



**KRAKER ÜRETİMİNDE
SODYUM METABİSÜLFİT KULLANIMININ
ÇEŞİTLİ ENZİMLER VE
MAYA EKSTRAKTI İLE İKAME EDİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdullah Mesut TERZİ

Danışman

Doç. Dr. Harun DIRAMAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2019

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KRAKER ÜRETİMİNDE SODYUM METABİSÜLFİT
KULLANIMININ ÇEŞİTLİ ENZİMLER VE MAYA EKSTRAKTI
İLE İKAME EDİLMESİ

Abdullah Mesut TERZİ

Danışman
Doç. Dr. Harun DIRAMAN

GIDA MÜHENDSİLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2019

TEZ ONAY SAYFASI

Abdullah Mesut TERZİ tarafından hazırlanan “Kraker Üretiminde Sodyum Metabisülfid Kullanımının Çeşitli Enzimler ve Maya Ekstraktı İle İkame Edilmesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 19/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Harun DIRAMAN

Başkan : Doç. Dr. Harun DIRAMAN
Afyon Kocatepe Üniv., Mühendislik Fakültesi

Üye : Doç. Dr. Fatma IŞIK
Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Dilek DEMİRBÜKER KAVAK
Afyon Kocatepe Üniv., Mühendislik Fakültesi

İmza







Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. İbrahim EROL
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım
bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar 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 tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

19.06.2019

İmza

Abdullah Mesut TERZİ



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KRAKER ÜRETİMİNDE SODYUM METABİSÜLFİT KULLANIMININ ÇEŞİTLİ ENZİMLER VE MAYA EKSTRAKTI İLE İKAME EDİLMESİ

Abdullah Mesut TERZİ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Harun DIRAMAN

Bu araştırmada, kraker üretiminde kullanılan sodyum metabisülfite yerine çeşitli enzimler ve maya ekstraktının kullanım imkanları araştırılmıştır. Çalışmada standart reçetede kraker üretiminde yaygın olarak kullanılan sodyum metabisülfite (% 0,03) ve bakteriyel proteaz (% 0,01) kullanılmış, sodyum metabisülfite alternatif olarak da maya ekstraktı (% 0,04), hemiselüloz (% 0,003), fungal proteaz (% 0,036) ve bakteriyel proteaz (% 0,037) kullanılmıştır.

Denemelerde kullanılacak unda öncelikle protein analizi, yaş gluten analizi, gluten indeksi, rutubet analizi, zeleni sedimantasyon analizi, unda düşme sayısı ve zedelenmiş nişasta analizi yapılmış olup sonrasında enzimler ve maya ekstraktı ilavesi ile farinograf analizi, amilograf analizleri ve ekstensograf analizi yapılmıştır. Farinograf analizi ile unun gelişme süresi, stabilitesi ve yumuşama derecelerine; amilograf analizi ile de unun jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı, maksimum jelatinizasyon sıcaklığı ve maksimum jelatinizasyon değerleri; ekstensograf analizi ile de hamurun sabit deformasyondaki direnci, hamurun uzamaya karşı gösterdiği maksimum direnç, hamurun uzama kabiliyeti ve enerji tespiti yapılmıştır.

Diğer hammaddelerin de ilavesi ile uygulanan reçetelerde daha önce unda yapılan farinograf analizi ile elde edilen verilere göre hamur karıştırma süreleri ve kullanılan su miktarlarında değişiklikler yapılmıştır. Standart reçetede kullanılan SMS ve bakteriyel proteazlı unun, maya ekstraktlı unun ve bakteriyel proteazlı unun stabilite değerleri çok düşük ve yumuşama değerleri oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Hemiselülozlu unda ve fungal proteazlı unda bu durumun tersi görülmüştür. Bu duruma bağlı olarak hemiselülozlu ve fungal proteazlı reçetelerde kullanılan su miktarlarının ve hamur karıştırma sürelerinin diğerlerine göre fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca hamurlarda

dinlendirme uygulanmış (24 °C de 30 d), dinlenmemiş hamurlar ile proseste ve ürün kalitesi üzerinde farklar gözlemlenmiştir.

Yapılan krakerlerde çap, kalınlık ve yayılma oranı tespiti yapıldıktan sonra pH tayini, rutubet tayini, protein miktarı, tekstür analizi, renk tayini ve daha önce belirlenen kriterlere göre duyusal analiz testleri yapılmıştır. Ayrıca ürünlerin kırılabilirlik - çatlaklıklar durumları gözlemlenmiştir. Buna bağlı olarak ürünlerin bir, üç ve altı aylık incelemelerinde maya ekstraktlı reçetede hem dinlenmiş hem de dinlenmemiş hamurda çatlama ve kırılmalar görülmüştür. Standart reçetede çatlama görülmemiş olup yine bakteriyel proteazlı reçete ürünlerinde de (hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamurda) çatlama görülmemiştir. Fungal proteazlı ve hemiselülozlu reçete ürünlerinde ise dinlenmiş hamur ürünlerinde çatlama var ancak dinlenmemiş hamur ürünlerinde yoktur. Yapılan analizler neticesinde hamur karıştırma süreleri ve hamurda kullanılan su miktarları dışında büyük farklılıklar görülmemiş, uygulanabilirlik anlamında denemelerde kullanılan hammaddelerin sülfite ikamesi için uygun olduğu görülmüştür. Ayrıca yapılan duyusal analizler sonucunda standart reçete baz alındığında en yakın ürün, bakteriyel proteazlı dinlenmemiş hamur reçetesi olduğu görülmüştür.

2019,xiii + 76 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kraker, Enzim, Sodyum, Sülfite, Maya, Ekstrakt

ABSTRACT
M.Sc. Thesis

**THE USE OF VARIOUS ENZYMES AND YEAST EXTRACTS INSTEAD OF
SODIUM METABIC SULFIDE IN CRACKER PRODUCTION**

Abdullah Mesut TERZİ

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Harun DIRAMAN

In this research, the use of various enzymes and yeast extracts instead of sodium metabisulphite used in cracker production were investigated. In the study, sodium metabisulphite (0,03%) and bacterial protease (0,01%) were widely used in the control prescription, and yeast extract as an alternative to sodium metabisulfite (0,04%), hemicellulase (0,003%), fungal protease (0.036%) and bacterial protease (0.037%) were used. Firstly, protein analysis, wet gluten analysis, gluten index, moisture analysis, zeleny sedimentation analysis, number of falls in flour, and starch analysis were performed. After that, with the addition of enzymes and yeast extract, pharynograph analysis, amylograph analysis and extensograph analysis were performed. Farinograph analysis of flour development time, stability and degree of softening; gelatinization starting temperature, maximum gelatinization temperature and maximum gelatinization values of flour with amylography analysis; the extensor resistance of the dough by using extensograph analysis, the maximum resistance of the dough to elongation, dough extension ability and energy were determined.

According to the data obtained by the farinograph analysis done in the flour before the other raw materials were added with the addition of other raw materials, dough mixing times and changes in the amount of water used were made. The stability of the SMS and bacterial protease flour, yeast extract and bacterial protease were very low and their softening values were quite high. This situation was observed in hemicellulase flour and fungal protease. Depending on this situation, the amount of water used in prescriptions with hemicellulase and fungal protease was higher than the others and the dough mixing times were more than the others. In addition, the doughs were rested in the doughs (30 d at 24 °C) and the differences were observed in the process and the product quality.

After determining the diameter, thickness and spread rate in the crackers, pH determination, moisture determination, protein amount, texture analysis, color determination and sensory analysis tests were performed according to the previously determined criteria. In addition, fragility - crack conditions of the products have been observed. Accordingly, one, three and six month examination of the products in the recipe with yeast extract, both rested and unheated dough cracking and cracking were seen. No cracking was observed in the control prescription and no cracking was observed in the bacterial protease prescription products (both in the rested and unheated dough). In recipe products with fungal protease and hemicellulase, rested dough products have cracking, but they are not present in unheated dough products. As a result of the analyzes, there were no significant differences except the dough mixing times and the water amounts used in the dough. In addition, as a result of the sensory analysis, it was seen that the closest product was bacterial protease recipe based on the control recipe.

2019, xiii + 76 pages

Keywords: Crackers, Enzyme, Sodium, Sulphite, Yeast, Extract

TEŐEKKÖR

Bu araştırmanın konusu, deneysel alışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Harun DIRAMAN' a, araştırma ve yazım süresince yardımlarını esirgemeyen biricik eşim Habibe TERZİ' ye, yine araştırma sürecinde yardımlarını esirgemeyen değerli mesai arkadaşım Seda TETİK' e ve her konuda koşulsuz desteklerini sunan kıymetli arkadaşlarım Musa Nehir S ZEN ve  mer ACAR' a, her konuda öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teőekk r ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme teőekk r ederim.

Abdullah Mesut TERZİ
AFYONKARAHİSAR, 2019

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
RESİMLER DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	4
2.1 Bisküvi ve Kraker Üretimi Hakkında Genel Bilgiler.....	4
2.2 Kraker Üzerine Yapılan Çalışmalar	9
2.3 Kraker Üretiminde Sodyum Metabisülfite (SMS) Kullanımı	10
2.4 Kraker Üretiminde SMS Yerine İkame Edilebilecek Hammaddeler	11
2.4.1 Enzimler	11
2.4.1.1 Proteazlar	12
2.4.1.2 Hemiselülozlar	12
2.4.2 Maya ekstraktı	13
2.5 Krakerlerin Bileşimleri ve Nitelikleri Üzerine Yapılmış Çalışmalar.....	14
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1 Materyal.....	18
3.2 Metot	18
3.2.1 Denemelerin Düzenlenmesi	18
3.2.2 Hammaddede (Un) Yapılan Analizler	23
3.2.2.1 Fizikokimyasal Analizler.....	23
3.2.2.2 Reolojik Analizler	27
3.2.3 Krakerde Yapılan Analizler	31
3.2.3.1 Rutubet Miktarı Tayini	31
3.2.3.2 pH Tayini	31
3.2.3.3 Protein Miktarı Tayini	31
3.2.3.4 Kül Tayini.....	31
3.2.3.5 Tuz Tayini.....	32
3.2.3.6 Tuzsuz Kül Tayini	33
3.2.3.7 Çap, kalınlık ve yayılma oranı	33

3.2.3.8	Tekstür Tayini	34
3.2.3.9	Renk Tayini.....	34
3.2.4	Krakerlerde Yapılan Duyusal Analizler	34
3.2.4.1	Krakerlerin Görünüş Özellikleri	34
3.2.4.2	Krakerlerin Tat Özellikleri	35
3.2.5	İstatistiksel Analizler	35
4.	BULGULAR.....	36
4.1	Hammaddede (Un) Yapılan Analizler	36
4.1.1	Fizikokimyasal Analizler	36
4.1.2	Reolojik Analizler.....	38
4.1.2.1	Farinograf Özelliklerinin Belirlenmesi.....	38
4.1.2.2	Amilograf Özelliklerinin Belirlenmesi.....	39
4.1.2.3	Ekstensograf Özelliklerinin Belirlenmesi.....	39
4.2.	Krakerlerde Yapılan Analizler.....	40
4.2.1	Kraker Örneklerinde Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	40
4.2.2	Kraker örneklerinde çap, kalınlık ve yayılma oranı	45
4.2.3	Krakerlerin Renk Özellikleri.....	47
4.2.4	Krakerlerin Duyusal Özellikleri	49
4.2.4.1	Krakerlerin Birinci Ay Kırılabilirlik - Çatlaklık Durumu.....	55
4.2.4.2	Krakerlerin Üçüncü Ay Kırılabilirlik - Çatlaklık Durumu	57
4.2.4.3	Krakerlerin Altıncı Ay Kırılabilirlik - Çatlaklık Durumu.....	60
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ.....	63
6.	KAYNAKLAR	65
	ÖZGEÇMİŞ.....	70

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

(NH ₄) ₂ SO ₄	Amonyum sülfat
µg/g	Mikrogram/gram
0C	Santigrat derece
AgNO ₃	Gümüş nitrat
CO ₂	Karbondioksit
H ₃ BO ₃	Borik asit
HNO ₃	Nitrik asit
KI	Potasyum iyodür
NaCl	Sodyum klorür
NaOH	Sodyum hidroksit

Kısaltmalar

A.Ş.	Anonim Şirketi
AACC	American Association for Clinical Chemistry
Ar - Ge	Araştırma - Geliştirme
AU	Amilograf Unit
BU	Brabender Unit
cm	Santimetre
cm ²	Santimetre kare
d	Dakika
EN	European Quality Standard
FU	Farinograf Unit
g	Gram
GAE	Gallik asit eşdeğeri
ICC	International Chamber of Commerce
ISO	International Organization for Standardization
LTD. ŞTİ.	Limited Şirketi
meq	Miliekivalen
MEVKA	Mevlana Kalkınma Ajansı
mL	Mililitre
mm	Milimetre
N	Newton
NÇU	Nar çekirdeği unu
s	Saniye
SMS	Sodyum metabisülfid
TGK	Türk Gıda Kodeksi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Gıda sanayi alt sektörlerinin dağılımı.	7
Şekil 2.2 Endüstriyel kraker üretim proses basamakları.....	9
Şekil 3.1 Kraker üretim proses basamakları.	23
Şekil 4.1 Krakerlerin duyusal test sonuçları toplam puanları kıyaslamaları.....	54



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Yıllara göre Türkiye'nin bisküvi ihracatı.....	8
Çizelge 3.1 Araştırmada kullanılan kraker örneklerinin formül bileşimleri.	19
Çizelge 3.2 Formül bileşimine ve uygulamalara göre kraker hamurlarında kullanılan su miktarı ve hamur karıştırma süreleri.....	20
Çizelge 4.1 Denemelerde kullanılan unun fizikokimyasal özellikleri.....	37
Çizelge 4.2 Denemelerde kullanılan unun farinograf özellikleri.	38
Çizelge 4.3 Denemelerde kullanılan unun amilograf özellikleri.....	39
Çizelge 4.4 Denemelerde kullanılan unun ekstensograf özellikleri.	40
Çizelge 4.5 Dinlenmiş hamurlarla üretilen krakerlerin rutubet, protein, pH, kül, tuz, tuzsuz kül ve tekstür değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	44
Çizelge 4.6 Dinlenmemiş hamurlarla üretilen krakerlerin rutubet, protein, pH, kül, tuz, tuzsuz kül ve tekstür değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	44
Çizelge 4.7 Dinlenmiş hamurlarla üretilen krakerlerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	46
Çizelge 4.8 Dinlenmemiş hamurlarla üretilen krakerlerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	47
Çizelge 4.9 Dinlenmiş hamurlarla üretilen krakerlerin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	48
Çizelge 4.10 Dinlenmemiş hamurlarla üretilen krakerlerin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları ¹	49
Çizelge 4.11 Dinlenmiş hamurlarla üretilen krakerlerin duyu analizi sonuçlarına ait çoklu karşılaştırma testi değerleri ¹	52
Çizelge 4.12 Dinlenmemiş hamurlarla üretilen krakerlerin duyu analizi sonuçlarına ait çoklu karşılaştırma testi değerleri ¹	53
Çizelge 4.13 Krakerlerin bir aylık kırılma - çatlama durumu	55
Çizelge 4.14 Krakerlerin üç aylık kırılma - çatlama durumu.....	58

Çizelge 4.15 Krakerlerin altı aylık kırılma - çatlama durumu	61
---	----



RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 2.1 Gluten proteininde disülfid bağ oluşumu.....	10
Resim 3.1 Laboratuvar tipi mikser	20
Resim 3.2 Laboratuvar tipi silindir.....	21
Resim 3.3 Laboratuvar tipi fırın.....	22
Resim 4.1 Standart reçete dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi bir aylık kraker fotoğrafları.....	56
Resim 4.2 Maya ekstraktlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi bir aylık kraker fotoğrafları.....	56
Resim 4.3 Hemiselülozlu dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi bir aylık kraker fotoğrafları.....	56
Resim 4.4 Fungal proteazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi bir aylık kraker fotoğrafları.....	57
Resim 4.5 Bakteriyel proteazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi bir aylık kraker fotoğrafları.....	57
Resim 4.6 Standart reçete dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi üç aylık kraker fotoğrafları.....	58
Resim 4.7 Maya ekstraktlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi üç aylık kraker fotoğrafları.....	59
Resim 4.8 Hemiselülozlu dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi üç aylık kraker fotoğrafları.....	59
Resim 4.9 Fungal proteazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi üç aylık kraker fotoğrafları.....	59
Resim 4.10 Bakteriyel proteazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi üç aylık kraker fotoğrafları.....	60
Resim 4.11 Standart reçete dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi altı aylık kraker fotoğrafları.....	61

Resim 4.12 Maya ekstraktlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi altı aylık kraker fotoğrafları.....	61
Resim 4.13 Hemiselülaazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi altı aylık kraker fotoğrafları.....	62
Resim 4.14 Fungal proteazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi altı aylık kraker fotoğrafları.....	62
Resim 4.15 Bakteriyel proteazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi altı aylık kraker fotoğrafları.....	62



1. GİRİŞ

Bisküvi üretiminde endüstriyel anlamda üretilecek ürün çeşidine göre dört farklı hamur tipi ile çalışılmaktadır. Bunlar temel olarak reçetede ki yağ, su ve un yüzdesine göre farklılık göstermektedir. Hamur tipleri sırasıyla rotatif, keski, tel keski ve extrude - routpress hamurlarıdır. Kraker yapımında kullanılan keski hamurudur. Bu hamur tipinde üretim hattı üzerinde çalışırken hamurun bant üzerine yaydırılmasına bağlı olarak üzerine baskı yapılmak sureti ile ürünün kalıplanarak şekil alması prensibine göre çalışılmaktadır. Hamurun üretim hattında kolayca yayılması için bazı kimyasal katkı maddeleri ile müdahaleler gereklidir. Bunun için endüstriyel çalışmalarda yaygın şekilde kullanılan kimyasal maddelerin başında da sodyum metabisülfid gelmektedir (Oliver and Wheeler 1996). Bu çalışmada ele alınan ve kraker (tuzlu bisküvi) yapımında kullanılan hamur tipi keski hamurudur.

Türk Standartları Enstitüsünün hazırladığı TS 2383 Bisküvi Standardına göre bisküvi; “Tahıl unu veya unları içine kabartmayı sağlayıcı maddeler, şeker, tuz, yağ ve Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde kullanılmasına izin verilen maddelerden biri veya birkaçı katıldıktan sonra su ile yoğrularak tekniğine uygun bir biçimde işlenmesi, şekil verilmesi sonucunda elde olunan unlu mamul” olarak tanımlanmaktadır (TSE 2010). Tanımda bahsedilen temel maddelerin dışında bisküvi çeşidine bağlı olarak pek çok farklı bileşen de formülasyonda yer alabilmektedir. Bisküvi adı altında toplanan ürünler çok çeşitli olmakla birlikte, içlerindeki tuz ve şeker içeriklerine göre çeşitlere; sade ve katkılu oluşlarına göre de tiplere ayrılmaktadır (Madenci ve Türker 2011). Bisküviler bileşimindeki maddeler açısından tatlı ve tuzlu olarak iki çeşittir. Ayrıca çeşni maddesi ilave edilip edilmediklerine göre de sade ve çeşnili olmak üzere iki çeşittir (TSE 2010).

Tuzlu çeşitler genellikle sektörde kraker olarak isimlendirilen bisküvi tipleridir. Kraker, orta kuvvette unlardan üretilen genellikle tuzlu, sert hamur bisküvisi olarak tarif edilmektedir. Mayalı ya da mayasız olarak farklı şekillerde üretilebilen, kuru, ince ve gevrek fırın ürünleridir. Krakerlerin tuzlu kraker, soda kraker, peynirli kraker, yarı tatlı kraker, Graham kraker, kremalı kraker, su krakeri vs. gibi çeşitleri vardır (Yoneya and Nip 2006). Krakerler insan diyetinde yaygın tüketilen aperatif ürünlerdir (Sedej *et al.* 2011). Ayrıca krakerler, düşük nem içeriği sayesinde (maksimum % 6), birçok unlu mamul için sorun teşkil eden küflenmeye karşı da dayanıklıdır (Han *et al.* 2010).

Krakerlerdeki temel bileşenler; buğday unu, su, yağ, kabarmayı sağlayıcı maddeler (kabartıcılar veya maya), şeker, sıvı şeker ve tuzdur (Gündoğdu Sertakan 2006, Yoneya and Nip 2006).

Bisküvinin başlıca bileşenleri un, şeker, yağ, glikoz, süt veya süt tozu olsa da bunlara ilaveten pek çok aroma, tat ve koku maddelerini içerdiği de bilinmektedir. Bu nedenle her yaştaki insan beslenmesi için önemli bir gıda maddesidir (Ünal 1986). Uzun süre ambalaj içinde bozulmadan kalabilen kahvaltıda, piknikte, işyerinde, seyahatte yenilebilen bir gıda maddesidir. Bunun sonucu olarak da diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de çeşit ve bileşimi birbirinden farklı birçok bisküvi çeşidi üretilmeye başlanmıştır. Bazı bisküvi çeşitlerinin kimyasal özellikleri ile mineral ve vitamin içeriklerini belirlemek için yapılan bir araştırmada, bisküvilerin ortalama protein miktarı % 6.9, ortalama selüloz miktarı % 0.93, ortalama yağ miktarı % 16.1, ortalama tuz miktarı % 1.10, ortalama nem miktarı % 4.3 ve ortalama tiamin ve riboflavin miktarı 0.92 µg, 0.77 µg olarak tespit edilmiştir (Özkaya vd. 1984).

Sülfidler, genel olarak gıda koruyucusu olarak ve fermente içeceklerin ambalajlarında kullanılmaktadırlar. Fırınlanmış ürünler, çaylar, çeşniler, deniz ürünleri, reçeller, jöleler, kurutulmuş meyveler, meyve suları, konserve ve suyu alınmış sebzeler, dondurulmuş patates ve çorba karışımlarında ve içeceklerde bulunurlar (Özkaya vd. 1984). Kraker üretiminde de kullanılan bu kimyasal madde, hamurun yaydırılması için gluteni zayıflatmak, uzama kabiliyetini artırmak, hamurun viskozite ve elastikiyetini azaltmak için gluten proteinindeki disülfid bağlarını kırmada kullanılmaktadır (Manley 1991, Kara vd. 2005). Sodyum metabisülfid (SMS), bir kükürt dioksit kaynağı olarak davranır ve hamurun elastik özelliklerini zayıflatır. Gluten proteinlerinde bulunan disülfid köprülerinden bazılarını kırarak, kalıpta şekillenen hamur parçalarının büzüşme ihtimalini azaltır. Hamur reçetesine SMS eklenmesi aynı zamanda hamur karıştırma süresinde, hamurun gevşeme zamanında ve hamur reçetesinde kullanılacak suda gerekli seviyede bir azalma sağlamaktadır. Bazı yabancı buğday çeşitlerinden elde edilen unlardan üretilen krakerlerde SMS ilavesi ile daha yumuşak yeme kalitesindeki krakerlerin üretildiği de tespit edilmiştir (Oliver *et al.* 1995). Bununla beraber SMS'in üründe antioksidan ve koruyucu etkisi de bulunmaktadır (Güneş 2014).

Ancak Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre SMS'in kullanım sınırı vardır. Buna göre günlük kullanımı son ürün için kilogramda 2 mg'dır (TGK 2013). Çünkü alerjen bir kimyasal katkıdır. Buna bağlı olarak fazla alınması durumunda karaciğerde depolanır ve burada sülfata oksitlenerek vücuttan üre olarak atılmaktadır (Güneş 2014). Ayrıca göğüste sıkışma, kurdeşen, karında kramp, ishal, kan basıncı düşmesi, başta yanma hissi, halsizlik, nabız hızlanması gibi bulgulara neden olabilmektedir (Özkaya vd. 1984). Bununla birlikte suyla karıştırıldığında ağır bir koku ortaya çıkmaktadır. Bu koku solunum sorunu ya da astım rahatsızlığı olan kişilerin nefes almasını zorlaştırabilmektedir. Ayrıca alerjen bir hammaddedir. Sülfite duyarlılığı olanlarda baş ağrısı, nefes problemleri, kaşıntı görülebilmektedir. Ayrıca yine alerjik rahatsızlığı olanlarda gastrite neden olabilmektedir (Güneş 2014).

Kraker ürünlerine faydası göz ardı edilemeyecek kadar çok olan bu hammaddenin alerjisi olan tüketiciye bu etkileri göz önüne alındığında SMS yerine ikame edilecek bazı katkı maddelerine ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bu bağlamda yapılan bu araştırmada halihazırda bisküvi ve kraker üretim sektöründe de genellikle SMS ile birlikte kullanılan proteolitik enzimlerin ve maya ekstraktının tamamen SMS yerine ikame edilmesi için yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Enzimlerin yerine SMS'in tercih edilmesinin başlıca nedeni daha ucuz olmasıdır. Ayrıca enzimlerin ve maya ekstraktının SMS kadar hamura yeterli düzeyde etki edemeyebileceği hususundan dolayı genellikle kraker üretiminde SMS ile desteklenerek kullanıldığı bilinmektedir.

Buna karşılık olarak, kraker üretiminde kullanılan enzimlerin doğal bir katkı maddesi olması ve alerjik bir risk içermemesi de onların en büyük avantajıdır. Ek olarak Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'ne göre kullanım çalışmada kullanılacak enzimlerin ve maya ekstraktının kullanım sınırı yoktur. Bu çalışmada kraker üretiminde SMS yerine teknolojik amaç ile ikame edilebilecek hamur geliştirici çeşitli katkı maddeleri (maya ekstraktı, hemiselülaz enzimi, fungal ve bakteriyel proteazlar) uygulanmış olup, bunların kraker üretimindeki bazı etkileri ele alınmıştır. Aparatif (atıştırılabilirlik) bir gıda olan kraker konusunda sınırlı olan bilimsel çalışmalardan yola çıkarak doğru katkı sağlamak, endüstriyel boyutta kraker üretiminde SMS yerine kullanılabilecek farklı hamur geliştiricilerin kraker niteliklerine yapabilecekleri muhtemel kalite ve teknolojik gelişmeler bu araştırma ile incelenmiştir.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Bisküvi ve Kraker Üretimi Hakkında Genel Bilgiler

İlk kez Romalıların keşfettiği kabul edilen bisküvi, Latince “bi costus”, Fransızca “bescoit” sözcüklerinden türetilmiş olup, “iki defa pişirilmiş” anlamına gelmektedir. Bisküvi; zayıf (yumuşak, özellikle *Triticum compactum* ya da Topbaş ayrıca *Triticum aestivum*’un yumuşak çeşitlerinden elde edilen) buğday unundan, şeker ve yağ ilavesiyle hazırlanan sıkı hamurun şekillendirilmesi ve pişirilmesi ile elde edilen tüketime hazır bir gıda maddesidir. Bunlardan başka, tekstür sağlayıcı, besin değerini artırıcı ve aromatan olarak çok değişik katkı maddeleri de ilave edilebilmektedir (Elgün ve Türker 1995). Yumuşak buğday unları kimyasal mayalı kraker, bisküvi, pankek, pasta, kek, dondurma külahı, yassı ekmek gibi pek çok üründe tercih edilmektedirler (Morris 2004, Zhang *et al.* 2007). Yumuşak buğdaylarda protein oranı düşük, nişasta oranı yüksektir. Bu buğdaydan elde edilecek un bisküvi sanayi için istenilen özelliktedir (Yaralı 2014). Buğdayın en önemli kalite kriterleri olarak kabul edilen gluten niceliği ve niteliği; gaz tutma kapasitesi, hamurun yoğrulma, işlenme, ve son ürün kalitesi üzerinde etkili olan en önemli öğelerdir. Gluten niceliğinin fazlalığı ve niteliğinin yüksekliği buğdaylarda bir kalite kriteri olarak kabul edilir (Dizlek 2011).

Unun fiziksel ve tekstürel yapısı elde edildiği buğday çeşidine bağlıdır. Buğdayın çeşidi, yetiştirme koşulları ve öğütülme teknolojisi unun yapısını belirlemektedir. Bisküvinin yapısı da çok büyük oranda una bağlı olduğundan unun özelliklerinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bisküvi yapımında kullanılan unun yapısı yumuşak taneli, protein miktarı düşük, gluteni zayıf buğdaylardan sağlanmaktadır. Yumuşak buğdaylar ve kışlık kırmızı buğdaylar bisküvi üretimi için daha çok tercih edilseler de tüm yumuşak buğdayların bisküvilik kalitesinin iyi olduğunu söylemek yanlış bir ifadedir (Karababa ve Ozan 1995). Buğdayın yapısına göre bir miktar sert buğday da paçal yapılarak kullanılabilir. Sert ve yumuşak buğday oranları iyi ayarlanmalıdır. Yumuşak buğdaylarda protein oranı düşük, nişasta oranı yüksektir. Bu buğdaydan elde edilecek un, bisküvi sanayi için daha fazla istenilen özelliktedir (Öztürk 1998).

Bisküvi yapımında kullanılan unlar, genellikle Topbaş (*Triticum compactum*) buğdayların % 70 - 72 randımanla öğütülmesiyle elde edilen, kalitesi düşük ve protein

miktarı % 7,5 - 12 arasında değişen, düşük kül oranına sahip ince unlardır. Ayrıca bisküvi unları genellikle yaklaşık % 14 civarında nem, % 70 - 75 nişasta içeriğine sahiptirler (Gündoğdu 1996). Dünyada ekonomik değeri olan diğer iki buğday türünden *Triticum durum*, makarna ve ürünlerinin yapımında; *Triticum aestivum* türüne mensup buğdaylar ise çeşit ve özellik bakımından çok farklılık göstermekte olup ekmekçilikte kullanılamayacak kadar zayıf olanlar bisküvi sanayinde kullanılabilmektedir.

Gevrek ve lezzetli bir bisküvi elde etmek için ince nitelikte un kullanılmaktadır. Bisküvinin ağızda eriyerek dağılması un taneciklerinin inceliğine bağlıdır. Un ince olduğunda daha çok su emer. Glutenin (gliadin + glutenin kompleksi) miktar, özelliği ve yapısı unun kullanılacağı ürünü belirleyen en önemli faktördür. Bisküvi için genel olarak düşük glutenli, zayıf un kullanılmaktadır. Ancak bisküvi üretiminde kullanılan katkı maddeleri artıp çeşitlendikçe değişik miktarda ve yapıda glutene sahip un kullanımı da mümkün olabilmektedir. Yine bisküvinin çeşidine göre de gluten miktar ve kalitesinin farklılık göstermesi söz konusudur. Yüksek yağ ve şeker içeriğine sahip bisküvi formülasyonlarında daha yüksek ve daha fazla glutenli un kullanılırken fermantasyon işlemi uygulanan bisküvi çeşitlerinde de yine aynı un kullanılabilmektedir. Bunun tersine daha az kabarma, daha fazla yayılma istenen çeşitlerde düşük ve zayıf glutenli un uygun olmaktadır (Öztürk 1998).

Bisküvilik unlar çeşitlerine göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır;

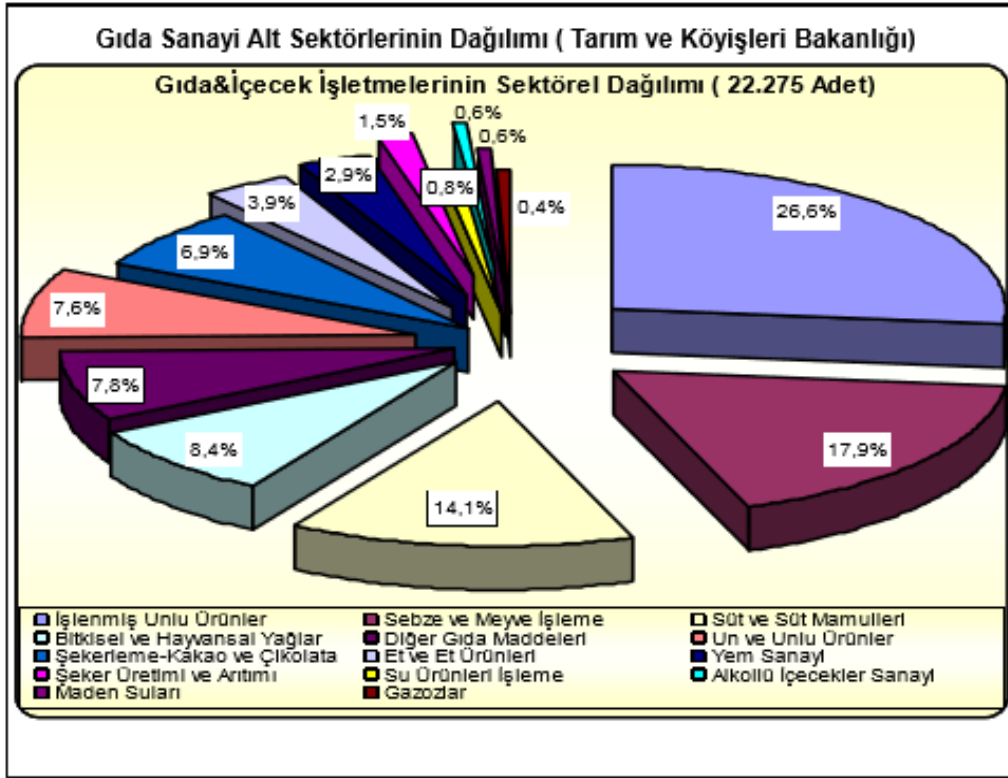
1. Rotatif bisküviler için % 7 - 8,5 glutenli zayıf unlar.
2. Tel keski bisküviler için % 8,5 - 10 glutenli orta kuvvette unlar.
3. Keski krakerler için % 10 - 12 glutenli kuvvetli unlar.

Unları bisküvi üretiminde kullanılmadan önce dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta ise unun olgunlaşmış olmasıdır. Eğer un taze buğdaydan çekilmişse hemen kullanılmamalıdır. Bir süre bekletilip olgunlaşmasında fayda vardır. Rutubet dengesi tam kurulmadığından pişme özelliğini olumsuz etkileyebilmektedir. Buğday tanesinde mineral maddeler kabuk kısmında yoğunlaşmıştır. Öğütmeden önce kabuk (kepek) ne kadar iyi ayrılmışsa unun kül miktarı o kadar düşük olur, külün düşük olması özellikle istenmektedir. Kül oranı yüksek olan unlar bisküvi yapımına uygun değildir. Öncelikle unun rengi esmer olacak ve ürüne de yansiyacaktır. Ayrıca buğdayda enzimlerin çoğu kabukta olduğundan külü yüksek un, kepeği yüksek un olacağından enzimatik bir takım

faaliyetler sonucu unların özelliği bozulabilmekte ve bu da ürünü etkileyebilmektir (Öztürk 1998).

Bisküvi üretimi gıda endüstrisinde önemli sektörlerden birisidir. Gelişmiş ülkelerde oldukça önemli bir yerdedir ve gelişmekte olan ülkelerde ise, hızlı bir gelişme eğilimindedir. Birçok çeşidinin üretiliyor olması, bisküvinin en önemli sevilme nedenidir (Karaduman 2013).

Bisküviler, dünyanın birçok ülkesinde gıda endüstrisinin çok önemli bir parçasıdır. Ülkemizde de hızla gelişen bir sektördür. Şekil 2.1'e göre ülkemizde gıda sanayi alt sektör dağılımı incelendiğinde en büyük pay % 26,6 ile işlenmiş unlu mamuller olmuştur. Tahıla dayalı ürünler içerisinde en fazla katma değer yarattığı kabul edilen bisküvi sektörü, özellikle ihracata yönelik yatırımların odağı haline gelmiştir. Bisküvi sektörünün dünyadaki durumu incelendiğinde, dünya bisküvi üretiminde önde gelen Avrupa Birliği ülkelerinin aynı zamanda dünya bisküvi ihracatında da en önemli ihracatçı ülkeler konumunda olduğu görülmektedir. Dünya tatlı bisküvi ihracatı, 2017 yılında yaklaşık 7,8 milyar USD olarak gerçekleşmiştir. Almanya, Hollanda, Meksika, Belçika, İngiltere, Kanada ve Türkiye dünyanın en önemli ihracatçı ülkeleridir. Değer bazında, 2017 yılı dünya toplam bisküvi ihracatının yaklaşık olarak % 48,5'i bu ülkeler tarafından gerçekleştirilmiştir (MEVKA 2018).



Şekil 2.1 Gıda sanayi alt sektörlerinin dağılımı.

Çizelge 2.1'e göre, bisküvi ihracatı, 2010 yılında 151 294 ton ve 270 milyon USD olarak gerçekleşmiştir. 2008 ve 2009 yıllarında yaşanan küresel krizden dolayı 2009 yılında değer bazında % 7'lik bir düşüş gösteren bisküvi ihracatımız 2010 yılına gelindiğinde bir önceki yıla göre değer bazında % 13, miktar bazında da % 15 oranında artış göstermiştir. 2013 yılında ise bir önceki yıla göre hem miktar hem de değer olarak % 11 civarında bir büyüme gerçekleşmiştir. 2013 yılı içerisinde diğer yıllarda olduğu gibi en önemli ürün grubu, % 81'lik payı ile tatlı bisküviler olmuştur. 2017 yılında ise 2016 yılına göre hem miktar hem değer olarak ihracat miktarı % 3 civarında artmıştır (MEVKA 2018).

Çizelge 2.1 Yıllara göre Türkiye'nin bisküvi ihracatı.

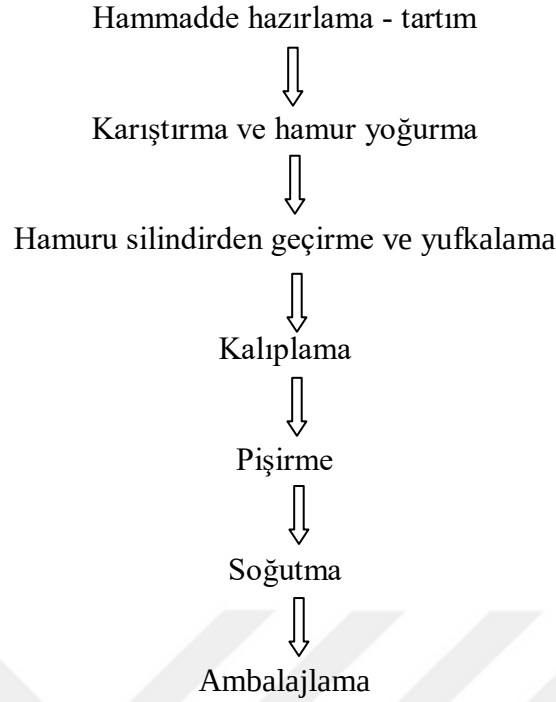
Yıl	Tatlı bisküviler		Bisküviler		Toplam	
	Miktar (ton)	Değer (1000\$)	Miktar (ton)	Değer (1000\$)	Miktar (ton)	Değer (1000\$)
2009	80.774	138.924	50.977	100.092	131.751	239.016
2010	99.793	171.139	51.501	98.536	151.294	269.675
2011	129.095	256.445	35.219	66.185	164.314	322.630
2012	129.966	265.752	31.864	58.946	161.830	324.698
2013	146.165	297.635	32.841	62.213	179.006	359.848
2014	152.701	311.027	33.269	61.643	185.970	372.670
2015	161.859	321.746	15.401	24.891	177.260	346.637
2016	170.519	324.066	7.315	9.991	177.834	334.057
2017	177.556	333.164	6.929	9.369	184.485	342.533

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri

Tatlı bisküviler ihracatımızda 2017 yılı itibariyle, Irak % 20'lik pay ile en önemli pazarımız durumundadır. Bu ülkeyi sırasıyla takip eden Yemen, Birleşik Krallık, Suudi Arabistan, Suriye, Lübnan ve Almanya önemli pazarlarımızdandır (MEVKA 2018).

Bisküvi, bayatlamadan uzun süre saklanması, tüketiciye hoş ve değişik lezzetlerde sunulması nedeniyle öğün dışı beslenmede önemli bir yer tutmaktadır (Doğan ve Uğur 2004). Bisküvi; düşük nem muhtevası (% 2 - 5 arası) sebebiyle, eski zamanlarda denizciler, askerler ve seyyahları yaygın bir şekilde tükettiği bir ürün olarak görülse de, günümüz hayat şartlarında farklı zaman dilimlerinde toplumun çeşitli kesimlerince sevilerek tüketilen ve toplumdan gelen talebe göre çok farklı tip ve çeşitte üretilen tüketime hazır bir gıda maddesidir (Özkaya, vd. 1984). Bisküvi, hem ülkemizde hem de Dünya üzerinde tüketimi çok yüksek olan bir hububat ürünüdür. Beslenme bakımından önemli bir yeri olan bisküvi günlük ihtiyaç maddeleri arasına girmiştir (Levent 2005).

Endüstriyel ölçekte kraker üretiminde temel proses basamakları sırası ile Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Endüstriyel kraker üretim proses basamakları.

2.2 Kraker Üzerine Yapılan Çalışmalar

Aparatif ya da atıştırmalık bir işlenmiş tahıl ürünü olan krakerlerin üretimi ve bileşimi konusunda bisküvilere göre oldukça sınırlı düzeyde bilimsel çalışma olduğu görülmüştür. Oliver vd. (1995)'e göre, kraker hamurlarının ana bileşenleri buğday unu, şeker, yağ ve sudur. Bunlar, iyi geliştirilmiş bir gluten ağı içeren bir hamur oluşturmak için az miktardaki diğer maddelerle birlikte karıştırılır. Aynı zamanda gelişmiş bir gluten ağı içeren ekmek hamurlarına kıyasla, kraker hamurlardaki gluten, daha düşük bir su seviyesi, arttırılmış yağ ve şeker seviyesi nedeniyle daha az uzayabilir ve daha elastiktir. Protein içeriği ve kalitesinin, bir unun kraker üretimine uygunluğunu belirlemede en önemli faktör olduğu tespit edilmiştir. Pişmiş bisküvilerin kabul edilebilir bir görünüme ve yeme kalitesine sahip olmasını sağlamak için gerekli minimum 75 g/kg'dan bir un protein içeriğinin gerekli olduğu bulunmuştur (Wade 1972a). Bisküvi sertliğinin, un proteini içeriği arttıkça, özellikle de protein seviyesi 100 g/kg'ı aştığında arttığı bulunmuştur.

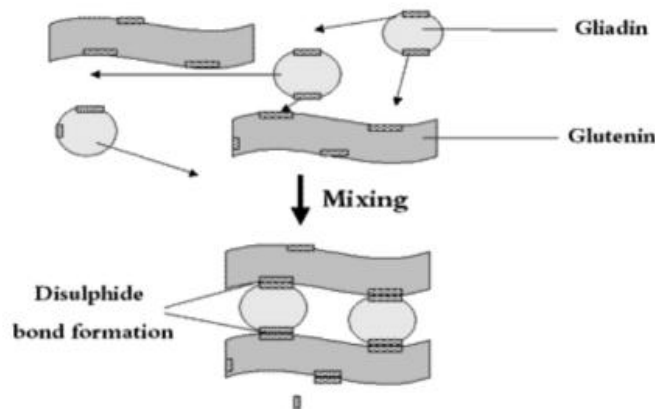
Ticari uygulamada, taze karıştırılmış hamurun, hamur hazırlama sırasında hamurda üretilen gerilmelerin kısmen dağılmasını sağlamak için, tabaka haline getirme, kesme ve pişirme işleminden önce 45 dakika dinlenmesi gerekir. Hamurun dinlenmemesi

durumunda, hamurun reolojik özellikleri zamanla değişebilir, böylece tek bir hamur kümesinin başlangıcı ve bitişi arasında işleme performansında farklılıklara neden olabilir (Wade 1988). Hamur tabakalama işlemi, hamurdaki gluten ağının işleme yönünde hizalanmasına neden olur. Tabakanın ardından hizalı gluten proteinleri işleme yönünde rahatlamaya başlar. Bu durum işlem sırasında hamurun büzülmesine neden olabilir ve oval bir hamur parçası dairesel hale gelebilir (Thacker 1993). Fırınlanmış ürünün ebatlarındaki değişkenlik, bisküvi paketleme gereksinimlerini karşılamak için tam ebat ve ağırlıkta olması gerekirken ticari olarak büyük bir problem olabilir.

Yufkalamadan sonra kraker hamurlarının büzülmesinin, sodyum metabisüfitin (SMS) hamur reçetesine dahil edilmesiyle en aza indirilebileceği bulunmuştur (Wade 1972b).

2.3 Kraker Üretiminde Sodyum Metabisüfit (SMS) Kullanımı

Buğdaydaki nişastanın buğdayın öğütülmesi sırasında zedelenme derecesi, elde edilecek unun işlenme özelliğine, aynı zamanda o undan elde edilecek hamurların sert ve yumuşak olmasını belirlemede direkt etki etmektedir. Buğday endosperminde bulunan gluten hamur oluşumu sırasında karakteristik bir yapı oluşturur. Resim 2.1'de gösterildiği şekli ile un suyla karıştırıldığında gluten proteinleri belli bir diziliş sergiler ve çapraz disülfid bağları meydana gelir. Bu çapraz bağlanma üç boyutlu viskoelastik bir yapının oluşmasına neden olmaktadır.



Resim 2.1 Gluten proteininde disülfid bağ oluşumu.

Bu ağ yapısı nişasta ve diğer komponentleri yapısında hapseder. Ekmek ve diğer fırıncılık ürünlerinin pişirilmesi sırasında son ürünün hacmi ve diğer fiziksel özelliklerinden bu

ağ yapı sorumludur. Kraker tarzı ürünlerde ise ekmek ürünlerinin aksine kalıplama yoluyla işlenmesi gerektiği için oluşan bu disülfid bağlarının bazılarının kırılması gerekmektedir.

Daha önce konu hakkında çalışmalar yapılmış olup Oliver vd. (1995)'a göre üretim sırasında hamur büzüşmesini en aza indirmek için kraker hamurunun formülüne SMS dahil edilmiştir (Oliver *et al.* 1995). SMS, bir kükürt dioksit kaynağı olarak davranarak glutenin elastikiyet özelliğini zayıflatmaktadır. Gluten proteinlerinde bulunan disülfid köprülerinden bazılarını kırarak hamur parçasının büzüşme ihtimalini azaltmaktadır. Hamur formülasyonuna SMS eklenmesi aynı zamanda hamur karıştırma süresinde, hamur gevşeme zamanında ve hamurda su miktarında gerekli seviyede azalmasını sağlamaktadır. (Güneş 2014).

2.4 Kraker Üretiminde SMS Yerine İkame Edilebilecek Hammaddeler

2.4.1 Enzimler

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

SMS gibi indirgen ajanlar ve enzimler benzer fonksiyonlara sahip olsalar da kullanım olarak iki katı fark olmaktadır. SMS enzimlerin neredeyse yarısı kadar hamura dahil olmaktadır. Ayrıca SMS hamurda çok çabuk etkinlik göstererek çabuk reaksiyona girmektedir. Enzimler ise daha yavaş etki gösterirler ancak bir katalist olarak genelde fırının içerisindeki denatüre olma aşamasına kadar etkileri devam eder. Yani daha uzun sürede etkinlik gösterirler. Diğer bir fark ise glutenin yumuşatılma seviyesi indirgen

ajanlarda indirgenin ilave edilen miktarına bağlıdır. Oysa enzimin etkisi hem enzimin miktarına hem de aktivitesi için uygun görülen sürenin uzunluğuna bağlıdır (Hammer 1995). Bu da gerekli şartlar sağlanamaz ise enzim aktivitesinin istenilen düzeyde olmayacağı anlamına gelmektedir.

2.4.1.1 Proteazlar

Fırıncılık ürünlerinde kullanılan proteazlar da amilazlar gibi küflerden ve bakterilerden elde edilmektedirler. Farklı tipteki proteazlar farklı katalitik mekanizmalara sahiptirler. Proteazlar, bisküvi hamurlarında SMS yerine kullanılabilmektedirler. Hamurların içerdiği düşük orandaki yağ ve su sonuç itibari ile hamurda katılık ve gerginliğe yol açar. Bu katılık ve gerginlik hamurun yufkalanmasında güçlüğe neden olmaktadır. Proteaz da gluten molekülündeki disülfid bağlarını hidrolize eder ve uzamaya karşı direnci azaltmaktadır. Sonuçta daha plastik bir hamur meydana getirebilmektedir (Hegenbart 1994).

Proteazlar bir proteinde bir amino asidin amino grubu ile daha sonraki amino asidin karboksil grubu arasındaki peptid bağlarını hidrolize ederek hamurda çalışırlar. Hamurdaki bu hidroliz gluten zincirini zayıflatırlar. Bu da hamuru proteazın eklenme zamanına bağlı olarak iki yönüyle etkiler. Eğer proteaz hamurun erken proses aşamalarında eklenerek hidrolizine izin verildiyse hamurun gelişimi için gerekli yoğurma süresi azaltılmaktadır. Proteazın bir hamura erken ilavesi bununla birlikte glutenin çok zayıf bir yapı kazanmasına, sonuçta da istenmeyen bir yapının oluşmasına neden olmaktadır (Hegenbart 1994).

2.4.1.2 Hemiselülozlar

Hemiselülozlar kaliteyi geliştirmek amacı ile hamura ilave edilebilmektedirler. Hemiselülozların selülozu hidrolize etmelerinden fırıncılık ürünlerinin kalitesini artırmada da yararlanılmaktadır. Bunlar yüksek lifli fırıncılık ürünlerinde uzun selüloz zincirlerinin kırılmasıyla yeme kalitesinin geliştirilmesi amacıyla ilave edilmektedirler. Hem buğday hem de pirinç unları pentozanları içermektedirler. Bu polisakkaritler oldukça hidrofiliktirler ve hamurun su absorpsiyon yeteneğine önemli katkıda bulunurlar. Buğday unu kaynaklı ürünlerde pentozanlar ayrıca hacim gelişimine de

katkıda bulunurlar. Hemiselülaz kullanıldığı zaman hamurun su absorpsiyonu buna göre ayarlanmalıdır. Eğer hamur çok gevşek yapıda olursa yalnızca makinelerde işlenebilirliği zorlaşmış olmaz aynı zamanda da hemiselülazın hacim üzerindeki olumlu etkileri alınamaz (Hegenbart 1994). Pentozonlar ve spesifik hemiselülazlar hacmi artırırken fermentatif ürünlerde de fermantasyon ve pişme sırasında genleşmeyi artırmaktadırlar (Mannie 1998).

Pentazonlar hamura ilave edilen suyun yaklaşık % 23'ünü bağlamaktadır. Hamura enzimin eklenmesiyle hemiselülaz hamurdaki glikozidik bağları rastgele yerlerinden kırarak polisakkaritin polimerizasyon derecesini düşürmekte böylelikle humurda tutulan su serbest kalmaktadır. Böylelikle hamur daha yumuşak bir tekstüre sahip olmaktadır (Certel ve Eren 2006).

Fırın ürünleri teknolojisinde (özellikle ekmek üretiminde) hamurun işlenebilirliğini artırmak, homojen yapılı, düzgün hacimli, yumuşak dokulu bir ürün elde edilmesini sağlamak amacıyla Hemiselülaz enzimi kullanılmaktadır. Yavaş (2012) tarafından yapılan bir çalışmada kek yapma için kuvvetli beyaz un, zayıf beyaz un ve tam buğday unu olmak üzere üç un örneği üzerine üç farklı oranda (0, 25, 50 ppm) hemiselülaz enzimi uygulanmıştır. Hemiselülaz enzimi ilavesi Ekstensograf enerji değerinde, Farinograf su kaldırma ve stabilite değerlerinde artışa neden olmuş; Farinograf yumuşama derecesini ise düşürmüştür. Tam buğday ununun paçallarda kullanılmasıyla yapılan keklerde hacim ve spesifik hacim değerlerinde olumsuz bir etki tespit edilmemiştir. Hemiselülaz enziminin yalnızca tam buğday unu içeren keklerde önemli derecede hacim arttırıcı etkisi görüldüğü gibi, diğer unlarla yapılan keklerin hacim özelliklerini ise geliştirmedeği görülmüştür. Hemiselülaz enziminin zayıf beyaz unda sertliği azaltarak olumlu etki gösterdiği ancak elastiklik değerini düşürdüğü belirlenmiştir (Yavaş 2012).

2.4.2 Maya ekstraktı

Maya Ekstraktı, lezzet verici ürünlerin etkisini daha fazla arttırmak için kullanılan tamamıyla doğal bir üründür. Maya ekstraktı lezzetli bir et bulyonunun tadını vermektedir. Ancak hiç bir şekilde et ürünü içermez. Bu nedenle Vejeteryan menüleri için çok ideal bir üründür. Bu eşsiz tadından dolayı yemeklerin lezzetini arttırmak

amacıyla kullanılmaktadır. Damak tadını geliştirerek daha az tuz kullanma alışkanlığını sağlar ve düşük tuz diyetlerine yardımcı olarak kullanılabilir (İnt.Kyn.1).

Maya ekstraktı, doğal bira veya ekmek mayasından yapılmaktadır. Maya ekstraktı eldesi için öncelikle maya fermente edilir mayayı beslemek için şeker ilave edilir. Ayrıca, fermentör adı verilen büyük konteynırlarda 30 °C sıcaklık ve yeterli oksijen desteği sağlanır. Doğal bir bileşen olan maya ekstraktı üç aşamada üretilmektedir. İlk olarak büyümesi için mayaya şeker eklenir. İkinci aşamada, maya hücresindeki enzimler hücre içerisindeki proteinleri daha küçük yapıtaşlarına parçalar ve maya hücre duvarının geçirgen olmasını sağlarlar. Bu olaya otoliz adı verilmektedir. Son olarak maya hücresinden dışarı çıkan bileşenler, maya ekstraktı onu çevreleyen hücre duvarından ayrılır ve kurutulur (İnt.Kyn.2).

Maya ekstraktı ayrıca glutatyon içeriği zenginleştirilerek krakerlerde sodyum metabisülfid alternatifi olarak da kullanılabilir. Glutatyon, ekmek mayasının (*Saccharomyces cerevisiae*) hidroliz yöntemi ile hücre duvarlarının (beta glukanlarını) alınıp saflaştırması ile elde edilmektedir. Glutatyon unda bulunan disülfid bağlarını (çapraz bağları) kırarken yatay bağları onardığından düşük glutenli unlarda da kullanım olanağı sağlayabilmektedir. Glutatyonun ayrıca bağlayıcılık özelliğinden dolayı krakerlerin un ufak hale gelmemesi noktasında önemlidir. Bağlayıcılık özelliğinden dolayı ekmek kabuğu üzerinde de oluşan karbondioksit gazlarını güzel ve fazla gözenek oluşturup hacimsel artış sağlayabilmektedir.

2.5 Krakerlerin Bileşimleri ve Nitelikleri Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Bisküviler üzerine yapılmış bir çok araştırma olmasına karşın, atıştırmalık (aparatif) bir tahıl ürünü olan tuzlu bisküvi veya krakerler ile ilgili olarak sınırlı düzeyde çalışmaya rastlanılmıştır.

Özkaya vd. (1984) yaptıkları bir çalışmada, üç firmaya ait 7 kraker örneğinin kimyasal bileşimleri ile mineral ve vitamin içeriklerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, kraker çeşitlerinin nem oranları değişimini % 3,9 ile % 6,6 ve kül oranları değişimini % 0,56 ile % 0,9 arasında belirlemişlerdir. Protein oranlarının kraker çeşitleri arasında % 5,7 ile % 9,2 arasında değiştiğini, ham selüloz değerlerinin % 0,48 ile % 1,92 arasında

olup; tuz oranı değişiminin ise kraker çeşitlerinde % 1,64 ile % 1,93 arasında olduğunu; yağ oranları değişiminin ise % 4,4 – 30,5 arasında olduğunu belirlemişlerdir (Özkaya vd. 1984).

Trakya bölgesinde üretim yapan iki farklı firmadan sağlanan 19 adet bisküvi örneğinin TS 2383'e uygunluğu Dıraman (1999) tarafından incelenmiştir. Bu örnekler arasında bulunan kraker örneğinde nem % 2,7, KM'de protein % 8,8, ham yağ % 15,7, ham selüloz % 0,5, ham kül 0,48, tuz % 1,29, % 10 HCl'de çözünmeyen kül % 0,014, kraker yağında serbest asitlik miktarı ve peroksit sayısı % 1,27 (oleik asit) ile 4,38 meqO₂/kg olarak tespit etmiş ve incelediği tüm bisküvilerin TS 2383'e uygun olduğunu bildirmiştir (Dıraman 1999).

Bisküvilik una %25, %50, %75 oranında paçal yapılan tritikale unu ile %100 tritikale unu kullanılarak hazırlanan pötibör bisküvi, kepekli bisküvi ve krakerlerde tritikale unu kullanımının adı geçen ürünlerin kalite nitelikleri üzerine etkileri Gündoğdu (2006) tarafından ele alınmıştır. Yapılan çalışmada kraker boyu değişimi 65,54 – 58,78 mm, kalınlık 6,26 – 5,26 mm, ağırlık 6,29 – 5,89 g ve en 53,20 – 52,12 mm arasında bulunmuştur. Kraker örneğinde nem içeriği % 2,39 – 6,65, peroksit sayısı 2,50 – 9,74 meqO₂/ kg, serbest yağ asit miktarı % 0,3 – 2,85 (oleik asit) ve pH 7,0 – 6,3 arasında değişim göstermiştir (Gündoğdu 2006).

Nar suyu üretimi sırasında bir yan ürün olarak büyük miktarlarda açığa çıkan, zengin bir doğal antioksidan ve diyet lif içeriğine sahip olan nar çekirdeğinin sağlık üzerindeki yararlı etkilerinden dolayı bisküvi üretiminde kullanılabilme hususu Gül vd. (2012 a) tarafından incelenmiştir. Yapılan çalışmada kurutularak öğütülen nar çekirdeği unu (NÇU) bisküvi ununa üç farklı oranda (% 0, 10, 15) katılmış olup, bisküvilerin toplam antioksidan ve toplam diyet lif içeriklerinin artan NÇU ile birlikte artış gösterdiği belirlenmiştir. Bisküvi örneklerinin renk değerlerinin artan NÇU düzeyi ile birlikte parlaklığın azaldığı ölçülmüş, ancak genişlik, kalınlık ve yayılma oranı gibi fiziksel özelliklerde bir dikkate değer düzeyde bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Bu araştırma bulgularına dayanılarak; un esasına göre %15 NÇU ilave düzeyine kadar fiziksel ve duyuşal özellikler bakımından kabul edilebilir nitelikte bir bisküvi üretilebileceği sonucuna varılmıştır (Gül vd. 2012a).

130 C°'de 20 dakika süre ile kavrulmuş ve 200 µm partikül boyutunda olacak şekilde öğütülmüş buğday ruşeyminin farklı oranlarda (% 0, 10, 20, 30) ilave edilmesi ile üretilen bisküvilerin nem (%8,82), çap (59,93 mm), kalınlık (11,96 mm) ve yayılma oranları (5,02) gibi fiziksel ve teknolojik özelliklerinde önemli bir fark olmadığı ancak bisküvilerin renk değerlerinin ruşeym oranı arttıkça koyulaştığı Gül vd. (2012b) belirlenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda duyu analizleri ve satın alınabilirlik testleri ile % 10 oranında ruşeym içeren bisküvilerin daha fazla tercih edildiği tespit edilmiştir (Gül vd. 2012b).

Gerek - 79 buğday çeşidinden laboratuvar tipi çekiçli değirmende elde edilen tam buğday unları altı farklı oranda (% 0, 20, 40, 60, 80 ve 100), bisküvilik unlara ikame edilerek, bisküvi üretiminde kullanılmıştır (Demir 2014). Bu çalışma ile tam buğday unu ikamesi ile deskriptif olarak bisküvi örneklerinin çap (59,55 – 61,92 mm) ve yayılma (çap/kalınlık) oranlarının (11.80 – 8.55) azaldığı, kalınlık (5,22 – 7,00 mm) değerlerinin ise arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, bisküvilerin L* (72,28 – 65,66) ve b* (28,46 – 24,64) değerlerinin azaldığı, a* (7,10 – 8,97) ve sertlik (44,01 – 59,38 N) değerlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Kimyasal özellikler bakımından da tam buğday unu miktarının artmasıyla, bisküvilerin nem (% 4,25 – 4,86), ham protein (% 5,40 – 5,73), ham kül (% 1,38 – 1,70), ham lif (% 0,22 - 1,96), fitik asit (211,79 – 706,33 mg /100 g) ve toplam fenolik madde (713,68 – 1333,01 µg GAE g⁻¹) içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, tam buğday unu ilavesinin, bisküvilerin duyu özelliklerine (tat, renk, koku, görünüş ve genel beğeni) olumsuz bir etki yapmadığı belirlenmiştir (Demir 2014).

Sarı haşhaş ezmesi (%10, %20 ve %30 oranlarında ilave edilmiş) kullanılarak üretilen kraker örneklerinde bazı fiziksel özellikler (ağırlık, yükseklik ve renk [L*, a*, b*]) ve fenolik madde içerikleri (mg/g) Yalçın (2018) tarafından incelenmiştir. Sarı haşhaş ezmesi ilave edilen örneklerde kraker ağırlığı ve yüksekliğinin kontrol örneğine kıyasla daha az olduğu görülmüş olup, sarı haşhaş ezmesi oranı arttıkça kraker ağırlığı ve yüksekliği azalmıştır. Sarı haşhaş ezmesi katılan örneklerde kraker renginin daha koyu olduğu, sarı haşhaş ezmesi oranı arttıkça L* değerinin azaldığı, a* ve b* değerlerinin ise arttığı belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı, sarı haşhaş ezmesi ilave edilen örneklerde kontrol örneğine kıyasla daha fazla belirlenmiştir (Yalçın 2018).

Buğday ununa salça üretimi artışı olan yüksek antioksidan niteliğine sahip domates çekirdeği tozu % 2, % 4 ve % 6 oranlarında ilave edilerek üretilen krakerlerin KM'de protein (% 7,32 – 7,93), KM'de de yağ (%16,50 – 17,35), ham kül (% 1,27 – 1,31), toplam diyet lifi (% 1,86 – 6,42), mineral madde oranları (Mg, Ca, K, P, Mn, Fe), toplam fenolik madde içerikleri (52,52 – 68,91 mg/kg GAE), sertlik (3030,42 – 2310,70 g) ile renk değerleri (L *[61,72 – 58,08], a* [4,15 – 4,77] ve b* [19,71 – 19,08]) Işık ve Topkaya (2017) tarafından incelenmiştir. Yapılan çalışmada araştırmacılar, duyuşal değerdendirme tüm krakerlerin renk, koku ve çıtırılık özelliklerinin benzer olduğunu ve ancak % 6 domates çekirdeği ilave edilen krakerlerin lezzet ve genel beğeni puanlarında dikkate değeri bir düşüş olduğunu tespit etmişlerdir (Işık ve Topkaya 2017).



3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Araştırmada hammadde olarak bisküvilik un (Konya Şeker Ticaret ve Sanayi A.Ş. Torku Un Fabrikası - Konya), ayçiçek lesitini (Hedefsan Endüstriyel Gıda A.Ş. - Konya), yağ (TNT Endüstriyel Gıda, Kimya, İnşaat Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. - Konya), su, tuz (Salina Tuz - Ankara), sodyum bikarbonat (Beşel Endüstriyel Ürünler Gıda ve Ambalaj Sanayi Ticaret. A.Ş. - Konya), amonyum bikarbonat (Beşel Endüstriyel Ürünler Gıda ve Ambalaj Sanayi Ticaret A.Ş. - Konya), sodyum asit pirofosfat (A.B. Gıda - İstanbul), invert şeker (Konya Şeker Ticaret ve Sanayi A.Ş. - Konya) kullanıldı. Ayrıca sodyum metabisülfite (SMS) (Bulvar Gıda - Konya) referans olarak ve araştırmada karşılaştırılmak üzere hemiselülaz (Barentz Gıda - Hoofddorp - Hollanda), fungal ve bakteriyel proteaz (Stern Ingredients Turkey Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. - İzmir) ve maya ekstraktı (Schwarp Biyoteknoloji Ltd. Şti. - Afyonkarahisar) kullanıldı. SMS ve diğer hamur geliştirici katkı maddelerinin (Maya ekstraktı, fungal proteaz ve bakteriyel proteaz) hamurdaki yüzde oranları 0,04 olarak belirlenip uygulandı. Sadece hemiselülaz yüzde 0,003 uygulandı. Ancak hamur yoğurma aşamasında su oranındaki değişkenlikten dolayı fungal proteaz ve bakteriyel proteazda oranlar farklılık göstermiştir.

Araştırmada kullanılacak olan diğer hammaddeler Konya Şeker Ticaret ve Sanayi A.Ş. Torku Atıştırmalık Ürünler Fabrikası'ndan (Çumra - Konya) temin edilmiştir. Kraker hamuru gerekli eklemelere bağlı olarak yoğrulduktan sonra hamur haldeyken ve tüketilebilir duruma geldikten sonra gerekli analizleri yapılmıştır.

3.2 Metot

3.2.1 Denemelerin Düzenlenmesi

Kraker yapım çalışmaları Konya Şeker Ticaret ve Sanayi A.Ş. Torku Ar - Ge merkezinde (Çumra - Konya) yürütülmüştür. Denemeler, araştırma için kullanılacak olan sodyum metabisülfite (SMS) ve değişken diğer hammaddeler ile yapılan karışımlar üzerinden iki paralelli olarak yapılmıştır. Kraker yapımı için hamur, içeriğindeki

hammaddeler direkt karıştırılarak elde edilmiştir. Standart reçetenin oluşturulmasında endüstride ticari kraker üretiminde yaygın şekilde kullanılan formülasyon uygulanmıştır. Araştırma örneklerine ilişkin formülasyonlar Çizelge 3.1’de topluca verilmiştir.

Çizelge 3.1 Araştırmada kullanılan kraker örneklerinin formül bileşimleri.

Hammaddeler	Standart reçete (g)	Maya ekstraktlı reçete (g)	Hemiselülazlı reçete (g)	Fungal proteazlı reçete (g)	Bakteriyel proteazlı reçete (g)
Buğday unu	700	700	700	700	700
Su	200	200	220	235	210
Yağ	85	85	85	85	85
Kristal şeker	62	62	62	62	62
Amonyum bikarbonat	21	21	21	21	21
İnvert şeker	14	14	14	14	14
Sodyum bikarbonat	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
Sodyum asit pirofosfat	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
Tuz	5,26	5,26	5,26	5,26	5,26
Ayçiçek lesitini	2	2	2	2	2
Sodyum metabisülfid	0,32	-	-	-	-
Bakteriyel proteaz	0,1	-	-	-	0,42
Hemiselülaz	-	-	0,04	-	-
Fungal proteaz	-	-	-	0,42	-
Maya ekstraktı	-	0,42	-	-	-

Kraker hamurunda yufka oluşumu ve hamurun bir süre sonra çürümemesi gözetilerek yapılan ön denemelerde hamur karıştırma süresi ve kullanılan su miktarları farklılık göstermiştir. Buna ilişkin uygulamalarda kullanılan su miktarları ve hamur çevrim süreleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Formül bileşimine ve uygulamalara göre kraker hamurlarında kullanılan su miktarı ve hamur karıştırma süreleri.

	Kullanılan su (g)	Karıştırma süresi (d)
Standart reçete	200	9
Maya ekstraktlı reçete	200	7
Hemiselülozlu reçete	220	11
Fungal proteazlı reçete	235	11
Bakteriyel proteazlı reçete	210	10

Hamurlar, Alexanderwerk marka laboratuvar tipi mikserlerde bu tabloya göre ortalama 9,6 dakikada hazırlanmıştır. Hamur bezeleri Rondo marka laboratuvar tipi silindirlerde yufka kalınlığı 1,5 mm'ye kadar inceltiştir.



Resim 3.1 Laboratuvar tipi mikser.



Resim 3.2 Laboratuvar tipi silindir.

Kraker hamurları dinlenmemiş ve dinlenmiş olarak iki farklı şekilde uygulanmıştır. Dinlenmiş hamurlar 24 °C'lik ortam koşullarında 30 dakika bekletildikten sonra inceltip yufka elde edilmiştir. Denemelerde kullanılan fırın tepsilerinin gözenek çapları 2,07 mm'dir.

Kalıplanan hamurların pişirilmesi için Empero marka laboratuvar tipi fırın kullanılmıştır. Her bir ürün 215 °C'deki fırında 5 dakika pişirmek suretiyle elde edilmiştir.

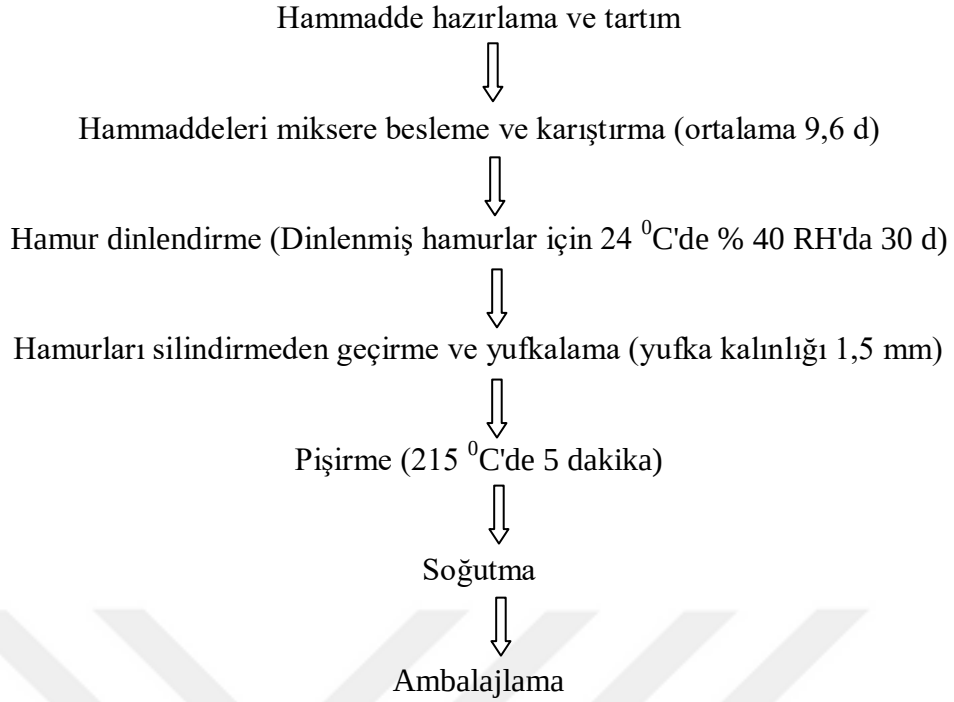


Resim 3.3 Laboratuvar tipi fırın.

Krakerler, soğutulduktan sonra 40 mikron kalınlığındaki şeffaf selefon ile paketlenerek 24 °C, % 40 RH'lık ortam koşullarında muhafaza edilmiştir.

Krakerler, belirtilen ortam koşullarında bir, üç ve altı ay bekletildikten sonra görsel anlamda kırılgenlik - çatlaklık durumları gözlemlenmiştir.

Araştırmada kullanılan kraker üretiminde uygulanan tüm işlemlerin iş akış şeması Şekil 3.1'de detaylı şekilde verilmiştir.



Şekil 3.1 Kraker üretim proses basamakları.

3.2.2 Hammaddede (Un) Yapılan Analizler

3.2.2.1 Fizikokimyasal Analizler

Rutubet Miktarı Tayini

Rutubet miktarı tayini TS - 1135 EN ISO - 712 metoduna göre belirlenmiştir. Mettler toledo nem tayin cihazı ile 10 g numune 150 °C sıcaklıkta 6 dakika kalması sureti ile yüzde nem değerini vermektedir. Bu metotla % nem değerleri ölçülmüştür.

Protein Miktarı Tayini

Unda protein tayini için Kjeldahl metodu (AACC 46 - 12) kullanılmıştır. Metodun esası, numunenin sülfürik asitle tahrip edilerek içindeki azotun $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ halinde tespit edilmesinin ardından bunu NaOH ile muamele ederek çıkan NH_4OH miktarından titrasyonla azotlu madde miktarının hesaplanmasına dayanmaktadır. Tüm örneklerde 5,7 çarpım faktörü kullanılarak protein miktarları hesaplanmıştır (AACC 1990). Sonuçlar yaş esasa göre alınmıştır.

Yaş Gluten Analizi

Gluten, gliadin ve gluteninin su alarak şişmesi sonucu meydana getirdiği elastik bir buğday proteini çeşididir. Gluten özellikle mayalı fırın ürünleri için önemli bir kalite kriteridir. Yaş gluten hamurun iskeletini meydana getirir ve maya tarafından oluşturulan gazı tutarak ekmeğin meydana gelmesini sağlar (Elgün vd. 2002). Kraker gibi ürünlerde de hamurun yayılma oranını belirlemede önemli bir kriterdir. Buğdayda gluten miktarı çeşide, ekolojik şartlara ve oluşum evresindeki hava şartlarına bağlı olarak değişmektedir (Elgün vd. 2002).

Yaş gluten yüzdesi ICC 155 ISO 21415 - 2 metoduna göre belirlenmiştir. Yaş öz yıkamada % 2'lik tuz çözeltisi kullanılmıştır. Glutomatik ile yıkama standart glutomatik metoduna göre 10 gram örnek rutubete göre 4,2 – 4,8 mL % 2'lik tuz çözeltisi ile 20 saniye yoğrulup oluşan hamurun 5 dakika boyunca yıkanarak yaş gluten elde edilmiştir.

Gluten İndeks Analizi

Ekmek niteliklerine büyük etkisi olan protein ve yaş gluten miktarları arasında kuvvetli bir korelasyon olmasına rağmen, aynı protein ve yaş gluten miktarlarına sahip unların ekmek özellikleri farklı olabilmektedir. Bu fark aynı protein kalitelerinin farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Bu durum karşısında buğdayların sadece yaş gluten miktarını değil aynı zamanda kalitesinin de belirlenmesi gerekmektedir. Gluten indeks değeri yaş gluten kalitesini belirlemede kullanılan metotlardan bir tanesidir. Bu değer unun kuvvetinin bir ölçüsüdür (Elgün vd. 2002). Gluten indeksi ICC 155 ISO 21415 - 4 metoduna göre belirlenmiştir. Glutomatik sistem ile yıkama sonucu elde edilen yaş gluten özel elek içeren bir kartuşa yerleştirilerek dakikada 6000 devirlik bir santrifüj kuvvetine maruz bırakılır. Elek üstünde kalan kısmın yüzdesi gluten indeks değeri olarak tanımlanmaktadır. Yaş gluten santrifüje edilmesi sırasında yaş gluten özelliklerine göre veya kalitesine bağlı olarak kartuştaki elekten az ya da çok miktarda geçişi söz konusu olmaktadır.

Glutomatik sistemle yıkama sonucu elde edilen yaş glutenin kartuşa yerleştirilip santrifüje edilmesi sonucu kartuş cihazdan çıkartılır. Kartuştaki eleğin alt kısmına geçen yaş gluten spatula yardımıyla kazınarak alınır. Burada ilk olarak elek altına geçen

kısmın alınma sebebi elek üstünde kalan zayıf yapılı glutenin de alınmasını sağlamaktır. Daha sonra elek üstünde kalan kısım spatula yardımıyla kazınarak hassas terazide tartılır. Elek üstünde kalan kısmın toplam yaş glutene göre yüzdesi gluten indeks değerini vermektedir. Gluten indeks değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$\text{Gluten İndeks Değeri} = \frac{\text{Elek üstünde kalan yaş gluten}}{\text{Toplam yaş gluten}} \times 100 \quad (3.1)$$

Zeleny Sedimentasyon Analizi

Sedimentasyon değeri tayini TS - 4867 metoduna göre belirlenmiştir. Örneklerin protein miktarı ve kalitesi tespit edilir. Standart 3,2 g tartılan un örneği ağzı kapaklı ölçü silindirine konularak üzerine brom fenol mavisi çözeltisinden 50 mL ilave edilir. Ölçü silindiri mekanik çalkalayıcıya konarak 5 dakika çalkalanıp üzerine 25 mL laktik asit sedimentasyon çözeltisinden ilave edilerek 5 dakika daha çalkalanıp düz bir yüzeyde beş dakika bekletildikten sonra çöken miktar mL olarak ölçü silindirinden okunur.

Unda Düşme Sayısı

Düşme sayısı analizinin prensibi un ya da buğday kırmasının su ile hazırlanmış süspansiyonlarının kaynar su banyosunda hızla çirşlendirilmesi ve ardından alfa amilaz enzim aktivitesi ile nişasta çirşinin sıvılaşmasının ölçülmesidir. Düşme sayısı örnek ve suyla hazırlanmış sıcak jelin bir süre karıştırıldıktan sonra içerisine viskometre karıştırıcısının sıvılaşmakta olan jel içerisine belirli bir seviyeye kadar batması için geçen ve saniye olarak ifade edilen toplam süredir (Elgün ve Türker 1995).

Düşme sayısı ICC 107/1 ISO 3093 metoduna göre belirlenmiştir. Düşme sayısı cihazının su banyosu kısmına üst kenarının 2 – 3 cm altına kadar distile su konur. Viskometre tüpüne % 14 rutubet esasına göre 7 gram örnek konulduktan sonra üzerine 20 °C'de 25 mL saf su ilave edilir ve hızla çalkalanır. Viskometre karıştırıcısıyla tüpün kenarına yapışan kısımlar süspansiyona dahil edilir (Elgün ve Türker 1995).

Viskometre tüpü karıştırıcı ile su banyosundaki yerine yerleştirilir. Tüp cihaza yerleştirildikten 5 saniye sonra karıştırma işlemi başlar ve tam bir dakika boyunca

karıştırma işlemi devam eder. Burada karıştırma hızı sabittir. Bir dakika sonra viskometre karıştırıcısı nişasta çirşi içerisinde batmaya başlar. Eğer örnekte yeterli miktardan daha fazla alfa amilaz enzimi varsa nişasta çirşini daha çabuk sıvılaştıracığından dolayı viskometre jel içinde daha çabuk batacaktır. Eğer örnek içerisinde yeterli miktardan az miktarda alfa amilaz enzimi bulunuyorsa nişasta çirşini fazla sıvılaştıramayacak böylelikle viskometre viskoz yapıda daha geç sürede batacaktır (Elgün ve Türker 1995).

Buğday ununda yeterli miktarda alfa amilaz enziminin olması için düşme sayısı 200 – 250 saniye arasında olmalıdır. Bu süreden daha fazla ise alfa amilaz aktivitesi düşük, az ise alfa amilaz aktivitesi yüksek demektir (Elgün ve Türker 1995).

Zedelenmiş Nişasta

Öğütme sırasında undaki nişasta tanecikleri karşılaştıkları basınç sebebi ile zedelenmektedir. Zedelenmiş nişasta miktarı arttıkça amilaz enzimlerinin çalışma süresi uzar, fermentasyon süresi kısılır, hamurun makinelerde işleme kabiliyeti azalır, ekmek içi yapışkan olmaktadır. Zedelenmiş nişasta miktarının az olduğu unlarda ise amilaz çalışması kısa sürede durmaktadır. Özellikle son fermentasyon safhasında hamur kabarmaz ekmek hacmi küçük ve basık olur (İnt.Kyn.3).

Zedelenmiş nişasta miktarı, AACC 76 - 33 metoduna göre belirlenmiştir. SD matik cihazı ile yapılan analiz şu şekildedir; bir tartım kabına 3'er gram KI ve H₃BO₃ tartılır. 120 mL demineralize su katılarak çözdürülür. Çözelti SD - Matic cihazının beherine konularak 1 damla hazırlanmış olan Sodyum Tiyosülfattan eklenir ve cihaza yerleştirilir. Cihazın un tartım kabına 1 gram kadar 0,005 hassasiyette un tartılarak cihaza yerleştirilir. Cihazın ekranından tartılan un miktarı ve protein miktarı da girilerek ölçüm başlatılır. Ekrandaki UCD değeri okunarak kaydedilir.

3.2.2.2 Reolojik Analizler

Farinograf Özelliklerinin Belirlenmesi

Unların fiziksel ve kimyasal analizleri ile gluten miktarı ve kalitesi, kullanım kalitesi hakkında kesin bir fikir vermemektedir. Bu nedenle hamurun reolojik özellikleri üzerine metotlar geliştirilmiştir. Bu amaçla geliştirilen cihazlardan birisi de farinografıdır (Elgün vd. 2001). Farinograf unun normal bir hamur halini alabilmesi için gerekli su miktarını yüzde olarak belirleyen buna göre hamurun gelişme süresini, stabilitesini ve yumuşama derecelerini gösteren bir cihazdır. Farinograf denemesinde una eklenen su ile yoğurma sırasında hamurun yoğurucu paletlere gösterdiği direnç bir grafik olarak belirlenir ki bu grafiğe de farinogram adı verilir. Unun su kaldırmasına başta gluten miktarı olmak üzere partikül iriliği ve zedelenmiş nişasta oranı etki etmektedir. Yoğurmaya karşı direnç ise daha çok gluten kalitesi ile ilgilidir (Elgün vd. 2001).

Farinograf analizleri ICC 115/1 ISO 5530 - 1 metoduna göre belirlenmiştir. Denemelerde Brabender marka Farinograph - AT modeli cihaz kullanılmıştır. Kıyaslaması yapılan tüm hammaddeler reçetedeki yüzde oranınca una karıştırılarak farinogram değerleri kıyaslanmaya çalışılmıştır.

Farinograf denemesine başlamadan önce denemesi yapılacak olan unun rutubet değeri belirlenir. Denemesi yapılacak unun rutubetinin tespitinden sonra nem oranına göre tartılması gereken un miktarı hesaplanır. Bu hesaplama % 14 rutubet esasına göre 300 gram üzerinden hesaplanır. Rutubet miktarı arttıkça tartılması gereken miktar artarken, rutubet miktarı % 14'ün altına düştükçe tartılması gereken miktar azalmaktadır. Tartılması gereken un miktarı farinografin yazılım programı tarafından otomatik olarak hesaplanırken aşağıdaki formülle de hesaplanmıştır.

$$\text{Tartılması Gereken Un Miktarı} = \frac{100 - 14}{100 - \text{Un rutubeti}} \times 300 \quad (3.2)$$

Tartılması gereken miktar un miktarı % 14 esasına göre hesaplandıktan sonra mikser konulur. Mikser sıcaklığının 30 °C olması gerekmektedir. Büret 30 °C'deki saf su ile doldurulur. Makine çalıştırılarak paletler 1 dakika süre ile homojen bir karışım oluncaya

kadar karıştırılır ve bu aşamadan sonra büretten unun kül miktarına göre tahmini bir miktar su verilmeye başlanır. Analiz süresi 20 dakikadır. Bu süre zarfında un hamur haline gelmekte ve bünyesine büretten verilen suyu bağlamaktadır. Burada hedef 500 konsistens çizgisini tutturmaktır. İdeal hamur viskozitesi 500 BU'dur. Eğer başta fazla miktarda su verilmiş ise hamur viskozitesi düşük, hamur cıvık olacağından kurve 500 konsistens çizgisinin altında olacaktır. Eğer başta verilen miktar su az ise hamur viskozitesi yüksek, hamur daha katı olacağından kurve 500 konsistens çizgisinin üzerinde kalacaktır. Analiz süresi bittiğinde cihaz yalancı kurveyi 500 konsistens çizgisi gibi algılayacak ve bu çizgi üzerinden 500 konsistens çizgisini tutturabilmek için verilmesi gereken su miktarını yani unun su kaldırma kapasitesini, hamurun gelişme süresini, stabilitesini ve yumuşama derecesini belirleyecektir.

Farinogramın Değerlendirilmesi

Gelişme Süresi: Su vermeye başlandığı andan kurvenin 500 konsistens çizgisini ortalamadığı ve maksimum yüksekliği aldığı noktaya kadar geçen süredir. Dakika olarak ifade edilir.

Stabilitesi: Yoğurma süresinde unun kalitesine bağlı olarak hamurun paletlere gösterdiği direnç bir süre değişmeden kalır. Yani kurve bir süre 500 konsistens çizgisi üzerinde çizilir. Kurvenin 500 konsistens çizgisine ulaştığı nokta ile 500 konsistens çizgisinden ayrıldığı noktaya kadar geçen süre stabilite değeridir ve birimi dakika olarak ifade edilir.

Yumuşama derecesi: Kurvenin başlangıcından itibaren 10 dakika sonraki kurvenin 500 konsistens çizgisine olan uzaklığı yumuşama derecesini verir ve Farinograf Unit (FU) olarak ifade edilir.

Yumuşama Derecesi (ICC Yöntemi): Kurvenin tepe noktasından itibaren 12 dakika sonra kurvenin 500 konsistens çizgisine olan uzaklığıdır ve Farinograf Unit (FU) olarak ifade edilir.

Amilograf Özelliklerinin Belirlenmesi

Amilograf aleti, un - su süspansiyonunda artan sıcaklık muamelesiyle meydana gelen jelatinizasyonun viskozitesi ve amilaz aktivitesini ölçmeye yarayan bir cihazdır. Bu cihazla ısıtma ile nişasta çirşlenmesi ve buğdaydaki alfa amilaz aktivitesi sonucu çirşlenen nişasta jelini sıvılaştırıcı etkisi ölçülmektedir (Elgün vd. 2001).

Amilograf analizleri ICC 124/1 ISO 7973 metoduna göre belirlenmiştir. Denemelerde Brabender marka Amylograph - E modeli cihaz kullanılmıştır. Kıyaslaması yapılan tüm hammaddeler reçetede ki yüzde oranınca una karıştırılarak amilogram değerleri kıyaslanmaya çalışılmıştır.

Bir behere 15 gram un ve 150 mL su konarak karıştırılır. Un topaklaşmayacak şekilde karıştırıldıktan sonra cihazın haznesine dökülür ve termokapl, karıştırıcı hazneye batacak şekilde bastırılır. Deneye 30 °C'de başlanır ve 92 °C'ye kadar dakikada 7,5 °C sıcaklık artışı olacak şekilde ısıtılır. 92 °C'ye ulaştığı andan itibaren bu sıcaklıkta 1 dakika bekletme süresi başlar. Bekletme süresi sonunda analiz tamamlanmış olur.

Bu analiz sonunda çizilen grafiğe Amilogram adı verilir. Cihazdan okunan değerlerden jelatinizasyon başlangıç sıcaklığı, maksimum jelatinizasyon sıcaklığı ve maksimum jelleşme değerleri alınır.

Amilogramın Değerlendirilmesi

Jelatinizasyon Başlangıç Sıcaklığı: Kurvenin ilk pik verdiği sıcaklıktır.

Maksimum Jelatinizasyon Sıcaklığı: Başlangıçtan kurve tepe noktasına kadar geçen sürenin tamamlanmasının ardından çirşlenmenin olduğu sıcaklıktır.

Maksimum jelatinizasyon: Düşükçe fermantasyon ve fırın sıçraması sırasında CO₂ üretimi artar. Kabuk rengi koyulaşır. Bisküvi içi yapısı daha nemli ve yumuşak olur. AU cinsinden ifade edilir.

Ekstensograf Özelliklerinin Belirlenmesi

Hamurun reolojik özelliklerinin tespitinde kullanılan bir diğer cihaz ise ekstensografır. Ekstensograf cihazı hamurun uzamaya karşı gösterdiği direnç ile uzama yeteneğini özel grafik kağıdı üzerine çizer. Çizilen bu grafiğe ekstensogram adı verilir (Elgün vd. 2001).

Ekstensograf analizleri AACC 54 - 10 ve ISO 5530 - 2 metoduna göre belirlenmiştir. Denemelerde Brabender Extensograph - E cihazı kullanılmıştır. Kıyaslaması yapılan tüm hammaddeler reçetede ki yüzde oranınca una karıştırılarak ekstensogram değerleri kıyaslanmaya çalışılmıştır.

Rutubeti bilinen ve farinograf denemesi sonucu hamurun su tutma kapasitesi belirlendikten sonra farinograf denemesinde olduğu gibi % 14 rutubet esasına göre tartılacak un miktarı hesaplanıp ekstensograf cihazının mikserinde su tutma kapasitesi kadar su ve 6 gram tuz ile 5 dakika boyunca yoğrularak ideal hamur elde edilir. Bu hamurdan iki beze 150 gram hamur hassas terazide tartılır ve Ekstensograf cihazında şekil verilerek 30 °C'deki dinlendirme odasında 45 dakika boyunca dinlendirilir ve 45 dakika sonunda cihaz üzerindeki haznesine yerleştirilerek çengel çalıştırılır ve 45 dakika ekstensogramı çizilir. Aynı hamur tekrar şekil verilerek 30 °C'deki dinlendirme odasında 45 dakika daha dinlendirilir ve hazneye yerleştirilip çengel çalıştırılır ve 90 dakika ekstensogramı çizdirilir. Aynı hamur tekrar şekil verilerek dinlendirme odasında tekrar 45 dakika boyunca dinlendirilip 135 dakika ekstensogramı çizdirilir.

Ekstensogramın Değerlendirilmesi:

Hamurun Sabit Deformasyondaki Direnci: Diyagramın başlangıcından 5 dakika sonraki yüksekliği olup Brabender Unit (BU) olarak ifade edilir.

Hamurun Uzamaya Karşı Gösterdiği Maksimum Direnç: Diyagramın maksimum yüksekliği olup Brabender Unit (BU) olarak ifade edilir.

Uzama Kabiliyeti: Kurvenin taban uzunluğudur. Yani hamurun çekilmeye başladığı andan koptuğu ana kadar geçen süredir. Uzunluğu milimetre (mm) olarak belirtilir.

Ekmeklik kalitesi iyi olan hamurlarda uzama kabiliyeti ile uzamaya karşı gösterdiği direnç arasında korelasyon mevcuttur.

Enerji: Kurvenin planimetrik alanı olup cm^2 olarak ifade edilir. Enerji hamurun gaz tutma kapasitesi ve su tutma kapasitesi arasında korelasyon mevcuttur. Enerjisi yüksek olan hamurların gaz tutma kapasitesi daha fazladır.

3.2.3 Krakerde Yapılan Analizler

3.2.3.1 Rutubet Miktarı Tayini

Rutubet miktarı tayini TS - 1135 EN ISO - 712 metoduna göre belirlenmiştir. Mettler Toledo nem tayin cihazı ile 10 g numune 130 °C sıcaklıkta 6 dakika kalması sureti ile yüzde nem değerini vermektedir. Bu metotla % nem değerleri ölçülmüştür.

3.2.3.2 pH Tayini

pH miktarı tayini TS 3263 ISO 10523/1999 metoduna göre belirlenmiştir. Mettler toledo pH tayin cihazı ile 10 g numunenin 50 mL saf suda çözündürülüp cihazın probu yardımı ile ölçüm yapılmış olup bu metotla pH değerleri ölçülmüştür.

3.2.3.3 Protein Miktarı Tayini

Krakerlerin protein tayini için Kjeldahl metodu (AACC 46 - 12) kullanılmıştır. Metodun esası, numunenin sülfürik asitle tahrip edilerek içindeki azotun $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ halinde tespit edilmesinin ardından bunu NaOH ile muamele ederek çıkan NH_4OH miktarından titrasyonla azotlu madde miktarının hesaplanmasına dayanmaktadır. Tüm örneklerde 6,25 çarpım faktörü kullanılarak protein miktarları hesaplanmıştır (AACC 1990). Sonuçlar yaş esasa göre alınmıştır.

3.2.3.4 Kül Tayini

Kül, gıdalarda mineral ve tuz içeriğinin bir göstergesidir. Belli bir miktar numunenin yakılıp küllendirilerek kül miktarının saptanması ilkesine dayanır.

Krakerlerin kül tayin yöntemi TS 1511 metoduna göre belirlenmiştir. Buna göre, Porselen krozeler kullanılmadan bir gün önce içerisine nitrik asit (HNO₃) koyularak bekletilir. Ertesi gün önce musluk suyu ile iyice çalkalanır daha sonra saf sudan geçirilerek kurutulduktan sonra sabit tartıma getirilir. Krozenin darası kaydedilir (M1). Daha sonra numuneden 3 - 5 g örnek krozeye tartılarak alınır. Kül fırınında yakma işlemine geçmeden önce yaklaşık 300 - 350 °C ön yakma işlemi uygulanır. Örneklerin üzerine % 67'lik etil alkolden 2 mL koyularak kül fırınına koyulur. Krozeler alev aldığı zaman dışarı alınarak alevin sönmesi beklenir ve tekrar fırına koyulur. Bu işleme krozelerin kül fırının içerisinde alev almayana kadar devam edilir. Daha sonra sıcaklık 500 - 550 °C'ye ayarlanarak 7 - 8 saat bekletilir. Bu sürenin sonunda eğer karbonlaşmış kısım varsa süre biraz daha uzatılır. Daha sonra krozeler desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelene kadar bekletilir ve tartım alınır (M2).

Sonucun Hesaplanması

$$\%K\ddot{u}l = [(M_2 - M_1)/m] * 100 \quad (3.3)$$

M₂ = Yakmadan sonraki kroze + kül ağırlığı

M₁ = Sabit tartıma getirilen krozenin ağırlığı

m = Alınan örnek ağırlığı

Eğer kuru maddede sonuç isteniyorsa yukarıdaki değer 100/Km faktörü ile çarpılır.

Km = Numunenin 100 gramının içerdiği kuru madde miktarıdır. Sonuçlar yaş esasa göre alınmıştır.

3.2.3.5 Tuz Tayini

Gıdalarda tuz, kimyasal olarak sodyum klorür (NaCl) formda bulunur. Normalitesi belli AgNO₃ çözeltisi ile titre edilerek tuz miktarının saptanması ilkesine dayanan yöntem Mohr Yöntemi denir (İnt.Kyn.4).

Krakerlerin tuz tayin yöntemi TS 2590 metoduna göre belirlenmiştir. Buna göre, homojen hale getirilmiş numuneden 5 g tartılır. Üzerine sıcak saf su eklenerek kuvvetli şekilde 5 - 10 dakika karıştırılır. Çözelti süzgeç kağıdından 500 mL'lik balonjode süzülür. Erlen 4 - 5 kez sıcak saf su ile yıkanarak süzgeç kağıdına dökülür. Böylece hem

erlende kalan hem de süzgeç kağıdında kalabilecek olan tuzun suya geçmesi sağlanır. Balonjojede süzüntü tam olarak soğuduğu zaman hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanır. Bu süzüntüden erlene 25 mL alınarak üzerine 2 - 3 damla sodyum kromat çözeltisi eklenir. Büretteki AgNO_3 çözeltisi ile erlendeki örnek kiremit kırmızısı renk verinceye kadar titre edilir.

Sonucun Hesaplanması

1 mL 0,1 N AgNO_3 = 0,00585 gr NaCl eşdeğer

$$\%Tuz(g) = [F * (0,00585 * V)/m] * SF * 100 \quad (3.4)$$

V = Harcanan AgNO_3 çözeltisinin hacmi (mL)

N = Ayarlanan AgNO çözeltisinin derişimi

m = Alınan numune miktarı (gr)

SF = Seyreltme faktörü (X gr örnek 500 mL'lik balonjojede seyreltildi. Bu çözeltiden de 25 mL alındı. Bu durumda seyreltme faktörü $500 / 25 = 20$ dir.)

F = Ayarlanan AgNO_3 çözeltisinin faktörü. Sonuçlar yaş esasa göre alınmıştır.

3.2.3.6 Tuzsuz Kül Tayini

Krakerlerin toplam kül oranından tuz oranının çıkarıldıktan sonra elde edilen değer tuzsuz kül miktarını vermektedir. Sonuçlar yaş esasa göre alınmıştır.

3.2.3.7 Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Oda sıcaklığına kadar soğutulan kraker örneklerinin çap ve kalınlık değerleri mm cinsinden kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Çap, iki paralelli olarak iki adet krakerde, kalınlık değeri de daha doğru sonuç alınması için paralelli olarak beşer adet krakerde ölçülmüştür. Ancak yayılma oranı hesaplanırken bir adet kraker çapının bir adet kraker kalınlığına bölünmesi ile hesap yapılmıştır.

3.2.3.8 Tekstür Tayini

Tekstür tayini AACC (Ref: TA - 10 / TA - GBB - 2) metoduna göre belirlenmiştir. Oda sıcaklığında bekleyen krakerlerin sertlikleri tekstür cihazı (Brookfield TexturePro CT V1.4 17) ile ölçümleri yapılmıştır. Üç nokta kırılma testi (three point bend rig) tekniğine göre kırılma kuvveti değerleri gram cinsinden tespit edilmiştir (AACC 2002). Ön - test hızı: 2,0 mm/s, test hızı: 2,0 mm/s, uzaklık: 4 mm, trigger kuvveti: 10 g olarak metot belirlenmiştir.

3.2.3.9 Renk Tayini

Krakerlerin renk ölçümü Minolta CR 400 cihazı (Konica Minolta) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Granüler toz hammadde materyallerinde L* (parlaklık), a* (kırmızı, yeşil) ve b* (sarı, mavi) değerleri ölçülmüştür (Francis, 1998).

3.2.4 Krakerlerde Yapılan Duyusal Analizler

Kraker örneklerinde duyusal analizleri, Torku atıştırmalık ürünler fabrikasında kalite bölümünde çalışan 10 kişilik grup tarafından gerçekleştirilmiştir. Formda yer alan kalite kriterleri, Torku firmasında kullanılan iç talimat referans alınarak belirlenmiştir.

Değerlendirmelerde, En iyi 5 Puan: Çok iyi, 4 Puan: İyi, 3 Puan: Kabul edilebilir, 2 Puan: Yeterli değil ve 1 Puan: Kötü olarak belirlenmiştir. Değerlendirme kriteri olarak görünüş ve tat iki temel kriter olarak belirlenmiştir.

3.2.4.1 Krakerlerin Görünüş Özellikleri

Ürün Görselliği (Parlaklık, Pürüzlülük): Yüzeyin kraker çeşidine bağlı olarak arzu edilen parlaklık ve matlık durumunu ifade eder.

Şekil Problemi: Krakerde genel anlamda şekil olarak uygunluk durumunu ifade eder.

Kabarma Az - Fazla: Krakerin yüzeyinde bölgesel olarak kabarmaların homojen olup olmadığını ifade eder.

Renk Dağılımı (Homojenliği): Kraker yüzeyinde pişirilmeye ve/veya hamur yufka kalınlığında olabilecek dengesizliklere bağlı olarak renk dağılımında farklılık olup olmadığını ifade eder.

3.2.4.2 Krakerlerin Tat Özellikleri

Kendine Has Tat: Krakerlerin genel anlamda kendilerine has tada uygun olup olmadığını ifade eder.

Kendine Has Koku: Krakerlerin genel anlamda kendilerine has kokuya uygun olup olmadığını ifade eder.

Gevreklik: Krakerlerde genel olarak istenilen gevreklik hissine uygunluğunu ifade eder.

Kırılganlık: Krakerlerin paket içerisinde kırılganlığı ve ürünün kırılmaya karşı dayanıklılığını ifade eder.

Genel Yeme Hissi: Krakerlerin genel olarak lezzet, çiğnenebilirlik ve ağızda bıraktığı unsuluk hissini ortalamasını ifade eder.

3.2.5 İstatistiksel Analizler

Denemeler iki tekerrürlü yapılmış ve istatistiki analizlerinde JMP istatistik programı, 5.0.1 versiyonu (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. Araştırma sonrasında elde edilen veriler Tukey çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuştur.

4. BULGULAR

Bu araştırmada sodyum metabisülfıt yerine maya ekstraktı, hemiselüla, fungal protea, ve bakteriyel protea, ikame edilmeye çalışılmıştır.

Bu amaçla izelge 3.1'de belirtilen reçetelere göre standart reçete ü,ünü belirlenmiş ve değişken hammaddelerin stabil kullanım oranlarına göre reçeteye entegresi sağlanmıştır. Çalışmanın ilk zamanlarında kullanılan unun fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Sonra kullanılacak unun safı hali ve hammaddelerin ilavesi ile unun reolojik özellikleri de incelenmiştir. Sonrasında daha önce belirtilen oranlarda değişken hammaddelerin ilavesi ile kraker ü,etimi yapılmış ve fiziksel kimyasal ölçümleri yapılmıştır.

4.1 Hammaddede (Un) Yapılan Analizler

4.1.1 Fizikokimyasal Analizler

Araştırmada kullanılan unun rutubet, protein, yaş gluten, gluten indeksi, zeleny sedimentasyon, dışme sayısı ve zedelenmiş nişasta değerleri izelge 4.1'de gösterilmiştir. Buna göre; unun rutubet değeri % 12,85 olarak ölçülmüştür. Demir (2014)'e göre bisküvilik un nem değeri % 11,71 olarak belirlenmiş olup denemelerde kullanılan unun bu değerle uyumlu olduğu görülmüştür. Gündoğdu Sertakan (2006)'a göre bisküvilik un nem değeri % 13,8 olarak belirlenmiş olup denemelerde kullanılan un değerlerine göre yüksek olduğu görülmüştür.

Protein oranı % 10,3 olarak ölçülen un, kullanılan unu kuvvetli un sınıfına almaktadır. Keski hamur türü için uygundur. Diğer bisküvi hamur eşitleri için bu oranlar rotatif hamurlarda % 7,5 - 8'dir. Tel keski bisküvi hamurlarında % 8,5 - 10'dur (ztrk 1998).

Yaş gluten miktarı özellikle keski hamurlar için hamurun yayılma oranını etkileyen önemli bir kriterdir (Elgün vd. 2002). Çizelge 4.1'e göre % 25,3'lk değerin keski hamurlarda kullanılacak un için uygun olduğu söylenebilmektedir.

Gluten indeks değeri unun protein kalitesini belirlemede rol oynamaktadır. Unun gluten indeks değeri 78 olarak ölçülmüştür. Demir (2014)'e göre bisküvilik unun gluten indeks

değeri 81,4 olarak belirlenmiş olup denemelerde kullanılan unun bu değerle uyumlu olduğu görülmüştür.

Sedimentasyon testi, buğdayların gluten kalitesi hakkında bilgi veren önemli bir yöntemdir (Elgün vd. 2002). Bu değer unun gluten kalitesine bağlı olarak yüksek çıkar. 15 - 20 mL orta, 25 - 30 mL iyi, 30 üzeri çok iyi kabul edilir (Elgün vd. 2002). Çizelge 4.1'e göre unun sedimentasyon değerinin 25 mL olması unun iyi kalitede olduğunu göstermektedir.

Düşme sayısı, unda mevcut olan amilaz aktivitesini ölçmede yararlanılan bir yöntemdir (Elgün vd. 2002). Özellikle ekmek yapımında kullanılacak unlarda belirleyici rol oynar. Buna ek olarak bisküvi sektöründe de kabarma önemli bir parametre olduğu için incelenmektedir. Çalışmada kullanılacak olan un için tespit edilen düşme sayısı değeri olan 290 saniye undaki amilaz aktivitesinin normal olduğunu göstermektedir. 300 ve üzeri değerlerdeki düşme sayısı değeri amilaz aktivitesinin çok düşük olduğunu ve una enzim katkısı yapılması gerektiğini göstermektedir (Elgün vd. 2002).

Zedelenmiş nişasta, buğdaydaki öğütme sırasında valslerin arasından geçerken belli oranda zedelenişini gösteren bir parametredir. Bu değer artması üründe su tutma kapasitesini artırır, hamurun kuvvetli olmasına neden olur ve fermentasyonu hızlandırır (İnt.Kyn.3). Çizelge 4.1'e göre denemelerde kullanılan unun zedelenmiş nişasta oranı % 24,25 oldukça fazladır. Zira AACC standartları % 4 - 9 arasını işaret etmektedir.

Çizelge 4.1 Denemelerde kullanılan unun fizikokimyasal özellikleri.

Rutubet (%)	Protein (%)	Yaş gluten (%)	Gluten indeksi (%)	Zeleny sedimentasyon (mL)	Düşme sayısı (s)	Zedelenmiş nişasta (%)
12,85	10,3	25,3	78	25	290	24,25

4.1.2 Reolojik Analizler

4.1.2.1 Farinograf Özelliklerinin Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan unun farinograf özellikleri Çizelge 4.2'de gösterilmiştir. Buna göre standart reçetesi olan SMS ve bakteriyel proteazlı unun, maya ekstraktlı unun ve bakteriyel proteazlı unun stabilite değerleri çok düşük ve yumuşama değerleri oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak hemiselülozlu unda ve fungal proteazlı unda bu durumun tersi görülmüştür. Buradan yola çıkarak yapılan ön denemeler neticesinde bu iki reçete ile üretilen hamurların karışma süreleri ve kullanılan su miktarları diğer hammaddeler ile yapılan hamurlarinkine göre daha fazladır. Buradan anlaşılabileceği üzere bu iki hammaddenin undaki glutene yeterince nüfuz edemediği ve bunun da hamurun işlenebilirliğini artırmak için prosese zaman kaybı ve kullanılan su miktarının fazla olması şeklinde yansımaktadır. Bu da proses anlamında bu iki hammaddeyi uygulamada dezavantajlı hale getirmektedir.

Çizelge 4.2 Denemelerde kullanılan unun farinograf özellikleri.

	Gelişme Süresi (d)	Stabilitesi (d)	Yumuşama Derecesi	Yumuşama Derecesi (ICC Yöntemi)
Sade un	02:14 ± 00:01	06:56 ± 00:06	57 ± 1,4	82,5 ± 0,7
SMS ve Bakt. proteazlı un	01:07 ± 00:02	00:37 ± 00:02	341 ± 1,4	349,5 ± 2,1
Maya ekst. Un	01:37 ± 00:03	01:20 ± 00:00	265,5 ± 0,7	279 ± 2,8
Hemiselülozlu un	01:52 ± 00:02	07:22 ± 00:02	44 ± 1,4	64 ± 1,4
Fungal proteazlı un	01:53 ± 00:01	05:38 ± 00:03	66,5 ± 2,1	92 ± 2,8
Bakteriyel proteazlı un	01:39 ± 00:03	01:19 ± 00:01	301 ± 1,4	317 ± 2,8

4.1.2.2 Amilograf Özelliklerinin Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan unun amilograf özellikleri Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Buna göre maksimum jelatinizasyon değerinin en düşük olduğu denemenin ($548,5 \pm 7,8$) hemiselülaz katkılı unda olduğu yani nişasta jelatinizasyonu ve yıkımına en çok etki eden hammaddenin hemiselülaz olduğu tespit edilmiştir.

Hem buğday hem de pirinç unları pentozanları içermektedirler. Bu polisakkaritler oldukça hidrofiliktirler ve hamurun su absorpsiyon yeteneğine önemli katkıda bulunurlar. Buğday unu kaynaklı ürünlerde pentozonlar ayrıca hacim gelişimine de katkıda bulunurlar (Hegenbart 1994). Hamura enzimin eklenmesiyle hemiselülaz hamurdaki glikozidik bağları rastgele yerlerinden kırarak polisakkaritin polimerizasyon derecesini düşürmektedir (Certel ve Eren 2006). Bu durum sonucunda Çizelge 4.6'ya göre hamur karıştırılması sırasında diğer enzim denemelerine göre daha fazla miktarda suya ihtiyaç duyulmuştur.

Çizelge 4.3 Denemelerde kullanılan unun amilograf özellikleri.

	Jelatinizasyon Başlangıç Sıcaklığı (°C)	Maksimum Jelatinizasyon Sıcaklığı (°C)	Maksimum Jelatinizasyon (AU)
Sade un	$61,05 \pm 0,8$	$89,35 \pm 0,4$	$1461 \pm 1,4$
SMS ve Bakt. proteazlı un	$65,35 \pm 0,6$	$89,55 \pm 0,8$	$1291,5 \pm 2,1$
Maya ekst. Un	$62,75 \pm 1,1$	$88,00 \pm 0,6$	$1408 \pm 8,5$
Hemiselülazlı un	$64,65 \pm 0,2$	$90,20 \pm 0,1$	$548,5 \pm 7,8$
Fungal proteazlı un	$62,50 \pm 0,7$	$88,55 \pm 0,8$	$1293 \pm 4,2$
Bakteriyel proteazlı un	$64,46 \pm 0,8$	$92,25 \pm 1,5$	$720,5 \pm 10,6$

4.1.2.3 Ekstensograf Özelliklerinin Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan unun ekstensograf özellikleri Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Buna göre sade unun ölçülen ekstensograf değerleri unun kuvvetli olduğunu göstermektedir. Ayrıca kraker üretimindeki farklı uygulamalara ilişkin reçetelerde kullanılan hamur geliştirici katkı maddelerinin (SMS, maya ekstraktı, hemiselülaz, fungal proteaz ve

bakteriyel proteaz) uygulamalarında oluşan hamurun zamana bağlı olarak enzimatik etkiler nedeniyle parçalandığı görülmüştür. Bu yüzden cihazda herhangi bir sonuç elde edilememiş ve (sadece standart un örneği hariç olmak üzere) hamur geliştirici kullanılan örneklerde grafik çizimi mümkün olamamıştır.

Çizelge 4.4 Denemelerde kullanılan unun ekstensograf özellikleri.

	Hamur Dinlendirme Zamanı (d)	Hamur Uzama Direnci (BU)	Hamur Uzamaya Karşı Gösterdiği Maks. Direnç (BU)	Uzama Kabiliyeti (mm)	Enerji (cm²)
Sade un	45	426	934	57	61
	90	655	798	70	66
	135	499	633	68	52

4.2. Krakerlerde Yapılan Analizler

4.2.1 Kraker Örneklerinde Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Üretilen krakerlerin rutubet, pH, protein, kül, tuz, tuzsuz kül ve tekstür değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.5'e göre dinlenmiş hamur krakerlerinin rutubet değerleri de 4,58 - 4,93 arasında değişmiştir. En yüksek rutubet değeri $4,93 \pm 0,04$ ile maya ekstraktı ile üretilen krakerde, en düşük rutubet değeri de $4,58 \pm 0,04$ ile bakteriyel proteaz ile üretilen krakerde olduğu görülmüştür. Dinlenmiş hamur krakerlerinin istatistiki değerlerine göre standart krakerin rutubet değeri maya ekstraktlı krakerin rutubet değeri ile benzerlik gösterirken hemiselülaazlı krakerin rutubet değerinde önemli bir fark yoktur. Ancak fungal proteazlı ve bakteriyel proteazlı reçete rutubet değerlerinin standart kraker rutubet değerine göre düşük olduğu görülmüştür. Çizelge 4.6'a göre dinlenmemiş hamur krakerlerinin rutubet değerleri de 4,55 - 5,06 arasında değişmiştir. En yüksek rutubet değeri $5,06 \pm 0,04$ ile hemiselülaaz ile üretilen krakerde, en düşük rutubet değeri de $4,55 \pm 0,05$ ile standart reçete krakerinde olduğu görülmüştür. Dinlenmemiş hamur krakerlerinin istatistiki değerlerine göre standart krakerin rutubet değeri diğer tüm kraker rutubet değerlerine göre düşük olduğu görülmüştür. Araştırma nem bulgularının krakerlerin bileşimleri konusunda çalışma yapan Özkaya vd. (1984) piyasa örnekleri,

Gündoğdu Sertakan (2006) tritikale katılmış kraker sonuçları ve Demir (2014) kraker örnekleri ile genel olarak benzer uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Dıraman (1999) kraker nem bulgusunun ise çalışma sonuçlarından oldukça düşük olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5'e göre dinlenmiş hamur krakerlerinin pH değerleri 8,23 - 8,42 arasında değişmiştir. En yüksek pH değeri $8,42 \pm 0,02$ ile fungal proteaz ile üretilmiş krakerlerde, en düşük pH değeri de $8,23 \pm 0,03$ ile standart reçete krakerinde olduğu görülmüştür. Dinlenmiş hamur krakerlerinin istatistiki değerlerine göre standart krakerin pH değeri ile maya ekstraktlı kraker pH değeri arasında anlamlı bir fark görülmezken diğer reçete krakerleri ile farklılık görülmüştür. Çizelge 4.6'ya göre dinlenmemiş hamur krakerlerinin pH değerleri 8,28 - 8,42 arasında değişmiştir. En yüksek pH değeri $8,42 \pm 0,03$ ile bakteriyel proteaz ile üretilmiş krakerlerde, en düşük pH değeri de $8,28 \pm 0,01$ ile fungal proteaz ile üretilmiş krakerlerde olduğu görülmüştür. Dinlenmemiş hamur krakerlerinin istatistiki değerlerine göre standart krakerin pH değeri bakteriyel proteazlı kraker pH değerine göre düşük, fungal proteazlı krakere göre de yüksek olduğu görülmüştür. Diğer reçete krakerleri pH değerleri ile de benzerlik göstermektedir. Gündoğdu Sertakan (2006) tritikale katılmış kraker örneklerinde pH değişimini 7,0 – 6,3 (nötr – zayıf asidik) arasında belirlemiştir. Buna göre örneklerimizin pH değişiminin alkali ortam olduğu belirlenmiş olup, bu durumun hammadde ve kullanılan katkı maddelerinden kaynaklanış olması kuvvetle muhtemeldir.

Çizelge 4.5'e göre dinlenmiş hamur krakerlerinin protein değerleri 7,56 - 7,99 arasında değişmiştir. Burada da en yüksek değer $7,99 \pm 0,01$ ile fungal proteazlı kraker olurken en düşük değer $7,56 \pm 0,01$ ile standart reçete ile üretilmiş kraker olmuştur. Dinlenmiş hamur krakerlerinin istatistiki değerlerine göre standart krakerin protein değeri ile bakteriyel proteazlı krakerin protein değeri benzer iken diğer reçete krakerlerinin protein değerlerinin standart reçete ürününe göre yüksek olduğu görülmüştür. Çizelge 4.6'ya göre dinlenmemiş hamur krakerlerinin protein değerleri 7,27 - 7,87 arasında değişmiştir. Burada da en düşük değer $7,27 \pm 0,02$ ile bakteriyel proteazlı kraker olurken en yüksek değer $7,87 \pm 0,01$ ile hemiselülaazlı kraker olmuştur. Dinlenmemiş hamur krakerlerinin istatistiki değerlerine göre standart krakerin protein değeri maya ekstraktlı ve hemiselülaazlı reçete krakerleri protein değerlerine göre düşük, diğer reçete krakerlerine göre yüksek olduğu görülmüştür. Araştırma protein bulgularının

krakerlerin bileşimleri konusunda çalışma yapan Özkaya vd. (1984) piyasa örnekleri protein değerleri değişimi ile Dıraman (1999) kraker protein bulgusu ve Işık ve Topkaya (2017) domates çekirdeği tozu ilave edilmiş kraker örneklerine ait protein sonuçları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Demir (2014) kraker protein bulgularının ise çalışma sonuçlarından oldukça düşük olduğu görülmüştür.

Krakerlerin % kül değerleri 1,19 - 1,34 arasında değişmiştir. Çizelge 4.5 incelendiğinde dinlenmiş hamur standart krakere göre hemisellülazlı krakerin kül değeri düşük bulunmuş, diğer reçete krakerlerinde belirgin bir fark görülmemiştir. Çizelge 4.6'ya göre dinlenmemiş kraker kül değerleri arasında belirgin bir fark yoktur. Araştırma kül bulgularının krakerlerin bileşimleri konusunda çalışma yapan Özkaya vd. (1984) piyasa örnekleri kül değerleri değişimi ile Dıraman (1999) kraker kül sonucu ve Işık ve Topkaya (2017) domates çekirdeği tozu ilave edilmiş kraker örneklerine ait kül değerleri ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Demir (2014) kraker kül bulgularının ise çalışma sonuçlarından bir miktar yüksek olduğu görülmüştür.

Krakerlerin % tuz değerleri 0,84 - 1,00 arasında değişmiştir. Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da dinlenmiş ve dinlenmemiş hamur krakerleri kendi içinde değerlendirildiğinde anlamlı bir fark görülmemiştir. Araştırma tuz bulgularının, piyasada satılan krakerlerin bileşimleri konusunda çalışma yapan Özkaya vd. (1984)'nın kraker örnekleri tuz değerleri değişimi ile Dıraman (1999)'ın Trakya bölgesinde üretilmiş bisküvilerin kalite nitelikleri üzerine olan çalışmasındaki kraker tuz bulgusuna göre oldukça düşük değerde olduğu belirlenmiştir.

Krakerlerin tuzsuz kül değerleri ise 0,19 - 0,41 arasında değişmiştir. Çizelge 4.5'e göre dinlenmiş hamur krakerleri arasında anlamlı bir fark görülmemiştir. Çizelge 4.6'daki dinlenmemiş hamur kraker ürünlerinde ise standart reçete krakeri değer olarak hemisellülazlı krakerden yüksek bulunmuş, diğer reçete krakerlerine göre anlamlı bir fark görülmemiştir.

Daha önce yapılan araştırmalara göre bisküvide deformasyona karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanan sertlik ve dayanıklılık gibi tekstürel özelliklerin fırın ürünlerinde oldukça önemli parametreler olduğu belirtilmiştir (Ahlborn *et al.* 2005). Tekstür değerleri ürünlerin baskıya karşı dayanıklılığını gram cinsinden göstermektedir.

Çizelge 4.5'e göre dinlenmiş hamur krakerlerinin istatistiki değerlerine göre standart krakerin tekstür değeri fungal proteazlı kraker tekstür değerine göre yüksek, diğer reçete krakerlerinin tekstür değerlerine göre düşük bulunmuştur. En yüksek değer $3077,5 \pm 116,67$ bakteriyel proteazlı krakerde görülmüştür. Çizelge 4.6'ya göre dinlenmemiş hamur krakerlerinin istatistiki değerlerine göre standart krakerin tekstür değeri maya ekstraktlı kraker tekstür değerine göre yüksek, bakteriyel proteazlı kraker tekstür değerine göre düşük bulunmuştur. Hemiselülozlu ve fungal proteazlı reçete krakerlerine göre anlamlı bir farklılık görülmemiştir.

Hem dinlenmiş hem de dinlenmemiş hamurlardan üretilen krakerlerin tekstür değer sonuçları kendi içlerinde değerlendirildiğinde en fazla dayanıklılık gösteren reçete uygulaması bakteriyel proteaz olmuştur. Bu durumu Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'ye göre duyu analizi sonuçları da desteklemektedir. Ayrıca Çizelge 4.13, Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15'e göre krakerlerin bir, üç ve altı aylık bekleme sonucu kırılma - çatlama durumunun incelenmesi sonucunda herhangi bir çatlama ve kırılma görülmemiş bu sonucu desteklemektedir. Yine Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'ya göre dinlenmiş hamurlar nispeten daha az dayanıklılık göstermektedir. Buna göre hamurların bekletilmesi halinde son üründe dayanıklılığın azaldığını gözlemlenmiştir. Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'ye göre duyu analizi parametrelerinden kırılma kısmında panelistler maya ekstraktlı reçete haricindeki diğer reçete ürünlerinin dinlenmemiş hamurlarından elde edilen krakerlere daha fazla puan vererek kalite anlamında dinlenmemiş hamurlardan elde edilen krakerleri daha olumlu bulmuşlardır.

Araştırma tekstür bulgularının kraker bileşimleri konusunda çalışma yapan Işık ve Topkaya (2017) domates çekirdeği tozu ilave edilmiş kraker örneklerine ait tekstür sonuçları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Demir (2014) kraker sertlik bulguları ise Newton'a çevrilen çalışma sonuçlarına göre yüksek bulunmuştur. Newton'a çevrilen çalışma sonuçları 14,07 - 30,17 N arasında değişmektedir.

Çizelge 4.5 Dinlenmiş hamurlarla üretilen krakerlerin rutubet, protein, pH, kül, tuz, tuzsuz kül ve tekstür değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹.

Uygulamalar	Rutubet (%)	pH	Protein (%)	Kül (%)	Tuz (%)	Tuzsuz Kül (%)	Tekstür (g)
Standart	4,88 ± 0,11 ^a	8,23 ± 0,03 ^b	7,56 ± 0,01 ^c	1,25 ± 0,01 ^{ab}	0,84 ± 0,03 ^a	0,41 ± 0,01 ^a	2210,0 ± 21,21 ^c
Maya ekstraklı	4,93 ± 0,04 ^a	8,30 ± 0,02 ^b	7,82 ± 0,02 ^b	1,28 ± 0,04 ^a	0,92 ± 0,03 ^a	0,36 ± 0,01 ^a	2510,0 ± 77,78 ^b
Hemiselülazlı	4,78 ± 0,04 ^{ab}	8,40 ± 0,02 ^a	7,75 ± 0,01 ^b	1,19 ± 0,01 ^b	0,95 ± 0,08 ^a	0,23 ± 0,09 ^a	2587,5 ± 31,82 ^b
Fungal proteazlı	4,61 ± 0,03 ^b	8,42 ± 0,02 ^a	7,99 ± 0,01 ^a	1,25 ± 0,01 ^{ab}	0,94 ± 0,02 ^a	0,31 ± 0,03 ^a	1435,0 ± 28,28 ^d
Bakteriyel proteazlı	4,58 ± 0,04 ^b	8,41 ± 0,01 ^a	7,59 ± 0,03 ^c	1,30 ± 0,01 ^a	1,00 ± 0,04 ^a	0,29 ± 0,02 ^a	3077,5 ± 116,67 ^a

¹ Aynı sütun içinde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.6 Dinlenmemiş hamurlarla üretilen krakerlerin rutubet, protein, pH, kül, tuz, tuzsuz kül ve tekstür değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹.

Uygulamalar	Rutubet (%)	pH	Protein (%)	Kül (%)	Tuz (%)	Tuzsuz Kül (%)	Tekstür (g)
Standart	4,55 ± 0,05 ^c	8,34 ± 0,04 ^{ab}	7,56 ± 0,01 ^b	1,22 ± 0,01 ^a	0,94 ± 0,03 ^a	0,28 ± 0,04 ^{ab}	2562,5 ± 45,96 ^b
Maya ekstraklı	4,82 ± 0,01 ^b	8,37 ± 0,01 ^{ab}	7,83 ± 0,02 ^a	1,32 ± 0,04 ^a	0,93 ± 0,02 ^a	0,39 ± 0,02 ^a	2107,5 ± 38,89 ^c
Hemiselülazlı	5,06 ± 0,04 ^a	8,37 ± 0,02 ^{ab}	7,87 ± 0,01 ^a	1,21 ± 0,06 ^a	0,99 ± 0,03 ^a	0,22 ± 0,03 ^b	2655,0 ± 28,28 ^b
Fungal proteazlı	5,02 ± 0,02 ^a	8,28 ± 0,01 ^b	7,44 ± 0,04 ^c	1,26 ± 0,03 ^a	0,92 ± 0,01 ^a	0,34 ± 0,01 ^{ab}	2430,0 ± 0,00 ^b
Bakteriyel proteazlı	4,84 ± 0,04 ^b	8,42 ± 0,03 ^a	7,27 ± 0,02 ^d	1,34 ± 0,03 ^a	0,96 ± 0,07 ^a	0,38 ± 0,04 ^a	3022,5 ± 137,89 ^a

¹ Aynı sütun içinde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

4.2.2 Kraker örneklerinde çap, kalınlık ve yayılma oranı

Dinlendirme işlemi uygulanmış ve uygulanmamış olarak iki çeşit proses uygulanan ve beş farklı hamur reçetesine göre ayrılmış on adet deneme krakerin çap ve kalınlık değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Çap (kalıba göre en - boy) ve kalınlık özellikle kraker tipi ürünlerde önemli bir kalite kriteridir. Yeme kalitesini ve kırılabilirliğini direkt etkilemektedir.

Çizelge 4.7'ye göre krakerlerin çap değerleri incelendiğinde dinlenmiş hamur krakerlerinden standart krakere göre maya ekstraktlı dinlenmiş kraker haricinde anlamlı bir fark görülmemiştir. Maya ekstraktlı krakerin de çap değeri standart krakere göre düşük olduğu görülmüştür. Çizelge 4.8'e göre dinlenmemiş hamur krakerlerinden standart krakerin çap değerinin diğer reçete krakerlerinin çap değerlerinden belirgin derecede yüksek olduğu görülmüştür.

Esasında farinograf değerlerinden anlaşılacağı üzere standart reçete ürününün, maya ekstraktlı reçete ürününün ve bakteriyel proteazlı reçete ürününün çapının diğer reçete krakerlerine göre daha geniş olması beklenirdi. Ancak yapılan ön denemeler neticesinde hemiselüloz ve fungal proteazlı reçete hamurları haricindeki hamurların hamur oluşundan direk etkili olan iki unsur, hamur karıştırma süresi ve hamurda kullanılan su miktarının değiştirilmesi gerektiği kanısına varılmıştır. Aksi halde hamur özünü kaybetmekte ve kalıplama öncesi önemli bir basamak olan yufkalamanın yapılamadığı görülmüştür. Buradan yola çıkarak Çizelge 3.2'de görüleceği üzere hamur karıştırma süresi ve kullanılan su miktarları reçetelere göre farklılık göstermiştir.

Krakerlerin kabarmasını ifade eden kalınlık değerleri ise Çizelge 4.7'ye göre dinlenmiş hamur krakerlerinden standart krakere göre maya ekstraktlı ve fungal proteazlı krakerlerin kalınlık değerlerinin belirgin derecede yüksek, diğer reçete krakerlerinin de benzer olduğu görülmüştür. Çizelge 4.8'e göre dinlenmemiş hamur krakerlerinden standart krakere göre maya ekstraktlı krakerin kalınlık değeri belirgin derecede yüksek, diğer reçete krakerlerinin kalınlık değerinin benzer olduğu görülmüştür.

Araştırma kraker yükseklik değeri, bulguların bileşimleri konusunda çalışma yapan Yalçın (2018) sarı haşhaş ezmesi oranının kraker yüksekliği üzerine etkisi ve Gündoğdu

Sertakan (2016) trikitale ununun bisküvi yüksekliğine etkisi, çalışma sonuçlarına göre yüksek bulunmuştur. Araştırma kraker yükseklik bulgularının kraker bileşimleri konusunda çalışma yapan Demir (2014)'in kraker çap değerleri ise çalışma sonuçlarına göre yüksek bulunmuştur.

Krakerlerin çap değerlerinin kalınlık değerlerine bölünmesi ile bulunan yayılma oranı değerleri ise Çizelge 4.7'ye göre dinlenmiş hamurlarda standart krakere göre bakteriyel proteazlı kraker ve hemiselülozlu kraker yayılma oranı değerinin benzer olduğu, diğer reçete kraker değerlerinin ise düşük olduğu görülmüştür. Çizelge 4.8'e göre dinlenmemiş hamurlarda standart krakere göre hemiselülozlu kraker yayılma oranı değerinin benzer olduğu, diğer reçete krakerlerinin düşük olduğu görülmüştür. Buradan yola çıkarak standart kraker reçetesindeki SMS'in disülfid bağlarını daha fazla kırarak üründe yayılmaya neden olduğu söylenebilir. Ayrıca Demir (2014)'in kraker üzerindeki yayılma oranı çalışması da çalışma sonuçlarına göre fazla bulunmuştur.

Çizelge 3.2'de verilen değerlere göre uygulanabilirlik anlamında en verimli olabilecek reçete maya ekstraktlı reçetedir. Çünkü tüm değişken hammaddeler içerisinde hamur karışımı sırasında en az karışma süresi bu hammaddede uygulanmış ve kullanılan su miktarı da standart reçete ile birlikte en az bu hammadde karışımında olduğu görülmüştür. Aksi halde karıştırma süresinin ve kullanılan su miktarının artırılması hamurda parçalanmalara sebep olmakta ve yufka oluşumunu engellemektedir.

Çizelge 4.7 Dinlenmiş hamurlarla üretilen krakerlerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹.

Uygulamalar	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma oranı
Standart	34,65 ± 0,21 ^{ab}	4,10 ± 0,14 ^b	8,46 ± 0,23 ^a
Maya ekstraktlı	34,10 ± 0,14 ^c	5,50 ± 0,14 ^a	6,19 ± 0,17 ^c
Hemiselülozlu	34,20 ± 0,14 ^{bc}	4,40 ± 0,14 ^b	7,73 ± 0,34 ^{ab}
Fungal proteazlı	34,75 ± 0,07 ^a	5,15 ± 0,21 ^a	6,77 ± 0,24 ^b
Bakteriyel proteazlı	34,50 ± 0,00 ^b	4,40 ± 0,14 ^b	7,87 ± 0,21 ^a

¹Aynı sütun içinde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.8 Dinlenmemiş hamurlarla üretilen krakerlerin çap, kalınlık ve yayılma oranı değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹.

Uygulamalar	Çap (mm)	Kalınlık (mm)	Yayılma oranı
Standart	37,80 ± 0,14 ^a	4,20 ± 0,14 ^b	9,05 ± 0,34 ^a
Maya ekstraktlı	35,90 ± 0,14 ^b	5,40 ± 0,14 ^a	6,64 ± 0,14 ^c
Hemiselülazlı	34,35 ± 0,07 ^c	4,15 ± 0,07 ^b	8,26 ± 0,18 ^{ab}
Fungal proteazlı	34,15 ± 0,07 ^c	4,30 ± 0,00 ^b	7,93 ± 0,02 ^b
Bakteriyel proteazlı	33,95 ± 0,07 ^c	4,30 ± 0,14 ^b	7,86 ± 0,33 ^b

¹Aynı sütun içinde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

4.2.3 Krakerlerin Renk Özellikleri

Denemeler sonucunda elde edilen krakerlerin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9'a göre dinlenmiş hamur krakerlerinin L* yani parlaklık değerleri 74,45 - 75,95 arasında değiştiği görülmüştür. İstatistiki verilere göre ise dinlenmiş hamurdan üretilen standart krakere göre diğer reçete krakerlerin L* değerlerinde belirgin bir fark görülmemiştir. Çizelge 4.10'a göre dinlenmemiş hamur krakerlerinin L* değerleri 73,05 - 75,02 arasında değiştiği görülmüştür. İstatistiki verilere göre ise dinlenmemiş hamurdan üretilen standart krakere göre diğer reçete krakerlerin L* değerlerinde de belirgin bir fark görülmemiştir. Araştırma renk bulgularına ait L* değerlerinin Demir (2014) çalışmasındaki standart reçete krakerinin parlaklık değeri sonuçları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu, Işık ve Topkaya (2017) çalışmasındaki kontrol krakerinin ve Yalçın (2018) çalışmasındaki kontrol krakerinin parlaklık değeri sonuçlarının ise düşük olduğu görülmüştür.

Yapılan denemeler sonucunda Çizelge 4.9'a göre dinlenmemiş hamur krakerlerinin a* yani kırmızı - yeşil olduğunu gösteren değerlerine baktığımızda dinlenmiş hamur kraker a* değerlerinin 3,16 - 4,10 arasında değiştiği görülmektedir. İstatistiki verilere göre ise dinlenmiş hamurdan üretilen standart krakere göre diğer reçete krakerlerin a* değerlerinde belirgin bir fark görülmemiştir. Çizelge 4.10'a göre dinlenmemiş hamur

krakerlerinin a^* değerleri 2,92 - 5,15 arasında değiştiği görülmüştür. İstatistiki verilere göre ise dinlenmemiş hamurdan üretilen standart krakere göre diğer reçete krakerlerin a^* değerlerinde de belirgin bir fark görülmemiştir. Araştırma renk bulgularına ait a^* değerlerinin Demir (2014) çalışmasındaki kontrol kraker a^* değerinin ve Yalçın (2018) çalışmasındaki kontrol kraker a^* değerinin sonuçlarından düşük; Işık ve Topkaya (2017) çalışmasındaki kontrol kraker a^* değerinin sonuçları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu görülmüştür.

Yapılan denemeler sonucunda çizelge 4.9'a göre b^* yani sarı - mavi olduğunu gösteren değerlere baktığımızda dinlenmiş hamur kraker b^* değerlerinin 22,68 - 23,54 arasında değiştiği görülmektedir. İstatistiki verilere göre ise dinlenmiş hamurdan üretilen standart krakere göre diğer reçete krakerlerin b^* değerlerinde belirgin bir fark görülmemiştir. Çizelge 4.10'a göre dinlenmemiş hamur krakerlerinin b^* değerleri 21,80 - 25,78 arasında değiştiği görülmüştür. İstatistiki verilere göre ise dinlenmemiş hamurdan üretilen standart krakere göre diğer reçete krakerlerin b^* değerlerinde de belirgin bir fark görülmemiştir. Araştırma renk bulgularına ait b^* değerlerinin Demir (2014) çalışmasındaki kontrol kraker b^* değerleri ile benzer ve uyumlu olduğu ve Işık ve Topkaya (2017) çalışmasındaki kontrol kraker b^* değerleri de biraz düşük olmakla birlikte araştırma sonuçlarımıza yakın ve benzer düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Yalçın (2018) çalışmasındaki kontrol kraker b^* değerleri ise bulgularımızdan yüksek bulunmuştur. Genel olarak L^* değerleri ile a^* - b^* değerleri arasında sağlıklı bir ilişki kurulamamış ancak a^* ve b^* değerlerinin birbiri ile örtüştüğü görülmüştür.

Çizelge 4.9 Dinlenmiş hamurlarla üretilen krakerlerin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹.

Uygulamalar	L^*	a^*	b^*
Standart	74,93 ± 0,60 ^a	3,65 ± 0,40 ^a	23,54 ± 0,59 ^a
Maya ekstraktlı	74,72 ± 1,15 ^a	3,95 ± 0,50 ^a	22,79 ± 0,69 ^a
Hemiselülazlı	74,45 ± 1,56 ^a	3,55 ± 0,64 ^a	22,68 ± 0,42 ^a
Fungal proteazlı	73,46 ± 3,51 ^a	4,10 ± 1,23 ^a	23,23 ± 0,25 ^a
Bakteriyel proteazlı	75,95 ± 2,10 ^a	3,16 ± 1,01 ^a	23,13 ± 1,10 ^a

¹Aynı sütun içinde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

Çizelge 4.10 Dinlenmemiş hamurlarla üretilen krakerlerin renk değerlerine ait çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹.

Uygulamalar	L*	a*	b*
Standart	73,05 ± 0,59 ^a	5,15 ± 0,25 ^a	25,78 ± 0,79 ^a
Maya ekstraktlı	75,02 ± 1,43 ^a	2,92 ± 0,37 ^a	21,80 ± 0,35 ^a
Hemiselülazlı	74,14 ± 0,71 ^a	3,69 ± 0,40 ^a	23,01 ± 1,03 ^a
Fungal proteazlı	74,34 ± 2,68 ^a	3,54 ± 1,60 ^a	22,72 ± 1,80 ^a
Bakteriyel proteazlı	74,31 ± 1,44 ^a	3,95 ± 0,68 ^a	23,45 ± 1,42 ^a

¹Aynı sütun içinde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05).

4.2.4 Krakerlerin Duyusal Özellikleri

Enzimlerin kraker kalitesi üzerindeki etkilerini tespit etmek amacı ile 10 kişilik grup tarafında panel testi yapılmıştır. Panelistler her bir hammadde için uygulanan reçetelere göre ortaya çıkan krakerler için değerlendirmede bulunmuşlardır. Panel sonuçları görünüş ve tat olmak üzere iki ana başlıkta incelenmiş olup toplamda dokuz kategoride incelenmiştir. Panel test sonuçlarına ait çoklu karşılaştırma testi değerleri Çizelge 4.11 ve Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Panel sonuçlarına göre; Toplamda duyusal kalite anlamında dinlenmemiş hamur ürünleri panelistler tarafından daha olumlu karşılanmış ve daha yüksek puan almıştır. En yüksek puanı standart reçete dinlenmemiş hamur ürünü alırken en yakın özellikli olarak bakteriyel proteazlı dinlenmemiş hamur ürünü takip etmiştir. En düşük puanı ise fungal proteazlı dinlenmiş hamur ürünü almıştır.

Parlaklık - pürüzlük açısından değerlendirildiğinde ürün görselliğinde istatistiki verilere göre dinlenmiş hamur krakerlerinde standart krakere göre hemiselülazlı kraker değeri yüksek, diğer krakerlerin benzer olduğu görülmüştür. Dinlenmemiş hamur krakerlerinde ise standart krakere göre maya ekstraktlı ve bakteriyel proteazlı kraker değerleri yüksek, diğer reçete kraker değerlerinin düşük olduğu görülmüştür.

Krakerler şekil problemi açısından değerlendirildiğinde dinlenmiş hamur krakerlerinde standart kraker göre hemiselülazlı ve bakteriyel proteazlı kraker değerleri yüksek, fungal proteazlı kraker değerleri düşük bulunmuştur. Maya ekstraktlı kraker değerinin ise benzer olduğu görülmüştür. Dinlenmemiş hamur kraker değerlerinde ise standart kraker göre fungal ve bakteriyel proteazlı kraker değerleri benzer, diğer reçete kraker değerleri düşük bulunmuştur. Yani ürün kalıbının da etkili olduğu bu parametreye göre ürün çapında dengesizliğin en az olduğu ürünleri bakteriyel proteazlı ürünler olduğu söylenebilmektedir.

Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'e göre en yüksek kabarma değerlerinin maya ekstraktlı reçetelerde olduğu görülmektedir. Ancak duyu analizi formunda kabarma az - fazla şeklinde belirtilen parametrenin ürün kabarma - çap dengesi anlamında stabilitesini etkileyen yani ürünün yeme kalitesini etkileyen bir parametredir. Bu yüzden yapılan değerlendirmede hem dinlenmiş hem de dinlenmemiş hamur reçete kraker değerlerinde standart reçete ile benzerlik gösteren bakteriyel proteazlı reçete krakerleri olduğu görülmüştür. Diğer reçete kraker değerleri standart reçeteye göre hem dinlenmiş hamur kraker değerlerinde hem de dinlenmemiş hamur kraker değerlerinde düşük bulunmuştur.

Krakerlerde renk dağılımı açısından tüm ürünlerde homojenlik söz konusudur. Prosese bağlı olarak kenar kısımları ve tepsi desenine bağlı olarak ürün altında renk dağılımında dengesizlik olabilmektedir. İstatistiki değerler incelendiğinde dinlenmiş hamur kraker değerleri maya ekstraktlı kraker değerleri standart kraker ile benzerlik göstermiş, diğer reçete kraker değerleri düşük bulunmuştur. Dinlenmemiş hamur kraker değerleri ise tüm reçetelerde benzerlik göstermiştir.

Tüm reçete krakerlerinde kendine has tat kriterinde değişkenlik görülmemiştir. Değişken hammaddelerin bu konuda bir değişkenlik yarattığı söylenemez. Sadece dinlenmemiş hamur krakerlerinde hemiselülazlı kraker değeri standart krakere göre düşük bulunmuştur. Kendine has koku kriterinde ise dinlenmiş hamur krakerlerinde fungal proteazlı kraker değeri diğer reçete kraker değerlerine göre yüksek bulunmuş, diğer reçete kraker değerleri benzerlik göstermiştir. Dinlenmemiş hamur kraker değerlerinde ise standart kraker değerine göre bakteriyel proteazlı kraker değerlerinin düşük, diğer reçete kraker değerlerinin ise yüksek olduğu görülmüştür.

Gevreklik açısından en yüksek puanı alan dinlenmiş hamur standart krakere kıyasla bakteriyel proteazlı kraker ve maya ekstraktlı kraker ürünleri almıştır. Diğer reçete kraker değerlerinin standart kraker değerine göre düşük olduğu görülmüştür. Dinlenmemiş hamur kraker değerlerinde de standart kraker değerleri ile bakteriyel ve fungal proteazlı kraker değerleri benzerlik göstermiştir. Diğer reçete kraker değerleri standarda göre düşük bulunmuştur.

Tezin gözlem süresince de göz önünde bulundurulanan temel parametre olan kırılgenlik, genel anlamda dinlenmiş hamur reçetelerinde daha fazladır. Bunun da değışken hammaddelerin hamurda beklemesi halinde gluten yapısını daha fazla parçalamasına bağılı olarak ürün mukavemetini düşürdüğü ifade edilebilir. Çizelge 4.11 ve Çizelge 12'de görülen kırılgenlik değeri ürünlerin birbiri içinde kıyaslanması durumunda krakerlerin tekstür değeri ile de paralellik gösterdiği görülmektedir. Genel yeme hissi açısından da hem dinlenmiş hem de dinlenmemiş reçete krakerleri arasında anlamlı bir fark görülmemiştir.

Panel sonuçlarına genel olarak bakıldığında en yüksek puan standart reçetenin dinlenmemiş hamurdan elde edilen krakerleri almış olup en yakın puanı ise bakteriyel proteazlı dinlenmemiş hamurdan elde edilen kraker almıştır. Değişken hammaddeler birbiri içinde irdelendiğinde maya ekstraktlı reçete haricinde dinlenmemiş hamur ürünlerinin duysal anlamda prosese daha yatkın oldukları söylenebilmektedir.

Çizelge 4.11 Dinlenmiş hamurlarla üretilen krakerlerin duyuusal analiz sonuçlarına ait çoklu karşılaştırma testi değerleri¹.

Uygulamalar	Görünüş						Tat		
	ÜG ²	ŞP ³	K ⁴	RD ⁵	KHT ⁶	KHK ⁷	G ⁸	K ⁹	GYH ¹⁰
Standart dinlenmiş	4,0±0,00 ^b	3,9±0,32 ^b	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a	4,1±0,32 ^b	4,1±0,32 ^a	4,0±0,00 ^b	5,0±0,00 ^a
Maya ekstraktlı	3,9±0,32 ^b	4,0±0,00 ^b	4,1±0,32 ^b	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a	4,1±0,32 ^b	4,0±0,00 ^a	4,0±0,00 ^b	5,0±0,00 ^a
Hemiselülazlı	4,5±0,53 ^a	5,0±0,00 ^a	4,0±0,00 ^b	4,0±0,00 ^b	5,0±0,00 ^a	4,5±0,53 ^b	3,0±0,00 ^b	3,0±0,00 ^c	4,0±0,00 ^b
Fungal proteazlı	4,0±0,00 ^b	3,0±0,00 ^c	3,0±0,00 ^c	4,0±0,00 ^b	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a	3,0±0,00 ^b	3,0±0,00 ^c	5,0±0,00 ^a
Bakteriyel proteazlı	4,1±0,32 ^b	5,0±0,00 ^a	4,0±0,00 ^b	4,1±0,32 ^b	4,9±0,32 ^a	4,1±0,32 ^b	4,0±0,00 ^a	4,9±0,32 ^a	4,1±0,32 ^b

¹Aynı sütun içinde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05). ²Ürün görseiliği (parlaklık, pürüzsüzlük), ³Şekil Problemi,

⁴Kabarma az-fazla, ⁵Renk dağılımı (homojenliği), ⁶Kendine has tat, ⁷Kendine has koku, ⁸Gevreklik, ⁹Kırılganlık, ¹⁰Genel yeme hissi.

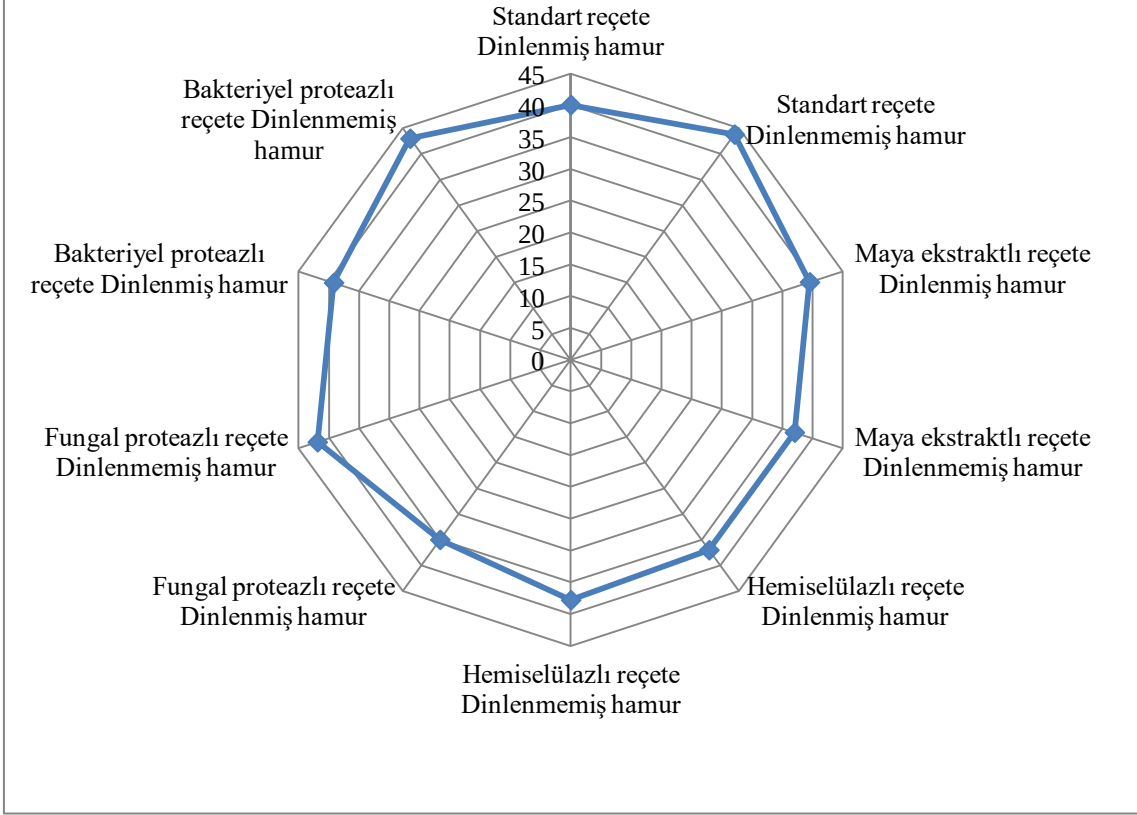
Çizelge 4.12 Dinlenmemiş hamurlarla üretilen krakerlerin duyuusal analiz sonuçlarına ait çoklu karşılaştırma testi değerleri¹.

Uygulamalar	Görünüş					Tat			
	ÜG ²	ŞP ³	K ⁴	RD ⁵	KHT ⁶	KHK ⁷	G ⁸	K ⁹	GYH ¹⁰
Standart dinlenmiş	4,6±0,52 ^b	5,0±0,00 ^a	4,6±0,52 ^a	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a	4,6±0,52 ^b	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a
Maya ekstraktlı	5,0±0,00 ^a	3,0±0,00 ^c	4,0±0,00 ^b	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a	3,0±0,00 ^c	3,0±0,00 ^c	4,0±0,00 ^b
Hemiselülazlı	4,0±0,00 ^c	4,0±0,00 ^b	3,8±0,42 ^b	5,0±0,00 ^a	4,0±0,00 ^b	5,0±0,00 ^a	4,0±0,00 ^b	4,0±0,00 ^b	4,0±0,00 ^b
Fungal proteazlı	4,0±0,00 ^c	4,9±0,32 ^a	3,9±0,32 ^b	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a	4,1±0,32 ^b	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a
Bakteriyel proteazlı	5,0±0,00 ^a	4,9±0,32 ^a	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a	5,0±0,00 ^a	4,1±0,32 ^c	4,1±0,32 ^b	5,0±0,00 ^a	4,9±0,32 ^a

¹Aynı sütun içinde aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0,05). ²Ürün görsellığı (parlaklık, pürüzsüzlük), ³Şekil Problemi,

⁴Kabarma az-fazla, ⁵Renk dağılımı (homojenliği), ⁶Kendine has tat, ⁷Kendine has koku, ⁸Gevreklik, ⁹Kırılganlık, ¹⁰Genel yeme hissi.

Duyusal Kontrol kriterleri Toplam



Şekil 4.1 Krakerlerin duysal test sonuçları toplam puanları kıyaslamaları.

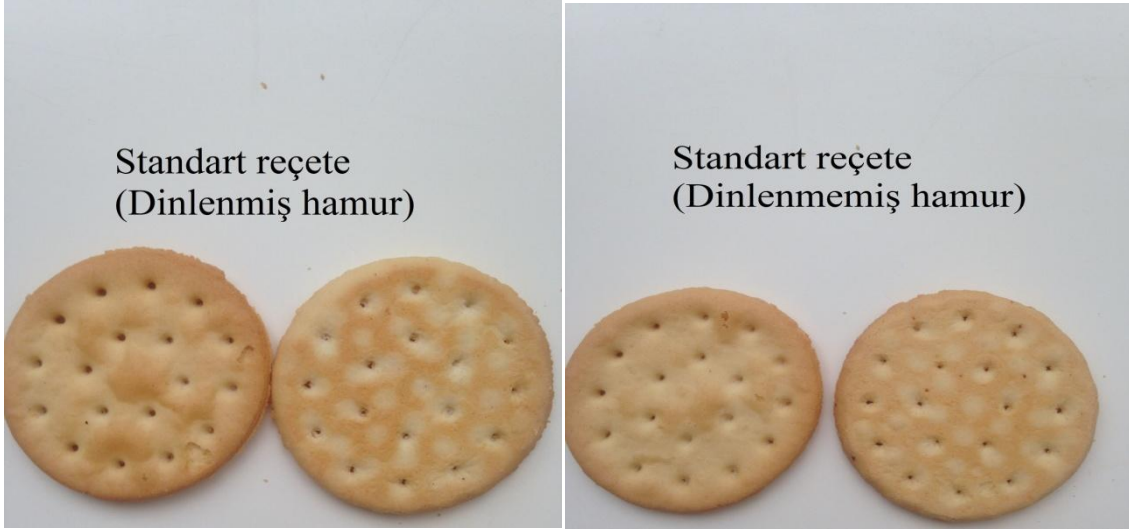
Ayrıca ürünlerin imalinden sonra bir, üç ve altı aylık süreçlerde görsel anlamda kırılgnlık - çatlaklık durumları Çizelge 4.13, Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.15'de gösterilmiştir.

4.2.4.1 Krakerlerin Birinci Ay Kırılgnlık - atlaklık Durumu

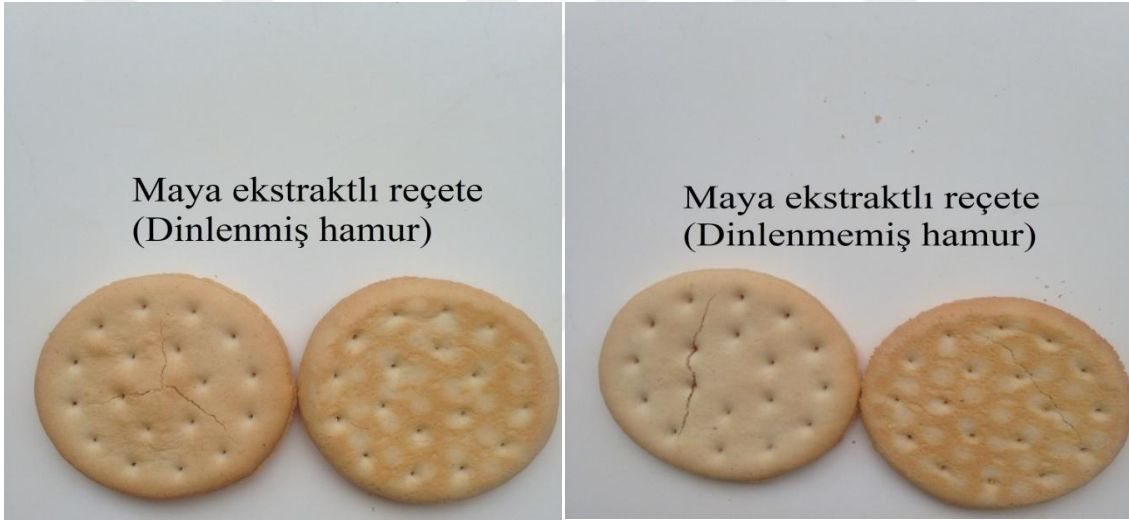
Krakerlerin üretiminden bir ay sonrasında kırılgnlık - çatlaklık durumu incelendiğinde izelge 4.9'a göre standart reçete ürünlerinde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamurlarda kırılma ya da çatlama görülmemiştir. Maya ekstraktlı ürünlerde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamur reçetelerinde kırılma ve çatlamalar mevcuttur. Hemiselölazlı reçetelerde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamurlarda kırılgnlık görülmemiş, dinlenmemiş hamur reçetesinde çatlama görülmemiş ancak dinlenmiş hamur reçetesinde çatlama görülmüştür. Fungal proteazlı reçetelerde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamurlarda kırılgnlık görülmemiş, dinlenmemiş hamur reçetesinde çatlama görülmemiş ancak dinlenmiş hamur reçetesinde çatlama görülmüştür. Bakteriyel proteazlı reçetelerde ürünlerinde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamurlarda kırılma ya da çatlama görülmemiştir.

Çizelge 4.13 Krakerlerin bir aylık kırılma - çatlama durumu.

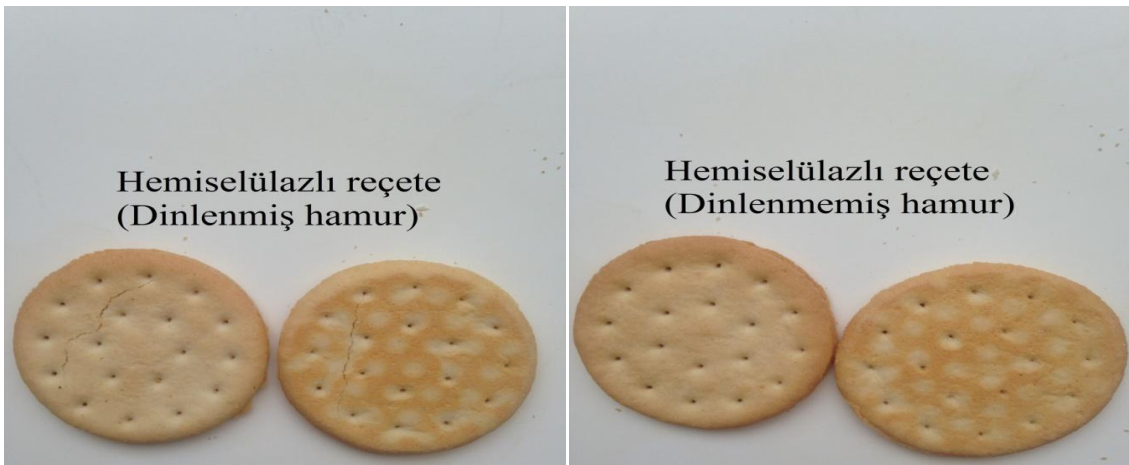
	Kırılgnlık	atlama
Standart reçete (dinlenmiş)	Yok	Yok
Standart reçete (dinlenmemiş)	Yok	Yok
Maya ekstraktlı reçete (dinlenmiş)	Var	Var
Maya ekstraktlı reçete (dinlenmemiş)	Var	Var
Hemiselölazlı reçete (dinlenmiş)	Yok	Var
Hemiselölazlı reçete (dinlenmemiş)	Yok	Yok
Fungal proteazlı reçete (dinlenmiş)	Yok	Var
Fungal proteazlı reçete (dinlenmemiş)	Yok	Yok
Bakteriyel proteazlı reçete (dinlenmiş)	Yok	Yok
Bakteriyel proteazlı reçete (dinlenmemiş)	Yok	Yok



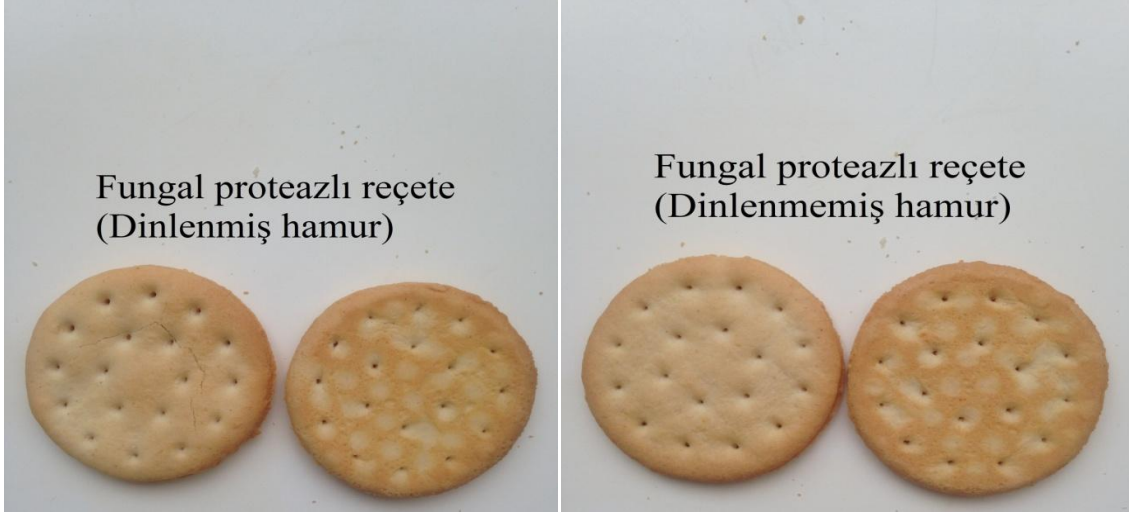
Resim 4.1 Standart reçete dinlenmiş - dinlenmemiş hamur ¼retimi bir aylık kraker fotoğrafları.



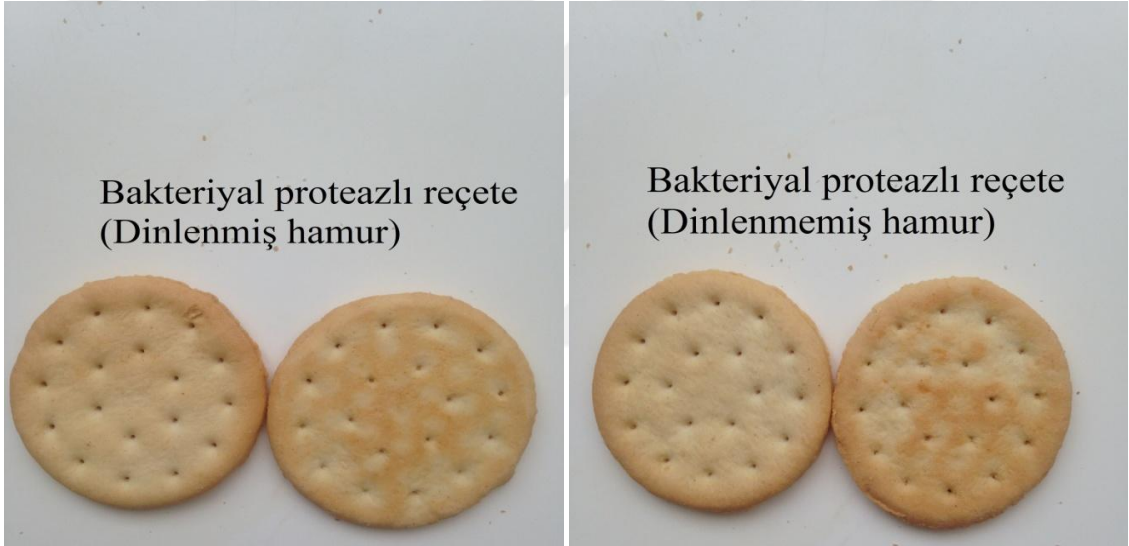
Resim 4.2 Maya ekstraktlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur ¼retimi bir aylık kraker fotoğrafları.



Resim 4.3 Hemisel¼lazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur ¼retimi bir aylık kraker fotoğrafları.



Resim 4.4 Fungal proteazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi bir aylık kraker fotoğrafları.



Resim 4.5 Bakteriyel proteazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi bir aylık kraker fotoğrafları.

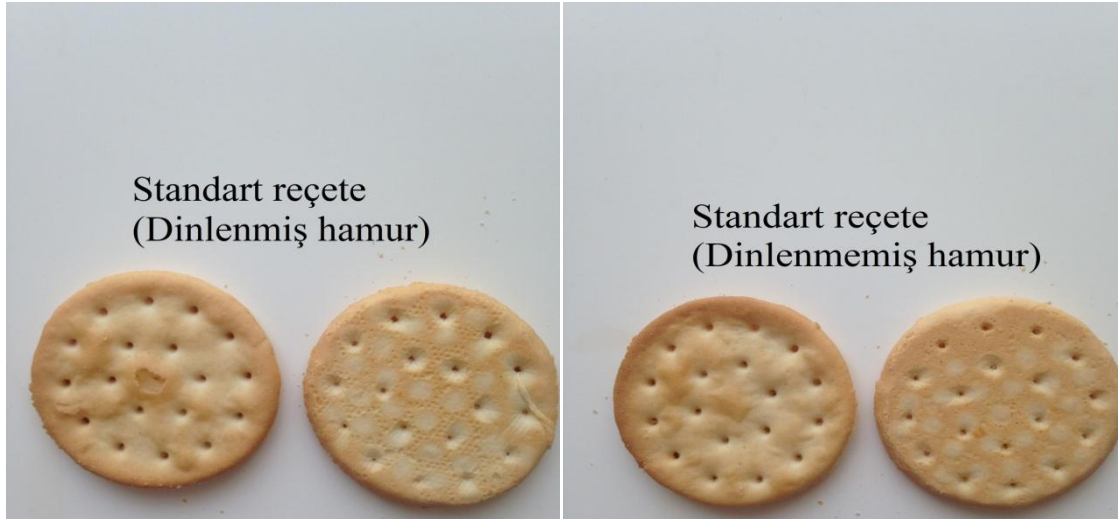
4.2.4.2 Krakerlerin Üçüncü Ay Kırılgenlık - Çatlaklık Durumu

Krakerlerin üretiminden üç ay sonrasında kırılgenlık - çatlaklık durumu incelendiğinde Çizelge 4.10'a göre standart reçete ürünlerinde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamurlarda kırılma ya da çatlama görülmemiştir. Maya ekstraktlı ürünlerde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamur reçetelerinde kırılma ve çatlama mevcuttur. Hemiselülaazlı reçetelerde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamurlarda kırılgenlık görülmemiş, dinlenmemiş hamur reçetesinde çatlama görülmemiş ancak dinlenmiş hamur reçetesinde çatlama görülmüştür. Fungal proteazlı reçetelerde hem dinlenmiş

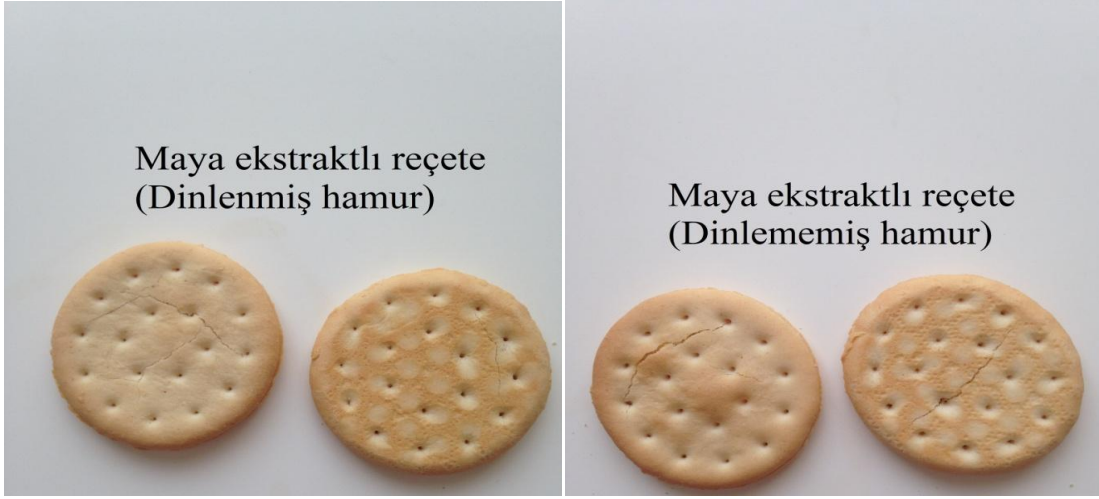
hem dinlenmemiş hamurlarda kırılmalık görölmemiş, dinlenmemiş hamur reçetesinde çatlama görölmemiş ancak dinlenmiş hamur reçetesinde çatlama görölmüştür. Bakteriyel proteazlı reçetelerde ürünlerinde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamurlarda kırılma ya da çatlama görölmemiştir.

Çizelge 4.14 Krakerlerin üç aylık kırılma - çatlama durumu.

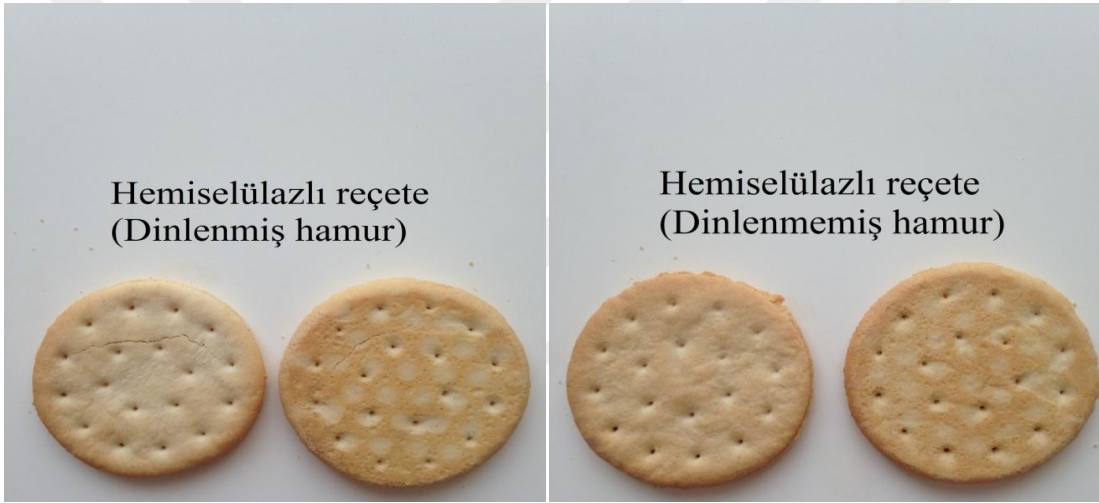
	Kırılmalık	Çatlama
Standart reçete (dinlenmiş)	Yok	Yok
Standart reçete (dinlenmemiş)	Yok	Yok
Maya ekstraktlı reçete (dinlenmiş)	Var	Var
Maya ekstraktlı reçete (dinlenmemiş)	Var	Var
Hemiselölazlı reçete (dinlenmiş)	Yok	Var
Hemiselölazlı reçete (dinlenmemiş)	Yok	Yok
Fungal proteazlı reçete (dinlenmiş)	Yok	Var
Fungal proteazlı reçete (dinlenmemiş)	Yok	Yok
Bakteriyel proteazlı reçete (dinlenmiş)	Yok	Yok
Bakteriyel proteazlı reçete (dinlenmemiş)	Yok	Yok



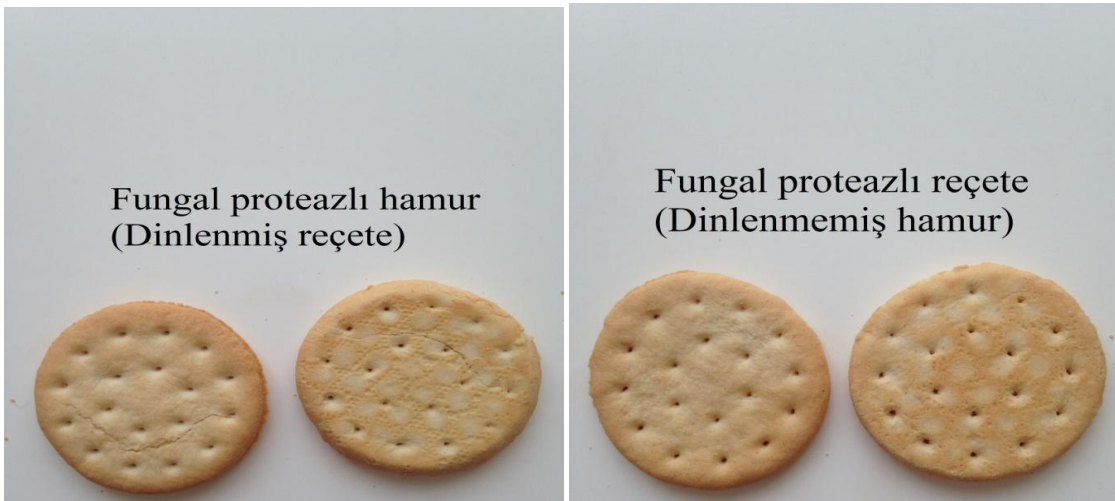
Resim 4.6 Standart reçete dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi üç aylık kraker fotoğrafları.



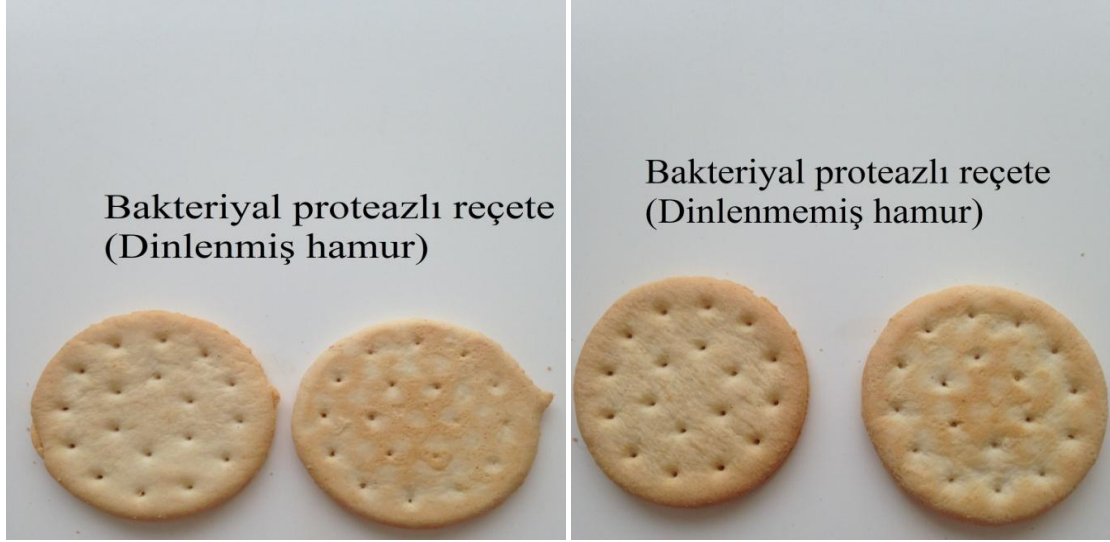
Resim 4.7 Maya ekstraktlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi üç aylık kraker fotoğrafları.



Resim 4.8 Hemiselülaazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi üç aylık kraker fotoğrafları.



Resim 4.9 Fungal proteazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi üç aylık kraker fotoğrafları.



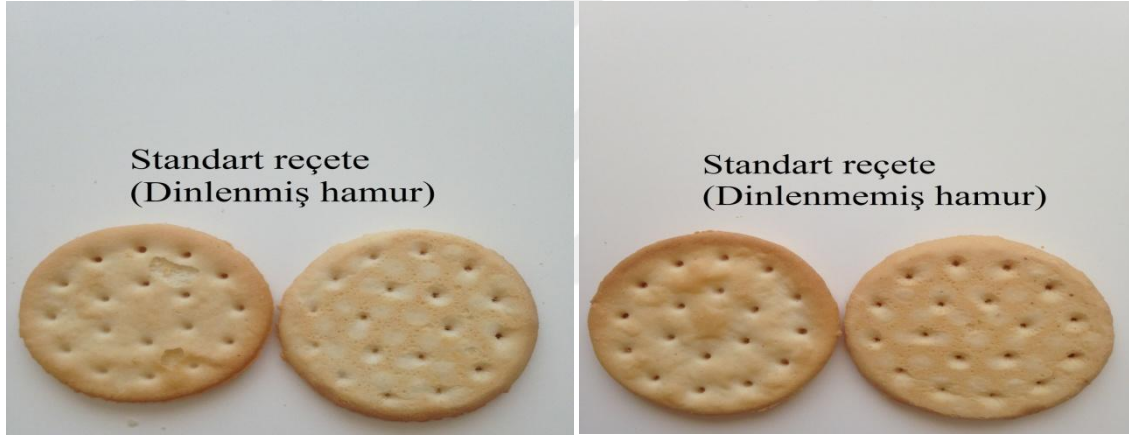
Resim 4.10 Bakteriyel proteazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi üç aylık kraker fotoğrafları.

4.2.4.3 Krakerlerin Altıncı Ay Kırılgnlık - Çatlaklık Durumu

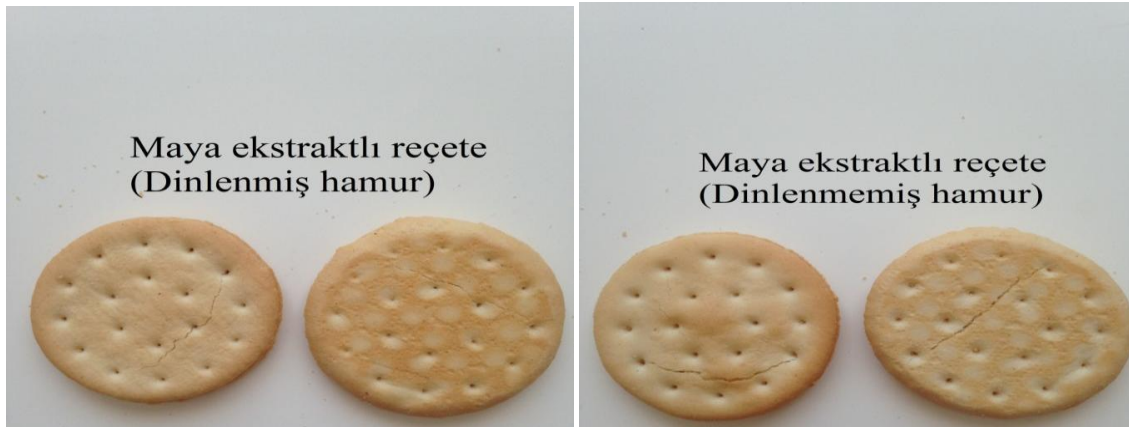
Krakerlerin üretiminden altı ay sonrasında kırılgnlık - çatlaklık durumu incelendiğinde Çizelge 4.11'e göre standart reçete ürünlerinde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamurlarda kırılma ya da çatlama görülmemiştir. Maya ekstraktlı ürünlerde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamur reçetelerinde kırılma ve çatlamlar mevcuttur. Hemiselölazlı reçetelerde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamurlarda kırılgnlık görülmemiş, dinlenmemiş hamur reçetesinde çatlama görülmemiş ancak dinlenmiş hamur reçetesinde çatlama görülmüştür. Fungal proteazlı reçetelerde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamurlarda kırılgnlık görülmemiş, dinlenmemiş hamur reçetesinde çatlama görülmemiş ancak dinlenmiş hamur reçetesinde çatlama görülmüştür. Bakteriyel proteazlı reçetelerde ürünlerinde hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamurlarda kırılma ya da çatlama görülmemiştir.

Çizelge 4.15 Krakerlerin altı aylık kırılma - çatlama durumu.

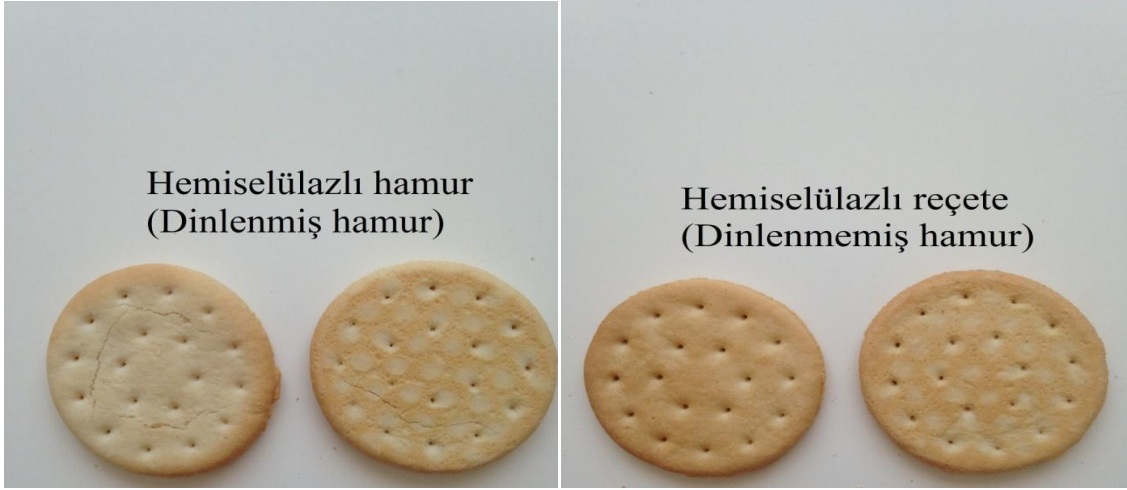
	Kırılgenlık	Çatlama
Standart reçete (dinlenmiş)	Yok	Yok
Standart reçete (dinlenmemiş)	Yok	Yok
Maya ekstraktlı reçete (dinlenmiş)	Var	Var
Maya ekstraktlı reçete (dinlenmemiş)	Var	Var
Hemiselölazlı reçete (dinlenmiş)	Yok	Var
Hemiselölazlı reçete (dinlenmemiş)	Yok	Yok
Fungal proteazlı reçete (dinlenmiş)	Yok	Var
Fungal proteazlı reçete (dinlenmemiş)	Yok	Yok
Bakteriyel proteazlı reçete (dinlenmiş)	Yok	Yok
Bakteriyel proteazlı reçete (dinlenmemiş)	Yok	Yok



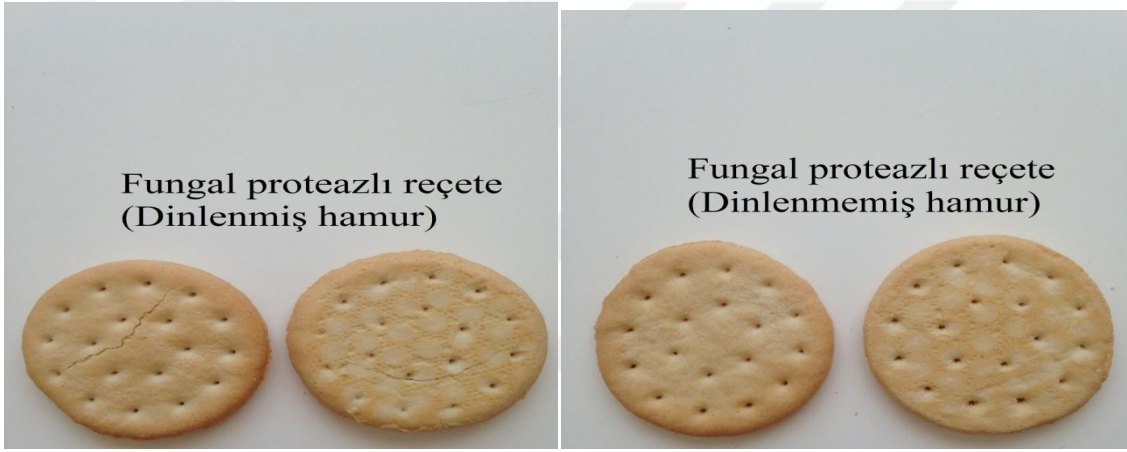
Resim 4.11 Standart reçete dinlenmiş-dinlenmemiş hamur üretimi altı aylık kraker fotoğrafları.



Resim 4.12 Maya ekstraktlı dinlenmiş-dinlenmemiş hamur üretimi altı aylık kraker fotoğrafları.



Resim 4.13 Hemiselüzlü dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi altı aylık kraker fotoğrafları.



Resim 4.14 Fungal proteazlı dinlenmiş-dinlenmemiş hamur üretimi altı aylık kraker fotoğrafları.



Resim 4.15 Bakteriyel proteazlı dinlenmiş - dinlenmemiş hamur üretimi altı aylık kraker fotoğrafları.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmalar sonucunda enzimlerin ve maya ekstraktının hamura ilave edildiği andan itibaren hamur yapısı üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Maya ekstraktı ve bakteriyel proteazın hamur yoğrulması sırasında yumuşamaya neden oldukları daha az su kullanımı ve özellikle maya ekstraktının karıştırma süresinde kısalmaya neden oldukları görülmüştür. Buna karşılık hemüselülaz ve fungal proteazın tam tersi fazla su kullanımına ve hamur karışma süresinin uzamasına neden olduğu görülmüştür. Bu durumlar göz önünde bulundurulduğunda maya ekstraktı ve bakteriyel proteazdan endüstriyel anlamda bu tip olumlu yönlerinden faydalanılabileceği tespit edilmiştir.

Standart reçete hamurunun işlenmesi sırasında hamur kalıplandıktan sonra hamurlar kalıp şeklini korumuş herhangi bir büzüşme görülmemiştir. Standartta en yakın bakteriyel proteazlı ve maya ekstraktlı hamurlar olmuştur. Diğer deneme reçetesi hamurlarına göre daha kolay yayıldığı ve yufkalama ve kalıplama sonrasında uzamaya karşı direnç göstermeden daha çabuk işlendiği görülmüştür. Özellikle bakteriyel proteazlı ürünlerin kalıp şeklini daha iyi muhafaza ettiği bu yüzden prosese daha yatkın olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada farklı enzimlerin ve maya ekstraktının hamura girdikten sonra işlenebilirliği ve proses süresi anlamında endüstriye olumlu etkileri olabileceği gözlemlenmiştir. Ayrıca her bir hammaddenin farklı kalite kriterlerini etkilediği tespit edilmiştir. Çizelge 4.8'e göre en yüksek puanı alan standart reçetesinin dinlenmemiş hamurundan elde edilen krakerler olduğu ve en yakın puanın da bakteriyel proteazın dinlenmemiş hamurundan elde edilen kraker olduğu belirlenmiş bakteriyel proteazın ürün üzerinde görünüş ve tat özellikleri üzerinde olumlu etkileri panelistler tarafından ortaya konmuştur. Ancak dinlenmiş hamurlar için aynı durumdan bahsedilememektedir. Çünkü enzim katkılı hamurlar bekledikçe disülfid bağlarında kopmalar devam edeceğinden endüstriyel anlamda da ürün kalitesini direkt etkilemekte bu yüzden hamurların işlenebilirliğini zorlaştıracakı düşünülmektedir.

Ayrıca çalışma süresinde takip edilen çatlama ve kırılma durumları göz önünde bulundurulduğunda standart reçete krakerlerinin hem dinlenmiş hem dinlenmemiş hamur ürünlerinde çatlama ve kırılma görülmez iken maya ekstraktlı ürünlerin hem

dinlenmiş hem de dinlenmemiş hamur çeşitlerinde çatlama ve kırılmalar gözlemlenmiştir. Hemiselülaz ve fungal proteazlı ürünlerin dinlenmiş hamurlarında çatlama görülmüştür. Bakteriyel proteazlı ürünlerde ise çatlama dahi olmamıştır. Bu anlamda da bakteriyel proteaz kullanımının ürün görünüşünde daha olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir.

Bu durumların haricinde endüstriyel anlamda her bir hammaddenin fiyatı göz önünde bulundurulduğunda da 160 TL/kg maya ekstraktı, 100 TL/kg hemiselülaz, 160 TL/kg fungal proteaz ve 300 TL/kg bakteriyel proteazın kilogram fiyatıdır. Bunlara karşı sodyum metabisülfite fiyatı ise sadece 3,5 TL/kg'dır. Bu hammaddelerin deneme hamurlarındaki maliyetleri, hamur batch miktarı ortalama 1000 gr olduğundan hesaplanamayacağı için hamur batchlerini 100 kg olarak baz alınıp hamur içindeki değişken hammaddelerin oranları ile hammaddelerin kg fiyatları çarpıldığında standart reçetede SMS maliyeti 0,1 TL, bakteriyel proteaz maliyeti 3 TL toplam 3,1 TL, maya ekstraktının reçeteye maliyeti 6,72 TL, hemiselülazın reçeteye maliyeti 0,4 TL, fungal proteazın reçeteye maliyeti 6,72 TL, bakteriyel proteazın reçeteye maliyeti ise 12,6 TL dir. Kullanılan diğer hammaddelerin kullanım miktarları ve kraker pişirme şartları aynı olduğundan denemeler sonucunda fiyat anlamında en uygun hammaddenin hemiselülaz olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak bakteriyel proteazlı ürünlerin referans reçete ürününe daha yakın özellikte olduğu ve öncelikle tercih edilebilir olduğu daha sonra sırası ile hemiselülazlı, fungal proteazlı reçete tercih edilebileceği söylenebilir. Ancak kraker maliyeti açısından ele alındığında en uygun hammadde hemiselülaz olduğu görülmüştür. Bu yüzden farklı hammaddeler üzerinde çalışılması gerektiği söylenebilir. Son olarak da çatlama ve kırılma durumları da göz önünde bulundurulduğunda maya ekstraktı reçeteye farklı müdahale olması durumunda tercih edilebileceği söylenebilir.

6. KAYNAKLAR

- AACC. (1990). Approved methods of the AACC, 8th ed., American Association of Cereal Chemists, Saint Paul, MN.
- AACC. (2002). Approved methods of the AACC, American Association of Cereal Chemists, Saint Paul, MN.
- Ahlborn, G.J., Pike, O.A., Hendrix, S.B., Hess, W.M., Huber, C.S. (2005). Sensory, mechanical and microscopicevaluation of staling in low-protein and gluten free breads. *Cereal Chemistry*, **82**: 328-335.
- Anonim. (2010). TSE Bisküvi Standardı, Türk Standartları Enstitüsü. TS 2383, Ankara.
- Anonim. (2013). Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. Resmi Gazete, Ankara.
- Certel, M., Eren, F. (2006). Fırın ürünlerinde enzim uygulamaları Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.
- Demir, M.K. (2014). Bisküvi Üretiminde Tam Buğday Unu ve Paçallarının Kullanımı. *Tarım Bilimleri Dergisi (Journal of the Science of Food and Agriculture)* **21**: 100-107
- Dıraman, H. (1999) Trakya Bölgesinde Üretilmiş Bisküvilerin Kalite Nitelikleri Üzerine Bir Çalışma. *Gıda Dergisi*. **8**: 53-59.
- Dizlek, H. (2011). Gluten Oluşumu ve Bunu Sınırlayan - Engelleyen Etmenler *Electronic Journal of Food Technologies*, **6**: 14-22
- Doğan, İ.S., Uğur, T. (2004). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, *Tarım Bilimleri Dergisi -Journal of the Science of Food and Agriculture*, **15**: 139-148
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancılar H.G. (2002). Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuar Uygulama Kılavuzu, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın no: 335, Ders Kitapları Serisi No: 82, 245 s., Erzurum.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N. (2001). Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Ders Notu. 52-79. Konya.

- Elgün, A., Türker, S. (1995). Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, No: 718, 376 s. Erzurum.
- Francis, F. J. (1998). Colour analyses, Food Analysis (S.S Nielson, ed.), Chapman and Hall, New York, NY.
- Gül H., Türkmen B., Yerli G.A., Acun S. (2012a). Bisküvi Üretiminde Nar Çekirdeğinin Kullanılabilme Olanakları, Türkiye 11. Gıda Kongresi, 10-12 Ekim, Hatay, 73s
- Gül H., Bıçakçı S., Acun S. (2012b). Buğday Ruşeyminin Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkisi, Türkiye 11. Gıda Kongresi, 10-12 Ekim, Hatay, 80s.
- Gündoğdu, H. (1996). Bisküvi sanayisinde kullanılan unun özellikleri ve temin edilmesindeki yaşanan problemler. 2. Un Bulgur ve Bisküvi Sempozyumu. 28-30.
- Gündoğdu Sertakan, S. (2006). Bisküvi ve Kraker Üretiminde Tritikale Ununun Kullanım Olanakları. Doktora Tezi (Basılmamış), Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, Edirne, Türkiye.
- Güneş, E.F. (2014). Sülfidler ve aşırı duyarlılık reaksiyonları. *Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **4**: 173-181.
- Hammer, R.J. (1995). Enzymes in the baking industry. Enzymes in Food Processing. 2nd edit. Blackie Academic Professional, Chapman & Hall. 190-220.
- Han, J., Janz, J., Gerlat M. (2010). Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions. *Food Research International*, **43**: 627-633.
- Hegenbart, S. (1994). Understanding Enzyme Function in Bakery Foods. *Food Product Design*, **22**: 33-38.
- Hoseney, R.C. (1990). Principles of Cereal Science and Technology. AACCC. Inc., St. Paul Minesota. USA.
- Işık F, Topkaya C. (2017). Domates çekirdeği ilave edilerek üretilen krakerlerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilim Dergisi*, **23**: 926-932.
- Kara, M., Sivri, D., Köksel, H. (2005). Effect of high protease - activity flours and commercial proteases on cookie quality. *Food Research International*. **38**: 479-486.

- Karababa, E., Ozan, A.N. (1995). Çeşit ve çevrenin bisküvi kalitesi üzerine etkisi. *Un Mamulleri Dünyası*, **4**: 26-35.
- Karaduman, Y. (2013). Bisküvilik buğday araştırmaları, *Eskişehir Ticaret Borsası Dergisi*, **7**: 36-37.
- Levent, H., 2005, Farklı kaynaklardan elde edilen besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 71 s.
- Madenci, A. B., Türker, S. (2011). Gıda Katkı Maddeleri: Sorunlar ve Çözüm Önerileri - Helal Bakış açısıyla bazı bisküvi formülasyonlarının incelenmesi Ulusal Helâl ve Sağlıklı Gıda Kongresi., Ankara, 13.
- Manley, D. (1991). Technology of Biscuits, Crackers and Cookies. Ellis Horwood Limited, 2. edition, Hemel Hempstead, UK.
- Mannie, E. (1998). Tapping the power of enzymes. *Prepared Foods*, **6**: 14-16.
- Mevlana Kalkınma Ajansı. (2018). Karaman Bisküvi, Şekerli Mamüller, Çikolata, Kakao ve Kakao Müstahzarları Sektörü Raporu, Karaman.
- Morris, C.F. (2004). Grain quality attributes. *Encyclopedia of Grain Science*, Ed. By Colin Wringley, Harold Corke, Charles E. Walker, 238-254
- Oliver, G., Thacker, D., Wheeler, J.R. (1995). Semi-Sweet Biscuits: 1. The influence of sodium metabisulphite on dough rheology and baking performance. *Science Food Agriculture*, **69**: 141-150.
- Oliver, G., Wheeler, J.R. (1996). Semi-Sweet Biscuits: 2. Alternatives to the Use of Sodium Metabisulphite in Semi-sweet Biscuit Production. *Science Food Agriculture*, **71**: 337-344.
- Özkaya, H., Seçkin, R., Ercan, R. (1984). Bazı Bisküvi Çeşitlerinin Kimyasal Özellikleri ile Mineral ve Vitamin içerikleri Üzerinde Araştırmalar. *Gıda Dergisi*, **9**: 245-251.
- Öztürk, S. (1998). Bisküvi Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri. *Un Mamulleri Dünyası*, **7**: 76-78.

- Sedej, I., Sakac, M., Mandic, A., Misan, A., Pestoric, M., Simurina, O. (2011). Canadanovic-Brunet J. “Quality assesment of gluten-free crackers based on buckwheat flour”. *Food Science and Technology*, **44**: 4-699.
- Thacker, D. (1993). Evaluation of flours for biscuit making In:Food Technology International Europe 1993, ed Turner A. Sterling Publications Ltd, London, UK. 154-158.
- Ünal, S.S. (1986). Hububat Teknolojisi, *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları*, Yayın No: 29.
- Wade, P. (1972a). Flour properties and the manufacture of semi-sweet biscuits. *Science Food Agriculture*, **23**: 737-744.
- Wade, P. (1972b). Action of sodium metabisulphite on the properties of hard sweet biscuit dough. *Science Food Agriculture*. **23**: 333-336.
- Wade, P. (1988). Biscuits, Cookies and Crackers (Vol. 1: The Principles of the Craft). *Elsevier Applied Science*, London, UK.
- Yalçın S. (2018). Kraker Üretiminde Sarı Haşhaş Ezmesi Kullanımının Bazı Fiziksel Özellikler ve Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkisi. *AKÜ Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi (FEMÜBİD)*, **18**: 523-528.
- Yaralı, E., (2014). Tahıl Teknolojisi. Ders Notu. 4-5. Aydın.
- Yavaş, Y. (2012). Hemiselülaz enziminin tam buğday unlu keklerin fiziksel özellikleri üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış), İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), İstanbul.
- Yoneya, T., Nip, W.K. (2006). Cracker Manufacture. Editor: Hui YH. Bakery Products/Science and Technology, 411-431, *Blackwell Publishing*, Iowa 50014,USA.
- Zhang Q.,; Zhang Y.,; He Z.,; Zhang Y.; Pena R. J. (2007). Effects of solvent retention capacities, pentosan content, and dough rheological properties on sugar snap cookie quality in Chinese soft wheat genotypes. *Crop Science*, **47**:656-664.

İnternet Kaynakları

- 1) www.levex.com.tr/tr/bilgi-detay/maya-ekstrakti-nedir-/68, 03.09.2018
- 2) mayaekstrakti.com, 03.09.2018
- 3) www.gurun.com.tr/un_hakkinda.html, 26.03.2019
- 4) www.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Mikrobiyolojik-Analiz/Gidalarda-Mohr-Yontemi-ile-Tuz-Tayini_238.htm, 10.04.2019



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Abdullah Mesut TERZİ
Doğum Yeri ve Tarihi : Çumra, 11.05.1988
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : 506 2433417/amesutterzi@hotmail.com

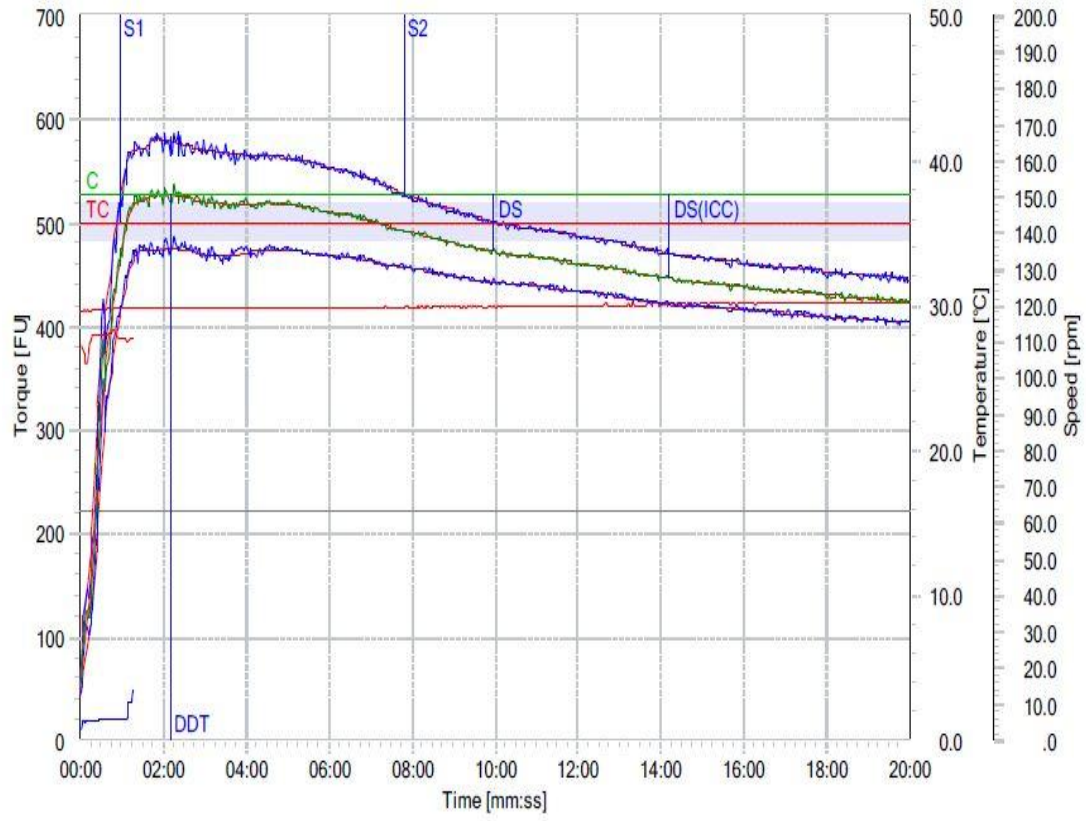
Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise :Meram Naciye Mumcuoğlu Lisesi, (2002-2005)
Lisans :Afyon Kocatepe Üniversitesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü, (2006-2010)
Yüksek Lisans :Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı,
(2016-2019)

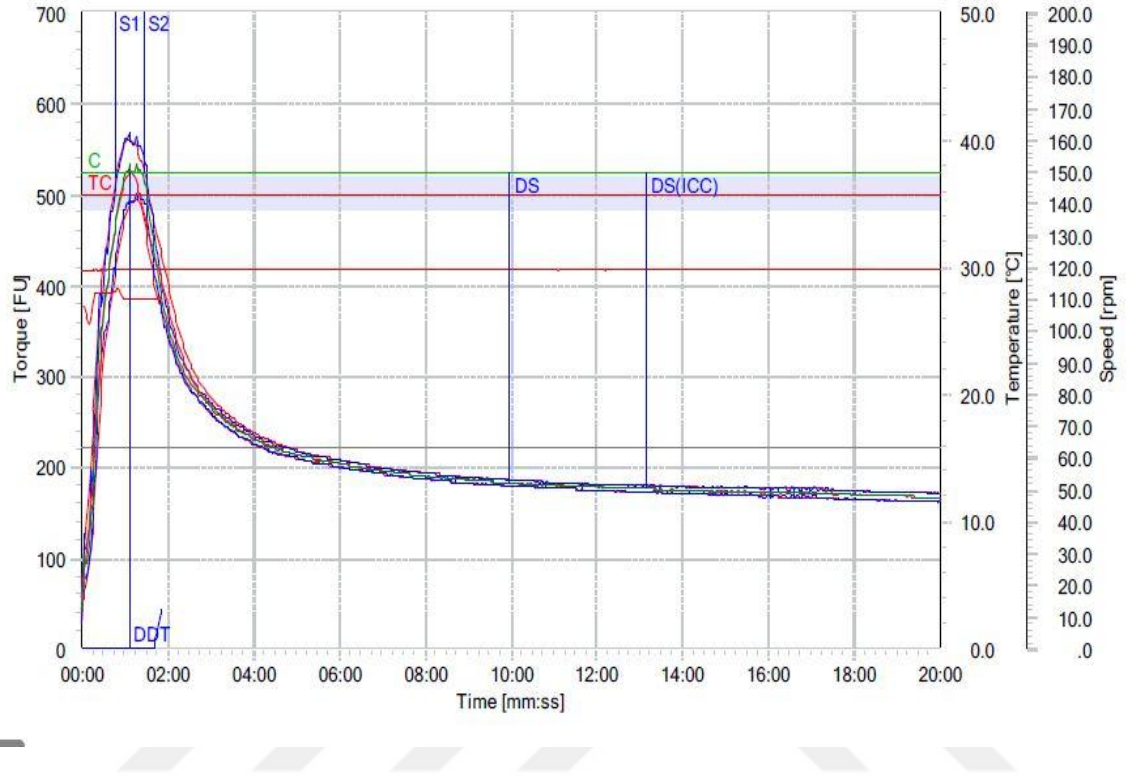
Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :Konya Şeker San. Ve Tic A.Ş. - Torku
Atıştırmalık Ürünler Fabrikası (2011-Devam
Ediyor)

EKLER

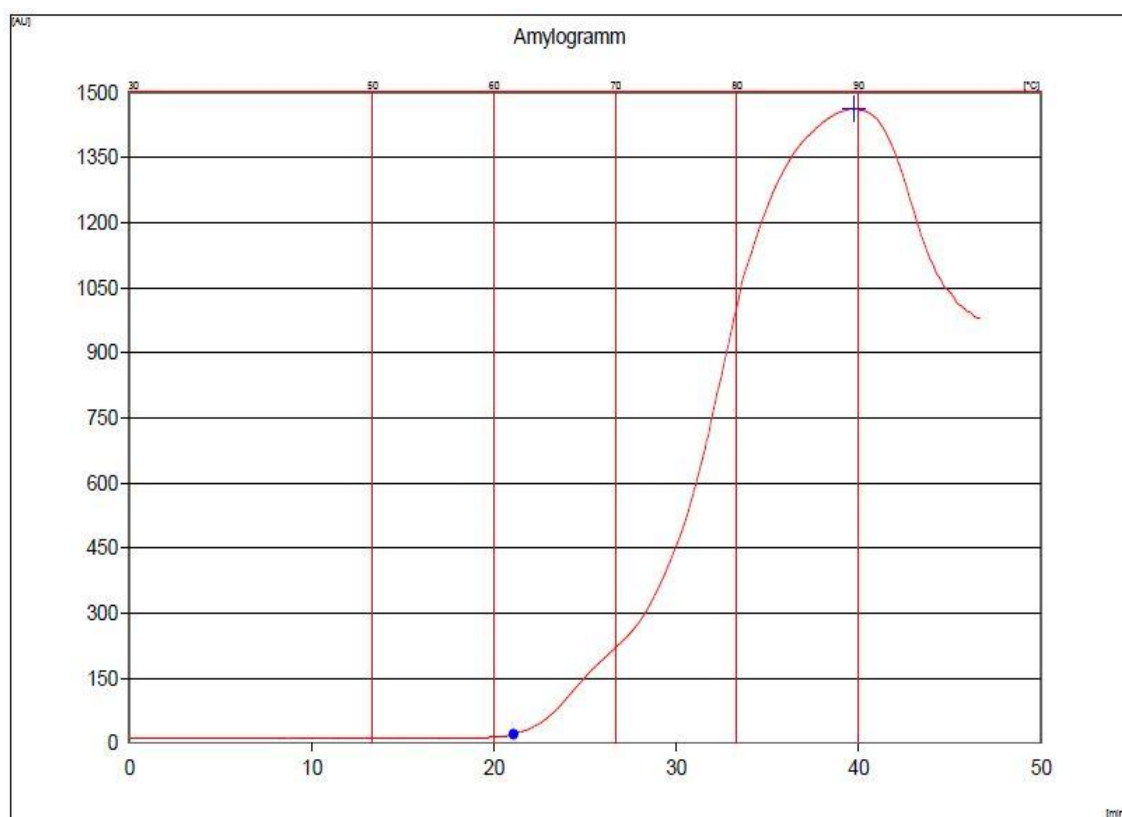
EK 1. Sade un farinogram grafiği.



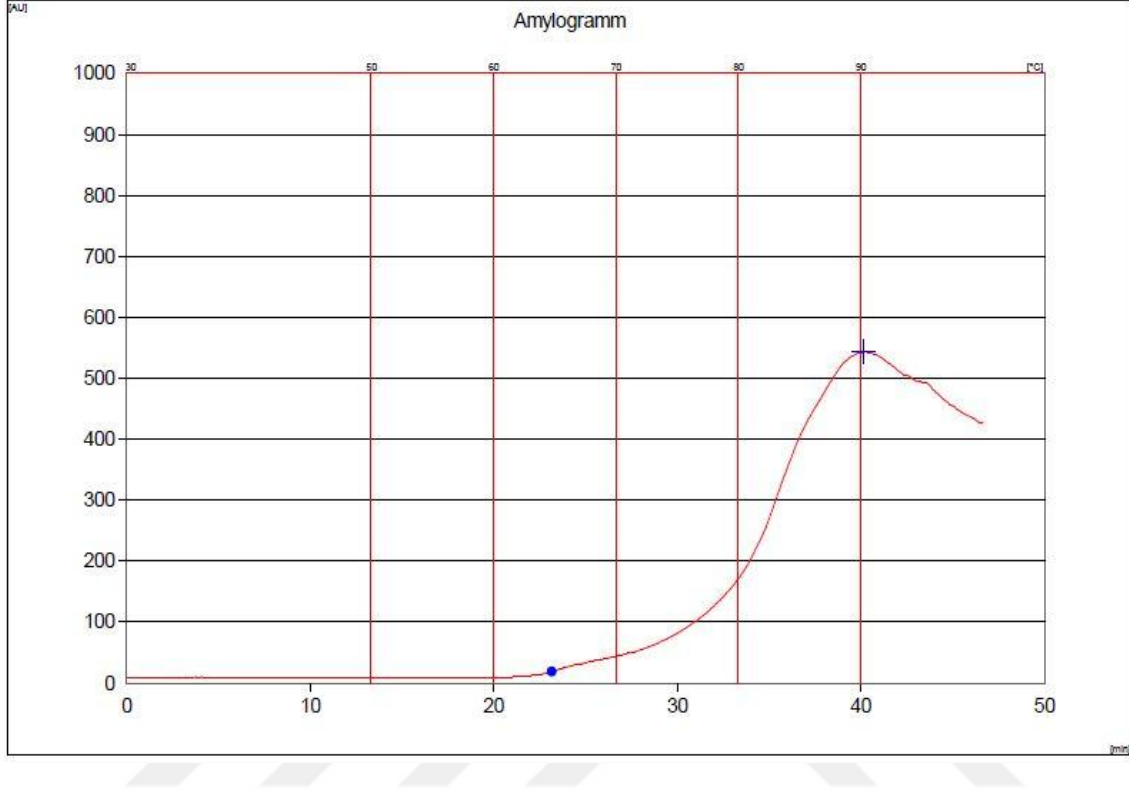
EK 2. Standart reçete farinogram grafiği.



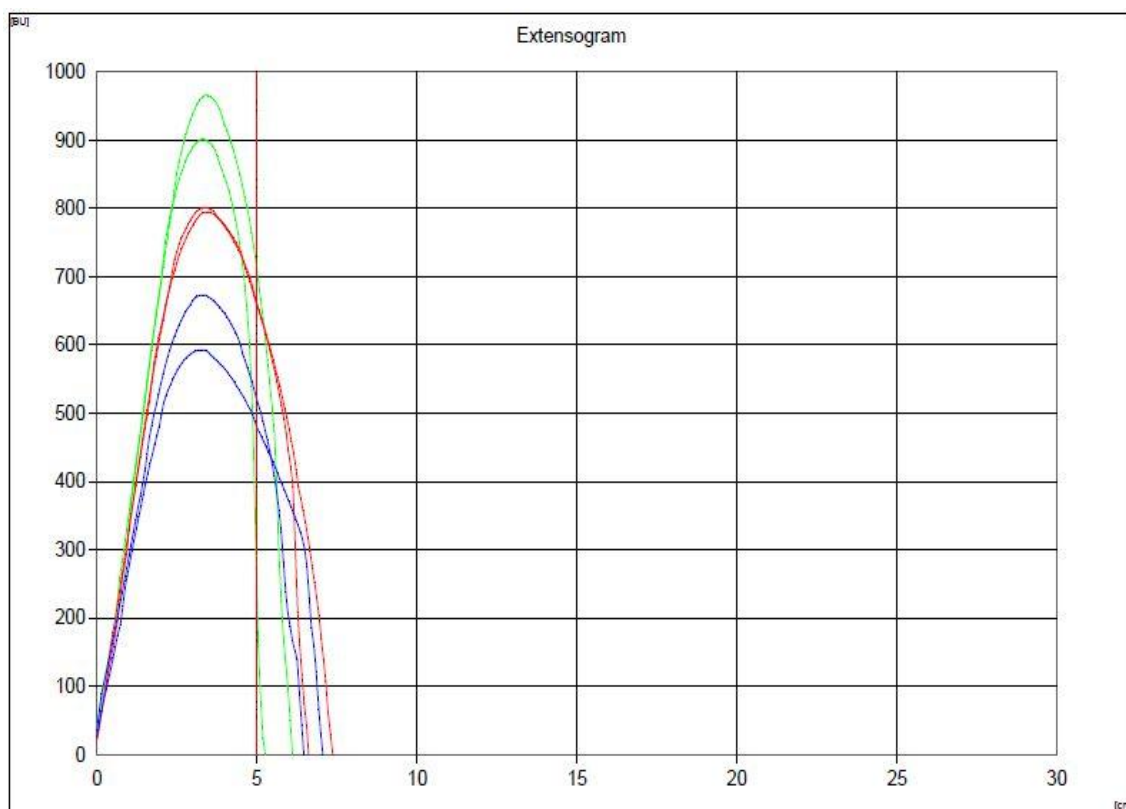
EK 3. Sade un amilogram grafiği.



EK 4. Hemiselüzlü reçete amliogram grafiği.



EK 5. Sade un ekstensogram grafiği.



EK6. Duyusal analiz formu.

Uygulamalar	İşlem	Görünüş				Tat				
		ÜG ²	ŞP ³	K ⁴	RD ⁵	KHT ⁶	KHK ⁷	G ⁸	K ⁹	GYH ¹⁰
Standart	Dinlenmiş	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5
	Dinlenmemiş	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5
Maya ekstraktlı	Dinlenmiş	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5
	Dinlenmemiş	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5
Hemiselülazlı	Dinlenmiş	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5
	Dinlenmemiş	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5
Fungal proteazlı	Dinlenmiş	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5
	Dinlenmemiş	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5
Bakteriyel proteazlı	Dinlenmiş	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5
	Dinlenmemiş	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5	1 - 5

²Ürün görseiliği (parlaklık, pürüzsüzlük), ³Şekil Problemi, ⁴Kabarma az-fazla, ⁵Renk dağılımı (homojenliği), ⁶Kendine has tat, ⁷Kendine has koku, ⁸Gevreklik, ⁹Kırılganlık,

¹⁰Genel yeme hissi.