinde bekletilmiştir. Bu süre sonunda 220°C'de 25 dk pişirilmiştir (Şimşek Labortechnik Ltd. Şti., Ankara). Üretimler 2 paralel olarak yapılmıştır.

Menengicin meyveleri kırıcı değirmende (Şimşek Labortechnik Ltd. Şti., Ankara) öğütülmüştür. Katkısız ekmeklerde menengiç çeşitli oranlarda (%2.5, %5, %7.5, %10) denenmiştir ve %5 düzeyinde eklenilmesinin uygun olacağına karar verilmiştir. %5 menengiç ilave edilen ekmekler, diğer katkıları kullanılarak üretilen ekmeklerin kontrolü olarak değerlendirilmiştir.

Katkılı ekmeklerin üretiminde farklı oranlarda askorbik asit (25, 50 ve 100 ppm), amilaz (50, 100 ve 200 ppm), hemiselülaz (40, 80 ve 160 ppm) ve lipaz (5, 10 ve 20 ppm) kullanılarak optimum düzeyleri belirlenmiştir. Daha sonra bu katkıların optimum dozları DATEM (%0.25 ve %0.50) ile kombine olarak kullanılmıştır. Katkı maddelerinin doz aralığı katkı maddelerinin temin edildiği firmaların teknik önerileri ve maliyetleri göz önüne alınarak belirlenmiştir.

Ağırlık ve Hacim analizi

Oda sıcaklığında 60 dakika bekletilen ekmek örnekleri tartılarak ağırlıkları gram cinsinden belirlenmiştir. Ekmeklerin hacimleri, hacim ölçme cihazında kolza tohumu ile yer değiştirme prensibine göre ölçülmüştür.

Duyusal analizler

Örnekler plastik torbalarda oda sıcaklığında 24 saat muhafaza edildikten sonra simetri, kabuk rengi, ekmek içi rengi, ekmek içi gözenek yapısı ve yumuşaklık gibi

ekmek kalite kriterlerince değerlendirilmiştir. Simetri 1-5 skalasında (1=en kötü ve 5=en iyi), kabuk rengi 1-4 skalasında (1=en kötü ve 4=en iyi), ekmek içi rengi ekmek içi gözenek ve yumuşaklık özellikleri 1-10 skalasında (1=en kötü ve 10=en iyi) değerlendirilerek ortalama değerler verilmiştir.

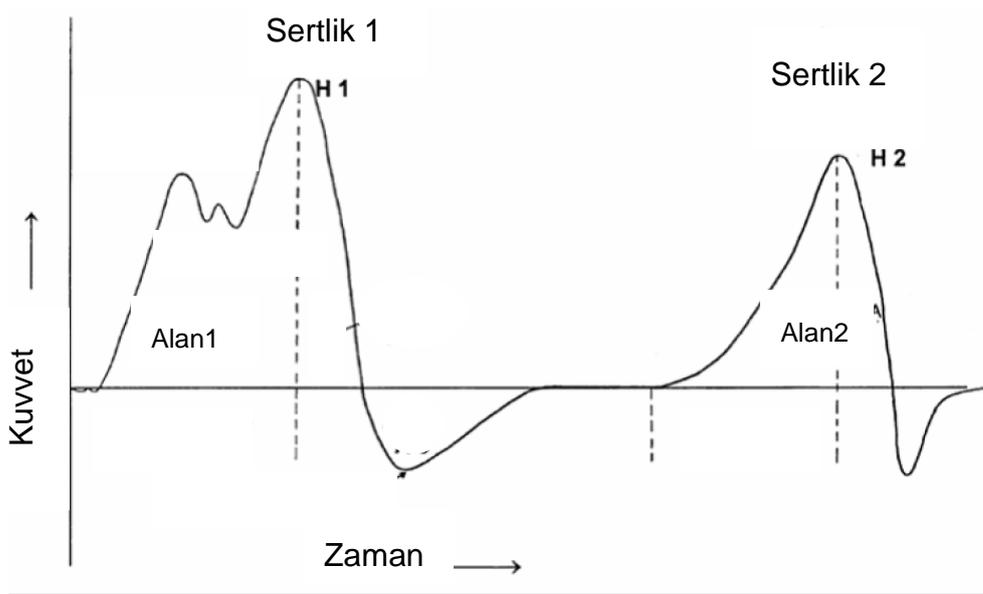
Renk analizi

Ekmek içi L^* , a^* ve b^* renk değerleri spektrofotometre (Minolta CM-3600 d, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Renk değerlerinde L^* (parlaklık), a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) olarak değerlendirilmiştir. Örneklerde 10 farklı noktadan renk okuması yapılmıştır.

Tekstür analizi

Piştirildikten 24 saat sonra örneklerin tekstürel özellikleri, maksimum yük 50 N ve yaklaşma hızı 55 mm/dk olacak şekilde 35 mm çapında alüminyum disk kullanılarak tekstür cihazında (Lloyd-TA-Plus, West Sussex, İngiltere) belirlenmiştir. Örneklerin her biri 12.5 mm kalınlığında dilimlenmiştir, iki dilim üst üste konularak cihaza yerleştirilmiş ve %25 oranında sıkıştırılabilmesi için gerekli olan kuvvet (N) ölçülmüştür. Sonuçlar verilirken dört ölçümün ortalaması alınmıştır.

Uygulanan kuvvet sonucu tekstür parametrelerinden; sertlik, koheziflik, esneklik, sakızimsılık, çignenebilirlik ve katılık değerleri belirlenmiştir. Tekstür profil analizinin diyagramı Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Tekstür Profil Analizinin Kuvvet-Zaman Diyagramı [34]

Sertlik (hardness) parametresi analiz edilen maddenin yapısında belirli bir deformasyonu sağlamak için uygulanması gereken maksimum kuvvettir. Koheziflik (cohesiveness) ikinci sıkıştırmada elde edilen alanın ilk sıkıştırmadaki alana oranıdır. Analiz edilen örneğin deforme edici kuvvet kaldırıldıktan sonra kendini toparlayarak deformasyondan önceki haline dönme hızı esneklik (springiness) olarak tanımlanmaktadır. Sakızımsılık (gumminess) yarı katı, çiğnenebilirlik (chewiness) ise katı özellikte bir gıda maddesinin yutmaya hazır hale gelene kadar parçalanması için gerekli enerjidir. Katılık (stiffness) değeri analiz edilen örneğin deformasyona karşı gösterdiği direnci ifade etmektedir.

3.2.3. İstatistiksel Analiz

Katkı maddelerinin ekmeklik kalite üzerine etkileri SPSS 16.0 istatistik programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Ortalama değerler arasındaki farklar önemli bulunduğunda ($p < 0.05$) DUNCAN testi kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

4.1. Un Örneklerinde Yapılan Analizlerin Sonuçları

4.1.1. Kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri

Kuvvetli un, zayıf un ve tam buğday ununun kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kuvvetli un, zayıf un ve tam buğday ununun kimyasal ve fizikokimyasal özellikleri

	Kuvvetli Un	Zayıf Un	Tam Buğday Unu
Nem İçeriği (%)	13.6	13.3	13.1
Kül Miktarı (%KM)	0.54	0.63	1.58
Protein Miktarı (%KM)	12.3	10.3	12.8
Zeleny Sedimentasyon* (ml)	44	21	13
Beklemeli Sedimentasyon* (ml)	58	21	28
Yaş Gluten (%KM)	35.3	26.4	31.2
Kuru Gluten (%KM)	11.8	8.8	10.4
Gluten İndeks (%)	98.6	93.4	98.8
Düşme Sayısı** (sn)	498	418	480

KM: Kuru madde

*%14 nem

**% 15 nem esas alınmıştır.

Unların kül miktarı önemli bir kalite kriteridir. Eski Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği’ne (Tebliğ No: 99/01) göre kuvvetli un örneğinin kül miktarı Tip 550, zayıf un örneğinin kül miktarı ise Tip 650 için uygundur [72]. Ancak tez devam ederken tebliğ değişmiştir. Yeni Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliğine (Tebliğ No: 2013/9) göre ekmeklik buğday ununun kül içeriği % 0.7 ve 0.8 arasında olması gerekmektedir. Tam buğday ununun kül miktarının ise en az %1.2 olması gerektiği belirtilmiştir [73]. Tam buğday ununun kül miktarı Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği’ne uygundur ancak kuvvetli ve zayıf unların kül değerleri yeni tebliğdeki ekmeklik un tanımlamasına uygun değildir.

Unlardaki protein miktarı kuvvetli un için %12.3, zayıf un için %10.3 ve tam buğday unu için ise %12.8'dir. Ekmeklik unlarda protein miktarı Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliğine göre minimum %10.5 olmalıdır [73].

Sedimentasyon değeri undaki gluten miktarı ve kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Sedimentasyon değeri 36 ml'nin üstünde ise gluten kalitesi ve miktarı çok iyi, 25-36 ml arasında ise iyi, 15-24 ml arasında ise zayıf, 15 ml altında ise kötü olduğunu göstermektedir [69]. Kuvvetli unun gluten miktarı ve kalitesi oldukça iyiysen, beklenildiği gibi zayıf unun gluten kalitesi zayıftır. Tam buğday ununun sedimentasyon değeri düşüktür.

Modifiye sedimentasyon testi, Zeleny sedimentasyon testi modifiye edilerek undaki süne-kıvıllı zararlarının tespitine olanak sağlamaktadır. Süne ve kıvıllı zararı gören unların modifiye sedimentasyon değerleri Zeleny sedimentasyon değerlerine göre düşük çıkmaktadır. Kullanılan unların sedimentasyon değerlerinde düşme gözlenmediği için unlarda süne ve kıvıllı zararı olmadığı sonucuna varılmıştır.

Ekmek yapımında gluten miktarı ve kalitesi önemli kalite kriterleridir. Yaş gluten miktarının %35 üzerinde olması gluten kalitesinin yüksek, %28-35 arası iyi, %20-27 arasında olması ise orta kalitede olduğunu göstermektedir [69]. Yaş gluten değerlerine bakılarak kuvvetli unun gluten kalitesinin yüksek, tam buğday ununun iyi, zayıf unun ise orta kalitede olduğu bulunmuştur.

Kuru gluten, yaş glutenin belli bir sıcaklıkta ve sürede kurutulmasıyla elde edilmektedir. Kuru gluten değeri kuvvetli un ve tam buğday unu örneğinde yüksekken zayıf un örneğinde düşüktür.

Gluten indeks, unun gluten kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Türkiye de genel olarak üretilen ekmekler için gluten indeks değeri 70 civarında olmalıdır [69]. Unların gluten indeks değerine bakıldığında ekmek yapımı için uygun olduğu bulunmuştur.

Düşme sayısı undaki amilaz enziminin aktivitesini belirlemektedir. Düşme sayısı 300 saniyenin üzerinde olması amilaz aktivitesinin düşük olduğunu göstergesidir [69]. Amilaz aktivitesi düşük unlara amilaz ilavesi yapılmazsa ekmek hacmi düşük

ve ekmek içi kuru olmaktadır. Bu çalışmada kullanılan unların düşme sayısı 300 saniyenin üzerindedir ve bu amilaz aktivitelerinin düşük olduğunun göstergesidir.

4.1.2. Reolojik analizler

Farinograf, hamurun reolojik özelliklerinin (su absorpsiyonu, gelişme süresi, stabilite ve yumuşama derecesi) belirlenmesinde kullanılan bir cihazdır ve unun ekmeklik kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Katkısız unlara ait farinograf özellikleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Katkısız un örneklerinin farinograf özellikleri

Farinogram Özellikleri	Kuvvetli un	Zayıf un	Tam Buğday unu
Su absorpsiyonu(%)	61.0	57.0	71.0
Gelişme süresi (dk)	2.5	1.1	6.5
Stabilite (dk)	11.9	2.5	5.0
Yumuşama derecesi (BU)	25	120	60

Farinografda kuvvetli unun su absorpsiyonu ve gelişme süresi zayıf una göre beklenildiği gibi yüksektir. Unun protein içeriği ve kalitesi hakkında bilgi veren stabilite değeri, 500 konsistens çizgisi üzerinde kalış süresidir [69]. Stabilite değeri kuvvetli un örneğinde 11.9 dakika, tam buğday ununun 5.0 dakika ve zayıf un örneğinde ise 2.5 dakikadır. Kuvvetli unun yumuşama derecesi zayıf una göre düşüktür. Bu da kuvvetli unun daha kaliteli olduğunu göstermektedir. Tam buğday ununun yumuşama derecesi kuvvetli ve zayıf unun arasında çıkmıştır.

Alveokonsistograf unların viskoelastik özelliklerini incelemek amacıyla kullanılan bir cihazdır. Hamurun yoğurma sırasındaki davranışlarını inceleyerek uzamaya karşı gösterdiği direnç (T), uzama kabiliyeti (A), elastikiyet (Ex), ekmeklik enerji değeri (Fb) ve konfigürasyon oranı (T/A) hakkında bilgi vermektedir. Katkısız unlara ait alveokonsistograf sonuçları Çizelge 4.3 verilmiştir. Kuvvetli unun su kaldırma, elastikiyet ve enerji değerlerinin zayıf una ve tam buğday ununa göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Tam buğday ununun direnç ve konfigürasyon oranı ise, zayıf ve kuvvetli una göre daha yüksektir.

Çizelge 4.3. Katkısız un örneklerinin alveokonsistograf değerleri

	Kuvvetli un	Zayıf un	Tam Buğday unu
T (mm)	92	69	177
A (mm)	48	28	15
Ex (%)	15.4	11.8	8.62
Fb (10^{-4} J)	192	74	113
T/A	1.92	2.46	11.8
Su Kaldırma (%)	53.1	49.8	51.8

Unların reolojik özelliklerini incelemek amacıyla kullanılan diğer bir cihaz Miksolabdır. Miksolab unun su absorpsiyonu, stabilitesini, gluten kalitesi ve miktarı, nişasta jelatinizasyonu, amilaz aktivitesi ve retrogradasyon özellikleri hakkında bilgi vermektedir. Katkısız unların Miksolab değerleri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Katkısız unlara ait Miksolab değerleri

Miksolab Karakteristiği	Kuvvetli Un	Zayıf Un	Tam Buğday unu
Su Abs. (%)	57.8	55.1	66.5
Stabilite (dk)	10.67	3.98	10.1
C1 (Nm)	1.10	1.12	1.12
C2 (Nm)	0.53	0.45	0.54
C3 (Nm)	1.98	2.13	1.81
C4 (Nm)	1.69	2.01	1.58
C5 (Nm)	2.99	2.85	2.45
C1 (dakika)	1.32	1.03	5.92
α (Nm/dk)	-0.026	-0.066	-0.092
β (Nm/dk)	0.242	0.484	0.402
γ (Nm/dk)	-0.224	0.004	-0.046

Miksolab sonuçlarına bakıldığı zaman, kuvvetli unun ve tam buğday ununun stabilite ve hamur gelişme süresi değerleri yüksekken zayıf unun stabilite ve hamur gelişme süresi değerlerinin düşük olduğu gözlenmiştir. C2 değeri (gluten kalitesi) kuvvetli un ve tam buğday unun da yüksekken zayıf unda beklenildiği gibi düşüktür. Gluten miktarı hakkında bilgi veren α ise kuvvetli un örneğinde daha yüksektir. Zayıf un örneğinde, kuvvetli un örneğine göre daha fazla düşüş

gözlenmiştir. Tam buğday unu örneğinde ise protein ağırlığının daha yoğun şekilde zayıflamasına bağlı olarak eğim artmıştır, yani gluten miktarının daha düşük olduğu belirlenmiştir. Nişasta jelatinizasyonu (C3) ve amilaz aktivitesi değeri (C4) zayıf un örneğinde diğerlerine göre daha yüksektir. Bunun nedeni proteinlerinin daha kolay denatüre olması ve daha fazla serbest suyun açığa çıkıp nişastanın jelatinizasyonu arttırması olabilir [74]. Soğuma torku (C5) en yüksek kuvvetli un örneğinde bulunmuştur.

4.2. Ekmek Analiz Sonuçları

4.2.1. Menengiç ilave edilen ekmekler

Son zamanlarda, besinsel lif ve antioksidan içeren gıdalara büyük bir talep vardır. Bu nedenle potansiyel bir bileşen olarak [8; 9] menengiç %2.5, %5, %7.5 ve %10 oranlarında kuvvetli ve zayıf un ile tam buğday ununa ilave edilerek Miksolab analizi yapılmış ve ekmek üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin ağırlık, hacim, renk ve tekstür analizi sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.2.1.1. Kuvvetli un

Kuvvetli un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Menengiç eklenmeyen kontrol örneği ile %2.5 menengiç eklenen ekmeğin hacimleri arasında istatistiksel bir fark oluşmazken %5 menengiç eklenen örneklerle aralarında fark çıkmıştır. Ancak %5 üzerinde menengiç ilave edilen örneklerin hacim değerinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Eklenen menengicin miktarı arttıkça ekmek ağırlık değerleri artmıştır.

Çizelge 4.5. Kuvvetli un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (%)	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	138.8 e	493 b
2.5	141.4 d	493 b
5	143.4 c	520 a
7.5	145.2 b	527 a
10	148.9 a	528 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

Kuvvetli un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Menengiç ilave edilmesiyle parlaklık değeri kontrol örneğine göre azalmıştır. Menengiç eklenmesiyle a* değeri yeşilden kırmızıya doğru bir değişim göstermiştir. Menengiç ilave edilen örneklerin sarılık değerleri kontrole göre artmıştır.

Çizelge 4.6. Kuvvetli un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (%)	L*	a*	b*
0	72.35 a	-1.04 e	11.94 c
2.5	56.32 b	2.51 d	12.48 c
5	51.78 c	3.45 c	13.80 b
7.5	49.99 d	4.07 b	14.80 a
10	45.36 e	4.86 a	15.45 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Kuvvetli un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Gıda maddesinin yapısında belirli bir deformasyonu sağlamak için uygulanması gereken kuvvet olarak tanımlanan sertlik değeri, %5 menengiç eklenen örnekte en düşüktür. Örneğin yapısını oluşturan iç bağların gücünü gösteren koheziflik değeri %5 menengiç ilave edilen ekmekte en yüksek çıkmıştır. Kontrole göre menengiç ilave edilmesiyle esneklik değerinde istatistiksel olarak önemli bir değişiklik saptanmamıştır. En düşük sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve katılık değerleri ise %5 menengiç ilave edilen ekmektedir.

Çizelge 4.7. Kuvvetli un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave Oranı (%)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	6.98 ab	0.55 ab	5.54 a	3.82 a	21.23 a	1.78 a
2.5	6.47 ab	0.54 ab	5.45 a	3.48 ab	18.95 ab	1.48 b
5	5.45 c	0.56 a	5.69 a	3.06 c	17.35 b	1.16 c
7.5	6.22 bc	0.51 bc	5.58 a	3.17 bc	17.70 b	1.40 b
10	7.27 a	0.47 c	5.54 a	3.40 bc	18.83 ab	1.88 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Kuvvetli un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Ekmeklerin 3. gün tekstür değerlerine bakıldığında en yumuşak ve esnek örneğin %10 menengiç ilave edilen ekmek olduğu bulunmuştur. Menengiç ilave edilmesiyle koheziflik değeri kontrole göre düşmüştür ancak menengiç ilave oranının artmasına bağlı olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Katılık değeri ise %5 menengiç ilave edilen ekmekte en düşük çıkmıştır.

Çizelge 4.8. Kuvvetli un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

İlave Oranı (%)	Sertlik (N)	Koheziflik ^k	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik ^k (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	10.77 ab	0.55 a	5.64 a	5.94 a	33.41 a	3.45 a
2.5	11.50 a	0.47 b	5.37 abc	5.37 a	28.83 ab	3.27 ab
5	9.93 ab	0.43 b	5.47 ab	4.26 b	23.30 bc	2.56 c
7.5	10.70 ab	0.40 b	5.27 bc	4.27 b	22.53 c	2.88 bc
10	9.09 b	0.42 b	5.16 c	3.81 b	19.75 c	2.79 bc

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

4.2.1.2. Zayıf un

Zayıf un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Hacim değeri, %10 menengiç eklenen ekmekte en yüksek çıkmıştır. Menengicin ilave edilmesiyle ekmek ağırlık değerleri kontrole göre artmıştır.

Çizelge 4.9. Zayıf un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (%)	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	136.4 c	303 d
2.5	138.8 b	338 c
5.0	138.9 b	385 b
7.5	141.9 a	400 b
10	143.6 a	458 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Zayıf un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Menengiç ilave edilmesi ile ekmek içi parlaklık değeri kontrole göre azalırken kırmızılık değerinde ise artış gözlenmiştir. Sarılık değeri en yüksek kontrol örneğinde çıkmıştır.

Çizelge 4.10. Zayıf un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (%)	L*	a*	b*
0	64.29 a	0.13 e	15.11 a
2.5	49.09 b	3.26 d	12.10 e
5	43.33 cd	3.99 c	12.81 d
7.5	43.85 c	4.47 b	13.58 c
10	41.81 d	4.86 a	13.97 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Zayıf un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Kontrol ve %2.5 menengiç ilave edilen ekmeklere göre %5 menengiç ilave edilen örneğin sertlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve katılık değerleri daha iyi çıkmıştır ancak menengiç miktarı artmasına bağlı olarak bu parametrelerde istatistiksel olarak önemli bir fark çıkmamıştır. En düşük koheziflik değeri %5 menengiç ilave edilen örnekte olduğu bulunmuştur. Menengiç ilave edilmesinin esneklik değeri üzerine kontrole göre etkisi olmamıştır.

Çizelge 4.11. Zayıf un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave oranı (%)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	23.51 a	0.50 ab	5.45 a	11.80 a	64.36 a	5.85 a
2.5	19.17 b	0.46 ab	5.51 a	8.93 b	49.19 b	4.98 b
5	11.28 c	0.43 b	5.30 a	4.85 c	25.75 c	2.78 c
7.5	10.56 c	0.54 a	5.33 a	5.61 c	30.09 c	2.79 c
10	9.73 c	0.50 ab	5.32 a	4.78 c	25.56 c	2.75 c

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Zayıf un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Kontrol ve %2.5 menengiç ilave edilen örneklere göre %5 menengiç ilave edilen örneğin sertlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve katılık değerleri azalmıştır ancak menengiç ilave miktarı arttıkça benzer sonuçlar elde edilmiştir. Menengiç ilavesiyle koheziflik ve esneklik değerlerinde kontrole göre belirgin bir değişiklik meydana gelmemiştir.

Çizelge 4.12. Zayıf un örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

İlave oranı (%)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	37.82 a	0.35 a	5.65 a	13.36 a	75.33 a	12.73 a
2.5	32.94 b	0.37 a	5.76 a	12.11 a	69.86 a	11.53 a
5	17.97 c	0.37 a	5.58 a	6.75 b	37.64 b	6.24 b
7.5	18.90 c	0.32 a	5.32 a	6.14 b	32.72 b	7.27 b
10	15.53 c	0.35 a	5.67 a	5.41 b	30.78 b	5.75 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

4.2.1.3. Tam buğday unu

Tam buğday unu örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Kontrol ve %2.5 menengiç ilave edilen örneğe göre %5 menengiç ilave edilen örneğin hacim değeri artmıştır ancak menengiç ilave oranı arttıkça istatistiksel olarak önemli bir fark çıkmamıştır. Menengiç ilave edilmesiyle ekmeklerin ağırlık değerleri kontrole göre artmıştır.

Çizelge 4.13. Tam buğday unu örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (%)	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	147.5 e	338 c
2.5	150.1 d	358 b
5.0	152.8 c	375 a
7.5	154.9 b	375 a
10	157.4 a	388 a

*Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Tam buğday unu örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.14'te verilmiştir. Menengiç ilave edilmesiyle ekmek içi

parlaklık değeri kontrole göre azalmıştır. Menengiç ilave edilmesinin ekmek içi kırmızılık değerini kontrole göre değiştirmediği gözlenmiştir. Sarılık değeri ise kontrol ve %2.5 ilave edilen ekmeğe göre %5 menengiç ilave edilen ekmekte azalmıştır ancak menengiç miktarı arttıka istatistiksel olarak önemli bir fark çıkmamıştır.

Çizelge 4.14. Tam buğday unu örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değeri

İlave oranı (%)	L*	a*	b*
0	51.46 a	6.35 a	20.13 a
2.5	44.84 b	6.10 a	16.26 b
5	41.79 c	6.09 a	15.26 c
7.5	40.40 c	6.45 a	15.39 c
10	37.56 d	6.40 a	14.75 c

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

Tam buğday unu örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değeri Çizelge 4.15'te verilmiştir. Ekmeklerin 1. gün tekstüründe kontrole göre sertlik ve katılık değerine bakıldığında %10 menengiç ilave edilen örneğin en yumuşak olduğu bulunmuştur. Koheziflik ve esneklik değerlerinde kontrole göre önemli bir fark çıkmamıştır.

Çizelge 4.15. Tam buğday unu örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değeri

İlave oranı (%)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	13.50 a	0.53 a	5.06 a	7.13 a	36.20 a	3.73 a
2.5	12.15 ab	0.52 a	5.11 a	6.25 b	31.92 ab	3.01 b
5	10.75 bc	0.50 a	5.00 a	5.33 c	26.66 b	2.59 bc
7.5	11.2 bc	0.50 a	4.87 a	5.58 bc	27.20 b	2.76 bc
10	9.97 c	0.51 a	5.30 a	5.13 c	27.33 b	2.42 c

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

Tam buğday unu örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Ekmeklerin 3. gün tekstüründe sertlik değerine bakıldığında %10 menengiç ilave edilen örneğin en yumuşak ve en esnek olduğu bulunmuştur. Menengiç ilave edilmesi ile koheziflik değerinde kontrole göre önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Kontrol ve %2.5 menengiç ilave edilen örneklere göre menengiç ilavesiyle sakızimsılık ve katılık değerleri azalmıştır ancak menengiç miktarının artmasına bağlı olarak parametrelerde önemli bir farklılık görülmemiştir.

Çizelge 4.16. Tam buğday unu örneğine menengiç ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

İlave oranı (%)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	20.13 a	0.44 a	4.99 ab	8.79 a	43.92 a	4.98 a
2.5	19.42 a	0.44 a	5.02 ab	8.49 a	42.62 ab	4.71 a
5	15.27 b	0.44 a	4.91 ab	6.78 b	33.35 bc	3.59 b
7.5	15.36 b	0.44 a	5.25 a	6.69 b	35.17 b	3.76 b
10	13.66 c	0.44 a	4.66 b	6.06 b	28.29 c	3.61 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Ekmeklerin hacim, sertlik ve katılık değerleri, tat ve koku özellikleri değerlendirildiğinde ve ekonomik nedenler göz önünde bulundurulduğunda çalışmanın daha sonraki bölümlerinde menengiç ilave oranının tüm un örnekleri için %5 olmasına karar verilmiştir. %5 menengiç içeren un örneklerinin Miksolab sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Menengiç ilave edilen kuvvetli ve zayıf un ile tam buğday ununun stabilite değerleri sırasıyla 10.63, 4.42 ve 10.02 dakika bulunmuştur. Protein zayıflığı değeri ile ilgili olan C2 torqu beklenildiği gibi en yüksek kuvvetli unda çıkmıştır. Nişasta jelatinizasyonu hakkında bilgi veren C3'ün, amilaz aktivitesine bağlı olarak ölçülen C4 ve nişasta retrogradasyonu ile ilgili olan C5 torkları için en yüksek değerler %5 menengiç ilave edilen zayıf unda bulunmuştur.

Çizelge 4.17. %5 menengiç ilave edilen unlara ait Miksolab değerleri

Miksolab Karakteristiği	Kuvvetli Un	Zayıf Un	Tam Buğday unu
Su Abs. (%)	57.8	55.1	66.5
Stabilite (dk)	10.63	4.42	10.02
C1 (Nm)	1.12	1.08	1.13
C2 (Nm)	0.48	0.37	0.30
C3 (Nm)	1.59	1.71	1.58
C4 (Nm)	1.77	1.86	1.48
C5 (Nm)	2.69	2.80	2.42
C1 (dakika)	5.90	0.78	6.13
α (Nm/dk)	-0.108	-0.066	-0.004
β (Nm/dk)	0.306	0.372	0.380
γ (Nm/dk)	0.014	0.006	0.022

%5 menengiç ilave edilen ekmekler bundan sonra yapılan ekmek denemeleri için kontrol olarak kabul edilmiştir. %5 menengiç içeren kontrol örneğine askorbik asit, amilaz, lipaz ve hemiselülazın çeşitli dozları eklenmiştir.

4.2.2. Askorbik asit ilave edilen ekmekler

Kuvvetli ve zayıf un ile tam buğday ununa askorbik asit 25, 50 ve 100 ppm düzeyinde ilave edilerek Miksolab analizi yapılmış ve aynı ilave oranlarında ekmek üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin ağırlık, hacim, renk ve tekstür analizi sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.2.2.1. Kuvvetli un

Kuvvetli un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.18'de verilmiştir. 25ppm askorbik asit ilave edilen örneğin hacim değeri kontrole göre artmıştır ancak askorbik asit miktarı arttırıldıkça hacim azalmıştır ve 50 ppm ile 100 ppm arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. Başka bir çalışmada da kuvvetli una askorbik asit ilave edilmesiyle ekmek hacminin azaldığı bulunmuştur [31]. Askorbik asidin ekmek ağırlık değeri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.18. Kuvvetli un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (ppm)	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	143.7 a	508 b
25	142.6 a	518 a
50	143.4 a	490 c
100	142.8 a	483 c

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Kuvvetli un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.19'da verilmiştir. Üretilen ekmeklerde askorbik asidin eklenmesi ile ekmek içi parlaklık, kırmızılık ve sarılık renk değerlerinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir ($p \geq 0.05$). Buna göre kuvvetli unda askorbik asidin renk değerleri üzerine önemli bir etkisi bulunmadığı söylenebilir. Bu durum muhtemelen çalışmada kullanılan un örneğinin analizlerden önce yeterince dinlendirilmiş olmasından da kaynaklanabilir.

Çizelge 4.19. Kuvvetli un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (ppm)	L*	a*	b*
0	50.57 a	3.35 a	13.50 a
25	51.62 a	3.14 a	13.49 a
50	51.75 a	3.19 a	13.34 a
100	51.69 a	3.36 a	13.95 a

*Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p > 0.05$)

Kuvvetli un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.20'de verilmiştir. Bu ekmeklerin sertlik ve katılık değerlerinde kontrol örneğine göre önemli azalma gözlenmiştir. Ancak, askorbik asidin

miktarının artan dozları arasında önemli bir fark saptanamamıştır. Bu bulgularla uyumlu olarak Kaya [29] da kuvvetli undan yapılan ekmeklerin duyusal olarak belirlenen ekmek içi yumuşaklık değerinin askorbik asit ilavesi ile arttığını bildirmiştir. Askorbik asit ilave edilen örneklerin sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde de kontrol örneğine göre önemli bir azalma gözlenmiştir ancak askorbik asidin miktarının artması ile fark saptanamamıştır. Esneklik değeri kontrole göre değişmezken en düşük koheziflik değerinin 50 ppm askorbik asit ilave edilen örnekte olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4. 20. Kuvvetli un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave Oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	5.51 a	0.57 ab	5.29 a	3.10 a	16.36 a	1.44 a
25	4.12 b	0.57 ab	5.46 a	2.34 b	12.81 b	0.95 b
50	4.23 b	0.54 b	5.71 a	2.29 b	13.08 b	0.98 b
100	4.07 b	0.58 a	5.37 a	2.38 b	12.79 b	0.95 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Kuvvetli un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.21’de verilmiştir. Ekmeklerin 3. gün tekstürüne bakıldığında ise askorbik asit ilave edilen ekmeklerin sertlik değeri kontrole göre değişmezken en düşük katılık değeri 100 ppm askorbik asit eklenen ekmekte çıkmıştır.

Çizelge 4. 21. Kuvvetli un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	7.34 a	0.47 b	5.46 b	3.43 ab	18.61 ab	1.83 b
25	7.38 a	0.49 ab	5.80 ab	3.58 a	20.72 a	1.99 b
50	6.42 a	0.53 a	6.14 a	3.42 ab	20.99 a	2.24 a
100	6.41 a	0.48 b	5.48 b	3.04 b	16.64 b	1.56 c

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Askorbik asit ilave edilen örneklerin Miksolab sonuçları ise Çizelge 4.22'de verilmiştir. Askorbik asit ilavesi ile hamur gelişme süresi (C1, dakika) ve protein zayıflığı (C2, Nm) değerleri azalmıştır. Protein bozulma oranı (α) ve stabilite değerleri kontrole göre artmıştır. Askorbik asit una ilave edildikten sonra gluten proteinlerinin yapısındaki sülfidril gruplarını oksitleyerek disülfid bağlarına dönüştürmektedir ve protein yapısını güçlendirmektedir [26; 27; 28]. α değerinin sifira yaklaşması protein kalitesindeki artışın göstergesidir. Nişasta jelatinizasyonunun gerçekleştiği C3 torkunda askorbik asit eklendikçe azalma gözlenmiştir. Amilaz aktivitesine bağlı olarak ölçülen C4 değerinin, maksimum dozda askorbik asit ilave edilen örnekte düştüğü gözlenmiştir. Nişasta retrogradasyonu ile ilgili olan C5 torkunda ise askorbik asit ilave edilmesiyle kontrole göre önemli bir fark gözlenmemiştir.

Çizelge 4. 22. Askorbik asit ilave edilen kuvvetli unun Miksolab değerleri

Miksolab karakteristiği	Kontrol	25 ppm	50 ppm	100 ppm
Su Abs. (%)	57.8	57.8	57.8	57.8
Stabilite (dk)	10.63	10.90	10.88	10.95
C1 (Nm)	1.12	1.06	1.08	1.05
C2 (Nm)	0.48	0.47	0.46	0.44
C3 (Nm)	1.59	1.57	1.54	1.48
C4 (Nm)	1.77	1.74	1.76	1.48
C5 (Nm)	2.69	2.67	2.67	2.66
C1 (dakika)	5.9	1.37	1.22	1.12
α (Nm/dk)	-0.108	-0.092	-0.018	-0.098
β (Nm/dk)	0.306	0.306	0.302	0.302
γ (Nm/dk)	0.014	0.010	0	0.018

Ekmek hacmi, ekmek içi sertlik ve katılık değerleri ile Miksolab değerleri göz önünde bulundurularak kuvvetli un için optimum askorbik asit dozu 25 ppm olarak seçilmiştir.

4.2.2.2. Zayıf un

Zayıf un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.23'te verilmiştir. Kaya [29] tarafından zayıf undan yapılan

ekmeklerin hacim değerinde askorbik asit ilavesi ile istatiksels olarak önemli bir değişim gözlenmediği bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında bunun aksine kontrole göre askorbik asit eklendiğçe hacim artmıştır ancak askorbik asit miktarı arttırıldıkça istatiksels olarak önemli bir fark tespit edilememiştir. Askorbik asidin ekmek ağırlık değeri üzerine etkisi gözlenmemiştir.

Çizelge 4. 23. Zayıf un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (ppm)	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	139.7 a	345 b
25	139.4 a	378 a
50	139.9 a	378 a
100	139.9 a	383 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan oklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatiksels olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

Zayıf un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri izelge 4.24'te gösterilmiştir. Askorbik asit ilave edilen örneklerin parlaklık değerleri kontrole göre artmıştır. Askorbik asit ilave edilmesiyle ekmek içi kırmızılık değeri kontrole göre artmıştır ancak 50 ppm ve 100 ppm dozları arasında fark gözlenmemiştir. Sarılık değeri ise en yüksek 25 ppm düzeyinde askorbik asit ilave edilen ekmekte olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4. 24. Zayıf un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (ppm)	L*	a*	b*
0	47.02 c	4.19 a	14.00 b
25	50.85 ab	3.99 ab	14.68 a
50	49.04 bc	3.94 b	14.40 ab
100	52.23 a	3.78 b	14.34 ab

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan oklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatiksels olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

Zayıf un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.25'te verilmiştir. Ekmeklerin 1. gün sertlik, sakızımsılık ve katılık özelliklerinde en düşük değerlerin 100 ppm askorbik asit eklenen örnekte olduğu gözlenmiştir. Çiğnenebilirlik değerlerinde ise askorbik asit ilave edilen örneklerde kontrole göre fark gözlenmiştir ancak askorbik asit miktarının artırılmasıyla önemli bir fark olmamıştır. Askorbik asit ilave edilmesiyle esneklik değeri kontrole göre değişmezken koheziflik değeri askorbik asit eklenen örneklerde artmıştır.

Çizelge 4.25. Zayıf un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	14.66 a	0.45 c	5.36 a	6.59 a	35.40 a	4.39 a
25	10.58 b	0.46 bc	5.65 a	4.83 b	27.38 b	2.57 b
50	10.78 b	0.48 ab	5.59 a	5.15 b	28.79 b	2.74 b
100	8.47 c	0.49 a	5.80 a	4.15 c	24.04 b	2.22 c

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Zayıf un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.26'da verilmiştir. Askorbik asit eklenen örneklerin ekmek içi sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde kontrole göre fark gözlenmiştir ancak askorbik asidin miktarının artırılması ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Askorbik asit eklenen örneklerin esneklik değeri kontrole göre değişmezken koheziflik değeri askorbik asidin maksimum dozunda artmıştır. Katılık değeri ise en düşük 100 ppm askorbik asit eklenen örnekte olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.26. Zayıf un örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	23.53 a	0.34 b	5.50 a	7.93 a	43.51 a	8.22 a
25	18.87 b	0.34 b	5.55 a	6.47 b	35.76 b	6.52 b
50	18.43 b	0.34 b	5.73 a	6.19 b	35.58 b	6.62 b
100	16.31 b	0.38 a	5.67 a	6.12 b	34.65 b	5.39 c

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Askorbik asit ilave edilen örneklerin Miksolab sonuçları ise Çizelge 4.27’de verilmiştir. En yüksek hamur gelişme süresi 25 ppm askorbik asit ilave edilen örnektedir. Stabilite değeri ve nişasta jelatinizasyonu ile ilgili olan C3 torku 50 ppm askorbik asit eklenen örnekte en yüksek çıkmıştır. Amilaz aktivitesine bağlı olarak ölçülen C4 ve nişasta retrogradasyonu ile ilgili olan C5 torklarında ise kontrole göre önemli bir fark gözlenmemiştir.

Çizelge 4.27. Askorbik asit ilave edilen zayıf unun Miksolab değerleri

Miksolab karakteristiği	Kontrol	25 ppm	50 ppm	100 ppm
Su Abs. (%)	55.1	55.1	55.1	55.1
Stabilite (dk)	4.42	4.60	5.93	5.18
C1 (Nm)	1.08	1.07	1.03	1.03
C2 (Nm)	0.37	0.37	0.39	0.39
C3 (Nm)	1.71	1.75	1.92	1.76
C4 (Nm)	1.86	1.87	1.89	1.90
C5 (Nm)	2.80	2.82	2.83	2.89
C1 (dakika)	0.78	0.87	0.60	0.78
α (Nm/dk)	-0.066	-0.014	-0.080	0.002
β (Nm/dk)	0.372	0.378	0.214	0.386
γ (Nm/dk)	0.006	-0.016	-0.020	0.026

Ekmek hacmi, ekmek içi sertlik ve katılık değerleri ile Miksolab stabilite değeri göz önünde bulundurularak zayıf unun optimum askorbik asit dozu 50 ppm olarak seçilmiştir.

4.2.2.3. Tam buğday unu

Tam buğday unu örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.28'de gösterilmiştir. Askorbik asit ilave edilen örneklerin kontrole göre hacimleri artmıştır. En yüksek hacim değerinin 50 ppm askorbik asit ilave edilen örnekte olduğu gözlenmiştir. Askorbik asidin ekmek ağırlık değeri, hacim artışına bağlı olarak azalmıştır.

Çizelge 4.28. Tam buğday unu örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (ppm)	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	152.6 a	348 b
25	151.8 ab	365 ab
50	150.5 b	380 a
100	151.0 ab	365 ab

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Tam buğday unu örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.29'da verilmiştir. Üretilen ekmeklerde askorbik asidin ilavesi ile ekmek içi parlaklık, kırmızılık ve sarılık renk değerlerinde kontrole göre önemli bir değişiklik gözlenmemiştir ($p \geq 0.05$).

Çizelge 4.29. Tam buğday unu örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (ppm)	L*	a*	b*
0	42.69 a	6.28 a	15.55 a
25	41.67 a	6.09 a	15.12 a
50	42.06 a	6.05 a	15.23 a
100	41.27 a	6.14 a	15.15 a

*Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p > 0.05$)

Tam buğday unu örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.30'da verilmiştir. Ekmeklerin 1. gün tekstürüne bakıldığında en düşük sertlik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve katılık değerleri 50 ppm askorbik asit ilave edilen örnekte olduğu gözlenmiştir. Askorbik asit eklenen örneklerin esneklik değerleri kontrole göre değişmezken koheziflik değeri en yüksek 50 ppm askorbik asit eklenen örnektedir.

Çizelge 4.30. Tam buğday unu örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	12.15 a	0.52 ab	4.89 a	6.31 a	30.86 a	2.88 a
25	10.80 a	0.50 b	4.98 a	5.38 b	26.75 b	2.69 a
50	7.84 b	0.55 a	4.94 a	4.32 c	21.36 c	2.19 b
100	10.91 a	0.52 ab	4.70 a	5.61 b	26.40 b	2.81 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Tam buğday unu örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.31'de verilmiştir. Ekmeklerin 3. gün tekstür analizinde en düşük sertlik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve katılık değerleri 50 ppm askorbik asit ilave edilen örnekte olduğu gözlenmiştir. Askorbik asit ilavesi ile esneklik ve koheziflik değerleri kontrole göre değişmemiştir.

Çizelge 4.31. Tam buğday unu örneğine askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	16.65 a	0.45 a	4.94 a	7.46 a	36.88 a	4.39 a
25	13.80 b	0.46 a	4.87 a	6.30 b	30.69 b	3.80 b
50	8.81 d	0.50 a	4.99 a	4.41 d	22.02 d	2.26 d
100	10.99 c	0.46 a	5.01 a	5.06 c	25.36 c	2.88 c

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Askorbik asit ilave edilen örneklerin Miksolab sonuçları ise Çizelge 4.32’de verilmiştir. Hamur gelişme süresi askorbik asit ilave edilmesi ile kontrole göre artmıştır. Stabilité değeri 100 ppm ilave edilen örnekte en yüksek çıkmıştır. Askorbik asit ilave edilmesi ile gluten yapısının güçlenmesine bağılı olarak C2 değeri artmıştır. Nişasta jelatinizasyonun gerçekleştiğı C3, jelatinizasyon oranını veren β değeri ve amilaz aktivitesine bağılı olarak ölçülen C4 değeri çok değişmemiştir. Askorbik asit ilavesi ile C5 torku kontrole göre azalmıştır.

Çizelge 4.32. Askorbik asit ilave edilen tam buğday ununun Miksolab değerleri

Miksolab karakteristiğı	Kontrol	25 ppm	50 ppm	100 ppm
Su Abs. (%)	66.5	66.5	66.5	66.5
Stabilite (dk)	10.02	9.72	9.93	10.10
C1 (Nm)	1.13	1.09	1.07	1.04
C2 (Nm)	0.30	0.49	0.47	0.48
C3 (Nm)	1.58	1.55	1.53	1.53
C4 (Nm)	1.48	1.46	1.44	1.42
C5 (Nm)	2.42	2.30	2.31	2.27
C1 (dakika)	6.13	7.42	7.52	8.82
α (Nm/dk)	-0.004	-0.004	-0.096	-0.028
β (Nm/dk)	0.380	0.374	0.340	0.358
γ (Nm/dk)	0.022	-0.004	-0.002	0.032

Ekmek hacmi, ekmek içi sertlik ve katılık değerleri ile Miksolab değerleri göz önünde bulundurularak tam buğday ununun optimum askorbik asit dozu 50 ppm olarak seçilmiştir.

4.2.3. Amilaz ilave edilen ekmekler

Kuvvetli ve zayıf un ile tam buğday ununa amilaz enzimi 50, 100 ve 200 ppm düzeyinde ilave edilerek Miksolab analizi yapılmış ve aynı ilave oranlarında ekmek üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin ağırlık, hacim, renk ve tekstür analizi sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.2.3.1. Kuvvetli un

Kuvvetli un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.33'te verilmiştir. Amilaz ilave oranı arttırıldıkça hacim değerleri kontrole göre artmıştır, ancak 100 ppm ile 200 ppm amilaz eklenen örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. Amilaz nişastanın şekerlere parçalanmasını sağlayarak mayanın gaz oluşturma kapasitesini ve dolayısıyla ekmek hacmini arttırmaktadır [6; 32; 33]. Diğer araştırmacılar tarafından da kuvvetli undan yapılan ekmeklerin amilaz ilavesi ile hacim değerlerinin arttığı bildirilmiştir [35]. Amilaz miktarı arttırıldıkça ekmek hacim değerindeki artışa paralel olarak ekmek ağırlık değerleri azalmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.33. Kuvvetli un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (ppm)	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	143.7 a	508 c
50	142.5 ab	540 b
100	142.5 ab	565 a
200	141.4 b	570 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Kuvvetli un örneğine amilaz ilave edilerek hazırlanan ekmeklerin renk değerleri Çizelge 4.34'te verilmiştir. Üretilen ekmeklerde kontrole ve 50 ppm amilaz ilave edilen örneğe göre 100 ppm ve 200 ppm amilaz ilave edilen örneklerin parlaklık, kırmızılık ve sarılık değerleri önemli düzeyde azalmıştır. Ancak 100 ppm ile 200 ppm amilaz ilave edilen örneklerin renk değerleri arasında belirgin bir değişiklik meydana gelmediği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.34. Kuvvetli un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (ppm)	L*	a*	b*
0	50.57 a	3.35 a	13.50 a
50	49.80 a	3.40 a	13.52 a
100	47.29 b	3.18 b	12.71 b
200	48.98 ab	3.01 b	12.36 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Kuvvetli un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.35'te verilmiştir. Ekmeklerin 1. gün tekstürel özelliklerinde en düşük sertlik ve katılık değerlerinin 100 ppm amilaz ilave edilen örnekte olduğu gözlenmiştir. Ekmek içi yumuşaklık değerinin amilaz ilavesi ile iyileştiği bildiren başka çalışmalar da bulunmaktadır [35]. 100 ppm amilaz ilave edilen örnekte sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri de en düşük çıkmıştır. Amilaz ilave edilmesiyle esneklik ve koheziflik değerleri kontrole göre değişmemiştir.

Çizelge 4.35. Kuvvetli un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	5.51 a	0.57 a	5.29 a	3.10 a	16.36 a	1.44 a
50	3.81 b	0.56 a	5.38 a	2.12 b	11.43 b	0.85 b
100	3.01 c	0.55 a	5.28 a	1.66 c	8.76 c	0.68 c
200	3.57 b	0.53 a	5.33 a	1.90 b	10.16 bc	0.86 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Kuvvetli un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.36'da verilmiştir. Ekmeklerin 3. gün tekstürüne bakıldığında amilaz eklenmesi ile sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve esneklik değerlerinde kontrole göre önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Amilaz ilave edilmesi ile sertlik değeri

kontrole göre azalmıştır. En yüksek koheziflik ve katılık değerleri 100 ppm amilaz ilave edilen örnekte olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.36. Kuvvetli un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	7.75 a	0.47 b	5.46 a	3.43 a	18.61 a	1.83 b
50	6.19 b	0.49 ab	6.17 a	2.95 a	18.21 a	1.43c
100	6.56 b	0.51 a	5.73 a	3.40 a	19.28 a	2.14 a
200	6.21 b	0.48 ab	6.13 a	2.88 a	17.70 a	1.60 bc

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Amilaz ilave edilen kuvvetli un örneklerinin Miksolab sonuçları ise Çizelge 4.37'de verilmiştir.

Çizelge 4.37. Amilaz ilave edilen kuvvetli unun Miksolab değerleri

Miksolab karakteristiği	Kontrol	50 ppm	100 ppm	200ppm
Su Abs. (%)	57.8	57.8	57.8	57.8
Stabilite (dk)	10.63	4.18	1.76	1.42
C1 (Nm)	1.12	1.03	1.00	0.94
C2 (Nm)	0.48	0.28	0.28	0.26
C3 (Nm)	1.59	1.21	1.23	1.11
C4 (Nm)	1.77	1.39	1.18	0.96
C5 (Nm)	2.69	2.08	1.76	1.42
C1 (dakika)	5.90	0.92	0.87	0.82
C4-C3 (Nm)	-0.29	0.18	-0.05	-0.15
C5-C4 (Nm)	0.92	0.69	0.58	0.46
α (Nm/dk)	-0.108	-0.018	-0.020	-0.012
β (Nm/dk)	0.306	0.196	0.306	0.268
γ (Nm/dk)	0.014	0.016	-0.022	0

Amilaz ilave edilmesi ile kuvvetli unun stabilite ve hamur gelişme süresi değerleri, protein zayıflığını ölçen C2, nişasta jelatinizasyonunun gerçekleştiği C3, amilaz aktivitesine bağlı olarak ölçülen C4 ve nişasta retrogradasyonu ile ilgili olan C5

torkları azalmıştır. Hamur konsistensinin azalması amilaz aktivitesi ile ilgilidir. Katılma özelliği (setback) hakkında bilgi veren C5-C4 değerindeki azalış ise hamurda önemli miktarda dekstrin varlığının göstergesidir [57]. Bir çalışmada kuvvetli una α -amilaz ilave edildiğinde su absorpsiyon değeri, hamur gelişme süresi ve stabilite değerinin kontrole göre azaldığı bulunmuştur [35].

Ekmek hacmi, ekmek içi sertlik ve katılık değerleri ile Miksolab değerleri göz önünde bulundurularak kuvvetli unun optimum amilaz dozu 100 ppm olarak seçilmiştir.

4.2.3.2. Zayıf un

Zayıf un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.38'de verilmiştir. Amilaz ilave oranı arttırıldıkça hacim değerleri kontrole göre artmıştır, ancak farklı amilaz dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. Diğer araştırmacılar tarafından da amilaz ilavesi ile zayıf unun ekmek hacminin arttığı bildirilmiştir [35].

Çizelge 4.38. Zayıf un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (ppm)	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	139.7 a	345 b
50	138.6 b	413 a
100	139.6 a	408 a
200	138.9 ab	410 a

* Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Zayıf un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.39'da verilmiştir. Üretilen ekmekler arasında amilaz ilave edilmesi ile ekmek içi parlaklık, kırmızılık ve sarılık değerlerinde kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir.

Çizelge 4.39. Zayıf un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (ppm)	L*	a*	b*
0	45.70 a	4.19 a	14.00 a
50	46.42 a	4.05 a	14.02 a
100	45.21 a	4.01 a	13.54 a
200	45.10 a	3.97 a	13.73 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Zayıf un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.40'ta verilmiştir. Üretilen ekmekler arasında amilaz ilavesi ile esneklik değeri kontrole göre değişmezken sertlik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve katılık değerleri azalmıştır ancak amilaz miktarının artmasıyla önemli bir fark oluşmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.40. Zayıf un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	15.01 a	0.45 b	5.36 a	6.59 a	35.40 a	4.39 a
50	7.43 b	0.50 a	5.42 a	3.61 b	19.66 b	1.94 b
100	7.23 b	0.45 b	5.51 a	3.34 b	18.37 b	1.81 b
200	6.33 b	0.47 ab	5.53 a	2.90 b	16.08 b	1.64 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Zayıf un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.41'de verilmiştir. Amilaz ilave edilen örneklerde sertlik ve katılık değerleri kontrole göre azalmıştır. Ancak amilazın artan dozları arasında benzer sonuçlar elde edilmiştir. Diğer araştırmacılar tarafından da üç günlük depolamanın sonunda amilaz ilave edilen örneklerin kontrole göre daha az sert olduğu bildirilmiştir [36]. Amilaz ilave edilen örneklerde sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri kontrole

göre azalmıştır ancak amilazın artan dozları arasında önemli bir fark elde edilmemiştir. Amilaz ilave edilmesi ile koheziflik ve esneklik değerlerinde kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir.

Çizelge 4.41. Zayıf un örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	23.53 a	0.34 a	5.50 a	7.93 a	43.51 a	8.23 a
50	13.42 b	0.39 a	5.16 a	5.18 b	26.87 b	4.52 b
100	12.09 b	0.36 a	5.21 a	4.38 b	22.94 b	4.41 b
200	11.61 b	0.40 a	5.95 a	4.61 b	27.37 b	4.10 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Amilaz ilave edilen zayıf un örneklerinin Miksolab sonuçları ise Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42. Amilaz ilave edilen zayıf unun Miksolab değerleri

Miksolab karakteristiği	Kontrol	50 ppm	100 ppm	200ppm
Su Abs. (%)	55.1	55.1	55.1	55.1
Stabilite (dk)	4.42	1.75	1.18	1.17
C1 (Nm)	1.08	1.00	1.04	0.96
C2 (Nm)	0.37	0.28	0.25	0.19
C3 (Nm)	1.71	1.45	1.27	1.10
C4 (Nm)	1.86	1.36	1.06	0.72
C5 (Nm)	2.80	2.01	1.55	1.10
C1 (dakika)	0.78	0.77	0.72	0.63
C4-C3 (Nm)	-0.12	-0.09	-0.21	-0.38
C5-C4 (Nm)	0.94	0.65	0.49	0.38
α (Nm/dk)	-0.066	-0.060	-0.040	-0.052
β (Nm/dk)	0.372	0.392	0.344	0.294
γ (Nm/dk)	0.006	-0.010	-0.014	-0.060

Amilaz ilave edilmesi ile zayıf unun stabilite değeri, hamur gelişme süresi, protein zayıflığını veren C2, nişasta jelatinizasyonunun gerçekleştiği C3, amilaz

aktivitesine bağı olarak ölçülen C4 ve nişasta retrogradasyonu ile ilgili olan C5 torku azalmıştır. Hamur konsistensinin azalması amilaz aktivitesi ile ilgilidir. Hamurun katılma özelliği (setback) hakkında bilgi veren C5-C4 değerindeki azalış ise hamurdaki önemli miktarda dekstrin bulunduğunun göstergesidir [57].

Ekmek hacmi, ekmek içi sertlik ve katılık değerleri ile Miksolab değerleri göz önünde bulundurularak zayıf unun optimum amilaz dozu 50 ppm olarak seçilmiştir.

4.2.3.3. Tam buğday unu

Tam buğday unu örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.43'te verilmiştir. Amilaz ilave edilen örneklerin hacimleri kontrole göre artmıştır ancak amilaz miktarının artırılması ile istatistiksel olarak önemli bir değişiklik gözlenmemiştir.

Çizelge 4.43. Tam buğday unu örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (ppm)	Ağırlık (g)	Hacim (cm³)
0	152.6 a	348 b
50	151.2 b	385 a
100	152.5 a	395 a
200	152.3 a	390 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Tam buğday unu örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.44'te verilmiştir. Amilaz ilave edilen örneklerde ekmek içi parlaklık değeri kontrole göre azalmıştır. Amilaz ilave edilen örneklerin ekmek içi kırmızılık ve sarılık değerlerinde kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir.

Çizelge 4.44. Tam buğday unu örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (ppm)	L*	a*	b*
0	42.67 a	6.28 a	15.55 a
50	40.97 ab	6.14 a	15.37 a
100	39.78 b	6.22 a	15.19 a
200	40.50 b	6.16 a	15.18 a

* Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Tam buğday unu örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.45'te verilmiştir. Amilaz ilave edilen örneklerin sertlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve katılık değerleri kontrole göre önemli bir azalma göstermiştir ancak amilazın miktarının artan dozları arasında fark saptanamamıştır. Amilaz ilave edilen örneklerin koheziflik ve esneklik değerlerinde kontrole göre belirgin bir değişiklik meydana gelmediği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.45. Tam buğday unu örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	12.15 a	0.52 a	4.89 a	6.31 a	30.86 a	2.88 a
50	6.56 b	0.53 a	5.01 a	3.48 b	17.39 b	1.59 b
100	6.88 b	0.53 a	4.85 a	3.64 b	17.67 b	1.80 b
200	7.26 b	0.51 a	4.83 a	3.73 b	18.03 b	1.68 b

* Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Tam buğday unu örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.46'da verilmiştir. Ekmeklerin 3. gün tekstürel özelliklerinde amilaz ilave edilen örneklerin sertlik, çiğnenebilirlik ve katılık değerleri kontrole göre önemli bir azalma göstermiştir. Ancak, amilazın miktarının artan dozlarında önemli bir fark çıkmamıştır. Amilaz ilave edilen örneklerin koheziflik ve esneklik

değerleri kontrole göre değişmemiştir. En düşük sakızımsılık değerinin 50 ppm amilaz ilave edilen örnekte olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.46. Tam buğday unu örneğine amilaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	17.37 a	0.45 a	4.94 a	7.46 a	36.88 a	4.39 a
50	9.99 b	0.49 a	4.90 a	4.65 c	22.82 b	2.45 b
100	10.88 b	0.48 a	4.84 a	5.45 b	26.44 b	2.75 b
200	10.38 b	0.46 a	4.90 a	4.87 bc	23.90 b	2.72 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Amilaz ilave edilen tam buğday ununun Miksolab sonuçları Çizelge 4.47’de verilmiştir.

Çizelge 4.47. Amilaz ilave edilen tam buğday ununun Miksolab değerleri

Miksolab karakteristiği	Kontrol	50 ppm	100 ppm	200ppm
Su Abs. (%)	66.5	66.5	66.5	66.5
Stabilite (dk)	10.02	10.68	10.67	10.57
C1 (Nm)	1.13	0.95	0.90	0.86
C2 (Nm)	0.30	0.32	0.29	0.29
C3 (Nm)	1.58	1.27	1.17	1.07
C4 (Nm)	1.48	0.96	0.88	0.78
C5 (Nm)	2.42	1.52	1.27	1.04
C1 (dakika)	6.13	6.10	7.63	7.35
C4-C3 (Nm)	-0.23	-0.31	-0.35	-0.38
C5-C4 (Nm)	0.94	0.56	0.45	0.35
α (Nm/dk)	-0.004	-0.028	-0.042	-0.094
β (Nm/dk)	0.380	0.340	0.320	0.280
γ (Nm/dk)	0.022	-0.024	-0.044	-0.046

Tam buğday ununa eklenen amilaz hamur gelişme süresi ve stabilite değerlerini kontrole göre arttırmıştır. Amilaz ilave edilmesi ile C3, C4 ve C5 tork değerleri kontrole göre azalmıştır. Amilazın ilave edilmesi ile nişasta katılma özelliği

(setback) değerinin kontrole göre azaldığı bulunmuştur. Miksolab kullanılarak yapılan diğer bir araştırmada ise tam buğday ununa eklenen amilazın hamur gelişme süresi ve stabilite değeri üzerine belirgin bir etkisinin olmadığı, amilaz ilavesinin nişastanın retrogradasyonunu düşürerek hamurun katılaşma özelliğini (setback) azalttığı bildirilmiştir [67].

Ekmek hacmi, ekmek içi sertlik ve katılık değerleri ile Miksolab değerleri göz önünde bulundurularak tam buğday ununun optimum amilaz dozu 50 ppm olarak seçilmiştir.

4.2.4. Hemiselülaz ilave edilen ekmekler

Kuvvetli ve zayıf un ile tam buğday ununa hemiselülaz enzimi 40, 80 ve 160 ppm düzeyinde ilave edilerek Miksolab analizi yapılmış ve aynı ilave oranlarında ekmek üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin ağırlık, hacim, renk ve tekstür analizi sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.2.4.1. Kuvvetli un

Kuvvetli un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.48'de verilmiştir. Hemiselülaz ilave edilmesiyle ekmeklerin hacim değerleri artmıştır. Hemiselülaz ilave edilen ekmeklerin ağırlık değerlerinde ise kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.48. Kuvvetli un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (ppm)	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	142.7 a	520 b
40	141.9 a	547 a
80	140.9 a	550 a
160	140.2 a	563 a

*Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p \geq 0.05$).

Kuvvetli un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.49'da verilmiştir. Üretilen ekmeklerde hemiselülaz ilavesiyle ekmek içi parlaklık, kırmızılık ve sarılık değerleri kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir şekilde değişmemiştir.

Çizelge 4.49. Kuvvetli un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (ppm)	L*	a*	b*
0	53.99 a	3.45a	14.45 a
40	55.19 a	3.49 a	14.31 a
80	54.11 a	3.38 a	14.15 a
160	53.80 a	3.53 a	14.22 a

*Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p \geq 0.05$).

Kuvvetli un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.50'de verilmiştir. Ekmeklerin 1. gün tekstürüne bakıldığı zaman hemiselülaz eklenmesiyle sertlik, sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerleri kontrole göre azalmıştır ancak hemiselülazın artan dozları arasında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Hemiselülaz ilavesi ile esneklik değeri kontrole göre istatistiksel olarak değişmemiştir. En yüksek koheziflik değerinin 40 ppm hemiselülaz ilave edilen örnekte olduğu, en düşük katılık değerinin ise 80 ppm hemiselülaz ilave edilen örnekte olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.50. Kuvvetli un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	5.53 a	0.49 b	5.44 a	2.86 a	15.56 a	1.08 a
40	4.03 b	0.57 a	5.20 a	2.35 b	12.25 b	0.85 b
80	4.12 b	0.55 ab	5.48 a	2.32 b	12.70 b	0.79c
160	4.28 b	0.54 ab	5.23 a	2.23 b	11.68 b	0.85 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Kuvvetli un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.51’de verilmiştir. Ekmeklerin 3. gün tekstüründe hemiselülaz eklenmesiyle sertlik değeri kontrole göre azalmıştır ancak 80 ppm ve 160 ppm hemiselülaz ilave edilen dozları arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Hemiselülaz ilave edilmesi ile koheziflik, esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri kontrole göre istatistiksel olarak değişmemiştir. En düşük sakızimsılık değeri 160 ppm hemiselülaz ilave edilen örnekte olduğu bulunmuştur. Hemiselülaz ilave edilen örneklerin katılık değeri kontrole göre azalırken hemiselülazın ilave edilen miktarının artan dozları arasında önemli bir fark gözlenmemiştir.

Çizelge 4.51. Kuvvetli un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	9.24 a	0.47 a	4.85 a	4.38 a	21.17 a	3.03 a
40	8.30 ab	0.46 a	5.58 a	3.86 ab	21.57 a	2.03 b
80	7.81 b	0.46 a	5.61 a	3.62 ab	20.43 a	1.95 b
160	7.06 b	0.44 a	5.64 a	3.09 b	17.43 a	1.72 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Hemiselülaz ilave edilen kuvvetli unun Miksolab değerleri Çizelge 4.52’de verilmiştir.

Çizelge 4.52. Hemiselülaz ilave edilen kuvvetli unun Miksolab değerleri

Miksolab karakteristiği	Kontrol	40 ppm	80 ppm	160ppm
Su Abs. (%)	57.8	57.8	57.8	57.8
Stabilite (dk)	10.63	10.33	10.27	9.97
C1 (Nm)	1.12	1.13	1.07	1.07
C2 (Nm)	0.48	0.46	0.42	0.38
C3 (Nm)	1.59	1.50	1.48	1.39
C4 (Nm)	1.77	1.71	1.66	1.62
C5 (Nm)	2.69	2.52	2.48	2.40
C1 (dakika)	5.90	5.80	1.27	1.28
α (Nm/dk)	-0.108	-0.050	-0.100	-0.010
β (Nm/dk)	0.306	0.280	0.310	0.234
γ (Nm/dk)	0.014	0	0.010	0.036

Hemiselülazın düşük ilave dozunda hamur gelişme süresi kontrole göre çok değişmemiştir ancak hemiselülaz ilave oranı arttıkça hamur gelişme süresi azalmıştır. Hemiselülaz ilave edilmesiyle hamur stabilite değeri, protein zayıflığını gösteren C2, nişasta jelatinizasyonu hakkında bilgi veren C3, amilaz aktivitesine bağlı olarak ölçülen C4 ve nişasta retrogradasyonu ile ilgili olan C5 torqu azalmıştır.

Ekmek hacmi, ekmek içi sertlik ve katılık değerleri ile Miksolab değerleri göz önünde bulundurularak kuvvetli un için optimum hemiselülaz dozu 40 ppm olarak seçilmiştir.

4.2.4.2. Zayıf un

Zayıf un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.53'te verilmiştir. Hemiselülaz ilave edilmesi ile hacim değerleri kontrole göre artmıştır ($p<0.05$). Ancak 80 ppm ile 160 ppm hemiselülaz ilave edilen örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. Hemiselülaz ilavesiyle ekmek ağırlık değerleri kontrole göre değişmemiştir.

Çizelge 4.53. Zayıf un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (ppm)	Ağırlık (g)	Hacim (cm³)
0	139.2 a	348 c
40	139.0 a	378 b
80	139.4 a	400 a
160	138.7 a	405 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Zayıf un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.54'te verilmiştir. Üretilen ekmeklerin hemiselülaz ilave edilmesiyle ekmek içi parlaklık, kırmızılık ve sarılık değerlerinde kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir değişiklik olmamıştır.

Çizelge 4.54. Zayıf un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (ppm)	L*	a*	b*
0	47.81 a	4.33 a	14.52 a
40	46.91 a	4.27 a	13.83 a
80	47.60 a	4.25 a	14.18 a
160	48.09 a	4.21 a	14.26 a

*Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p \geq 0.05$).

Zayıf un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.55'te verilmiştir. Üretilen ekmeklerde en düşük sertlik, sakızimsılık ve katılık değerlerinin 160 ppm hemiselülaz ilave edilen örnekte olduğu gözlenmiştir. Hemiselülaz ilave edilmesiyle koheziflik ve esneklik değerleri kontrole göre değişmemiştir. Hemiselülaz eklenen örneklerde çiğnenebilirlik değerinde kontrole göre azalmıştır ancak hemiselülaz ilave miktarının artmasıyla önemli bir değişim olmamıştır.

Çizelge 4.55. Zayıf un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	15.12 a	0.47 a	5.65 a	7.04 a	39.88 a	4.46 a
40	10.16 b	0.49 a	5.72 a	5.04 b	28.86 b	2.76 b
80	9.09 b	0.48 a	5.50 a	4.36 bc	23.95 b	2.55 b
160	7.30 c	0.53 a	5.82 a	3.89 c	22.75 b	1.96 c

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Zayıf un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.56'da verilmiştir. Hemiselülaz eklenen örneklerin sertlik ve katılık değerleri kontrole göre azalmıştır ancak hemiselülazın ilave edilen

miktarlarının artmasına bağılı olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Hemiselülaz ilave edilmesiyle koheziflik, esneklik ve sakızimsılık değerleri kontrole göre değişmemiştir. En düşük çignenebilirlik değeri 160 ppm hemiselülaz eklenen örnekte olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.56. Zayıf un örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çignenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	23.83 a	0.31 a	5.81 a	7.44 a	43.39 a	9.02 a
40	17.88 b	0.32 a	5.82 a	5.82 a	33.76 ab	5.99 b
80	16.24 b	0.40 a	5.27 a	6.56 a	34.87 ab	5.86 b
160	15.92 b	0.34 a	5.09 a	5.60 a	27.20 b	6.07 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Hemiselülaz ilave edilen zayıf unun Miksolab sonuçları ise Çizelge 4.57’de verilmiştir.

Çizelge 4.57. Hemiselülaz ilave edilen zayıf unun Miksolab değerleri

Miksolab karakteristiği	Kontrol	40 ppm	80 ppm	160ppm
Su Abs. (%)	55.1	55.1	55.1	55.1
Stabilite (dk)	4.42	5.68	6.00	4.42
C1 (Nm)	1.08	1.03	1.01	1.02
C2 (Nm)	0.37	0.38	0.37	0.33
C3 (Nm)	1.71	1.91	1.91	1.84
C4 (Nm)	1.86	1.86	1.86	1.77
C5 (Nm)	2.80	2.75	2.78	2.60
C1 (dakika)	0.78	0.82	0.85	0.73
α (Nm/dk)	-0.066	-0.054	-0.068	-0.044
β (Nm/dk)	0.372	0.228	0.214	0.184
γ (Nm/dk)	0.006	-0.012	-0.008	-0.006

Düşük dozlarda hemiselülaz eklenen örneklerin hamur gelişme süresi yüksekken hemiselülaz ilavesinin en fazla olduğu örnekte hamur gelişme süresi azalmıştır. Yapılan diğer bir araştırmada da hemiselülazın düşük dozunda hamur gelişme süresinin arttığı bildirilmiştir [62]. Hemiselülazın düşük dozlarında hamur stabilitesi artarken hemiselülazın maksimum olduğu dozda hamur stabilitesi kontrol örneği ile aynı çıkmıştır. Protein zayıflığını gösteren C2 tork ve amilaz aktivitesine bağlı olarak ölçülen C4 tork değerleri hemiselülaz ilavesiyle önce değişmemiş sonra hemiselülazın en yüksek olduğu örnekte azalmıştır. Nişasta jelatinizasyonu ile ilgili olan C3 torku ise önce artmış ancak hemiselülazın en yüksek dozu eklendiğinde azalmıştır. Hemiselülaz ilavesiyle C5 torku kontrole göre azalmıştır.

Ekmek hacmi, ekmek içi sertlik ve katılık değerleri ile Miksolab stabilite değeri göz önünde bulundurularak zayıf unun optimum hemiselülaz dozu 80 ppm olarak seçilmiştir.

4.2.4.3. Tam buğday unu

Tam buğday unu örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.58'de verilmiştir. Üretilen ekmeklerde en düşük ağırlık değeri ve en yüksek hacim değerinin 160 ppm hemiselülaz ilave edilen örnekte olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.58. Tam buğday unu örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (ppm)	Ağırlık (g)	Hacim (cm³)
0	152.6 a	343 b
40	152.7 a	355 b
80	152.3 ab	370 ab
160	151.9 b	388 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Tam buğday unu örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.59'da verilmiştir. Hemiselülaz ilave edilen örneklerin

ekmek içi parlaklık, kırmızılık ve sarılık değerleri kontrole göre istatistiksel olarak değişmemiştir.

Çizelge 4.59. Tam buğday unu örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (ppm)	L*	a*	b*
0	40.93 a	6.16 a	15.32 a
40	41.40 a	6.16 a	15.40 a
80	41.89 a	6.18 a	15.44 a
160	40.88 a	6.34 a	15.55 a

*Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p \geq 0.05$).

Tam buğday unu örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.60'ta verilmiştir. Hemiselülaz ilave edilen örneklerin sertlik değeri kontrole göre azalmıştır ancak hemiselülaz ilave miktarının artmasıyla sertlik değeri istatistiksel olarak değişmemiştir. Hemiselülaz ilave edilmesiyle ekmeklerin koheziflik değeri kontrole göre değişmemiştir. Esneklik değeri sadece 40 ppm ilave edilen örnekte farklıdır. Hemiselülaz ilave edilmesiyle ekmeklerin sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinde kontrole göre azalma tespit edilmiştir. Hemiselülaz ilave edilmesiyle katılık değeri kontrole göre azalmıştır. Ancak, 80 ppm ve 160 ppm hemiselülaz ilave edilen örneklerin arasında fark çıkmamıştır. Hemiselülaz ilave edilen tam buğday ekmeğinin 3. gün analizlerinde ölçüm yapılamamıştır.

Çizelge 4.60. Tam buğday unu örneğine hemiselülaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	12.40 a	0.51 a	4.83 b	6.39 a	30.98 a	3.05 a
40	9.81 b	0.54 a	5.76 a	5.30 b	30.51 a	2.32 b
80	8.93 b	0.51 a	4.89 b	4.54 bc	22.19 b	2.04 c
160	8.76 b	0.51 a	4.78 b	4.45 c	21.29 b	1.99 c

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Hemiselülaz ilave edilen tam buğday ununun Miksolab sonuçları ise Çizelge 4.61'de verilmiştir.

Çizelge 4.61. Hemiselülaz ilave edilen tam buğday ununun Miksolab değerleri

Miksolab karakteristiği	Kontrol	40 ppm	80 ppm	160ppm
Su Abs. (%)	66.5	66.5	66.5	66.5
Stabilite (dk)	10.02	10.47	9.38	10.20
C1 (Nm)	1.13	1.04	1.08	1.04
C2 (Nm)	0.30	0.46	0.47	0.41
C3 (Nm)	1.58	1.53	1.50	1.48
C4 (Nm)	1.48	1.44	1.40	1.34
C5 (Nm)	2.42	2.33	2.23	2.11
C1 (dakika)	6.13	5.67	6.00	6.30
α (Nm/dk)	-0.004	-0.106	-0.082	-0.102
β (Nm/dk)	0.380	0.332	0.334	0.406
γ (Nm/dk)	0.022	-0.032	-0.016	-0.018

En yüksek hamur gelişme süresinin 160 ppm ilave edilen örnekte, en yüksek stabilite değeri ise 40 ppm hemiselülaz ilave edilen örnekte bulunmuştur. Hemiselülaz ilavesi ile protein zayıflığını gösteren C2 değeri kontrole göre iyileşmektedir. Nişasta jelatinizasyonu ile ilgili olan C3 ve amilaz aktivitesine bağlı olarak ölçülen C4 değerlerinin en düşük ölçüldüğü örnek, 160 ppm hemiselülaz ilave edilen örnektir. Nişasta retrogradasyonu ile ilgili olan C5 torqu hemiselülaz ilave edilmesiyle azalmıştır.

Ekmek hacmi, ekmek içi sertlik ve katılık değerleri, Miksolab değerleri ile ekonomik nedenler göz önünde bulundurularak tam buğday unu için optimum hemiselülaz dozu 120 ppm olarak seçilmiştir.

4.2.5. Lipaz ilave edilen ekmekler

Kuvvetli ve zayıf un ile tam buğday ununa lipaz enzimi 5,10 ve 20 ppm düzeyinde ilave edilerek Miksolab analizi yapılmış ve aynı ilave oranlarında ekmek üretilmiştir. Üretilen ekmeklerin ağırlık, hacim, renk ve tekstür analizi sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.2.5.1. Kuvvetli un

Kuvvetli un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.62’de verilmiştir. Lipaz ilave edilen örneklerde hacim artışı kontrole göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, ancak lipaz miktarı artırıldığında önemli bir fark gözlenmemiştir. Başka bir çalışmada da lipaz ilave edilen ekmeklerin hacim değerlerinin kontrole göre arttığı ancak lipaz miktarının artmasına bağlı olarak hacim değerinin değişmediği bildirilmiştir [42].

Çizelge 4.62. Kuvvetli un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (ppm)	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	142.4 a	518 b
5	141.0 ab	560 a
10	141.5 ab	570 a
20	140.3 b	575 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

Kuvvetli un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.63’de verilmiştir. Lipaz ilave edilen ekmeklerin ekmek içi parlaklık değerleri kontrole göre artarken kırmızılık değerleri azalmıştır ancak lipaz miktarının artmasına bağlı olarak değerler değişmemiştir. Lipaz eklenmesi ile sarılık değerinde kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir.

Çizelge 4.63. Kuvvetli un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (ppm)	L*	a*	b*
0	50.39 b	3.63 a	14.31 a
5	56.06 a	3.28 b	13.97 a
10	56.58 a	3.28 b	13.96 a
20	56.25 a	3.15 b	13.97 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

Kuvvetli un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.64'te verilmiştir. Ekmeklerin 1. gün tekstürüne bakıldığı zaman lipaz eklenmesiyle sertlik, sakızimsılık ve katılık değerleri kontrole göre azalmıştır. Lipaz ilave edilmesiyle koheziflik değeri kontrole göre artmıştır ancak lipaz miktarının arttırılmasıyla önemli bir fark gözlenmemiştir. En düşük esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri 20 ppm lipaz ilave edilen örnektedir.

Çizelge 4.64. Kuvvetli un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	5.35 a	0.51 a	5.33 ab	2.73 a	14.55 a	1.15 a
5	3.23 b	0.59 b	5.47 a	1.89 b	10.35 b	0.69 b
10	3.22 b	0.57 b	5.21 b	1.82 b	9.51 bc	0.65 b
20	2.86 b	0.57 b	5.05 c	1.63 b	8.25 c	0.66 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Kuvvetli un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.65'te verilmiştir. Ekmeklerin 3. gün tekstürüne bakıldığında en düşük sertlik ve katılık değerlerinin 20 ppm lipaz ilave edilen örnekte olduğu bulunmuştur. Lipaz ilave edilmesiyle koheziflik ve esneklik değerlerinde kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. En yüksek sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri ise 5 ppm lipaz ilave edilen örnektedir.

Çizelge 4.65. Kuvvetli un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	7.26 ab	0.46 a	5.41 a	3.34 b	18.09 ab	1.98 ab
5	7.97 a	0.46 a	5.40 a	3.70 a	19.99 a	2.11 a
10	6.61 bc	0.48 a	5.55 a	3.13 bc	17.40 b	1.69 bc
20	5.94 c	0.50 a	5.42 a	2.94 c	16.00 b	1.58 c

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Lipaz ilave edilen kuvvetli unun Miksolab değerleri izelge 4.66'da verilmiştir.

Çizelge 4.66. Lipaz ilave edilen kuvvetli unun Miksolab değerleri

Miksolab karakteriştiği	Kontrol	5 ppm	10 ppm	20ppm
Su Abs. (%)	57.8	57.8	57.8	57.8
Stabilite (dk)	10.63	10.53	10.35	10.65
C1 (Nm)	1.12	1.09	1.11	1.07
C2 (Nm)	0.48	0.47	0.48	0.46
C3 (Nm)	1.59	1.56	1.55	1.51
C4 (Nm)	1.77	1.80	1.84	1.81
C5 (Nm)	2.69	2.72	2.81	2.89
C1 (dakika)	5.90	6.70	6.30	6.33
C4-C3 (Nm)	0.18	0.24	0.29	0.30
α (Nm/dk)	-0.108	-0.024	0.002	-0.114
β (Nm/dk)	0.306	0.298	0.294	0.290
γ (Nm/dk)	0.014	0.014	0.030	0.040

Lipaz ilave edilen örneklerin stabilite değerleri önce azalmış sonra kontrole göre çok değişmemiştir. Lipaz ilave edilmesiyle hamur gelişme süresi, C4-C3, C4 ve C5 değerleri kontrole göre artarken C3 torkunda çok az azalma gözlenmiştir. Undaki trigliseritlerin lipaz ile hidrolizi sonucu mono ve digliseridler oluşmaktadır. Bir alışmada Miksolabda lipaz ilavesi (0-400ppm) ile C2 değerinin iyileşmiş olduğu bildirilmiştir. Mono ve digliseridlerin oluşmasına bağlı olarak ise C3, C4 ve C5 değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Pişirme stabilitesini veren C4-C3 değerinin ise azaldığı bildirilmiştir [57].

Ekmek hacmi, ekmek içi sertlik ve katılık değerleri ile Miksolab değerleri göz önünde bulundurulurken kuvvetli un için optimum lipaz dozu 10 ppm olarak seçilmiştir.

4.2.5.2. Zayıf un

Zayıf un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri izelge 4.67'de verilmiştir. Lipaz ilavesi ile hacim değeri kontrole göre artmıştır ancak lipaz ilavesinin miktarı arttığıca dozlar arasında istatistiksel olarak önemli bir

fark gözlenmemiştir. Lipaz ilave edilen örneklerin ekmek ağırlık değerleri kontrole göre azalmıştır.

Çizelge 4.67. Zayıf un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (ppm)	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	139.8 a	360 b
5	138.6 bc	400 a
10	139.5 ab	390 a
20	137.5 c	400 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p < 0.05$).

Zayıf un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.68'de verilmiştir. Üretilen ekmeklerde lipaz ilavesi ile ekmek içi parlaklık, kırmızılık ve sarılık değerleri kontrole göre istatistiksel olarak önemli düzeyde değişmemiştir.

Çizelge 4.68. Zayıf un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (ppm)	L*	a*	b*
0	48.84 a	4.11 a	14.30 a
5	50.06 a	4.02 a	14.37 a
10	49.78 a	4.00 a	14.45 a
20	49.63 a	4.02 a	14.44 a

*Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p \geq 0.05$).

Zayıf un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.69'da verilmiştir. Ekmeklerin 1. gün tekstürüne bakıldığında lipaz eklenmesiyle sertlik, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve katılık değerleri kontrole göre azalmıştır ancak lipaz miktarının artmasına bağlı olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. Lipaz eklenmesiyle koheziflik değeri kontrole göre azalmıştır.

Lipaz ilave edilmesinin esneklik değeri üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmamıştır.

Çizelge 4.69. Zayıf un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	11.38 a	0.52 a	5.03 a	5.92 a	30.04 a	3.72 a
5	8.88 b	0.49 ab	4.67 a	4.31 b	20.30 b	2.83 b
10	9.51 b	0.44 bc	5.01 a	4.21 b	21.12 b	283 b
20	9.49 b	0.43 c	4.99 a	4.04 b	20.21 b	2.62 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Zayıf un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.70’de verilmiştir. Ekmeklerin 3. gün tekstür değerlerine bakıldığında lipaz eklenmesiyle sertlik ve katılık değerleri kontrole göre azalmıştır ancak eklenen lipaz miktarı arttıkça dozlar arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Lipaz eklenmesiyle esneklik, sakızimsılık ve koheziflik değerleri kontrole göre değişmemiştir.

Çizelge 4.70. Zayıf un örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	17.48 a	0.35 a	5.47 a	6.18 a	33.46 a	6.95 a
5	12.64 b	0.34 a	4.84 a	4.35 a	21.08 b	4.48 b
10	13.76 b	0.32 a	5.68 a	4.39 a	24.99 ab	5.10 b
20	14.59 b	0.34 a	5.23 a	4.96 a	26.02 ab	4.55 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır ($p<0.05$).

Lipaz ilave edilen zayıf unun Miksolab sonuçları ise Çizelge 4.71’de verilmiştir.

Çizelge 4.71. Lipaz ilave edilen zayıf unun Miksolab değerleri

Miksolab karakteristiği	Kontrol	5 ppm	10 ppm	20ppm
Su Abs. (%)	55.1	55.1	55.1	55.1
Stabilite (dk)	4.42	4.50	4.82	3.80
C1 (Nm)	1.08	1.07	1.06	1.08
C2 (Nm)	0.37	0.37	0.37	0.36
C3 (Nm)	1.71	1.72	1.73	1.72
C4 (Nm)	1.86	1.91	1.96	1.96
C5 (Nm)	2.80	2.89	3.12	3.15
C1 (dakika)	0.78	0.92	0.83	0.70
C4-C3 (Nm)	0.15	0.19	0.23	0.24
α (Nm/dk)	-0.066	-0.034	-0.050	-0.044
β (Nm/dk)	0.372	0.316	0.350	0.372
γ (Nm/dk)	0.006	0.026	0.032	-0.012

Lipaz ilavesi ile stabilite ve hamur gelişme süresi değerleri kontrole göre önce artarken lipazın en yüksek dozu eklendiğinde değerlerin düştüğü gözlenmiştir. Lipaz ilavesiyle C2 ve C3 değerleri değişmezken C4-C3, C4 ve C5 değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Bir çalışmada Miksolabda yüzey aktif maddeler gibi etki eden lipazın pişirme stabilite değerini arttırdığı bildirilmiştir [66].

Ekmek hacmi, ekmek içi sertlik ve katılık değerleri ile Miksolab değerleri göz önünde bulundurularak zayıf un için optimum lipaz dozu 10 ppm olarak seçilmiştir.

4.2.5.3. Tam buğday unu

Tam buğday unu örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.72'de verilmiştir. En düşük ağırlık ve en yüksek hacim değeri 20 ppm lipaz ilave edilen örnekte olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.72. Tam buğday unu örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

İlave oranı (ppm)	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	152.6 a	343 d
5	151.7 a	370 c
10	151.4 ab	383 b
20	148.9 b	415 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

Tam buğday unu örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.73'te verilmiştir. Üretilen ekmeklerde kontrole ve 5 ppm lipaz ilave edilen örneğe göre lipazın ilave miktarı arttıkça ekmek içi parlaklık değeri artmıştır. Lipazın ilave edilmesinin ekmek içi kırmızılık ve sarılık değeri üzerine önemli bir etkisi olmadığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.73. Tam buğday unu örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

İlave oranı (ppm)	L*	a*	b*
0	40.93 b	6.29 a	15.31 a
5	41.52 b	6.23 a	15.47 a
10	43.98 a	6.03 a	15.61 a
20	44.68 a	6.17 a	15.80 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

Tam buğday unu örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.74'te verilmiştir. Ekmeklerin 1. gün tekstürüne bakıldığı zaman lipaz eklenmesiyle sertlik ve katılık değerleri kontrole göre azalmıştır ve en yüksek lipaz ilave edilen örneğinin en yumuşak ekmek olduğu tespit edilmiştir. Lipaz eklenmesiyle sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri kontrole göre azalmıştır.

Lipaz eklenmesiyle koheziflik ve esneklik değerleri kontrole göre değişmemiştir. Ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri okunamamıştır.

Çizelge 4.74. Tam buğday unu örneğine lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

İlave oranı (ppm)	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	12.40a	0.51 a	4.72 a	6.39 a	30.98 a	3.06 a
5	7.91 b	0.55 a	5.26 a	4.32 b	25.07 ab	2.28 b
10	8.15 b	0.51 a	4.80 a	4.13 b	19.44 bc	1.90 c
20	6.19 c	0.53 a	4.89 a	3.27 c	16.93 c	1.48 d

* Aynı sütün içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan oklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

Lipaz ilave edilen tam buğday ununun Miksolab sonuçları ise Çizelge 4.75'te verilmiştir.

Çizelge 4.75. Lipaz ilave edilen tam buğday ununun Miksolab değerleri

Miksolab karakteriştiği	Kontrol	5 ppm	10 ppm	20ppm
Su Abs. (%)	66.5	66.5	66.5	66.5
Stabilite (dk)	10.02	9.47	9.73	10.17
C1 (Nm)	1.13	1.10	1.09	1.05
C2 (Nm)	0.30	0.46	0.46	0.46
C3 (Nm)	1.58	1.49	1.49	1.46
C4 (Nm)	1.48	1.21	1.23	1.30
C5 (Nm)	2.42	2.36	2.42	2.42
C1 (dakika)	6.13	5.57	6.37	6.38
C4-C3 (Nm)	-0.10	-0.28	-0.26	-0.16
α (Nm/dk)	-0.004	-0.086	-0.088	-0.034
β (Nm/dk)	0.380	0.338	0.346	0.328
γ (Nm/dk)	0.022	-0.278	-0.214	-0.244

En yüksek stabilite değerinin 20 ppm lipaz eklenen örnekten olduğu gözlenmiştir. Lipaz ilave edilmesiyle gluten yapısının güçlenmesinin sonucu olarak C2 değeri

kontrole göre artmıştır ancak ilave edilen lipazın miktarı arttıkça değişmemiştir. C3 değeri lipaz ilavesi ile kontrole göre azalmıştır. Lipaz ilavesi ile amilaz aktivitesine bağlı olarak ölçülen C4 değeri kontrole göre azalmıştır. En düşük C5 tork değeri 5 ppm lipaz ilave edilen örnekte bulunmuştur.

Ekmek hacmi, ekmek içi sertlik ve katılık değerleri ile Miksolab stabilite değeri göz önünde bulundurularak tam buğday unu için optimum lipaz dozu 20 ppm olarak seçilmiştir.

4.2.6. Katkı maddelerinin optimum kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmekler

Kuvvetli ve zayıf un ile tam buğday ununa askorbik asit, amilaz, hemiselülaz ve lipaz ilave edilerek üretilen ekmeklerin ekmek hacim değeri, ekmek içi tekstür ve renk değerleri ve Miksolab sonuçları göz önünde bulundurularak karar verilen optimum dozları Çizelge 4.76 da verilmiştir.

Çizelge 4.76. Çalışmada kullanılan unlar için katkı maddelerinin seçilen optimum doz değerleri

Katkılar(ppm)	Kuvvetli un	Zayıf un	Tam buğday unu
Askorbik asit	25	50	50
Amilaz	100	50	50
Hemiselülaz	40	80	120
Lipaz	10	10	20

Askorbik asit, amilaz, hemiselülaz ve lipazın optimum dozlarının yanı sıra unlara %0.25 ve %0.50 düzeyinde DATEM de eklenerek üç adet kombinasyonda çalışma yapılmıştır.

4.2.6.1. Kuvvetli un

Kuvvetli un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.77'de verilmiştir. Katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen örneklerin hacimlerinin kontrole

göre arttığı görülmüştür ancak DATEM ilave edilmesiyle istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. Katkı maddelerinin ilave edilmesiyle ekmeklerin ağırlık değerlerinde kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir değişim olmamıştır.

Çizelge 4.77. Kuvvetli un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

Katkılar	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	142.1 a	520 b
Kombinasyon 1 ¹	141.0 a	580 a
Kombinasyon 2 ²	140.5 a	598 a
Kombinasyon 3 ³	140.4 a	603 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

¹Kombinasyon 1= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz ve 10 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.50 DATEM

Kuvvetli un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.78'de verilmiştir. Üretilen ekmeklerde katkıların ilave edilmesiyle ekmek içi parlaklık ve sarılık değerleri kontrole göre değişmemiştir. Katkı maddesi eklenmesi ile ekmek içi kırmızılık değeri kontrole göre azalmıştır.

Çizelge 4.78. Kuvvetli un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

	L*	a*	b*
0	52.17 a	3.42 a	13.79 a
Kombinasyon 1 ¹	50.77 a	3.30 ab	13.19 a
Kombinasyon 2 ²	52.82 a	3.07 bc	13.30 a
Kombinasyon 3 ³	51.89 a	3.02 c	13.20 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

¹Kombinasyon 1= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz ve 10 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.50 DATEM

Kuvvetli un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.79'da verilmiştir. Ekmeklerin 1. gün tekstürüne bakıldığında kombinasyon 1 örneğinin katılık değeri kontrole göre değişmezken DATEM ilave edilen örneklerin daha az katı olduğu bulunmuştur. Katkı maddelerinin ilave edilmesiyle esneklik ve sertlik değerleri kontrole göre değişmiştir ancak DATEM'in ilave edilmesi istatistiksel olarak önemli bir farka yol açmamıştır. Katkı maddelerinin eklenmesi ile sakızimsılık ve çignenebilirlik değerleri kontrole göre azaltmıştır.

Çizelge 4.79. Kuvvetli un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çignenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	5.44 a	0.57 a	5.90 a	2.50 a	14.76 a	1.05 a
Kombinasyon 1 ¹	4.48 b	0.51 b	5.29 b	2.27 b	11.99 b	1.02 a
Kombinasyon 2 ²	3.57 b	0.53 ab	5.36 b	1.89 c	10.12 c	0.75 b
Kombinasyon 3 ³	3.68 b	0.51 b	5.32 b	1.87 c	9.94 c	0.85 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

¹Kombinasyon 1= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz ve 10 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.50 DATEM

Kuvvetli un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.80'de verilmiştir. Ekmeklerin 3. gün tekstürüne bakıldığında katkı maddelerinin eklenmesiyle sertlik, sakızimsılık ve çignenebilirlik değerleri kontrole göre azalmıştır ancak kombinasyonlar arasında önemli bir fark çıkmamıştır. Katkı maddelerinin eklenmesi ile esneklik ve katılık değerleri kontrole göre değişmemiştir.

Çizelge 4.80. Kuvvetli un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	7.69 a	0.47 a	5.52 a	3.64 a	19.96 a	1.84 a
Kombinasyon 1 ¹	6.00 b	0.44 ab	5.71 a	2.66 b	15.21 b	1.59 a
Kombinasyon 2 ²	6.29 b	0.46 ab	5.44 a	2.92 b	15.88 b	1.46 a
Kombinasyon 3 ³	6.7 ab	0.42 b	5.40 a	2.85 b	15.37 b	1.73 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

¹Kombinasyon 1= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz ve 10 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.50 DATEM

Kuvvetli una ilave edilen katkı maddelerinin kombinasyonlarının Miksolab değerleri Çizelge 4.81’de verilmiştir. Katkı maddelerinin eklenmesiyle stabilite ve hamur gelişme süresi değerleri ile C2, C3, C4 ve C5 torkları kontrole göre azalmıştır. Katkı maddelerinin kombinasyonları içinde amilaz enziminin varlığı Miksolabdan elde edilen değerlerin azalmasına yol açmış olabilir. DATEM’in ilave edilmesi ile stabilite, C2, C4 ve C5 değerlerinin arttığı bildirilmiştir [57].

Çizelge 4.81. Katkı maddelerinin kombinasyonları ilave edilen kuvvetli unun Miksolab değerleri

Miksolab karakteristiği	Kontrol	Kombinasyon 1 ¹	Kombinasyon 2 ²	Kombinasyon 3 ³
Su Abs. (%)	57.8	57.8	57.8	57.8
Stabilite (dk)	10.63	2.48	3.22	3.33
C1 (Nm)	1.12	1.03	0.96	0.99
C2 (Nm)	0.48	0.29	0.29	0.31
C3 (Nm)	1.59	1.26	1.19	1.14
C4 (Nm)	1.77	1.43	1.44	1.43
C5 (Nm)	2.69	2.10	2.05	2.10
C1 (dakika)	5.90	0.85	0.98	0.99
α (Nm/dk)	-0.108	-0.038	-0.014	-0.016
β (Nm/dk)	0.306	0.258	0.196	0.228
γ (Nm/dk)	0.014	0.050	0.084	0.056

¹Kombinasyon 1= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz ve 10 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 25 ppm askorbik asit, 100 ppm amilaz, 40 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.50 DATEM

4.2.6.2. Zayıf un

Zayıf un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.82'de verilmiştir. Katkı maddelerinin eklenmesiyle ekmek ağırlık ve hacim değerleri kontrole göre değişmiştir ancak DATEM'in eklenmesiyle sonuçlar istatistiksel olarak önemli bir şekilde değişmemiştir.

Çizelge 4.82. Zayıf un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

Katkılar	Ağırlık (g)	Hacim (cm ³)
0	140.0 a	373 b
Kombinasyon 1 ¹	136.4 b	565 a
Kombinasyon 2 ²	135.6 b	543 a
Kombinasyon 3 ³	136.0 b	560 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

¹Kombinasyon 1= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz ve 10 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.50 DATEM

Zayıf un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.83'te verilmiştir. Üretilen ekmeklerde katkı maddesi eklenmesi ile ekmek içi parlaklık ve kırmızılık değerleri kontrole göre değişmiştir ancak DATEM'in etkisi gözlenmemiştir. Katkı maddelerinin eklenmesi ile sarılık değerleri kontrole göre değişmemiştir.

Çizelge 4.83. Zayıf un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

Katkılar	L*	a*	b*
0	47.14 b	4.29 a	14.13 a
Kombinasyon 1 ¹	55.06 a	3.38 b	14.02 a
Kombinasyon 2 ²	54.92 a	3.53 b	14.25 a
Kombinasyon 3 ³	54.99 a	3.38 b	13.99 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

¹Kombinasyon 1= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz ve 10 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.50 DATEM

Zayıf un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.84'te verilmiştir. Ekmeklerin 1. gün tekstürüne bakıldığında katkı maddelerinin eklenmesi ile sertlik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve katılık değerleri kontrole göre değişmiştir ancak DATEM'in eklenmesi istatistiksel bir farka yol açmamıştır. En yüksek koheziflik ve esneklik değerlerinin üçüncü kombinasyonda olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.84. Zayıf un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızımsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	16.7 a	0.42 b	5.28 bc	7.09 a	37.44 a	5.03 a
Kombinasyon 1 ¹	5.68 b	0.46 ab	5.69 ab	2.60 b	14.80 b	1.75 b
Kombinasyon 2 ²	5.84 b	0.45 ab	4.88 c	2.62 b	12.80 b	1.80 b
Kombinasyon 3 ³	5.54 b	0.47 a	6.02 a	2.61 b	15.61 b	1.63 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

¹Kombinasyon 1= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz ve 10 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.50 DATEM

Zayıf un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri Çizelge 4.85'te verilmiştir. Ekmeklerin 3. gün tekstürüne bakıldığında katkı maddelerinin eklenmesi ile sertlik, sakızımsılık ve katılık değerleri kontrole göre değişmiştir ancak DATEM'in eklenmesi istatistiksel bir farka yol açmamıştır. Katkı maddelerinin eklenmesiyle çiğnenebilirlik, koheziflik ve esneklik değerleri kontrole göre değişmemiştir.

Çizelge 4.85. Zayıf un örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 3. gün tekstür değerleri

	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	17.2 a	0.35 a	4.57 a	6.04 a	28.14 a	6.26 a
Kombinasyon 1 ¹	10.5 b	0.37 a	5.09 a	3.80 b	19.45 a	3.07 b
Kombinasyon 2 ²	9.94 b	0.39 a	5.29 a	3.91 b	20.74 a	2.92 b
Kombinasyon 3 ³	9.12 b	0.39 a	5.47 a	3.52 b	19.36 a	2.89 b

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

¹Kombinasyon 1= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz ve 10 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.50 DATEM

Zayıf una ilave edilen katkı maddelerinin kombinasyonlarının Miksolab değerleri Çizelge 4.86'da verilmiştir.

Çizelge 4.86. Katkı maddelerinin kombinasyonları ilave edilen zayıf unun Miksolab değerleri

Miksolab karakteristiği	Kontrol	Kombinasyon 1 ¹	Kombinasyon 2 ²	Kombinasyon 3 ³
Su Abs. (%)	55.1	55.1	55.1	55.1
Stabilite (dk)	4.42	2.47	1.85	2.05
C1 (Nm)	1.08	0.99	1.03	1.00
C2 (Nm)	0.37	0.25	0.26	0.26
C3 (Nm)	1.71	1.63	1.65	1.27
C4 (Nm)	1.86	1.55	1.59	1.61
C5 (Nm)	2.80	2.29	2.31	2.34
C1 (dakika)	0.78	0.68	0.72	0.67
α (Nm/dk)	-0.066	-0.066	-0.036	-0.024
β (Nm/dk)	0.372	0.198	0.128	0.366
γ (Nm/dk)	0.006	-0.004	-0.014	0.036

¹Kombinasyon 1= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz ve 10 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 80 ppm hemiselülaz, 10 ppm lipaz ve %0.50 DATEM

Katkı maddelerinin eklenmesiyle stabilite ve hamur gelişme süresi değerleri ile C2, C3, C4 ve C5 torqları kontrole göre azalmıştır. Katkı maddelerinin kombinasyonları içinde amilaz enziminin varlığı Miksolabdan elde edilen değerlerin azalmasına yol açmış olabilir. DATEM'in eklenmesi ile stabilite, C2, C4 ve C5 değerlerinin arttığı bildirilmiştir [57].

4.2.6.3. Tam buğday unu

Tam buğday unu örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri Çizelge 4.87'de verilmiştir. Katkı maddelerinin eklenmesi ile hacim değeri kontrole göre artış göstermiştir. DATEM'in etkisinin gözlenilmesine rağmen DATEM'in %0.25 ve %0.50 doz miktarı arasında istatistiksel olarak önemli bir fark çıkmamıştır. Hacim artışına bağlı olarak katkı maddesi ilave edilen ekmeklerin ağırlık değerleri kontrole göre azalmıştır. Başka bir çalışmada tam buğday ununa DATEM'in ilave edilmesi ile ekmeğin özgül hacminin kontrole göre arttığı bildirilmiştir [50].

Çizelge 4.87. Tam buğday unu örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ağırlık ve hacim değerleri

Katkılar	Ağırlık (g)	Hacim (cm³)
0	152.3 a	375 c
Kombinasyon 1 ¹	149.8 b	500 b
Kombinasyon 2 ²	147.5 c	555 a
Kombinasyon 3 ³	146.7 c	553 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

¹Kombinasyon 1= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 120 ppm hemiselülaz ve 20 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 120 ppm hemiselülaz, 20 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 120 ppm hemiselülaz, 20 ppm lipaz ve %0.50 DATEM

Tam buğday unu örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.88'de verilmiştir. Üretilen ekmeklerde katkı maddelerinin eklenmesi ile parlaklık ve kırmızılık değerleri kontrole göre değişmiştir ancak DATEM'in ilave edilmesinin istatistiksel olarak

önemli bir etkisi olmamıştır. Katkı maddelerinin eklenmesi ile sarılık değerleri kontrole göre değişmemiştir.

Çizelge 4.88. Tam buğday unu örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin ekmek içi renk değerleri

Katkılar	L*	a*	b*
0	43.05 a	6.17 a	15.55 a
Kombinasyon 1 ¹	45.82 b	5.80 b	15.99 a
Kombinasyon 2 ²	47.03 b	5.67 b	16.05 a
Kombinasyon 3 ³	47.36 b	5.73 b	16.10 a

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

¹Kombinasyon 1= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 120 ppm hemiselülaz ve 20 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 120 ppm hemiselülaz, 20 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 120 ppm hemiselülaz, 20 ppm lipaz ve %0.50 DATEM

Tam buğday unu örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri Çizelge 4.89'da verilmiştir. Ekmeklerin 1.gün tekstürüne bakıldığında katkı maddesinin eklenmesiyle sertlik ve sakızimsılık değerleri kontrole göre azalmıştır. DATEM'in etkisinin gözlenmesine rağmen DATEM'in miktarının artmasına bağlı olarak önemli bir fark olmamıştır. Katkı maddelerinin eklenmesiyle esneklik ve çiğnenebilirlik değeri kontrole göre azalmıştır ancak DATEM'in ilave edilmesinin önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. En düşük katılık değeri kombinasyon 2 örneğindedir. Başka bir çalışmada tam buğday ununa DATEM'in ilave edilmesiyle ekmek içi yapısının iyileştiği bildirilmiştir [50].

Çizelge 4.89. Tam buğday unu örneğinde katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin 1. gün tekstür değerleri

	Sertlik (N)	Koheziflik	Esneklik (mm)	Sakızimsılık (N)	Çiğnenebilirlik (Nmm)	Katılık (N/mm)
0	11.7 a	0.52 b	5.67 a	6.02 a	34.29 a	2.76 a
Kombinasyon 1 ¹	5.39 b	0.52 ab	4.66 b	2.84 b	13.38 b	1.33 b
Kombinasyon 2 ²	3.47 c	0.56 a	4.97 b	1.92 c	9.59 b	0.74 d
Kombinasyon 3 ³	4.12 c	0.54 ab	4.81 b	2.23 c	10.70 b	0.98 c

*Aynı sütun içinde farklı harfle gösterilen değerler arasında Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark vardır (p<0.05).

¹Kombinasyon 1= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 120 ppm hemiselülaz ve 20 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 120 ppm hemiselülaz, 20 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 120 ppm hemiselülaz, 20 ppm lipaz ve %0.5 DATEM

Ekmeklerin 3. gün tekstür değerlerinde ölçüm yapılamamıştır. Tam buğday ununa ilave edilen katkı maddelerinin kombinasyonlarının Miksolab değerleri Çizelge 4.90'da verilmiştir.

Çizelge 4.90. Katkı maddelerinin kombinasyonları kullanılan tam buğday ununun Miksolab değerleri

Miksolab karakteristiği	Kontrol	Kombinasyon 1 ¹	Kombinasyon 2 ²	Kombinasyon 3 ³
Su Abs. (%)	66.5	66.5	66.5	66.5
Stabilite (dk)	10.02	10.73	11.02	11.00
C1 (Nm)	1.13	0.88	0.87	0.89
C2 (Nm)	0.30	0.30	0.31	0.32
C3 (Nm)	1.58	1.26	1.09	1.07
C4 (Nm)	1.48	1.16	1.26	1.25
C5 (Nm)	2.42	1.93	2.05	1.92
C1 (dakika)	6.13	8.35	9.13	8.53
α (Nm/dk)	-0.004	-0.082	-0.046	-0.034
β (Nm/dk)	0.38	0.402	0.320	0.272
γ (Nm/dk)	0.022	-0.010	-0.034	0.024

¹Kombinasyon 1= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 120 ppm hemiselülaz ve 20 ppm lipaz

²Kombinasyon 2= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 120 ppm hemiselülaz, 20 ppm lipaz ve %0.25 DATEM

³Kombinasyon 3= 50 ppm askorbik asit, 50 ppm amilaz, 120 ppm hemiselülaz, 20 ppm lipaz ve %0.50 DATEM

Katkı maddeleri ilavesi ile stabilite değerleri ve hamur gelişme süreleri kontrole göre artmıştır. Katkı maddelerinin ilavesi ile C2 değeri kontrole göre değişmezken C3 ve C4 değerleri azalmıştır. En yüksek C5 değeri kontrol örneğinde çıkmıştır.

Katkı maddelerinin optimum kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmeklerin duyusal sonuçları ekte verilmiştir (Ek 1).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında kuvvetli ve zayıf un ile tam buğday ununa çeşitli katkı maddeleri farklı oranlarda eklenerek Miksolab testi ve ekmek üretim analizi yapılmıştır. Ekmeklerin hacim, tekstür, renk ve duyu özellikleri ile unların Miksolab özellikleri incelenmiştir ve sonuçlara göre menengiç, askorbik asit, amilaz, hemiselülaz ve lipazın optimum dozlarına karar verilmiştir.

Kuvvetli ve zayıf un ile tam buğday ununa menengiç ilave edilerek üretilen ekmekler, kontrol örneklerine göre daha iyi tekstür yapısı ve daha yüksek hacim değeri göstermiştir. Menengiç ilave edilen örneklerin 1. ve 3. gün sertlik ve katılık değerleri kontrol örneğine göre genel olarak azalmıştır. En çarpıcı etki ise zayıf un örneğinde olmuştur. Zayıf un örneğine menengiç ilave edilmesiyle sertlik ve katılık değerleri kontrole göre yarı yarıya azalmıştır. Böylece menengicin, bayatlamayı geciktirerek raf ömrünü uzatıcı ve bu nedenle ekmek israfını önlemeye katkıda bulunacak özellikte olduğu söylenebilir.

Kuvvetli unun Miksolab verileri incelendiğinde %5 menengiç ilave edilmiş örneğin hamur gelişme süresi ve C4 değerleri kontrole göre artarken; C2, C3, C5 ve stabilite değerleri azalmıştır. Zayıf una %5 menengiç ilave edilen örneğin ise hamur gelişme süresi, C2, C3, C4 ve C5 değerleri kontrole göre azalırken stabilite değeri artmıştır. Tam buğday örneğinde ise %5 menengiç ilavesi ile C2, C3 ve C4 değerleri kontrole göre azalırken hamur gelişme süresi artmıştır.

Diğer katkı maddelerinin (askorbik asit, lipaz, amilaz ve hemiselülaz) ilave edildiği örneklerin ekmek hacimleri kontrole göre genel olarak daha yüksektir. Katkı maddeleri eklenen örneklerin ekmek içi sertlik ve katılık değerleri kontrole göre daha düşük çıkmıştır. Katkı maddeleri ilave edilerek üretilen örneklerin 1. ve 3. gün sertlik ve katılık değerleri kontrol örneğine göre genel olarak azalmıştır. En çarpıcı etki ise amilaz ilave edilen örneklerde olmuştur. Amilaz ilave edilmesiyle, tüm örneklerin sertlik ve katılık değerleri kontrole göre genel olarak yarı yarıya azalmıştır. Böylece amilazın, bayatlamayı geciktirerek raf ömrünü uzatıcı ve ekmek israfını önleyici özellikte olduğu söylenebilir.

Hamurun reolojik özellikleri Miksolab kullanılarak incelenmiştir. Kuvvetli ve zayıf una askorbik asit ilavesi ile kontrole göre daha yüksek stabilite değeri elde edilirken lipaz ilavesi ile hamur gelişme süresi artmıştır. Tam buğday ununda ise amilaz ilavesi ile hamur gelişme süresi ve stabilite değeri kontrole göre artmıştır.

Askorbik asit, amilaz, hemiselülaz ve lipazın optimum dozlarına, Miksolab testinden ve ekmek analizden elde edilen sonuçlara göre karar verilmiştir. Katkı maddelerinin optimum dozdaki kombinasyonları DATEM ile birlikte kullanılmış ve Miksolab testi ve ekmek analizleri de yapılmıştır. Ekmek kalite parametreleri, katkı maddelerinin kombinasyonlarının kullanılması ile genel olarak kontrole göre düzelmiştir. Katkı maddelerinin kombinasyonları ilave edilen zayıf ve kuvvetli undan üretilen örneklerin hacimlerinin kontrole göre arttığı görülmüş ancak DATEM ilave edilmesiyle istatistiksel olarak önemli bir fark gözlenmemiştir. Zayıf ve kuvvetli undan üretilen ekmeklerin 1. ve 3. gün tekstürüne bakıldığında katkı maddelerinin eklenmesi ile sertlik değeri kontrole göre değişmiştir ancak DATEM'in eklenmesi istatistiksel bir farka yol açmamıştır. Tam buğday unundan üretilen ekmeklerde ise katkı maddelerinin kombinasyonlarının eklenmesi ile hacim değerleri kontrole göre artış göstermiştir. DATEM'in etkisinin gözlenilmesine rağmen DATEM'in %0.25 ve %0.50 doz miktarı arasında istatistiksel olarak önemli bir fark çıkmamıştır. Ekmeklerin 1. gün tekstürüne bakıldığında ise katkı maddesinin eklenmesiyle sertlik değeri kontrole göre azalmıştır. DATEM'in etkisinin gözlenilmesine rağmen DATEM'in miktarının artmasına bağlı olarak önemli bir fark olmamıştır. Tam buğday ununa katkı maddelerinin ilavesi ile Miksolabdaki stabilite ve hamur gelişme süresi değerleri kontrole göre artmıştır.

Sonuç olarak menengiç, hamur ve ekmek kalitesini potansiyel olarak artırması nedeniyle ve fonksiyonel özellikleri ile ilgili literatür bilgileri de dikkate alındığında ekmekte yeni bir doğal bileşen olarak kullanılabileceği neticesine varılmıştır. Ayrıca menengiç ve diğer katkı maddelerinin birlikte kullanılmasının genel olarak bayatlamayı azaltarak ekmek israfının önlenmesinde katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Ünüvar, Ş., *Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Üretim Teknolojisi*, Savaş Yayınevi, 31, **2008**.
- [2] Ünal, S., *İzmir Fırınlarda Kullanılan Ticari Ekmek Katkı Maddelerinin Ekmek Niteliklerine Etkisi*, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çoğaltma Yayın No:81, 1-30, **1988**.
- [3] Gustavsson, J., Cedenberg, C., Sonesson, U., Otterdijk, R.V., Meybeck, A., *Global Food Losses and Food Waste*, *Food And Agriculture Organization of The United Nations*, Roma, **2011**.
- [4] Ventour, L., *The Food We Waste*, Wrap Report, UK, 4-168, **2008**.
- [5] TMO, *Ekmek Tüketimiyle İlgili Tutum ve Davranışlar ile Ekmek İsrafı ve İsraf Üzerinde Etkili Olan Faktörler Araştırması*, Türkiye'de Ekmek İsrafı Araştırması, **2013**.
- [6] Qi Si, J., Drost- Lustenberger, C., *Enzymes for bread, pasta and noodle products*, *Enzymes in Food Technology*, 19-45, **2002**.
- [7] Uysal, G., *Ekmeklik Unlarda Kullanılan Katkı Maddelerinden Hamur Geliştiricilerin, Enzimlerin ve Un Ağartıcıların İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 16-49, **2006**.
- [8] Özcan, M., *Characteristics of fruit and oil of terebinth (Pistacia terebinthus L) growing wild in Turkey*, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1-4, **2004**.
- [9] Durmaz, G., Gökmen, V., *Changes in oxidative stability, antioxidant capacity and phytochemical composition of Pistacia terebinthus oil with roasting*, *Food Chemistry*, 410-414, **2011**.
- [10] Gercheva, P., Zhivondov, A., Nacheva, L., Avanzato, D., *Transsexual Forms of Pistachio (Pistacia Terebinthus L.) from Bulgaria-Biotechnological Approaches For Preservation, Multiplication and Inclusion in Selection Programs*, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 14 (5), 450, **2008**.
- [11] Baytop, T., *Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi*, Nobel Tıp Kitabevi, 324-325, **1999**.
- [12] Özcan, C., *Semizotu, Isırgan ottu, Menengiç ve Kuşburnu gibi Tıbbi ve aromatik bitkilerde flavonollerin HPLC-MS ile tayini*, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 139, **2009**.
- [13] Özuslu, E., İskender, E., Tel, A.Z., İlçim, A., *Taxonomic situations of two subspecies of Pistacia (P. terebinthus sups. terebinthus and P. terebinthus subsp. palaestina) by morphological and area remarks*, *Biological Diversity and Conservation*, 100-109, **2009**.
- [14] Tekin, H., Arpacı, S., Atlı, H.S., Açar, İ., Karadağ, S., Yükçeken, Y., Yaman, A., *Antepfıstığı Yetiştiriciliği*, Antepfıstığı Araştırma Enstitüsü Gaziantep, 13, 34-35, **2001**.
- [15] Tarakçı, S., *Beykoz Civarındaki Tıbbi Özellik Taşıyan Bitkiler Üzerine Araştırmalar*, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 53, **2006**.
- [16] Anonymous, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Menengi%C3%A7>, (Mayıs, **2013**).

- [17] Karakaş, B., Certel, M., Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) Ağacı Meyvesinin (Çitlembik) Değerlendirilme Olanakları, *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu Van*, **2004**.
- [18] Bakirel, T., Şener, S., Bakirel, U., Keleş, O., Şennazlı, G., Gürel, A., Tavşanlarda Deneysel Hiperkolesterolemi ve Arterioskleroz Üzerine *Pistacia terebinthus* L.(Menengiç)'in Etkisi, *Turk J Vet Anim Sci*, 1283-1292, **2003**.
- [19] Dalgıç, A.Ç., *Functional Properties and Moisture Sorption Isotherms of Protein Isolate from Pistacia terebinthus*, Master's Thesis, University of Gaziantep Department of Food Engineering, 29-56, **1990**.
- [20] Geçgel, Ü., Arıcı, M., Çıtlık Çeşitlerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri ile Yağ Asitleri Kompozisyonunun Belirlenmesi, *Türkiye 10.Gıda Kongresi*, 1-4, **2008**.
- [21] Couladis, M., Özcan, M., Tzakou, O., Akgül, A., Menengiç Ağacının Değişik Organlarında Uçucu Yağ Bileşimi, *14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı Bildirileri*, 240-245, **2002**.
- [22] Boyacıoğlu, H.M., Bazı un katkı maddeleri ve bunlara ilişkin ülkemizdeki son gelişmeler, *Gıda Dergisi Ekim Sayısı*, 1-6, **2002**.
- [23] Özkaya, H., Özkaya, B., Ekmek Hatalarını Önlemede Katkı Maddelerinin Rolü, *Un Mamulleri Dünyası*, 16-20, **1993**.
- [24] Dizlek, H., Gül, H., L- Askorbik Asit ve Ekmekçilikteki İşlevleri, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2(1)*, 26-34, **2007**.
- [25] Pecivova, P., Pavlinek, V., Hrabe, J., The effect of combination of reducing and oxidizing agent on viscoelastic properties of dough and sensory characteristics of buns, *Journal Science Food Agriculture*, 1681-1687, **2010**.
- [26] Nakamura, M., Kurata, T., Effect of L-Ascorbic Acid on the Rheological Properties of Wheat Flour-Water Dough, *Cereal Chemistry*, 647-650, **1997**.
- [27] Nakamura, M. and Kurata, T., Effect of L-ascorbic acid and Superoxide Anion Radical on the Rheological Properties of Wheat Flour-Water Dough, *Cereal Chemistry*, 651-655, **1997**.
- [28] Every, D., Simmond, L., Sutton, K.H., Ross, M., Studies on the Mechanism of the Ascorbic Acid Improver Effect on Bread using Flour Fractionation and Reconstitution Methods, *Journal of Cereal Science*, 30, 147-158, **1999**.
- [29] Kaya, E., *Ekmek Üretiminde Kimyasal Oksidanlar Yerine Enzim Sistemlerinin Kullanılmasının Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 46-67, **2007**.
- [30] Dizlek, H., *Süne Zararına uğramış Ekmeklik Buğdayların Bazı Niteliklerinin İncelenmesi ve İyileştirilmesi Olanakları Üzerine Bir Araştırma*, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi, 201, **2010**.
- [31] Wikström, K., Eliasson, A.C., Effects of Enzymes and Oxidizing Agents on Shear Stress Relaxation of Wheat Flour Dough: Addition of Protease, Glucose Oxidase, Ascorbic Acid and Potassium Bromate, *Cereal Chemistry*, 331-337, **1998**.
- [32] Rosell, M.C., Haros, M., Escriva, C., Barder, C. B., Experimental approach to optimize the use of α -amylases in breadmaking, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2973-2977, **2001**.

- [33] Sahlström, S., Brathen, E., Effects of enzyme preparations for baking, mixing time and resting time on bread quality and bread staling, *Food Chemistry* 58, 75- 80, **1997**.
- [34] Lambert-Meretei, A., Szendrei, E., Nogula-Nagy, M., Fekete, A., Methods to Evaluate The Effects of Bread Improver Addition on Bread Crumb Texture Properties, *Acta Alimentaria* 39, 180-191, **2010**.
- [35] Ravi, R., Sai Manohar, R., Haridas, R., Influence of additives on the rheological characteristics and baking quality of wheat flours, *European Food Research and Technology*, 202-208, **2000**.
- [36] Purhagen, J. K., Sjöö, M. E., Eliasson, A.C., Starch affecting anti-staling agents and their function in freestanding and pan-baked bread, *Food Hydrocolloids*, 1656-1666, **2011**.
- [37] Hille, J. D. R., Schooneveld-Bergmans, M. E. F., Hemicellulases and Their Synergism in Breadmaking, *Cereal Food World*, 283-286, **2004**.
- [38] Dagdelen, A. F., Gocmen, D., Effect of glucose oxidase, hemicellulase and ascorbic acid on dough and bread quality, *Journal of Food Quality*, 1009-1022, **2007**.
- [39] Delcour, J.A., Hosney, R.C., *Principles of Cereal Science and Technology*, AACC International Third Edition, 72-199, **2010**.
- [40] Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W.S., Courtin, C.M., Gebruers, K., Delcour, J.A., Wheat flour constituents: how they impact bread quality and how to impact their functionality, *Trends in food science & technology*, 12-30, **2005**.
- [41] Kiran, E. Ö., Çölekçioğlu, U., Dostbil, N., Bazı mikrobiyal enzimler ve endüstrideki kullanım alanları, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 12-19, **2006**.
- [42] Çolakoğlu, A.S., *Bazı Katkıların Ekmeğin Bayatlama Mekanizmasına Etkilerinin Termal Yöntemlerle Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 31-47, **2011**.
- [43] Gaupp, R., Adams, W., *Emulsifiers in Food Technology*, (eds: Robert J. Whitehurst), Blackwell Publishing, 88-103, **2004**.
- [44] Krog, N., Theoretical Aspect of Surfactants in Relation to Their Use in Breadmaking, *Cereal Chemistry*, 58(3),158-164, **1981**.
- [45] Xu, A., Chung, O.K., Ponte, J.G., Bread Crumb Amylograph Studies. I. Effects of Storage Time, Shortening, Flour Lipids and Surfactants, *Cereal Chemistry*, 69 (5), 495-501, **1992**.
- [46] Pisesookbunternng, W., D'appolonia, B.L., Bread Staling Studies. I. Effect of Surfactants on Moisture Migration from Crumb to Crust and Firmness Value of Bread Crumb, *Cereal Chemistry*, 60(4), 298-300, **1983**.
- [47] Junge, R.C., Hosney, R.C., Marston, E.V., Effect of Surfactants on Air Incorporation in Dough and the Crumb Grain of Bread, *Cereal Chemistry*, 58 (4), 338-342, **1981**.
- [48] Gül, H., *Mısır ve Buğday Kepeğinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi*, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 24-49, **2007**.
- [49] Azizi, M.H., Rao, G.V., Effect of Surfactant Gel and Gum Combinations on Dough Rheological Characteristics and Quality of Bread, *Journal of Food Quality*, 320-334, **2004**.

- [50] Mettler, E., Seibel, W., Effects of Emulsifiers and Hydrocolloids on Whole Wheat Bread Quality: A Response Surface Methodology Study, *Cereal Chemistry*, 373-377, **1993**.
- [51] Paşa, R.E., *Tam buğday ekmeği üzerine bir araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1, **2010**.
- [52] Lin, H., *Using Enzymes to Improve Frozen-Dough Bread Quality*, Thesis, Kansas State University Department of Grain Science and Industry, 27-53, **2008**.
- [53] Collar, C., Andreu, P., Martinez-Anaya, M.A., Interactive effects of flour, starter and enzyme on bread dough machinability, *Z Lebensm Unters Forsch A* 207, 133-139, **1998**.
- [54] Junqueira, R.M., Cocato, L.M., Colli, C., Castro, I.A., Synergism between lipoxygenase-active soybean flour and ascorbic acid on rheological and sensory properties of wheat bread, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 194-198, **2008**.
- [55] Aamondt, A., Magnus, E.M., Faergeste, E.M., Effect of flour quality, ascorbic acid and DATEM on dough rheological parameters and hearth loaves characteristics, *Journal of Food Science*, 2202-2210, **2003**.
- [56] Mikuš, L., Kováčová, M., Dodok, L., Medvedová, A., Mikušová, L., Šturdík, E., Effects of enzymes and hydrocolloids on physical, sensory and shelf-life properties of wheat bread, *Chemical Papers* 67, 292-299, **2013**.
- [57] Anonymous, *Mixolab Applications Handbook*, 9-39, **2006**.
- [58] Collar, C., Significance of viscosity profile of pasted and gelled formulated wheat dough on bread staling, *European Food Research Technology*, 216, 505-523, **2003**.
- [59] Rosell, C. M., Collar, C., Haros, M., Assessment of hydrocolloid effects on the thermo-mechanical properties of wheat using the Mixolab, *Food Hydrocolloids*, 21, 452-462, **2007**.
- [60] Kahraman, K., Sakıyan, O., Oztürk, S., Koksel, H., Sumnu, G., Dubat, A., Utilization of Mixolab to predict the suitability of flours in terms of cake quality, *European Food Research Technology*, 565-570, **2008**.
- [61] Dubat, A., *The Mixolab*, Mixolab A New Approach to Rheology, 3-12, **2013**.
- [62] Banu, I., Stoenescu, G., Ionescu, V., Aprodu, I., Estimation of the baking quality of wheat flours based on rheological parameters of the Mixolab curve, *Czech J. Food Sci.*, 35-44, **2011**.
- [63] Tain, A.E., Zinca, G., Banu, I., Studies about Obtaining Safe and Healthy Bakery Products Using the Beneficial Properties of Enzymes, *Chem. Bull. "POLITEHNICA" Univ. (Timisoara)*, 53, 110-113, **2008**.
- [64] Collar, C., Bollain, C., Rosell, C.M., Rheological Behaviour of Formulated Bread Doughs During Mixing and Heating, *Food Science and Technology International*, 99-107, **2007**.
- [65] Collar, C., *Use of Mixolab on Formulated Flours*, Mixolab A New Approach to Rheology, 33-43, **2013**.
- [66] Dubat, A., Rosell, C.M., *Effects of Additives and Technological Aids (Enzymes) on the Mixolab Curve*, Mixolab A New Approach to Rheology, 71-76, **2013**.
- [67] Haros, M., Ferrer, A., Rosell, A.M., Rheological behavior of whole wheat flour, *IUFost*, 1143-1147, **2006**.

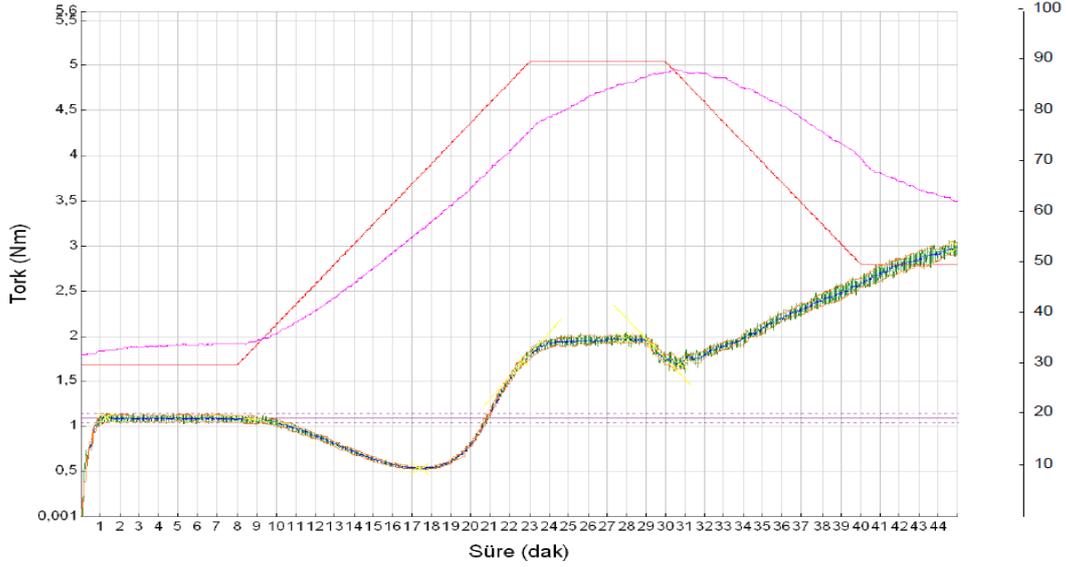
- [68] AACCI, Approved methods of the AACCI.10th Ed. Method 08-01, Method 10-11, Method 38-01, Method No: 38-11, Method 44-01, Method 54-21, Method 56-81B, Method 56-60 a, Method. St. Paul, MN, USA, **2000**.
- [69] Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A., Karacan, H., *Hububat Laboratuvarı El Kitabı*, Hacettepe Üniversitesi Müh. Fak. Yayınları, 81-118, **2000**.
- [70] AACCI, Alveograph Method for Soft and Hard Wheat Flour, Method No: 54-30 a, The Association, St. Paul, MN, USA, **2000**.
- [71] AACCI, Determination of Rheological Behaviors a Function of Mixing and Temperature Increase in Wheat Flour and Whole Wheat Meal, Method No: 54-60.01, The Association, St. Paul, MN, USA, **2010**.
- [72] Anonymous, Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği, Tebliğ No: 99/1, T.C. Resmi Gazete, Sayı: 23614, **1999**.
- [73] Anonymous, Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği, Tebliğ No: 2013/9, T.C. Resmi Gazete, Sayı: 28606, **2013**.
- [74] Rosell, C.M., *Gluten-Free Cereals and Flours and the Mixolab*, Mixolab A New Approach to Rheology, 65, **2013**.

EKLER

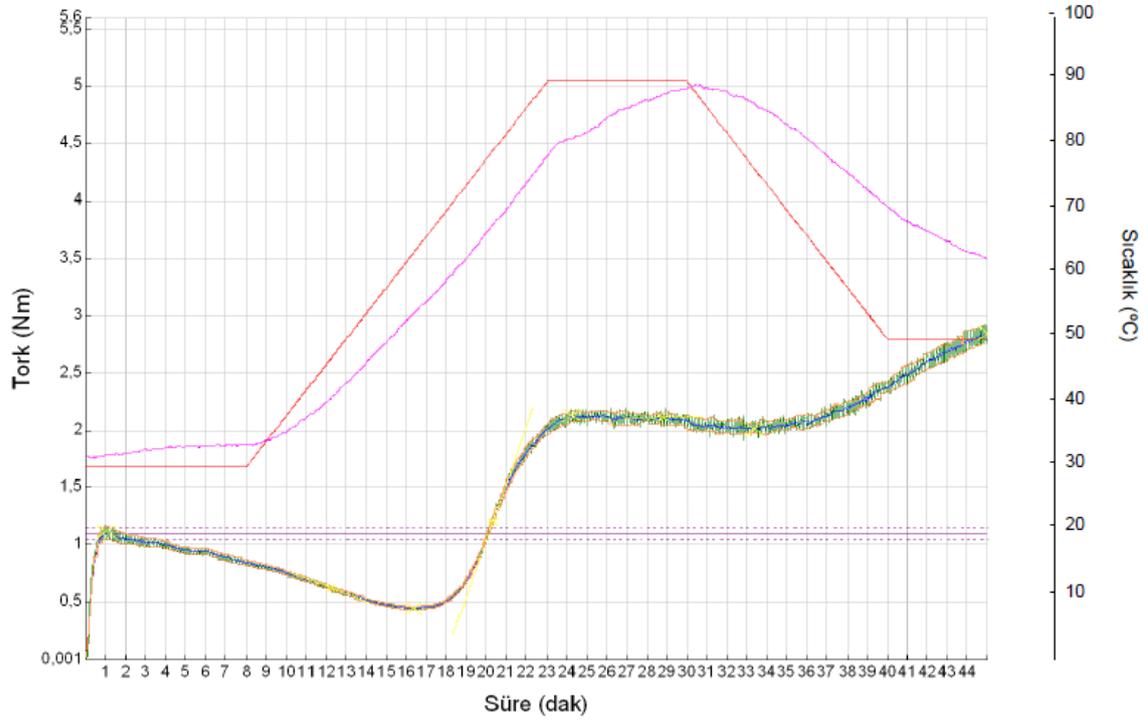
Ek 1. Duyusal Analiz Sonuçları

		Simetri (5)	Kabuk Rengi (4)	Gözenek (10)	Ekmek İçi Rengi (10)	Yumuşaklık (10)
KUVVETLİ UN	Kontrol	5	3	8	10	8
	Kombinasyon 1	5	3	9	10	9
	Kombinasyon 2	5	4	10	10	9
	Kombinasyon 3	5	4	10	10	9
ZAYIF UN	Kontrol	5	4	8	10	7
	Kombinasyon 1	5	4	9	10	9
	Kombinasyon 2	5	4	10	10	9
	Kombinasyon 3	5	4	10	9	10
TAM BUĞDAY UNU	Kontrol	5	4	8	10	7
	Kombinasyon 1	5	4	8	10	8
	Kombinasyon 2	5	4	9	10	10
	Kombinasyon 3	5	4	10	9	10

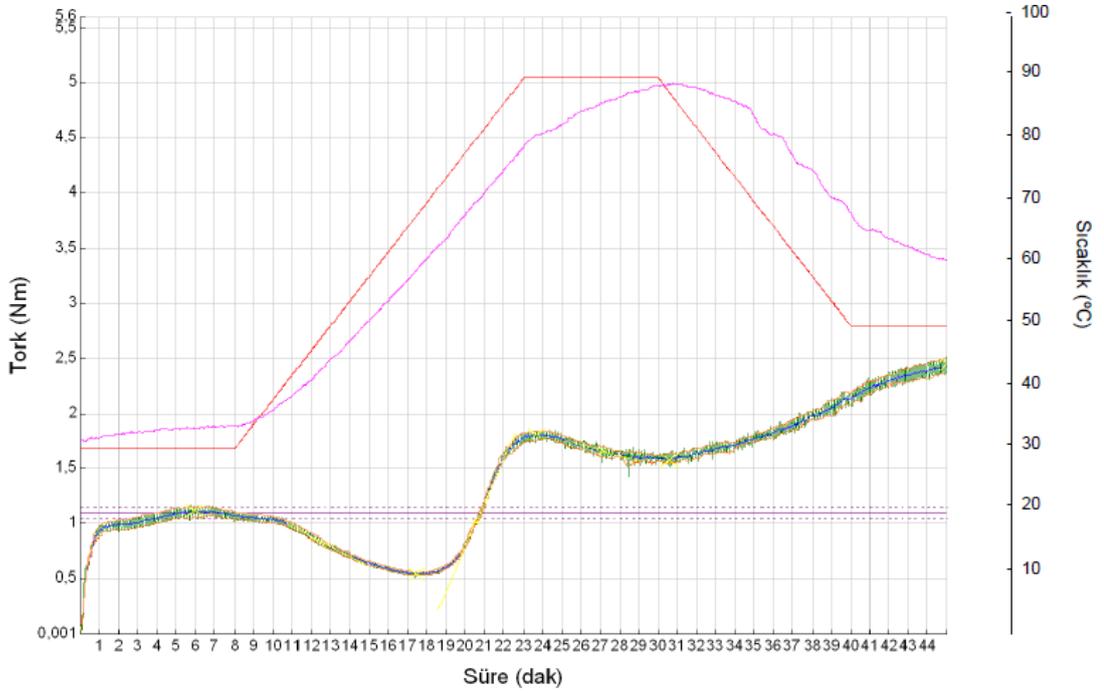
Ek 2. Kuvvetli Unun Miksolab Grafiği



Ek 3. Zayıf Unun Miksolab Grafiği



Ek 4. Tam Buğday Ununun Miksolab Grafiği



ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Aslıhan ÜNÜVAR
Doğum Yeri : Ankara
Doğum Yılı : 1987
Medeni Hali : Bekar
E-posta : aslihanunuvar@gmail.com
Adres : Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Eğitim

Lise (2001-2005) : Gaziantep Süper Lisesi
Lisans (2005-2010) : Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce-İyi

İş Deneyimi –

Deneyim Alanları

TÜBİTAK destekli Budapeşte Teknolojisi ve Ekonomi Üniversitesi (BUTE), Hacettepe Üniversitesi ve Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen “Hububat ve Hububat Ürünlerinde Kalite ve Güvenliğin Geliştirilmesi” projesi
EuroFoodChem XVI kongresinde poster: “Properties of Crackers Supplemented with Different Resistant Starches” (2011, Polonya)

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi –

Tezden Üretilmiş Yayılar –

Tezden Üretilmiş Sözlü Sunumu İle Katıldığı Toplantılar

EuroFoodChem XVII kongresinde sözlü sunum: “Effects of Some Additives on Dough Rheological Properties and Bread Quality” (2013, Türkiye)