



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**TAHİL-BAKLAGİL UNU KARIŞIMLARININ
TİCARİ VE GELENEKSEL TÜRK
EKMEKLERİNDE KULLANIMI**

Elif YAVER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Mart-2017
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Elif YAVER tarafından hazırlanan “Tahıl-Baklagil Unu Karışımlarının Ticari ve Geleneksel Türk Ekmeklerinde Kullanımı” adlı tez çalışması 30/03/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doç. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR

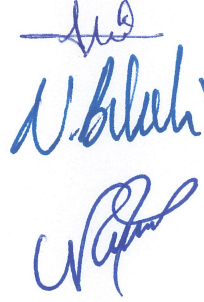
Danışman

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Üye

Yrd. Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet COŞKUN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi B.A.P. tarafından 131319002 no’lu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Elif YAVER

Tarih: 30.03.2017

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TAHİL-BAKLAGİL UNU KARIŞIMLARININ TİCARİ VE GELENEKSEL TÜRK EKMEKLERİNDE KULLANIMI

Elif YAVER

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2017, 144 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Doç. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABIR

Yrd. Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Bu çalışmada eşit oranlarda tahıl (çavdar, arpa ve yulaf) ve baklagil (nohut, soya ve lüpen) unlarından oluşan tahıl-baklagil unu paçalı (TBUP) farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30) ticari somun ekmeği ve geleneksel bazlama ekmeğinin üretiminde kullanılmıştır. TBUP ilavesinin ekmeğinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında, %25 oranında TBUP içeren ekmeğinin teknolojik kalitelerini yükseltmek için çeşitli katkı maddelerinin (vital gluten, fungal alfa amilaz, sodyum stearol-2-laktilat, askorbik asit, transglutaminaz, glukozoksidaz, lipaz, pentozanaz ve ksilanaz) farklı kombinasyonları ile ekmeği denemeleri gerçekleştirilmiş ve ekmeği kalite özellikleri takip edilmiştir. Çalışmanın son aşamasında, ekmeği formülasyonuna tam un şeklinde ilave edilen tahıl ve baklagil unlarından gelen yüksek fitik asit miktarının düşürülebilmesi için farklı defitinizasyon metotlarının (malt unu ilavesi, fitaz enzimi ilavesi ve pH ayarlaması) etkisi araştırılmıştır. Ekmeği ve bazlama formülasyonunda kullanılan TBUP oranının artması ekmeğlerde kül, protein, yağ, fitik asit, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve mineral madde (kalsiyum, bakır, demir, potasyum, magnezyum, mangan, fosfor ve çinko) miktarının yükselmesine neden olmuştur. Artan TBUP oranı somun ekmeğlerde hacmi düşürerek sertliğin yükselmesine neden olurken, bazlama ekmeğlerinde sertlikte artışa neden olmuştur. Farklı katkı kombinasyonları içinde “vital gluten + sodyum stearol-2-laktilat + fungal alfa amilaz + askorbik asit + ksilanaz” ticari ekmeği ekmeği içi parlaklığı, ekmeği hacmi ve ekmeği içi sertliği üzerinde en olumlu etkiye sahip kombinasyon olmuştur. %25 TBUP kullanılarak hazırlanan bazlama örneklerinde, tüm katkı kombinasyonları yayılmayı düşürürken, 1. ve 3. günde ölçülen sertlikte azalmaya neden olmuştur. Duyusal analiz sonuçlarına göre yüksek oranda TBUP kullanımı her iki ekmeği çeşidinde de genel beğeni değerlerini düşürmüştür. Kullanılan katkı maddeleri ekmeğinin teknolojik özelliklerini geliştirirken duyuşal kalitesine de olumlu katkı sağlamıştır. Her iki ekmeği çeşidinde de %25 TBUP kullanılan ekmeğlerde “vital gluten + sodyum stearol-2-laktilat + fungal alfa amilaz + askorbik asit + pentozanaz” ve “vital gluten + sodyum stearol-2-laktilat + fungal alfa amilaz + askorbik asit + ksilanaz” kombinasyonları gözenek yapısı, görünüş ve genel beğeni puanları üzerinde en olumlu etkiye sahip katkılar olmuşturlardır. Ticari somun ekmeğlerinde, geleneksel bazlama ekmeğlerinden daha düşük fitik asit değerleri belirlenmiştir. Defitinizasyon metotlarından fitaz ilavesi, hem ticari ekmeğlerde hem de bazlama ekmeğlerinde en yüksek fitik asit kaybını sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Bazlama, baklagil, defitinizasyon, ekmeği, hububat, katkı

ABSTRACT

MS THESIS

USAGE OF CEREAL-LEGUME FLOUR BLENDS IN COMMERCIAL AND TRADITIONAL TURKISH BREADS

Elif YAVER

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTIN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN FOOD ENGINEERING**

Advisor: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2017, 144 Pages

Jury

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Assoc. Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR

Asst. Prof. Dr. Nilgün ERTAŞ

In this study, cereal-legume flour blend (CLFB) that is consisted of equal amount of cereal (rye, barley and oat) and legume (chickpea, soy and lupine) flours were used at different ratios (0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30%) in the production of commercial bread and traditional bazlama bread. The effect of CLFB on some physical, chemical and sensory properties of breads was investigated. In the second stage of the study, bread experiments with different combinations of various additives (vital gluten, fungal alpha amylase, sodium stearyl-2-lactylate, ascorbic acid, transglutaminase, glucosylase, lipase, pentosanase and xylanase) were conducted to raise the technological qualities of breads containing 25% CLFB, and the quality properties of bread were investigated. At the final stage of the study, the effect of different dephytinisation methods (malt flour addition, phytase enzyme addition and pH adjustment) was investigated in order to reduce the amount of high phytic acid from whole flours of cereal and legume which added to bread formulations. The increase of the CLFB ratio in the bread and bazlama formulation caused increments in the amount of ash, protein, fat, phytic acid, antioxidant activity, total phenolic content and mineral matter (calcium, copper, iron, potassium, magnesium, manganese, phosphorus and zinc) in breads. Increasing CLFB ratio caused increment in hardness by lowering the volume in commercial breads. Also, the hardness of bazlama breads rised with increasing CLFB ratio. Among different additive combinations, "vital gluten + sodium stearyl-2-lactylate + fungal alpha amylase + ascorbic acid + xylanase" has been the most favorable combination in terms of lightness of bread crumb, bread volume and hardness of bread crumb in commercial bread. All of the additive combinations used in bazlama containing 25% CLFB reduced the spread ratio, while caused decrement in the hardness measured on the 1st and 3rd day. According to the results of sensory analysis, the use of CLFB at high level decreased the overall acceptability values in both types of bread. The additives used in breads formulation improved the technological properties of breads also contributed to the sensory quality. Combinations of "vital gluten + sodium stearyl-2-lactylate + fungal alpha amylase + ascorbic acid + pentosanase" and "vital gluten + sodium stearyl-2-lactylate + fungal alpha amylase + ascorbic acid + xylanase" have the most positive effect on pore structure, appearance and overall acceptability scores of both types of bread containing 25% CLFB. The lower phytic acid values were determined in commercial bread than that of traditional bazlama bread. The addition of phytase from the dephytinisation methods provided the highest loss of phytic acid in both commercial breads and in traditional bazlama breads.

Keywords: Additives, bazlama, bread, cereal, dephytinisation, legume

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince ve bu araştırmanın her safhasında maddi ve manevi yardımlarını eksik etmeyen kıymetli hocam Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ başta olmak üzere, üniversite eğitimim boyunca her zaman desteklerini gördüğüm ve yetişmemde önemli katkıları olan değerli hocalarım Prof. Dr. Adem ELGÜN, Prof. Dr. Selman TÜRKER, Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kürşat DEMİR ve Yrd. Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ'a, Selçuk Üniversitesi ve Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümlerinde bulunan öğretim üyesi ve araştırma görevlisi hocalarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince maddi ve manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiğim ve bu uzun süreçte sabırla bana yardımcı olan aileme şükranlarımı sunarım.

Elif YAVER
KONYA-2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	24
3.1. Materyal	24
3.2. Yöntem.....	24
3.2.1. Deneme planı	24
3.2.2. Ticari somun ekmek üretimi	25
3.2.3. Geleneksel bazlama üretimi.....	26
3.2.4. Hammadde analizleri	27
3.2.4.1. Renk ölçümleri.....	27
3.2.4.2. Kimyasal analizler	27
3.2.4.2.1. Su	27
3.2.4.2.2. Kül	28
3.2.4.2.3. Protein.....	28
3.2.4.2.4. Yağ.....	28
3.2.4.2.5. Fitik asit	28
3.2.4.2.6. Antioksidan aktivite.....	28
3.2.4.2.7. Toplam fenolik madde	29
3.2.4.2.8. Mineral madde	29
3.2.5. Ekmek ve bazlama analizleri	30
3.2.5.1. Renk ölçümleri.....	30
3.2.5.2. Ekmek örneklerinde ağırlık, hacim ve spesifik hacim.....	30
3.2.5.3. Bazlama örneklerinde çap, kalınlık ve yayılma oranı.....	30
3.2.5.4. Sertlik.....	30
3.2.5.5. Kimyasal analizler	31
3.2.5.6. Duyusal analizler	31
3.2.6. İstatistikî analizler.....	31
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	32
4.1. Hammadde Analiz Sonuçları	32
4.2. Ekmek Analiz Sonuçları	40
4.2.1. Farklı oranlarda TBUP paçalı kullanılarak üretilen ekmeklere ait analiz sonuçları.....	41
4.2.1.1. Renk değerleri.....	41

4.2.1.2. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim	43
4.2.1.3. Sertlik.....	46
4.2.1.4. Kimyasal analiz sonuçları	47
4.2.1.4.1. Su, kül, protein ve yağ	47
4.2.1.4.2. Fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde	49
4.2.1.4.3. Mineral madde	51
4.2.1.5. Duyusal analiz sonuçları	53
4.2.2. %25 oranında TBUP ve çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmek örneklerine ait analiz sonuçları	55
4.2.2.1. Renk değerleri.....	55
4.2.2.2. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim	60
4.2.2.3. Sertlik.....	64
4.2.2.4. Duyusal analiz sonuçları	66
4.2.3. Farklı defitinizasyon uygulamalarının ekmek özelliklerine etkisi.....	68
4.2.3.1. Renk değerleri.....	68
4.2.3.2. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim	70
4.2.3.3. Sertlik.....	71
4.2.3.4. Kimyasal analiz sonuçları	72
4.2.3.4.1. Su, kül, protein ve yağ	72
4.2.3.4.2. Fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde	73
4.2.3.4.3. Mineral madde	75
4.2.3.5. Duyusal analiz sonuçları	77
4.3. Bazlama Analiz Sonuçları	77
4.3.1. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlamalara ait analiz sonuçları	77
4.3.1.1. Renk değerleri.....	77
4.3.1.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı	79
4.3.1.3. Sertlik.....	81
4.3.1.4. Kimyasal analiz sonuçları	82
4.3.1.4.1. Su, kül, protein ve yağ	82
4.3.1.4.2. Fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde	85
4.3.1.4.3. Mineral madde	87
4.3.1.5. Duyusal analiz sonuçları	89
4.3.2. %25 oranında TBUP ve çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak üretilen bazlamalara ait analiz sonuçları	91
4.3.2.1. Renk değerleri.....	91
4.3.2.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı	93
4.3.2.3. Sertlik.....	95
4.3.2.4. Duyusal analiz sonuçları	96
4.3.3. Farklı defitinizasyon uygulamalarının bazlama özelliklerine etkisi	98
4.3.3.1. Renk değerleri.....	98
4.3.3.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı	99
4.3.3.3. Sertlik.....	100
4.3.3.4. Kimyasal analiz sonuçları	100
4.3.3.4.1. Su, kül, protein ve yağ	100
4.3.3.4.2. Fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde	101
4.3.3.4.3. Mineral madde	103
4.3.3.5. Duyusal analiz sonuçları	105

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

106

KAYNAKLAR	109
ÖZGEÇMİŞ	144



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
Ca	: Kalsiyum
cc	: Santimetre küp
cm	: Santimetre
cm ³	: Santimetre küp
CO ₂	: Karbondioksit
Cu	: Bakır
Da	: Dalton
dk	: Dakika
F	: Force (kuvvet)
Fe	: Demir
g	: Gram
Hue	: Renk özü
K	: Potasyum
kcal	: Kilokalori
kg	: Kilogram
L*	: (0) siyah-(100) beyaz
mg	: Miligram
Mg	: Magnezyum
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
Mn	: Mangan
N	: Newton
nm	: Nanometre
P	: Fosfor
rpm	: Returns per minute
SI	: Doygunluk indeksi
W	: Watt
Zn	: Çinko
α	: Alfa
β	: Beta
μ g	: Mikrogram
μ M	: Mikromolar
μ mol	: Mikromol

Kısaltmalar

AA	: Askorbik asit
DM	: Dry matter (kuru madde)
DPPH	: 2-2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl
FAA	: Fungal alfa amilaz
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
GO	: Glukozoksidaz
K	: Ksilanaz
P	: Pentozanaz

SSL	: Sodyum stearol-2-laktilat
Std	: Standart sapma
TBUP	: Tahıl-baklagil un paçalı
TE	: Troloks eşdeğeri
TEAC	: Troloks eşdeğeri antioksidan kapasitesi
TG	: Transglutaminaz
TGA	: Termogravimetrik analiz cihazı



1. GİRİŞ

Ekmek; temel bileşenler olarak buğday unu, maya, tuz ve suyun belli oranlarda karıştırılıp yoğrulması ve hamurun belli bir süre fermente ettirilip pişirilmesi ile elde edilen, dünyada ve ülkemizde insanların beslenmesinde büyük öneme sahip olan temel bir gıda maddesidir. Ekmek birçok toplumun günlük diyetinde yer almakta ve özellikle ülkemizde tüketicilerin günlük enerji ihtiyaçlarının %50'den fazlasını karşılamaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995; Kotancılar ve ark., 1995).

Buğday tanesinin kimyasal bileşimi; su, karbonhidratlar, azotlu maddeler, lipidler, mineral maddeler, vitaminler ve enzimlerden oluşmaktadır. B kompleks vitaminler başta olmak üzere, selüloz, mineraller ve amino asitler buğday tanesinin kabuk ve embriyo kısımlarında yüksek, endospermde ise düşük oranlarda bulunmaktadır. Özellikle endüstriyel üretimde buğday una öğütüldüğünde, bu besin maddelerinin büyük bir kısmı kepeklerle birlikte uzaklaştırılmakta, elde edilen un ve bu undan yapılan ekmeğin besin değerinin düşmesine neden olmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995; Kotancılar ve ark., 1995; Gül ve Dizlek, 2008).

Temel bir gıda maddesi olan ekmeğin, besinsel değer ve fonksiyonel özellikler açısından zenginleştirilerek tüketime sunulması durumunda, günümüzün önemli problemlerinden olan kanser, obezite, diyabet, kalp-damar hastalıklarının azaltılmasında katkı sağlanabileceği düşünülmektedir. Tam tahıl ve baklagil unları, içerdikleri yüksek lif, mineral madde, protein ve farklı fitokimyasal bileşenler ile ekmeğin zenginleştirilmesinde kullanılacak ingredientlerdir.

Dünyanın çeşitli bölgelerinde toplam gıda tüketiminin %20-80'ini oluşturan buğday, arpa, yulaf gibi tahıllar, sağlık üzerine birçok pozitif etkisi bulunan ve çeşitli hastalıkları da önlediği bilinen fitokimyasalları yüksek oranda içermektedir (Slavin, 2004; Sidhu ve ark., 2007). Diyet lifi açısından zengin tam tahıl ürünleri tüketiminin çeşitli kronik hastalık riskini azaltan metabolik etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Farklı fizikokimyasal özelliğe sahip birçok diyet lifi bileşeni arasında esas olarak arabinoksilanlar ve β -glukanlar, insan ince bağırsağında dışkı viskozitesini artıran en büyük potansiyele sahip bileşenlerdir (Malkki, 2001; Jenkins ve ark., 2004; Cyran ve Saulnier, 2012). Yulaf ve arpa, önemli β -glukan kaynakları olarak belirtilirken (Gödekmerdan, 2004), çavdarın yüksek oranda arabinoksilana sahip olduğu bildirilmektedir (Vinkx ve Delcour, 1996).

Baklagiller yaklaşık %30 oranındaki protein içeriği ve diğer bitkisel proteinlere göre daha dengeli amino asit kompozisyonu ile insan beslenmesi açısından çok önemli protein kaynaklarıdır. Özellikle de tahıl bazlı gıdalar ile birlikte alındıklarında, amino asit kompozisyonu tamamlayıcı etki göstermektedir. Baklagiller bazı B grubu vitaminler ve mineraller bakımından da zengindir (Özkaya ve ark., 1998). Selüloz, baklagillerin diyet lifi bileşimlerinin %30-40'ını oluşturmaktadır. Dirençli nişasta miktarı oldukça yüksek olan baklagiller, glisemik indeksi düşük ürünlerin hazırlanmasında kullanılabilir (Dodevska ve ark., 2013).

Ekmeğe, besinsel ve duyuşsal özellikleri geliştirmek amacıyla eklenen hububat ve baklagil unları, hem üretim sırasında hem de ürün yapısında istenmeyen değişikliklere neden olmaktadır (Başman, 2004). Bu unların ekmeğ üzerindeki olumsuz etkilerini önlemek ve kalitesini artırmak, ekmeğ yapımında işlemeyi kolaylaştırmak; enerji, zaman ve işgücünden tasarruf etmek amacıyla çeşitli katkı maddeleri, enzimler ve emülgatörler kullanılmaktadır (Elgün, 1981; Abasız, 2004). Bunlardan bazıları lipaz, glukozoksidaz, transglutaminaz, ksilanaz, pentozanaz, fungal α -amilaz, vital gluten, sodyum stearol-2-laktilat (SSL) ve L-askorbik asittir.

Tahıl ve baklagilin yapısında bulunan fitik asit, gıdada bulunan başta fosfor, demir, bakır, çinko ve magnezyum olmak üzere, bazı mineral maddelerle kompleks oluşturarak, biyoyararlılıklarını düşürmektedir. Ayrıca fitik asidin proteinler ve amino asitlerle olan interaksiyonu da bu ürünlerin çeşitli gıdalara eklenmesini sınırlamaktadır (Oberleas, 1973; O'Dell, 1979; Cheryan, 1980; Prattley ve ark., 1982). Fitik asidin zararlı etkilerini ortadan kaldırmak veya azaltmak amacıyla çeşitli metotlar (fitaz enzimi ve malt unu ile muamele, fermentasyon, ıslatma, pişirme, otoklavlama, ortam asitliğinin ayarlanması vb.) kullanılabilir.

Bu çalışmada farklı oranlarda (%5-30) tahıl-baklagil un paçalı (TBUP) nın ticari somun ekmeği ve geleneksel bazlama ekmeğinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Yüksek oranda TBUPnın kullanımı ile ekmeğlerin kalite özelliklerinde meydana gelen kaybı önlemek için bazı katkı kombinasyonlarının etkileri incelenmiştir. Ayrıca bazı defitinizasyon metotlarının (malt unu ilavesi, fitaz enzimi ilavesi ve pH ayarlaması) ekmeğlerdeki fitik asit miktarına etkisi belirlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ekmek; besleyici ve doyurucu olması, diğer gıdalara göre daha ucuz ve kolay elde edilebilmesi, kendine özgü tat ve aroması ile ülkemizde ve dünya üzerindeki birçok toplumda vazgeçilmez bir gıda maddesi olarak asırlardır yerini korumaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995).

Ekmeğin tekstürüne ve ekmeğin içi yapısına en fazla etki eden ingredientler buğday unu ve sudur. Buğday ununun en önemli özelliği ise fermentasyon boyunca mayalar tarafından üretilen karbondioksit (CO₂) gazını tutarak hamurun kabarmasını sağlayan ve elastikiyetinden sorumlu olan gluten proteinine sahip olmasıdır. Un kalitesi ne kadar yüksek olursa, ekmeğin kalitesi de o kadar yüksek olmaktadır. Su, hamur oluşumunu sağlamakta, ekmeğin tekstür ve parlaklığına önemli düzeyde etki etmektedir. Ekmeğin bileşiminde bulunan diğer temel ingredientler ise tuz ve mayadır. Maya, basit şekerleri fermentasyona uğratarak, oluşan CO₂ ile hamurun kabarmasını, aynı zamanda hamurun olgunlaşmasını ve aroma kazanmasını sağlar. Tuz ise gluteni kuvvetlendirici etkiye sahip olmakla birlikte, maya aktivitesine etki ederek hamurun şişmesini kontrol altında tutar. Temel ingredientler dışında şeker, şortening, süt tozu, çeşitli enzimler, emülgatörler gibi minör ingredientler de ekmeğin yapımında kullanılmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995; Mondal ve Datta, 2008; Mongi ve ark., 2011).

İnsan beslenmesinde önemli bir yer tutan ekmeğin, iyi bir enerji kaynağı olmakla birlikte, karbonhidratlar, proteinler, B grubu vitaminler, mineraller ve diyet lifi açısından da insan metabolizmasına katkı sağlamaktadır. Ancak, bu besin maddelerinin buğday tanesinin embriyo ve dış kabuğunda daha yoğun olarak bulunması, buğdayın una öğütülmesi esnasında kepeklerle birlikte uzaklaştırılmalarına ve insan metabolizmasına yeterli katkı sağlayamamalarına neden olmaktadır (Yücecan, 1991; Kotancılar ve ark., 1995).

Çeşitli ekmeklerin protein, yağ, nem, kül, karbonhidrat ve enerji miktarlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada; beyaz ekmekte protein 8.7 g/100 g, yağ 1.5 g/100 g, nem 29.7 g/100 g, kül 1.8 g/100 g, karbonhidrat 58.3 g/100 g ve enerji 283.3 kcal/100 g; kepekli ekmekte protein 8.5 g/100 g, yağ 1.2 g/100 g, nem 33.6 g/100 g, kül 2.5 g/100 g, karbonhidrat 52.2 g/100 g ve enerji 259.6 kcal/100 g; tam buğday ekmeğinde ise protein 9.9 g/100 g, yağ 1.7 g/100 g, nem 31.4 g/100 g, kül 2.4 g/100 g, karbonhidrat

54.7 g/100 g ve enerji 274.7 kcal/100 g olarak bulunmuştur (Karaağaoğlu ve ark., 2008).

Ülkemizde yaygın olarak ticari somun ekmekleri tüketilmektedir. Son zamanlarda geleneksel ekmeklere ilgi giderek artmakta ve geleneksel ekmeklerde ticari nitelik kazanıp, market ve bakkallarda satışa sunulmaktadır.

Düz ekmek olarak adlandırılan geleneksel ekmek çeşitleri Orta Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerinde yaygın olarak tüketilmektedir. Ülkemizde en yaygın olarak bilinen geleneksel ekmek çeşitleri bazlama, lavaş, pide ve yufkadır.

Düz ekmekler düşük spesifik hacimli, yüksek kabuk ve ekmek içi oranlarına sahip olmaları ile tava ekmeklerinden ayrılmaktadır. Düz ekmekler, tava ekmeklerine göre daha kısa fermentasyon süresi ve daha yüksek pişirme sıcaklığı istemektedir (Faridi, 1988; Pomeranz, 1988; Penfield ve Campbell, 1990; Hui, 1994; Qarooni, 1996; Quail, 1996; Coşkuner ve ark., 1999).

Düz ekmekler tek katlı ve iki katlı olarak ikiye ayrılmakta, tek katlı düz ekmekler de kendi içlerinde mayalı ve mayasız olarak sınıflandırılmaktadır. Bazlama tek katlı, mayalı ve yuvarlak bir düz ekmek çeşididir. Ortalama 3 cm kalınlığında ve 10-20 cm çapında üretilmektedir (Qarooni, 1996; Başman ve Köksel, 1999; Göçmen ve ark., 2009; Levent ve Bilgiçli, 2012).

Tava ekmeğinde olduğu gibi düz ekmeklerde de en önemli bileşen unudur. Düz ekmeklerde ortalama %80 randımanlı unlar kullanıldığı bildirilmekle birlikte, ekmek çeşidi ve toplumlara göre un özelliklerinin değişkenlik gösterdiği belirtilmektedir (Coşkuner ve ark., 1999). Bazlamanın diğer bileşenleri ise su, tuz, maya ve şekerdir.

Rafine buğday unundan üretilen ekmeğin, besleyici değerinin artırılması için formülasyonunda farklı ingredient ve katkı maddelerine yer verilebilmektedir. Buğday dışındaki diğer tahıllar ve baklagiller tam un formunda ekmek formülasyonlarına eklendiklerinde başta besinsel lif miktarı olmak üzere, protein, mineral, vitamin ve fitokimyasal içeriğini önemli düzeyde geliştirmektedir.

Arpa (*Hordeum vulgare* L.), dünyada buğday ve mısırdan sonra üçüncü sırada ekimi yapılan bir serin iklim tahılıdır. Arpa genellikle insan gıdası olarak, bira üretiminde ve yem sanayiinde kullanılan bir tahıldır. En önemli arpa üreticileri Rusya, İspanya, Fransa, Almanya ve Kanada'dır (Anonymous, 2011).

Arpa tanesi merkeze doğru kalınlaşan, uçlara doğru incelen bir şekle sahiptir. Arpa tanesini saran kavuz; taneyi kırılmalar, çatlamalar ve embriyonun taneden ayrılmasına neden olan böcek zararlarından korur (Jadhav ve ark., 1998). Arpa tanesinin

uzunluğu 8-14 mm, genişliği 1-4.5 mm ve bin tane ağırlığı 37 g'dır (Elgün ve Ertugay, 1995).

Arpa; kavuzlu, ince kavuzlu ya da kavuzsuz, iki sıralı ya da altı sıralı, normal ya da yüksek lisin ve amiloz nişastası oranlarına sahip ve düşük ya da yüksek β -glukan içeriğine sahip olarak sınıflandırılabilir (Jadhav ve ark., 1998).

Arpa tanesinin kimyasal kompozisyonu; kuru madde üzerinden %60-64 nişasta, %4.4-7.8 arabinoksilan, %3.6-6.1 β -glukan, %1.4-5.0 selüloz, %0.41-2.9 basit karbonhidratlar (glukoz, fruktoz, sukroz ve maltoz), %0.16-1.8 oligosakkaritler (rafinoz ve fruktozanlar), %8-15 protein, %2-3 yağ ve %3 kül olarak belirtilmektedir. Bununla birlikte, B kompleks vitaminler ve E vitaminini de içerdiği, tokollerin önemli bir kaynağı olduğu, bütün tokolleri ve biyolojik olarak aktif izomerlerini yüksek oranda içerdiği bildirilmektedir (Wang ve ark., 1993; Peterson ve Qureshi, 1993; MacGregor, 1993; Jadhav ve ark., 1998).

Arpa, suda çözünür ve çözünmeyen diyet lifinin önemli bir kaynağıdır. Arpa diyet lifinin en önemli bileşenleri β -glukan ve arabinoksilandır. β -glukan, arpa ve yulaf gibi tahılların endosperm hücre duvarlarında bulunan, β -(1-3) ve β -(1-4) bağlarıyla glikoza düz bağlanmış nişastasız polisakkarittir. Buğday, çavdar, sorgum gibi diğer tahıl çeşitlerinde de az miktarlarda bulunan β -glukan, tahıllar içinde en fazla arpada bulunmaktadır. Literatürde, β -glukan oranı %16'lara kadar çıkan arpa çeşitlerinin de bulunduğu bildirilmektedir (Lee ve Inglett, 2006; Tiwari ve ark., 2011).

İnsanlar ve hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar β -glukanların kan kolesterol seviyesini düşürücü, gastrointestinal fonksiyon ve glukoz metabolizmasını düzeltici; obezite, diyabet, kalp-damar rahatsızlıkları gibi kronik hastalık risklerini azalttığını göstermiştir. Ayrıca, çalışmalar β -glukanın enfeksiyon, tümör ve radyasyon hasarı gibi olumsuz olaylara karşı bir savunma aracı olduğunu ve antioksidanlar, lipid azaltıcılar, antibiyotikler ve diğer terapötiklerin olumlu etkilerini artırdığını ve bilinen herhangi bir toksisite ya da yan etkisinin olmadığını göstermiştir (Malkki ve Virtanen, 2001; Gödekmerdan, 2004; Wang ve ark., 2007). Bu durum, β -glukanları hububat endüstrisinde önemli fonksiyonel bileşenler haline getirmiş ve son yıllarda tahıl ve süt ürünleri esaslı gıdalarda β -glukan yer almaya başlamıştır (Brennan ve Cleary, 2005; Baik ve Ullrich, 2008; Ferrari ve ark., 2009).

Arabinoksilanlar (1-4) glikozidik bağlarıyla bağlanmış düz zincirli anhidro-D-ksilopiranozil birimlerinden oluşmaktadır. Yan zincirlerde ise α -L-arabinofuranozol birimleri bulunmaktadır (Gül ve Dizlek, 2009). Tahıl hücre duvarlarında bulunan

arabinoksilanın en önemli kaynağı çavdar olarak bilinmekle birlikte, arpa da önemli bir arabinoksilan kaynağıdır.

Arabinoksilanın ekmek üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda; suyun yüzey gerilimini azalttığı, gluten ile birlikte pişirmenin ilk aşamalarında karbondioksitin yayılma hızını yavaşlattığı ve böylece ekmek içi tekstürü ve ekmek hacmi üzerinde pozitif etkiler gösterdiği görülmüş ve yüksek su tutma kapasitesine sahip arabinoksilanın nişasta retrogradasyonu ve ekmek bayatlamasında önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir (Izydorczyk ve ark., 1991; Izydorczyk ve Biliaderis, 1992; Izydorczyk ve Biliaderis, 1995; Gül ve Dizlek, 2008; Rakha ve ark., 2010).

Geçmişte, gluten proteinin eksikliği ve son üründe görülen zayıf duyuşal özelliklerden dolayı arpa, fırıncılık ürünlerinde pek fazla kullanılmamıştır (Bhatty, 1999). Son zamanlarda ise arpanın β -glukan ve arabinoksilan gibi önemli diyet lifi bileşenlerine sahip olduğunun öğrenilmesiyle buğday unu ile karıştırılarak kabul edilebilir duyuşal özelliklere sahip ekmek üretiminde kullanılmaya başlanmıştır (Knuckles ve ark., 1997; Cavallero ve ark., 2002; Skendi ve ark., 2010).

İki farklı moleküler ağırlığa sahip arpa β -glukanı izolatlarıyla (1.00×10^5 Da ve 2.03×10^5 Da) zenginleştirilmiş buğday ununun hamur reolojisi ve ekmek karakteristik özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, β -glukan içeriği arttıkça hamur farinograf su absorpsiyonu ve ekmeklerin su içeriği ve su aktivitesi değerlerinin arttığı, hamur formülasyonuna β -glukan eklendikçe gelişme süresi, stabilite, deformasyon direnci ve zayıf ekmek yapım kalitesine sahip hamurların uzayabilirliklerinin arttığı, ekmek içi renginin daha koyu ve yapısının daha kaba bir yapıda olduğu ve ekmek içi sertliğinin azaldığı bildirilmiştir (Skendi ve ark., 2010).

Tahıllar önemli bir doğal antioksidan kaynağıdır (Manach ve ark., 2004). Arpa da antioksidan aktiviteye sahip ve sağlığa yararlı oldukları bilinen flavanoller, tokoferoller gibi serbest fenoliklere ve ağırlıklı olarak fenolik asitten oluşan bağlı fenoliklere sahiptir (Andreasen ve ark., 2001; Beecher, 2004; Holtekjølen ve ark., 2006). Buğday ununa %40 oranında arpa unu katılarak elde edilen paçaldan yapılan ekmekte, kontrol ekmeğe göre antioksidan özelliklerin artışının incelendiği bir çalışmada, pişirme işlemi boyunca serbest fenolik miktarının azaldığı, bağlı fenolik miktarının arttığı, ölçülen antioksidan aktivitenin ise stabil kaldığı görülmüştür. Fenolik miktarı ve duyuşal özellikler arasında iyi bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Holtekjølen ve ark., 2008).

Yapılan bir çalışmada, çözünür diyet lifçe zenginleştirilmiş %70 buğday unu ve %30 arpa unu karışımından kabul edilebilir kalitede tava ekmeği üretilmiş, kontrol buğday ekmeği ile benzer somun hacmine sahip olduğu ve ekmeğin yumuşaklığının uzun zaman periyodunda benzer şekilde korunduğu görülmüştür (Trogh ve ark., 2005; Baik ve Ullrich, 2008).

Buğday ununa %20 oranında lifçe zenginleştirilmiş arpa unu katılarak iki katlı düz ekmeğin üretilen bir çalışmada, hamurun su absorpsiyonunda önemli derecede artış olduğu, hamur özelliklerinin zayıfladığı, ama hamur bölme ve açma işlemleri sırasında kontrol ekmeğine göre daha iyi hamur işleme özellikleri gösterdiği ve kontrol ekmeğiyle karşılaştırılabilir görünüş, çap, kat ayrılması, ekmeğin içi özellikleri ve aromaya sahip olduğu belirtilmiştir (Izydorczyk ve ark., 2008).

Hussein ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, tam arpa unu ve jelatinize mısır unu ayrı ayrı ve birlikte buğday ununa katılarak baladi ekmeği üretilmiştir. Tam arpa unu ve jelatinize mısır unu birlikte kullanılarak yapılan baladi ekmeğinde protein, yağ, lif, kül, β -glukan ve mineral (kalsiyum, fosfor, potasyum, demir) oranlarının arttığı görülmüştür. Buğday ununa, tam arpa unu ya da jelatinize mısır unu karıştırıldığında daha yüksek reolojik parametreler elde edilmiş ve ekmeğin parlaklığı azalmıştır. Buğday ununa %30 tam arpa unu ve %15 jelatinize mısır unu eklenerek yapılan ekmeğin besin değerinin arttığı ve teknolojik kalitenin etkilenmediği bildirilmiştir.

Yulaf (*Avena sativa* L.), buğday ve arpaya göre daha yeni bir kültür bitkisidir. Yulafın önemli bir bölümü Kuzey Amerika'da yetiştirilmekle birlikte Asya ve Avrupa'da da yetiştiriciliği yapılmaktadır. Son yıllarda insan beslenmesindeki öneminin anlaşılmasına başlanması, yeşil yem ve yapay otlakların kurulması yulafın önemini açıkça ortaya koymuştur (Elgün ve Ertugay, 1995; Yürür, 1998).

Yulafta kavuz, karyopsisi çok sıkı bir şekilde sarmış olarak bulunmaktadır. Ancak kavuz taneye yapışık değildir. Yulaf tanesinin uzunluğu 6-13 mm, genişliği ise 1-4.5 mm arasında değişmektedir. Yulafın 1000 tane ağırlığı 32 g'dır (Elgün ve Ertugay, 1995).

Yulaf tanesinin kimyasal bileşiminde; %62.9 karbonhidrat, %9.3 protein, %5.9 yağ, %2.3 ham lif ve %2.3 kül bulunmaktadır (Alais ve Linden, 1991; FAO, 1999). Yulafın özellikle B kompleksi ve E vitamini bakımından zengin olduğu, vitaminlerin büyük bir kısmının kepekte, özellikle aleuron tabakasında ve embriyoda bulunduğu belirtilmiştir (Pomeranz, 1986).

Yulaf, önemli miktarda diyet lifi ve özellikle suda çözünen (1-3),(1-4)- β -D-glukan içermektedir. Yulafta bulunan β -glukan miktarı 2.3-8.5 g/100 g arasındadır (Flander ve ark., 2007). Yulaf kepeğinin sağlık üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, yulaf kepeğinin bağırsak geçiş süresini kısalttığı, fekal yumuşaklığı ve miktarı üzerinde pozitif etkilerinin olduğu, buğday kepeğine göre daha fazla suda çözünür lif içerdiği ve bunun da yulafın kolesterolü düşürmesinde önemli bir etken olduğu tespit edilmiştir (Mayer ve Calloway, 1977; Anderson, 1980; Oakenfull, 1988). Sekiz hipokolesterolemik kişide yapılan oral glukoz tolerans testinde yulaf kepeğinin önemli iyileştirme sağladığı tespit edilmiştir. Bu kişilerden birisi 20 ünite insülin alan bir diyabetli olmasına rağmen, insülin ihtiyacı yulaf kepeği diyeti ile 10 günde sıfıra düşebilmiştir (Özkaya, 1993).

Fırın ürünlerinde yulaf kullanımı üzerine yapılan çalışmalarda, yulaf proteinlerinin ısı uygulamasıyla denatüre olması ve buğday proteini gibi mükemmel visko-elastik özelliklere sahip olmamasından dolayı, formülasyona yulaf unu ilavesiyle pişirme kalitesinin düştüğü belirtilmiştir (Brümmer ve ark., 1988; Gormley ve Morrissey, 1993; Flander ve ark., 2007).

Buğday ununa belli oranda ilave edilen yulaf ununun, hamurun fiziksel özelliklerine ve ekmeğin kalitesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, yulaf unu ilavesinin hamurun stabilitesini, gelişme süresini, hamurun uzamaya karşı direncini olumsuz yönde etkilediği, hamurun uzama kabiliyetini ise artırdığı ve yulaf unu ilavesinin, hamurun fiziksel özelliklerini ve ekmek kalitesini olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (Ahmadkhani, 1992).

Yulafın, ekmekleri daha uzun süre, daha taze tutan mükemmel su tutma özelliklerine sahip olduğu belirtilmektedir (McKechnie, 1983; Duran ve ark., 2004). Yapılan araştırmalarda buğday ekmeğine; yulaf, yulaf nişastası ya da yulaf lesitini eklenmesi ile ekmeğin bayatlama hızının yavaşlatılabileceği görülmüştür (Forssell ve ark., 1998; Flander ve ark., 2007).

Yulaf ve mısır kaynaklı diyet lifi eklenerek glutensiz ekmek formülasyonlarının elde edildiği bir çalışmada, kontrol ekmekle karşılaştırıldığında lif ilavesiyle daha yüksek ekmek hacmi ve ekmek içi yumuşaklığına sahip ekmeklerin elde edildiği görülmüştür (Sabanis ve ark., 2009).

Rieder ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday unu yerine arpa unu ya da yulaf kepeği kullanıldığında hamur stabilite süresinin 8.6-9.8 dakikaya kadar düştüğü bildirilmiş, yulaf kepeğinden yapılmış ekmeklerin en yüksek ekmek hacmi ve

en düşük ekmek içi sertliğini gösterdiği belirtilmiştir. Bu durum, yüksek molekül ağırlıklı β -glukanın hamurun su fazının viskozitesini artırdığı, gaz hücrelerini stabilize ettiği ve bu sebeple de yüksek ekmek hacmi elde edildiği şeklinde açıklanmıştır.

Çavdar (*Secale cereale* L.), Orta ve Kuzey Avrupa'da yaygın olarak yetiştirilip kullanılmakla birlikte Kuzey Almanya'dan Kuzey Rusya'ya kadar geniş bir coğrafyaya yayılmıştır. Ülkemizde çavdarın pek çok yabani ve kültür formları mevcuttur. Çavdar tanesi buğdaydan daha ince, uzun ve kavuzsuzdur (Mankan, 2008).

Çavdar tanesi 4.5-10 mm uzunlukta ve 1.5-3.5 mm genişliğindedir. Çavdarda iç kavuz ve kapçık gevşek olup taneden kolayca ayrılabilir. Çavdarın bin tane ağırlığı ise 21 g'dır (Elgün ve Ertugay, 1995).

Çavdar; %71.8 karbonhidrat, %8.7 protein, %1.5 yağ, %2.2 ham lif ve %1.8 kül içermektedir (Alais ve Linden, 1991; FAO, 1999). Çavdar üzerine yapılan araştırmalarda çavdarın B kompleksi vitaminler, mangan, demir, bakır, çinko, selenyum, magnezyum ve florür açısından zengin olduğu ve fosforca zengin aleuron tabakasının kepekten ayrılmasının buğdaya göre daha zor olduğu belirtilmiştir (Clydesdale, 1994; Aman ve ark., 1997; Mankan, 2008). Danimarkalı kadınların günlük ortalama 63 g çavdar ekmeği tüketmeleri ile demir alımlarının günlük 8.9 mg'dan 12.8 mg'a yükseldiği belirtilmektedir (Hansen ve ark., 2005). Ayrıca, tam taneli çavdarın zengin bir lif kaynağı olmasıyla birlikte çeşitli fitokimyasalları da içerdiği (Nystrom ve ark., 2008; Bondia-Pons ve ark., 2009) ve Finlandiyalılar arasında temel E vitamini kaynağı olarak tanımlandığı bildirilmektedir (Piironen ve ark., 1986; Söderholm ve ark., 2012).

Yetiştirilen tahıl çeşitleri arasında tam taneli çavdarın %13-17 arasında diyet lifi içeriği ile en yüksek değere sahip olduğu belirtilmekte ve en önemli diyet lifi bileşeninin arabinoksilan olduğu bildirilmektedir. Diğer diyet lifi bileşenleri ise selüloz, lignin ve β -glukandır (Bengtsson ve Aman, 1990; Nilsson ve ark., 1996; Mankan, 2008; Rakha ve ark., 2010). Ayrıca çavdar, kuru maddenin %3.0-6.6'sını oluşturan fruktan da içermektedir (Harkönen ve ark., 1997; Karppinen ve ark., 2003; Grasten ve ark., 2007).

Fazla miktardaki çavdar diyetinin besinsel faydaları; kalp hastalıkları riski, hiperkolesterolemi, obezite ve diyabete bağlı insülin eksikliği ve bazı hormonal kanserleri azaltması olarak sayılmaktadır (Aldercreutz, 1990; Zhang ve ark., 1990; Kritchevsky, 2001; Angelis ve ark., 2006).

Çavdar, son zamanlarda ekmek yapımında ikinci sırada kullanılan bir tahıl olarak yer almakta ve popüleritesi gün geçtikçe artmaktadır (Andlauer ve Furst, 1999;

Bushuk, 2001; Michalska ve ark., 2008). Finlandiya ve Danimarka'da çavdar, çoğunlukla kepekli çavdar ekmeği olarak tüketilmektedir. Çavdar ekmeği çoğunlukla ekşi hamur yöntemi kullanılarak yapılmakta ve bu yöntem besinsel kaliteyi ve çavdar ekmeğinin tat ve kokusunu etkilemektedir (Bondia-Pons ve ark., 2009).

Arabinoksilan ve (1,3),(1,4)- β -D-glukandan oluşan çavdar hücre duvarlarının yıkımı, kabarma ve pişirmenin ilk evresi boyunca hamurun daha yumuşak olmasını sağlar. Hücre duvarları aynı zamanda ekmeğin tekstürünü ve ağız hissini oluşturur, ürüne donma ve çözülme stabilitesi verir (Sanderson, 1996; Parkkonen ve ark., 1997).

Besinsel lif ve fenolik bileşiklerin çavdar ekmeği yapımı sırasında değişiminin incelendiği bir çalışmada, suda ekstrakte edilebilen besinsel lifler ve suda çözünür arabinoksilan miktarının ekmek yapımı sırasında değişikliğe uğramadığı, ester bağlı fenolik asit miktarında azalma meydana geldiği belirtilmiştir (Seguchi ve Abe, 2003; Meral ve Doğan, 2009).

Mankan (2008) tarafından buğday ununa farklı oranlarda (%30 ve %50) çavdar unu katılmasıyla yapılan bir çalışmada, çavdar ekmeklerinin kalitesi üzerinde karışıma eklenen çavdar oranının önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. %30 oranında çavdar unu kullanılan ekmeklerin hacimleri daha yüksek bulunmuş; kabuk rengi, dokusu, ekmek içi rengi, elastikiyeti ve tat/aroması daha iyi olarak değerlendirilmiştir. Karışımlarda kullanılan buğday ununun kuvvetli olmasının ekmeğin hacmini artırdığı bildirilmiş ve kuvvetli un ile hazırlanan karışımların kabuk rengi, dokusu, ekmek içi rengi, elastikiyeti ve tat/aromasının daha iyi bulunduğu belirtilmiştir.

Doğal ve modifiye arabinoksilan ilavesinin çavdar ununun pişirme özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, arabinoksilan ilavesinin su absorpsiyonunu artırdığı, çavdar ununa ilave edilen çözünür arabinoksilan miktarının artmasıyla daha yüksek hacimli ekmeklerin üretildiği ve ekmek içi sertliğinin azaldığı bildirilmiştir (Buksa ve ark., 2013).

Çavdar tanesinin farklı değirmencilik yan ürünlerinin un ve ekmek duyusal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, kepeğin en dış katmanının acı, güçlü bir aromaya neden olması ve ağızda konsantre tat bırakmasına karşın, endosperm çok daha yumuşak bir aroma sağlamıştır. Yüksek biyoaktiviteye sahip ince kepek ise un ve ekmeğin ikisinde de acı bir aromaya neden olmamıştır. Endosperm tabakasından kepek tabakasına gidildikçe, ekmek örneklerindeki renk yoğunluğunda artma görülmüştür (Heiniö ve ark., 2003).

Baklagiller; yüksek protein, besinsel lif, mineral madde ve fitokimyasal içerikleri ile pek çok gıda maddesinin besinsel değerinin yükseltilmesi için mükemmel bitkisel kaynaklardır. Soya fasulyesi (*Glycine max*), besleyici değerinin yüksek olması sebebiyle binlerce yıldır Çin'de günlük diyetin bir parçası olup, özellikle Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından soya proteinleri tüketimi ile koroner kalp hastalıkları riskinin azalması arasında bir bağlantı olduğunun açıklanmasıyla, Avrupa'da yakın zamanda popüler olmuş ve tüketilmeye başlanmıştır (FDA, 1999; Ivanovski ve ark., 2012). Dünyada önemli soya üreticileri ABD, Brezilya, Arjantin ve Çin'dir (Anonymous, 2011).

Soya fasulyesinin şekli yuvarlaktan uzun ve düze kadar değişebilmekte ve rengi sarı, yeşil, kahverengi ya da siyah olabilmektedir. Soya tohumu kavuz ve iki kotiledondan meydana gelmektedir. Tohumun içerdiği yağ ve protein, kotiledon bölgesinde bulunmaktadır (Cheftel ve ark., 1985; FAO, 1992).

Soyanın kimyasal bileşiminde; %43.7 protein, %21.8 yağ, %5.3 kül ve %33-35 karbonhidrat bulunmaktadır. Soya fasulyesinin amino asit kompozisyonunda insanlar için esansiyel olan dokuz amino asit bulunmakta; kalsiyum, demir, bakır, çinko, magnezyum, fosfor, potasyum, sodyum, mangan minerallerini ve B₁, B₂ vitaminlerini içermektedir (Fernando ve Murphy, 1990; Henley ve ark., 1993; Lusas ve Riaz, 1995; Garcia ve ark., 1997). Ayrıca soya, omega-3-yağ asitleri ve diyet lifi bileşenleriyle önemli bir gıda maddesidir (Riaz, 2001; Liu, 2004; Nilüfer, 2007).

Soya ürünlerinin kullanımı üzerine yapılan çalışmalar; kronik kalp hastalıkları, obezite, kolesterol, diyabet, kanser, böbrek hastalıkları ve osteoporoz gibi birçok hastalığın önlenmesinde etkili olduğunu göstermiştir (Keeton, 1991; Messina ve Barnes, 1991; Ishii ve Yamaguchio, 1992; Henley ve ark., 1993; Hawrylewicz ve ark., 1995; Garcia ve ark., 1997).

Soya fasulyesi; yüksek protein içeriği, diyet lifi bileşenleri, yapısındaki izoflavonlar, esansiyel amino asitler, mineral maddeler gibi önemli bileşenlere sahip olmasıyla sağlık üzerine olumlu etkiler gösteren önemli bir baklagil olmakla birlikte, yapısında bulunan antibesinsel faktörler nedeniyle sınırlı miktarlarda tüketilebilmektedir. Soyada bulunan antibesinsel faktörler; ince bağırsakta parçalanmayan bir karbonhidrat olan stakiyoz (Fenercioğlu, 1986; Var, 1999), besin maddelerinin emilimini azaltan tripsin inhibitörleri ile fitik asit ve tuzları olarak sayılmaktadır (Kınık, 1992; Shahidi ve Naczki, 1995). Ayrıca yapısında bulunan fenolik bileşikler, bazı alifatik karbonlar, uçucu yağ asitleri, aminler, esterler ve alkollerden

kaynaklanan istenmeyen renk ve aromadan dolayı da soyanın tüketimi kısıtlanmaktadır (How ve Morr, 1982; Gürsoy ve Gökçe, 2001).

Soya, fonksiyonel ve besinsel özellikleri sebebiyle fırın ürünlerinde kullanım alanı bulmaktadır. Soya proteini ürünlerinin; ekmeğin kabuk rengi, ekmeğin içi yapısı, esneklik ve kızarma özelliklerini geliştirdiği bildirilmektedir (Endres, 2001; Stauffer, 2002; Boyacıoğlu, 2006; Nilüfer ve ark., 2008; Nilüfer-Erdil ve ark., 2012). Lisin içeriği düşük olan buğday ununun protein kalitesinin yükseltilmesi için kullanılan soya unu, ekmeğin zenginleştirilmesini sağlamaktadır (Mashayekh ve ark., 2008; Ivanovski ve ark., 2012).

Buğday ununa %5, 10, 15 ve 20 oranlarında soya unu (tam yağlı ve yağsız) ve arpa unu eklenerek üretilen katkılı ekmeklerin organoleptik ve besinsel özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada; %15 arpa unu, %10 soya unu (tam yağlı ve yağsız), %15 arpa unu+tam yağlı soya unu ve %15 arpa unu+yağsız soya unu katkılı ekmeklerin kabul edilebilir özellikte olduğu belirtilmiştir. Ancak buğday ununa %20 oranında soya (tam yağlı ve yağsız) ve arpa unları eklenerek yapılan ekmekler, organoleptik olarak kabul edilemez bulunmuştur. Buğday ununa eklenen tam yağlı ve yağsız soya unu oranı %5'ten %10'a doğru arttıkça, protein, lisin ve toplam kalsiyum seviyelerinde önemli artışlar olduğu görülmüştür. Aynı zamanda fitik asit, polifenol ve tripsin inhibitörü aktivitesinde de artış olmuştur. Tek başına ya da tam yağlı ve yağsız soya unu ile birlikte %15 oranında arpa unu eklenmesiyle protein, toplam lisin, diyet lifi ve β -glukan içeriğinde önemli artışlar gözlenmiştir. %15 seviyesinde arpa ve yağsız soya unu ile katkılama yapıldığında organoleptik ve besinsel olarak kabul edilebilir ekmekler üretilebileceği bildirilmiştir (Dhingra ve Jood, 2001).

Soya ununun ekmeğin fiziko-kimyasal özellikleri üzerine etkilerinin (-80)-200°C arasında araştırıldığı bir çalışmada, soya unu ilavesinin (%20) ekmekteki donabilen su miktarında ve amilopektin kristalizasyonunda azalmaya neden olduğu, sertlik ile ilgili bir parametre olan depolama modülünün (E') soya unu katkılı ekmeklerde daha yüksek bulunduğu belirtilmiştir. TGA (Thermogravimetric Analyzer) ile belirlenen ağırlık kaybı ve ağırlık kaybı sıcaklığı değerleri, soya unu katkılı ekmekte biraz daha yüksek bulunmuştur (Çolakoğlu ve Çınar, 2004).

Soya esaslı ekmeğin duyu özelliklerini geliştirmek amacıyla yapılan bir çalışmada, buğday ununa soya unu (%20) ya da soya protein izolatları (%12) eklenmiş, soya unu katılarak yapılan ekmeğin duyu özelliklerinde, kontrol ekmeğine göre önemli bir fark görülmemiştir. Soya protein izolatı ekmeğinde ise kontrol ekmeğine

göre ağızda daha sert, yoğun, ekşi, fasulyemsi, acı ve buruk tat bırakan bir duyusal profil elde edilmiştir. Panelistlerin soya protein izolatu ekmeğine, soya unu eklenen ekmeğe ve kontrol ekmeğine göre önemli derecede daha düşük puanlar verdiği bildirilmiştir (Ivanovski ve ark., 2012).

Shogren ve ark. (2003) tarafından %0-40 yağsız soya unu, %35-100 tam buğday unu ve %0-35 beyaz buğday unu kullanılarak ekmeğe yapılan bir çalışmada; %30 soya unu kullanılan mayalı ekmeğe fasulyemsi ya da acı tat açısından, kontrol tam buğday unu ekmeğine göre önemli bir fark görülmemiştir. %30-40 soya unu katkısı ile kolay ve ekonomik biçimde hoşça giden ve besleyici ekmeğe üretilbileceği bildirilmiştir.

Proteinler, karbonhidratlar, çeşitli suda çözünür vitaminler ve minerallerin önemli bir kaynağı olan baklagiller, insan beslenmesine önemli katkı sağlamaktadır. Nohut (*Cicer arietinum* L.); dünyada, özellikle tropikal ve subtropikal bölgelerde, en yaygın şekilde tüketilen ve en eski baklagillerden birisidir (Sreerama ve ark., 2012). Dünyadaki önemli nohut üreticileri; Hindistan, Avustralya, Pakistan ve Türkiye'dir (Anonymous, 2011).

Nohut taneleri çeşitli şekillerde olduğu gibi, tane renkleri de çeşitlilik göstermektedir. Sarı, kahverengi, siyah ya da yeşilimsi renklerde taneler oluşabilmektedir. Bin tane ağırlığı 100-300 g olan nohut çeşitleri olduğu gibi, bin tane ağırlığı 400-600 g olan nohutlar da mevcuttur (Babaoğlu, 2003).

Nohut, diğer baklagil çeşitleri gibi önemli bir protein, karbonhidrat, lif, vitamin ve mineral kaynağıdır. Nohutun kalsiyum, fosfor, magnezyum ve potasyum açısından zengin olduğu, diğer baklagil çeşitlerinden daha yüksek oranda demir (3.1-10.7 mg/100 g) ve kalsiyum (33-1980 mg/100 g) içerdiği bildirilmektedir. Ayrıca nohutun içerdiği A vitamini oranının da yüksek olduğu ve orta düzeyde de D vitamini içerdiği belirtilmektedir (Encan ve ark., 2005; Demir, 2008).

Zengin protein kaynağı olan nohutun protein oranı %12.6-30.5 arasında değişmektedir. %75-85 düzeyinde olan nohut proteinlerinin biyolojik değerinin, diğer baklagil proteinlerinden önemli derecede daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Nohutun fonksiyonel özellikleri, tahıl bazlı kompozit unlarda kullanımında önemli bir rol oynamasını sağlamaktadır (Iyer ve Singh, 1997; Singh ve ark., 1997; Yadav ve ark., 2012). Nohut bileşiminde protein dışında %38.1-73.3 karbonhidrat, %1.6-9.0 selüloz, %1.5-6.8 yağ ve %2.1-11.4 kül de bulunmaktadır (Encan ve ark., 2005).

Nohutun sağlık üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, nohut tüketiminin (104 g/gün) bağırsak fonksiyonunu güçlendirdiği (Murty ve ark., 2010); zengin

karotenoid bileşimi sayesinde, sindirim siteminden mineral absorpsiyonunu artırdığı bildirilmektedir. Bununla birlikte, nohut biyo-yararlı kuarsetin ve ferulik asit açısından zengin içeriğe sahip olup, fitik asit içeriğinin de 5.8-13.6 mg/g olduğu belirtilmektedir (Thavarajah ve Thavarajah, 2012).

Nohut önemli fonksiyonel özelliklere sahip olmakla birlikte, diğer baklagiller gibi antibesinsel faktörler de içermektedir. Fitik asit dışında nohutta bulunan diğer antibesinsel faktörler; polifenoller (10.8 mg GAE/g), oligosakkaritler (34.9 mg/g) ve tripsin inhibitörü (6452 units/g)'dür (Sreerama ve ark., 2012).

Tahıl-baklagil proteinleri kombinasyonunun esansiyel amino asit dengesini sağlaması, nohut ununun düşük glisemik indekse sahip olması ve yüksek besinsel değere sahip gıda maddelerinin üretilmesine imkan vermesi, nohutun son yıllarda ekmek, bisküvi, kek, makarna, erişte, et gibi çeşitli gıdalarda kullanımının artmasına neden olmuştur (Livingstone ve ark., 1993; Frost ve ark., 1999).

Beyaz ve tam buğday ekmeklerine nohut unu ilavesinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; nohut unu ilavesi, ekmek içi sertliğini artırmış ve ekmek hacmini biraz azaltmıştır. Tam buğday ekmeğinin renk parametreleri nohut unu ilavesinden etkilenmezken, beyaz ekmekte koyuluk ve sarılık değerlerinin artmasına neden olmuştur (Yamsaengsung ve ark., 2010).

Buğday ununa %10, 20, 30 oranlarında nohut unu ilave edilen bir çalışmada; eklenen nohut ununun su absorpsiyonu ve hamur gelişme süresini artırdığı, hamur uzayabilirliği ve deformasyon direncini azalttığı görülmüştür. %10 nohut unu ilave edilen hamurda, kontrole göre daha yüksek stabilite ve mekanik karıştırmaya karşı direnç oluşmuştur. %10 nohut unu ilavesiyle elde edilen hamur yüzeyi 'normal' olarak sınıflandırılırken, %20 ve %30 nohut unu ilavesiyle elde edilen hamur yüzeyleri 'yapışkan' olarak sınıflandırılmıştır. Nohut unu ilavesi; ekmek hacmi, içyapısı ve tekstürünü etkilemiş, ilave edilen miktar arttıkça ekmek içi ve kabuk renginde koyulaşma artmıştır. %10 nohut unu ilavesiyle kontrol ekmeğine benzer ekmekler elde edilebileceği bildirilmiştir (Mohammed ve ark., 2012).

Buğday ununa %0, 10, 20 ve 30 oranlarında çimlenmiş ya da çimlenmemiş nohut unu katılarak ekmek yapılan bir çalışmada; her iki un ilavesinde de farinograf gelişme ve stabilite süreleri azalmış, amilograf pik viskozitesinde artış olmuştur. Çimlenmiş ve çimlenmemiş nohut unu ilavesiyle yapılan iki tip ekmek arasında, duyuşal özellikler açısından önemli bir fark görülmemiştir (Luz Fernandez ve Berry, 1989).

Bojnanska ve ark. (2012) tarafından yapılan bir araştırmada, buğday ununa %10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında nohut unu eklenerek ekmek üretilmiş ve üretilen ekmekler besinsel, teknolojik ve duyuşal açıdan incelenmiştir. Önemli miktarda fosfor, magnezyum ve kalsiyum içeren nohut unu ilavesiyle ekmeklerin mineral miktarında artış görülmüştür. Buğday ununa eklenen nohut unu, hamurun farinograf su absorpsiyonu değerini artırmış, buğday ununa göre daha yüksek hamur stabilitesi değeri elde edilmiştir. Eklenen nohut unu oranı arttıkça ekmeklerin hacim gibi kalitatif parametreleri daha kötüye gitmiştir. Ancak, %20 nohut unu ilavesi ile kontrole göre daha yüksek hacimli ekmekler üretilmiştir. Nohut unu protein, kül, vitamin, mineral, lif ve biyoaktif maddeler açısından ekmeği zenginleştirerek, saf buğday unundan yapılan ekmeğe göre, besinsel değeri daha yüksek ekmeklerin üretilmesini sağlamıştır.

Yüksek protein ve yağ içeriğiyle insan beslenmesi açısından önemli bir baklagil olan lüpen, binlerce yıldır Akdeniz çevresinde ve Nil vadisinde ekilmektedir (Gladstones, 1974; Huyghe, 1997). Günümüzde Balkanlar ve Avrupa'da da lüpen tarımı yapılmaktadır (Cowling ve ark., 1998; Mikic ve ark., 2010).

Diğer baklagil çeşitlerinde olduğu gibi, lüpen tohumları da protein, mineral ve diyet lifi açısından zengin bir bileşime sahiptir. Lüpenin bileşiminde %36.3 protein, %14.4 ham lif, %11.5 yağ, %5.82 karbonhidrat, %3.9 kül, %33.9 azotsuz ekstrakt, %0.39 alkaloid olduğu belirtilmektedir. Ayrıca lüpen tohumlarında 3.9 mg/kg tiamin, 2.3 mg/kg riboflavin, 39.1 mg/kg niasin ile birlikte 350 mg/100 g fosfor, 760.1 mg/100 g potasyum, 294.9 mg/100 g kalsiyum, 190.4 mg/100 g magnezyum, 6.2 mg/100 g demir, 246 mg/100 g mangan ve 7.4 mg/100 g çinko bulunmaktadır. Bununla birlikte, lüpen tohumları antioksidanlar, fitosteroller gibi fitokimyasallar açısından da zengindir (Pettersen ve Mackintosh, 1994; Pettersen, 1998; Erbaş ve ark., 2005; Sujak ve ark., 2006; Levent ve Bilgiçli, 2012; Yorgancılar ve Bilgiçli, 2012).

Besleyici değeri oldukça yüksek olan lüpen tohumları, diğer baklagiller gibi antibesinsel faktörler de içermektedir. Lüpenin yapısında bulunan alkaloidler, istenmeyen acı bir tada neden olmakla birlikte, bazıları da toksik etkiye sahiptir. Lüpen, alkaloidler dışında tripsin inhibitörü, oligosakkaritler, tanenler, saponin ve fitik asit de içermektedir (Huyghe, 1997; Wysocka ve Brukwicki, 1998; El-Adawy ve ark., 2001; Torres ve ark., 2002; Michael, 2002; 2003; Sujak ve ark., 2006).

Lüpen üzerine yapılan çalışmalarda, lüpen yağında alfa-, gama- ve delta-tokoferollerin bulunduğu ve lüpenin toplam fenolik madde içeriğinin 491.51 mg/100 g olduğu bildirilmektedir (Lampart-Szczapa ve ark., 2003; Siger ve ark., 2012). Lüpen

ununun yüksek protein ve lif içeriğinin, kardiyovasküler hastalıkların risk faktörleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ve kardiyovasküler sağlığı güçlendirdiği belirtilmektedir (Belski, 2012). Günlük diyetle lüpen unu katkılı ekmeğin tüketiminin buğday ekmeğine göre, daha yüksek oranda tokluk sağladığı ve önemli oranda daha düşük enerji alımına sebep olduğu bildirilmektedir (Lee ve ark., 2006).

Yüksek oranda lüsin içeren ve daha düşük oranda metiyonine sahip olan lüpen, lisince fakir ve sülfür içeren amino asitlerce zengin olan buğday proteinleriyle kullanıldığında birbirlerini iyi bir şekilde tamamlamaktadır (Mubarak, 2001; Martinez-Villaluenga ve ark., 2010). Rengi, yüksek diyet lifi ve protein içeriğinden dolayı, fırıncılık ürünlerinde lüpen kullanımında başarılı sonuçlar alınacağı belirtilmektedir (Huyghe, 1997).

Dervas ve ark. (1999) tarafından; tam yağlı, konsantre ve yağsız konsantre lüpen unları, buğday ununa %5, 10, 15 oranlarında eklenerek hamurun reolojik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. %5 lüpen unu ilavesi stabilite ve hamur tolerans indeksini artırmış, daha yüksek oranlarda (%15) katkılama yapıldığında ise, bu parametrelerde azalma görülmüştür. Eklenen lüpen unu oranı arttıkça ekmeklerin hacmi azalmış, %5 ya da %10 konsantre ve yağsız konsantre lüpen unları ilavesi ile ağırlık, hacim, tekstür ve ekmeğin içi yapısı parametreleri açısından kabul edilebilir ekmekler üretildiği belirtilmiştir.

Buğday unu-lüpen protein izolatu karışımının hamur reolojisi ve pişirme özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, lüpen protein izolatu eklenmesiyle hamur gelişme süresi, stabilite ve deformasyon direnci, hamur uzayabilirliği parametrelerinde artış olduğu, ekmeğin sertleşmesinin geciktiği; hacim, iç yapı ve tekstür gibi ekmeğin kalite parametrelerinin etkilendiği bildirilmiştir (Paraskevopoulou ve ark., 2010).

Yapılan bir çalışmada, buğday ununa %5 oranında katılan lüpen ununun, ekmeğin hacmi ve iç yapısı üzerinde bir ekmeğin katkı maddesi gibi etki gösterdiği, karıştırma süresini azalttığı bildirilmiş, bu değerler açısından en iyi sonuçları yağsız lüpen ununun verdiği bildirilmiştir (Pollard ve ark., 2002).

Ekmeğin üretiminde buğday unu dışında tahıl ve baklagil unlarına yer verilmesi ekmeğin teknolojik kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle ekmeğin kalitesini artırmak için çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu katkı maddelerinden bazıları vital buğday gluteni, oksidanlar, enzimler ve emülgatörlerdir. Bunlardan tez çalışmasında kullanılanların etki mekanizmaları aşağıda özetlenmiştir.

Ekmeğin temel bileşimi olan buğday ununun yapısındaki proteinler hem unun hem de ekmeğin kalitesinin belirlenmesinde en önemli rolü oynamaktadır. Buğday proteinlerinden en önemlisi ise, buğday unundaki proteinlerin %85'ini oluşturan, hamur viskozitesinden sorumlu gliadin ve hamur elastikiyetinden sorumlu glutenin proteinlerinden oluşan glutendir (Pylar, 1988; Mosleth ve Uhlen, 1991; Shewry ve ark., 1997; Van der Zalm ve ark., 2011).

Hamurun yoğrulması esnasında gluten proteinleri gliadin ve glutenin, elastik ve plastik yapıda bir iskelet oluşturarak, ortamdaki havanın ve mayalar tarafından oluşturulan karbondioksitin (CO₂) hamur içerisinde tutulmasını ve böylece ekmeğin kabarmasını ve gözenekli bir yapıda olmasını sağlar (Pomeranz, 1987; Pylar, 1988; Dizlek, 2011).

Toplam protein içeriği ve gluteninin gliadine oranının hamur uzayabilirliği ve pişirme özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; glutenin/gliadin oranı sabit tutulmak suretiyle protein içeriğindeki artışın, karıştırma süresi, uzayabilirlik ve uzamaya karşı maksimum direnç değerlerini artırdığı görülmüştür. Aynı zamanda ekmek hacminde artış olmuştur. Protein bileşimindeki glutenin/gliadin oranı artırıldığında da aynı sonuçların elde edildiği bildirilmiştir (Uthayakumaran ve ark., 1999; Van der Zalm ve ark., 2011).

Unun fonksiyonel özelliklerini geliştirici bir katkı maddesi olarak kullanılan vital gluten, buğdaydan elde edilen yaş gluten kütesinden nişasta granüllerinin uzaklaştırılmasından sonra 55-60°C'de kurutulması ile elde edilmektedir. Buğday gluteni fazla miktarda ve düşük maliyetle elde edilebilmektedir. Ancak, gıda endüstrisinde vital gluten kullanımının en büyük sorunlarından biri, glutenin suda az çözünmesidir, bu durum uygulamaları sınırlandırmaktadır (McDermott, 1985; Stauffer, 1990; Jinshui ve ark., 2004; Marchetti ve ark., 2012).

Kuru gluten %75 protein, %8 su ve farklı oranlarda lif, nişasta ve yağ içermektedir. Nişasta ve lif, yapışkan protein matriksi tarafından tutulmakta ve ayrıştırılması zor olmaktadır. Daha pahalı bir yıkama yöntemi ile nişasta ve lif protein matriksinden uzaklaştırılabilmekte ve protein oranı artırılabilir. Ancak bu durum kuru gluten maliyetini artırmaktadır.

Buğday ununa çeşitli tahıl ve baklagil unlarının eklenmesi, hamurun viskoelastik özelliklerinin zayıflaması, hamurdaki gluten oranının düşmesi sebebiyle gaz tutma kapasitesinin azalması ve bu nedenle ekmek hacminin düşmesi, ekmek içi gözenek yapısının bozulması, istenmeyen kabuk yapısı ve ekmeğin daha kısa sürede bayatlaması

gibi çeşitli teknolojik özelliklerin bozulmasına neden olmaktadır. Ekmeğe istenen teknolojik özellikleri kazandırmak amacıyla vital buğday gluteni kullanılmakta ve bu unların ekmeğe ve hamur üzerindeki olumsuz etkileri giderilmektedir. Vital buğday gluteninin eşsiz visko-elastik özellikleri; hamur mukavemetini, karıştırma toleransını ve elle işleme özelliklerini geliştirmekte; hamurun su tutma kapasitesini artırarak ekmeğin raf ömrünü uzatmakta ve ekmeğe yumuşaklık vermekte, böylece buğday ekmeğinin çeşitli tahıl ve baklagil unlarıyla katkılanarak besinsel değeri yüksek ve kabul edilebilir ekmeğe üretilmesine olanak vermektedir (Day ve ark., 2006; Dizlek ve ark., 2013).

Gıda katkı maddeleri arasında surfaktanlar grubu içerisinde yer alan sodyum stearyl-2-laktilatın (SSL) optimum gluten gelişimini teşvik ettiği, bayatlamayı geciktirdiği ve yapışkanlığı azalttığı bildirilmektedir (Ercan ve Özkaya, 1986).

Ekmeğin bayatlaması, hem üreticiler hem de tüketiciler açısından önemli bir finansal kayıp olarak görülmektedir (Si ve Drost-lustenberger, 2001). Bu nedenle, ekmeğe enzimler ve emülgatörler gibi bayatlamayı önleyici ajanlar kullanılmaktadır (Purhagen ve ark., 2011). Bu amaçla kullanılan emülgatörlerden birisi olan SSL, hamur stabilitesini artırır ve ekmeğin daha yumuşak olmasını sağlar (Stampfli ve Nersten, 1995). Hamur kuvvetlendiriciler, un bileşenleri ile etkileşime girerek ekmeğin yumuşatır, bayatlamayı geciktirir, daha yüksek hacim ve daha iyi ekmeğin içi yapısı sağlar (Tamstorf ve ark., 1987; Gomes-Ruffi ve ark., 2012).

Van Steertegem ve ark. (2013), ekmeğin yapımında SSL kullanımının hamur karıştırma işlemi boyunca gluten ağ yapısını etkilediğini ve gluten proteinleri ile etkileşime girerek hamur yapısını güçlendirici bir etki oluşturduğunu bildirmektedir.

Ekmeğin yapımında şortening yerine SSL kullanılan bir çalışmada, elde edilen ekmeğin kalitesinin şortening ile yapılan ekmeğin kalitesi ile karşılaştırılabilir ölçüde olduğu ve 6 ml/g'dan daha yüksek spesifik hacim elde edildiği belirtilmektedir (Kamel ve Hoover, 1992).

Ekmeğin geliştirici olarak kullanılan askorbik asit, hamura eklendiğinde ekmeğin hacmini artırmakta ve ekmeğin içi yapısını geliştirmektedir (Grosch ve Wieser, 1999). Askorbik asidin bu etkisi, düşük moleküllü sülfidril peptidlerini (glutatyon) oksitlemesi ve gluten molekülündeki sülfidril-disülfid değişimini sağlaması ile açıklanmaktadır (Bloksma, 1972; Dong ve Hosney, 1995; Abd El-Hady ve ark., 1999).

Gujral ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa farklı oranlarda arpa unu (%0, 10 ve 20), yaş gluten (%0, 7.5 ve 15) ve askorbik asit (0, 10 ve 20 ppm) ilave edilerek ekmeğin yapılmış, arpa unu ilavesine bağlı olarak ekmeğin hacminin

azalmasına karşın, yaş gluten ve askorbik asit ilavesi ile ekmek hacminin arttığı görülmüştür. 72 saatlik bir sürede ekmek içinin bayatlaması üzerine yapılan testte; arpa unu, askorbik asit ve yaş glutenin bayatlamayı geciktirici etki gösterdiği, aynı zamanda bu üç bileşenin kombinasyonunun sinerjik etki göstererek bayatlama üzerinde daha olumlu bir etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Oksidasyon etkisi sebebiyle fırıncılık ürünlerinde geniş bir kullanım alanı bulan askorbik asidin, hidrojen peroksit ve glukozoksidaza karşı hamur üzerindeki oksidatif etkilerinin incelendiği bir çalışmada, glukozoksidaza alternatif olabilecek bir oksidatif ajan olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Vukic ve ark., 2014).

Ekmeğin hammaddesi olan unun kalitesini, elde edildiği buğday belirlemektedir. Buğdayın kalitesi ise; çeşit, ekim mevsimi, toprak, iklim, tarım yöntemi, hastalıklar ve zararlı otlar gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Un kalitesini olumsuz etkileyen etmenlerin, bu etkilerinin azaltılabilmesi için çeşitli enzimatik katkı maddeleri kullanılmaktadır (Ünal, 1980). Bu katkı maddeleri arasında amilaz, transglutaminaz, glukozoksidaz, lipaz, pentozanaz ve ksilanaz gibi enzimler yer almaktadır.

Fungal alfa amilaz enzimi fırıncılık sanayinde, hamur işleme özelliklerini geliştirici ve ekmek kalitesini artırıcı olarak kullanılmaktadır (Maeda ve ark., 2003). Alfa amilaz enziminin bayatlamayı geciktirici etkisinin yanında, ekmek içi elastikiyetini geliştirici özelliğinin olması, ekmek yapımında oldukça popüler olarak kullanılmasını sağlamaktadır (Kulp ve Ponta, 1981; Cauvain ve Chamverlain, 1988; Ranum ve DeStefanis, 1990; Bowles, 1996; Martinez-Anaya ve Jimenez, 1997; Si, 1997). Ayrıca, bazı enzimler ve zedelenmiş nişasta ile alfa amilaz kullanımı, pişirme işleminde iyi bilinen sinerjik bir etki oluşturmaktadır (Farrand, 1964; Si, 1997). Diğer enzimlerin bazıları ya da zedelenmiş nişasta ile birlikte çok küçük bir miktar alfa amilaz enziminin bulunması, ekmek hacminin artmasını sağlamak ve hamur yapışma problemi olmadan hamur işleme özelliklerini kabur edilebilir düzeyde iyileştirmektedir (Maeda ve Morita, 2001, 2003; Maeda ve ark., 2004; Kim ve ark., 2006).

Alfa amilaz enzimi düşük molekül ağırlıklı dekstrinler üreterek ekmek tekstürü üzerinde pozitif etki göstermekte, amilopektin retrogradasyonunu engellemekte ve ekmeğin depolama süresi boyunca protein-nişasta etkileşimini sağlamaktadır. Bununla birlikte, alfa amilaz sertlik oranını azaltmakta (Rosell ve ark., 2001), ekmek hacmini artırmakta, ekmek içi gözenek yapısını, kabuk ve ekmek içi rengini iyileştirmekte ve aroma oluşumuna katkı sağlamaktadır (Martinez-Anaya ve ark., 1999; Giannone ve ark., 2016).

Transglutaminaz enzimi proteinler arasındaki kovalent bağlara girerek açıl transfer reaksiyonlarını katalizler (Nonaka ve ark., 1989). Ekmek yapımında transglutaminaz enzimi kullanımı sonucunda glutenin fraksiyonunun kimyasal ve fonksiyonel özelliklerini değiştirdiği, hamur mukavemetini ve ekmek hacmini geliştirdiği belirtilmektedir (Seravalli ve ark., 2011).

Gerrard ve ark. (1998), tava ekmeği yapımında kullanılan transglutaminaz enziminin ekmek içi sertliğini iyileştirdiğini, hamura uygulanan iş gücü miktarını azalttığını ve hamurun su absorpsiyonunu olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir.

Yapılan çalışmalarda transglutaminaz enziminin hamur güçlendirici etkisi olduğu, uzayabilirliği artırdığı, protein ağını geliştirerek hamur elastikiyetini değiştirdiği, ekmek hacmini artırdığı, ekmek içi sertliğini değiştirdiği belirtilmektedir (Gerrard ve ark., 2001; Başman ve ark., 2002; Bauer ve ark., 2003; Autio ve ark., 2005; Caballero ve ark., 2007; Beck ve ark., 2011).

Glukozoksidaz enzimi oksijen varlığında D-glikozu katalizleyerek D-glukonik asit ve hidrojen peroksit oluşumunu sağlamakta, oluşan hidrojen peroksit gluten proteinlerinde disülfid bağlarının oluşumunu ve suda çözünen pentozanlarının jelleşmesini artırmaktadır (Gujral ve Rosell, 2004; Şahin ve ark., 2007).

Glukozoksidaz gibi oksidatif enzimler kullanılan hamurlarda daha yüksek fırın sıçraması görüldüğü ve ekmek hacimlerinin daha iyi olduğu belirtilmektedir (Linko ve Linko, 1988; Karatekin ve ark., 2008).

Alfa-amilaz ve glukozoksidaz enzimlerinin ekmek üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, alfa-amilaz ve glukozoksidaz enzimlerinin spesifik hacmi ve ekmek içi gözenek yapısını geliştirdiği, bununla birlikte ekmeğin bayatlamasını geciktirdiği bildirilmiştir (Zeng ve ark., 2011).

Bonet ve ark. (2006) tarafından glukozoksidaz enziminin aşırı miktarda kullanımının ekmek üzerine etkileri araştırılmış ve aşırı miktarda glukozoksidaz enzimi kullanımının ekmek yapım özelliklerini negatif yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Lipaz enzimi, lipid fraksiyonu üzerinde etki göstererek emülsifiye edici özelliğe sahip bileşiklerin (monoaçilgliserol ve diaçilgliserol) oluşmasını sağlar ve böylece ekmek hacmi üzerinde pozitif etki gösterir. Ayrıca, lipaz enzimi ekmek hamurunun reolojik özelliklerini geliştirmekte ve ekmeğin bayatlamasını geciktirmektedir (Castello ve ark., 1998; Olesen ve ark., 2000; Castello ve ark., 2000; Giannone ve ark., 2016).

Yapılan çalışmalarda ekmek yapım özelliklerini geliştirici etkisi olan lipaz enziminin; hamuru güçlendirdiği, hamur stabilitesini ve gaz tutma kapasitesini artırdığı,

daha üniform ekmeğin içi yapısı sağladığı, ekmeğin içi yumuşaklığını geliştirdiği ve ekmeğin hacmini artırdığı belirtilmektedir (Qi Si ve Hansen, 1994; Siswoyo ve ark., 1999; Olesen ve ark., 2000; Çolakoğlu ve Özkaya, 2012).

Pentozanaz enzimi, unun bileşiminde bulunan endosperm hücre duvarlarındaki yüksek molekül ağırlıklı arabinoksilanları (pentozanlar) hidrolize eder ve böylece buğday unu hamuru ve ekmeğinin kalitesini geliştirir (Rouau ve Moreau, 1993; Rouau ve ark., 1994; Rouau ve Surget, 1998). *Pentozanaz*, hamura eklendiğinde suda çözünen pentozan miktarının artışında önemli bir etki göstermektedir (Jimenez ve Martinez-Anaya, 2000).

Fransız ekmeğinin yapımında *pentozanaz* içeren enzim preparatı kullanılan bir çalışmada, optimum seviyede kullanılan enzim preparatının hamur özelliklerini geliştirdiği, kalite özelliklerini iyileştirdiği ve tüm örneklerde daha iyi bir kalite sağladığı bildirilmiştir (Rouau ve ark., 1994).

Steffolani ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmada; *pentozanaz* enziminin suda çözünür pentozan miktarını artırdığını, sülfidril gruplarının artışını sağladığını, daha yumuşak bir hamur yapısı ve ekmeğin örneklerinde daha yüksek spesifik hacim tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Ksilanaz enzimi arabinoksilanları hidrolize eder ve arabinoksilanların fonksiyonel özelliklerini değiştirir. Ekmeğin kalitesi üzerine pozitif etki göstermesinden dolayı fırıncılık sektöründe geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Primo-Martin ve Martinez-Anaya, 2003a). *Ksilanaz* enzimi; hamur işleme özelliklerini, hacmi ve ekmeğin yumuşaklığını iyileştirir, su absorpsiyonunu kontrol altında tutar ve değiştirir (Oort ve ark., 1995; Primo-Martin ve Martinez-Anaya, 2003a; 2003b; Primo-Martin ve ark., 2005). Ayrıca, *ksilanaz* enzimi hamur stabilitesini ve fırın sıçramasını geliştirir (Sprössler, 1997; Courtin ve Delcour, 2001).

Shah ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada *ksilanaz* enziminin tam buğday ekmeğinin kalitesi üzerine etkileri araştırılmış, enzim katkılı ekmeğinin kontrol ekmeğine göre su içeriğinin daha yüksek olduğu, hacim ve spesifik hacimde önemli bir artış olduğu, daha iyi aroma, tat, yumuşaklık ve genel kabul edilebilirlik gösterdiği, yapışkanlıkta gelişme olduğu, esneklik ve sakızimsılık özelliklerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Chapati ekmeğinin yapımında *amilaz* ve *ksilanaz* kombinasyonu kullanılarak bu enzimlerin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, enzim kombinasyonunun bayatlamayı

geciktirdiği, nişasta ve reolojik özellikler üzerinde değişiklikler oluşturduğu belirtilmiştir (Hemalatha ve ark., 2014).

Gıdaların bileşiminde bulunan fitik asit, gıdadaki minerallerle kompleks oluşturmakta ve minerallerin biyoyararlılığını azaltmaktadır. Bununla birlikte, fitik asit gıdanın yapısında bulunan proteinlerle etkileşime girmekte ve fonksiyonel özelliklerini değiştirmektedir (O'Dell, 1979; Erdman, 1979; Cheryan, 1980; Cosgrove, 1980; Reddy ve ark., 1982; Champagne ve ark., 1985).

Tam tahıl ve baklagil unları yüksek oranda fitik asit içermektedir. Ekmeğin zenginleştirilmesi amacıyla kullanılan bu unlar aynı zamanda ekmekteki fitik asit miktarının da artmasına neden olmaktadır. Fitik asidin önemi ve defitinizasyon metotları aşağıda özetlenmiştir.

Gıdalar fitik asit içeriklerine göre karşılaştırıldıklarında, en çok fitik asit içerenden en az içerene doğru şöyle sıralanmaktadır: Tahıllar (%77.3), baklagiller (%13.0), diğer kuru tohumlar ve meyveler (%9.2), çekirdekli etli meyveler (%0.5) (Reddy ve Sathe, 2002; Özkaya, 2004a). Genellikle birçok bitki türünde, fitik asidin %90'ı aleuron tabakasında ve %10'u da embriyoda bulunmaktadır. Tahıllarda fitik asit içeriğine ve fosforun bulunmasına etki eden faktörler genetik, çevresel değişiklikler, lokasyon, sulama şartları, toprak türü, yıl ve gübreleme uygulamaları olarak sıralanmaktadır (Dost ve Tokul, 2006).

Gıdalarla birlikte yüksek oranda fitik asit alımı, tüketicide mineral yetersizliğine sebep olmakta ve bu durum da besinsel problemlere yol açmaktadır (Prasad, 2003; Gargari ve ark., 2007). Bu nedenle, gıdadaki fitik asit içeriğinin azaltılması amacıyla birçok proses üzerinde çalışma yapılmıştır. Bu proseslerden bazıları; fermentasyon (Bilgiçli ve ark., 2006), ısıl işlem uygulaması (Özkaya ve ark., 2004; Ertaş ve ark., 2008), çimlendirme (İbrahim ve ark., 2002; Herken, 2005), malt unu ilavesi (Sripriya ve ark., 1997; Greiner ve ark., 2000), fitaz enzimi ilavesi (Bilgiçli ve ark., 2006) ve ortam pH'sının ayarlanması (Fretzdorff ve Brümmer, 1992; Özkaya, 2004b) olarak belirtilmektedir.

Ekmeğin yapımı sırasında fitat içeriğinin azalması; fitaz enziminin aktivitesine, unun ekstraksiyon derecesine, son fermentasyon süresi ve sıcaklığına, hamur pH'sına, mayaya, eklenen enzimlere ve kalsiyum tuzlarının bulunmasına bağlıdır (Türk ve Sandberg, 1992; Sanz Penella ve ark., 2008).

Çeşitli fitaz kaynaklarının tarhananın fitik asit içeriğine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı fitaz kaynakları (maya, arpa maltı unu ve mikrobiyal fitaz) kullanılarak

tarhana hazırlanmış ve hazırlanan tarhana örneklerinin hepsinde fitik asit içeriğinin kontrol tarhana örneğine göre önemli derecede azaldığı tespit edilmiştir (Bilgiçli ve ark., 2006).

Fitaz enziminin aktivitesi pH'ya bağlıdır, en yüksek aktivite asidik pH'da (~5.1) tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, ekmeğın hamurunun pH'sının (5.5-6.0) fitaz aktivitesini engellediğı, en fazla fitaz aktivitesinin pH 5.1'de elde edildiğı bildirilmiştir. Hamur alkalinitesi düşükçe, ekmeğın fitik asit seviyesinin %83-96 oranında azaldığı belirlenmiştir (Türk ve ark., 1996; Oatway ve ark., 2001).

Son dönemlerde yapılan çalışmalarda, fitik asidin olumsuz etkilerinin yanında antioksidan (Graf ve Eaton, 1990), antikanserojen (Shamsuddin ve ark., 1997) ve hidroglisemik (Rickard ve Thompson, 1997) etkilere de sahip olduğı tespit edilmiştir (Park ve ark., 2006).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Ticari ve geleneksel ekmek üretiminde kullanılan buğday unu (Selva Gıda San. A.Ş., Konya), tuz, şeker, pres yaş maya, enzimce aktif malt unu, yağsız soya unu ve nohut Konya piyasasından temin edilmiştir. Kavuzsuz arpa, kavuzsuz yulaf ve çavdar Sağlık Tarım Ürünleri A.Ş.'den (Konya), lüpen ise acılığı giderilmiş olarak Doğanhisar'dan (Konya) temin edilmiştir. Tahıl ve baklagiller, çekiçli değirmende %100 randımanla öğütülerek (<0.05 mm) tam un haline getirilmiştir. Gluten, SSL, askorbik asit, fungal alfa amilaz, pentozanaz, transglutaminaz, lipaz, glukozoksidaz, ksilanaz ve fitaz enzimi farklı katkı firmalarından temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Çalışmanın ilk aşamasında; tahıl (çavdar, arpa ve yulaf) ve baklagil (nohut, soya ve lüpen) unlarının eşit oranda karışımıyla hazırlanan tahıl-baklagil un paçalı (TBUP); %0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 oranlarında ticari (somun ekmek) ve geleneksel (bazlama ekmek) ekmek üretiminde kullanılmıştır. Ekmek denemeleri 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Üretilen ekmeklerin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında; birinci aşamada besinsel özellikleri yüksek ve teknolojik özellikler açısından da ümitvar bulunan oran ile ikinci aşama denemeleri gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada katkı maddesi olarak vital gluten, fungal alfa amilaz, SSL, askorbik asit, transglutaminaz, lipaz, glukozoksidaz, pentozanaz ve ksilanaz enzimleri kullanılmıştır. Katkı maddelerinin kullanım oranları ve kombinasyonları ön denemelerle belirlenmiş ve Çizelge 3.1 ve 3.2'de verilmiştir. Üretilen ekmeklerin bazı fiziksel ve teknolojik özellikleri belirlenmiştir.

Çalışmanın üçüncü aşamasında; çalışmanın ikinci aşamasında teknolojik kalitesi en yüksek bulunan ekmek formülasyonu kullanılarak, üçüncü aşama çalışmalarına geçilmiştir. Bu aşamada, ekmekteki fitik asit miktarını düşürmek amacıyla farklı defitinizasyon metotları (fitaz enzimi ilavesi, malt unu ilavesi ve pH (4.5) ayarlama)

kullanılmıştır. Üretilen ekmeklerin bazı fiziksel ve teknolojik özellikleri ile fitik asit miktarları belirlenmiştir.

3.2.2. Ticari somun ekmek üretimi

Katkısız ticari somun ekmek üretimi için 100 g un esasına göre; 3 g pres yaş maya, 1.5 g tuz ve farinografta elde edilen su kaldırma değerinin 2 puan üzerinde su kullanılmıştır. Hamur ingredientleri olgun bir hamur elde edilene kadar yoğrulmuş, daha sonra 30 °C’de ve %80-90 nispi nemde 30+30 dakika kitle fermentasyonuna tabi tutulmuştur. Hamur örnekleri 30 dakikada bir katlanarak havalandırılmış, ardından şekillendirilerek 60 dakika dinlenmeye bırakılmıştır. Süre sonunda örnekler, 240 °C’deki fırında (Beko MF6, İstanbul, Türkiye) yaklaşık 15 dakika pişirilmiştir. TBUP kullanılan ekmeklerde buğday unu, TBUP ile %0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 oranlarında yer değiştirilmiştir. TBUP, 6 çeşit unun (arpa, yulaf, çavdar, soya, nohut ve lüpen) ağırlıkça eşit oranda karıştırılması ile elde edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise buğday unu %25 oranında TBUP ile yer değiştirmiş ve Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’de verilen oran ve kombinasyonlara uygun olarak vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit, transglutaminaz, pentozanaz ve ksilanaz katkılamaları yapılmıştır. Çalışmanın üçüncü aşamasında gerçekleştirilen defitinizasyon uygulaması, çalışmanın ikinci aşamasında optimum kalite özelliklerini veren katkı kombinasyonu (ksilanaz enzimini içeren katkı kombinasyonu) kullanılarak hazırlanan ekmek hamuruna; enzimce aktif malt unu (%2), fitaz enzimi (%0.5) ilave edilerek ya da hamur pH’sı sitrik asit ile pH 4.5’e ayarlanarak yürütülmüştür. Her üç uygulamada da enzim/malt unu ilavesi ya da pH ayarlaması, hamur yoğurma esnasında tamamlanmış ve ekmek yapım prosedürü yukarıda belirtildiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Ekmek ve bazlama formülasyonlarında kullanılan katkı maddelerinin kullanım oranları

Katkı maddesi	Kullanım oranı (%)
Vital gluten	2.5
Fungal alfa amilaz	0.003
Sodyum stearol-2-laktilat	0.5
Askorbik asit	0.01
Transglutaminaz	0.5
Glukozoksidaz	0.001
Lipaz	0.001
Pentozanaz	0.004
Ksilanaz	0.004
Malt unu	2
Fitaz	0.5

Çizelge 3.2. Ekmek ve bazlama formülasyonlarında kullanılan katkı kombinasyonları

Formülasyon	Katkı kombinasyonları
1	%0 TBUP ¹ (katkısız)
2	%25 TBUP ilaveli (katkısız)
3	%25 TBUP ilaveli (Gluten+SSL ² +FAA ³ katkılı)
4	%25 TBUP ilaveli (Gluten+SSL+FAA+AA ⁴ katkılı)
5	%25 TBUP ilaveli (Gluten+SSL+FAA+TG ⁵ katkılı)
6	%25 TBUP ilaveli (Gluten+SSL+FAA+GO ⁶ katkılı)
7	%25 TBUP ilaveli (Gluten+SSL+FAA+LİPAZ katkılı)
8	%25 TBUP ilaveli (Gluten+SSL+FAA+AA+P ⁷ katkılı)
9	%25 TBUP ilaveli (Gluten+SSL+FAA+AA+K ⁸ katkılı)

¹ Tahıl-baklagil unu paçalı ² Sodyum stearol-2-laktilat. ³ Fungal alfa amilaz. ⁴ Askorbik asit.

⁵ Transglutaminaz. ⁶ Glukozoksidaz. ⁷ Pentozanaz. ⁸ Ksilanaz.

3.2.3. Geleneksel bazlama üretimi

Bazlama üretimi, Akbaş (2000) tarafından yapılan bazlama üretim metodunun modifiye edilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Katkısız şahit bazlama formülasyonunda 100 g un esasına göre; 2.5 g pres yaş maya, 1.5 g tuz, 1 g şeker ve farinografta elde edilen su kaldırma değerinin 2 puan üstü su kullanılarak bazlama örnekleri üretilmiştir. Bileşenler, optimum yapıda hamur elde edilinceye kadar yoğrulmuş, elde edilen hamurlar 30 °C’de ve %80-90 nispi nemde 60 dakika süre ile kitle fermentasyonuna tabi tutulmuştur. Süre sonunda yuvarlanarak top haline getirilmiş ve 6 dakika oda sıcaklığında dinlendirilmiştir. Dinlendirme işleminin ardından merdane yardımıyla 17

cm çapında 1 cm yüksekliğinde açılmış ve 1500 W gücündeki elektrikli saç üzerinde 5 dakika (2.5 dakika bir yüzeyi, 2.5 dakika diğer yüzeyi olmak üzere) pişirilmiştir. Deneme desenine göre çalışmanın birinci aşamasında; buğday unu %0, 5, 10, 15, 20, 25 ve 30 oranlarında TBUP ile yer değiştirmiştir. Çalışmanın ikinci ve üçüncü aşamasında ise buğday unu %25 oranında TBUP ile yer değiştirmiş ve Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de verilen oran ve kombinasyonlara uygun olarak vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit, transglutaminaz, pentozanaz ve ksilanaz katkılamaları yapılmıştır. Definitizasyon uygulaması, ticari somun ekmek üretimi başlığı altında anlatıldığı şekilde gerçekleştirilmiştir.

Bundan sonraki kısımlarda ticari somun ekmek için “**ekmek**”, geleneksel bazlama ekmeği için “**bazlama**” ifadeleri kullanılacaktır.

3.2.4. Hammadde analizleri

3.2.4.1. Renk ölçümleri

Tahıl (çavdar, arpa ve yulaf) ve baklagil (nohut, soya ve lüpen) unu örneklerinde renk ölçümü, Minolta CR 400 (Konica Minolta Inc., Osaka, Japonya) cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Renk skalası; L^* değeri [(0) siyah-(100) beyaz], a^* değeri [(+) kırmızı-(-) yeşil] ve b^* değeri [(+) sarı-(-) mavi]. Hue (renk özü) değeri $\arctan(b^*/a^*)$ formülü ile, SI (doygunluk indeksi) değeri ise $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır (Francis, 1998).

3.2.4.2. Kimyasal analizler

3.2.4.2.1. Su

Hammaddelerde su miktarı, 135 °C'de 2 saatlik kurutma normu (AACC 44-19) uygulanması ile ölçülmüştür (Anon., 1990).

3.2.4.2.2. Kül

Hammaddelerde kül tayini AACC 08-01 metoduna göre yapılmıştır. Örnekler, 550 °C'deki kül fırınında açık gri renkte kül elde edilinceye kadar yakılmıştır (Anon., 1990).

3.2.4.2.3. Protein

Hammaddelerde protein miktarı, AACC 46-12 metoduna göre Kjeldahl yöntemiyle yapılmıştır. Buğday unu için 5.70, diğer hammaddeler için 6.25 çarpım faktörü kullanılarak sonuçlar hesaplanmıştır (Anon., 1990).

3.2.4.2.4. Yağ

Yağ miktarı tayini soxhelet cihazı kullanılarak AACC 30-25'e göre tespit edilmiştir. Hammaddelerde bulunan yağ miktarı, örneklerin hekzan ile ekstrakte edilmesi ve ardından hekzanın uzaklaştırılması, kalıntının sabit tartıma gelinceye kadar kurutulup tartılması ile belirlenmiş ve sonuç % olarak bildirilmiştir (Anon., 1990).

3.2.4.2.5. Fitik asit

Hammaddelerin fitik asit miktarının belirlenmesi için, örnekler hidroklorik asit çözeltisinde ekstrakte edilmiş, sonrasında amonyum demir (III) sülfat çözeltisi ile 30 dakika kaynar su banyosunda tutulmuştur. Daha sonra 15 dakika buz banyosunda bekletilerek oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Serum kısmında serbest halde bulunan demir miktarı, bipyridin çözeltisi ile renklendirilip spektrofotometrik yöntemle 519 nanometre dalga boyunda absorbansı okunarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan, örneklerin fitik asit miktarı hesaplanmış ve sonuçlar mg/100 g cinsinden verilmiştir (Haug ve Lantzsch, 1983).

3.2.4.2.6. Antioksidan aktivite

Örneklerin antioksidan aktiviteleri DPPH (2,2-Diphenyl-2-picrylhydrazyl) metoduna göre gerçekleştirilmiştir (Gyamfi ve ark., 1999; Beta ve ark., 2005). Metodun

temelini, bir serbest radikal olan DPPH'in örnekte bulunan antioksidan maddeler tarafından yok edilmesi esasını oluşturmaktadır. Analiz sırasında örnekler toplam fenolik madde analizindeki gibi ekstrakte edilmiş ve DPPH ile muamele edilmiştir. Spektrofotometrede 517 nanometre dalgaboyunda absorbans ölçümleri yapılmış ve analizin değerlendirilmesi aşağıdaki formüle göre gerçekleştirilmiştir.

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(Ab_{\text{Skontrol}} - Ab_{\text{Örnek}}) / Ab_{\text{Skontrol}}] \times 100$$

3.2.4.2.7. Toplam fenolik madde

Toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu metodu ile kolorimetrik olarak belirlenmiştir. Örnekler, 10 ml solvent (metanol/hidroklorik asit/su, 8:1:1, h/h) ile oda sıcaklığında 2 saat süre ile ekstrakte edilmiştir. Daha sonra ekstrakt, 3000 rpm'de 10 dakika süre ile santrifüj edilmiştir (Gao ve ark., 2002; Beta ve ark., 2005). Elde edilen süpernatant örnekten 0.1 ml alınarak deney tüpüne koyulmuş, üzerine 0.5 ml Folin-Ciocalteu reaktifi (%10'luk, h/h, suda) ve 1.5 ml sodyum karbonat çözeltisi (%20'lik, a/h, suda) eklenmiş ve saf su ile 10 ml'ye tamamlanarak karıştırılmıştır. Deney tüpleri 2.5 saat oda sıcaklığında ve ışık görmeyen bir yerde inkübe edildikten sonra spektrofotometrede 760 nanometre dalgaboyunda absorbans değerleri okunmuş, toplam fenolik madde miktarı kilogram ekstrede mg gallik aside (mg GAE/kg) eşdeğer olacak şekilde hesaplanmıştır (Slinkard ve Singelton, 1977; Gamez-Meza ve ark., 1999).

3.2.4.2.8. Mineral madde

Örneklerdeki kalsiyum, bakır, demir, potasyum, magnezyum, mangan, fosfor ve çinko miktarları tayini için 1 g kuru örnek, 10 ml sülfürik asit+nitrik asit kullanılarak mikrodalga yakma sisteminde (Mars 5, CEM Corporation, ABD) yaş yakma metoduyla yakılmış, elde edilen süzüklerin mineral madde miktarları ICP-AES (indüktif eşlenmiş plazma atomik emisyon spektrofotometresi) cihazında (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) ölçülmüştür (Skujins, 1998).

3.2.5. Ekmek ve bazlama analizleri

3.2.5.1. Renk ölçümleri

Ekmek ve bazlama örneklerinin renk ölçümleri 3.2.4.1 başlığı altında verilen metoda göre belirlenmiştir. Ekmeklerde hem kabuk hem de ekmek içi renk değerleri 5 ayrı noktadan ölçülerek ortalamaları alınmıştır. Bazlama örneklerinde ise sadece bazlama yüzeyinden 5 ayrı noktadan renk ölçümü yapılarak ortalama değer kullanılmıştır.

3.2.5.2. Ekmek örneklerinde ağırlık, hacim ve spesifik hacim

Ekmek örnekleri pişirildikten sonra 60 dakika dinlendirilmiş, ağırlık ve hacim değerleri ölçülmüştür. Hacim ölçümü, kolza tohumu ile yer değiştirme esasına göre yapılmıştır. Hacim değerinin ağırlık değerine bölünmesi ile spesifik hacim değeri hesaplanmıştır (Elgün ve ark., 2001).

3.2.5.3. Bazlama örneklerinde çap, kalınlık ve yayılma oranı

Bazlama örnekleri 60 dakika dinlendirildikten sonra kalınlık, çap ve yayılma oranı tespit edilmiştir. Çap değerleri cetvel ile, kalınlık değerleri ise kumpas (Mitutoyo, Minoto-Ku, Tokyo, Japonya) kullanılarak santimetre olarak ölçülmüştür. Yayılma oranı, çap değerlerinin kalınlık değerlerine bölünmesi ile tespit belirlenmiştir.

3.2.5.4. Sertlik

Ekmek ve bazlama örneklerinde 1. ve 3. gün sertlik değerleri, tekstür analiz cihazı (TA-Xt.Plus Surrey, Stable Micro System, İngiltere) kullanılarak belirlenmiştir. Analiz AACC 74-09 metoduna göre gerçekleştirilmiştir (Anon., 2002).

3.2.5.5. Kimyasal analizler

Ekmek ve bazlama örneklerinde; su, kül, protein, yağ, fitik asit, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve mineral madde analizleri 3.2.4.2 başlığı altında verilen metotlar kullanılarak yapılmıştır.

3.2.5.6. Duyusal analizler

Ekmek ve bazlamalarda duyusal analizler, Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde görevli 25 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Ekmek ve bazlama örneklerinde; simetri, gözenek yapısı, tat, koku, görünüş ve genel beğeni özellikleri 1-7 arasındaki skala kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.2.6. İstatistiki analizler

İstatistiki analizler için JMP istatistik programı 5.0.1 versiyonu (SAS Institute Inc, Cary, NC, ABD) kullanılmıştır. Elde edilen verilerin ortalamaları karşılaştırılarak tablolar halinde özetlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammadde Analiz Sonuçları

Ekmek ve bazlama üretiminde kullanılan bazı hammaddelerin renk değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre, hammaddelerin L^* değeri 81.08 ile 92.32 arasında ölçülmüştür. En yüksek L^* değerleri buğday unu (92.26), arpa unu (92.32) ve soya ununda (92.24), en düşük değer ise lüpen ununda (81.08) tespit edilmiştir. Hammaddeler a^* değerine göre karşılaştırıldığında ise; çavdar unu (0.67) ve yulaf ununun (0.58) en yüksek, soya ununun (-1.52) en düşük a^* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Hammaddeler içinde lüpen ununun yüksek b^* değeri oldukça dikkat çekici bulunmuştur. Hammaddelerin SI değerleri, b^* değerlerine paralel bir gidiş sergilemiştir. En yüksek hue değerini soya unu vermiş, bunu sırasıyla nohut unu, buğday unu ve lüpen unu takip etmiştir.

Elgün (2011), tarafından yapılan bir çalışmada, Bezostaya ve Gerek buğdaylarından elde edilen unlara ait L^* , a^* ve b^* renk değerlerinin sırasıyla 94.63-96.57, (-1.05)-(-0.68) ve 7.12-10.57 aralığında değiştiği belirtilmiştir. Bilgiçli (2009), buğday ununun L^* , a^* , b^* , Hue ve SI değerlerini sırasıyla 94.26, -0.80, 9.20, 84.96 ve 9.24 olarak raporlamıştır.

Punia ve Sandhu (2015) tarafından, farklı çeşitlerden elde edilen kavuzsuz arpa unlarının L^* değerlerinin 89.2-92.7, a^* değerlerinin 0.59-1.38 ve b^* değerlerinin ise 7.75-11.52 aralığında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Ekmek ve bazlama yapımında kullanılan bazı hammaddelere ait renk değerleri¹

Hammadde	L^*	a^*	b^*	SI	Hue
Buğday Unu	92.26±0.08 ^a	-0.40±0.03 ^c	10.04±0.02 ^d	10.05±0.02 ^d	92.28±0.16 ^c
Çavdar Unu	88.10±0.07 ^d	0.67±0.03 ^a	9.56±0.06 ^e	9.59±0.06 ^e	85.97±0.18 ^f
Arpa Unu	92.32±0.05 ^a	0.22±0.01 ^b	8.26±0.04 ^f	8.26±0.04 ^f	88.47±0.09 ^e
Yulaf Unu	89.27±0.08 ^c	0.58±0.06 ^a	9.73±0.02 ^e	9.75±0.02 ^e	86.59±0.34 ^f
Nohut Unu	90.27±0.10 ^b	-1.17±0.02 ^d	19.33±0.05 ^b	19.37±0.05 ^b	93.45±0.06 ^b
Soya Unu	92.24±0.06 ^a	-1.52±0.03 ^e	11.54±0.03 ^c	11.64±0.04 ^c	97.52±0.14 ^a
Lüpen Unu	81.08±0.07 ^e	-0.28±0.06 ^c	42.04±0.07 ^a	42.04±0.06 ^a	90.38±0.08 ^d

¹ Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

Aydın (2009), yulaf ununun L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 88.61, 0.91 ve 10.68 olarak belirtmiştir.

Demir ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, nohut ununun L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 88.82, -1.44 ve 18.96 olarak bulunmuştur.

Yarpuz (2011), lüpen ununun L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 88.34, -1.56 ve 26.65 olarak bildirmiştir.

Kaur ve ark. (2013), soya ununun L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 84.8, 0.58 ve 21.8 olarak raporlamışlardır.

Hammaddelerin su, kül, protein ve yağ analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Sonuçlar su oranı açısından incelendiğinde, en yüksek su miktarının buğday ununda (%11.79), en düşük su miktarının ise soya ununda (%7.59) bulunduğu belirlenmiştir. Su oranları hasat, depolama ve öğütme işlemlerinden etkilenebilmektedir. Bu nedenle çok farklı su değerleri belirlenebilmektedir.

Hammaddelerin kül miktarları %0.79-6.82 arasında değişmiş olup, buğday ununun en düşük, soya ununun ise en yüksek kül miktarlarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Yüksek kül içeriği, randıman yüksekliği ile birlikte yüksek mineral içeriğine işaret etmektedir. Buğday ununun diğer hammaddelerden daha düşük randıman ile öğütülmüş olması çok daha düşük kül içeriğine sahip olmasına neden olmaktadır.

Hammaddeler içinde soya ununun yüksek protein içeriği (%53.38) oldukça dikkat çekici bulunmuş olup, bunu sırasıyla lüpen (%37.41) ve nohut (%21.61) unlarının protein içeriklerinin izlediği görülmüştür. Baklagiller çok önemli bitkisel protein kaynaklarıdır. Bu sebeple, rafine buğday unu ve diğer tahıl unları ile karşılaştırıldığında yüksek protein içeriğine sahip oldukları görülmüştür.

Çizelge 4.2. Ekmek ve bazlama yapımında kullanılan hammaddelere ait bazı kimyasal analiz sonuçları¹

Hammadde	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
Buğday Unu	11.79±0.10 ^a	0.79±0.03 ^f	12.41±0.06 ^f	0.99±0.06 ^d
Çavdar Unu	8.57±0.07 ^d	1.50±0.04 ^e	11.81±0.06 ^g	1.10±0.02 ^d
Arpa Unu	8.02±0.09 ^e	1.49±0.03 ^e	13.12±0.13 ^e	1.63±0.06 ^c
Yulaf Unu	9.46±0.02 ^b	1.62±0.04 ^d	15.99±0.10 ^d	4.88±0.12 ^b
Nohut Unu	8.37±0.07 ^d	2.78±0.01 ^b	21.61±0.05 ^c	4.63±0.08 ^b
Soya Unu	7.59±0.05 ^f	6.82±0.02 ^a	53.38±0.08 ^a	0.77±0.09 ^d
Lüpen Unu	8.94±0.01 ^c	1.78±0.01 ^c	37.41±0.06 ^b	11.86±0.15 ^a

¹ Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

Hammaddeler yağ miktarları açısından değerlendirildiğinde, lüpen ununun (%11.86) en yüksek yağ miktarına; buğday unu (%0.99), çavdar unu (%1.10) ve soya ununun (%0.77) en düşük yağ miktarlarına sahip olduğu görülmüştür. Baklagiller arasında en yüksek yağ miktarına sahip olan çeşit soya fasulyesi olmasına rağmen, bu çalışmada yağsız soya unu kullanılması nedeniyle yağ içeriği düşük bulunmuştur. Lüpen, soyadan sonra yüksek yağ miktarına sahip diğer baklagil çeşidi olup, bu çalışmada da %11.86 yağ oranıyla dikkat çekici bulunmuştur. Hububat çeşitleri arasında mısır ve yulafın yüksek yağ içerikleri literatürde yer almaktadır. Bu çalışmada da yulafın; buğday, arpa ve çavdara nazaran yüksek yağ içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Sidhu ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununun kül, protein ve yağ oranları sırasıyla %0.64, 11.01 ve 1.04 olarak belirtilmiştir.

Erkan ve ark. (2006), kavuzsuz arpa ununun su, kül, protein ve yağ miktarlarını sırasıyla %11.9, 1.31, 13.4 ve 1.90 olarak bulmuşlardır. Altan (2008), arpa ununun kül, yağ ve protein miktarlarını sırasıyla %1.7, 2.3 ve 10.3 olarak rapor ederken, Kumar ve ark. (2016), arpa ununun aynı özelliklerini %1.4, 1.51 ve 12.87 olarak raporlamıştır.

Golzari (2015), çavdar ununun su, kül ve protein miktarlarını sırasıyla %9.38, 1.22 ve 7.97 olarak bildirmiştir. Köstekli (2010), çavdar ununun su ve protein içeriklerini sırasıyla %9.69 ve 12.75 olarak tespit etmiştir. Buksa ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada, çavdar ununun protein, yağ ve kül miktarları sırasıyla %10.3, 2.3 ve 1.038 olarak bulunmuştur.

Kedia ve ark. (2008), tam yulaf ununun su ve protein miktarlarını sırasıyla %11.91 ve 15.31 olarak belirlemişlerdir. Flander ve ark. (2007) tarafından, yulaf ununun su, protein ve kül değerleri sırasıyla %10.6, 19.0 ve 2.8 olarak tespit edilmiştir.

Yadav ve ark. (2012), nohut ununun su, kül, yağ ve protein miktarlarını sırasıyla %8.7, 2.6, 4.4 ve 19.3 olarak tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada ise nohut ununun protein ve kül miktarları sırasıyla %20.98 ve 2.30 olarak bulunmuştur (Bojnanska ve ark., 2012). Sreerama ve ark. (2012), nohut ununun su, protein, yağ, kül ve fitik asit içeriklerini sırasıyla %8.2, %23.7, %4.8, %2.2 ve 12.1 mg/g olarak belirlemişlerdir. Özkahraman ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada kullanılan nohut ununun %20.9 protein, %2.8 yağ, %7.9 su ve %3.1 kül içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir. Fernandez ve Berry (1988), nohut ununun protein, yağ ve kül değerlerini sırasıyla %21.7, 5.6 ve 3.0 olarak belirtmiştir.

Nilüfer (2007) tarafından yapılan çalışmada, soya ununun su ve protein içerikleri sırasıyla %7.81 ve 52.8 olarak belirtilmiştir. Bir başka çalışmada, yağsız soya ununun protein, yağ, kül ve su miktarlarının sırasıyla %42-52, %0.5-1.0, %5-6 ve %6-8 arasında değiştiği belirlenmiştir (Steinke, 1992; Lusas ve Riaz, 1995; Garcia ve ark., 1997). Senthil ve ark. (2002) tarafından yağsız soya ununun su, yağ, kül ve protein miktarları sırasıyla %5.84, 2.18, 6.76 ve 52.50 olarak bildirilmiştir. Fahrenholz (1998), soya ununun protein, yağ ve kül miktarlarını sırasıyla %49, 1 ve 6 olarak raporlamıştır. Hadnadev ve ark. (2011), soya ununun su, protein ve kül değerlerini sırasıyla %7.50, 47.60 ve 6.60 olarak tespit etmiştir. Chamba ve ark. (2015), yağsız soya ununun protein, yağ, kül ve su içeriğini sırasıyla %52.72, 1.24, 6.08 ve 11.05 olarak raporlamıştır.

Yapılan bir çalışmada lüpen ununun su, kül, protein ve yağ miktarları sırasıyla %6.99, 1.85, 38.65 ve 12.23 olarak bildirilmiştir (Yarpuz, 2011). Erbaş ve ark. (2005), lüpen ununun su, protein, yağ ve kül içeriklerini sırasıyla %8.22, 32.2, 5.95 ve 2.65 olarak bulmuştur. Yorgancılar ve Bilgiçli (2012), lüpen ununun su, kül, protein, yağ ve fitik asit miktarlarını sırasıyla %8.7, %4.3, %36.0, %9.7 ve 1335.1 mg/100 g olarak belirlemiştir.

Çizelge 4.3'te ekmek ve bazlama yapımında kullanılan bazı hammaddelere ait fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde analizi sonuçları verilmiştir. Hammaddelerin fitik asit miktarı 370-2520 mg/100 g arasında değişmiştir. Rafine buğday unu tahmin edildiği gibi en düşük fitik asit miktarına sahip bulunmuştur. Soya unu en yüksek fitik asit miktarına sahip olup, bunu sırasıyla yulaf, nohut ve çavdar unları takip etmiştir. Tahıl ve baklagiller önemli fitik asit kaynaklarıdır. Tam un şeklinde öğütüldüklerinde yüksek fitik asit içeriklerini korumalarına rağmen, düşük randımanlarla öğütüldüklerinde fitik asit miktarında önemli azalmalar olmaktadır. Buğday ununda belirlenen düşük fitik asit miktarı da bunun bir göstergesidir. Lüpen ununun diğer baklagil unlarından düşük fitik asit içeriğine sahip olmasının nedeni ise, acılığının giderilmesi işlemi sırasında uygulanan uzun süre suda bekletme ve ısıtma uygulamaları olabilir.

Hammaddeler antioksidan aktivitelerine göre karşılaştırıldığında; arpa ununun (%52.51) en yüksek, lüpen ununun (%9.77) ise en düşük antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur. Toplam fenolik madde miktarı açısından yapılan değerlendirmede ise; arpa ununun en yüksek değere sahip olduğu bunu sırasıyla çavdar unu ve yulaf ununun izlediği görülmüştür. Tüm hammaddeler içinde nohut ununun ise en düşük toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Ekmek ve bazlama yapımında kullanılan hammaddelere ait fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı sonuçları¹

Hammadde	Fitik asit (mg/100 g)	Antioksidan aktivite (% inhibisyon)	Toplam fenolik madde (mg GAE/kg)
Buğday Unu	370±7.1 ^f	28.15±0.09 ^e	397±3.4 ^f
Çavdar Unu	959±5.7 ^c	39.01±0.16 ^b	1361±5.4 ^b
Arpa Unu	504±2.8 ^e	52.51±0.05 ^a	1385±5.4 ^a
Yulaf Unu	1251±4.2 ^b	30.19±0.05 ^d	1315±2.0 ^c
Nohut Unu	964±5.7 ^c	17.53±0.03 ^f	268±4.3 ^g
Soya Unu	2520±7.1 ^a	38.37±0.03 ^c	818±4.4 ^d
Lüpen Unu	587±2.8 ^d	9.77±0.02 ^g	791±6.0 ^e

¹ Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütündeki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

Garcia-Esteba ve ark. (1999) tarafından arpa, yulaf, çavdar, soya ve buğday unlarının fitik asit içerikleri sırasıyla 632, 744, 452, 1171 ve 404 mg/100 g olarak bulunmuştur.

Mariotti ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, buğday ununun fitat fosforu miktarı 41 mg/100 g, arpa ununun fitat fosforu miktarı ise 755 mg/100 g olarak bildirilmiştir.

Frontela ve ark. (2008) tarafından arpa, buğday ve yulaf unlarındaki fitik asit miktarları sırasıyla 639.0, 209.0 ve 1119.6 mg/100 g olarak bulunmuştur.

Michalska ve ark. (2007), tam çavdar ununun fitik asit miktarını 10.85 µmol/g d.m olarak, toplam fenolik madde miktarını ise 1.43 mg/g d.m. olarak tespit etmiştir.

Dai ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, 100 arpa çeşidinin fitik asit içerikleri ölçülmüş, arpa örneklerinin fitik asit içeriklerinin 385-985 mg/100 g arasında değiştiği sonucuna ulaşılmıştır.

McKenzie-Parnell ve Guthrie (1986), soya fasulyesinin baklagiller arasında en yüksek fitat içeriğine sahip olduğunu bildirmiştir.

Kopaç Kork (2009) tarafından, farklı nohut çeşitlerinin fitik asit miktarlarının 638-789 mg/100 g arasında değiştiği belirlenmiştir. Sreerama ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, nohut ununun fitik asit içeriği 1210 mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

Chandrasekara ve Shahidi (2011) tarafından buğday unu, tam arpa unu, tam yulaf unu ve tam çavdar unun toplam fenolik madde miktarlarının sırasıyla 0.1-81, 2-185, 2-390 ve 0.8-106 mg/100 g aralığında değiştiği bildirilmiştir (Li ve Beta, 2013).

Yapılan bir çalışmada, %100 randımanla üretilen çavdar ununun toplam fenolik madde içeriği 1.96 mg/g olarak bildirilmiştir (Michalska ve ark., 2008). Pihlava ve ark. (2015) tarafından, tam çavdar ununun toplam fenolik madde miktarı 1646.2 mg/kg olarak bulunmuştur. Hansen ve ark. (2002), tam çavdar ununun toplam fenolik madde miktarını 1575 µg/g olarak raporlamıştır. Konopka ve ark. (2014) tarafından buğday ununun antioksidan içeriği 2.9 µmol TE/g, tam çavdar ununun antioksidan içeriği 7.2 µmol TE/g olarak; toplam fenolik madde miktarı ise buğday ununda 76.21µg/g, tam çavdar ununda 609.22 µg/g olarak bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada farklı çeşitlerden elde edilen kavuzsuz arpa unlarının toplam fenolik madde miktarlarının 2890-3922 µg GAE/g arasında, antioksidan aktivitelerinin ise %18.3-25.8 arasında değiştiği belirlenmiştir (Punia ve Sandhu, 2015).

Koletta ve ark. (2014) tarafından buğday, çavdar, arpa ve yulaf unlarının toplam fenolik madde miktarları sırasıyla 62.1, 168.3, 148.3 ve 76.4 mg GAE/100 g olarak bulunmuştur.

Rumiyati ve ark. (2013), lüpen ununun toplam fenolik madde miktarını 95.4 mg GAE/100 g DM olarak bildirmiştir.

Curiel ve ark. (2015) tarafından, farklı nohut unlarından yapılan hamurların antioksidan aktivite miktarlarının %26.3-49.7 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Baiano ve ark. (2009) tarafından yağsız soya ununun antioksidan aktivite miktarı %46.24 olarak bildirilmiştir. Shin ve ark. (2014), soya ununun toplam fenolik madde içeriğini 0.87 GAE mg/g, antioksidan aktivitesini %79.46 olarak raporlamıştır.

Ekmek ve bazlama üretiminde kullanılan bazı hammaddelerin mineral madde miktarları Çizelge 4.4'te verilmiştir. Kalsiyum (Ca) miktarları 23.50-330.20 mg/100 g arasında değişen hammaddelerden, buğday ununun en düşük, lüpen ununun ise en yüksek kalsiyum miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle baklagil unlarının tahıl unlarına göre yüksek kalsiyum içeriklerine sahip olduğu görülmektedir. Baklagillerden lüpen ve soyanın da zengin kalsiyum içerikleri ayrıca dikkat çekici bulunmuştur.

Hammaddeler bakır (Cu) içeriği açısından karşılaştırıldığında; soya ununun 1.410 mg/100 g ile en yüksek, buğday ununun ise 0.231 mg/100 g ile en düşük miktarda bakır içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca baklagil unlarının tahıl unlarına göre daha yüksek bakır içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Ekmek ve bazlama yapımında kullanılan hammaddelere ait mineral madde analiz sonuçları ¹

Hammadde	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	P	Zn
Buğday Unu	23.50±0.06 ^g	0.231±0.03 ^f	1.65±0.04 ^f	185.14±0.16 ^f	35.41±0.12 ^g	0.88±0.01 ^c	295.23±0.33 ^g	1.15±0.07 ^f
Çavdar Unu	66.14±0.08 ^d	0.323±0.02 ^e	6.59±0.05 ^b	478.57±0.35 ^c	101.66±0.08 ^d	2.28±0.04 ^{bc}	571.94±1.32 ^c	2.32±0.03 ^e
Arpa Unu	30.69±0.05 ^f	0.389±0.03 ^{de}	3.95±0.04 ^e	386.27±0.11 ^d	99.85±0.06 ^e	1.11±0.01 ^c	606.73±1.03 ^b	2.55±0.06 ^d
Yulaf Unu	49.65±0.19 ^e	0.443±0.01 ^d	4.13±0.03 ^{de}	335.55±0.19 ^e	124.62±0.04 ^c	3.44±0.06 ^b	391.97±0.67 ^f	2.32±0.03 ^e
Nohut Unu	117.25±0.39 ^c	0.765±0.01 ^b	5.37±0.02 ^c	1026.24±1.75 ^b	149.31±0.10 ^b	2.85±0.07 ^b	410.82±0.45 ^e	2.82±0.03 ^c
Soya Unu	307.04±0.31 ^b	1.410±0.03 ^a	20.85±0.07 ^a	1871.71±2.42 ^a	331.30±0.15 ^a	3.73±0.03 ^b	1663.88±1.24 ^a	4.32±0.02 ^a
Lüpen Unu	330.20±0.27 ^a	0.630±0.03 ^c	4.21±0.05 ^d	55.00±0.21 ^g	92.97±0.23 ^f	81.20±1.13 ^a	532.12±0.17 ^d	3.20±0.03 ^b

¹ Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). Sonuçlar kuru madde üzerinden, mg/100 g olarak verilmiştir.

Hammaddelerde demir (Fe) miktarlarının 1.65-20.85 mg/100 g arasında değiştiği, soya ununun en yüksek, buğday ununun ise en düşük demir miktarına sahip olduğu bulunmuştur. izelđe 4.4 incelendiğinde soya ununun diğer baklagil ve tahıl unlarından, 3.2 ile 12.6 kat arasında değişen oranlarda daha yüksek demir içeriğine sahip olduğu görülmektedir.

Potasyum (K) miktarı bakımından yapılan karşılaştırmada; soyu ununun (1871.71 mg/100 g) en yüksek oranda, lüpen ununun (55.00 mg/100 g) ise en düşük oranda potasyum içerdiği görülmüştür. Lüpenin acılığının giderilmesi işlemi sırasında uzun süre suda bekletme işleminin uygulanması, potasyum miktarında kayba neden olmuş olabilir. Lüpen dışındaki baklagil unları, tahıl unlarından daha yüksek potasyum miktarına sahip bulunmuşlardır.

Hammaddelere ait mineral madde analiz sonuçlarına göre; en yüksek magnezyum (Mg) miktarı soya ununda bulunmuş olup, bunu nohut unu ve yulaf unu takip etmiştir. En düşük magnezyum miktarı ise buğday ununda belirlenmiştir.

Lüpen ununun mangan (Mn) içeriğinin diğer baklagil ve tahıl unlarından oldukça yüksek (21.8-92.3 kat daha fazla) olduğu belirlenmiştir. Lüpenin zengin mangan içeriği literatürde pek çok araştırmada rapor edilmiştir.

Hammaddeler fosfor (P) ve inko (Zn) içerikleri bakımından incelendiğinde; soya ununun diğer pek çok mineral maddede olduğu gibi en yüksek fosfor ve çinko içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Rafine buğday unu ise tahmin edildiği gibi en düşük fosfor ve çinko miktarına sahip un çeşidi olmuştur.

Charalampopoulos ve ark. (2002) tarafından fonksiyonel ürünlerde tahılların kullanımı üzerine yapılan bir araştırmada, buğday ununun kalsiyum, fosfor, demir, potasyum ve magnezyum miktarları sırasıyla 41, 372, 3.3, 370 ve 113 mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

Ekholm ve ark. (2007) tarafından, buğday ununun potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, demir, bakır, mangan ve çinko miktarları sırasıyla 200, 19, 39, 140, 1.3, 0.2, 0.8 ve 1.1 mg/100 g; avdar ununun potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, demir, bakır, mangan ve çinko miktarları sırasıyla 480, 32, 102, 260, 2.1, 0.3, 2.7 ve 2.4 mg/100 g olarak bildirilmiştir.

Buttriss (2006) tarafından tam avdar ununun potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir ve çinko içeriği sırasıyla 410, 32, 92, 2.7 ve 3.0 mg/100 g olarak, yulaf ununun aynı mineral maddeleri ise sırasıyla 350, 52, 110, 3.8 ve 3.3 mg/100 g olarak raporlanmıştır.

Hussein ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununda kalsiyum, fosfor, potasyum, demir, magnezyum ve bakır miktarları sırasıyla 23.00, 190.12, 102.0, 1.71, 104.61 ve 0.30 mg/100 g olarak, tam arpa ununda ise aynı mineraller sırasıyla 65.00, 410.00, 410.0, 6.59, 110.00 ve 0.59 mg/100 g olarak bildirilmiştir.

Bhatty (1993) tarafından kavuzsuz arpa ununun fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum içerikleri sırasıyla 4.0, 4.0, 0.2 ve 1.0 mg/g olarak; bakır, demir, mangan ve çinko içerikleri sırasıyla 4.5, 76.4, 17.4 ve 44.4 µg/g olarak belirtilmiştir.

Aydın (2009) tarafından yapılan çalışmada, yulaf unu için kalsiyum, bakır, demir, potasyum, magnezyum, mangan, fosfor, çinko miktarları sırasıyla 42.26, 0.56, 3.42, 385.85, 108, 2.89, 391.32, 0.32 mg/100 g olarak belirtilmiştir.

Demir (2008), nohut ununun kalsiyum, magnezyum, potasyum, demir ve çinko miktarlarını sırasıyla 129, 73, 1081, 331, 4.48 ve 2.44 mg/100 g olarak tespit etmiştir.

Yıldız (2012), lüpen ununun kalsiyum, bakır, demir, potasyum, magnezyum, mangan, fosfor ve çinko miktarlarını sırasıyla 294.43, 0.67, 3.88, 27.8, 109.4, 69.40, 513.4 ve 3.21 mg/100 g olarak bildirmiştir.

Kellor (1974) tarafından yağsız soya ununun protein, su, yağ ve kül içerikleri sırasıyla %51.5, 7.0, 1.0 ve 5.8 olarak; kalsiyum, bakır, demir, magnezyum, mangan, fosfor, potasyum ve çinko miktarları sırasıyla 220.0, 2.3, 11.0, 309.0, 2.8, 680.0, 2360.0 ve 6.1 mg/100 g olarak raporlanmıştır.

4.2. Ekmek Analiz Sonuçları

Ekmek analiz sonuçları; 4.2.1. başlığı altında “Farklı oranlarda tahıl-baklagil un paçalı (TBUP) kullanılarak üretilen ekmeklere ait sonuçlar”, 4.2.2 başlığı altında “%25 oranında TBUP ve çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmek örneklerine ait sonuçlar” ve 4.2.3 başlığı altında “Farklı defitinizasyon metotlarının ekmek özelliklerine etkisine ait sonuçlar” olarak özetlenmiştir.

4.2.1. Farklı oranlarda TBUP paçalı kullanılarak üretilen ekmeklere ait analiz sonuçları

4.2.1.1. Renk değerleri

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak üretilen ekmeklere ait kabuk rengi değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir. Ekmek kabuklarının ortalama L^* değeri 64.29 olarak belirlenmiştir. En yüksek kabuk L^* değerleri %25 (65.94) ve %30 (65.92) oranlarında TBUP kullanılarak yapılan ekmeklerde, en düşük kabuk L^* değeri ise TBUP kullanılmayan ekmekte (61.98) tespit edilmiştir.

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan ekmeklerin kabuk a^* değeri ortalaması 8.64 olarak tespit edilmiştir. Kabuk a^* değerleri 7.38-10.12 arasında değişen ekmek örnekleri arasında %5 oranında TBUP kullanılarak üretilen ekmeğin en yüksek kabuk a^* değerine sahip olduğu ve bu oranın üzerindeki örneklerin kabuk a^* değerinin, TBUP kullanılmayan örneğe göre düşüş gösterdiği belirlenmiştir.

Ekmek örneklerinin kabuk b^* değeri %10 TBUP kullanım oranına kadar istatistiki bir farklılık göstermemiştir. Ancak bu oranın üstünde kabuk b^* değerlerinde önemli bir azalma belirlenmiş ve %30 TBUP kullanım oranında en düşük b^* değerine ulaşılmıştır.

Çizelge 4.5. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait kabuk renk değerleri¹

TBUP ² oranı (%)	L^*	a^*	b^*	SI	Hue
0	61.98±0.04 ^f	9.85±0.04 ^b	30.54±0.06 ^a	32.09±0.04 ^b	72.12±0.10 ^e
5	62.24±0.06 ^e	10.12±0.02 ^a	30.67±0.08 ^a	32.29±0.08 ^a	71.74±0.01 ^f
10	63.93±0.06 ^d	9.00±0.03 ^c	30.48±0.06 ^a	31.78±0.05 ^c	73.56±0.09 ^d
15	64.78±0.06 ^c	8.36±0.05 ^d	29.90±0.06 ^b	31.05±0.04 ^d	74.39±0.12 ^c
20	65.25±0.03 ^b	8.02±0.03 ^e	29.52±0.03 ^c	30.59±0.02 ^e	74.80±0.07 ^b
25	65.94±0.05 ^a	7.79±0.04 ^f	29.26±0.04 ^d	30.28±0.05 ^f	75.09±0.06 ^b
30	65.92±0.07 ^a	7.38±0.04 ^g	28.91±0.06 ^e	29.83±0.05 ^g	75.68±0.11 ^a
Minimum - maksimum	61.98-65.94	7.38-10.12	28.91-30.67	29.83-32.29	71.74-75.68
Ortalama±std	64.29±0.05	8.64±0.04	29.90±0.06	31.13±0.05	73.91±0.08

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak üretilen ekmeklerin kabuk SI ve hue değerleri sırasıyla 29.83-32.29 ve 71.74-75.68 arasında değişim göstermiştir. Tüm ekmek örnekleri içinde %5 TBUP kullanılarak üretilen ekmeklerin kabuk SI değeri en yüksek değeri verirken, aynı kullanım oranı hue değeri açısından ise en düşük değerinde elde edilmesini sağlamıştır. %30 TBUP kullanım oranı ise en düşük SI ve en yüksek hue değerlerinin elde edilmesine sebep olmuştur.

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Ekmek içi L^* değerleri 66.12-67.37 arasında değişmiş olup, tüm TBUP kullanım oranları ekmek içi L^* değerinin yükselmesini sağlamıştır.

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak üretilen ekmeklerin, ekmek içi a^* değerleri ortalaması 1.68 olarak tespit edilmiştir. Ekmek formülasyonunda artan oranda TBUP kullanımı, ekmeklerin ekmek içi a^* değerini artırmış ve %30 kullanım oranında en yüksek değere ulaşılmıştır.

Ekmek örneklerinin ekmek içi b^* değerleri 18.75-21.02 arasında değişmiş olup, en yüksek ekmek içi b^* değerleri %25 ve 30 oranlarında TBUP kullanılarak yapılan ekmeklerde, en düşük ekmek içi b^* değeri ise TBUP kullanılmayan ekmekte tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait ekmek içi renk değerleri¹

TBUP ² oranı (%)	L^*	a^*	b^*	SI	Hue
0	66.12±0.06 ^e	0.68±0.01 ^f	18.75±0.06 ^f	18.76±0.06 ^f	87.92±0.05 ^a
5	66.87±0.04 ^c	1.18±0.03 ^e	19.02±0.03 ^e	19.06±0.03 ^e	86.46±0.08 ^b
10	67.30±0.04 ^{ab}	1.67±0.02 ^d	19.32±0.06 ^d	19.39±0.06 ^d	85.07±0.05 ^c
15	67.37±0.04 ^a	1.83±0.04 ^c	19.75±0.07 ^c	19.83±0.07 ^c	84.71±0.10 ^{cd}
20	67.29±0.08 ^{ab}	2.00±0.06 ^b	20.20±0.06 ^b	20.30±0.06 ^b	84.35±0.15 ^{de}
25	67.13±0.05 ^b	2.12±0.06 ^b	20.89±0.05 ^a	20.99±0.04 ^a	84.20±0.17 ^e
30	66.50±0.07 ^d	2.32±0.04 ^a	21.02±0.06 ^a	21.15±0.05 ^a	83.70±0.13 ^f
Minimum – maksimum	66.12-67.37	0.68-2.32	18.75-21.02	18.76-21.15	83.70-87.92
Ortalama±std	66.94±0.05	1.68±0.04	19.85±0.05	19.93±0.05	85.20±0.10

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0.05$). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan ekmeklerin, SI ve hue değerleri 18.76-21.15 ve 83.70-87.92 arasında değişim göstermiş olup, formülasyonda artan TBUP oranına bağlı olarak ekmek için SI değerleri yükselirken, hue değerleri azalış göstermiştir. %30 TBUP kullanım oranı en yüksek SI ve en düşük hue değerlerinin elde edilmesine sebep olmuştur (Çizelge 4.6). %30 TBUP kullanım oranında ekmek kabuk renklerinde düşük SI ve yüksek hue değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Golzari (2015) tarafından buğday ununa farklı oranlarda çavdar unu eklenerek ekmek üretilen bir çalışmada, çavdar unu arttıkça ekmek için L^* değerlerinde istatistiki olarak bir değişiklik olmadığı, a^* ve b^* değerlerinde ise artış olduğu tespit edilmiştir.

Choi ve ark. (2011), buğday ununa %10, 20, 30 oranlarında arpa unu ilave ederek ekmek üretmiş, arpa unu miktarı arttıkça ekmek için L^* değerinin azaldığı, a^* ve b^* değerlerinin arttığı belirlenmiştir.

Malek (2013) tarafından farklı oranlarda (%0, 25, 50, 75 ve 100) kavrulmuş buğday, arpa ve buğday-arpa karışım unlarının kek örnekleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, kek örneklerindeki arpa unu oranı arttıkça kabuk L^* , a^* ve b^* değerlerinin azaldığı görülmüştür.

Rizzello ve ark. (2017) tarafından, buğday ununa %30 oranında baklagil unu (mercimek, bezelye ve bakla) ilave edilerek ekmek üretilmiş, baklagil ilavesinin ekmek örneklerinde kontrole göre L^* ve b^* değerlerini düşürdüğü, a^* değerini yükselttiği bulunmuştur.

4.2.1.2. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak üretilen ekmeklere ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Ekmek ağırlıkları 139-144 gram arasında değişmiş olup, %25 ve 30 oranlarında TBUP kullanılarak üretilen ekmeklerin ağırlığı, %0 ve 5 oranlarında TBUP kullanılarak üretilen ekmeklerin ağırlığından yüksek bulunmuştur. TBUPnda kullanılan unların tam un şeklinde kullanılmış olması ve bunların lif içeriklerinin rafine buğday unundan yüksek olması, hamur su absorpsiyonunun yükselmesine, dolayısıyla nihai ürün ekmeğin ağırlığında artışa neden olmuş olabilir. Düşük TBUP oranlarında sadece sayısal bir artış şeklinde gerçekleşen bu durum, yüksek TBUP oranlarında daha yüksek oranda lif içeriğinin varlığı nedeniyle istatistiki bir artış şeklinde gözlenmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları¹

TBUP² oranı (%)	Ağırlık (g)	Hacim (ml)	Spesifik hacim (ml/g)	Sertlik 1.gün (F, g)	Sertlik 3.gün (F, g)
0	139±0.85 ^b	372±2.83 ^a	2.67±0.03 ^a	2726±8.7 ^g	3555±9.3 ^g
5	139±0.71 ^b	365±1.41 ^b	2.63±0.04 ^a	3500±9.6 ^f	4200±11.0 ^f
10	141±0.99 ^{ab}	335±1.41 ^c	2.37±0.03 ^b	3850±11.7 ^e	4522±10.6 ^e
15	142±0.14 ^{ab}	315±0.71 ^d	2.22±0.03 ^c	4328±11.0 ^d	5493±16.0 ^d
20	142±1.56 ^{ab}	290±0.71 ^e	2.04±0.05 ^d	4932±9.3 ^c	5682±12.8 ^c
25	143±0.85 ^a	255±1.41 ^f	1.78±0.05 ^e	5321±8.3 ^b	5975±10.5 ^b
30	144±0.14 ^a	204±1.08 ^g	1.42±0.01 ^f	6040±13.9 ^a	6979±9.1 ^a
Minimum – maksimum	139-144	204-372	1.42-2.67	2726-6040	3555-6979
Ortalama±std	142±0.75	305±1.37	2.16±0.04	4385±10.4	5201±11.3

¹ Sonuçlar iki tekrerrün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

Ekmek örneklerinin hacim değerleri 204-372 ml arasında değişmiş olup, en yüksek hacim değeri TBUP kullanılmayan ekmekte belirlenirken, en düşük hacim değeri ise %30 oranında TBUP kullanılarak yapılan ekmekte bulunmuştur. Formülasyonda TBUP oranının artması, ekmek hacminin azalmasına neden olmuştur. Bu azalış %5 ilave oranında çok düşük düzeyde gerçekleşirken, %20 ilave oranının üzerinde çok daha yüksek miktarda gerçekleşmiştir.

TBUP'nın buğday unu ile yer değiştirme oranına bağlı olarak gluten miktarındaki seyrelme ve gluten yapısındaki bozulma ekmek hacminin azalmasına neden olmaktadır. Literatürde sayısız çalışmada, gluten içermeyen un paçallarının, ekmek üretiminde kullanıldıklarında, ekmek hacmini düşürdükleri yer almaktadır (Pomeranz, 1988).

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan ekmeklerin spesifik hacim değerleri 1.42-2.67 arasında değişmekte olup, ekmek örneklerine ait ortalama spesifik hacim 2.16 olarak tespit edilmiştir. En yüksek spesifik hacim değerleri %0 (2.67) ve %5 (2.63) oranlarında TBUP kullanılarak yapılan ekmeklerde, en düşük spesifik hacim değeri %30 oranında TBUP kullanılarak yapılan ekmekte (1.42) bulunmuştur. Spesifik hacim değerleri genel olarak hacim değerlerine paralel bir gidiş izlemiştir. Seyrelen gluten oranıyla azalan ekmek hacmine bağlı olarak, spesifik hacim değerlerinde de azalma gerçekleşmiştir.

Buğday ununa farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) buğday, yulaf ve çavdar tam unlarının ilave edildiği ekşi maya katkılı ekmek üretimi üzerine yapılan bir çalışmada,

ilave edilen tam un miktarı arttıkça ekmek örneklerinin ağırlık değerlerinin arttığı, hacim ve spesifik hacim değerlerinin azaldığı belirtilmiştir (Yakar, 2010).

Buğday ununa %0, 10, 20 ve 30 oranlarında arpa unu eklenerek ekmek üretilen bir çalışmada, ekmek örneklerinin ağırlıkları sırasıyla 143.82, 147.09, 147.84 ve 150.86 g olarak, hacimleri ise sırasıyla 783.33, 740.00, 675.00 ve 583.33 cc olarak belirlenmiştir (Choi ve ark., 2011). Symons ve Brennan (2004), arpa unundaki β -glukanın yüksek su çekme kapasitesinden dolayı yoğun bir şekilde su bağladığını, böylece gluten ağı gelişimi için hamuru daha az elverişli hale getirdiğini raporlamıştır. Bu, hamurun kabarma miktarını ve pişme boyunca gaz hücrelerinin stabilitesini sınırlandırmakta, bundan dolayı daha düşük ekmek hacmi elde edilmektedir.

Boz (2015) tarafından yapılan çalışmada, buğday ununa %20, 40 ve 60 oranlarında tam arpa unu ekleyerek ekmek üretilmiş, arpa unu arttıkça ekmek örneklerinin spesifik hacim değerinin azaldığı görülmüştür. Bu azalmanın sebebi, eklenen arpa unu miktarının artması ile formülasyondaki gluten konsantrasyonunun azalması ve bunun da ekmek hacmini düşürmesi olarak açıklanmıştır (Sullivan ve ark., 2010).

Duran ve ark. (2004) buğday ununa %0, 10, 20 ve 30 oranlarında yulaf unu ilave ederek ürettikleri ekmek örneklerinde, yulaf unu miktarı arttıkça hacim verimi ve spesifik hacim değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir.

Mahmood ve ark. (2015) tarafından buğday ununa %10 ve 20 oranlarında soya unu eklenerek ekmek üretilmiş, ekmek örneklerine eklenen soya unu miktarı arttıkça hacim ve spesifik hacim değerlerinin kontrole göre azaldığı tespit edilmiştir.

Doxastakis ve ark. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa %5 ve 10 oranlarında soya unu ve lüpen unu ayrı ayrı ilave edilerek ekmek denemeleri yapılmış, her iki un ilavesinde de eklenen un miktarı arttıkça ekmeklerin spesifik hacim değerlerinin azaldığı bildirilmiştir.

Buğday ununa farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) nohut unu ilave edilerek ekmek üretimi yapılan bir çalışmada, ilave edilen nohut unu oranı arttıkça ekmek ağırlığında artış, hacim ve spesifik hacim değerlerinde ise azalma olduğu tespit edilmiştir (Mohammed ve ark., 2012).

Wang ve ark. (2002) tarafından farklı lif kaynakları (keçiyoynuzu lifi, inülin ve bezelye lifi) kullanılarak ekmek üretilmiş, lif ilavesinin ekmek hacim ve spesifik hacim değerlerini, kontrole göre düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır.

Buğday ununa %15 oranında arpa unu ve %15 oranında soya unu eklenerek kek üretilen bir çalışmada, arpa ve soya unu eklenerek üretilen kek örneklerinin hacim ve spesifik hacim değerlerinin kontrole göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Rani ve ark., 2013).

4.2.1.3. Sertlik

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak üretilen ekmeklerin sertlik değerleri 1. gün ve 3. gün sonunda ölçülmüş olup, sonuçlar Çizelge 4.7'de verilmiştir. 1. gün sertlik ölçüm sonuçlarının 2726-6040 g arasında, 3. gün sertlik ölçümlerinin ise 3555-6979 g arasında değiştiği tespit edilmiştir.

1. ve 3. günde ölçülen en yüksek sertlik değeri %30 oranında TBUP kullanılarak üretilen ekmekte, en düşük sertlik değerleri ise TBUP kullanılmadan üretilen ekmekte belirlenmiştir. Ekmek formülasyonunda artan TBUP oranına bağlı olarak gerçekleşen hacim azalmasının etkisi, ekmek içi sertlik değerlerine de yansımıştır. Düşük ekmek hacmi, sıkı ekmek yapısı ve daha sert ekmek içi tekstürüne sebebiyet vermektedir (Elgün ve Ertugay, 1995).

Rieder ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa farklı oranlarda (%20 ve 40) arpa unu ya da yulaf kepeği ilavesi yapılarak ekmek üretilmiş, buğday unu oranı azaldıkça ekmek hacminin azaldığı, sertliğinin ise arttığı belirlenmiştir.

Buğday ununa %0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında çavdar unu eklenerek ekmek üretilen bir çalışmada, çavdar unu miktarı arttıkça ekmek örneklerinin spesifik hacim oranlarının azaldığı (sırasıyla 5.06, 4.11, 2.59, 1.89 ve 1.83 ml/g), sertlik değerinin ise arttığı (sırasıyla 0.57, 0.95, 2.10, 3.85 ve 4.55 N) sonucuna ulaşılmıştır (Garcia-Mantrana ve ark., 2015).

Sabanis ve Tzia (2009), yaptıkları bir çalışmada buğday ununa farklı oranlarda (%10, 20 ve 30) soya unu ilave ederek ekmek üretmiş, ekmek örneklerindeki soya unu miktarı arttıkça 0. ve 2. gün sertlik değerlerinin de arttığını tespit etmişlerdir.

Buğday unundan yapılan muffinlere farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30, 40 ve 50) lüpen unu ilavesinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, ilave edilen lüpen unu oranı arttıkça sertlik değerinin de arttığı görülmüştür (Nasar-Abbas ve Jayasena, 2012).

4.2.1.4. Kimyasal analiz sonuçları

4.2.1.4.1. Su, kül, protein ve yağ

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak üretilen ekmeklere ait su, kül, protein ve yağ analizi sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Ekmeklere ait su miktarları %37.56-39.57 arasında değişmiş olup en fazla su içeriği %30 oranında TBUP kullanılarak üretilen ekmekte, en az su içeriği ise %10 oranında TBUP kullanılarak üretilen ekmekte belirlenmiştir. %15 ve üzerinde TBUP kullanım oranı, ekmeklerin su miktarlarının artmasına neden olmuştur. TBUP’nın yüksek lif içeriğine sahip olması nedeniyle, hamur su absorpsiyonunun yüksek olması (Elgün ve Ertugay, 1992) ve ekmeğin pişirilmesi sırasında bu suyun bir kısmının ekmekten uzaklaştırılmaması daha yüksek ekmek içi su miktarına sebebiyet vermiştir.

Ekmek örneklerinin kül miktarları %1.07-1.65 arasında değişmekte olup, kül miktarlarının ortalaması %1.33 olarak bulunmuştur. %30 oranında TBUP kullanılarak yapılan ekmeğin en yüksek, %0-5 oranında TBUP kullanılarak yapılan ekmeklerin ise en düşük kül miktarlarına sahip olduğu belirlenmiştir. %10 ve üzerindeki TBUP kullanım oranlarında kül miktarında önemli ($p<0.05$) artışlar belirlenmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde buğday ununun %0.79, TBUP’ni oluşturan unların %1.49-6.82 aralığında

Çizelge 4.8. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları¹

TBUP ² oranı (%)	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
0	37.76±0.06 ^d	1.07±0.02 ^f	12.58±0.06 ^g	1.28±0.04 ^f
5	37.70±0.03 ^{de}	1.16±0.02 ^{ef}	13.06±0.04 ^f	1.45±0.03 ^e
10	37.56±0.03 ^e	1.23±0.03 ^{de}	13.75±0.06 ^e	1.63±0.04 ^d
15	38.69±0.04 ^b	1.28±0.03 ^d	14.52±0.06 ^d	1.84±0.03 ^c
20	38.42±0.04 ^c	1.38±0.02 ^c	15.60±0.04 ^c	1.94±0.04 ^{bc}
25	38.80±0.05 ^b	1.56±0.02 ^b	16.13±0.03 ^b	2.05±0.04 ^{ab}
30	39.57±0.06 ^a	1.65±0.01 ^a	16.75±0.04 ^a	2.11±0.04 ^a
Minimum - maksimum	37.56-39.57	1.07-1.65	12.58-16.75	1.28-2.11
Ortalama±std	38.36±0.04	1.33±0.02	14.63±0.05	1.75±0.04

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kül, protein, yağ sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$).

² Tahıl-baklagil unu paçalı

kül içeriğine sahip olduğu görülmektedir. TBUPnı oluşturan unlar tam un şeklinde kullanıldıklarından kül içerikleri zengindir. Bu durum nihai ürün ekmeğe de yansımıştır.

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak üretilen ekmek örneklerine ait protein sonuçları incelendiğinde, %12.58-16.75 arasında değişen protein değerlerinin ortalamasının %14.63 olduğu görülmüştür. Ekmek formülasyonunda artan oranda TBUP kullanımı, ekmeğin protein miktarını da önemli seviyede ($p<0.05$) artırmıştır. TBUPnın yaklaşık %50'sini oluşturan soya, lüpen ve nohut unlarının protein miktarları, sırasıyla %53.38, 37.41 ve 21.61'dir. Buğday ununda protein miktarı sadece %12.41'dir (Çizelge 4.2). Yüksek protein içeriğine sahip baklagil unları, TBUP kullanılan ekmeklerdeki protein artışında etkili olmuştur. TBUPnın yüksek kullanım oranları, ekmeğin protein açısından zenginleştirilmesinde çok dikkat çekici bulunmuştur.

Ekmek örneklerinin yağ miktarlarının %1.28-2.11 arasında değiştiği, en yüksek yağ içeriğinin %30 oranında TBUP kullanılarak yapılan ekmekte olduğu belirlenmiştir. Genel olarak, artan TBUP kullanım oranına bağlı olarak ekmeklerin yağ miktarında da artış gerçekleşmiştir. Hammaddeler arasında lüpenin diğerlerine göre yüksek yağ içeriği (%11.86), TBUPnın da yağ oranını yükseltmiş, bu durum son ürüne de yansımış olabilir.

Rocha ve Malcata (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday unundan yapılan ekmeğin kül miktarı %1.35 ve su miktarı %36.06 olarak bildirilmiştir.

Hussein ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada balady ekmeğine %10, 20, 30 oranlarında tam arpa unu eklenmiş, tam arpa unu oranı arttıkça su, protein, yağ ve kül oranlarında artış olduğu belirlenmiştir. Balady ekmeğine farklı oranlarda (%0, 30, 45, 60, 75, 85 ve 100) arpa unu ilavesi üzerine yapılan bir çalışmada da, balady ekmeğine ilave edilen arpa unu oranı arttıkça protein, yağ ve kül içeriklerinin de arttığı görülmüştür (Ereifej ve ark., 2006).

Goni ve Valentin-Gamazo (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, %100 buğday unundan yapılan spaghetti ile %75 buğday unu ve %25 nohut kullanılarak yapılan spaghetti karşılaştırılmış, nohut unu ilavesinin protein, yağ ve kül miktarlarını artırdığı tespit edilmiştir.

Pasqualone ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada; kül, yağ ve protein değerleri beyaz ekmek için sırasıyla %0.82, 1.49 ve 12.2, çavdar ekmeği için sırasıyla %1.48, 1.75 ve 10.8 ve nohut ekmeği için sırasıyla %2.10, 4.02 ve 21.0 olarak bulunmuştur.

Buğday ununa farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15 ve 20) soya unu eklenerek ekmekek üretilen bir çalışmada, soya unu miktarı arttıkça ekmekek örneklerinin protein, yağ ve kül değerlerinin kontrol ekmeğe göre artış gösterdiği belirlenmiştir (Tariqul Islam ve ark., 2007).

4.2.1.4.2. Fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak üretilen ekmeeklere ait fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Ekmekek örneklerine ait fitik asit sonuçları 98-365 mg/100 g arasında değişmekte olup, fitik asit miktarlarının ortalaması 226 mg/100 g olarak bulunmuştur. En yüksek fitik asit miktarı %30 oranında TBUP kullanılarak yapılan ekmeekte, en düşük fitik asit miktarı ise TBUP kullanılmadan hazırlanan ekmeekte belirlenmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde rafine buğday ununun 370 mg/100 g, TBUP hazırlanmasında kullanılan tahıl unlarının 504-1251 mg/100 g, baklagil unlarının 587-2520 mg/100 g arasında fitik asit içeriğine sahip olduğu görülmektedir. TBUPnda bulunan yüksek fitik asit oranı, TBUPnın artan oranlarda ekmekek formülasyonunda kullanılmasıyla ekmeğe de yansımıştır. Hamur fermentasyonunda kısmen parçalanmaya uğrayan fitik asit, yüksek TBUP kullanım oranlarında nihai ürün ekmeekte 365 mg/100 g’a kadar bulunabilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan ekmekek örneklerine ait fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı sonuçları¹

TBUP ² oranı (%)	Fitik asit (mg/100 g)	Antioksidan aktivite (% inhibisyon)	Toplam fenolik madde (mg GAE/kg)
0	98±8.5 ^g	39.92±0.04 ^g	356±3.4 ^f
5	128±5.7 ^f	40.29±0.03 ^f	379±2.5 ^e
10	170±8.5 ^e	40.53±0.07 ^e	394±5.0 ^e
15	229±6.6 ^d	40.97±0.03 ^d	418±5.5 ^d
20	274±5.7 ^c	41.36±0.04 ^c	448±7.3 ^c
25	321±5.7 ^b	41.75±0.04 ^b	469±5.8 ^b
30	365±7.1 ^a	42.29±0.07 ^a	496±5.0 ^a
Minimum - maksimum	98-365	39.92-42.29	356-496
Ortalama±std	226±6.8	41.02±0.05	423±4.9

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

Ekmek örneklerinde antioksidan aktivite değerleri ortalama %41.02 olarak bulunmuştur. %30 oranında TBUP kullanılarak yapılan ekmeğin (%42.29) en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu, TBUP kullanılmadan yapılan ekmeğin (%39.92) en düşük antioksidan aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Ekmek formülasyonunda artan oranlarda TBUP kullanımı, antioksidan aktivite miktarında da artışa neden olmuştur. TBUPnı oluşturan hammaddelerden nohut unu ve lüpen unu hariç diğer un çeşitleri buğday unundan daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğundan (Çizelge 4.3), ekmek formülasyonunda artan TBUP oranına bağlı olarak ekmekteki antioksidan aktivite miktarı da artmış olabilir. İstatistiki olarak önemli bulunan ($p<0.05$) bu artış sayısal olarak çok yüksek bulunmamıştır.

Değişik oranlarda TBUP kullanılarak üretilen ekmeklerin toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.9'da verilmiş olup ekmek örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarının ortalaması 423 mg GAE/kg olarak bulunmuştur. Artan oranlarda TBUP kullanımı, antioksidan aktivite değerlerinde olduğu gibi toplam fenolik madde miktarının da artışına neden olmuştur. %30 TBUP kullanım oranında en yüksek toplam fenolik madde miktarı değerine (496 mg GAE/kg) ulaşılmıştır. Hammaddeler arasında tahıl unları 1315-1385 mg GAE/kg, baklagil unları 268-818 mg GAE/kg arasında toplam fenolik madde içeriğine sahiptir. Bu değer buğday unu için 397 mg GAE/kg'dır (Çizelge 4.3). Nohut unu hariç, tüm unların toplam fenolik madde miktarı buğday unundan yüksektir. Hammadde özellikleri toplam fenolik madde açısından da son ürüne yansımış olabilir.

Tuncel ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada; beyaz ekmek, kepekli ekmek ve tam buğday ekmeğine %0, 2.5, 5 ve 10 oranlarında stabilize pirinç kepeği ilave edilmiş, pirinç kepeği oranı arttıkça ekmek örneklerinin fitat içeriklerinin de arttığı raporlanmıştır. Hammaddelerin kepek ya da tam un şeklinde kullanılması fitik asit miktarını artırmaktadır. Bu tez çalışmasında da tahıl ve baklagil unlarının tam un şeklinde kullanılmış olması, son ürün olan ekmekte fitik asit miktarının artmasına sebep olmuştur.

Serpen ve ark. (2012) tarafından yulaf, çavdar, buğday kepeği, soya ve mısır unlarının her birinden %6 oranında ilave edilerek üretilen ekmek örneğinin antioksidan aktivite miktarının (4.3 $\mu\text{mol Trolox/g}$), kontrol ekmeğine (3.4 $\mu\text{mol Trolox/g}$) göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Koletta ve ark. (2014) tarafından buğday ununa %60 oranında arpa, yulaf ve çavdar unlarından eşit miktarda karıştırılmış un paçalı eklenerek ekmek üretilen bir

çalışmada, un paçalı ilave edilerek üretilen ekmeğin toplam fenolik madde miktarı (120.7 mg GAE/100 g) kontrol ekmeğine (61.6 mg GAE/100 g) göre daha yüksek bulunmuştur.

Buğday ununa farklı oranlarda (%0, 4 ve 8) ham buğday ruşeymi ilave edilerek ekmeğin üretilen bir çalışmada, buğday ruşeymi miktarı arttıkça ekmeğin örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite miktarlarının da arttığı sonucuna ulaşılmıştır (Rizzello ve ark., 2010).

Buğday ununa nohut, bezelye ve soya unları ile karboksimetilselüloz ve gluten ilave edilerek ekmeğin üretilen bir çalışmada, eklenen baklagil unlarının ekmeğin örneklerinde toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite miktarlarını kontrole göre artırdığı tespit edilmiştir (Angioloni ve Collar, 2012).

Soong ve ark. (2014) tarafından farklı tahıl unları kullanılarak üretilen muffin örneklerinin toplam fenolik içerikleri en yüksekten en düşüğe göre; arpa unlu muffin (1687.34 µg GAE/g), yulaf unlu muffin (945.41 µg GAE/g) ve buğday unlu muffin (705.03 µg GAE/g) olarak sıralanmıştır. Antioksidan aktivite sonuçları ise en yüksekten en düşüğe göre; arpa unlu muffin (16.80 µM TEAC/mg), buğday unlu muffin (8.50 µM TEAC/mg) ve yulaf unlu muffin (7.61 µM TEAC/mg) olarak belirlenmiştir.

4.2.1.4.3. Mineral madde

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak üretilen ekmeklere ait bazı mineral madde analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Ekmeğin örneklerine ait kalsiyum, bakır, demir, potasyum, magnezyum, mangan, fosfor ve çinko miktarları sırasıyla 31.55-69.27 mg/100 g, 0.26-0.36 mg/100 g, 1.81-3.86 mg/100 g, 264.15-425.65 mg/100 g, 37.05-82.64 mg/100 g, 0.93-5.51 mg/100 g, 309.54-416.37 mg/100 g ve 1.41-1.89 mg/100 g aralığında değişim göstermiştir. Artan oranlarda TBUP kullanımı ekmeklerin kalsiyum, demir, potasyum, magnezyum, mangan ve fosfor içeriklerini önemli ($p < 0.05$) miktarda artırmıştır. TBUP kullanımı ile ekmeklerin bakır içeriğinde istatistiksel bir değişim gerçekleşmemiştir. Ancak deskriptif bir artış söz konusu olmuştur. Ekmeklerin çinko içerikleri %10 TBUP kullanım oranının üzerinde artış göstermiştir.

Ekmeğin örneklerinde %30 oranında TBUP kullanımı ile, katkısız örneğe göre; kalsiyum, demir, potasyum, magnezyum, mangan, fosfor ve çinko miktarlarında sırasıyla 2.2, 2.1, 1.6, 2.2, 5.9, 1.35 ve 1.34 katlık artışlar meydana gelmiştir. Mangan

Çizelge 4.10. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan ekmecek örneklerine ait mineral madde analiz sonuçları¹

TBUP ² oranı (%)	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	P	Zn
0	31.55±0.18 ^g	0.26±0.04 ^a	1.81±0.06 ^g	264.15±0.35 ^g	37.05±0.10 ^g	0.93±0.04 ^g	309.54±0.86 ^g	1.41±0.04 ^f
5	36.42±0.15 ^f	0.27±0.01 ^a	2.16±0.04 ^f	285.23±0.16 ^f	44.54±0.11 ^f	1.73±0.06 ^f	325.62±1.22 ^f	1.49±0.05 ^{ef}
10	43.19±0.27 ^e	0.29±0.02 ^a	2.45±0.04 ^e	321.14±0.20 ^e	53.21±0.14 ^e	2.44±0.03 ^e	345.26±0.82 ^e	1.57±0.01 ^{de}
15	50.56±0.31 ^d	0.30±0.04 ^a	2.89±0.05 ^d	344.86±0.42 ^d	60.84±0.07 ^d	3.21±0.04 ^d	362.48±1.07 ^d	1.66±0.03 ^{cd}
20	57.31±0.12 ^c	0.32±0.04 ^a	3.20±0.02 ^c	365.12±0.31 ^c	68.80±0.08 ^c	3.94±0.04 ^c	381.76±0.74 ^c	1.72±0.03 ^{bc}
25	64.23±0.25 ^b	0.34±0.03 ^a	3.54±0.03 ^b	395.74±0.06 ^b	75.64±0.07 ^b	4.78±0.04 ^b	397.21±1.26 ^b	1.82±0.04 ^{ab}
30	69.27±0.35 ^a	0.36±0.01 ^a	3.86±0.01 ^a	425.65±0.44 ^a	82.64±0.08 ^a	5.51±0.04 ^a	416.37±0.64 ^a	1.89±0.03 ^a
Minimum - maksimum	31.55-69.27	0.26-0.36	1.81-3.86	264.15-425.65	37.05-82.64	0.93-5.51	309.54-416.37	1.41-1.89
Ortalama±std	50.36±0.23	0.31±0.03	2.84±0.04	343.13±0.28	60.39±0.09	3.22±0.04	362.61±0.94	1.65±0.03

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kuru madde üzerinden, mg/100 g olarak verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

miktarında 6 kata varan bu artış, TBUPnda bulunan lüpenin yüksek mangan içeriği ile ilişkilendirilebilir.

TBUPnı oluşturan tahıl ve baklagil unları tam un şeklinde öğütülmüş olup, mineral bileşimleri rafine buğday unundan oldukça yüksektir (Çizelge 4.4). TBUP ekmek formülasyonunda artan oranlarda kullanıldığında, ekmeğin mineral içeriğindeki artış, paçalın zengin mineral içeriğine bağlanabilir.

Skrbic ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa %15 oranında kavuzsuz arpa unu eklenerek ekmek üretilmiş, elde edilen ekmeklerin bakır, çinko ve magnezyum değerlerinde kontrol ekmeğine göre artış görülürken; demir, potasyum, kalsiyum ve fosfor değerlerinde elde edilen artış istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Pandispanya kekine farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30 ve 40) arpa unu ilave edilen bir çalışmada, arpa unu oranı arttıkça çinko, demir, kalsiyum ve potasyum içeriklerinde artış olduğu görülmüştür (Gupta ve ark., 2009).

Farklı oranlarda (%30 ve 50) kavuzsuz arpa unu eklenerek üretilen kurabiye örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada, kavuzsuz arpa unu oranı arttıkça ekmeklerin potasyum, magnezyum, bakır, çinko, demir miktarlarının da arttığı belirlenmiştir (Skrbic ve Cvejanov, 2011).

Buğday ununa farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30 ve 40) yağsız soya unu ilave edilerek ekstrüde ürün üretilen bir çalışmada, yağsız soya unu miktarı arttıkça mineral miktarının da arttığı belirlenmiştir (Pawar ve ark., 2015).

Bilgiçli (2013) tarafından nohut, soya, mısır ve pirinç unları kullanılarak üretilen glutensiz erişte örneğinin kalsiyum, bakır, demir, potasyum, magnezyum, mangan, fosfor ve çinko içeriklerinin, buğday unundan üretilen erişte örneğine göre daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

4.2.1.5. Duyusal analiz sonuçları

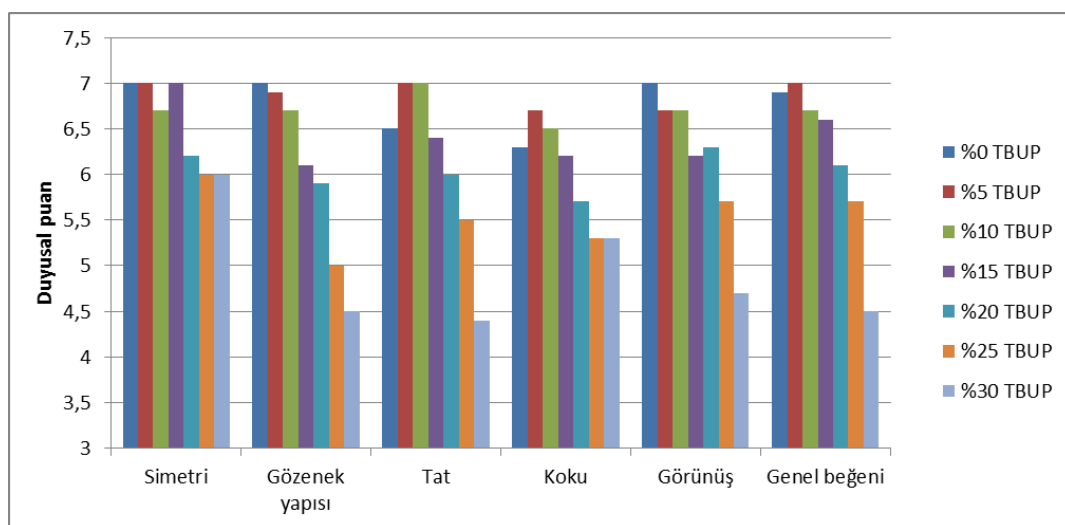
Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Şekil 4.1’de verilmiştir. %20-30 TBUP kullanım oranının simetri değerlerinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Artan oranlarda TBUP kullanımı ekmeklerin gözenek puanlarında düşüğe neden olmuştur, düşük TBUP kullanım oranlarında gözenek puanlarındaki düşüş sınırlı iken, yüksek TBUP kullanım oranlarında bu azalma oldukça fazla olmuştur. %20 kullanım oranından sonra tat ve kokuda belirgin bir

azalma meydana gelirken, %5-10 TBUP kullanım oranlarında, TBUP kullanılmayan ekmeklerden daha yüksek tat-koku puanları elde edilmiştir. Tahıl ve baklagillerin paçal halinde birlikte kullanılması, her birinin tek kullanıldığı durumda baskın olabilecek bireysel tatlarını maskeleyerek tat puanlarında olumlu bir etkiye sebep olmuştur. Yüksek TBUP kullanım oranlarında düşük görünüş puanları elde edilmiştir. Sonuçlar genel beğeni puanı açısından değerlendirildiğinde, %5 TBUP kullanım oranı, kontrol ekmekten (%0 TBUP) üstün, %10-15 TBUP kullanım oranları kontrol ekmeğe yakın, %20 ve üzerinde kullanım oranları ise kontrol ekmekten daha düşük genel beğeni puanları vermiştir.

Dhingra ve Jood (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15 ve 20) soya unu ve arpa unu karışımı ilave edilerek ekmek üretilmiştir. Ekmeklerde soya-arpa unu karışımı miktarı arttıkça ekmek örneklerinin kabuk rengi, görünüş, aroma, kabuk yapısı, tat ve genel beğeni parametrelerinde azalma olduğu, %15 un karışımı ilave edilerek üretilen ekmeğin organoleptik ve besinsel olarak kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir.

Sanful ve Darko (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30, 40 ve 50) soya unu ilave edilerek ekmek üretilmiş, yapılan organoleptik değerlendirmede %30 soya unu ilaveli ekmeğin kabul edilebilir özellikte olduğu bildirilmiştir.

Ekmeklik buğday ununa farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30 ve 50) soya unu ilave edilerek ekmek üretilen bir çalışmada, soya unu miktarı arttıkça kabuk rengi, görünüş,



Şekil 4.1. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait duyu analizi sonuçları

aroma, ekmek içi tekstürü ve tat parametrelerine verilen puanların düştüğü, %10 oranında soya unu ilavesinin kalite özelliklerini olumsuz etkilemediği belirtilmiştir (Sabanis ve Tzia, 2009).

Buğday ununa %0, 10, 20 ve 30 oranlarında nohut unu ilave edilerek ekmek üretilen bir çalışmada, duyuusal değerlendirilmede örneklerin genel beğeni puanları sırasıyla 9.0, 8.4, 6.3 ve 3.9 olarak belirlenmiş, %10-20 oranlarında nohut unu kullanılarak üretilen ekmek örneklerinin kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir (Mohammed ve ark., 2014).

Zafar ve ark. (2015), tam buğday unu ekmeğinin renk, tekstür, tat ve genel beğeni puanlarını sırasıyla 7.20, 6.40, 6.75 ve 7.05 olarak, tam buğday ununa %35 oranında nohut unu ilave edilerek üretilen ekmeğin renk, tekstür, tat ve genel beğeni puanlarını ise sırasıyla 6.78, 6.33, 5.56 ve 6.40 olarak bildirmiş, %35 nohut unu ilaveli ekmeğin kabul edilebilir özellikte olduğunu belirtmiştir.

4.2.2. %25 oranında TBUP ve çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmek örneklerine ait analiz sonuçları

4.2.2.1. Renk değerleri

%25 TBUP ve çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmek örneklerine ait kabuk renk değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Farklı katkı maddeleri kullanılarak üretilen ekmeklerin kabuk L^* değerlerinin ortalaması 58.87 olarak belirlenmiştir. %25 oranında TBUP kullanılarak katkısız olarak hazırlanan ekmeğin kabuk L^* değeri, TBUP kullanılmadan hazırlanan ekmekten yüksek bulunmuştur. %25 TBUP ilavesi ile hazırlanan ekmeklerde, kullanılan tüm katkı kombinasyonları kabuk L^* değerinin düşmesine neden olmuştur. En fazla düşüş “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve ksilanaz” kombinasyonunda gerçekleşmiştir. Bu kombinasyondan sonra, sırasıyla, pentozanaz ve glukozoksidaz içeren katkı kombinasyonları da düşük L^* değerleri vermiştir.

Kabuk a^* değerleri 7.79-12.92 arasında değişim göstermiştir. %25 TBUP ilavesi ile hazırlanan ekmeklerde, kullanılan tüm katkı kombinasyonları kabuk a^* değerinin artmasını sağlamıştır. En yüksek kabuk kırmızılığı değerleri, “vital gluten, SSL ve fungal alfa amilaz” ve “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz ve glukozoksidaz”

Çizelge 4.11. %25 oranında TBUP ve çeşitli katkı maddeleri kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait kabuk renk değerleri¹

Katkı kombinasyonu	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	SI	Hue
%0 katkısız	61.98±0.04 ^b	9.85±0.04 ^f	30.54±0.06 ^a	32.09±0.04 ^b	72.12±0.10 ^b
%25 TBUP ² - katkısız	65.94±0.05 ^a	7.79±0.04 ^g	29.26±0.04 ^d	30.28±0.05 ^e	75.09±0.06 ^a
%25 TBUP- Gluten+SSL ³ +FAA ⁴ katkılı	57.98±0.06 ^e	12.87±0.02 ^a	29.87±0.04 ^b	32.52±0.05 ^a	66.70±0.01 ^{ef}
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA ⁵ katkılı	60.00±0.06 ^c	12.10±0.03 ^d	29.54±0.06 ^c	31.92±0.04 ^b	67.73±0.08 ^d
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+TG ⁶ katkılı	59.32±0.04 ^d	11.30±0.04 ^e	28.70±0.04 ^e	30.85±0.05 ^d	68.50±0.04 ^c
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+GO ⁷ katkılı	56.22±0.06 ^f	12.92±0.03 ^a	28.48±0.04 ^f	31.27±0.03 ^c	65.60±0.08 ^g
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+LİPAZ katkılı	57.88±0.03 ^e	12.47±0.04 ^c	28.71±0.04 ^e	31.30±0.06 ^c	66.52±0.04 ^f
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+P ⁸ katkılı	56.21±0.04 ^f	12.20±0.04 ^d	28.52±0.06 ^{ef}	31.02±0.07 ^d	66.84±0.03 ^e
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+K ⁹ katkılı	54.32±0.04 ^g	12.65±0.03 ^b	27.07±0.06 ^g	29.88±0.06 ^f	64.95±0.00 ^h
Minimum – maksimum	54.32-65.94	7.79-12.92	27.07-30.54	29.88-32.52	64.95-75.09
Ortalama±std	58.87±0.05	11.57±0.03	28.97±0.05	31.24±0.05	68.23±0.05

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0.05$). ² Tahıl-baklagil unu paçalı ³ Sodyum stearol-2-laktilat. ⁴ Fungal alfa amilaz. ⁵ Askorbik asit. ⁶ Transglutaminaz. ⁷ Glukozoksidaz. ⁸ Pentozanaz. ⁹ Ksilanaz.

kombinasyonlarını içeren ekmeklerde belirlenmiştir. Bu değerleri “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve ksilanaz” kombinasyonu takip etmiştir.

Çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak üretilen ekmek örneklerinin kabuk b^* değerlerinin ortalaması 28.97 olarak bulunmuştur. En yüksek kabuk b^* değeri TBUP kullanılmadan katkısız olarak hazırlanan ekmekte (30.54), en düşük kabuk b^* değeri %25 oranında TBUP ve “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve ksilanaz” katkı kombinasyonu kullanılan ekmekte (27.07) tespit edilmiştir. Bu katkı kombinasyonu aynı zamanda kabuk parlaklığında en fazla düşüşe neden olan kombinasyon olmuştur. Kabuk kırmızılığında ise olumlu etkisi gözlemlenmiştir.

Ekmek örneklerinin kabuk SI ve hue değerleri 29.88-32.52 ve 64.95-75.09 arasında değişim göstermiş ve en düşük değerler L^* ve b^* renk değerlerinde olduğu gibi “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve ksilanaz” katkı kombinasyonu kullanılan ekmeklerde belirlenmiştir.

Farklı seviyelerdeki glukozoksidaz, transglutaminaz ve pentozanaz enzimlerinin donmuş ve donmamış ekmek özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, pentozanaz enziminin her iki hamur çeşidinden de yapılan ekmeklerin kabuk L^* değerlerini kontrole göre önemli oranda azalttığı görülmüştür. Bu sonucun, Maillard reaksiyonunda substrat olan şekerlerden enzim etkisi ile indirgen şekerlerin üretiminden kaynaklandığı bildirilmektedir. Pentozanaz enzimi ilavesinin ise kabuk a^* değerini kontrole göre artırdığı, kabuk b^* değerini ise donmuş hamurdan yapılan ekmekte kontrole göre düşürürken, donmamış hamurdan yapılan ekmekte yükselttiği tespit edilmiştir. Transglutaminaz ve glukozoksidaz enzimlerinin her ikisinin de donmuş hamurdan yapılan ekmeklerin kabuk L^* değerini kontrole göre artırdığı ve a^* değerini düşürdüğü belirtilmiştir. Kabuk b^* değeri ise her iki enzim ilavesinde de kontrole göre düşmüş, enzim miktarı arttıkça b^* değerinde de artış olmuştur (Steffolani ve ark., 2012).

Transglutaminaz, glukozoksidaz ve ksilanaz enzimlerinin buğday-soya kompozit unu kullanılarak üretilen ekmek özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, transglutaminaz enzimi kontrole göre kabuk L^* ve b^* değerlerini artırmış, a^* değerini düşürmüştür; glukozoksidaz enzimi kontrole göre kabuk L^* ve b^* değerleri üzerinde istatistikî açıdan önemli bir etki göstermezken, a^* değerini artırmış; ksilanaz enzimi ise kontrole göre kabuk L^* , a^* ve b^* değerlerini düşürmüştür (Roccia ve ark., 2012).

Çeşitli katkı maddeleri kullanılarak yapılan ekmek örneklerinin ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Ekmek içi L^* değerleri 66.12-70.21 arasında değişen ekmek örneklerinde, L^* değerlerinin ortalaması 68.81 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.12. %25 oranında TBUP ve çeşitli katkı maddeleri kullanılarak yapılan ekmeğe ait ekmeğe içi renk değerleri¹

Katkı kombinasyonu	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	SI	Hue
%0 katkısız	66.12±0.06 ^g	0.68±0.01 ^d	18.75±0.06 ^f	18.76±0.06 ^f	87.92±0.05 ^a
%25 TBUP ² - katkısız	67.13±0.05 ^f	2.12±0.06 ^a	20.89±0.05 ^a	20.99±0.04 ^a	84.20±0.17 ^{cd}
%25 TBUP- Gluten+SSL ³ +FAA ⁴ katkılı	69.26±0.04 ^c	2.06±0.05 ^{ab}	19.68±0.05 ^c	19.79±0.04 ^c	84.01±0.15 ^d
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA ⁵ katkılı	70.01±0.02 ^{ab}	2.03±0.06 ^{ab}	19.05±0.04 ^e	19.16±0.05 ^e	83.92±0.15 ^d
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+TG ⁶ katkılı	69.09±0.05 ^{cd}	2.13±0.04 ^a	19.66±0.04 ^c	19.78±0.05 ^c	83.82±0.11 ^d
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+GO ⁷ katkılı	68.48±0.06 ^e	1.91±0.06 ^b	19.96±0.06 ^b	20.06±0.06 ^b	84.54±0.19 ^c
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+LİPAZ katkılı	69.06±0.05 ^d	2.07±0.04 ^{ab}	19.37±0.04 ^d	19.48±0.05 ^d	83.90±0.11 ^d
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+P ⁸ katkılı	69.91±0.06 ^b	1.70±0.03 ^c	19.75±0.04 ^c	19.82±0.04 ^c	85.09±0.08 ^b
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+K ⁹ katkılı	70.21±0.05 ^a	1.63±0.03 ^c	20.05±0.04 ^b	20.12±0.04 ^b	85.36±0.08 ^b
Minimum – maksimum	66.12-70.21	0.68-2.13	18.75-20.89	18.76-20.99	83.82-87.92
Ortalama±std	68.81±0.05	1.81±0.04	19.68±0.05	19.77±0.05	84.75±0.12

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı ³ Sodyum stearol-2-laktat. ⁴ Fungal alfa amilaz. ⁵ Askorbik asit. ⁶ Transglutaminaz. ⁷ Glukozoksidaz. ⁸ Pentozanaz. ⁹ Ksilanaz.

TBUP kullanılmadan hazırlanan ekmekler, %25 oranında TBUP ile katkılı ya da katkısız olarak hazırlanan tüm ekmeklerden daha düşük ekmek içi L^* değerine sahip bulunmuştur. %25 TBUP kullanılan ekmeklerde ise, kullanılan tüm katkı kombinasyonları ekmek içi L^* değerini artırmıştır. Ekmek kabuk parlaklığını en fazla düşüren katkı kombinasyonu olan “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve ksilanaz” ekmek içi parlaklığını en fazla artıran kombinasyon olmuştur.

Ekmeklerin, ekmek içi a^* değerlerinin ortalaması 1.81 olarak belirlenmiştir. TBUP kullanılmadan hazırlanan ekmeklerle karşılaştırıldığında, TBUP ilavesi ve tüm katkı kombinasyonlarının kullanımı ekmek içi kırmızılık değerlerini artırmıştır. Ekmek örneklerinin ekmek içi b^* değerlerinde de benzer durum meydana gelmiş ve TBUP ilavesi ve tüm katkı kombinasyonlarının kullanımı ekmek içi sarılık değerini artırmıştır.

%25 TBUP kullanılan ekmeklerde kullanılan katkı kombinasyonları kendi aralarında karşılaştırıldığında, katkı kombinasyonu kullanılmayan örneğe göre en fazla ekmek içi b^* değeri düşüşüne neden olan katkı kombinasyonu “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit” olmuştur. Ksilanaz içeren katkı kombinasyonu ise en az düşüşe sebebiyet vermiştir.

Farklı katkı maddeleri kullanılarak üretilen örneklerin ekmek içi SI ve hue değerleri 18.76-20.99 ve 83.82-87.92 aralığında değişim göstermiştir. Ekmek içi SI değerleri ekmek içi b^* değerlerine paralel bir gidiş sergilemiştir. %25 TBUP ile hazırlanan örnekler içinde pentozanaz ya da ksilanaz içeren katkı kombinasyonları, katkısız örneğe kıyasla hue değerinin artmasında en etkili kombinasyonlardır.

Atalay (2009) tarafından yapılan çalışmada, %20 oranında karabuğday tam unu içeren kontrol ekmeğinin kabuk L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 40.96, 12.56 ve 20.94, ekmek içi L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 58.25, 1.49, 13.20 olarak; %20 oranında karabuğday tam unu ile SSL ve transglutaminaz içeren ekmeğinin kabuk L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 41.79, 12.51 ve 16.59, ekmek içi L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 64.79, 1.51 ve 14.22 olarak raporlanmıştır. Transglutaminaz enzimi hem kabuk hem de ekmek içi L^* değerini artırmış, a^* ve b^* değerlerini ise azaltmıştır.

Buğday ununa %20 oranında kepek ilave edilerek üretilen ekmek örneklerine SSL, askorbik asit ve fungal alfa amilaz enzimi eklenerek katkısız ve katkılı ekmek örneklerinin ekmek içi renk değerleri karşılaştırılmış, katkılı ekmeklerde katkısız ekmeklere göre L^* değerinde artış, a^* ve b^* değerlerinde azalma tespit edilmiştir (Akbaş, 2010).

Su ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, kontrol ekmeğinin L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 90.49, 0.68 ve 20.64 olarak, ksilanaz enzimi içeren ekmeğin iç L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 88.26, 0.75 ve 20.39 olarak bulunmuştur.

4.2.2.2. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim

Çeşitli katkı maddeleri kullanılarak üretilen ekmeğin örneklerinin ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. Ekmeğin örneklerinin ağırlık değerlerinin ortalaması 141 g olarak belirlenmiş, en yüksek ağırlık değeri %25 oranında TBUP kullanılarak katkısız olarak yapılan ekmekte (143 g), en düşük ağırlık değeri ise TBUP kullanılmadan katkısız olarak yapılan ekmekte (139 g) tespit edilmiştir. %25 TBUP ilaveli ekmeğin kendi aralarında karşılaştırıldığında, ksilanaz ya da pentozanaz içeren katkı kombinasyonlarının ekmeğin ağırlığını katkısız olana göre düşürdüğü görülmektedir.

Ekmeğin örneklerinin hacim değerlerinin 255-372 ml arasında değiştiği ve hacim ortalamasının 332 ml olduğu belirlenmiştir. TBUP kullanılmadan yapılan ekmeğin en yüksek hacme, %25 oranında TBUP kullanılarak katkısız olarak yapılan ekmeğin en düşük hacme sahip olduğu bulunmuştur. %25 TBUP içeren ekmeğin kendi aralarında değerlendirildiğinde, kullanılan tüm katkı kombinasyonlarının ekmeğin hacmini olumlu yönde etkileyerek artırdığı, en yüksek artışın ksilanaz ya da pentozanaz içeren katkı kombinasyonlarında gerçekleştiği görülmüştür.

Ekmeğin örneklerinin spesifik hacim değerlerinin ortalaması 2.35 ml/g olarak bulunmuştur. Spesifik hacim değerleri ekmeğin hacim değerlerine paralel bir gidiş sergilemiştir. %25 TBUP içeren ekmeğin kendi aralarında değerlendirildiğinde, kullanılan tüm katkı kombinasyonlarının ekmeğin spesifik hacmini artırdığı, en yüksek artışın ekmeğin hacminde olduğu gibi ksilanaz ya da pentozanaz içeren katkı kombinasyonlarında gerçekleştiği görülmüştür.

Gluten ilavesinin farklı kalitedeki hamur özelliklerine ve ekmeğin yapım performansına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, zayıf unlara gluten ilavesinin farinograf stabilitesi, hamur ve ekmeğin içi elastikiyeti ve ekmeğin spesifik hacim değerlerini iyileştirdiği belirtilmiştir (Marchetti ve ark., 2012).

Buğday ununa nohut unu ilave edilerek pişirme özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, hamur formülasyonlarına %3 oranında gluten ilavesinin; reolojik özellikler, ekmeğin hacmi ve ekmeğin içi özelliklerini iyileştirdiği bildirilmiştir (Singh ve ark., 1991).

Çizelge 4.13. %25 oranında TBUP ve çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları¹

Katkı kombinasyonu	Ağırlık (g)	Hacim (ml)	Spesifik hacim (ml/g)	Sertlik 1.gün (F, g)	Sertlik 3.gün (F, g)
%0 katkısız	139±0.85 ^c	372±2.83 ^a	2.67±0.03 ^a	2726±8.7 ^e	3555±9.3 ^f
%25 TBUP ² - katkısız	143±0.85 ^a	255±1.41 ^f	1.78±0.05 ^d	5321±8.3 ^a	5975±10.5 ^a
%25 TBUP- Gluten+SSL ³ +FAA ⁴ katkılı	142±0.42 ^{abc}	322±1.41 ^e	2.28±0.04 ^c	3181±8.7 ^c	4499±8.1 ^b
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA ⁵ katkılı	141±0.57 ^{abc}	337±0.71 ^c	2.39±0.04 ^{bc}	3103±4.9 ^d	4335±9.2 ^c
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+TG ⁶ katkılı	141±0.71 ^{abc}	325±1.41 ^{de}	2.30±0.06 ^c	3250±11.1 ^b	4521±10.9 ^b
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+GO ⁷ katkılı	142±0.57 ^{abc}	327±2.83 ^{de}	2.31±0.06 ^c	3062±9.9 ^d	3871±16.2 ^d
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+LİPAZ katkılı	142±0.57 ^{ab}	330±0.71 ^{cd}	2.33±0.03 ^c	2695±15.3 ^e	3752±9.6 ^e
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+P ⁸ katkılı	141±0.42 ^{bc}	355±1.41 ^b	2.52±0.02 ^{ab}	2090±9.8 ^f	3132±12.5 ^g
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+K ⁹ katkılı	140±0.42 ^{bc}	362±2.83 ^b	2.58±0.05 ^a	2004±14.6 ^g	3059±12.5 ^h
Minimum – maksimum	139-143	255-372	1.78-2.67	2004-5321	3059-5975
Ortalama±std	141±0.60	332±1.73	2.35±0.04	3048±10.2	4078±11.0

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı ³ Sodyum stearol-2-laktilat. ⁴ Fungal alfa amilaz. ⁵ Askorbik asit. ⁶ Transglutaminaz. ⁷ Glukozoksidaz. ⁸ Pentozanaz. ⁹ Ksilanaz.

Kahveci ve Özkaya (1991) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa farklı oranlarda (%0, 3 ve 7) soya unu veya buğday ruşeymi ile SSL (%0.2 ve 0.4) ilave edilmiş, soya veya ruşeym ilavesi arttıkça hacim veriminin azaldığı, SSL katkısının ise hacim verimi üzerinde olumlu etkilerinin görüldüğü bildirilmiştir.

Çelik ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada, Bezostaya buğdayından elde edilen una 100 ppm askorbik asit ilave edilerek üretilen ekmeğin ağırlığı ve hacmi 125.6 g ve 765 ml, %0.5 SSL ilave edilerek üretilen ekmeğin ağırlığı ve hacmi 125.5 g ve 728 ml, kontrol ekmeğinin ağırlığı ve hacmi ise 127.2 g ve 645 ml olarak raporlanmıştır.

Kamel ve Hoover (1992), yaptıkları çalışmada farklı markalara ait SSL ilavesi ile ürettikleri ekmelerde spesifik hacmin 6.21-6.36 ml/g arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Aynı çalışmada katkısız kontrol ekmeğinde spesifik hacim değerini 4.68 ml/g olarak rapor etmişlerdir.

Dizlek ve ark. (2013) tarafından, %20 oranında buğday kepeği içeren ekmeğin hacim verimi 483 cm³/100 g olarak, %20 oranında buğday kepeği, vital gluten ve L-askorbik asit içeren ekmeğin hacim verimi 632 cm³/100 g olarak bulunmuştur.

Abd El-Hady ve ark. (1999) tarafından yapılan çalışmada, donmuş hamura 20 ppm askorbik asit ve %0.5 SSL ilavesinin ekmek hacmini artırdığı görülmüştür. SSL'in etkisinin hamur güçlendirici olarak çalışmasından kaynaklandığı bildirilmektedir. Hamur güçlendirici emülsifiyerler, gluten ve nişasta arasındaki ara yüzde sıvı film katmanı oluşturabilir. Glutenin, mayalar tarafından üretilen gazı tutması için bir film yapısı oluşturma yeteneğini geliştirirler (Krog, 1981) ve böylece ekmek hacminin artmasını sağlarlar (Gomes-Ruffi ve ark., 2012).

Buğday ununa %30 oranında mısır unu ilave edilerek ekmek üretilen bir çalışmada, vital gluten ve SSL katkılarının etkisi araştırılmış, %30 oranında mısır unu içeren kontrol ekmeğinin ağırlık verimi, hacim verimi ve spesifik hacim değerleri sırasıyla 140 g/100 g, 320 ml/100 g ve 2.28 ml/g olarak, %30 oranında mısır unu, vital gluten ve SSL içeren ekmeğin ağırlık verimi, hacim verimi ve spesifik hacim değerleri sırasıyla 144 g/100 g, 360 ml/100 g ve 2.50 ml/g olarak bulunmuştur (Özkaya ve Özkaya, 1992).

Fungal alfa amilaz enziminin kimyasal kabartıcılar kullanılarak üretilen ekmek üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, fungal alfa amilaz ilavesinin daha büyük ekmek hacmi ve daha yumuşak ekmek içi yapısı sağladığı bildirilmiştir (Patel ve ark., 2012).

Yapılan bir çalışmada, alfa amilaz enzimi ilavesinin spesifik ekmek hacmini kontrole göre artırdığı bildirilmiştir. Ekmek kalitesinin alfa amilaz enzimi ile iyileştirilme mekanizması, fermentasyon boyunca gaz tutma kapasitesinin artması ve pişirme boyunca üretilen düşük molekül ağırlıklı dekstrinlerin ekmek bayatlamasını geciktirmesi şeklinde açıklanmıştır (Cauvain ve Chamverlain, 1988; Leon ve ark., 2002; Kim ve ark., 2006).

Karatekin (2008) tarafından, buğday ununa 30 mg/kg glukozoksidaz enzimi ilavesinin, ekmek hacmini kontrole göre artırdığı belirtilmiştir. Rasiah ve ark. (2005) tarafından, kruvasan hamuruna glukozoksidaz (0.003 g) ilavesinin kontrole göre hacmi artırdığı bildirilmiştir. Glukozoksidazın un geliştirici etkisi, glikozun oksidasyonu süresince üretilen hidrojen peroksitten kaynaklanmaktadır. Hidrojen peroksit, unda bulunan endojen peroksidazlar tarafından parçalanarak fenolik bağlar aracılığıyla çapraz protein bağlarının katalizlenmesini sağlamaktadır (Ameille ve ark., 2000; Tilley ve ark., 2001).

Moayedallaie ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, lipaz enzimi ilavesinin, ekmek hacim ve spesifik hacim değerlerini kontrole göre artırdığı belirlenmiştir. Lipaz enzimi, trigliserid esterlerini parçalayarak mono- ya da digliseritler, gliserol ve serbest yağ asitleri üretir. Lipaz enziminin hamur stabilitesini güçlendirdiği, ekmek hacmini ve raf ömrünü artırdığı, tesktürünü iyileştirdiği bildirilmektedir (Hasan ve ark., 2006; Primo-Martin ve ark., 2006).

Gerits ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada, ekmek formülasyonuna lipaz ve SSL ilavesinin spesifik hacmi kontrole göre artırdığı görülmüştür.

Trogh ve ark. (2004), buğday unu ekmeğine ve kompozit un (%60 buğday unu ve %40 kavuzsuz arpa unu) ekmeğine ksilanaz enzimi ilavesinin her iki denemede de ekmek hacmini artırdığını raporlamıştır. Kompozit undan yapılan ekmek örneklerinde daha iyi sonuç alındığı ve ksilanaz enziminin zayıf unlarda daha büyük etki gösterdiği bildirilmiştir (Rouau ve ark., 1994).

Ksilanaz enzimi, suda çözünmeyen arabinoksilazın çözünmesini sağlayarak su absorpsiyonunu artırmakta ve böylece ekmek hacminin artmasını sağlamaktadır (Jeffries ve ark., 1998; Eren Kıran ve ark., 2006).

Buğday ununa %20 oranında buğday kepeği ilave edilerek ekmek üretilen bir çalışmada; alfa amilaz, ksilanaz ve lipaz enzimlerinin ilavesi ile ekmek örneklerinde kontrole göre hacim ve spesifik hacim miktarlarının arttığı, sertlik değerinin azaldığı ve

bayatlama hızının daha yavaş olduğu tespit edilmiştir (Salmenkallio-Marttila ve ark., 1999).

O'Shea ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, %70 buğday unu+%30 tam arpa unu içeren ekme formülasyonu üzerinde alfa amilaz, ksilanaz, alfa amilaz+ksilanaz enzimlerinin etkisi araştırılmış, spesifik hacim değerleri kontrol ekmeğinde 2.69 ml/g, alfa amilaz içeren ekmekte 2.81 ml/g, ksilanaz içeren ekmekte 3.05 ml/g ve alfa amilaz+ksilanaz içeren ekmekte 3.16 ml/g olarak raporlanmıştır.

Buharda pişirilen Çin ekmeğine ksilanaz enziminin ilavesinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, kontrol ekmeğinin spesifik hacmi 2.35 ml/g olarak, ksilanaz ilaveli ekmeğin spesifik hacmi ise 2.54 ml/g olarak bildirilmiştir (Su ve ark., 2005).

Schoenlechner ve ark. (2013) tarafından, %50 buğday unu ve %50 darı unu içeren ekme örneklerine ksilanaz ve transglutaminaz enzimleri eklenmiş, her iki enzimin de spesifik hacmi kontrole göre artırdığı görülmüştür.

Simurina ve ark. (2011), düşük kaliteli undan ekme üretiminde transglutaminaz ya da askorbik asit kullanımının spesifik hacmi kontrole göre artırdığını raporlamışlardır.

4.2.2.3. Sertlik

Çeşitli katkı maddeleri içeren ekme örneklerinin 1. ve 3. gün sonunda ölçülen sertlik değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.13'te verilmiştir. 1. gün sonunda ölçülen sertlik değerlerinin 2004-5321 g arasında, 3. gün sonunda ölçülen sertlik değerlerinin 3059-5975 g arasında değiştiği görülmüştür. TBUP kullanılmayan ekme ile karşılaştırıldığında, %25 TBUP içeren katkısız ekmeğin 1. ve 3. gün sertlik değerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Katkı kombinasyonlarının tamamı %25 TBUP içeren ekmelerde sertlik değerlerinde azalmaya sebep olmuştur. 1. ve 3. günde ölçülen sertlik değerlerindeki en fazla azalma "pentozanaz" ya da "ksilanaz" içeren enzim kombinasyonlarında gerçekleşmiştir. Bu kombinasyonlar aynı zamanda düşük ekme ağırlığı ve yüksek hacim ile spesifik hacim değerleri veren kombinasyonlardır. Ekme hacmindeki artış, tekstürü de olumlu yönde etkileyerek ekme içi sertliğinin düşmesini sağlamıştır.

Arpa unu, yaş gluten ve askorbik asidin ekme içi tekstür özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, arpa unu ilavesinin (%0, 10 ve 20) ekme hacmini azalttığı, ancak yaş gluten (%0, 7.5 ve 15) ve askorbik asit (0, 10 ve 20 ppm) ilavesinin

ekmek hacmini artırdığı belirtilmiştir. 72 saat sonra ekmek içi tekstürü üzerine yapılan ölçümlerde arpa unu, askorbik asit ve yaş glutenin sinerjik bir etki oluşturarak bayatlamayı geciktirdiği tespit edilmiştir (Gujral ve ark., 2003).

Armero ve Collar (1998) tarafından yapılan çalışmada, SSL ve alfa-amilaz enzimlerinin ekmek içi sertliği üzerine etkileri araştırılmış, hem SSL ilavesinde hem de alfa-amilaz ilavesinde ekmek içi sertliğinin 0, 1, 3, 10 ve 15. gün sonlarında kontrole göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Renzetti ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, yulaf unundan yapılan ekmeğe farklı oranlarda (%0.1 ve 0.01) glukozoksidaz enzimi ilavesinin sertlik değerini kontrole göre artırdığı, farklı oranlarda (%0.01 ve 0.001) pentozanaz enzimi ilavesinin ise sertlik değerini kontrole göre düşürdüğü görülmüştür.

Caballero ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada; gluozoksidaz, amilaz ve ksilanaz enzimlerinin taze ekmeğin spesifik hacim değerini artırdığı, sertlik değerini ise kontrole göre düşürdüğü belirlenmiştir.

Bonet ve ark. (2006) farklı oranlarda (%0.000, 0.001, 0.005, 0.010 ve 0.015) glukozoksidaz ilavesinin ekmek üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, %0.001 ve %0.005 oranlarında enzim ilavesinin ekmek içi sertliğini kontrole göre düşürdüğünü, spesifik hacim değerini ise kontrole göre artırdığını, %0.010 ve 0.015 oranlarında enzim ilavesinin ise sertlik ve spesifik hacim değerleri için istatistiki açıdan önemli bir fark oluşturmadığını tespit etmişlerdir.

Gluten ve transglutaminaz ilavesinin yulaf ekmeği üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, gluten ilavesinin (512 g) sertlik değerini kontrole (904 g) göre düşürdüğü, transglutaminaz (1271 g) ilavesinin ise sertlik değerini artırdığı, ancak gluten ve transglutaminazın hamur formülasyonuna birlikte ilave edilmesi ile sertlik değerinde (175 g) önemli bir düşüş tespit edildiği belirlenmiştir. Ayrıca gluten ve transglutaminaz ilavesi ile spesifik hacim değerinin 1.7 ml/g'dan 2.7 ml/g değerine yükseldiği görülmüştür. Pişirme işlemi boyunca transglutaminaz enziminin gluten proteinlerini çapraz bağladığı ve güçlenen glutenin hamurun reolojik özelliklerini iyileştirdiği, transglutaminaz enziminin özellikle zayıf unlarda kullanımının yararlı olacağı bildirilmektedir (Gerrard ve ark., 1998; Salmenkallio-Marttila ve ark., 2004).

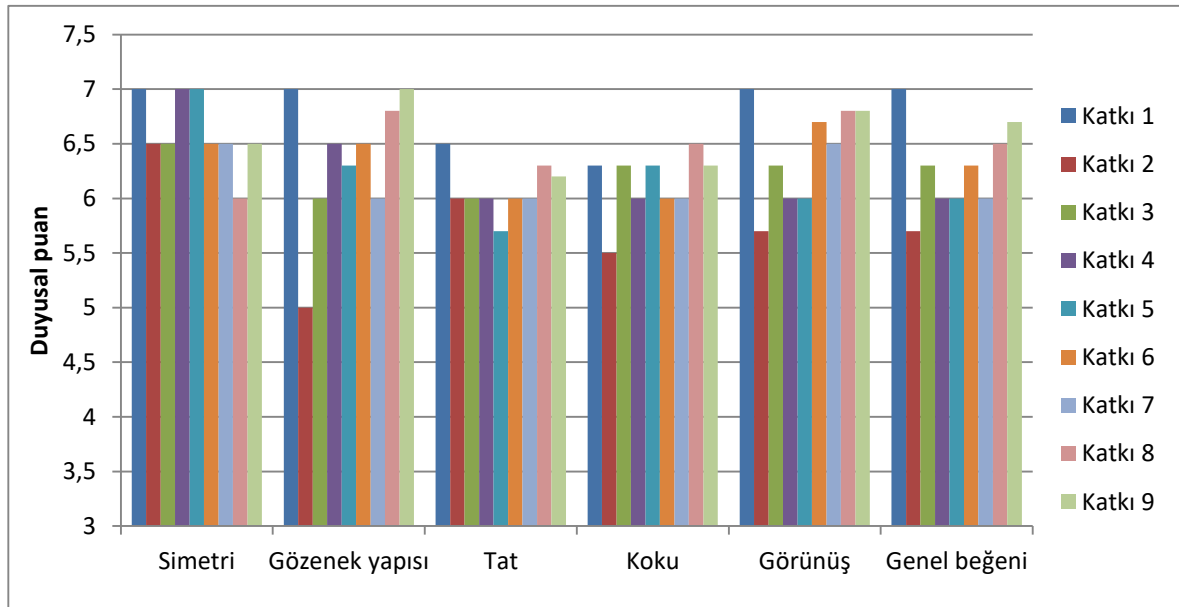
Primo-Martin ve Martinez-Anaya (2003b) tarafından yapılan çalışmada, ekmek yapımında pentozanaz enzimi kullanımının, hacim ve spesifik hacim değerlerini kontrole göre artırdığı, sertlik değerini ise kontrole göre düşürdüğü belirtilmiştir.

4.2.2.4. Duyusal analiz sonuçları

Çeşitli katkı maddeleri kullanılarak üretilen ekmeğe ait duyusal analiz sonuçları Şekil 4.2’de verilmiştir. Ekmek örnekleri arasında en düşük simetri puanı pentozanaz enzimini içeren katkı kombinasyonu kullanılarak üretilen ekmeğin simetri puanlarının artmasında etkili kombinasyonlar olmuştur.

Gözenek yapısı puanı %25 TBUP kullanılarak katkısız olarak hazırlanan ekmeğe en düşük bulunurken, kullanılan tüm katkı kombinasyonları bu ekmeğin gözenek puanının yükselmesinde etkili olmuştur. Özellikle ksilanaz içeren kombinasyon, ekmeğin içi gözenek puanlarını buğday unundan katkısız olarak hazırlanan ekmeğe eşdeğer olacak şekilde yükseltmiştir.

Ekmek formülasyonunda %25 oranında TBUPna yer verilmesi, buğday unundan hazırlanan katkısız ekmeğe göre tat puanını düşürmüştür. %25 TBUP kullanılan ekmeğe farklı katkı maddelerine yer verilmesi, tat puanında önemli bir değişikliğe neden olmamış ya da pentozanaz ve ksilanaz enzimlerinin yer aldığı kombinasyonlarda olduğu gibi hafif bir artışın gerçekleşmesini sağlamıştır.



Şekil 4.2. Farklı katkı kombinasyonları kullanılarak yapılan ekmeğe ait duyusal analiz sonuçları (Katkı1: %0 katkısız; Katkı2: %25 TBUP- katkısız; Katkı3: %25 TBUP- Gluten+SSL+FAA; Katkı4:%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA; Katkı5:%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+TG; Katkı6: %25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+GO; Katkı7:%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+LİPAZ; Katkı8: %25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+P; Katkı9: %25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+K)

Koku puanları açısından değerlendirme yapıldığında; %25 TBUP kullanılarak katkısız olarak hazırlanan ekmeğin, en düşük puanın elde edilmesine neden olmuştur. %25 TBUP kullanılan ekmeğin farklı katkı maddelerine yer verilmesi, koku puanında artış sağlamış ve en yüksek artış, pentozanaz enziminin yer aldığı kombinasyonda gerçekleşmiştir.

Ekmeğin örnekleri arasında en yüksek görünüş puanına sahip olan TBUP kullanılmayan katkısız ekmeğin olmuştur. Ekmeğin %25 oranında TBUPna yer verilmesi ve katkı kullanılmaması gözenek yapısı, tat ve koku puanlarında olduğu gibi görünüş puanının da düşmesine neden olmuştur. Kullanılan katkı kombinasyonları bu ekmeğin görünüş puanının iyileşmesine katkı sağlamış ve en fazla iyileşme pentozanaz ve ksilanaz enzimlerinin yer aldığı kombinasyonlarda gerçekleşerek, katkısız buğday unu ekmeğine yaklaşmıştır.

Sonuçlar genel beğeni puanları açısından özetlendiğinde, %25 TBUP ilaveli ve katkısız olarak hazırlanan ekmeğin düşük puanla değerlendirilen genel beğeni özelliğinin, katkı kombinasyonlarıyla geliştirilebildiği belirlenmiştir. Kombinasyonlardan öncelikle ksilanaz, ardından pentozanaz enzimlerini içerenler genel beğeni özelliğinde en fazla artış sağlayan kombinasyonlar olmuştur.

Duyusal analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, %25 TBUP kullanılarak hazırlanan ekmeğin gözenek yapısı, tat, koku ve görünüş özelliklerinin geliştirilmesinde en etkili kombinasyonlar “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve ksilanaz” ve “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve pentozanaz” olmuştur.

Tam buğday ekmeği yapımında ksilanaz ve SSL kullanımının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, katkı maddesi ilavesinin tekstür ve gözenek yapısı üzerinde etkili olduğu görülmüştür (Paşa, 2010).

Kaya (2007) tarafından yapılan çalışmada, zayıf unlara fungal alfa amilaz enzimi ile birlikte askorbik asit veya glukozoksidaz enzimi ilavesinin, gözenek yapısını kontrole göre olumlu olarak etkilediği bildirilmiştir.

Atalay ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada, kontrol ekmeğinin simetri ve gözenek yapısı puanları sırasıyla 3.45 ve 3.90 olarak belirtilirken, transglutaminaz ve SSL içeren ekmeğin simetri ve gözenek yapısı puanları sırasıyla 4.08 ve 4.60 olarak belirtilmiştir.

Shah ve ark. (2006), tam buğday ekmeğinde yapılan duyusal değerlendirme sonucunda simetri, tekstür, aroma, tat ve toplam puan parametreleri sırasıyla 2.6, 5.6,

6.2, 7.8 ve 42.6 olarak bildirilirken, ksilanaz ilaveli tam buğday ekmeğinin simetri, tekstür, aroma, tat ve toplam puan parametreleri sırasıyla 4.0, 10.4, 11.0, 15.4 ve 74.4 olarak bildirilmiştir.

4.2.3. Farklı defitinizasyon uygulamalarının ekmek özelliklerine etkisi

4.2.3.1. Renk değerleri

%25 oranında TBUP kullanılarak yapılan ekmeğin teknolojik olarak iyileştirilmesi amacıyla kullanılan çeşitli kombinasyonları arasında optimum sonucun “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve ksilanaz” kullanılarak elde edildiği tespit edilmiştir. %25 oranında TBUP ile “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit, ksilanaz” içeren ekmek hamurlarına farklı defitinizasyon metotları uygulanmış ve elde edilen ekmek örneklerinin kabuk renk değerleri Çizelge 4.14’te ve ekmek içi renk değerleri Çizelge 4.15’te verilmiştir.

Ekmek örneklerinin kabuk L^* değerlerinin ortalaması 56.42 olarak belirlenmiştir. En yüksek kabuk L^* değeri TBUP kullanılmayan katkısız ekmekte (61.98), en düşük kabuk L^* değerleri ise %25 TBUP ilaveli katkı kombinasyonu içeren ekmek (54.32) ile bu formülasyona malt unu ilave edilerek üretilen ekmekte (54.23) tespit edilmiştir. Defitinizasyon metotları kendi arasında karşılaştırıldığında pH ayarlaması ile hazırlanan ekmeklerin kabuk parlaklığının en yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.14. Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait kabuk renk değerleri¹

Defitinizasyon yöntemi	L^*	a^*	b^*	SI	Hue
%0 TBUP ² -katkısız	61.98±0.04 ^a	9.85±0.04 ^c	30.54±0.06 ^a	32.09±0.04 ^a	72.12±0.10 ^a
%25 TBUP-katkılı	54.32±0.04 ^d	12.65±0.03 ^a	27.07±0.06 ^d	29.88±0.06 ^d	64.95±0.00 ^d
%25 TBUP-katkılı-malt unu	54.23±0.04 ^d	12.67±0.01 ^a	27.86±0.04 ^c	30.61±0.04 ^c	65.55±0.01 ^c
%25 TBUP-katkılı-fitaz	55.12±0.03 ^c	12.74±0.04 ^a	28.02±0.04 ^{bc}	30.78±0.02 ^b	65.55±0.10 ^c
%25 TBUP- katkılı-pH ayarlama	56.47±0.06 ^b	12.09±0.03 ^b	28.12±0.03 ^b	30.61±0.04 ^{bc}	66.74±0.03 ^b
Minimum - maksimum	54.23-61.98	9.85-12.74	27.07-30.54	29.88-32.09	64.95-72.12
Ortalama±std	56.42±0.04	12.00±0.03	28.32±0.05	30.79±0.04	66.98±0.05

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan ekmek örneklerinin kabuk a^* değerleri 9.85-12.74 arasında değişmekte olup, kabuk a^* değerlerinin ortalaması 12.00 olarak belirlenmiştir. %25 TBUP kullanılarak hazırlanan ekmeklerde, defitinizasyon metotlarından pH ayarlamasının uygulanması kabuk kırmızılığını düşürmüştür. Tüm ekmek örnekleri içinde en düşük kabuk a^* değeri ise TBUP kullanılmadan, katkısız olarak üretilen ekmekte bulunmuştur.

Ekmek örneklerinin kabuk b^* değerleri ortalaması 28.32 olarak belirlenmiş ve TBUP kullanılmadan katkısız olarak üretilen ekmeğin en yüksek kabuk b^* değerine sahip olduğu bulunmuştur. %25 TBUP içeren ekmekler arasında karşılaştırma yapıldığında, defitinizasyon uygulamalarının tamamının, ekmek kabuk b^* değerini, defitinizasyon uygulanmamış ekmeğe nazaran artırdığı görülmektedir.

Ekmek örneklerinin kabuk SI ve hue değerleri 29.88-32.09 ve 64.95-72.12 arasında değişmiş olup, en yüksek kabuk SI ve hue değerleri TBUP kullanılmadan katkısız olarak üretilen ekmeklerde, en düşük kabuk SI ve hue değerleri ise %25 TBUP ile birlikte katkı kombinasyonu kullanılan ekmekte tespit edilmiştir. %25 TBUP içeren ekmekler arasında, defitinizasyon uygulamalarının tamamının, ekmek kabuk SI ve hue değerlerini artırdığı belirlenmiştir.

Farklı defitinizasyon metotları kullanılarak üretilen ekmeklerin, ekmek içi L^* değerlerinin ortalaması 68.76 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.15). %25 oranında TBUP kullanımı, TBUP kullanılmayan ekmeğe göre L^* değerini yükseltmiştir. %25 TBUP kullanılarak hazırlanan ekmekler arasında ise malt unu ve fitaz kullanımı ekmek içi parlaklığının düşmesine neden olmuştur.

Çizelge 4.15. Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait ekmek içi renk değerleri¹

Defitinizasyon yöntemi	L^*	a^*	b^*	SI	Hue
%0 TBUP ² -katkısız	66.12±0.06 ^d	0.68±0.01 ^b	18.75±0.06 ^c	18.76±0.06 ^c	87.92±0.05 ^a
%25 TBUP-katkılı	70.21±0.05 ^a	1.63±0.03 ^a	20.05±0.04 ^a	20.12±0.04 ^a	85.36±0.08 ^b
%25 TBUP-katkılı-malt unu	69.08±0.06 ^b	1.71±0.04 ^a	20.10±0.04 ^a	20.17±0.05 ^a	85.14±0.11 ^{bc}
%25 TBUP-katkılı-fitaz	68.31±0.04 ^c	1.75±0.01 ^a	19.75±0.04 ^b	19.83±0.04 ^b	84.94±0.03 ^c
%25 TBUP- katkılı-pH ayarlama	70.08±0.03 ^a	1.65±0.04 ^a	19.93±0.02 ^a	20.00±0.03 ^{ab}	85.27±0.12 ^{bc}
Minimum - maksimum	66.12-70.21	0.68-1.75	18.75-20.10	18.76-20.17	84.94-87.92
Ortalama±std	68.76±0.05	1.48±0.03	19.72±0.04	19.78±0.04	85.72±0.08

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ²Tahıl-baklagil unu paçalı

Ekmek örneklerinin, ekmek içi a^* değerleri 0.68-1.75 arasında değişim göstermiş ve TBUP kullanılmadan üretilen ekmekler diğerlerinden daha düşük ekmek içi a^* değeri vermiştir. %25 TBUP kullanılarak hazırlanan ekmekler arasında farklı defitinizasyon uygulamalarının kullanılmış olması ekmek içi a^* değerinde istatistiki bir farklılık oluşturmamıştır.

Üstün ve Çelik (2011) tarafından, ekmek formülasyonuna %3 oranında çimlenmiş tane (buğday, arpa, mısır) unu ilavesinin ekmek içi a^* ve b^* renk değerlerini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak üretilen ekmeklerin, ekmek içi b^* değerlerinin ortalamasının 19.72 olduğu görülmüştür. TBUP kullanılmadan katkısız olarak üretilen ekmek örneği en düşük ekmek içi b^* değerini (18.75) vermiş, bunu %25 TBUP ve fitaz katkısı kullanılan ekmeğin b^* değeri (19.75) takip etmiştir. Defitinizasyon metotları kendi aralarında karşılaştırıldığında, malt unu ilavesi ve pH ayarlaması uygulamalarının, fitaz ilavesine göre ekmek içi b^* değerini yükselttiği görülmüştür.

Ekmek örneklerinin iç SI ve hue değerleri 18.76-20.17 ve 84.94-87.92 arasında değişmiştir. En yüksek ekmek içi SI değerleri; %25 TBUP kullanılan katkılı ekmek ile (20.12) ve bu formülasyona malt unu ilave edilerek üretilen ekmekte (20.17), en düşük ekmek içi SI değeri TBUP kullanılmadan katkısız olarak üretilen ekmekte (18.76) tespit edilmiştir. Sonuçlar hue değeri açısından değerlendirildiğinde ise; en yüksek değerin TBUP kullanılmadan katkısız olarak üretilen ekmekte (87.92), en düşük değerin ise %25 TBUPna fitaz ilave edilerek yapılan ekmekte (84.94) olduğu belirlenmiştir.

4.2.3.2. Ağırlık, hacim ve spesifik hacim

Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait ağırlık, hacim ve spesifik hacim değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Ekmek örneklerinin ağırlıklarının 139-141 g arasında değiştiği, ağırlık değerlerinin ortalamasının 140 g olduğu görülmüştür. Ekmeklerin ağırlık miktarları arasında istatistiki açıdan bir fark belirlenmemiştir.

Ekmek örneklerine ait ortalama hacim değeri 364 ml olarak belirlenmiştir. TBUP kullanılmayan katkısız ekmeğin (372 ml) hacmi, %25 TBUP kullanılıp pH ayarlaması yapılarak üretilen ekmeğin (360 ml) hacminden yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.16. Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları¹

Defitinizasyon yöntemi	Ağırlık (g)	Hacim (ml)	Spesifik hacim (ml/g)	Sertlik 1. gün (F, g)	Sertlik 3. gün (F, g)
%0 TBUP ² -katkısız	139±0.85 ^a	372±2.83 ^a	2.67±0.03 ^a	2726±8.7 ^a	3555±9.3 ^a
%25 TBUP-katkılı	140±0.42 ^a	362±2.83 ^{ab}	2.58±0.05 ^a	2004±14.6 ^b	3059±12.5 ^{bc}
%25 TBUP-katkılı-malt unu	141±0.42 ^a	366±2.83 ^{ab}	2.59±0.05 ^a	1971±15.6 ^b	3013±13.0 ^c
%25 TBUP-katkılı-fitaz	141±0.42 ^a	362±2.83 ^{ab}	2.57±0.04 ^a	2010±11.3 ^b	3063±11.1 ^b
%25 TBUP- katkılı-pH ayarlama	141±0.71 ^a	360±1.41 ^b	2.56±0.04 ^a	2009±10.5 ^b	3060±12.5 ^b
Minimum - maksimum	139-141	360-372	2.56-2.67	1971-2726	3013-3555
Ortalama±std	140±0.57	364±2.55	2.59±0.04	2144±12.1	3150±11.7

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

Farklı defitinizasyon metotları kendi aralarında karşılaştıklarında, kullanılan her üç defitinizasyon metodunun da ekmek hacmi üzerinde istatistikî bir farklılığa neden olmadığı, ancak malt katkılı olanların sayısal olarak daha yüksek değerler verdiği görülmektedir. Malt ununun enzimce aktif olması ve hamur fermentasyonu esnasında ekmek hamurunda maya için substrat oluşturması, ekmek hacminde bu sayısal artışa neden olmuş olabilir.

Çeşitli defitinizasyon metotları kullanılarak üretilen ekmeklerin spesifik hacim değerleri 2.56-2.67 ml/g arasında değişmiş olup, ortalama olarak 2.59 ml/g bulunmuştur. Ekmek örneklerinin spesifik hacim değerleri arasında istatistikî açıdan bir fark bulunmadığı görülmüştür.

Garcia-Mantrana ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, buğday ununa %25 oranında amarant unu eklenerek fitaz enziminin ekmek kalitesi üzerine etkileri incelenmiş, fitaz içeren ve içermeyen örneklerin spesifik hacim değerlerinde istatistikî açıdan önemli bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir.

Marti ve ark. (2017) tarafından buğday ununa malt unu ilave edilerek ekmek üretilen bir çalışmada, malt ununun ekmek spesifik hacmi üzerinde istatistikî açıdan önemli bir etki göstermediği belirlenmiştir.

4.2.3.3. Sertlik

Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak üretilen ekmek örneklerinin 1. ve 3. gün sonunda ölçülen sertlik değerlerinin sonucu Çizelge 4.16'da verilmiştir. Ekmek

örneklerinin 1. ve 3. gün sonunda ölçülen sertlik değerlerinin ortalaması sırasıyla 2144 g ve 3150 g olarak belirlenmiştir. 1. gün sonunda en yüksek ekmek içi sertlik değeri TBUP kullanılmadan katkısız olarak yapılan ekmekte (2726 g) görülürken, %25 oranında TBUP kullanılarak hazırlanan tüm ekmeklerde daha düşük ekmek içi sertlik değerleri belirlenmiştir. %25 oranında TBUP kullanılan ekmekler içinde, farklı defitinizasyon metotlarının uygulanması, 1. gün ekmek içi sertlik değerinde önemli bir değişikliğe sebep olmamıştır. 3. gün sonunda ölçülen sertlik değerlerine göre, TBUP kullanılmadan hazırlanan ekmekler yine en yüksek ekmek içi sertlik değerini verirken, %25 TBUP kullanılan tüm ekmeklerde daha düşük ekmek içi sertlik değerleri elde edilmiştir. Farklı defitinizasyon metotları arasında malt unu ilavesi ekmek içini en fazla yumuşatan uygulama olmuştur.

Makinen ve Arendt (2012) tarafından, buğday ekmeğine %2.5 oranında buğday maltı ilave edilerek ekmek üretilmiş, kontrol ekmeğinin spesifik hacmi 3.04 ml/g, malt ilaveli ekmeğin spesifik hacmi ise 3.16 ml/g, kontrol ekmeğinin 1. ve 3. gün sertlik değerleri sırasıyla 5.49 ve 20.37 N, malt ilaveli ekmeğin sertlik değerleri ise sırasıyla 3.2 ve 13.7 N olarak bulunmuştur.

Haros ve ark. (2001) tarafından tam buğday ekmeğine fitaz enzimi ilavesinin ekmek özellikleri üzerine etkileri araştırılmış, fitaz ilavesinin spesifik hacim üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etki göstermediği, sertlik değerini ise kontrole göre düşürdüğü görülmüştür.

4.2.3.4. Kimyasal analiz sonuçları

4.2.3.4.1. Su, kül, protein ve yağ

Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait su, kül, protein ve yağ analizi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Ekmek örneklerinde su miktarı %37.76-39.60 arasında değişmiş ve ortalama olarak %38.52 değeri bulunmuştur. En yüksek su miktarı; %25 TBUP ve katkı kombinasyonu kullanılan ekmek örneğinde (%39.60), en düşük su içeriği TBUP kullanılmayan katkısız ekmek örneğinde (%37.76) belirlenmiştir.

Ekmeklerin kül miktarı %1.07-1.55 arasında değişmiş ve ortalama %1.44 olarak bulunmuştur. Üretiminde %25 TBUP kullanılarak hazırlanan ekmeklerin kül miktarı,

Çizelge 4.17. Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan ekmeğe örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları¹

Defitinizasyon yöntemi	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
%0 TBUP ² -katkısız	37.76±0.06 ^d	1.07±0.02 ^b	12.58±0.06 ^c	1.28±0.04 ^b
%25 TBUP-katkılı	39.60±0.08 ^a	1.54±0.01 ^a	16.15±0.03 ^b	2.02±0.04 ^a
%25 TBUP-katkılı-malt unu	38.27±0.04 ^c	1.51±0.06 ^a	16.02±0.10 ^b	1.98±0.08 ^a
%25 TBUP-katkılı-fitaz	38.29±0.04 ^c	1.53±0.04 ^a	16.85±0.16 ^a	2.01±0.11 ^a
%25 TBUP- katkı-pH ayarlama	38.67±0.04 ^b	1.55±0.07 ^a	16.16±0.14 ^b	1.99±0.06 ^a
Minimum - maksimum	37.76-39.60	1.07-1.55	12.58-16.85	1.28-2.02
Ortalama±std	38.52±0.05	1.44±0.04	15.55±0.10	1.86±0.07

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kül, protein, yağ sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

² Tahıl-baklagil unu paçalı

formülasyonunda TBUP kullanılmayan ekmeğe yüksek bulunmuştur. Daha önceden de belirtildiği gibi %25 oranında TBUP kullanılması, ekmeğin kül miktarlarında önemli bir artışa sebep olmuştur. %25 TBUP kullanılarak hazırlanan ekmeğelerde, defitinizasyon metodlarının ekmeğe örneklerinin kül değeri üzerinde istatistiki açıdan önemli (p<0.05) bir farklılık oluşturmadığı görülmektedir.

Ekmeğin protein miktarlarının ortalamasının %15.55 olduğu görülmüştür. %25 TBUP ununa fitaz eklenerek üretilen ekmeğin (%16.85) en yüksek protein miktarına, TBUP içermeyen katkısız ekmeğin (%12.58) ise en düşük protein oranına sahip olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak TBUP kullanılarak hazırlanan ekmeğin protein miktarlarının TBUP içermeyen ekmeğe yüksek bulunması, paçalda yer alan baklagil unlarının zengin protein içeriklerinden kaynaklanmaktadır.

Ekmeğe örneklerinin yağ miktarlarının ortalaması %1.86 olarak bulunmuştur. Ekmeğe formülasyonunda TBUPna yer verilmesi, ekmeğin yağ miktarını artırmıştır. %25 TBUP kullanılan ekmeğeler kendi aralarında karşılaştırıldıklarında ise defitinizasyon metoduna bağlı olarak yağ miktarında önemli bir farklılığın olmadığı görülmektedir.

4.2.3.4.2. Fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde

Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak üretilen ekmeğin fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde içerikleri Çizelge 4.18’de verilmiştir. Ekmeğe örneklerinin fitik asit içerikleri 98-330 mg/100 g arasında değişmekte olup, fitik

asit miktarlarının ortalaması 215 mg/100 g olarak belirlenmiştir. %25 oranında TBUP ilave edilen katkılı ekmeğin en yüksek fitik asit içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Defitinizasyon metotlarından fitaz enzimi ilavesi %25 TBUP ilaveli örneklerde en fazla fitik asit kaybına neden olmuştur, bunu pH ayarlaması ve malt unu ilavesi yöntemleri takip etmiştir.

Antioksidan aktivite sonuçlarının ortalaması %40.93 olarak belirlenmiştir. En düşük antioksidan aktivite TBUP unu içermeyen katkısız ekmekte bulunmuş, bunu %25 TBUP ve malt unu içeren ekmekler takip etmiştir.

Ekmek örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarının ortalaması 440 mg GAE/kg olarak bulunmuştur. En düşük toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite değerinde olduğu gibi, TBUP kullanılmadan üretilen katkısız ekmekte tespit edilmiştir. Ekmek örneklerine uygulanan defitinizasyon metotlarının toplam fenolik madde miktarı üzerinde istatistiki açıdan önemli bir değişikliğe sebep olmadığı bulunmuştur.

Maya, malt unu ve fitaz ilavesinin tarhana hamurunun fitik asit içeriğine etkileri üzerine yapılan bir çalışmada, %0.5 oranında fitaz ilavesinin %77.854 oranında, %2 oranında malt ilavesinin %72.204 ve %2.5 oranında maya ilavesinin ise %71.083 oranında fitik asit kaybı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır (Bilgiçli, 2004).

Fitaz ilavesi, defitinizasyon metotları arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Enzim için uygun çalışma koşullarının sağlanması ile çok yüksek oranlarda fitik asit kaybı söz konusu olmaktadır. Bilgiçli (2002), fitaz enzimi uygulamasının gıdalardaki fitatların parçalanmasında en etkili metotlardan birisi olduğunu belirtmektedir.

Çizelge 4.18. Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı sonuçları¹

Defitinizasyon yöntemi	Fitik asit (mg/100 g)	Antioksidan aktivite (% inhibisyon)	Toplam fenolik madde (mg GAE/kg)
%0 TBUP ² -katkısız	98±8.5 ^c	39.92±0.04 ^c	356±3.4 ^b
%25 TBUP-katkılı	330±2.8 ^a	41.35±0.14 ^a	462±4.5 ^a
%25 TBUP-katkılı-malt unu	233±4.2 ^c	40.95±0.06 ^b	459±5.1 ^a
%25 TBUP-katkılı-fitaz	153±3.5 ^d	41.21±0.03 ^{ab}	462±6.3 ^a
%25 TBUP- katkı-pH ayarlama	263±5.7 ^b	41.23±0.08 ^{ab}	462±2.9 ^a
Minimum - maksimum	98-330	39.92-41.35	356-462
Ortalama±std	215±4.9	40.93±0.07	440±4.4

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

Frias ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada, bezelye ve mercimek örnekleri ile hazırlanan sulu çözeltiyeye ticari fitaz enzimi ilave edilerek 30, 60 ve 90 dakika bekletilmiş, 30 dakikalık inkübasyon sonunda fitik asit miktarında %85 oranında, 60 ve 90 dakikalık inkübasyon sonunda ise %91 oranında azalma olduğu görülmüştür.

Haefner ve ark. (2005), gıda ürünlerinde fitik asidin parçalanması için fitaz enzimi kullanımının; pişirme, çimlendirme, hidrotermal işlem, fermentasyon ve suda bekletme gibi bazı gıda işleme metotlarına göre daha etkili olabileceğini raporlamıştır.

Hurrell ve ark. (2003) tarafından, fitaz enziminin valsli kurutucuda kurutulmuş un esaslı tamamlayıcı gıda üretimi süresince fitik asidi tamamen parçaladığı bildirilmiştir.

Tahıllardan malt üretiminde gerçekleşen çimlenme işleminde, endojen fitazların sentezlenmesi ve aktivasyonu sonucu fitaz aktivitesinin artmasından dolayı malt unu ilavesinin defitinizasyonda etkili bir metot olduğu bildirilmektedir (Elkhalil ve ark., 2001).

Çeşitli defitinizasyon metotlarının araştırıldığı bir çalışmada, kalın ve ince kepek örneklerine %2.5 oranında malt unu ilavesi ile kepek örneklerinin fitik asit miktarı kaybında, sırasıyla ortalama %48.2 ve 44.0 oranlarında artış tespit edilmiştir. Ayrıca, kepek örnekleri farklı pH'larda (5.0, 4.5, 4.0 ve 3.5) 2 saat süre ile otoklavlanmış, örneklerin fitik asit içeriklerinde sırasıyla %89.4, 95.6, 96.8 ve 96.9 oranlarında azalma tespit edilmiştir (Servi ve ark., 2008).

4.2.3.4.3. Mineral madde

Ekmek örneklerine ait kalsiyum, bakır, demir, potasyum, magnezyum, mangan, fosfor ve çinko miktarları sırasıyla 31.55-65.12 mg/100 g, 0.26-0.35 mg/100 g, 1.81-3.61 mg/100 g, 264.15-403.48 mg/100 g, 37.05-76.65 mg/100 g, 0.93-4.88 mg/100 g, 309.54-401.32 mg/100 g ve 1.41-1.83 mg/100 g aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 4.19). %25 TBUP kullanılarak hazırlanan ekmeklerde, bakır hariç tüm mineraller, TBUP kullanılmadan hazırlanan ekmekten yüksek bulunmuştur. Daha önceki kısımda bu durum tartışılmıştır. %25 TBUP kullanılan ekmek örnekleri arasında demir, mangan ve çinko miktarları istatistiki olarak bir farklılık göstermezken, fitaz enzimi kullanılan ekmekler malt unu kullanılanlara göre daha yüksek kalsiyum, potasyum ve fosfor içeriğine sahip bulunmuştur.

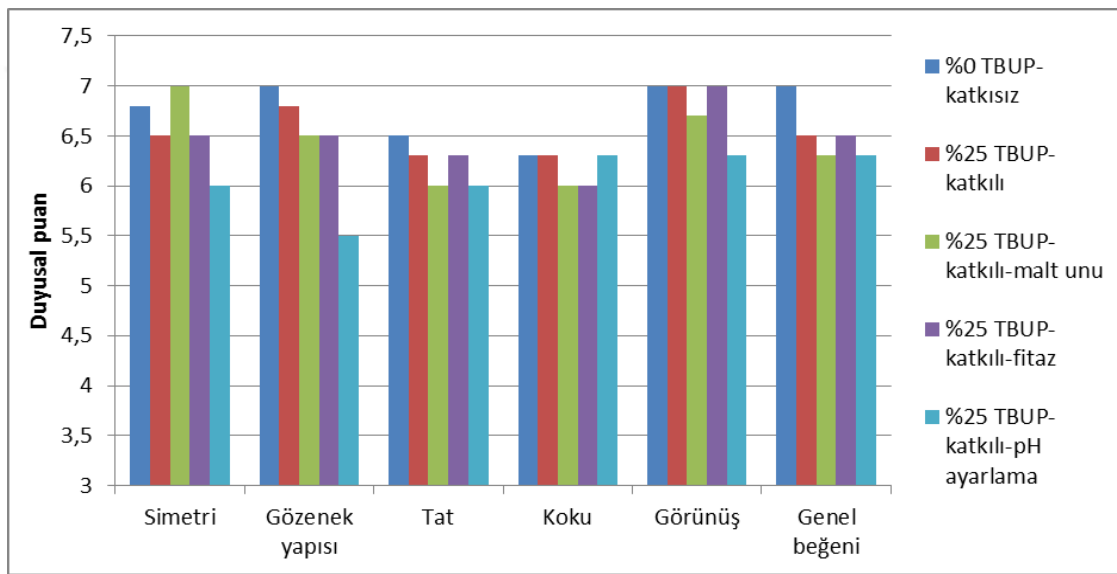
Çizelge 4.19. Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait bazı mineral madde analiz sonuçları¹

Defitinizasyon yöntemi	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	P	Zn
%0 TBUP²-katkısız	31.55±0.18 ^c	0.26±0.04 ^a	1.81±0.06 ^b	264.15±0.35 ^c	37.05±0.10 ^d	0.93±0.04 ^b	309.54±0.86 ^c	1.41±0.04 ^b
%25 TBUP-katkılı	64.29±0.24 ^{ab}	0.34±0.01 ^a	3.55±0.07 ^a	402.15±0.21 ^a	76.65±0.14 ^a	4.87±0.10 ^a	399.25±0.85 ^{ab}	1.81±0.03 ^a
%25 TBUP-katkılı-malt unu	64.02±0.14 ^b	0.35±0.03 ^a	3.54±0.06 ^a	398.12±0.17 ^b	76.32±0.03 ^b	4.69±0.13 ^a	397.54±0.49 ^b	1.83±0.06 ^a
%25 TBUP-katkılı-fitaz	65.12±0.28 ^a	0.34±0.01 ^a	3.42±0.03 ^a	403.48±0.74 ^a	75.23±0.04 ^c	4.88±0.11 ^a	401.32±0.89 ^a	1.79±0.03 ^a
%25 TBUP- katkılı-pH ayarlama	64.52±0.21 ^{ab}	0.34±0.03 ^a	3.61±0.01 ^a	401.30±0.99 ^a	76.12±0.03 ^b	4.79±0.13 ^a	398.65±0.92 ^{ab}	1.82±0.04 ^a
Minimum - maksimum	31.55-65.12	0.26-0.35	1.81-3.61	264.15-403.48	37.05-76.65	0.93-4.88	309.54-401.32	1.41-1.83
Ortalama±std	57.90±0.21	0.33±0.02	3.19±0.05	373.84±0.49	68.27±0.07	4.03±0.10	381.26±0.80	1.73±0.04

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kuru madde üzerinden, mg/100 g olarak verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

4.2.3.5. Duyusal analiz sonuçları

Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Şekil 4.3'te verilmiştir. %25 TBUP ile hazırlanan örneklerde, defitinizasyon yöntemlerinden pH uygulaması; ekmeklerin simetri, gözenek yapısı, görünüş ve genel beğeni puanlarında azalmaya neden olmuştur. Diğer iki defitinizasyon uygulaması da bazı duyusal parametrelerde düşümlere neden olsa da, fitaz enzimi ilavesi duyusal özellikler üzerinde en az olumsuz etkiye sahip defitinizasyon metodu olarak bulunmuştur.



Şekil 4.3. Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan ekmek örneklerine ait duyusal analiz sonuçları

4.3. Bazlama Analiz Sonuçları

4.3.1. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlamalara ait analiz sonuçları

4.3.1.1. Renk değerleri

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlamalara ait renk değerleri Çizelge 4.20'de verilmiştir. Bazlama örneklerinin L^* değerlerinin ortalaması 66.90 olarak belirlenmiştir. En yüksek L^* değerleri %25 (68.72) ve %30 (68.65) oranlarında TBUP kullanılarak yapılan bazlamalarda, en düşük L^* değeri ise TBUP kullanılmadan

üretilen bazlamada (63.47) bulunmuştur. TBUP'nın tüm kullanım oranları L^* değerinde artışa sebep olmuştur.

Bazlamaların a^* değerlerinin 3.80-10.55 arasında değiştiği ve a^* değerlerinin ortalamasının 5.48 olduğu görülmüştür. Bazlama formülasyonunda TBUPna yer verilmesi a^* değerinin düşmesine ve %25-30 kullanım oranları ise en düşük a^* değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur.

Ekmek örneklerinin b^* değerlerinin ortalaması 26.13 olarak bulunmuştur. TBUP kullanılmadan üretilen bazlamanın (28.67) en yüksek b^* değerine, %30 oranında TBUP kullanılarak üretilen bazlamanın (25.31) ise en düşük b^* değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bazlama formülasyonunda TBUPna yer verilmesi b^* değerini düşürmüştür.

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlama örneklerinin SI ve hue değerlerinin ortalamasının 26.78 ve 78.29 olduğu görülmüştür. Bazlama örnekleri arasında en yüksek SI değeri, TBUP kullanılmadan üretilen bazlamada (28.87), en düşük SI değeri ise %30 oranında TBUP kullanılarak yapılan bazlamada (25.59) bulunmuştur. Tüm TBUP kullanım oranları, bazlamanın SI değerini düşürmüştür. Hue değerlerinde ise tam tersi durum gözlenmiş ve TBUP kullanımına bağlı olarak hue değerleri yükselmiş ve %25-30 kullanım oranında en yüksek değerlere ulaşılmıştır.

Çizelge 4.20. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait renk değerleri¹

TBUP ² oranı (%)	L^*	a^*	b^*	SI	Hue
0	63.47±0.04 ^f	10.55±0.05 ^a	28.67±0.04 ^a	28.87±0.02 ^a	68.57±0.11 ^e
5	65.04±0.06 ^e	6.16±0.04 ^b	26.25±0.04 ^{bc}	26.96±0.05 ^b	76.79±0.06 ^d
10	66.78±0.03 ^d	4.81±0.04 ^c	25.97±0.03 ^e	26.41±0.04 ^{cd}	79.50±0.08 ^c
15	67.64±0.06 ^c	4.83±0.06 ^c	26.37±0.05 ^b	26.81±0.03 ^b	79.63±0.15 ^c
20	67.98±0.06 ^b	4.30±0.06 ^d	26.15±0.03 ^{cd}	26.50±0.04 ^c	80.66±0.11 ^b
25	68.72±0.04 ^a	3.93±0.04 ^e	26.01±0.04 ^{de}	26.31±0.05 ^d	81.40±0.07 ^a
30	68.65±0.03 ^a	3.80±0.04 ^e	25.31±0.04 ^f	25.59±0.05 ^e	81.46±0.08 ^a
Minimum – maksimum	63.47-68.72	3.80-10.55	25.31-28.67	25.59-28.87	68.57-81.46
Ortalama±std	66.90±0.04	5.48±0.05	26.13±0.04	26.78±0.04	78.29±0.09

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

Buğday ununa farklı oranlarda (%0, 5, 10 ve 15) arpa unu eklenerek pita ekmeği üretilen bir çalışmada, arpa unu arttıkça ekmek örneklerinin L^* ve b^* değerlerinin azaldığı, a^* değerinin ise arttığı görülmüştür (Alu'datt ve ark., 2014).

Yapılan bir çalışmada, buğday unundan yapılan ekmeğin kabuk L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 66.94, 5.11 ve 25.10 olarak, %50 buğday unu ve %50 kavuzsuz arpa unu içeren ekmeğin aynı renk değerleri ise sırasıyla 68.36, 2.90 ve 17.93 olarak bildirilmiştir (Mariotti ve ark., 2014).

Buğday ununa %60 oranında arpa, yulaf ve çavdar unu paçalı (20:20:20) eklenerek ekmek üretilen bir çalışmada, un paçalı kullanılarak üretilen ekmekte kontrol ekmeğe göre kabuk L^* , a^* ve b^* değerlerinde artış olduğu görülmüştür (Koletta ve ark., 2014).

Buğday ununa %10 ve 20 oranlarında soya unu eklenerek ekmek üretilen bir çalışmada, soya unu miktarının artmasıyla ekmek örneklerinin L^* değerinin azaldığı, a^* ve b^* değerlerinin arttığı bulunmuştur (Mahmood ve ark., 2015).

4.3.1.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan ekmeklere ait bazı fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4.21'de verilmiştir. Bazlama örneklerine ait çap değerlerinin ortalaması 16.19 cm olarak belirlenmiştir. En yüksek çap değerleri; %0 (16.56 cm), %5 (16.63 cm) ve %10 (16.64 cm) oranlarında TBUP kullanılarak üretilen bazlamalarda, en düşük çap değerleri ise %25 (15.77 cm) ve %30 (15.74 cm) oranlarında TBUP kullanılarak üretilen bazlamalarda tespit edilmiştir. %15 TBUP kullanım oranına kadar bazlama örneklerinin çap değerlerinde istatistiki bir değişim gerçekleşmemiştir. Gluten içermeyen TBUP, %15 ilave oranının üzerinde sıkı bir hamur yapısı oluşturarak çapın artışını kısıtlamıştır.

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait kalınlık değerleri ortalamasının 1.08 cm olduğu görülmüştür. TBUP kullanılmadan hazırlanan bazlama örneği ile karşılaştırıldığında, %25 ve %30 oranlarında TBUP kullanılarak yapılan bazlamaların kalınlık değerlerinin düştüğü belirlenmiştir. Sonuçlar sadece sayısal olarak değerlendirildiğinde ise artan TBUP kullanımına bağlı olarak kalınlık değerlerinde azalma olduğu görülmektedir. Bu durum TBUP'nın hamur içeriğindeki

Çizelge 4.21. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları¹

TBUP ² oranı (%)	Çap (cm)	Kalınlık (cm)	Yayılma oranı (çap/kalınlık)	Sertlik 1.gün (F, g)	Sertlik 3.gün (F, g)
0	16.56±0.04 ^a	1.21±0.04 ^a	13.70±0.05 ^e	5194±13.7 ^g	9483±12.6 ^f
5	16.63±0.07 ^a	1.17±0.03 ^{ab}	14.20±0.03 ^d	5268±10.8 ^f	10844±16.4 ^e
10	16.64±0.04 ^a	1.06±0.02 ^{ab}	15.65±0.04 ^a	5795±10.9 ^e	11026±11.8 ^d
15	16.10±0.06 ^b	1.05±0.05 ^{ab}	15.29±0.06 ^c	6572±14.1 ^d	12321±13.2 ^c
20	15.90±0.04 ^{bc}	1.05±0.06 ^{ab}	15.14±0.04 ^c	7060±12.5 ^c	13251±10.5 ^b
25	15.77±0.07 ^c	1.02±0.06 ^b	15.46±0.03 ^b	7223±13.4 ^b	14091±14.4 ^a
30	15.74±0.03 ^c	1.00±0.06 ^b	15.74±0.04 ^a	8525±13.3 ^a	14135±9.6 ^a
Minimum – maksimum	15.74-16.64	1.00-1.21	13.70-15.74	5194-8525	9483-14135
Ortalama±std	16.19±0.05	1.08±0.05	15.03±0.04	6519±12.7	12164±12.6

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistik olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

gluten miktarını seyreltmesi ve gluten yapısını bozması nedeniyle hamur kabarmasını kısıtlaması, bu sebeple özellikle yüksek TBUP kullanımlarında bazlama kalınlığını düşürmesi ile açıklanabilir (Pomeranz, 1988).

Bazlama örneklerinin yayılma oranlarının ortalaması 15.03 olarak bulunmuştur. En yüksek yayılma oranları %10 (15.65) ve %30 (15.74) oranlarında TBUP kullanılarak yapılan bazlamalarda, en düşük yayılma oranı TBUP kullanılmadan yapılan bazlamada (13.70) tespit edilmiştir.

Formülasyonda bulunan tahıl ve baklagil unlarının tam un olarak kullanılması, hamurda bulunan gluten miktarının seyrelmesine neden olmuş ve bu durum ekmeklerde hacmin azalmasına sebep olduğu gibi bazlamalarda da kalınlığın azalmasına, yayılma oranının ise artmasına sebebiyet vermiş olabilir.

Skrbic ve Cvejanov (2011), buğday ununa %30 oranında arpa unu ekleyerek kurabiye üretmiş, kontrol örneğinin çap, kalınlık ve yayılma oranı sırasıyla 51.1 mm, 15.1 mm ve 3.39 olarak, %30 oranında arpa unu içeren örneğin aynı özellikleri ise sırasıyla 50.5 mm, 12.9 mm ve 3.92 olarak raporlamıştır. Arpa unu ilavesi ile çap ve kalınlıkta azalma meydana gelmiştir.

Aleem Zaker ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada, buğday ununa %0, 10, 20 ve 30 oranlarında yağsız soya unu eklenerek bisküvi üretilmiş, bisküvi örneklerindeki soya unu konsantrasyonunun artması ile kalınlık değerlerinde artış, çap ve yayılma değerlerinde ise azalma olduğu bildirilmiştir. Yayılma oranındaki azalma ve

kalınlıktaki artışın, soya proteinin bağlama kuvvetinin daha iyi olmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

Yıldız (2009) tarafından, farklı oranlarda (%0, 10, 15, 20, 25 ve 30) karabuğday tam unu kullanılarak bazlama üretilmiş, kontrol örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranları sırasıyla 1.41 cm, 16.08 cm ve 11.42 olarak tespit edilirken, %30 oranında karabuğday tam unu içeren bazlama örneklerinin kalınlık, çap ve yayılma oranı değerleri sırasıyla 1.21 cm, 15.94 cm ve 13.16 olarak belirlenmiştir.

Levent ve ark. (2015) tarafından mayalı düz ekmek üretiminde %0, 10, 20 ve 30 oranlarında buğday ruşeymi kullanılmış, ruşeym oranı arttıkça çap değeri düşmüş ancak bu düşüş istatistiki açıdan önemsiz bulunmuş, kalınlık değeri düşmüş ve yayılma oranı artmıştır.

4.3.1.3. Sertlik

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak üretilen bazlama örneklerine ait 1. gün ve 3. gün sonunda ölçülen sertlik sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Bazlama örneklerinin 1. gün sonunda ölçülen sertlik değerlerinin ortalaması 6519 g olarak belirlenmiştir. En yüksek sertlik değeri %30 oranında TBUP kullanılarak yapılan bazlamada (8525 g), en düşük sertlik değeri TBUP kullanılmadan yapılan bazlamada (5194 g) bulunmuştur. Bazlama formülasyonunda artan TBUP oranı, sertliğin de artmasına neden olmuştur. 3. gün sonunda ölçülen sertlik değerlerinin ortalaması 12164 g olarak belirlenmiştir. Yine artan oranda TBUP kullanımı bazlamaların sertlik değerini yükseltmiş, %25-30 TBUP kullanım oranında en yüksek sertlik değerleri elde edilmiştir. Benzer sonuçlar, ticari somun ekmek örneklerinin sertlik değerlerinde de görülmüştür. Bazlama ekmeklerinin seyrelen gluten miktarı nedeniyle içyapısında meydana gelen sıkılaşıma ve kalınlığındaki azalma sertlik artışında etkili olmuş olabilir.

Majzoobi ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, düz ekmek üretiminde %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında buğday kepeği kullanılmış, buğday kepeği miktarı arttıkça ekmek örneklerinin sertlik değerinin arttığı görülmüştür.

Gupta ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, kek yapımında buğday ununa farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30, 40) arpa unu eklenmiş, arpa unu miktarı arttıkça kek örneklerinin sertlik değerlerinin de arttığı belirlenmiştir.

Nazir ve Nayik (2016), yaptıkları çalışmada %0, 10, 20 ve 30 oranlarında arpa unu kullanarak ekme k üretmiş, arpa unu oranı arttıkça ekme k örneklerinin 1. ve 3. gün sonunda  l len sertlik değerlerinin de arttığını tespit etmişlerdir.

Yapılan bir çalışmada buğday ununa %60 oranında yulaf unu eklenerek ekme k üretilmiş, yulaf unu içeren ekmeğin sertlik değeri kontrol ekmeğinden yüksek bulunmuştur (Angioloni ve Collar, 2012).

Rizzello ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa %15 oranında baklagil unu (nohut, mercimek ve fasulye) ilave edilerek ekşi mayalı ekme k üretilmiş, baklagil içeren ekmeğin sertlik değerinin kontrol ekmeğe göre daha yüksek olduğu görülmüştür.

4.3.1.4. Kimyasal analiz sonuçları

4.3.1.4.1. Su, kül, protein ve yağ

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları  izelge 4.22'de verilmiştir. Bazlama  rneklerinin su miktarlarının ortalaması %36.90 olarak belirlenmiştir. Bazlama formülasyonunda artan oranda TBUP kullanımı, bazlamaların su miktarında önemli bir artışa neden olmuş ve TBUP kullanılmadan hazırlanan bazlama ekmeğinde belirlenen %35.43 su miktarı, %30 oranında TBUP kullanılarak üretilen bazlamada %37.85'e yükselmiştir. Ticari somun ekme klerde de bahsedildiği gibi, yüksek lif içeriğine sahip tam unların karışımı olan TBUP, hamurda su absorpsiyonunu yükseltmiştir (Elgün ve Ertugay, 1992). Pişirme sırasında hamurdan uzaklaŐamayan suyun bir kısmı, ekme kte kalarak nihai su miktarının artmasına neden olmuştur.

Bazlamaların %1.10-1.63 arasında değişen k l miktarlarının ortalaması %1.33 olarak bulunmuştur. %5 ve üzerinde TBUP kullanımı, bazlamalarda k l miktarını artırmıŐtir. En yüksek kül miktarı, tahmin edildiği gibi %30 oranında TBUP kullanılarak üretilen bazlamada belirlenmiştir. TBUPnı oluşturan unlar %1.49-6.82 aralığında k l içeriğine sahiptir ( izelge 4.2). TBUPnın rafine buğday unundan çok daha yüksek kül içeriğine sahip olması, son ürüne de yansıtılarak bazlamanın k l miktarını artırmıŐtir.

Çizelge 4.22. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları¹

TBUP ² oranı (%)	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
0	35.43±0.04 ^g	1.10±0.01 ^f	12.55±0.04 ^g	1.15±0.04 ^e
5	36.35±0.04 ^f	1.17±0.02 ^{ef}	12.93±0.04 ^f	1.32±0.06 ^{de}
10	36.63±0.06 ^e	1.24±0.02 ^{de}	13.71±0.04 ^e	1.41±0.03 ^{cd}
15	37.04±0.03 ^d	1.30±0.01 ^d	14.42±0.04 ^d	1.55±0.04 ^{bc}
20	37.37±0.03 ^c	1.38±0.01 ^c	15.50±0.04 ^c	1.68±0.04 ^{ab}
25	37.67±0.03 ^b	1.51±0.01 ^b	16.09±0.03 ^b	1.77±0.04 ^a
30	37.85±0.06 ^a	1.63±0.03 ^a	16.99±0.05 ^a	1.85±0.04 ^a
Minimum – maksimum	35.43-37.85	1.10-1.63	12.55-16.99	1.15-1.85
Ortalama±std	36.90±0.04	1.33±0.02	14.60±0.04	1.53±0.04

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kül, protein, yağ sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

² Tahıl-baklagil unu paçalı

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlama örneklerinin protein miktarlarının ortalaması %14.60 olarak belirlenmiştir. %30 oranında TBUP kullanılarak yapılan bazlamanın (%16.99) en fazla oranda protein içerdiği, TBUP kullanılmadan yapılan bazlamanın (%12.55) en az oranda protein içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Daha önce de bahsedildiği gibi TBUPnda bulunan baklagil unlarından lüpen, soya ve nohut unları %21.6-53.38 aralığında yüksek protein içeriğine sahiptir (Çizelge 4.2). Bu üç baklagil unu TBUPnın protein oranını oldukça yükseltmektedir. TBUPnın yüksek protein içeriği, son ürün ekmeğe yansiyarak, ekmeğin protein miktarını artırmaktadır. Al-Dmoor (2012), düz ekmek formülasyonlarına buğday unu ile birlikte nohut, bezelye, fasulye gibi baklagil unlarının ilave edilmesinin, ekmek örneklerinin besleyici değeri ile tekstürel ve organoleptik özelliklerini geliştirebileceğini belirtmektedir.

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlamaların yağ miktarları değerlendirildiğinde, %10 ve üzerindeki oranlarda TBUP kullanılan ekmeklerde yağ içeriğinin arttığı ve %25 ve 30 oranlarında en yüksek yağ içeriğine ulaşıldığı belirlenmiştir. TBUPnda bulunan yüksek yağ içerikli lüpen ununun (Çizelge 4.2), ekmeklerin yağ miktarının artışında etkili faktör olduğu düşünülmektedir.

Pourafshar ve ark. (2015) %100 buğday unu ve %20 arpa, yulaf, çavdar unları ile yapılan geleneksel İran ekmeği barbari örneklerinin yağ miktarlarını sırasıyla %0.52,

0.74, 1.02 ve 1.09 olarak, kül miktarlarını ise %1.22, 1.74, 1.66 ve 2.08 olarak belirlemişlerdir.

Yapılan bir çalışmada buğday ununa %15 lüpen unu ve %15 yulaf unu eklenerek bazlama üretilmiş, %100 buğday unundan üretilen bazlama örneğinin su, kül ve protein içeriği sırasıyla %31.80, 1.25 ve 11.85 olarak, %15 lüpen unu ve %15 yulaf unu içeren bazlama örneğinin su, kül ve protein sonuçları ise %32.30, 1.59 ve 16.18 olarak raporlanmıştır (Levent ve Bilgiçli, 2012).

Buğday ununa nohut unu, arpa unu, soya unu ve çemen tohumu unundan oluşan paçal eklenerek düz ekmek üretilen bir çalışmada, kontrol ekmeğinin kül, yağ ve protein değerleri sırasıyla %1.40, 6.81 ve 11.12 olarak bulunurken, %30 oranında paçal eklenerek üretilen ekmeğin kül, yağ ve protein değerleri sırasıyla %1.92, 8.71 ve 14.52 olarak bulunmuştur (Indrani ve ark., 2011).

Serrem ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununa farklı oranlarda (%0, 28.6, 50, 71.4 ve 100) soya unu eklenerek bisküvi üretilmiş, ilave edilen soya unu miktarı arttıkça bisküvi örneklerinin protein ve kül miktarlarının da arttığı görülmüştür.

Naik ve Sekhon (2014), kraker yapımında buğday ununa %0, 5, 10, 20 ve 30 oranlarında yağsız soya unu eklemiş, soya unu miktarı arttıkça kraker örneklerinin kül ve protein miktarlarında artış olduğunu bildirmiştir.

Buğday ununa %5 soya protein izolatu ve %5, 10, 15 oranlarında nohut unu kullanılarak düz ekmek üretilen bir çalışmada, nohut unu oranı arttıkça ekmek örneklerinin yağ, kül ve protein değerlerinin de arttığı belirlenmiştir (Abdul-Hussain ve ark., 2009).

Dhinda ve ark. (2012), yaptıkları bir çalışmada buğday ununa %40 oranında soya protein izolatu yulaf kepeği ve nohut unu kombinasyonundan oluşan paçal unundan ilave ederek ekmek üretmiş, kontrol ekmeğinin protein oranını %8.5, paçal eklenen ekmeğin protein oranını ise %19.9 bulmuşlardır.

Düz ekmek formülasyonunda buğday unu ile birlikte bakla unu (%27) kullanılan bir çalışmada, buğday unundan yapılan ekmeğin protein, yağ ve kül içerikleri sırasıyla %14.1, 0.7 ve 2.2 olarak bulunurken, bakla unu içeren ekmeğin protein, yağ ve kül içerikleri sırasıyla %17.6, 0.8 ve 2.6 olarak belirlenmiştir (Abdel-Aal ve ark., 1993).

4.3.1.4.2. Fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde sonuçları Çizelge 4.23'te verilmiştir. Bazlama örneklerinin fitik asit miktarlarının ortalamasının 323 mg/100 g olduğu görülmüştür. En yüksek fitik asit miktarı %30 oranında TBUP kullanılarak yapılan bazlamada (455 mg/100 g), en az fitik asit miktarı TBUP kullanılmadan hazırlanan bazlamada (152 mg/100 g) bulunmuştur. Artan TBUP oranı bazlama ekmeklerinde fitik asit miktarının yükselmesine neden olmuştur.

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak üretilen bazlamaların antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarları sırasıyla %40.05-43.12 ve 346-493 mg GAE/kg arasında değişmiştir. Bazlama formülasyonunda artan TBUP oranına bağlı olarak antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarları değerleri de yükselmiş ve en yüksek değerlere %30 TBUP kullanımıyla ulaşılmıştır.

Çizelge 4.3'te TBUPnda kullanılan hammaddelerin fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde sonuçları bulunmaktadır. Buradan anlaşılacağı üzere, TBUPnda bulunan tüm tahıl ve baklagil unlarının fitik asit miktarı buğday unundan yüksektir. Toplam fenolik madde açısından nohut unu hariç diğer tüm unlar buğday unundan daha zengin toplam fenolik madde içeriğine sahiplerdir.

Çizelge 4.23. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı sonuçları¹

TBUP ² oranı (%)	Fitik asit (mg/100 g)	Antioksidan aktivite (% inhibisyon)	Toplam fenolik madde (mg GAE/kg)
0	152±3.2 ^g	40.05±0.04 ^g	346±2.6 ^g
5	221±2.6 ^f	40.56±0.04 ^f	366±1.8 ^f
10	282±2.8 ^e	40.87±0.04 ^e	386±2.2 ^e
15	335±4.2 ^d	41.34±0.04 ^d	410±2.6 ^d
20	390±5.7 ^c	41.86±0.03 ^c	435±4.5 ^c
25	426±4.6 ^b	42.55±0.04 ^b	461±4.7 ^b
30	455±4.3 ^a	43.12±0.04 ^a	493±3.2 ^a
Minimum - maksimum	152-455	40.05-43.12	346-493
Ortalama±std	323±3.9	41.48±0.04	414±3.1

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

Antioksidan aktivite açısından ise, lüpen unu ve nohut unu hariç diğer 4 un çeşidi buğday unundan daha yüksek değerlere sahiptir. Paçalın fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde açısından özelliklerinin, son ürün üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Farklı ekmek çeşitlerinin fitik asit içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada, düz ekmek çeşitlerinden lavaş ekmeğinin fitik asit içeriği 170 mg/100 g, sangak ekmeğinin fitik asit içeriği 127.65 mg/100 g, barbari ekmeğinin fitik asit içeriği 57.38 mg/100 g olarak bildirilmiştir (Gargari ve ark., 2007).

Khan ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, kontrol çapati ekmeğinin fitat içeriği 0.62 g/100 g, %10 soya unu eklenerek üretilen çapati ekmeğinin fitat içeriği ise 0.66 g/100 g olarak bulunmuştur. Bir başka çalışmada ise buğday ununa farklı oranlarda (%0, 8, 16, 24, 32 ve 40) soya unu eklenerek çapati üretilmiş, çapati örneklerinin fitik asit içeriği sırasıyla %1.07, 1.13, 1.19, 1.25, 1.30 ve 1.36 olarak tespit edilmiştir (Khan ve ark., 2005).

Khetarpaul ve Goyal (2009) tarafından yapılan çalışmada, buğday unundan yapılan çapati ekmeğinin fitik asit miktarı 440.43 mg/100 g; mısır, soya, darı, pirinç ve sorgum unlarından oluşturulan un paçalının buğday ununa eklenmesi ile üretilen çapati ekmeğinin fitik asit miktarı ise 655.88 mg/100 g olarak bulunmuştur.

Yıldız ve Bilgiçli (2012), lavaş yapımında %0, 10, 15, 20, 25 ve 30 oranlarında karabuğday tam unu kullanmış, karabuğday tam unu miktarı arttıkça lavaş örneklerinin fitik asit miktarının da artış gösterdiğini ve fitik asit miktarlarının 192-544 mg/100 g arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Pozrl ve ark. (2009) tarafından farklı randıman oranlarına sahip unlar ve bu unlardan yapılan ekmek örneklerinin fitik asit miktarları araştırılmış, randıman oranı arttıkça un ve ekmek örneklerinin fitik asit içeriklerinin de arttığı görülmüştür.

Garcia-Esteva ve ark. (1999) tarafından, buğday unundan yapılan ekmeğin fitik asit miktarı 1.48 mg/g olarak bildirilirken; tam buğday unu, soya unu ve çavdar unu içeren un paçalından yapılan ekmeğin fitik asit miktarı 7.54 mg/g olarak bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada buğday ununa farklı oranlarda arpa ve soya unundan oluşan un paçalı (%5, 10 ve 15) ilave edilerek ekmek üretilmiş, ekmek örneklerindeki un paçalı miktarının artmasıyla fitik asit miktarının da arttığı belirlenmiştir (Dhingra ve Jood, 2001).

Menon ve ark. (2015) tarafından soya fasulyesi, çimlenmiş maş fasulyesi ve mango çekirdeği unlarından oluşan kompozit unun ekmek üzerine etkileri araştırılmış,

ekmek formülasyonunda kompozit un miktarı arttıkça toplam fenolik madde miktarının da arttığı tespit edilmiştir.

Kurabiye yapımında farklı oranlarda (%100, 80, 60, 40, 20 ve 0) karabuğday unu kullanılan bir çalışmada, karabuğday unu arttıkça kurabiye örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite miktarlarında da kontrole göre artış olduğu tespit edilmiştir (Jan ve ark., 2015).

Sharma ve Gujral (2014), bisküvi örneklerine farklı oranlarda tam arpa unu ilavesinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarını kontrole göre artırdığını bildirmişlerdir (Köten ve ark., 2013). Gupta ve ark. (2011) tarafından kurabiye yapımında farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30 ve 40) arpa unu kullanılmış, formülasyondaki arpa unu arttıkça kurabiye hamurlarının toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite miktarlarının da arttığı belirlenmiştir.

4.3.1.4.3. Mineral madde

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak üretilen bazlama örneklerine ait bazı mineral madde analiz sonuçları Çizelge 4.24'te verilmiştir. Bazlama örneklerine ait kalsiyum, bakır, demir, potasyum, magnezyum, mangan, fosfor ve çinko miktarları sırasıyla 30.41-69.12 mg/100 g, 0.24-0.34 mg/100 g, 1.70-3.80 mg/100 g, 257.45-419.65 mg/100 g, 36.45- 80.88 mg/100 g, 0.87-5.42 mg/100 g, 302.12-413.86 mg/100 g ve 1.33-1.85 mg/100 g aralığında değişim göstermiştir. Daha önce ekmek örneklerinde belirlendiği gibi, bazlama örneklerinde de artan oranlarda TBUP kullanımı ekmeklerin kalsiyum, demir, potasyum, magnezyum, mangan ve fosfor içeriklerini önemli ($p < 0.05$) miktarda artırmıştır.

TBUP kullanımı ile ekmeklerin bakır içeriğinde sayısal bir artış gerçekleşmiş ancak bu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Çinko içeriğindeki artış ise %10 TBUP kullanım oranının üzerinde gerçekleşmiştir. En dikkat çekici artış mangan içeriğinde belirlenmiştir. %30 TBUP kullanılarak hazırlanan bazlamalar bakır hariç, incelenen tüm mineral maddeler açısından en zengin içeriğe sahip örnek olmuştur. TBUP bazlama formülasyonunda artan oranlarda kullanıldığında, bazlamanın mineral içeriğindeki artış, paçalı oluşturan tam tahıl ve baklagil unlarının zengin mineral içeriğine bağlanabilir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.24. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait mineral madde analiz sonuçları¹

TBUP² oranı (%)	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	P	Zn
0	30.41±0.14 ^g	0.24±0.04 ^a	1.70±0.05 ^g	257.45±0.20 ^g	36.45±0.08 ^g	0.87±0.04 ^g	302.12±0.23 ^g	1.33±0.03 ^f
5	35.77±0.08 ^f	0.25±0.03 ^a	2.01±0.04 ^f	282.45±0.16 ^f	43.18±0.15 ^f	1.62±0.06 ^f	318.65±0.20 ^f	1.43±0.04 ^{ef}
10	43.69±0.17 ^e	0.27±0.03 ^a	2.34±0.03 ^e	302.65±0.23 ^e	52.15±0.23 ^e	2.48±0.04 ^e	338.95±0.20 ^e	1.52±0.02 ^{de}
15	49.09±0.31 ^d	0.28±0.02 ^a	2.65±0.04 ^d	332.76±0.25 ^d	59.67±0.16 ^d	3.19±0.06 ^d	362.45±0.18 ^d	1.59±0.04 ^{cd}
20	55.50±0.32 ^c	0.29±0.04 ^a	3.06±0.04 ^c	355.23±0.31 ^c	68.13±0.20 ^c	4.02±0.04 ^c	379.32±0.18 ^c	1.69±0.04 ^{bc}
25	63.16±0.11 ^b	0.32±0.04 ^a	3.55±0.04 ^b	386.23±0.16 ^b	74.25±0.13 ^b	4.67±0.03 ^b	395.45±0.17 ^b	1.78±0.04 ^{ab}
30	69.12±0.28 ^a	0.34±0.03 ^a	3.80±0.04 ^a	419.65±0.24 ^a	80.88±0.13 ^a	5.42±0.04 ^a	413.86±0.24 ^a	1.85±0.04 ^a
Minimum - maksimum	30.41-69.12	0.24-0.34	1.70-3.80	257.45-419.65	36.45-80.88	0.87-5.42	302.12-413.86	1.33-1.85
Ortalama±std	49.53±0.20	0.28±0.03	2.73±0.04	333.77±0.22	59.24±0.15	3.18±0.04	358.69±0.20	1.60±0.04

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kuru madde üzerinden, mg/100 g olarak verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

Garcia-Mantrana ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada, buğday ununa %0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında çavdar unu ilave edilerek üretilen ekmek örneklerinde çavdar unu miktarı arttıkça kalsiyum, demir ve çinko miktarlarının arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Sert buğday ununa farklı oranlarda (%0, 10, 15, 20, 25 ve 30) nohut unu ilave edilerek spaghetti üretilen bir çalışmada, eklenen nohut miktarı arttıkça spaghetti örneklerinin potasyum, kalsiyum, magnezyum, bakır, demir ve çinko miktarlarının da arttığı tespit edilmiştir (Arab ve ark., 2010).

Beğen (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, bisküvi örneklerine farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15 ve 20) lüpen kepeği ilavesinin mineral madde miktarına etkileri üzerine yapılan değerlendirmede, lüpen kepeği miktarının artması ile kalsiyum, bakır, potasyum, magnezyum ve mangan miktarlarında artış olduğu bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada buğday ununa farklı oranlarda (%0, 8, 16, 24, 32 ve 40) soya unu ilave edilerek çapati ekmeği üretilmiş, soya unu miktarı arttıkça örneklerin demir, çinko, mangan, bakır, kalsiyum ve magnezyum miktarlarının da arttığı görülmüştür (Khan ve ark., 2005).

Khalil ve Chughtai (1984), yaptıkları çalışmada buğday ununa %30 oranında yerfıstığı ve nohut unu karışımı ekleyerek ekmek üretmiş; potasyum, kalsiyum, fosfor, magnezyum, demir, çinko, bakır ve mangan miktarları kontrol ekmeği için sırasıyla 264, 49, 302, 83, 2.8, 2.2, 0.4 ve 2.8 mg/100 g olarak, %30 oranında yerfıstığı ve nohut unu içeren ekmekte ise sırasıyla 533, 69, 322, 86, 3.7, 2.9, 0.7 ve 2.9 mg/100 g olarak bulmuşlardır.

4.3.1.5. Duyusal analiz sonuçları

Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Şekil 4.4'te verilmiştir. %15 ve üzerindeki TBUP kullanım oranında simetri değerlerinde hafif bir azalma belirlenmiştir. Yüksek TBUP kullanımı bazlamaların gözenek yapısının bozulmasına neden olarak, daha düşük puanlarla değerlendirilmelerine neden olmuştur. %20 oranına kadar TBUP kullanılarak hazırlanan bazlamalarda, TBUP kullanılmayan örneklerden daha yüksek ya da buna eşit tat skorları elde edilmiştir. %10 TBUP kullanım oranının üstünde koku puanlarında azalma meydana gelmiş ve en yüksek kullanım oranı (%30) koku puanını önemli düzeyde düşürmüştür. Artan oranlarda TBUP kullanımı, görünüş puanlarında azalmaya neden

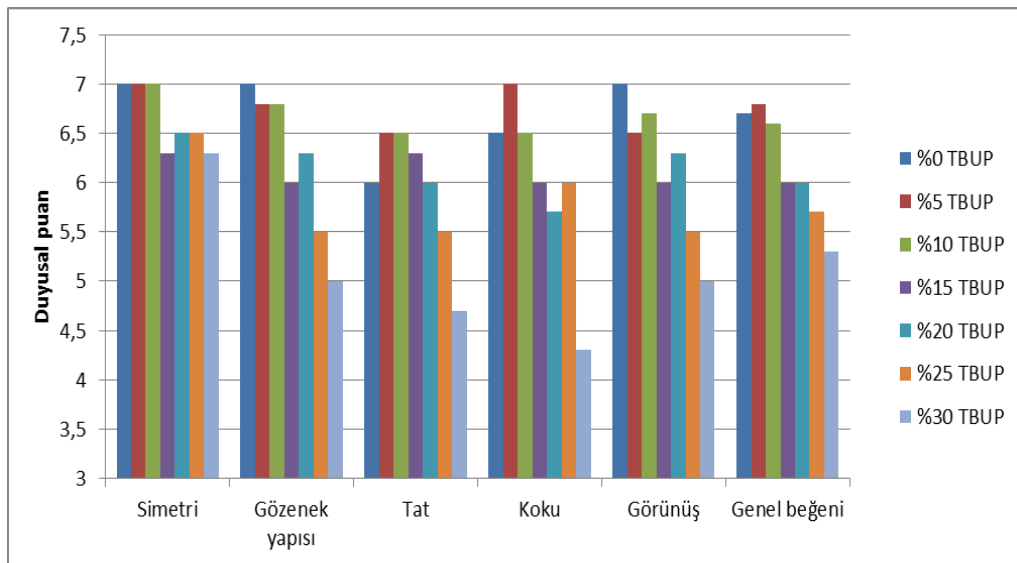
olmuştur. Yüksek kullanım oranlarında, düşük görünüş puanları elde edilmiştir. Sonuçlar genel beğeni puanı açısından değerlendirildiğinde; %5-10 TBUP kullanım oranları, kontrol bazlamaya (%0 TBUP) eşdeğer ya da daha yüksek genel beğeni puanlarının elde edilmesini sağlamıştır. %15 ve üzerinde kullanım oranları genel beğeni puanını azaltmıştır.

Indrani ve ark. (2011), Hindistan'a özgü bir düz ekmek olan parotta formülasyonuna %0, 10, 20, 30 ve 40 oranlarında çok tahıllı (nohut, arpa, soya ve çemen otu tohumu) paçal unu ilave ederek duyuşal değerlendirmeye tabi tutmuş, parotta örneklerinin genel beğeni puanları 60 puan üzerinden sırasıyla 53, 51, 47, 44 ve 38 olarak belirlenmiştir.

Wani ve ark. (2016) tarafından, buğday ununa %15 oranında baklagil unu ilave edilerek üretilen çapati ekmeğinin, tam buğday unu ile karşılaştırıldığında duyuşal özelliklerinin kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir.

Sharma ve ark. (1995) tarafından yapılan çalışmada, %20 nohut unu katkılı düz ekmek için yapılan duyuşal değerlendirmede, duyuşal özelliklerinin yüksek kalitede olduğu tespit edilmiştir.

Farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30 ve 40) arpa unu ilave edilerek yufka üretilen bir çalışmada, %20, 30 ve 40 arpa unu katkısının renk ve görünüş parametreleri üzerinde önemli farklar oluşturduğu, ancak esneklik, ağız hissi, şekil ve simetri, tat ve aroma özelliklerinde önemli bir fark görülmediği, bütün yufka örneklerinin panelistler tarafından kabul edilebilir bulunduğu bildirilmiştir (Başman ve Köksel, 2001).



Şekil 4.4. Farklı oranlarda TBUP kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait duyuşal analiz sonuçları

Gül (2007) tarafından yapılan çalışmada, farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) buğday kepeği ilave edilerek üretilen ekmekler üzerinde yapılan duyusal değerlendirmede, kepek oranı arttıkça hacim, kabuk rengi, koku, aroma ve tat puanlarında düşme olduğu görülmüştür. %10 oranında buğday kepeği ilaveli ekmeğin kabul edilebilir nitelikte olduğu bildirilmiştir.

Farklı oranlarda (%10, 15 ve 20) kepek çeşitleri (buğday, mısır, pirinç ve yulaf) kullanılarak pide üretilen bir çalışmada; %10, 15, 20 buğday kepeği, %20 mısır kepeği, %10 pirinç kepeği ve %10, 15 ve 20 yulaf kepeği içeren pide çeşitlerinin kabul edilebilir duyusal özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir. Tahıl kepeklerinin pide üretiminde diyet lifi kaynağı olarak kullanılabilmesi ve bu ürünlerin tüketilmesiyle diyet lifi alımının artacağı belirtilmiştir (Anıl, 2012).

4.3.2. %25 oranında TBUP ve çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak üretilen bazlamalara ait analiz sonuçları

4.3.2.1. Renk değerleri

%25 TBUP ve çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait renk değerleri Çizelge 4.25'te verilmiştir. Bazlama örneklerinin L^* değerlerinin ortalaması 59.13 olarak bulunmuştur. En yüksek L^* değeri %25 oranında TBUP içeren katkısız bazlamada (68.72), en düşük L^* değeri ise “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve ksilanaz” içeren bazlamada (55.19) tespit edilmiştir. %25 TBUP içeren ekmekler kendi aralarında karşılaştırıldığında, tüm katkı kombinasyonlarının katkısız bazlama örneğinin L^* değerini düşürdüğü anlaşılmaktadır. L^* değerini en az düşüren kombinasyon “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz ve transglutaminaz” olmuştur.

Farklı katkı maddeleri kullanılarak üretilen bazlama örneklerinin a^* değerlerinin ortalaması 11.13 olarak belirlenmiştir. “Vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, glukozoksidaz” içeren bazlamanın en yüksek a^* değerine, %25 oranında TBUP içeren katkısız bazlamanın en düşük a^* değerine sahip olduğu görülmüştür. Tüm katkı kombinasyonları a^* değerini artırıcı etki göstermiştir.

Bazlama örneklerinin b^* değerlerinin ortalaması 26.64 olarak bulunmuştur. En yüksek b^* değeri “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve ksilanaz”

Çizelge 4.25. %25 oranında TBUP ve çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait renk değerleri¹

Katkı kombinasyonları	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	SI	Hue
%0 katkısız	63.47±0.04 ^b	10.55±0.05 ^f	26.87±0.04 ^{bc}	28.87±0.02 ^d	68.57±0.11 ^b
%25 TBUP ² - katkısız	68.72±0.04 ^a	3.93±0.04 ^g	26.01±0.04 ^e	26.31±0.05 ^g	81.40±0.07 ^a
%25 TBUP- Gluten+SSL ³ +FAA ⁴ katkılı	57.23±0.11 ^e	12.76±0.04 ^{bc}	26.74±0.07 ^c	29.63±0.08 ^b	64.49±0.01 ^e
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA ⁵ katkılı	56.13±0.07 ^f	12.07±0.04 ^d	25.57±0.06 ^f	28.27±0.04 ^e	64.73±0.13 ^e
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+TG ⁶ katkılı	59.10±0.11 ^c	11.19±0.04 ^e	25.24±0.06 ^g	27.61±0.03 ^f	66.09±0.13 ^d
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+GO ⁷ katkılı	55.52±0.06 ^g	13.10±0.06 ^a	27.03±0.07 ^{ab}	30.04±0.09 ^a	64.14±0.04 ^f
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+LİPAZ katkılı	59.12±0.07 ^c	11.04±0.06 ^e	26.94±0.04 ^{abc}	29.11±0.06 ^{cd}	67.72±0.07 ^c
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+P ⁸ katkılı	57.67±0.07 ^d	12.59±0.04 ^c	26.43±0.05 ^d	29.28±0.07 ^c	64.53±0.02 ^e
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+K ⁹ katkılı	55.19±0.05 ^h	12.94±0.04 ^{ab}	27.12±0.10 ^a	30.05±0.11 ^a	64.49±0.01 ^e
Minimum – maksimum	55.19-68.72	3.93-13.10	25.24-27.12	26.31-30.05	64.14-81.40
Ortalama±std	59.13±0.07	11.13±0.05	26.64±0.06	28.80±0.06	67.35±0.07

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı ³ Sodyum stearol-2-laktilat. ⁴ Fungal alfa amilaz. ⁵ Askorbik asit. ⁶ Transglutaminaz. ⁷ Glukozoksidaz. ⁸ Pentozanaz. ⁹ Ksilanaz.

içeren bazlamada (27.12), en düşük b^* değeri “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, transglutaminaz” içeren bazlamada (25.24) belirlenmiştir. %25 TBUP ile hazırlanan ekmekler kendi aralarında karşılaştırıldığında, “glukozoksidaz” ve “transglutaminaz” enzimlerinin kullanıldığı katkı kombinasyonlarının bazlama b^* değerini düşürürken, diğer katkı kombinasyonlarının b^* değerini artırdığı görülmektedir.

Bazlamalarda SI ve hue değerleri 26.31-30.05 ve 64.14-81.40 arasında değişim göstermiştir. %25 TBUP ile hazırlanan bazlamalar kendi aralarında karşılaştırıldıklarında, tüm katkı kombinasyonlarının SI değerini artırırken, hue değerinde düşüşe neden olduğu anlaşılmaktadır.

Yapılan bir çalışmada buğday ununa %30 oranında tapyoka unu eklenerek farklı enzimlerin (amilaz, ksilanaz, lipaz ve glukozoksidaz) ekmek örnekleri üzerine etkileri araştırılmış; hem amilaz+ksilanaz enzim kombinasyonunun, hem lipaz enziminin hem de glukozoksidaz enziminin ekmek için L^* değerini %30 oranında tapyoka unu içeren katkısız ekmeğe göre azalttığı, a^* ve b^* değerlerini ise artırdığı tespit edilmiştir (Serventi ve ark., 2016).

4.3.2.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak üretilen bazlama örneklerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4.26’da verilmiştir. Bazlama örneklerinde ortalama çap değerleri 16.06 cm olarak belirlenmiştir. “Vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz” içeren bazlamanın (16.58 cm) en yüksek çapa; “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve ksilanaz” içeren bazlamanın (15.22 cm) en düşük çapa sahip olduğu görülmüştür.

Bazlama örneklerinin kalınlıklarının ortalaması 1.21 cm olarak bulunmuştur. En fazla kalınlık değerleri “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve ksilanaz” içeren bazlamada (1.42 cm) ve “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve pentozanaz” (1.39 cm) en az kalınlık değeri %25 oranında TBUP içeren katkısız bazlamada (1.02 cm) tespit edilmiştir.

Çeşitli katkı maddeleri kullanılarak üretilen bazlama örneklerine ait yayılma oranı sonuçlarına göre; 10.71-15.46 arasında değişen yayılma oranlarının ortalaması 13.44 olarak belirlenmiştir. En yüksek yayılma oranı %25 oranında TBUP içeren katkısız bazlamada (15.46), en düşük yayılma oranı “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit ve ksilanaz” içeren bazlamada (10.71) bulunmuştur.

Çizelge 4.26. %25 oranında TBUP ve çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları¹

Katkı kombinasyonları	Çap (cm)	Kalınlık (cm)	Yayıma oranı (çap/kalınlık)	Sertlik (1.gün - g)	Sertlik (3.gün - g)
%0 katkısız	16.56±0.04 ^{ab}	1.21±0.04 ^c	13.70±0.05 ^d	5194±13.7 ^d	9483±12.6 ^e
%25 TBUP ² - katkısız	15.77±0.07 ^e	1.02±0.06 ^d	15.46±0.03 ^a	7223±13.4 ^a	14091±14.4 ^a
%25 TBUP- Gluten+SSL ³ +FAA ⁴ katkılı	16.58±0.04 ^a	1.18±0.04 ^{cd}	14.05±0.04 ^e	5744±9.8 ^b	10342±17.2 ^b
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA ⁵ katkılı	16.39±0.04 ^{bc}	1.23±0.05 ^{bc}	13.30±0.05 ^e	4234±15.7 ⁱ	8588±12.3 ^g
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+TG ⁶ katkılı	16.36±0.04 ^c	1.11±0.04 ^{cd}	14.69±0.06 ^b	5429±14.6 ^c	9897±15.7 ^c
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+GO ⁷ katkılı	16.07±0.04 ^d	1.11±0.04 ^{cd}	14.54±0.04 ^b	5034±13.8 ^e	9307±10.6 ^f
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+LİPAZ katkılı	16.05±0.04 ^d	1.21±0.04 ^c	13.26±0.02 ^e	4920±11.5 ^f	9555±10.0 ^d
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+P ⁸ katkılı	15.58±0.03 ^f	1.39±0.04 ^{ab}	11.22±0.05 ^f	4510±11.5 ^g	7850±13.2 ^h
%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+K ⁹ katkılı	15.22±0.03 ^g	1.42±0.04 ^a	10.71±0.06 ^g	4426±13.1 ^h	7405±10.9 ⁱ
Minimum – maksimum	15.22-16.58	1.02-1.42	10.71-15.46	4234-7223	7405-14091
Ortalama±std	16.06±0.04	1.21±0.04	13.44±0.04	5190±13.0	9613±13.0

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı ³ Sodyum stearol-2-laktilat. ⁴ Fungal alfa amilaz. ⁵ Askorbik asit. ⁶ Transglutaminaz. ⁷ Glukozoksidaz. ⁸ Pentozanaz. ⁹ Ksilanaz.

%25 TBUP kullanılan ekmekler kendi aralarında değerlendirildiğinde, kullanılan tüm katkı kombinasyonlarının yayılma oranını düşürdüğü, “glukozoksidaz” ve “transglutaminaz” enzimlerini içeren kombinasyonların yayılmayı azaltıcı etkisinin en düşük düzeyde olduğu görülmüştür.

Yıldız ve Bilgiçli (2015) tarafından, bazlama yapımında %30 oranında karabuğday tam unu kullanılarak yapılan örneğin yayılma oranı 13.16 olarak; L^* , a^* ve b^* renk değerleri ise sırasıyla 78.77, 3.25 ve 15.53 olarak bulunurken, %30 oranında karabuğday tam unu, gluten ve SSL katkısı kullanılarak yapılan bazlama örneğinin yayılma oranı 11.03 olarak, aynı renk değerleri ise sırasıyla 77.54, 3.54 ve 16.62 olarak bulunmuştur.

Zeng ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, ekmek üretiminde glukozoksidaz ve alfa amilaz enzimi ilavesinin ekmek spesifik hacmini (4.68 ml/g) kontrol ekmeğe (4.42 ml/g) göre artırdığı bildirilmiştir.

Alp (2006) tarafından yapılan çalışmada, kek formülasyonuna transglutaminaz enzimi ilavesinin kek hacim indeksini kontrole göre artırdığı, katkısız kek örneklerinin hacim indeksinin 154.00 mm, transglutaminaz ilaveli kek hacim indeksinin 158.81 mm olduğu belirtilmiştir.

Yapılan bir çalışmada buğday ununa %30 oranında teff unu eklenerek ekşi maya ekmeği üretilmiş ve çeşitli enzimlerin (ksilanaz, glukozoksidaz ve lipaz) ekmek üzerine etkileri araştırılmıştır. Kullanılan bütün enzimlerin ekmek örneklerinin spesifik hacmini kontrole göre artırdığı, en yüksek artışın ksilanaz katkılı ekmekte olduğu, bunu glukozoksidaz ve lipaz katkılı ekmeklerin takip ettiği görülmüştür (Alaunyte ve ark., 2012).

4.3.2.3. Sertlik

Çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak yapılan bazlama örneklerinin 1. gün ve 3. gün sonunda ölçülen sertlik değerleri Çizelge 4.26’da verilmiştir. Bazlama örneklerinin 1. ve 3. gün ölçülen sertlik değerlerinin 4234-7223 g ve 7405-14091 g arasında değiştiği belirlenmiştir. Her iki ölçüm günü için de geçerli olmak üzere, %25 oranında TBUP içeren katkısız bazlamanın en yüksek sertlik değerine, “vital gluten, SSL, fungal alfa amilaz, askorbik asit” içeren bazlamanın en düşük sertlik değerine sahip olduğu görülmüştür.

Armero ve Collar (1997) tarafından yapılan çalışmada, kontrol ekmeğinin sertlik değeri 6423 g, SSL ilaveli ekmeğin sertlik değeri 6025 g, alfa amilaz ilaveli ekmeğin sertlik değeri ise 5982 g olarak bulunmuştur.

Steffolani ve ark. (2012) tarafından, farklı seviyelerde glukozoksidaz, amilaz ve ksilanaz enzimi ilavelerinin ekmek kalitesi üzerine etkileri araştırılmış, ksilanaz enziminin spesifik hacim üzerinde en iyi gelişmeyi sağladığı bildirilmiştir. Artan spesifik hacim, sertlik değerinde azalmaya sebebiyet verebilmektedir.

Yapılan bir çalışmada, buğday unununa alfa amilaz enzimi ilave edilerek ekmek üretilmiş, ekmek örneklerinin sertlikleri 3 saat, 1 ve 7 gün sonra ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda amilaz enziminin, ekmek içi sertliğini kontrole göre daha yavaş artırdığı tespit edilmiştir (Sahlström ve Brathen, 1997).

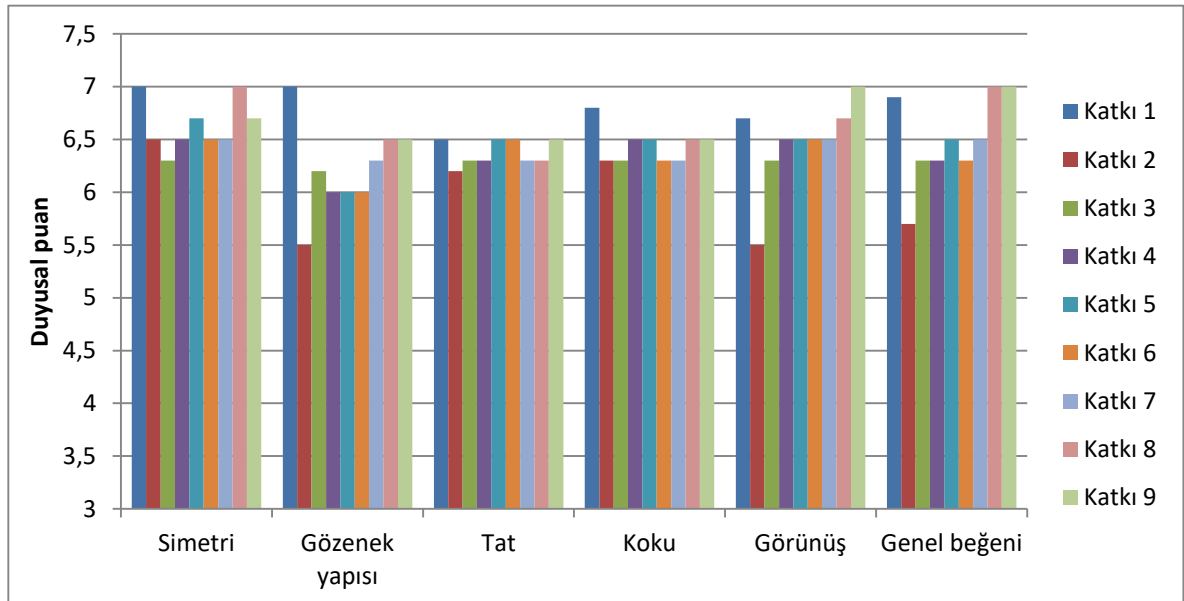
Buğday ununa tapyoka unu eklenerek ekmek üretilen bir çalışmada; alfa amilaz, ksilanaz ve lakkaz enzimi ilavesinin tapyoka unu içeren ekmek örneklerinin sertlik değerini kontrole göre düşürdüğü görülmüştür (Serventi ve ark., 2016).

4.3.2.4. Duyusal analiz sonuçları

Çeşitli katkı kombinasyonları kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Şekil 4.5'te verilmiştir. %25 TBUP kullanılarak katkısız olarak hazırlanan ekmeklerde simetri puanı, buğday unu ile hazırlanan katkısız bazlamaya göre düşüş göstermiştir. Katkı kombinasyonları içinde pentozanaz enzimini içeren katkı kullanılarak hazırlanan bazlama, buğday unu ile hazırlanan katkısız bazlamaya eşdeğer simetri puanının elde edilmesini sağlamıştır.

Bazlama formülasyonunda %25 oranında TBUP kullanımı bazlama örneklerinin gözenek yapısı puanlarının düşmesine neden olmuştur. Bu örneklerde katkı kombinasyonlarının kullanılması gözenek yapısını geliştirmiş, en iyi gelişim pentozanaz ve ksilanaz enzimlerini içeren katkı kombinasyonlarının kullanımı ile gerçekleşmiştir.

Bazlama örneklerinin tat puanları birbirine yakın bulunmuştur. Koku puanları değerlendirildiğinde, TBUP kullanılmadan buğday unu ile hazırlanan bazlamanın tat puanının, %25 TBUP ile katkısız olarak hazırlanan bazlamadan yüksek olduğu belirlenmiştir. Askorbik asit, transglutaminaz, pentozanaz, ksilanaz enzimlerini ayrı ayrı içeren kombinasyonlar, %25 TBUP kullanılan bazlamalarda koku puanının artmasına neden olmuştur.



Şekil 4.5. Farklı katkı kombinasyonları kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait duyu analizi sonuçları (Katkı1: %0 katkısız; Katkı2: %25 TBUP- katkısız; Katkı3: %25 TBUP- Gluten+SSL+FAA; Katkı4:%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA; Katkı5:%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+TG; Katkı6: %25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+GO; Katkı7:%25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+LİPAZ; Katkı8: %25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+P; Katkı9: %25 TBUP- Gluten+SSL+FAA+AA+K)

Bazlama üretiminde %25 oranında TBUP'nın katkısız olarak kullanılması görünüş puanlarında önemli bir azalmaya neden olmuştur. Katkı kombinasyonlarının tamamı görünüş puanları üzerinde olumlu etki göstermiş olup, pentozanaz enzimini içeren katkı kombinasyonu, buğday unu ile hazırlanan bazlama ekmeğine yakın, ksilanaz enzimini içeren katkı kombinasyonu ise buğday unu ile hazırlanan bazlama ekmekten daha yüksek görünüş puanları vermiştir.

Sonuçlar genel beğeni puanları açısından değerlendirildiğinde, %25 TBUP kullanılan ekmeklerde tüm katkı kombinasyonlarının olumlu etkilerinin olduğu, bunlar arasında ksilanaz ve pentozanaz enzimlerini içeren katkı kombinasyonlarının genel beğeni üzerinde en fazla olumlu etkiye sahip katkı kombinasyonları olduğu belirlenmiştir.

Farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15, 20 ve 25) badem kabuğu unu kullanılarak yapılan kurabiye örneklerinde ksilanaz enziminin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, %25 oranında badem kabuğu unu içeren kurabiye örneklerinde yapılan duyu analizi değerlendirilmede sertlik, renk, aroma ve genel beğeni parametreleri için sırasıyla 5.85, 5.20, 4.80 ve 4.65 puanları verilirken, %25 oranında badem kabuğu unu ve 40 ppm ksilanaz içeren kurabiye örneklerinde yapılan duyu analizi değerlendirilmede sertlik, renk,

aroma ve genel beğeni parametreleri için sırasıyla 6.05, 5.20, 4.75 ve 4.85 puanları verilmiştir (Jia ve ark., 2011).

4.3.3. Farklı defitinizasyon uygulamalarının bazlama özelliklerine etkisi

4.3.3.1. Renk değerleri

Farklı defitinizasyon metotları uygulanarak elde edilen bazlama örneklerinin renk değerleri Çizelge 4.27’de verilmiştir. Bazlama örneklerinin L^* değerlerinin ortalaması 57.50 olarak belirlenmiştir. TBUP kullanılmadan yapılan katkısız bazlamanın (63.47) en yüksek L^* değerine; %25 TBUP ve katkıli olarak üretilen bazlamanın (55.19) en düşük L^* değerine sahip olduğu görülmüştür. Defitinizasyon metotları kendi aralarında karşılaştırıldığında, fitaz ilavelilerin en düşük L^* değeri verdiği, bunu pH ayarlaması uygulanan bazlamanın takip ettiği görülmüştür.

Bazlama örneklerinin a^* değerlerinin ortalaması 12.20 olarak bulunmuştur. Defitinizasyon uygulanmış örnekler arasında fitaz uygulamasına tabi tutulanlar diğerlerinden daha yüksek a^* değerleri vermiştir. Malt unu ilavesi ise a^* değerini en fazla düşüren defitinizasyon metodu olmuştur.

Sonuçlar b^* değerleri açısından değerlendirildiğinde, %25 TBUP kullanılan örneklerde, defitinizasyon uygulamalarından fitaz ilavesi ve pH ayarlamasının bazlamada b^* değerini düşürdüğü, malt unu ilavesinin ise b^* değeri üzerinde istatistikî bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait renk değerleri¹

Defitinizasyon yöntemi	L^*	a^*	b^*	SI	Hue
%0 TBUP ² -katkısız	63.47±0.04 ^a	10.55±0.05 ^d	28.67±0.04 ^b	28.87±0.02 ^d	68.57±0.11 ^a
%25 TBUP-katkılı	55.19±0.05 ^e	12.94±0.04 ^a	27.12±0.10 ^a	30.05±0.11 ^a	64.49±0.01 ^d
%25 TBUP-katkılı-malt unu	57.25±0.06 ^b	12.05±0.04 ^c	26.95±0.04 ^{ab}	29.52±0.06 ^c	65.91±0.04 ^b
%25 TBUP-katkılı-fitaz	55.45±0.03 ^d	12.95±0.03 ^a	26.83±0.03 ^b	29.79±0.04 ^{ab}	64.23±0.03 ^e
%25 TBUP- katkıli-pH ayarlama	56.12±0.04 ^c	12.50±0.04 ^b	26.80±0.05 ^b	29.58±0.06 ^{bc}	65.00±0.03 ^c
Minimum - maksimum	55.19-63.47	10.55-12.95	26.80-28.67	28.87-30.05	64.23-68.57
Ortalama±std	57.50±0.04	12.20±0.04	27.27±0.05	29.56±0.06	65.64±0.04

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

Bazlama örneklerine ait SI ve hue değerleri 28.87-30.05 ve 64.23-68.57 arasında değişmiştir. %25 TBUP ilaveli örnekler arasında, defitinizasyon metotlarından malt unu ilavesi diğer defitinizasyon metotlarına göre daha düşük SI ve daha yüksek hue değerlerinin elde edilmesini sağlamıştır.

Yapılan bir çalışmada buğday ununa malt unu ilave edilerek ekmeğün üretilmiş, malt unu ilavesinin kabuk L^* değerini kontrole göre düşürdüğü, a^* ve b^* değerlerini ise artırdığı belirlenmiştir (Marti ve ark., 2017).

4.3.3.2. Çap, kalınlık ve yayılma oranı

Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları Çizelge 4.28'de verilmiştir. Bazlama örneklerinin çaplarının ortalaması 15.72 cm olarak belirlenmiştir. TBUP kullanılmadan üretilen katkısız bazlamanın (16.56 cm) en yüksek çapa; %25 TBUP kullanılarak katkılı olarak hazırlanan bazlamanın (15.22 cm) en düşük çapa sahip olduğu görülmüştür. %25 TBUP içeren örnekler arasında karşılaştırma yapıldığında, malt unu ilavesi ve pH ayarlaması yöntemlerinin çap değerini artırdığı görülmektedir.

Bazlamaların kalınlık değerleri 1.21-1.43 cm arasında değişmiş olup, tüm %25 TBUP kullanılarak hazırlanan bazlama örneklerinin kalınlık değeri, TBUP kullanılmadan hazırlanan örneklerden yüksek bulunmuştur. Farklı defitinizasyon yöntemlerinin uygulanması, kalınlık değeri üzerinde istatistiki bir farklılığa neden olmamıştır.

Çizelge 4.28. Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait bazı fiziksel analiz sonuçları¹

Defitinizasyon yöntemi	Çap (cm)	Kalınlık (cm)	Yayılma oranı (çap/kalınlık)	Sertlik 1.gün (F, g)	Sertlik 3.gün (F, g)
%0 TBUP ² -katkısız	16.56±0.04 ^a	1.21±0.04 ^b	13.70±0.05 ^a	5194±13.7 ^a	9483±12.6 ^a
%25 TBUP-katkılı	15.22±0.03 ^d	1.42±0.04 ^a	10.71±0.06 ^d	4426±13.1 ^e	7405±10.9 ^e
%25 TBUP-katkılı-malt unu	15.50±0.06 ^c	1.43±0.05 ^a	10.88±0.02 ^c	4507±7.3 ^d	7466±8.9 ^d
%25 TBUP-katkılı-fitaz	15.40±0.04 ^{cd}	1.42±0.04 ^a	10.85±0.02 ^{cd}	4685±10.2 ^b	7584±12.1 ^c
%25 TBUP- katkılı-pH ayarlama	15.90±0.06 ^b	1.40±0.04 ^a	11.34±0.04 ^b	4582±11.2 ^c	7658±13.5 ^b
Minimum - maksimum	15.22-16.56	1.21-1.43	10.71-13.70	4426-5194	7405-9483
Ortalama±std	15.72±0.05	1.38±0.04	11.50±0.04	4679±11.1	7919±11.6

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

%25 TBUP katkılı bazlamalar kendi aralarında karşılaştırıldığında, tüm katkı kombinasyonlarının kalınlık değerinde sayısal ya da istatistiki bir artışa neden olduğu görülmektedir. Bu durum; ticari somun ekmek kısmında açıklanan bazı katkı maddelerinin ekmeğin hacmini artıran mekanizmalarının, bazlamada kabarma ile birlikte kalınlığın artması üzerinde de etkili olmuştur.

Bazlama örneklerinin yayılma oranı değerlerinin ortalaması 11.50 olarak bulunmuştur. TBUP kullanılmadan yapılan katkısız bazlamanın (13.70) en yüksek yayılma oranına; %25 TBUP kullanılarak katkılı olarak hazırlanan bazlamanın (10.71) en düşük yayılma oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Farklı defitinizasyon metotları kendi aralarında karşılaştırıldığında, pH ayarlaması metodunun daha yüksek yayılma oranı verdiği anlaşılmaktadır.

4.3.3.3. Sertlik

Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak üretilen bazlama örneklerinin 1. ve 3. gün sonunda ölçülen sertlik değerleri Çizelge 4.28'de verilmiştir. Bazlama örneklerinin 1. ve 3. gün sertlik değerlerinin ortalaması 4679 g ve 7919 g olarak bulunmuştur. Tahmin edildiği gibi bekleme süresindeki artış bazlama sertliğinin yükselmesine neden olmuştur. Defitinizasyon metotları kendi aralarında karşılaştırıldığında, malt unu ilavesinin, diğer defitinizasyon metotlarına göre daha yumuşak ekmek içi tekstürü verdiği anlaşılmaktadır.

4.3.3.4. Kimyasal analiz sonuçları

4.3.3.4.1. Su, kül, protein ve yağ

Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir. Bazlama örneklerinin su miktarlarının ortalaması %35.45 olarak belirlenmiştir. En yüksek su miktarı %25 TBUP içeren ve pH ayarlaması yapılarak üretilen bazlamada (%36.69), en düşük su miktarı ise %25 TBUP ve katkı kombinasyonu kullanılarak üretilen bazlamada (%34.53) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.29. Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları¹

Defitinizasyon yöntemi	Su (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)
%0 TBUP ² -katkısız	35.43±0.04 ^b	1.10±0.01 ^b	12.55±0.04 ^b	1.15±0.04 ^b
%25 TBUP-katkılı	34.53±0.04 ^d	1.49±0.01 ^a	16.10±0.03 ^a	1.80±0.01 ^a
%25 TBUP-katkılı-malt unu	35.51±0.05 ^b	1.45±0.04 ^a	15.90±0.08 ^a	1.75±0.07 ^a
%25 TBUP-katkılı-fitaz	35.09±0.03 ^c	1.50±0.06 ^a	16.30±0.10 ^a	1.81±0.07 ^a
%25 TBUP- katkılı-pH ayarlama	36.69±0.05 ^a	1.47±0.08 ^a	16.00±0.11 ^a	1.82±0.08 ^a
Minimum - maksimum	34.53-36.69	1.10-1.50	12.55-16.30	1.15-1.82
Ortalama±std	35.45±0.04	1.40±0.04	15.37±0.07	1.67±0.06

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kül, protein, yağ sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

² Tahıl-baklagil unu paçalı

Bazlamaların kül miktarlarının ortalaması %1.40 olarak bulunmuştur. Kül miktarları %1.10-1.50 arasında değişmiş ve %25 TBUP kullanılarak hazırlanan ekmeğe TBUP kullanılmayanlara göre daha yüksek kül içeriğine sahip bulunmuştur. Defitinizasyon metotlarının %25 TBUP içeren bazlama örneklerinin kül miktarları üzerinde istatistiki açıdan önemli bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir.

Bazlama örneklerinin protein miktarlarının %12.55-16.30 arasında değiştiği görülmüştür. Kül sonuçlarında olduğu gibi, %25 TBUP kullanılarak hazırlanan ekmeğe TBUP kullanılmayanlara göre daha yüksek protein içeriğine sahip bulunmuştur. Aynı durum yağ sonuçlarında da gözlenmiştir. Daha önce bahsedildiği gibi TBUP'nın zengin kül, protein ve yağ içeriği son ürün olan ekmeğe de yansımıştır. Defitinizasyon metodu uygulanan %25 TBUP içeren örnekler kendi aralarında karşılaştırıldığında, protein miktarı açısından önemli bir farklılık oluşmadığı gözlenmiştir.

Bazlamalarda %1.15-1.82 arasında değişen yağ miktarlarının ortalaması %1.67 olarak bulunmuştur. Defitinizasyon metotlarının %25 TBUP içeren bazlama örneklerinin yağ miktarları üzerinde istatistiki açıdan önemli bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir.

4.3.3.4.2. Fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde

Çeşitli defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde sonuçları Çizelge 4.30'da

verilmiştir. Bazlama örneklerinin fitik asit içeriklerinin ortalaması 268 mg/100 g olarak belirlenmiştir. %25 TBUP kullanılarak katkılı olarak hazırlanan bazlama örneği (422 mg/100 g) en yüksek fitik asit içeriğine, TBUP kullanılmadan katkısız olarak hazırlanan bazlamanın (152 mg/100 g) en düşük fitik asit içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Defitinizasyon metotlarından fitaz ilavesi, en yüksek fitik asit kaybının gerçekleşmesini sağlamıştır. Genel olarak, geleneksel bazlama ekmeklerindeki fitik asit kaybı, ticari somun ekmeklerinden daha düşük olmuştur. Bu durum bazlama yapım süresi için kullanılan fermentasyon süresinin daha kısa olmasından kaynaklanmış olabilir.

Bazlama örneklerine ait antioksidan aktivite miktarlarının ortalaması %42.22 olarak bulunmuştur. En düşük antioksidan aktivite miktarı TBUP kullanılmadan üretilen katkısız bazlamada belirlenmiş, bunu %25 TBUP ve malt unu kullanılarak hazırlanan ekmeğin antioksidan aktivite miktarı takip etmiştir. %25 TBUP içeren ve defitinizasyon uygulanan örnekler arasında malt unu ilavesinin, pH ayarlama metoduna göre antioksidan aktivitede azalmaya neden olduğu belirlenmiştir.

Bazlama örneklerinde toplam fenolik madde miktarları 346-466 mg GAE/kg arasında bulunmuştur. Bazlama formülasyonunda %25 oranında TBUPna yer verilmesi toplam fenolik madde miktarlarında önemli bir artışa neden olmuştur. Defitinizasyon metotları kendi aralarında karşılaştırıldığında, bazlama örneklerinin toplam fenolik madde miktarları üzerinde istatistiki açıdan önemli bir farklılık oluşturmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.30. Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait fitik asit, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarı sonuçları¹

Defitinizasyon yöntemi	Fitik asit (mg/100 g)	Antioksidan aktivite (% inhibisyon)	Toplam fenolik madde (mg GAE/kg)
%0 TBUP ² -katkısız	152±3.2 ^d	40.05±0.04 ^c	346±2.6 ^b
%25 TBUP-katkılı	422±8.5 ^a	42.86±0.04 ^a	465±8.6 ^a
%25 TBUP-katkılı-malt unu	290±8.5 ^b	42.52±0.08 ^b	466±6.1 ^a
%25 TBUP-katkılı-fitaz	203±8.5 ^c	42.75±0.06 ^{ab}	463±4.4 ^a
%25 TBUP- katkılı-pH ayarlama	275±9.9 ^b	42.92±0.04 ^a	465±5.7 ^a
Minimum - maksimum	152-422	40.05-42.92	346-466
Ortalama±std	268±7.7	42.22±0.05	441±5.5

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kuru madde üzerinden verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

Roopashri ve Varadaraj (2015) buğday ununa fitaz ekleyerek 50°C'de 60 dk işleme tabi tutmuş ve bu unu kullanarak naan ekmeği üretmiştir. Rafine buğday ununun fitik asit içeriği 0.18 g/100 g, fitaz eklenmiş unun fitik asit içeriği 0.01 g/100 g olarak ölçülmüş, fitaz içeren undan üretilen naan ekmeğinde ise fitik asit tespit edilememiştir.

Luo ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada, bakla ununa farklı oranlarda (%5 ve 10) çimlendirilmiş ve öğütülmüş bakla eklenerek farklı sürelerde (30, 60, 90 ve 120 dk) inkübasyona bırakılmış, işlem görmüş bakla ununun fitik asit içeriğinde %92 oranında azalma tespit edilmiştir. Idris ve ark. (2006) ise aynı işlemi sorgum ununa uygulamış, sorgum ununa %5 ve 10 oranlarında sorgum maltı ilavesinin fitik asit miktarında %92 oranında azalma sağladığı raporlanmıştır. Fitat içeriğinin azalma oranının inkübasyon süresi ve malt konsantrasyonunun artması ile artış göstereceği belirtilmiştir.

4.3.3.4.3. Mineral madde

Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait bazı mineral madde sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir. Bazlama örneklerine ait kalsiyum, bakır, demir, potasyum, magnezyum, mangan, fosfor ve çinko miktarları sırasıyla 30.41-64.02 mg/100 g, 0.24-0.33 mg/100 g, 1.70-3.57 mg/100 g, 257.45-386.23 mg/100 g, 36.45-76.12 mg/100 g, 0.87-4.71 mg/100 g, 302.12-398.24 mg/100 g ve 1.33-1.79 mg/100 g aralığında değişim göstermiştir. Daha önce 4.3.1.4.3 başlığı altında da belirtildiği gibi, yüksek oranda TBUP kullanımı bazlamalarda, bakır hariç mineral madde artışına neden olmuştur. Uygulanan farklı defitinizasyon metotları kendi aralarında karşılaştırıldığında kalsiyum, mangan ve çinko içeriğinde defitinizasyon metoduna bağlı istatistiki bir farklılık oluşmaz iken, fitaz ilavesi ile daha düşük demir ve magnezyum, malt unu ilavesi ile de daha düşük potasyum ve fosfor içerikleri belirlenmiştir.

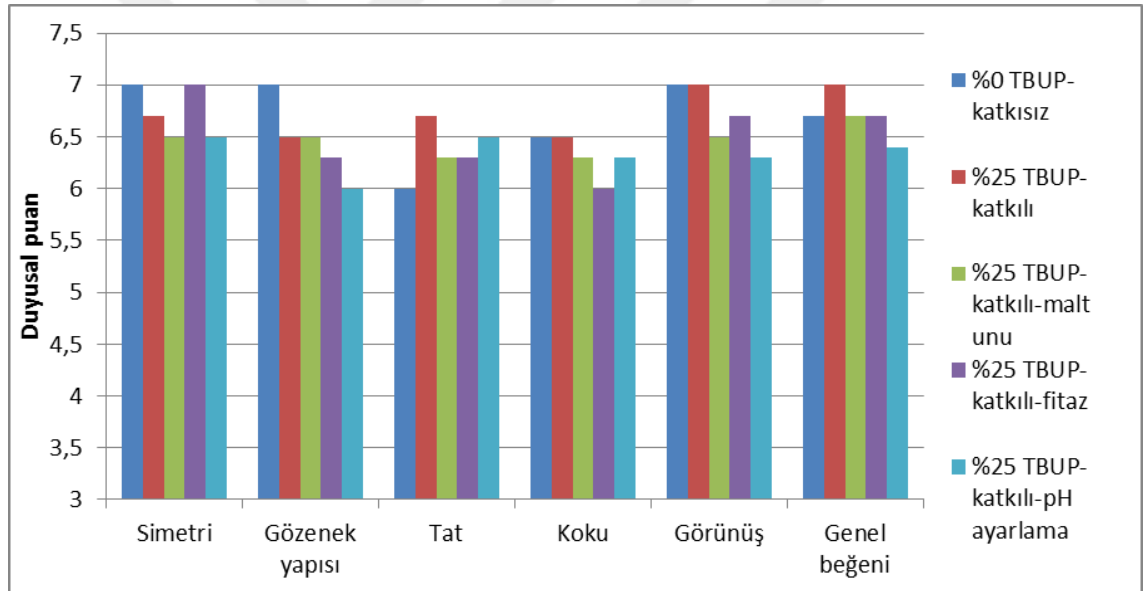
Çizelge 4.31. Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait bazı mineral madde analiz sonuçları¹

Defitinizasyon yöntemi	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	P	Zn
%0 TBUP²-katkısız	30.41±0.14 ^b	0.24±0.04 ^a	1.70±0.05 ^c	257.45±0.20 ^c	36.45±0.08 ^d	0.87±0.04 ^b	302.12±0.23 ^c	1.33±0.03 ^b
%25 TBUP-katkılı	63.88±0.06 ^a	0.32±0.03 ^a	3.57±0.03 ^a	385.12±0.17 ^a	75.46±0.07 ^b	4.69±0.04 ^a	398.24±0.20 ^a	1.76±0.04 ^a
%25 TBUP-katkılı-malt unu	63.12±0.28 ^a	0.32±0.04 ^a	3.54±0.03 ^a	377.45±0.64 ^b	76.12±0.10 ^a	4.55±0.07 ^a	387.65±0.68 ^b	1.76±0.01 ^a
%25 TBUP-katkılı-fitaz	63.88±0.30 ^a	0.33±0.01 ^a	3.35±0.03 ^b	386.23±0.33 ^a	74.32±0.14 ^c	4.69±0.06 ^a	395.65±0.92 ^a	1.77±0.04 ^a
%25 TBUP- katkılı-pH ayarlama	64.02±0.33 ^a	0.31±0.03 ^a	3.51±0.00 ^a	385.87±0.18 ^a	75.65±0.07 ^b	4.71±0.06 ^a	396.52±1.10 ^a	1.79±0.06 ^a
Minimum - maksimum	30.41-64.02	0.24-0.33	1.70-3.57	257.45-386.23	36.45-76.12	0.87-4.71	302.12-398.24	1.33-1.79
Ortalama±std	57.06±0.22	0.30±0.03	3.13±0.03	358.42±0.30	67.60±0.09	3.90±0.05	376.04±0.63	1.68±0.04

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve kuru madde üzerinden, mg/100 g olarak verilmiştir. Aynı harfle işaretlenmiş, aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). ² Tahıl-baklagil unu paçalı

4.3.3.5. Duyusal analiz sonuçları

Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Şekil 4.6’da verilmiştir. %25 TBUP ile hazırlanan örneklerde, defitinizasyon yöntemlerinden fitaz enzimi uygulaması, ekmeklerin simetri puanları üzerinde en olumlu etkiye sahip yöntem olmuştur. Gözenek yapısı puanları ise defitinizasyon metotlarından pH uygulaması ile en olumsuz yönde etkilenmiştir. %25 TBUP kullanılan bazlama örneklerinde defitinizasyon uygulaması tat ve koku puanları üzerinde hafif azalmaya neden olmuştur. Görünüş puanları üzerinde pH ayarlaması en yüksek, fitaz ilavesi ise en az kayba neden olan uygulamalar olmuştur. Genel beğeni açısından ise pH ayarlaması defitinizasyon metotları arasında en düşük puanın elde edildiği uygulama olmuştur.



Şekil 4.6. Farklı defitinizasyon yöntemleri kullanılarak yapılan bazlama örneklerine ait duyusal analiz sonuçları

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı oranlarda TBUP'nın ticari somun ekmeği ve geleneksel bazlama ekmeğinin bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Yüksek oranda TBUP'nın kullanımı ile ekmeklerin kalite özelliklerinde meydana gelen kaybı önlemek için bazı katkı kombinasyonlarının etkileri incelenmiştir. Ayrıca bazı defitinizasyon metotlarının ekmeklerdeki fitik asit miktarına etkisi araştırılmış ve elde edilen tüm sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Ticari somun ekmeklerinde artan oranlarda TBUP kullanımı, ekmek kabuk parlaklığını artırırken, %10 oranının üzerinde TBUP kullanımı kırmızılık ve sarılık değerlerinin düşmesine neden olmuştur. Yüksek oranlarda (%25-30) TBUP kullanımı ekmek içi sarılık ve kırmızılığının en yüksek değerlere ulaşmasına neden olmuştur. Bazlama ekmeklerinde ise TBUP'nın yüksek kullanım oranları, en yüksek bazlama yüzey parlaklığı ile en düşük yüzey kırmızılığı ve sarılığı değerlerinin elde edilmesini sağlamıştır.

Ekmek üretiminde yüksek TBUP kullanım oranları (%25-30) muhtemelen yüksek su absorpsiyonu nedeniyle ekmek ağırlığını yükseltmiştir. Ekmek hacmi değerleri ise artan TBUP oranına bağılı olarak azalma göstermiştir. TBUP ilavesi ile seyreden gluten miktarı, bu durumda etkili olmuştur. Ekmeklerin 1. ve 3. gün ölçülen sertlik değerleri de artan TBUP oranına bağılı olarak önemli bir artış göstermiştir. Bazlama ekmeklerinde, TBUP kullanımı yayılma oranı ile 1. ve 3. gün sertlik değerlerini de yükseltmiştir. Bazlama örneklerinde yüksek TBUP kullanımı kalınlığı düşürüp, yayılmayı artırmıştır. 1. ve 3. gün sertlik değerleri, ticari somun ekmeklerde olduğu gibi, artan TBUP oranına bağılı olarak yükselmiştir.

Hem ticari somun ekmeği hem de bazlama örneklerinde artan TBUP oranı örneklerin kül, protein, yağ, fitik asit, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde ve mineral madde içeriğinde önemli artışlara neden olmuştur. En yüksek değerler %30 TBUP kullanım oranı ile elde edilmiştir. En dikkat çekici artışlar; protein, fitik asit, kalsiyum, demir, potasyum, magnezyum ve mangan içeriğinde gerçekleşmiştir. TBUP kullanımı ile bir taraftan ekmekte besinsel ve fonksiyonel zenginleşme gerçekleşirken, diğer taraftan da fitik asidin yükselmesi antibesinsel bir faktör olarak besinsel kaliteyi olumsuz yönde etkilemiştir.

Duyusal analizler sonucunda, ticari somun ekmekte %5 TBUP kullanım oranı, kontrol ekmekten (%0 TBUP) üstün, %10-15 TBUP kullanım oranları kontrol ekmeğe

yakın, %20 ve üzerinde kullanım oranları ise daha düşük genel beğeni puanları vermiştir. Bazlamalarda ise TBUP'nın %15 ve üzerinde kullanım oranları genel beğenide azalmaya sebep olmuştur.

Çalışmanın ikinci kısmında, %25 TBUP içeren ekmeklerin teknolojik kalitesini yükseltmeye yönelik kullanılan katkı kombinasyonlarından, “vital gluten+sodyum stearol-2-laktilat+fungal alfa amilaz” en yüksek kabuk ve ekmek içi kırmızılığı sağlarken, “vital gluten+sodyum stearol-2-laktilat+fungal alfa amilaz+askorbik asit+ksilanaz” kombinasyonu düşük kabuk parlaklığı ve sarılığı değerleri ile yüksek ekmek içi parlaklığı değerleri vermiştir. Bazlama örneklerinde de ksilanaz içeren katkı kombinasyonu en düşük yüzey parlaklığı ile en yüksek yüzey kırmızılığı ve sarılığı değerleri vermiştir.

%25 TBUP ile hazırlanan ekmeklerde kullanılan tüm katkı kombinasyonları ekmek hacmini ve spesifik hacmini geliştirmiş, katkı kombinasyonlarından “vital gluten+sodyum stearol-2-laktilat+fungal alfa amilaz+askorbik asit+ksilanaz” ve “vital gluten+sodyum stearol-2-laktilat+fungal alfa amilaz+askorbik asit+pentozanaz” içerenler yüksek ekmek hacmi ile birlikte yumuşak ekmek içi tekstürü sağlamışlardır. Genel olarak ksilanaz enzimini içeren katkı kombinasyonu daha üstün ekmek fiziksel özellikleri sergilemiştir. %25 TBUP kullanılarak hazırlanan bazlama örneklerinde ise, katkı kombinasyonu kullanımı daha düşük yayılma ve daha yumuşak ekmek özellikleri vermiştir. En yumuşak ekmek “vital gluten+sodyum stearol-2-laktilat+fungal alfa amilaz+askorbik asit+ksilanaz” içeren katkı kombinasyonu ile elde edilmiştir.

%25 TBUP kullanılarak hazırlanan ekmeklerde, çeşitli katkı kombinasyonlarına yer verilmesi ekmek ve bazlama örneklerinde genel beğeni puanlarını yükseltmiştir. Ksilanaz ve pentozanaz enzimlerini içeren katkı kombinasyonları, genel beğeni puanlarını en olumlu yönde etkileyen kombinasyonlar olmuştur.

Farklı defitinizasyon uygulamaları, %25 TBUP kullanılarak hazırlanan ekmeklerde ağırlık, hacim, spesifik hacim ve sertlik üzerinde istatistiksel bir farklılık oluşturmazken, fitaz ilavesi ekmek içi parlaklık ve sarılığını düşürmüştür. Yine %25 TBUP kullanılan ekmeklerde farklı defitinizasyon metotlarının uygulanması, kimyasal özelliklerden su, protein, antioksidan aktivite, kalsiyum, potasyum, magnezyum ve fosfor miktarında değişikliklere neden olmuştur. Bazlama örneklerinin (%25 TBUP içeren) kimyasal özelliklerinden su, antioksidan aktivite, demir, potasyum, magnezyum ve fosfor miktarı, farklı defitinizasyon metodu uygulamalarından etkilenmiştir. %25 TBUP kullanılarak hazırlanan bazlama örneklerinde “pH ayarlama” uygulaması ile en

yüksek çap ve yayılma ile birlikte yüksek 3. gün sertlik değeri elde edilmiştir. %25 TBUP içeren katkılı ekmek ve bazlamalarda sırasıyla 330 mg/100 g ve 422 mg/100 g olan fitik asit miktarı fitaz enzimi ilavesi ile sırasıyla 153 mg/100 g ve 203 mg/100 g'a düşmüştür. Defitinizasyon metotları arasında en etkili metot fitaz enzimi ilavesi olmuştur. Fitaz enzimi ilavesi hem ekmek hem de bazlama örneklerinin genel beğeni özellikleri üzerinde en az olumsuz etkiye sahip uygulama olmuştur.

Bu tez çalışmasında; ekmek formülasyonunda düşük oranlarda TBUP kullanım oranlarının ekmek kalitesi üzerindeki olumsuz etkisi sınırlı kalırken, yüksek TBUP kullanım oranlarında besinsel kalitedeki artışa karşılık teknolojik kalitede çok belirgin düşüşler söz konusu olmuştur. %25 TBUP kullanılarak hazırlanan ekmeklerin teknolojik ve duyu kalitelerini yükseltmek için başta “vital gluten+sodyum stearyl-2-laktilat+fungal alfa amilaz+askorbik asit+ksilanaz” katkı kombinasyonu olmak üzere “vital gluten+sodyum stearyl-2-laktilat+fungal alfa amilaz+askorbik asit+pentozanaz” katkı kombinasyonları, başarılı bulunmuşlardır. Yüksek TBUP kullanımı durumunda ekmeklerde artan fitik asit miktarının düşürülmesi açısından en etkili metot fitaz enzimi ilavesi olmuştur. İleriki çalışmalarda yüksek oranlarda TBUP kullanılarak üretilen ekmeklerin kalitesini artırmak için farklı enzim kombinasyonları denenebilir. Bu kombinasyonlar içinde ksilanaz ve pentozanaz enzimlerinden birine mutlaka yer verilmesi ekmek kalitesini yükseltecektir. Ayrıca birden fazla defitinizasyon metodunun kombinasyon halinde kullanılması, fitik asidin azaltılmasında daha etkili metotlar olarak denenebilir.

KAYNAKLAR

- Abasız, N., 2004, Ekmek üretiminde kullanılan aktif soya ununun performansını artırmada, lipaz ve glukoz oksidaz enzim katkılarının etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Abd El-Hady, E.A., El-Samahy, S.K. and Brümmer, J.-M., 1999, Effect of oxidants, sodium-stearoyl-2-lactylate and their mixtures on rheological and baking properties of nonprefermented frozen doughs, *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 32, 446-454.
- Abdel-Aal, E.-S.M., Sosulski, F.W., Youssef, M.M., Shehata, A.A.Y., 1993, Selected nutritional, physical and sensory characteristics of pan and flat breads prepared from composite flours containing fababean, *Plant Foods for Human Nutrition*, 44, 227-239.
- Abdul-Hussain, S.S., Ajo, R.Y., Obeidat, B.A., 2009, Acceptability and chemical composition of thick flat bread supplemented with chickpea flour and isolated soy protein, Proceedings of the 5th International Congress Flour-Bread '09. 7th Croatian Congress of Cereal Technologists, Opatija, Croatia, 21-23 October.
- Ahmadkhani, P., 1992, Ekmeklik una katılan yulaf ununun hamurun fiziksel özelliklerine ve ekmeğin kalitesine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Akbaş, B.E., 2000, Mısır ekmeğinin bazı özellikleri ve yapım yöntemlerinin fitik asit miktarı üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Akbaş, Ö., 2010, Farklı kepek fraksiyonlarından hazırlanan un paçallarının değişik depolama koşullarında hamur ve ekmek özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Alais, C. and G. Linden, 1991, Food Biochemistry, New York, Ellis Horwood Ltd., 222 pp.
- Alaunyte, I., Stojceska, V., Plunkett, A., Ainsworth, P., Derbyshire, E., 2012, Improving the quality of nutrient-rich Teff (*Eragrostis tef*) breads by combination of enzymes in straight dough and sourdough breadmaking, *Journal of Cereal Science*, 55, 22-30.
- Aldercreutz, H., 1990, Western diet and western diseases-some hormonal and biochemical-mechanisms and associations, *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 50, 3-23.
- Al-Dmoor, H.M., 2012, Flat bread: ingredients and fortification, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 4, 2-8.

- Aleem Zaker, M.D., Genitha, T.R. and Hashmi, S.I., 2012, Effects of defatted soy flour incorporation on physical, sensorial and nutritional properties of biscuits, *Journal of Food Processing Technology*, 3(149).
- Alp, H., 2006, Yağsız süt tozu ve soya ürünleri ile zenginleştirilmiş kek özelliklerine transglutaminaz enziminin etkisi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Altan, A., 2008, Production and properties of snack foods developed by extrusion from composite of barley, and tomato and grape pomaces, Ph. D. Thesis, *Gaziantep University, Graduate School of Natural and Applied Sciences*, Gaziantep.
- Alu'datt, M.H., Rababah, T., Al-Ravadi, G.J., Ereifej, K., Gammoh, S., Masadeh, N. and Torley, P.J., 2014, Effects of barley flour and barley protein isolate addition on rheological and sensory properties of pita bread, *Journal of Food Quality*, 37, 329-338.
- Aman, P., Hallmans, G., Zhang, J.X., Lundin, E., Landström, M., Aldercreutz, H., Harkönen, H. and Bach Knudsen, K.E., 1997, Influence of rye bran on the formation of bile acids and bioavailability of lignans, *Cereal Foods World*, 8, 696-701.
- Ameille, V., Castello, P., Garcia, R., Rakotozafy, L., Potus, J., and Nicolas, J., 2000, Effects of glucose oxidase or lipase addition on dough consistency and oxygen consumption during mixing of unyeasted flour dough, *Sciences des Aliments*, 20, 441-455.
- Anderson, J.W., 1980, Dietary fiber in diabetes, In: Spillar, G.A. and Kay, R.M., Medical aspects of dietary fiber, *Plenum Press*, New York.
- Andlauer, W. and Furst, P., 1999, Does cereal reduce the risk of cancer?, *Cereal Foods World*, 44, 76-78.
- Andreasen, M.F., Landbo, A.K., Christensen, L.P., Hansen, A., and Meyer, A.S., 2001, Antioxidant effects of phenolic rye (*Secale cereale* L.) extracts, monomeric hydroxycinnamates, and ferulic acid dehydrodimers on human low-density lipoproteins, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(8), 4090-4096.
- Angelis, M., Coda, R., Silano, M., Minervini, F., Rizzello, C.G., Cagno, R., Vicentini, O., Vincenzi, M. and Gobberri, M., 2006, Fermentation by selected sourdough lactic acid bacteria to decrease coeliac intolerance to rye flour, *Journal of Cereal Science*, 43, 301-314.
- Angioloni, A. and Collar, C., 2012, Effects of pressure treatment of hydrated oat, finger millet and sorghum flours on the quality and nutritional properties of composite wheat breads, *Journal of Cereal Science*, 56, 713-719.
- Angioloni, A. and Collar, C., 2012, High legume-wheat matrices: an alternative to promote bread nutritional value meeting dough viscoelastic restrictions, *European Food Research and Technology*, 234, 273-284.

- Anıl, M., 2012, Effects of wheat bran, corn bran, rice bran and oat bran supplementation on the properties of pide, *Journal of Food Processing and Preservation*, 36, 276-283.
- Anonymous, 1990, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 8th ed. St. Paul: AACC.
- Anonymous, 2002, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, St. Paul: AACC.
- Anonymous, 2011, FAOSTAT, <http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>.
- Arab, E.A.A., Helmy, I.M.F. and Bareh, G.F., 2010, Nutritional evaluation and functional properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour and the improvement of spaghetti produced from its, *Journal of American Science*, 6(10), 1055-1072.
- Armero, E. and Collar, C., 1997, Texture properties of formulated wheat doughs, *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*, 204, 136-145.
- Armero, E. and Collar, C., 1998, Crumb firming kinetics of wheat breads with anti-staling additives, *Journal of Cereal Science*, 28, 165-174.
- Atalay, M.H., 2009, Karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) öğütme ürünlerinin ekmek üretiminde kullanılma imkanları, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Atalay, M.H., Bilgiçli, N., Elgün, A., and Demir, M.K., 2013, Effects of buckwheat (*Fagopyrum esculentum moench*) milling products, transglutaminase and sodium stearoyl-2-lactylate on bread properties, *Journal of Food Processing and Preservation*, 37, 1-9.
- Autio, K., Kruus, K., Knaapila, A., Gerber, N., Flander, L., Buchert, J., 2005, Kinetics of transglutaminase-induced cross-linking of wheat proteins in dough, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1039-1045.
- Aydın, E., 2009, Yulaf katkısının eriştelenin kalite kriterlerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Bursa.
- Babaoğlu, M., 2003, Nohut ve tarımı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne.
- Baiano, A., Terracone, C., Gambacorta, G., La Notte, E., 2009, Evaluation of isoflavone content and antioxidant activity of soy-wheat pasta, *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1304-1313.
- Baik, B.-K., Ullrich, S.E., 2008, Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest, *Journal of Cereal Science*, 48, 233-242.

- Başman, A. and Köksel, H., 2001, Effects of barley flour and wheat bran supplementation on the properties and composition of Turkish flat bread, yufka, *European Food Research and Technology*, 212, 198-202.
- Başman, A. ve Köksel, H., 1999, Properties and composition of Turkish flat bread (Bazlama) supplemented with barley flour and wheat bran, *Cereal Chemistry*, 76(4), 506-511.
- Başman, A., 2004, Transglutaminaz enziminin buğday, buğday-arpa ve buğday-soya unu karışımlarında proteinler, hamur reolojisi ve ekmek kalite karakteristikleri üzerine etkileri, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Başman, A., Köksel, H., Ng, P., 2002, Effects of increasing levels of transglutaminase on the rheological properties and bread quality characteristics of two wheat flours, *European Food Research and Technology*, 215, 419-424.
- Bauer, N., Koehler, P., Wieser, H., Schieberle, P., 2003, Studies on effects of microbial transglutaminase on gluten proteins of wheat II. rheological properties, *Cereal Chemistry*, 80, 781-786.
- Beck, M., Jekle, M., Selmair, P.L., Koehler, P., Becker, T., 2011, Rheological properties and baking performance of rye dough as affected by transglutaminase, *Journal of Cereal Science*, 54, 29-36.
- Beecher, G.R., 2004, Proanthocyanidins: biological activities associated with human health, *Pharmaceutical Biology*, 42, 2-20.
- Beğen, F., 2012, Yüksek lif içerikli bisküvi üretiminde lüpen (*Lupinus albus* L.) kepeği kullanımı üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Belski, R., 2012, Fiber, protein, and lupin-enriched foods: role for improving cardiovascular health, *Advances in Food and Nutrition Research*, 66, 147-215.
- Bengtsson, S. and Aman, P., 1990, Isolation and chemical characterization of water soluble arabinoxylans in rye grain, *Carbohydrate Polymers*, 12, 267-277.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E., Sapiirstein, H.D., 2005, Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions, *Cereal Chemistry*, 82, 390-393.
- Bhatty, R.S., 1993, Physicochemical properties of roller-milled barley bran and flour, *Cereal Chemistry*, 70(4), 397-402.
- Bhatty, R.S., 1999, The potential of hull-less barley, *Cereal Chemistry*, 76(5), 589-599.
- Bilgiçli, N., 2002, Fitik asitin beslenme açısından önemi ve fitik asit miktarı düşürülmüş gıda üretim metotları, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(30), 79-83.

- Bilgiçli, N., 2004, Tarhananın fitik asit içeriği ve bazı besin öğeleri üzerine maya, malt ve fitaz katkılarının etkileri, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Bilgiçli, N., 2009, Effect of buckwheat flour on cooking quality and some chemical, antinutritional and sensory properties of erişte, Turkish noodle, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(4), 70-80.
- Bilgiçli, N., 2013, Some chemical and sensory properties of gluten-free noodle prepared with different legume, pseudocereal and cereal flour blends, *Journal of Food and Nutrition Research*, 52,(4), 251-255.
- Bilgiçli, N., Elgün, A., Türker, S., 2006, Effects of various phytase sources on phytic acid content, mineral extractability and protein digestibility of tarhana, *Food Chemistry*, 98, 329-337.
- Bloksma, A.H., 1972, The relation between thiol disulfide contents of dough and its rheological properties, *Cereal Chemistry*, 49, 104-117.
- Bojnanska, T., Francakova, H., Liskova, M., Tokar, M., 2012, Legumes-the alternative raw materials for bread production, *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 1, 876-886.
- Bondia-Pons, I., Aura, A., Vuorela, S., Kolehmainen, M., Mykkanen, H., Poutanen, K., 2009, Rye phenolics in nutrition and health, *Journal of Cereal Science*, 49, 323-336.
- Bonet, A., Rosell, C.M., Caballero, P.A., Gomez, M., Perez-Munuera, I., Lluch, M.A., 2006, Glucose oxidase effect on dough rheology and bread quality: a study from macroscopic to molecular level, *Food Chemistry*, 99, 408-415.
- Bowles, L.K., 1996, Amylotic enzymes. In R.E. Hebeda and H.F. Zobel (Eds.), *Baked goods freshness: Technology, evaluation, and inhibition of staling* (1st ed., pp. 105-129). New York: Marcel Dekker.
- Boyacıoğlu, M.H., 2006, Soy ingredients in baking. In: M.N. Riaz (Ed.), *Soy applications in food* (pp. 63-81), Boca Raton, FL: CRC, Taylor and Francis.
- Boz, H., 2015, The effects of *Cephalaria syriaca* flour on dough and bread containing different levels of barley flour, *Journal of Food Quality*, 38, 328-336.
- Brennan, C.S., Cleary, L.J., 2005, The potential use of cereal (1-3, 1-4)- β -D-glucans as functional foods ingredients, *Journal of Food Science*, 42, 1-13.
- Brümmer, J.M., Morgenstern, G., Neumann, H., 1988, Herstellung von hafer, gerste, mais, reis, hirse und buchweizenbrot, *Getreide, Mehl und Brot*, 5, 153-158.
- Buksa, K., Ziobro, R., Nowotna, A., Gambul, H., 2013, The influence of native and modified arabinoxylan preparations on baking properties of rye flour, *Journal of Cereal Science*.

- Bushuk, W., 2001, Rye production and uses worldwide, *Cereal Foods World*, 46, 70-73.
- Buttriss, J.L., 2006, Rye: the overlooked cereal, *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*, 31, 3-5.
- Caballero, P.A., Gomez, M., Rosell, C.M., 2007, Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzyme combination, *Journal of Food Engineering*, 81, 42-53.
- Castello, P., Baret, J.L., Potus, J. and Nicolas, J., 2000, Technological and biochemical effects of exogenous lipases in breadmaking. In T. Simoinen and M. Tenkanen (Eds.), 2nd European symposium on enzymes in grain processing (Vol. 207, pp. 193-200). Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Castello, P., Jollet, S., Potus, J., Baret, J.L., and Nicolas, J., 1998, Effect of exogenous lipases on dough lipids during mixing of wheat flour, *Cereal Chemistry*, 75, 595-601.
- Cauvain, S.P. and Chamverlain, N., 1988, The bread improving effect of fungal α -amylase, *Journal of Cereal Science*, 8, 239-248.
- Cavallero, A., Empilli, S., Brighenti, F., and Stanca, A.M., 2002, High (1-3,1-4)-beta-glucan barley fractions in bread making and their effects on human glycemic response, 36(1), *Journal of Cereal Science*, 59-66.
- Chamba, M.V.M., Hua, Y., Murekatete, N., Chen, Y., 2015, Effects of synthetic and natural extraction chemicals on yield, composition and protein quality of soy protein isolates extracted from full-fat and defatted flours, *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 1016-1023.
- Champagne, E.T., Rao, R.M., Liuzzo, J.A., Robinson, J.W., Gale, R.J., Miller, F., 1985, Solubility behaviors of the minerals, proteins, and phytic acid in rye bran with time, temperature, and pH, *Cereal Chemistry*, 62(3), 218-222.
- Chandrasekara, A. and Shahidi, F., 2011, Bioactivities and antiradical properties of millet grains and hulls, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 9563-9571.
- Charalampopoulos, D., Wang, R., Pandiella, S.S., Webb, C., 2002, Application of cereals and cereal components in functional foods: a review, *International Journal of Food Microbiology*, 79, 131-141.
- Cheftel, J.C., Cuq, J.L., and Lorient, D., 1985, Proteines alimentaires, *Tec and Doc Lavoisier*, Paris.
- Cheryan, M., 1980, Phytic acid interactions in food systems, *CRC Crit. Rev. Food Science and Nutrition*, 13, 297-355.

- Choi, I., Lee, M.-J., Choi, J.-S., Hyun, J.-N., Park, K.-H., and Kim, K.-J., 2011, Bread quality by substituting normal and waxy hull-less barley (*Hordeum vulgare* L.) flours, *Food Science and Biotechnology*, 20(3), 671-678.
- Clydesdale, F.M., 1994, Optimizing the diet with whole grains, *Crit. Rev. Food Science and Nutrition*, 34, 453-471.
- Cosgrove, D.J., 1980, Inositol Phosphates: Their Chemistry, Biochemistry, and Physiology. Studies In Organic Chemistry 4. Elsevier Scientific Publishing Co., New York.
- Coşkun, Y., Karababa, E. ve Ercan, R., 1999, Düz ekmeklerin üretim teknolojisi, *Gıda*, 24(2), 89-97.
- Courtin, C.M. and Delcour, J.A., 2001, Relative activity of endoxylanases towards water-extractable and water-unextractable arabinoxylan, *Journal of Cereal Science*, 33, 301-312.
- Cowling, W.A., Buirchell, B.J., Tapia, M.E., 1998, Lupin (*Lupinus* L.), *Institute of Plant Genetics and Crop Plant Genetic Research, Gatersleben – International Plant Genetic Resources Institute, Rome*.
- Curiel, J.A., Coda, R., Centomani, I., Summo, C., Gobbetti, M., Rizzello, C.G., 2015, Exploitation of the nutritional and functional characteristics of traditional Italian legumed: the potential of sourdough fermentation, *International Journal of Food Microbiology*, 196, 51-61.
- Cyran, M.R. and Saulnier, L., 2012, Macromolecular structure of water-extractable arabinoxylans in endosperm and wholemeal rye breads as factor controlling their extract viscosities, *Food Chemistry*, 131, 667-676.
- Çelik, S., Sivri, D., Köksel, H., 2001, Bazı katkı maddelerinin ekmek özellikleri üzerine etkisi, *Gıda*, 26(1), 3-8.
- Çolakoğlu, A.S. ve Çınar, İ., 2004, Soya unu katkılı ekmeklerin fiziko-kimyasal özellikleri, *Gıda*, 29(4), 291-296.
- Çolakoğlu, A.S. ve Özkaya, H., 2012, Potential use of exogenous lipases for DATEM replacement to modify the rheological and thermal properties of wheat flour dough, *Journal of Cereal Science*, 55, 397-404.
- Dai, F., Wang, J., Zhang, S., Xu, Z., Zhang, G., 2007, Genotypic and environmental variation in phytic acid content and its relation to protein content and malt quality in barley, *Food Chemistry*, 105, 606-611.
- Day, L., Augustin, M.A., Batey, I.L., and Wrigley, C.W., 2006, Wheat-gluten uses and industry needs, *Trends in Food Science and Technology*, 17, 82-90.

- Demir, B., 2008, Nohut ununun geleneksel erişte ve kuskus üretiminde kullanım imkanları üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Demir, B., Bilgiçli, N., Elgün, A. and Demir, M.K., 2010, The effect of partial substitution of wheat flour with chickpea flour on the technological, nutritional and sensory properties of couscous, *Journal of Food Quality*, 33, 728-741.
- Dervas, G., Doxastakis, G., Hadjisavva-Zinoviadi, S., Triantafillakos, N., 1999, Lupin flour addition to wheat flour doughs and effect on rheological properties, *Food Chemistry*, 66, 67-73.
- Dhinda, F., A., J.L., Prakash, J. and Dasappa, I., 2012, Effect of ingredients on rheological, nutritional and quality characteristics of high protein, high fibre and low carbohydrate bread, *Food and Bioprocess Technology*, 5, 2998-3006.
- Dhingra, S. and Jood, S., 2001, Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour, *Food Chemistry*, 77, 479-488.
- Dizlek, H., 2011, Gluten oluşumu ve bunu sınırlayan-engelleyen etmenler, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(3), 14-22.
- Dizlek, H., Çimer, H., Altan, A., 2013, Vital buğday gluteninin ve L-askobik asidin buğday kepekli ekmeklerin bazı nitelikleri üzerine etkileri, *Gıda*, 38(2), 87-94.
- Dodevska, M.S., Djordjevic, B.I., Sobajic, S.S., Miletic, I.D., Djordjevic, P.B., Dimitrijevic-Sreckovic, V.S., 2013, Characterisation of dietary fibre components in cereals and legumes used in Serbian diet, *Food Chemistry*.
- Dong, W. and Hosoney, R.C., 1995, Effects of certain bread making oxidants and reducing agents on dough rheological properties, *Cereal Chemistry*, 72,58-64.
- Dost, K. and Tokul, Ö., 2006, Determination of phytic acid in wheat and wheat products by reverse phase high performance liquid chromatography, *Analytica Chimica Acta*, 558, 22-27.
- Doxastakis, G., Zafiriadis, I., Irakli, M., Marlani, H., Tananaki, C., 2002, Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties, *Food Chemistry*, 77, 219-227.
- Duran, M.Ö., Özçelik, S., Certel, M., Erbaş, M., 2004, Ticari şartlarda ekmek üretiminde patates ve yulaf unu kullanmanın hamur ve ekmek özelliklerine etkileri, *Gıda*, 29(2), 139-147.
- Ekholm, P., Reinivuo, H., Mattila, P., Pakkala, H., Koponen, J., Happonen, A., Hellström, J., Ovaskainen, M.-L., 2007, Changes in the mineral and trace element contents of cereals, fruits and vegetables in Finland, *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 487-495.

- El-Adawy, T.A., Rahma, E.H., El-Badawey, A.A., Gafar, A.F., 2001, Nutritional potential and functional properties of sweet and bitter lupin seed protein isolates, *Food Chemistry*, 74, 455-462.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1992, Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No:718, Erzurum.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1995, Tahıl İşleme Teknolojisi, Erzurum, 1-17.
- Elgün, A., 1981, Farklı un örneklerine L-Askorbik asit ile birlikte katılan peyniraltı suyu tozunun hamur ve ekmek özelliklerine etkisi üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Elgün, A., Türker, S., Bilgiçli, N., 2001, Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü, Konya Ticaret Borsası Yayınları, Yayın No:2, Konya.
- Elgün, M.S., 2011, Buğday ununa ozon gazı uygulamasının unun ekmekçilik kalitesine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Elkhalil, E.A.I., El Tinay, A.H., Mohammed, B.E., Elsheikh, E.A.E., 2001, Effect of malt pretreatment on phytic acid and in vitro protein digestibility of sorghum flour, *Food Chemistry*, 72, 29-32.
- Encan, G., Kaya, M. ve Çiftçi, C.Y., 2005, Nohutun Dünya ve Türkiye ekonomisindeki yeri, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 19-29.
- Endres, J.G., 2001, Uses in food systems. In: J.G. Endres (Ed.), Soy protein products characteristics, nutritional aspects, and utilization (pp. 31-33), Champaign, IL: AOCS Press.
- Erbaş, M., Certel, M., Uslu, M.K., 2005, Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus L.*), *Food Chemistry*, 89, 341-345.
- Ercan, R. ve Özkaya, H., 1986, Ekmeğin bayatlaması üzerine surfaktantların ve bazı katkı maddelerinin etkisi, *Gıda*, 11(1),3-9.
- Erdman, J.W., 1979, Oilseed phytates: nutritional implications, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 56, 736.
- Ereifej, K.I., Al-Mahasneh, M.A., Rababah, T.M., 2006, Effect of barley flour on quality of balady bread, *International Journal of Food Properties*, 9, 39-49.
- Eren Kıran, Ö., Çömlekçioğlu, U., Dostbil, N., 2006, Bazı mikrobiyal enzimler ve endüstrideki kullanım alanları, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(1), 12-19.
- Erkan, H., Çelik, S., Bilgi, B., Köksel, H., 2006, A new approach for the utilization of barley in food products: barley tarhana, *Food Chemistry*, 97, 12-18.

- Ertaş, N., Türker, S., Bilgiçli, N., 2008, Çeşitli proseslerin baklagilin besinsel ve antibesinsel öğelerine etkisi, Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.
- Fahrenholz, C., 1998, Cereal grains and byproducts: what's in them and how are they processed?, In: *Advances in Equine Nutrition*. Edited by Pagan JD. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 57-70.
- Faridi, H.A., 1988, Flat breads, pages, 457-506. In: *Wheat Chemistry and Technology Vol. 2*. Pomeranz, Y., ed. AACC Publ., St. Paul, Minnesota, USA.
- Farrand, E.A., 1964, Flour properties in relation to the modern bread processes in the United Kingdom, with special reference to alpha-amylase and starch damage, *Cereal Chemistry*, 41, 98-111.
- FDA, Food and Drug Administration (U.S.), 1999, Food labeling: health claims; soy protein and coronary hearth disease.
- Fenercioğlu, H., 1986, Soya fasulyesinin gıda sanayindeki yeri ve gelecekteki önemi, *Gıda Sanayiinin Sorunları ve Serbest Bölgelerin Gıda Sanayiine Beklenen Etkileri Sempozyumu*, 15-17 Ekim, 335-344, Adana.
- Fernandez, M.L. and Berry, J.W., 1988, Nutritional evaluation of chickpea and germinated chickpea flours, *Plant Foods for Human Nutrition*, 38, 127-134.
- Fernando, S.M., and Murphy, P.A., 1990, HPLC determination of thiamin and riboflavin in soybeans and tofu, *Journal Agriculture Food Chemistry*, 38, 163-167.
- Ferrari, B., Finocchiaro, F., Stanca, A.M., Gianinetti, A., 2009, Optimization of air classification for the production of β -glucan-enriched barley flours, *Journal of Cereal Science*, 50, 152-158.
- Flander, L., Salmenkallio-Marttila, M., Suortti, T., Autio, K., 2007, Optimization of ingredients and baking process for improved wholemeal oat bread quality, *LWT-Food Science and Technology*, 40, 860-870.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1999, Fermented Cereals, a global perspective, FAO, Rome (<http://www.fao.org/docrep/x2184e/x2184e04.htm>).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1992, Technology of production of edible flours and protein products from soybeans, FAO, Rome (<http://www.fao.org/docrep/t0532e/t0532e02.htm>).
- Forssell, P., Shamek, S., Harkönen, H., Poutanen, K., 1998, Effects of native and enzymatically hydrolysed soya and oat lecithins in starch phase transitions and bread baking, *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 76, 31-38.
- Francis, F. J., 1998, Colour analysis, In: *Food Analysis*, Nielsen SS (Ed.), An Aspen Publishers, Maryland, Gaithersnurg, USA, pp. 599-612.

- Fretzdorff, B. and Brümmer, J.M., 1992, Reduction of phytic acid during breadmaking of whole-meal breads, *Cereal Chemistry*, 69, 266-270.
- Frias, J., Doblado, R., Antezana, J.R., Vidal-Valverde, C., 2003, Inositol phosphate degradation by the action of phytase enzyme in legume seeds, *Food Chemistry*, 81, 233-239.
- Frontela, C., Garcia-Alonso, F.J., Ros, G., Martinez, C., 2008, Phytic acid and inositol phosphates in raw flours and infant cereals: the effect of processing, *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 343-350.
- Frost, G., Leeds, A.A., Dore, C.J., Madieros, S., Brading, S., and Dornhorst, A., 1999, Glycemic index as a determinant of serum HDL-cholesterol concentration, *Lancet*, 353, 1045-1048.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J.A., Medina-Juarez, L.A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R. and Angulo-Guerrero, O., 1999, Antioxidant activity in soybean oil of extracts from thompson grape bagasse, *Journal of the American Oil Chemists Society (JAOCS)*, 76, 1445-1447.
- Gao, L., Wang, S., Oomah, B.D., and Mazza, G., 2002, Wheat quality: antioxidant activity of wheat millstreams, in: wheat quality elucidation, eds. P. Ng and C.W. Wrigley, *AACC International*, St. Paul, MN., 219-233.
- Garcia, M.C., Torre, M., Marina, M.L., Laborda, F., 1997, Composition and characterization of soyabean and related products, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37(4), 361-391.
- Garcia-Esteva, R.M., Guerra-Hernandez, E., Garcia-Villanova, B., 1999, Phytic acid content in milled cereal product and breads, *Food Research International*, 32, 217-221.
- Garcia-Mantrana, I., Monedero, V., Haros, M., 2014, Application of phytases from bifidobacteria in the development of cereal-based products with amaranth, *European Food Research and Technology*, 238, 853-862.
- Garcia-Mantrana, I., Monedero, V., Haros, M., 2015, Myo-inositol hexakisphosphate degradation by *Bifidobacterium pseudocatenulatum* ATCC 27919 improved mineral availability of high fibre rye-wheat sour bread, *Food Chemistry*, 178, 267-275.
- Gargari, B.P., Mahboob, S., Razavieh, S.V., 2007, Content of phytic acid and its mole ratio to zinc in flour and bread consumed in Tabriz, Iran, *Food Chemistry*, 100, 1115-1119.
- Gerits, L.R., Pareyt, B., Masure, H.G., Delcour, J.A., 2015, A lipase based approach to understand the role of wheat endogenous lipids in bread crumb firmness evolution during storage, *LWT – Food Science and Technology*, 64, 874-880.

- Gerrard, A.J., Fayle, S.E., Brown, P.A., Sutton, K.H., Simmons, L., Rasiah, I., 2001, Effects of microbial transglutaminase on the wheat proteins of bread and croissant dough, *Journal of Food Science*, 66, 782-786.
- Gerrard, J.A., Fayle, S.E., Wilson, A.J., Newberry, M.P., Ross, M. and Kavale, S., 1998, Dough properties and crumb strength of white pan bread as affected by microbial transglutaminase, *Journal of Food Science*, 63(3), 472-475.
- Giannone, V., Lauro, M.R., Spina, A., Pasqualone, A., Auditore, L., Puglisi, I., Puglisi, G., 2016, A novel α -amylase-lipase formulation as anti-staling agent in durum wheat bread, *LWT – Food Science and Technology*, 65, 381-389.
- Gladstones, J.S., 1974, Lupins of the Mediterranean region and Africa, *Technical Bulletin Western Australian Department of Agriculture*, 26, 1-48.
- Golzari, E.H., 2015, Arpa unu ve çavdar unu ilavesinin buğday unlarının bazı fiziksel, kimyasal, reolojik ve ekmek kalite özellikleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Gomes-Ruffi, C.R., Cunha, R.H., Almeida, E.L., Chang, Y.K., Steel, C.J., 2012, Effect of the emulsifier sodium stearoyl lactylate and of the enzyme maltogenic amylase on the quality of pan bread during storage, *LWT-Food Science and Technology*, 49, 96-101.
- Goni, I. and Valentin-Gamazo, C., 2003, Chickpea flour ingredient slows glyceemic response to pasta in healthy volunteers, *Food Chemistry*, 81, 511-515.
- Gormley, T.R. and Morrissey, A., 1993, A note on the evaluation of wheaten breads containing oat flour or oat flakes, *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 32, 205-209.
- Göçmen, D., İnkaya, A.N. and Aydın, E., 2009, Flat breads, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 15(4), 298-306.
- Gödekmerdan, A., 2004, Tip I aşırılı duyarlılık reaksiyonlarında Beta-glukan'ın TH polarizasyonuna etkisinin araştırılması, Doktora Tezi, *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.
- Graf, E. and Eaton, J.W., 1990, Antioxidant functions of phytic acid, *Free Radical Biology and Medicine*, 8, 61-69.
- Grasten, S.M., Juntunen, K.S., Mattö, J., Mykkanen, O.T., El-Nezami, H., Adlercreutz, H., Poutanen, K.S., Mykkanen, H.M., 2007, High-fiber rye bread improves bowel function in postmenopausal women but does not cause other putatively positive changes in the metabolic activity of intestinal microbiota, *Nutrition Research*, 27, 454-461.
- Greiner, R., Jany, K.D., Alming, M.L., 2000, Identification and properties of myo-inositol hexakisphosphate phosphohydrolases (phytases) from barley (*Hordeum vulgare*), *Journal of Cereal Science*, 31, 127-139.

- Grosch, W. and Wieser, H., 1999, Redox reactions in wheat dough as affected by ascorbic acid, *Journal of Cereal Science*, 29, 1-16.
- Gujral, H.S. and Rosell, C.M., 2004, Improvement of the breadmaking quality of rice flour by glucose oxidase, *Food Research International*, 37, 75-81.
- Gujral, H.S., Gaur, S. and Rosell, C.M., 2003, Note: Effect of barley flour, wet gluten and ascorbic acid on bread crumb texture, *Food Science and Technology International*, 9(1), 17-5.
- Gupta, M., Bawa, A.S. and Abu-Ghannam, N., 2011, Effect of barley flour and freeze-thaw cycles on textural nutritional and functional properties of cookies, *Food and Bioproducts Processing*, 89, 520-527.
- Gupta, M., Bawa, A.S., and Semwal, A.D., 2009, Effect of barley flour incorporation on the instrumental texture of sponge cake, *International Journal of Food Properties*, 12, 243-251.
- Gül, H. ve Dizlek, H., 2008, Pentozanların hamur ve ekmek nitelikleri üzerine etkileri, *Gıda*, 33(6), 291-295.
- Gül, H. ve Dizlek, H., 2009, Pentozanların kimyasal bileşimleri ve yapıları, *Gıda*, 34(1), 37-42.
- Gül, H., 2007, Mısır ve buğday kepeğinin hamur ve ekmek nitelikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi, Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Gürsoy, O. ve Gökçe, R., 2001, Soya ve ürünlerinde fenolik bileşikler ve beslenmeyi kısıtlayıcı faktörler, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 87-93.
- Gyamfi, M.A., Yonamine, M. and Aniya, Y., 1999, Free radical scavenging action of medical herbs from ghane: *thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries, *General Pharma*, 32(6), 661-667.
- Hadnadev, T.D., Torbica, A., Hadnadev, M., 2011, Rheological properties of wheat flour substitutes/alternative crops assessed by Mixolab, *Procedia Food Science*, 1, 328-334.
- Haefner, S., Knietsch, A., Scholten, E., Braun, J., Lohscheidt, M., Zelder, O., 2005, Biotechnological production and applications of phytases, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 68, 588-597.
- Hansen, H.B., Andreasen, M.F., Nielsen, M.M., Larsen, L.M., Bach Knudsen, K.E., Meyer, A.S., Christensen, L.P., Hansen, A., 2002, Changes in dietary fibre, phenolic acids and activity of endogenous enzymes during rye bread-making, *European Food Research and Technology*, 214, 33-42.

- Hansen, M., Baech, S.B., Thomsen, A.D., Tetens, I., Sandström, 2005, Long-term intake of iron fortified wholemeal rye bread appears to benefit iron status of young women, *Journal of Cereal Science*, 42, 165-171.
- Harkönen, H., Pessa, E., Suortti, T., Poutanen, K., 1997, Distribution and some properties of cell wall polysaccharides in rye milling fractions, *Journal of Cereal Science*, 26, 95-104.
- Haros, M., Rosell, C.M., Benedito, C., 2001, Fungal phytase as a potential breadmaking additive, *European Food Research and Technology*, 213, 317-322.
- Hasan, F., Shah, A.A., and Hameed, A., 2006, Industrial applications of microbial lipases, *Enzyme and Microbial Technology*, 39(2), 235-251.
- Haug, W. and Lantzsch, H.J., 1983, Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal product, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1423-1426.
- Hawrylewicz, E.J., Zapata, J.J., and Blair, W.H., 1995, Soy and experimental cancer: animal study, *Journal Nutrition*, 125, 698S-708S.
- Heiniö, R.-L., Liukkonen, K.-H., Katina, K., Myllymaki, O., Poutanen, K., 2003, Milling fractionation of rye produces different sensory profiles of both flour and bread, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 36, 577-583.
- Hemalatha, M.S., Leelavathi, K., Salimath, P.V., Prasada Rao, U.J.S., 2014, Control of chapati staling upon treatment of dough with amylases and xylanase, *Food Bioscience*, 5, 73-84.
- Henley, E.C., Steinke, F.H., and Waggle, D.H., 1993, Nutritional value of soy protein products, In: Applewhite, T.H., Ed. Proc. World Conference Oilseed Technology Utilization, 1992, Champaign, IL: American Oil Chemists Society, 248-256.
- Herken, E.N., 2005, Effect of processing on the selected properties of cowpea flour to be incorporated into spaghetti, PhD Thesis, *Food Engineering, University of Gaziantep*, Gaziantep.
- Holtekjølen, A.K., Bævre, A.B., Rødbotten, M., Berg, H., Knutsen, S.H., 2008, Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour, *Food Chemistry*, 110, 414-421.
- Holtekjølen, A.K., Kinitz, C., and Knutsen, S.H., 2006, Flavanol and bound phenolic acid contents in different barley varieties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(6), 2253-2260.
- How, J.S.L. and Morr, C.V., 1982, Removal of phenolic compounds from soy protein extracts using activated carbon, *Journal of Food Science*, 47, 933.
- Hui, Y.A., 1994, Bakery special products, *Encyclopedia of Food Science and Technology*, Vol. 1, 152-153.

- Hurrell, R.F., Reddy, M.B., Juillerat, M.A., Cook, J.D., 2003, Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77(5), 1213-1219.
- Hussein, A.M.S., Kamil, M.M., Hegazy, N.A., Abo El-Nor, S.A.H., 2013, Effect of wheat flour supplemented with barley and/or corn flour on balady bread quality, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 63(1), 11-18.
- Huyghe, C., 1997, White lupin (*Lupinus albus* L.), *Field Crops Research*, 53, 147-160.
- Idris, W.H., AbdelRahaman, S.M., ElMaki, H.B., Babiker, E.E., El Tinay, A.H., 2006, Effect of malt pretreatment on phytate and tannin level of two sorghum (*Sorghum bicolor*) cultivars, *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 1229-1233.
- Indrani, D., Swetha, P., Soumya, C., Rajiv, J., Venkateswara Rao, G., 2011, Effect of multigrains on rheological, microstructural and quality characteristics of North Indian parotta – an Indian flat bread, *LWT – Food Science and Technology*, 44, 719-724.
- Ishii, T. and Yamaguchi, M., 1992, Nutritive value of soy milk protein and hypocholesterolemic effect of soy milk in growing rats, *Eiyogaku Zasshi*, 50, 347-353.
- Ivanovski, B., Seetharaman, K., and Duizer, L.M., 2012, Development of soy-based bread with acceptable sensory properties, *Journal of Food Science*, Volume 71, Nr. 1.
- Iyer, L. and Singh, U., 1997, Functional properties of wheat and chickpea composite flours, *Food Australia*, 49, 27-31.
- Izydorczyk, M.S. and Biliaderis, C.G., 1992, Influence of structure on the physicochemical properties of wheat arabinoxylan, *Carbohydrate Polymers*, 17, 237-247.
- Izydorczyk, M.S. and Biliaderis, C.G., 1995, Cereal arabinoxylans: Advances in structure and physicochemical properties, *Carbohydrate Polymers*, 28, 33-48.
- Izydorczyk, M.S., Biliaderis, C.G., Bushuk, W.G., 1991, Comparison of the structure and composition of water-soluble pentosans from different wheat varieties, *Cereal Chemistry*, 68(2), 139-144.
- Izydorczyk, M.S., Chornick, T.L., Paulley, F.G., Edwards, N.M., Dexter, J.E., 2008, Physicochemical properties of hull-less barley fibre-rich fractions varying in particle size and their potential as functional ingredients in two-layer flat bread, *Food Chemistry*, 108, 561-570.

- İbrahim, S.S., Habiba, R.A., Shatta, A.A. and Embaby, H.E., 2002, Effect of soaking, germination, cooking and fermentation on antinutritional factors in cowpeas, *Nahrung/Food*, 46, 92-95.
- Jadhav, S.J., Lutz, S.E., Ghorpade, V.M., and Salunkhe, D.K., 1998, Barley: chemistry and value-added processing, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38(2), 123-171.
- Jan, U., Gani, A., Ahmad, M., Shah, U., Baba, W.N., Masoodi, F.A., Maqsood, S., Gani, A., Wani, I.A., Wani, S.M., 2015, Characterization of cookies made from wheat flour blended with buckwheat flour and effect on antioxidant properties, *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6334-6344.
- Jeffries, T.W., Yang, V.W., and Davis, M.W., 1998, Comparative study of xylanase kinetics using dinitrosalicylic, arsenomolybdate, and ion chromatographic assays, All rights of any Nature Whatsoever Reserved 0273-2289/98/70-72.
- Jenkins, D.J.A., Marchie, A., Augustin, L.S.A., Ros, E. and Kendall, C.W.C., 2004, Viscous dietary fibre and metabolic effects, *Clinical Nutrition Supplements*, 1, 39-49.
- Jia, C., Huang, W., Abdel-Samie, M.A., Huang, G., Huang, G., 2011, Dough rheological, mixolab mixing, and nutritional characteristics of almond cookies with and without xylanase, *Journal of Food Engineering*, 105, 227-232.
- Jimenez, T. and Martinez-Anaya, M.A., 2000, Characterization of water soluble pentosans of enzyme supplemented dough and breads, *Food Science and Technology International*, 6(3), 197-205.
- Jinshui, W., Yuwei, Z., Mouming, Z., 2004, Development and physical properties of film of wheat gluten cross-linked by transglutaminase, *Journal of Wuhan University of Technology – Mater. Sci. Ed.*, 20(1), 78-82.
- Kahveci, B. ve Özkaya, H., 1991, Soya ve buğday ruşeymi katkılı unların kalitesini düzeltme imkanları üzerinde araştırmalar, *Gıda*, 16(1), 67-77.
- Kamel, B.S. and Hoover, R., 1992, Production of bread using sodium stearoyl lactylate as a replacement for shortening, *Food Research International*, 25, 285-288.
- Karaağaoğlu, N., Karabudak, E., Yavuz, S., Yüksek, O., Dinçer, D., Tosunbayraktar, G., Eren, F.H., 2008, Çeşitli ekmeklerin protein, yağ, nem, kül, karbonhidrat ve enerji değerleri, *Gıda*, 33(1), 19-25.
- Karatekin, E., 2008, Süne zararına uğramış buğday ununun katkı maddeleri kullanılarak ekmeklik kalitesinin iyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Karatekin, E., Özer, M.S., Dizlek, H., Gül, H., 2008, Glikoz oksidaz, heksoz oksidaz ve sitrik asidin süne (eurygaster integriceps) zararına uğramış buğday unundan yapılan ekmeklerin I. hacim verimleri üzerine etkileri, *Akademik Gıda*, 6(4), 7-13.

- Karppinen, S., Myllymaki, O., Forssell, P., Poutanen, K., 2003, Fructan content of rye and rye products, *Cereal Chemistry*, 80, 168-71.
- Kaur, M., Kaushal, P. and Sandhu, K.S., 2013, Studies on physicochemical and pasting properties of Taro (*Colocasia esculenta* L.) flour in comparison with a cereal, tuber and legume flour, *Journal of Food Science and Technology*, 50(1), 94-100.
- Kaya, E., 2007, Ekmek üretiminde kimyasal oksidanlar yerine enzim sistemlerinin kullanımının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- Kedia, G., Vazquez, J.A., Pandiella, S.S., 2008, Fermentability of whole oat flour, peritex flour and bran by *Lactobacillus plantarum*, *Journal of Food Engineering*, 89, 246-249.
- Keeton, J.T., 1991, Altering fat composition of red meat and fish products, In: Food, Fats and Health, Council for Agricultural Science and Technology (CAST), Task Force Report No. 118, 42-51.
- Kellor, R.L., 1974, Defatted soy flour and grits, *Journal of American Oil Chemists Society*, 51, 77-80.
- Khalil, J.K. and Chughtai, M.I.D., 1984, Nutritional evaluation of wheat and maize breads supplemented with a mixture of peanut-chickpea flour, *Qualitas Plantarum – Plant Foods for Human Nutrition*, 34, 285-296.
- Khan, M.I., Anjum, F.M., Hussain, S. and Tariq, M.T., 2005, Effect of soy flour supplementation on mineral and phytate contents of unleavened flat bread (chapatis), *Nutrition and Food Science*, 35(3), 163-168.
- Khan, M.I., Anjum, F.M., Pasha, I., Sameen, A. and Nadeem, M., 2010, Nutritional quality and safety of wheat-soy composite flour chapattis, *British Food Journal*, 114(2), 239-247.
- Khetarpaul, N. and Goyal, R., 2009, Effect of composite flour fortification to wheat flour on the quality characteristics of unleavened bread, *British Food Journal*, 111(6), 554-564.
- Kınık, Ö., 1992, Bazı süt mamüllerinin üretiminde soya sütünden yararlanma olanakları üzerinde araştırmalar, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojileri Anabilim Dalı*, Bornova, İzmir.
- Kim, J.H., Maeda, T., Morita, N., 2006, Effect of fungal α -amylase on the dough properties and bread quality of wheat flour substituted with polished flours, *Food Research International*, 39, 117-126.
- Knuckles, B.E., Hudson, C.A., Chiu, M.M., Sayre, R.N., 1997, Effect of beta-glucan barley fractions in high-fibre bread and pasta, *Cereal Foods World*, 42(2), 94-99.

- Koletta, P., Irakli, M., Papageorgiou, M., Skendi, A., 2014, Physicochemical and technological properties of highly enriched wheat breads with wholegrain non wheat flours, *Journal of Cereal Science*, 60, 561-568.
- Konopka, I., Tanska, M., Faron, A. and Czaplicki, S., 2014, Release of free ferulic acid and changes in antioxidant properties during the wheat and rye bread making process, *Food Science and Biotechnology*, 23(3), 831-840.
- Kopaç Kork, A., 2009, Farklı pişirme koşullarının bazı nohut çeşitlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa.
- Kotancılar, G., Çelik, İ., Ertugay, Z., 1995, Ekmeğin besin değeri ve beslenmedeki önemi, *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(3), 431-441.
- Köstekli, M., 2010, Farklı tahıl unları ve bu unlardan üretilen ekmeklerde proteaz inhibitörlerinin araştırılması: fermantasyon, pişirme ve in vitro sindirimin tripsin ve kimotripsin inhibitör aktivitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir.
- Köten, M., Ünsal, A.S., Atlı, A., 2013, Arpanın insan gıdası olarak değerlendirilmesi, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(2), 51-55.
- Kritchevsky, D., 2001, Dietary fibre in health and disease, In: McCleary, B., Prosky, L. (Eds.), *Advanced dietary fibre technology*, Blackwell Science, London, UK.
- Krog, N., 1981, Theoretical aspects of surfactants in relation to their use in breadmaking, *Cereal Chemistry*, 58, 158-164.
- Kulp, K. and Ponte, J.G., 1981, Staling of white pan bread: Fundamental causes, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 15, 1-48.
- Kumar, K.A., Sharma, G.K., Khan, M.A., Semwal, A.D., 2016, A study on functional, pasting and micro-structural characteristics of multigrain mixes for biscuits, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 10, 274-282.
- Lampart-Szczapa, E., Korczak, J., Nogala-Kalucka, M., Zawirska-Wojtasiak, R., 2003, Antioxidant properties of lupin seed products, *Food Chemistry*, 83(2), 279-285.
- Lee, S. and Inglett, G.E., 2006, Functional characterization of steam jetcooked β -glucan-rich barley flour as an oil barrier in frying batters, *Journal of Food Science*, 71, E308-E313.
- Lee, Y.P., Mori, T.A., Sipsas, S., Barden, A., Puddey, I.B., Burke, V., Hall, R.S., and Hodgson, J.M., 2006, Lupin-enriched bread increases satiety and reduces energy intake acutely, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84(5), 975-980.
- Leon, A.E., Duran, E., and Benedito de Barber, C., 2002, Utilization of enzyme mixtures to retard bread crumb firming, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50, 1416-1419.

- Levent, H. and Bilgiçli, N., 2012, Evaluation of physical, chemical and sensory properties of Turkish flat breads (bazlama and yufka) supplemented with lupin, buckwheat and oat flours, *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 2(5), 89-95.
- Levent, H., Bilgiçli, N. and Ertaş, N., 2015, The assessment of leavened and unleavened flat breads properties enriched with wheat germ, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 7(3), 321-326.
- Li, W. and Beta, T., 2013, Food sources of phenolics compounds. In: K.G. Ramawat, J.M., Merillon (eds.), *Natural Products*, 2527-2558.
- Linko, Y. and Linko, P., 1988, Enzymes in baking. In *Chemistry and Physics of Baking*, Edited by J.M.V. Blanshard, P.J. Frazier, T. Gaillard, The Royal Society of Chemistry, England, 105-116.
- Liu, K., 2004, Soybean as functional foods and ingredients, pp. 1-51, AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- Livingstone, A.S., Feng, J.J., and Malleshi, N.G., 1993, Development of nutritional quality evaluation of weaning foods based on malted, popped and dried wheat and chickpea, *International Journal of Food Science and Technology*, 28, 35-43.
- Luo, Y., Xie, W., Jin, X., Tao, B., Chen, Q. And Zhu, W., 2013, Impact of sprouting pretreatment on phytic acid and polyphenol level of faba bean (*Vicia faba* L.) flour, *International Food Research Journal*, 20(3), 1133-1137.
- Lusas, E.W. and Riaz, M.N., 1995, Soy protein products: processing and use, *Journal Nutrition*, 573S-580S.
- Luz Fernandez, M. and Berry, J.W., 1989, Rheological properties of flour and sensory characteristics of bread made from germinated chickpea, *International Journal of Food Science and Technology*, 24, 103-110.
- MacGregor, A.W., 1993, Barley, in: *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology, and Nutrition*, Macrae, R., Robinson, R.K., and Sadler, M.J., Eds., Academic Press, New York, 308.
- Maeda, T. and Morita, N., 2001, Effect of quality of hard-type polished-graded flour on breadmaking, *Journal of Applied Glycoscience*, 48, 63-70.
- Maeda, T. and Morita, N., 2003, Flour quality and pentosan prepared by polishing wheat grain on breadmaking, *Food Research International*, 36, 603-610.
- Maeda, T., Hashimoto, T., Minoda, M., Tamagawa, S. and Morita, N., 2003, Effects of mutant thermostable α -amylase on rheological properties of wheat dough and bread, *Cereal Chemistry*, 80, 722-727.

- Maeda, T., Kim, J.H. and Morita, N., 2004, Evaluation of various baking methods for polished wheat flours, *Cereal Chemistry*, 81, 660-665.
- Mahmood, M.A., Rakha, A. and Sohail, M., 2015, Comparative study of bread prepared with and without germinated soyabean (*Glycine max*) flour, *Pakistan Journal of Food Sciences*, 25(1), 51-57.
- Majzoobi, M., Farahnaky, A., Nematollahi, Z., Mohammadi Hashemi, M. and Taghipour Ardakani, M.J., 2013, Effect of different levels and particle sizes of wheat bran on the quality of flat bread, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15, 115-123.
- Makinen, O.E. and Arendt, E.K., 2012, Oat malt as a baking ingredient – a comparative study of the impact of oat, barley and wheat malts on bread and dough properties, *Journal of Cereal Science*, 56, 747-753.
- Malek, S., 2013, Kavrulmuş buğday ve arpadan elde edilen unların kek kalitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Malkki, Y. and Virtanen, E., 2001, Gastrointestinal effects of oat bran and oat gum: A review, *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 34(6), 337-347.
- Malkki, Y., 2001, Physical properties of dietary fiber as keys to physiological functions, *Cereal Foods World*, 46, 196-199.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C., and Jimenez, L., 2004, Polyphenols: food sources and bioavailability, *American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.
- Mankan, E., 2008, Hamurun fiziksel özelliklerinin çavdar ekmeğinin kalitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-36.
- Marchetti, L., Cardos, M., Campana, L., Ferrero, C., 2012, Effect of glutens of different quality on dough characteristics and breadmaking performance, *LWT-Food Science and Technology*, 46, 224-231.
- Mariotti, M., Garofalo, C., Aquilanti, L., Osimani, A., Fongaro, L., Tavoletti, S., Hager, A.-S., Clementi, F., 2014, Barley flour exploitation in sourdough bread-making: a technological, nutritional and sensory evaluation, *LWT – Food Science and Technology*, 59, 973-980.
- Marti, A., Cardone, G., Nicolodi, A., Quaglia, L., Pagani, M.A., 2017, Sprouted wheat as an alternative to conventional flour improvers in bread-making, *LWT – Food Science and Technology*, 80, 230-236.
- Martinez-Anaya, M., Devesa, A., Andreu, P., Escriva, C., Collar, C., 1999, Effects of the combination of starters and enzymes in regulating bread quality and shelf life, *Food Science and Technology International*, 5, 263-273.

- Martinez-Anaya, M.A. and Jimenez, T., 1997, Functionality of enzymes that hydrolyse starch and non-starch polysaccharide in breadmaking, *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 205, 209-214.
- Martinez-Villaluenga, C., Torres, A., Frias, J., Vidal-Valverde, C., 2010, Semolina supplementation with processed lupin and pigeon pea flours improve protein quality of pasta, *LWT – Food Science and Technology*, 43, 617-622.
- Mashayekh, M., Mahmoodi, M.R., Entezari, M.H., 2008, Effects of fortification of defatted soy flour on sensory and rheological properties of wheat bread, *International Journal of Food Science Technology*, 43(9), 1693-1698.
- Mayer, S. and Calloway, D. H., 1977, Gastrointestinal response to oat and wheat milling fraction in older woman, *Cereal Chemistry*, 54, 110-119.
- McDermott, E.E., 1985, The properties of commercial glutes, *Cereal Foods World*, 30, 169-171.
- McKechnie, R., 1983, Oat products in bakery foods, *Cereal Foods World*, 28, 635-637.
- McKenzie-Parnell, J.M. and Guthrie, B.E., 1986, The phytate and mineral content of some cereals, cereal products, legumes, legume products, snack bars, and nuts available in New Zealand, *Biological Trace Element Research*, 10, 107-121.
- Menon, L., Majumdar, S.D., Ravi, U., 2015, Development and analysis of composite flour bread, *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), 4156-4165.
- Meral, R. ve Doğan, İ.S., 2009, Fonksiyonel öneme sahip doğal bileşenlerin unlu mamüllerin üretiminde kullanımı, *Gıda*, 34(3), 193-198.
- Messina, M. and Barnes, S., 1991, The role of soy products in reducing risk of cancer, *Journal of National Cancer Institute*, 83, 541-546.
- Michael, J.P., 2002, Indolizidine and quinolizidine alkaloids, *Natural Product Reports*, 19(6), 719-741.
- Michael, J.P., 2003, Indolizidine and quinolizidine alkaloids, *Natural Product Reports*, 20(5), 458-475.
- Michalska, A., Amigo-Benavent, M., Zielinski, H. and Castillo, M.D., 2008, Effect of bread making on formation of maillard reaction products contributing to the overall antioxidant activity of rye bread, *Journal of Cereal Science*, 48, 123-132.
- Michalska, A., Ceglinska, A., Zielinski, H., 2007, Bioactive compounds in rye flours with different extraction rates, *European Food Research and Technology*, 225, 545-551.
- Mikic, A., Mihailovic, V., Cupina, B., Dordevic, V., Stoddard, F.L., 2010, Introduction of novel legume crops in Serbia – white lupin (*Lupinus albus*), *Ratarstvo i povrtarstvo/ Field and Vegetable Crops Research*, 47(1), 21-26.

- Moayedallaie, S., Mirzaei, M., Paterson, J., 2010, Bread improvers: comparison of a range of lipases with a traditional emulsifier, *Food Chemistry*, 122, 495-499.
- Mohammed, I., Ahmed, A.R., and Senge, B., 2012, Dough rheology and bread quality of wheat-chickpea flour blends, *Industrial Crops and Products*, 36, 196-202.
- Mohammed, I., Ahmed, A.R., and Senge, B., 2014, Effects of chickpea flour on wheat pasting properties and bread making quality, *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1902-1910.
- Mondal, A. and Datta, A.K., 2008, Bread baking-a review, *Journal of Food Engineering*, 86, 465-474.
- Mongi, R.J., Ndabikunze, B.K., Chove, B.E., Mamiro, P., Ruhembe, C.C., and Ntwenya, J.G., 2011, Proximate composition, bread characteristics and sensory evaluation of cocoyam-wheat composite breads, *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 11(7).
- Mosleth, E., Uhlen, A.K., 1991, Associations between the composition of gliadins and HMW glutenin subunits and the gluten quality in wheat (*T. aestivum* L.). In gluten proteins, 1990, edited by W. Bushuk and R. Tkachuk, American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Pauli Minnesota, USA, 112-128p.
- Mubarak, A.E., 2001, Chemical, nutritional and sensory properties of bread supplemented with lupin seed (*Lupinus albus*) products, *Food/Nahrung*, 45, 241-245.
- Murty, C.M., Pittaway, J.K., and Ball, M.J., 2010, Chickpea supplementation in an Australian diet affects food choice, satiety and bowel health, *Appetite*, 54(2), 282-288.
- Naik, H.R. and Sekhon, K.S., 2014, Influence of defatted soy flour addition on the quality and stability of pretzel type product, *Journal of Food Science and Technology*, 51(3), 571-576.
- Nasar-Abbas, S.M. and Jayasena, V., 2012, Effect of lupin flour incorporation on the physical and sensory properties of muffins, *Quality Assurance and Safety of Crops and Foods*, 4, 41-49.
- Nazir, F. and Nayik, G.A., 2016, Impact of wheat-barley blending on rheological, textural and sensory attributes of leavened bread, *Journal of Food Processing Technology*, 7, 611.
- Nilsson, M., Saulnier, L., Andersson, R., and Aman, P., 1996, Water unextractable polysaccharides from three milling fractions of rye grain, *Carbohydrate Polymers*, 30, 229-237.

- Nilüfer, D., 2007, Soya ürünlerinde fonksiyonel bileşenlerin karakterizasyonu ve soya ekmeği özelliklerine etkilerinin incelenmesi, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Nilüfer, D., Boyacıoğlu, D., and Vodovotz, Y., 2008, Functionality of soymilk powder and its components in fresh soy bread, *Journal of Food Science*, 73, 275-281.
- Nilüfer-Erdil, D., Serventi, L., Boyacıoğlu, D., Vodovotz, Y., 2012, Effect of soy milk powder addition on staling of soy bread, *Food Chemistry*, 131, 1132-1139.
- Nonaka, M., Tanaka, H., Okiyama, A., Motoki, M., Ando, H., Umeda, K., Matsuura, A., 1989, Polymerization of cereal proteins by Ca²⁺ independent transglutaminase derived from microorganisms, *Agricultural and Biological Chemistry*, 53(10), 2619-2623.
- Nystrom, L., Lampi, A.M., Andersson, A.A, 2008, Phytochemicals and dietary fiber components in rye varieties in the HEALTGRAIN Diversity Screen, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 21, 9758-9766.
- O'Dell, B.L., 1979, Effect of soy proteins on trace mineral bioavailability, p. 187-211. In: Soy Protein and Human Nutrition, H.L. Wilcke, D.T. Hopkins and D.H. Waggle, eds. Academic Press, New York.
- O'Shea, N., Kilcawley, K.N., Gallagher, E., 2016, Influence of α -amylase and xylanase on the chemical, physical and volatile compound properties of wheat bread supplemented with wholegrain barley flour, *European Food Research and Technology*, 242, 1503-1514.
- Oakenfull, D., 1988, Oat bran, does oat bran lower plasma cholesterol, and if so how?, *Csiro Food Research Quarterly*, 48(2), 37-39.
- Oatway, L., Vasanthan, T., Helm, J.H., 2001, Phytic Acid, *Food Reviews International*, 17(4), 419-431.
- Oberleas, D., 1973, Phytates, p. 363-383. In: Toxicants Occuring Naturally in Foods, 2nd ed., National Academy of Sciences, Washington DC.
- Olesen, T., Qi Si, J. and Donelyan, V., 2000, Use of lipase in baking, U.S. Patent No: 6110508, August 29, 2000, Washington, DC: US patent and Trademark Office.
- Oort, M.V., Straaten, F.V. and Laane, C., 1995, Pentosans and pentosanases in bread making, *International Food Ingredients*, 2, 23-27.
- Özkahraman, B.C., Şumnu, G., Şahin, S., 2016, Effect of different flours on quality of legume cakes to be baked in microwave-infrared combination oven and conventional oven, *Journal of Food Science and Technology*, 53(3), 1567-1575.
- Özkaya, B. ve Özkaya, H., 1992, Mısır katkıları unların teknolojik özelliklerine vital gluten ve SSL'in (Na-Stearoyl-2-Lactilate) etkileri, *Gıda*, 17(6), 419-426.

- Özkaya, B., 1993, Bitkisel lif kaynağı olarak yulafın önemi, *Unlu Mamüller Dünyası*, Şubat, 19-23.
- Özkaya, B., 2004a, Ekmeğin fitik asit miktarına çeşit ve ekstraksiyonun etkisi, *Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu*, Ankara.
- Özkaya, B., Özkaya, H., Eren, N., 1998, Değişik tarla bitkilerinden sonra ekilen bazı mercimek çeşitlerinin pişme kaliteleri ve kimyasal özellikleri. 1.verim, bazı özellikler ve pişme kalitesi, *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 3(6), 56-63.
- Özkaya, H., 2004b, Buğday kepeğinin defitinizasyonu için uygun yöntemin belirlenmesi, *Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu*, Ankara.
- Özkaya, H., Özkaya, B., Bayrak, H., Gökçınar, F., 2004, Bulgurun fitik asit içeriğine prosesin etkisi, *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, 54-55.
- Paraskevopoulou, A., Provatidou, E., Tsotsiou, D., Kiosseoglou, V., 2010, Dough rheology and baking performance of wheat flour-lupin protein isolate blends, *Food Research International*, 43, 1009-1016.
- Park, H.-R., Ahn, H.-J., Kim, S.-H., Lee, C.-H., Byun, M.-W., Lee, G.-W., 2006, Determination of the phytic acid levels in infant foods using different analytical methods, *Food Control*, 17, 727-732.
- Parkkonen, T., Heinonen, R. and Autio, K., 1997, A new method for determining the area of cell walls in rye doughs based on fluorescence microscopy and computer-assisted image analysis, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 30, 743-747.
- Pasqualone, A., Caponio, F., Summo, C., Arapi, V., 2004, Characterisation of traditional Albanian breads derived from different cereals, *European Food Research and Technology*, 219, 48-51.
- Paşa, R.E., 2010, Tam buğday ekmeği üretimi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Patel, M.J., Ng, J.H.Y., Hawkins, W.E., Pitts, K.F., Chakrabarti-Belli S., 2012, Effects of fungal α -amylase on chemically leavened wheat flour doughs, *Journal of Cereal Science*, 56, 644-651.
- Pawar, V.S., Pawar, V.D. and Khapre, A.P., 2015, Effect of hydrocolloids on quality characteristic of cereal-legume based extruded product, *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 34(3), 230-234.
- Penfield, M.P. and Campbell, A.M., 1990, Yeast Breads: Flat Breads, *Experimental Food Science*, 3rd Ed., Academic Press, 438-441.
- Peterson, D.M. and Qureshi, A.A., 1993, Genotype and environment effects on tocols of barley and oats, *Cereal Chemistry*, 70, 157.

- Petterson, D.S. and Mackintosh, J.B., 1994, The chemical composition and nutritive value of Australian grain legumes, *Grains Research and Development Corporation*, Canberra.
- Petterson, D.S., 1998, Composition and food uses of lupins. In: J.S. Gladstones, C.A. Atkins and J. Hamblin (Eds.), *Lupins as Crop Plants: Biology, Production and Utilization*, Cab International, Wallingford, Oxfordshire, U.K., pp. 353-384.
- Pihlava, J.-M., Nordlund, E., Heiniö, R.-L., Hietaniemi, V., Lehtinen, P., Poutanen, K., 2015, Phenolic compounds in wholegrain rye and its fractions, *Journal of Food Composition and Analysis*, 38, 89-97.
- Piironen, V., Syvaöja, E.-L., Varo, P., Salminen, K., Koivistoinen, P., 1986, Tocopherols and tocotrienols in cereal products from Finland, *Cereal Chemistry*, 2, 78-81.
- Pollard, N.J., Stoddard, F.L., Popineau, Y., Wrigley, C.W., and MacRitchie, F., 2002, Lupin flours as additives: dough mixing, breadmaking, emulsifying, and foaming, *Cereal Chemistry*, 79(5), 662-669.
- Pomeranz, Y. 1987, *Modern cereal science and technology*, VCH Publishers, Washington.
- Pomeranz, Y., 1986, Constituents of the oat kernel, *Advances in Cereal Science and Technology*, Vol. V, Chapter II, 63-85.
- Pomeranz, Y., 1988, *Wheat Chemistry and Technology*, Vol. 2, AACC Publ., 457-506, Minnesota, USA.
- Pourafshar, S., Rosentrater, K.A., Krishnan, P.G., 2015, Using alternative flours as partial replacement of barbari bread formulation (traditional Iranian bread), *Journal of Food Science and Technology*, 52(9), 5691-5699.
- Pozrl, T., Kopjar, M., Kurent, I., Hribar, J., Janes, A., Simcic, M., 2009, Phytate degradation during breadmaking: the influence of flour type and breadmaking procedures, *Czech Journal of Food Sciences*, 27(1), 29-38.
- Prasad, A.S., 2003, Zinc deficiency, *British Medical Journal*, 326(7386), 409-410.
- Prattley, C.A. and Stanley, D.W., 1982, Protein-phytate interactions in soybeans, I. Localization of phytate in protein bodies and globoids, *Journal Food Biochemistry*, 6, 243-245.
- Primo-Martin, C. and Martinez-Anaya, M.A., 2003a, Influence of pentosanase and oxidases on water-extractable pentosans during a straight breadmaking process, *Journal of Food Science*, 68, 31-41.
- Primo-Martin, C. and Martinez-Anaya, M.A., 2003b, Possibilities of the combined use of pentosanases and oxidases in breadmaking, *Molineria y Panaderia*, 1114, 30-38.

- Primo-Martin, C., Hamer, R.J., Jongh, H.H.J.D., 2006, Surface layer properties of dough liquor components: are they key parameters in gas retention in bread dough, *Food Biophysics*, 1(2), 83-93.
- Primo-Martin, C., Wang, M., Lichtendonk, W.L., Plijter, J.J. and Hamer, R.J., 2005, An explanation for the combined effect of xylanase-glucoseoxidase in dough systems, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1186-1196.
- Punia, S. and Sandhu, K.S., 2015, Functional and antioxidant properties of different milling fractions of Indian barley cultivars, *Carpathian Journal of Food Science and Technology*, 7(4), 19-27.
- Purhagen, J.K., Sjöö, M.E., Eliasson, A.C., 2011, Starch affecting anti-staling agents and their function in freestanding and pan-baked bread, *Food Hydrocolloids*, 25, 1656-1666.
- Pyler, E.J., 1988, Baking Science and Technology, *Sosland Publishing Company*, USA.
- Qarooni, J., 1996, Flat bread technology, pp. 206, Chapman and Hall, NY, USA.
- Qi Si, J., Hansen, T.T., 1994, Effect of lipase on breadmaking in correlation with their effects on dough rheology and wheat lipids. In: Proceedings of the International Symposium AACC/ICC/CCOA, The Association, St. Paul, MN.
- Quail, K.J., 1996, Arabic bread production, pp. 148, AACC Publ., St. Paul, Minnesota, USA.
- Rakha, A., Aman, P. and Andersson, R., 2010, Characterisation of dietary fibre components in rye products, *Food Chemistry*, 119, 859-867.
- Rani, V., Grewal, R.B. and Khetarpaul, N., 2013, Physical characteristics of baked and extruded products prepared using pulses and coarse cereal grains, *Annals of Biology*, 29(1), 100-105.
- Ranum, P. and DeStefanis, V.A., 1990, Use of fungal α -amylase in milling and baking, *Cereal Food World*, 35, 931-933.
- Rasiah, I.A., Sutton, K.H., Low, F.L., Lin, H.-M, Gerrard, J.A., 2005, Crosslinking of wheat dough proteins by glucose oxidase and the resulting effects on bread and croissants, *Food Chemistry*, 89, 325-332.
- Reddy, N.R. and Sathe, S.K., 2002, Food Phytates, Boca Raton, London, New York, Washington D.C., Pg. 257.
- Reddy, N.R., Sathe, S.K. and Salunkhe, D.K., 1982, Phytates in legumes and cereals. Page I in: Adv. Food Res. Vol. 28. C.O. Chichester, E.M. Mrak and G.F. Stewart, eds. Academic Press: New York.

- Renzetti, S., Courtin, C.M., Delcour, J.A., Arendt, E.K., 2010, Oxidative and proteolytic enzyme preparations as promising improvers for oat bread formulations: rheological, biochemical and microstructural background, *Food Chemistry*, 119, 1465-1473.
- Riaz, M.N., 2001, Uses and benefits of soy fiber, *Cereal Foods World*, 46, 98-100.
- Rickard, S.E. and Thompson, L.U., 1997, Interactions and biological effects of phytic acid. In F. Shahidi (Ed.), *Antinutrients and phytochemicals in food*, ACS symposium series (662, pp. 294-312.), Washington DC: American Chemical Society.
- Rieder, A., Holtekjølen, A.K., Sahlstrøm, S., Moldestad, A., 2012, Effect of barley and oat flour types and sourdoughs on dough rheology and bread quality of composite wheat bread, *Journal of Cereal Science*, 44-52.
- Rizzello, C.G., Calasso, M., Campanella, D., De Angelis, M., Gobbetti, M., 2014, Use of sourdough fermentation and mixture of wheat, chickpea, lentil and bean flours for enhancing the nutritional, texture and sensory characteristics of white bread, *International Journal of Food Microbiology*, 180, 78-87.
- Rizzello, C.G., Nionelli, L., Coda, R., Cagno, R.D., Gobbetti, M., 2010, Use of sourdough fermented wheat germ for enhancing the nutritional, texture and sensory characteristics of the white bread, *European Food Research and Technology*, 230, 645-654.
- Rizzello, C.G., Verni, M., Bordignon, S., Gramaglia, V., Gobbetti, M., 2017, Hydrolysate from a mixture of legume flours with antifungal activity as an ingredient for prolonging the shelf-life of wheat bread, *Food Microbiology*, 64, 72-82.
- Roccia, P., Ribotta, P.D., Ferrero, C., Perez, G.T., Leon, A.E., 2012, Enzymes action on wheat-soy dough properties and bread quality, *Food and Bioprocess Technology*, 5, 1255-1264.
- Rocha, J.M. and Malcata, F.X., 2012, Microbiological profile of maize and rye flours, and sourdough used for the manufacture of traditional Portuguese bread, *Food Microbiology*, 31, 72-88.
- Roopashri, A.N. and Varadaraj, M.C., 2015, Functionality of phytase of *Saccharomyces cerevisiae* MTCC 5421 to lower inherent phytate in selected cereal flours and wheat/pearl millet-based fermented foods with selected probiotic attribute, *Food Biotechnology*, 29, 131-155.
- Rosell, C.M., Haros, M., Escriva, C., Benedito de Barber, C., 2001, Experimental approach to optimize the use of α -amylases in bread making, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2973-2977.

- Rouau, X. and Moreau, D., 1993, Modification of some physicochemical properties of wheat flour pentosans by an enzyme complex recommended for baking, *Cereal Chemistry*, 70, 626-632.
- Rouau, X. and Surget, A., 1998, Evidence for the presence of a pentosanase inhibitor in wheat flours, *Journal of Cereal Science*, 28, 63-70.
- Rouau, X., El-Hayek, M.L., Moreau, D., 1994, Effect of an enzyme preparation containing pentosanases on the bread-making quality of flours in relation to changes in pentosan properties, *Journal of Cereal Science*, 19, 259-272.
- Rumiyati, Jayasena, V., James, A.P., 2013, Total phenolic and phytosterol compounds and the radical scavenging activity of germinated Australian sweet lupin flour, *Plant Foods for Human Nutrition*, 68, 352-357.
- Sabanis, D. and Tzia, C., 2009, Effect of rice, corn and soy flour addition on characteristics of bread produced from different wheat cultivars, *Food and Bioprocess Technology*, 2, 68-79.
- Sabanis, D., Lebesi, D., Tzia, C., 2009, Effects of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread, *Food Science and Technology*, 42, 1380-1389.
- Sahlström, S. and Brathen, E., 1997, Effects of enzyme preparations for baking, mixing time and resting time on bread quality and bread staling, *Food Chemistry*, 58, 75-80.
- Salmenkallio-Marttila, M., Katina, K. and Autio, K., 1999, Enzyme effects on bread quality and microstructure in high-fibre baking, 2nd European Symposium on Enzymes in Grain Processing, 8-10 December, Helsinki, Finland, 201-205.
- Salmenkallio-Marttila, M., Roininen, K., Autio, K., and Lahteenmaki, L., 2004, Effects of gluten and transglutaminase on microstructure, sensory characteristics and instrumental texture of oat bread, *Journal of Agricultural and Food Science*, 13, 138-150.
- Sanderson, G.R., 1996, Gums and their use in food systems, *Food Technology*, 3, 81-84.
- Sanful, R.E. and Darko, S., 2010, Utilization of soybean flour in the production of bread, *Pakistan Journal of Nutrition*, 9(8), 815-818.
- Sanz Penella, J.M., Collar, C., Haros, M., 2008, Effect of wheat bran and enzyme addition on dough functional performance and phytic acid levels in bread, *Journal of Cereal Science*, 48, 715-721.
- Schoenlechner, R., Szatmari, M., Bagdi, A., Tömösközi, S., 2013, Optimisation of bread quality produced from wheat and proso millet (*Panicum miliaceum L.*) by adding emulsifiers, transglutaminase and xylanase, *LWT - Food Science and Technology*, 51, 361-366.

- Seguchi, M. and Abe, M., 2003, Effect of Welsh Onion (*Allium fistulosum* L.) on bread making properties, *Journal of Food Science*, 68, 1810-1813.
- Senthil, A., Ravi, R., Bhat, K.K., Seethalakshmi, M.K., 2002, Studies on the quality of fried snacks based on blends of wheat flour and soya flour, *Food Quality and Preference*, 13, 267-273.
- Seravalli, E.A.G., Iguti, A.M., Santana, I.A., Filho, F.F., 2011, Effects of application of transglutaminase in wheat proteins during the production of bread, *Procedia Food Science*, 1, 935-942.
- Serpen, A., Gökmen, V., Mogol, B.A., 2012, Effects of different grain mixtures on maillard reaction products and total antioxidant capacities of breads, *Journal of Food Composition and Analysis*, 26, 160-168.
- Serrem, C.A., De Kock, H.L., and Taylor, J.R.N., 2011, Nutritional quality, sensory quality and consumer acceptability of sorghum and bread wheat biscuits fortified with defatted soy flour, *International Journal of Food Science and Technology*, 46, 74-83.
- Serventi, L., Jensen, S., Skibsted, L.H., Kidmose, U., 2016, Addition of enzymes to improve sensory quality of composite wheat-cassava bread, *European Food Research and Technology*, 242, 1245-1252.
- Serventi, L., Skibsted, L.H., Kidmose, U., 2016, Individual and combined effects of water addition with xylanases and laccase on the loaf quality of composite wheat-cassava bread, *European Food Research and Technology*, 242, 1663-1672.
- Servi, S., Özkaya, H., Çolakoğlu, A.S., 2008, Dephytinization of wheat bran by fermentation with bakers' yeast, incubation with barley malt flour and autoclaving at different pH levels, *Journal of Cereal Science*, 48, 471-476.
- Shah, A.R., Shah, R.K., Madamwar, D., 2006, Improvement of the quality of whole wheat bread by supplementation of xylanase from *aspergillus foetidus*, *Bioresource Technology*, 97, 2047-2053.
- Shahidi, F. and Naczk, M., 1995, Food phenolics: sources, chemistry, effects, applications, Technomic Publishing Companies Inc., 851 New Holland Avenue, Box 3535, Lancaster, Pennsylvania, 17604, USA, 331p.
- Shamsuddin, A.M., Vucenik, I. and Cole, K.E., 1997, IP₆: A novel anti-cancer agent, *Life Science*, 61, 343-354.
- Sharma, P., Gujral, H.S., 2014, Cookie making behavior of wheat-barley flour blends and effects on antioxidant properties, *Food Science and Technology*, 55, 301-307.
- Sharma, S., Sekhon, K.S. and Nagi, H.P.S., 1995, Legume supplemented flat bread: nutritive value, textural and organoleptic changes during storage, *Journal of Food Processing and Preservation*, 19(3), 207-222.

- Shewry, P.R., Tatham, A.S., Lazzeri, P., 1997, Biotechnology of wheat quality, *Journal Science Food Agriculture*, 73, 397-406.
- Shin, D.-J., Choi, I., Yokoyama, W.H., Kim, M.-J., Kim, Y., 2014, Decreased fat accumulation in 3T3-L1 pre-adipocytes treated with extracts of heat-processed soy flour and breads, *International Journal of Food Science and Technology*, 49, 759-767.
- Shogren, R.L., Mohamed, A.A., and Carriere, C.J., 2003, Sensory analysis of whole wheat/soy flour breads, *Journal of Food Science*, 68(6), 2141-2145.
- Si, J.Q. and Drost-lustenberger, C., 2001, Novamyl – A true anti-staling enzyme, Madrid: *The Meeting at IATA*.
- Si, J.Q., 1997, Synergistic effect of enzymes for breadmaking, *Cereal Foods World*, 42, 802-807.
- Sidhu, J.S., Kabir, Y. and Huffman, F.G., 2007, Functional foods from cereal grains, *International Journal of Food Properties*, 10, 231-244.
- Siger, A., Czubinski, J., Kachlicki, P., Dwiecki, K., Lampart-Szczapa, E., Nogala-Kalucka, M., 2012, Antioxidant activity and phenolic content in three lupin species, *Journal of Food Composition and Analysis*, 25(2), 190-197.
- Simurina, O.D., Filipcev, B.V., Ikonc, B.B., Bodroza-Solarov, M.I., Plavsic, D.V., Jevtic-Mucibabic, R.C., Psodorov, D.B., 2011, Effect of transglutaminase and ascorbic acid on the properties of dough and bread made from low quality flour, Proceedings of the 6th International Congress Flour-Bread'11, 8th Croatian Congress of Cereal Technologists, Opatija, Croatia, 12-14 October.
- Singh, N., Harinder, K., Sekhon, K.S., Kaur, B., 1991, Studies on the improvement of functional and baking properties of wheat-chickpea flour blends, *Journal of Food Processing and Preservation*, 15(6), 391-402.
- Singh, U., Williams, P.C., Petterson, D.S., 1997, Processing and grain quality of cool season food legumes to meet the market demands, In Proceedings, *International Food Legume Research Conference (26-30 September 1997)*, Adelaide, Australia.
- Siswoyo, T.A., Tanaka, N., Morita, N., 1999, Effects of lipase combined with α -amylase on retrogradation of bread, *Food Science and Technology Research*, 5, 356-361.
- Skendi, A., Biliaderis, C.G., Papageorgiou, M., Izydorczyk, M.S., 2010, Effects of two barley β -glucan isolates on wheat flour dough and bread properties, *Food Chemistry*, 119, 1159-1167.
- Skrbic, B. and Cvejanov, J., 2011, The enrichment of wheat cookies with high-oleic sunflower seed and hull-less barley flour: impact on nutritional composition, content of heavy elements and physical properties, *Food Chemistry*, 124, 1416-1422.

- Skrbic, B., Milovac, S., Dodig, D., Filipcev, B., 2009, Effects of hull-less barley flour and flakes on bread nutritional composition and sensory properties, *Food Chemistry*, 115, 982-988.
- Skujins, S., 1998, Handbook for ICP-AES (Vartian-Vista). A Short Guide to Vista Series ICP-AES Operation, Variant Int. AG, Zug, version 1.0, Switzerland.
- Slavin, J., 2004, Whole grains and human health, *Nutrition Research Reviews*, 17, 99-110.
- Slinkard, K. and Singelton, V.L., 1977, Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods, *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1), 49-55.
- Soong, Y.Y., Tan, S.P., Leong, L.P., Henry, J.K., 2014, Total antioxidant capacity and starch digestibility of muffins baked with rice, wheat, oat, corn and barley flour, *Food Chemistry*, 164, 462-469.
- Söderholm, P.P., Alfthan, G., Tikkanen, M.J., Adlercreutz, H., 2012, Rye bread intake improves oxidation resistance of LDL in healthy humans, *Atherosclerosis*, 221, 583-586.
- Sprössler, B.G., 1997, Xylanases in baking. In: proceedings of the first European symposium on enzymes in grain processing (S.A.G.F. Angelino et al., eds), TNO Nutrition and Food Research Institute, The Netherlands, pp. 177-187.
- Sreerama, Y.N., Sashikala, V.B., Pratape, V.M., Singh, V., 2012, Nutrients and antinutrients in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: Evaluation of their flour functionality, *Food Chemistry*, 131, 462-468.
- Sripriya, G., Antony, U., Chandra, T.S., 1997, Changes in carbohydrates, free amino acids, organic acids, phytate and HCl extractability of minerals during germination and fermentation of finger millet, *Food Chemistry*, 58, 345-250.
- Stampfli, I. and Nersten, B., 1995, Emulsifiers in bread making, *Food Chemistry*, 52, 353-360.
- Stauffer, C.E., 1990, Functional additives for bakery foods, New York: An AVI Book.
- Stauffer, C.E., 2002, Soy protein in baking, Ed. ASA Europe and Maghreb, Cincinnati, 10 July 2002, pp. 4,14.
- Steffolani, M.E., Ribotta, P.D., Perez, G.T., Leon, A.E., 2010, Effect of glucose oxidase, transglutaminase, and pentosanase on wheat proteins: relationship with dough properties and bread-making quality, *Journal of Cereal Science*, 51, 366-373.

- Steffolani, M.E., Ribotta, P.D., Perez, G.T., Leon, A.E., 2012, Combinations of glucose oxidase, α -amylase and xylanase affect dough properties and bread quality, *International Journal of Food Science and Technology*, 47, 525-534.
- Steffolani, M.E., Ribotta, P.D., Perez, G.T., Puppo, M.C., Leon, A.E., 2012, Use of enzymes to minimize dough freezing damage, *Food Bioprocess Technology*, 5, 2242-2255.
- Steinke, F.H., 1992, Nutritional value of soybean protein foods. In: Waggle, D.H., Steinke, F.H., and Volgarev, M.N., Eds. *New Protein Foods in Human Health: Nutrition, Prevention, and Therapy*. Boca Raton, FL: CRC Press, 59-66.
- Su, D., Ding, C., Li, L., Su, D., Zheng, X., 2005, Effect of endoxylanases on dough properties and making performance of Chinese steamed bread, *European of Food Research and Technology*, 220, 540-545.
- Sujak, A., Kotlarz, A., Strobel, W., 2006, Compositional and nutritional evaluation of several lupin seeds, *Food Chemistry*, 98, 711-719.
- Sullivan, P., O'flaherty, J., Brunton, N., Arendt, E., Gallagher, E., 2010, Fundamental rheological and textural properties of doughs and breads produced from milled pearled barley flour, *European Food Research and Technology*, 231, 441-453.
- Symons, L.J. and Brennan, C.S., 2004, The influence of (1-3)(1-4)- β -D-glucan-rich fractions from barley on the physicochemical properties and in vitro reducing sugar release of *white* wheat breads, *Journal of Food Science*, 69, C463-C467.
- Şahin, M., Akçura, M., Göçmen Akçacık, A., Aydoğan, S., 2007, Glikoz oksidaz enziminin süne zararlı buğday unlarının hamur ve ekmek özellikleri üzerine etkisi, *Bitkisel Araştırma Dergisi*, 1, 24-28.
- Tamstorf, S., Jonsson, T., Krog, N., 1987, The role of fats and emulsifiers in baked products. In J.M.V. Blanshard, P.J. Frazier and T. Gaillard (Eds.), *Chemistry and physics of baking* (pp. 75-88), London: The Royal Society of Chemistry.
- Tariqul Islam, A.F.M., Chowdhury, M.G.F., Islam, M.N. and Islam, M.S., 2007, Standardization of bread preparation from soy flour, *International Journal of Sustainable Crop Production*, 2(6), 15-20.
- Thavarajah, D., and Thavarajah, P., 2012, Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) micronutrient composition: Biofortification opportunities to combat global micronutrient malnutrition, *Food Research International*, 49(1), 99-104.
- Tilley, K.A., Benjamin, R.E., Bagorogoza, K.E., Okot-Kotber, B.M., Prakash, O., and Kwen, H., 2001, Tyrosine cross-links: molecular basis of gluten structure and function, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2627-2632.
- Tiwari, U., Cummins, E., Sullivan, P., Flaherty, J.O., Brunton, N., Gallagher, E., 2011, Probabilistic methodology for assessing changes in the level and molecular weight of barley β -glucan during bread bakery, *Food Chemistry*, 124, 1567-1576.

- Torres, K.B., Quintos, N.R., Necha, L.L., and Wink, M., 2002, Alkaloid profile of leaves and seeds of *Lupinus hintonii* C.P., Smith, *Zeitung fuer Naturforschung [C]*, 57(3-4), 243-247.
- Trogh, I., Courtin, C.M., Andersson, A.A.M., Aman, P., Sorensen, J.F., Delcour, J.A., 2004, The combined use of hull-less barley flour and xylanase as a strategy for wheat/hull-less barley flour breads with increased arabinoxylan and (1-3, 1-4)- β -D-glucan levels, *Journal of Cereal Science*, 40, 257-267.
- Trogh, I., Courtin, C.M., Goesaert, H., Delcour, J.A., Andersson, A.A.M., Aman, P., Fredriksson, H., Pyle, D.L., Sørensen, J.F., 2005, From hull-less barley and wheat to soluble dietary fibre-enriched bread, *Cereal Foods World*, 50, 253-258.
- Tuncel, N.B., Yılmaz, N., Kocabıyık, H., Uygur, A., 2014, The effect of infrared stabilized rıca bran substitution on B vitamins, minerals and phytic acid content of pan breads: part II, *Journal of Cereal Science*, 59, 162-166.
- Türk, M. and Sandberg, A.S., 1992, Phytate degradation during breadmaking: effect of phytase addition, *Journal of Cereal Science*, 15, 281-294.
- Türk, M., Carlsson, N.G., Sandberg, A.S., 1996, Reduction in the levels of phytate during wholemeal bread making: effect of yeast and wheat phytases, *Journal of Cereal Science*, 23, 257-264.
- Uthayakumaran, S., Gras, P.W., Stoddard, F.L., Bekes, E., 1999, Effect of varying protein content and glutenin-to-gliadin ratio on the functional properties of wheat dough, *Cereal Chemistry*, 76(3), 389-394.
- Ünal, S.S., 1980, Türkiye ekmek sanayinde katkı maddelerinin önemi, *Gıda*, Yıl:5, Sayı:4.
- Üstün, Ö. and Çelik, İ., 2011, Phytase activity of wheat, barley and corn grains during germination and effect of germinated grain flour addition on bread quality, *Akademik Gıda*, 9(6), 6-12.
- Van der Zalm, E.E.J., Van der Goot, A.J., Boom, R.M., 2011, Quality of shear fractionated wheat gluten – comparison to commercial vital wheat gluten, *Journal of Cereal Science*, 53, 154-159.
- Van Steertegem, B., Pareyt, B., Brijs, K., Delcour, J.A., 2013, Impact of mixing time and sodium stearoyl lactylate on gluten polymerization during baking of wheat flour dough, *Food Chemistry*, 141, 4179-4185.
- Var, İ., 1999, Soya fasulyesinin gıda endüstrisinde ve beslenmedeki yeri ve değeri, *Gıda Bilimi ve Teknolojisi*, 3(4), 74-88.
- Vinkx, C.J.A., Delcour, J.A., 1996, Rye (*Secale cereale* L) arabinoxylans: a critical review, *Journal of Cereal Science*, 24, 1-14.

- Vukic, M., Mastilovic, J., Torbica, A., 2014, Study of oxidative improvers on rheological properties of wheat dough, 7th International Congress Flour-Bread '13 and 9th Croatian Congress of Cereal Technologists, 16-18 October 2013, Opatija, Croatia, Proceedings, pp. 128-133.
- Wang, J., Rosell, C.M., Benedito de Barber, C., 2002, Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality, *Food Chemistry*, 79, 221-226.
- Wang, L., Newman, R.K., Newman, C.W., Jackson, L.L., and Hofer, P.J., 1993, Tocotrienol and fatty acid composition of barley oil and their effects on lipid metabolism, *Plant Foods Human Nutrition*, 43, 9.
- Wang, R., Koutinas, A.A., and Campbell, G.M., 2007, Dry processing of oats – Application of dry milling, *Journal of Food Engineering*, 82, 559-567.
- Wani, I.A., Sogi, D.S., Sharma, P., Gill, B.S., 2016, Physicochemical and pasting properties of unleavened wheat flat bread (chapatti) as affected by addition of pulse flour, *Cogent Food and Agriculture*, 2(1), 1124486.
- Wysocka, W. and Brukwicki, T., 1998, Lupin alkaloids; I. Reinvestigation of the structure of *N*-methylalbine, *Planta Medica*, 54(6), 522-523.
- Yadav, R.B., Yadav, B.S., Dhull, N., 2012, Effect of incorporation of plantain and chickpea flours on the quality characteristics of biscuits, *Journal of Food Science and Technology*, 49(2), 207-213.
- Yakar, T., 2010, Ekşi hamur, buğday, çavdar, yulaf tam unu katkılı ekmeklerin kalitatif özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Yamsaengsung, R., Schoenlechner, R., and Berghofer, E., 2010, The effects of chickpea on the functional properties of white and whole wheat bread, *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 610-620.
- Yarpuz, D., 2011, Glutensiz ekmek üretimi üzerine araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Yıldız, G. and Bilgiçli, N., 2012, Effects of whole buckwheat flour on physical, chemical, and sensory properties of flat bread, lavaş, *Czech Journal of Food Sciences*, 30(6), 534-540.
- Yıldız, G. and Bilgiçli, N., 2015, Utilisation of buckwheat flour in leavened and unleavened Turkish flat breads, *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 7(2), 207-215.
- Yıldız, G., 2009, Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ununun geleneksel Türk ekmeklerinde kullanılma imkanları üzerine araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.

- Yıldız, M., 2012, Karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) ve lüpen (*Lupinus albus* L.) unlarının glutensiz bisküvi üretiminde kullanımı üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Yorgancılar, M. and Bilgiçli, N., 2012, Chemical and nutritional changes in bitter and sweet lupin seeds (*Lupinus albus* L.) during bulgur production, *Journal of Food Science and Technology*.
- Yücecan, S., 1991, Besinlerin zenginleştirilmesi, *Gıda*, 16(4), 269-275.
- Yürür, N., 1998, Serin İklim Tahılları (Tahıllar – I), İkinci Baskı, *Uludağ Üniversitesi Yayınları*, Yayın No: 7-030-0256, Bursa.
- Zafar, T.A., Al-Hassawi, F., Al-Khulaifi, F., Al-Rayyes, G., Waslien, C., Huffman, F.G., 2015, Organoleptic and glycemic properties of chickpea-wheat composite breads, *Journal of Food Science and Technology*, 52(4), 2256-2263.
- Zeng, J., Gao, H., Li, G., Liang, X., 2011, α -amylase and glucose oxidase as promising improvers for wheat bread, *Fourth International Conference on Information and Computing*, 522-524.
- Zhang, J.X., Lundin, E., Reuterving, C.O., Hallmans, G., Stenling, R., Westerlund, E., Aman, P., 1990, Effect of rye bran, oat bran and soybean fibre on lipid and bile metabolisms, and gallbladder morphology in male syrian hamsters, In: Southgate, D.A.T., Waldron, K., Johnson, I.T., Fenwick, G.R. (Eds.), Proceedings of fibre 90, dietary fibre: Chemical and biological aspects, *The Royal Society of Chemistry Norwich, UK* (Special Publication 83).

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Elif YAVER
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Ağrı – 05.11.1989
e-mail : elifyaver@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Gebze Lisesi, Gebze, KOCAELİ	2005
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Müh. Böl., Selçuklu, KONYA	2011
Yüksek Lisans :	Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens., Meram, KONYA	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2012	Hasat Pastacılık Ltd. Şti.	Kalite Müdürü
2013-Devam ediyor	Selva Gıda San. A.Ş.	Kalite Güvence ve Ar-Ge Sorumlusu

UZMANLIK ALANI: Tahıl Ürünleri Teknolojisi

YABANCI DİLLER: İngilizce, Arapça, Almanca