



**T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**BAZI DEĞİRMENCİLİK YAN ÜRÜNLERİNİN
KEK ÜRETİMİNDE KULLANIMI**

Nurşen ÇAKIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Kasım-2018
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Nurşen ÇAKIR tarafından hazırlanan “Bazı değirmencilik yan ürünlerinin kek üretiminde kullanımı” adlı tez çalışması 15/11/2018 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

İmza

Başkan

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Üye

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Sultan ARSLAN TONTUL

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet AVCI
FBE Müdürü

Bu tez çalışması NEÜ BAP koordinatörlüğü tarafından 131319001 nolu 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.

Nurşen ÇAKIR

15.11.2018

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI DEĞİRMENCİLİK YAN ÜRÜNLERİNİN KEK ÜRETİMİNDE KULLANILMASI

Nurşen ÇAKIR

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2018, 64 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Doç. Dr. Nilgün ERTAŞ

Dr. Öğr. Üyesi Sultan ARSLAN TONTUL

Bu çalışmada, değirmenin farklı kısımlarından elde edilen değirmencilik yan ürünleri (kabuk soyucu kepeği, kaba kepek, ince kepek ve ruşeym), ksilanaz enzimi ile muamele edildikten sonra, farklı oranlarda (%0, 10, 20 ve 30) kek üretiminde kullanılmıştır. Kek hamurlarında pH ve yoğunluk, kek örneklerinde ise bazı fiziksel (renk, hacim, simetri ve tekdüzelik indeksleri ve sertlik), kimyasal (kül, protein, yağ, selüloz, fitik asit ve mineral madde) ve duyuşsal özellikler belirlenmiştir. Kek hamuru özellikleri üzerinde değirmencilik yan ürünü (DYÜ) çeşidi, DYÜ oranı ve ksilanaz enzimi muamelesi faktörleri önemli bulunmamıştır. Kek üretiminde artan oranda DYÜ kullanılması ya da ksilanaz uygulaması kek içi ve kabuğunda L* ve b* değerini düşürmüştür. Kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan keklerin hacmi, kaba kepek ve ruşeym kullanılarak hazırlanan keklerin hacminden yüksek bulunmuştur. Genel olarak artan DYÜ oranları hacim değerini olumsuz etkilemiş ve sertliği artırmıştır. Ksilanaz uygulaması hacim değerlerinde artış, sertlikte ise azalmaya sebep olarak, kek kalitesini olumlu yönde etkilemiştir. Kabuk soyucudan elde edilen kepek, kek örneklerinin kül, selüloz, Ca ve Fe miktarını, diğer DYÜne göre daha fazla artırmıştır. Ruşeym; protein, Zn ve Mn miktarını en fazla artıran DYÜ olurken, kaba kepek kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde K ve P ile birlikte fitik asit açısından daha fazla artış gerçekleşmiştir. Kek formülasyonunda artan oranda DYÜ kullanılması genel olarak kül, protein, yağ, selüloz, fitik asit, makro ve mikro elementlerin miktarının artmasına neden olmuştur. %30 DYÜ kullanım oranının, tüm kek örneklerinde genel beğeni değerini düşürdüğü, ruşeymin %10-20 kullanım oranlarının şahit örnekten yüksek ya da eşdeğer genel beğeni puanı verdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak; DYÜnin kek üretiminde kullanımı, kekin besleyici değeri üzerinde olumlu etki yaratırken, fitik asit miktarında da bir miktar artışa neden olmuştur. Yüksek oranda DYÜ kullanımının, kekin fiziksel ve duyuşsal özellikleri üzerinde olumsuz etkileri belirlenmiştir. DYÜnin ksilanaz enzimi muamelesinden sonra kek üretiminde kullanımı ile kek fiziksel özelliklerinden hacim ve sertlik değerleri üzerinde kısmi düzeltici etkisi gerçekleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kek, kepek, ksilanaz, ruşeym, yan ürün

ABSTRACT

MS THESIS

USAGE OF SOME MILLING BY-PRODUCTS ON CAKE PRODUCTION

Nurşen ÇAKIR

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

Advisor: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2018, 64 Pages

Jury

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Assoc. Prof. Dr. Nilgün ERTAŞ

Asist. Prof. Dr. Sultan ARSLAN TONTUL

In this study, milling by-products (bran from debranning system, coarse bran, fine bran and wheat germ) obtained from different parts of the mill were used in the production of cake at different ratios (0, 10, 20 and 30%) after being treated with xylanase enzyme. pH and density of cake dough, and some physical (color, volume, symmetry and uniformity index and hardness), chemical (ash, protein, fat, cellulose, phytic acid and mineral matter) and sensory properties of cake samples were determined. Milling by-product (MBP) type, MBP ratio and xylanase enzyme application factors were not significant on the cake dough characteristics. Increasing MBP ratio in cake formulation or xylanase application reduced the L* and b* values of cake crust and crumbs. The volume of cakes prepared using bran from debranning system was found higher than the volume of cakes prepared using coarse bran and wheat germ. In general, increasing MBP ratio negatively affected volume values of cakes and increased crumb hardness. The application of xylanase resulted in increase on volume values and decrease in the hardness. Bran obtained from debranning system increased the amount of ash, cellulose, Ca and Fe of cake samples more than the other MBP. Wheat germ increased the amount of protein, Zn and Mn content of cake to the greatest extent, whereas the highest increment in terms of K, P and phytic acid content were obtained in the cake samples prepared with coarse bran. Increasing ratios of MBP in cake formulations generally increased the amount of ash, protein, fat, cellulose, phytic acid, macro and micro elements. It was determined that 30% usage ratio of MBP reduced the overall acceptability value of all cake samples, and 10-20% usage ratio of wheat germ gave similar or higher overall acceptability scores to control cake. As a result; the usage of MBP in cake production had a positive effect on the nutritive value of cake, while it resulted in a slight increase in the amount of phytic acid. Adverse effects of high usage ratios of MBP on the physical and sensory properties of the cake were determined. The use of MBP after the treatment by xylanase enzyme, had an improving effect on the physical properties of cake such as volume and hardness values.

Keywords: Bran, by-product, cake, xylanase, wheat germ

ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanması sırasında, yardımlarını, desteğini ve fikirlerini esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ'ye, çalışmalarımın her aşamasında bana destek ve yardımlarını esirgemeyen değerli eşim Mustafa Murat ÇAKIR'a ve değerli arkadaşlarım Gizem AVCIOĞLU BÜYÜKERGÜN ve Elif YAVER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Her konuda bana destek ve yardımcı olan sevgili ailem ve canım kızım Ceren Ece ÇAKIR'a da teşekkürü bir borç bilirim.

Nurşen ÇAKIR
KONYA-2018



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Materyal	14
3.2. Yöntem.....	14
3.2.1. Deneme planı	14
3.2.2. Ksilanaz uygulaması	14
3.2.3. Kek üretimi	14
3.2.4. Laboratuvar analizleri	15
3.2.4.1. Un analizleri.....	15
3.2.4.2. Kek hamuru analizleri.....	15
3.2.4.3. Kek analizleri	15
3.2.4.3.1. Renk tayini	15
3.2.4.3.2. Hacim.....	16
3.2.4.3.3. Simetri ve tekdüzelik indeksleri	16
3.2.4.3.4. Sertlik tayini.....	16
3.2.4.4. Kimyasal analizler	16
3.2.4.4.1. Su tayini	16
3.2.4.4.2. Kül tayini	17
3.2.4.4.3. Ham protein tayini	17
3.2.4.4.4. Ham yağ tayini	17
3.2.4.4.5. Ham selüloz tayini	17
3.2.4.4.6. Fitik asit tayini	17
3.2.4.4.7. Mineral madde tayini	17
3.2.4.5. Duyusal analizler	18
3.2.5. İstatistiki analizler.....	18
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	19
4.1. Hammaddelere Ait Analiz Sonuçları	19
4.2. Kek Hamuru ve Kek Özellikleri	22
4.2.1. Kek hamuru özellikleri	22
4.2.2. Kek renk değerleri	25
4.2.2.1. Kek içi renk değerleri	25
4.2.2.2. Kek kabuğu renk değerleri.....	27

4.2.3. Kek fiziksel özellikleri	30
4.2.4. Kek kimyasal özellikleri	34
4.2.5. Kek duyuşal özellikleri	47
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	50
KAYNAKLAR	52
ÖZGEÇMİŞ	64



SİMGELER VE KISALTMALAR

a*	: (+) kırmızı, (-) yeşil renk değeri
b*	: (+) sarı, (-) mavi renk değeri
BU	: Brebender ünitesi
Ca	: Kalsiyum
cm	: Santimetre
Cu	: Bakır
DATEM	: Monogliseritlerin diasetik tartarik asit esterleri
dk	: Dakika
DYÜ	: Değirmencilik yan ürünü
FDA	: Food and drug association
Fe	: Demir
FU	: Yumuşama derecesi
g	: Gram
IU	: International unit
İK	: İnce kepek
K	: Potasyum
KBrO ₃	: Potasyum bromat
kg	: Kilogram
KK	: Kaba kepek
KSK	: Kabuk soyucu kepek
L*	: Parlaklık renk değeri
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
Mn	: Mangan
N	: Azot
°C	: Santigrat derece
P	: Fosfor
Pa	: Pascal
ppm	: part per million
RŞ	: Ruşeym
SI	: Doygunluk indeksi
sn	: Saniye
SSL	: Sodyum steorol 2-laktilat
Zn	: Çinko
µg	: Mikrogram
µm	: Mikrometre

1. GİRİŞ

Buğday dünyada en fazla üretimi yapılan tahıl çeşidi olup, yüzyıllardır insan gıdası olarak önemini korumaktadır. Buğdayın öğütülmesi sonucu elde edilen un, pek çok hububat ürününün üretilmesinde hammadde olarak kullanılmakta ve bu ürünler günlük enerji ihtiyacımızın %50'den fazlasını karşılamaktadır. Ülkemizde faal olarak çalışan 677 adet un fabrikasının fiili kapasitesi 17.835.468 ton/yıl'dır. Buğdayın öğütülmesi esnasında rafine beyaz buğday ununun yanı sıra değirmenin farklı bölümlerinden, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip yan ürünler elde edilmektedir. Bu yan ürünler, beyaz unun teknolojik kalitesi üzerinde oluşturdukları olumsuz etkiden dolayı, buğdayın öğütülmesi esnasında beyaz una dahil edilmemekte ve genel olarak hayvan yemi amaçlı olarak piyasaya sürülmektedir. Beyaz unun kalitesi üzerinde olumsuz etkileri olan bu yan ürünlerin, bileşimlerinde bulunan besleyici ve fonksiyonel bileşikler sayesinde insan sağlığı üzerinde, kolesterol, kan şekeri, obezite ve bağırsak kanserinin azaltılması yoluyla oldukça yararlı etkileri bulunmaktadır. Son yıllarda bu yan ürünlerin farklı gıda maddelerinin formülasyonlarında sıklıkla kullanılmaya başlandığı görülmektedir.

Değirmencilik yan ürünlerinden olan buğday kepeği, buğday tanesinin dış kısmında bulunan perikarp, testa, hiyalin ve aleuron tabakalarından oluşmaktadır. Buğdayın una öğütülmesi esnasında değirmende, kabuk soyma, kırma ve redüksiyon kısımlarından farklı özelliklere sahip kepek fraksiyonları elde edilmektedir. Buğday tanesinin yaklaşık %13-15'ini oluşturan buğday kepeği, yüksek oranda selüloz, hemiselüloz ve lignin içerir. Ayrıca proteinler, lipidler, mineraller, E ve B vitaminleri oligosakkaritler, lignanlar, polifenoller, karotenoidler, glutatyon ve fitik asit buğday kepeğinin bileşiminde yer almaktadır (Hemery ve ark., 2011; Stevenson ve ark., 2012; Celiktas ve ark., 2014; Patel, 2015).

Buğday ruşeymi son zamanlarda çok fazla ilgi görmeye başlamış olan, önemli bir değirmencilik yan ürünüdür. Embriyo ve skutellumdan oluşan buğday ruşeymi, buğday tanesinin yaklaşık %2-3'ünü oluşturmaktadır (Sakhare ve ark., 2014). Buğday ruşeymi; yağ, protein, şeker, mineral, vitamin ve steroller açısından zengin bir bileşime sahiptir (Rosa-Sibakov ve ark., 2015). Buğday ruşeymi, rafine beyaz una göre 3 kat daha fazla protein, 7 kat daha fazla yağ, 15 kat daha fazla şeker ve 6 kat daha fazla mineral madde içermektedir (Sudha ve ark., 2007).

Değirmencilik yan ürünleri, gıda formülasyonlarında yüksek oranlarda kullanıldıklarında, son ürünün teknolojik kalitesi üzerinde olumsuz etkiye sebep olabilmektedir. Enzimlerin de içinde yer aldığı çeşitli katkı maddeleri bu tür olumsuz etkilerin giderilmesi için kullanılmaktadır. Ksilanaz (E.C. 3.2.1.8, β -1,4-D-xylan xylanohydrolase) enzimi arabinoksilan zincirlerine rastgele noktalardan etki ederek polimer yapıyı ksilobioz ve ksiloz oligomerlerine ve bunların çeşitli alt birimlerine parçalamaktadır. Ksilanaz, diyet lif içeren unlu mamullerde, suda çözünmeyen arabinoksilanı suda çözünebilen arabinoksilana hidrolize ederek, hamurun reolojik özelliklerini ve pişmiş ürün kalitesini etkili bir şekilde geliştirmektedir. Ksilanaz enzimi genel olarak unlu mamullerin iç yapısında, tekstüründe ve hacminde iyileşme sağlamaktadır (Dağdelen, 2004; Güner ve Dağlıoğlu, 2008; Jia ve ark., 2011).

Bu çalışmada farklı değirmencilik yan ürünleri (kabuk soyucu kepeği, kaba kepek, ince kepek ve ruşeym) ksilanaz enzimi ile muamele edildikten sonra, farklı oranlarda (%0-30) kek üretiminde kullanılarak, kek hamuru ve kek kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Buğday tanesi temel olarak endosperm, kepek ve ruşeym tabakalarından oluşmaktadır. Değirmende rafine buğday unu, tanenin endosperm kısmından elde edilirken, kepek ve ruşeym kısımları yan ürün olarak sistemden uzaklaştırılmaktadır. Değirmencilik yan ürünleri ucuz, kolay ve sürekli olarak ulaşılabilen kaynaklar olması nedeniyle, hububat ürünlerinin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi açısından önemli hammaddeler haline gelmiştir. Değirmen yan ürünleri uygun stabilizasyon, öğütme ve depolama teknikleri kullanıldığında, daha uzun raf ömrüne sahip olmakta ve tüm hububat ürünlerinde rahatlıkla kullanılabilir.

Buğday kepeği, tanenin dış kısmında bulunan perikarp, testa, hyalin ve aleuron tabakalarından oluşmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995). Özellikle aleuron tabakası biyoaktif bileşiklerce oldukça zengin bileşime sahip olup, eklendiği ürünlerin sağlık üzerine olumlu etkilerinin artmasına yardımcı olmaktadır (Brouns ve ark., 2012; Fardet, 2010). Buğday kepeğinin toplam diyet lifi, arabinoksilan, β -glukan, selüloz, nişasta, ham protein, ham yağ, kül, fitik asit, ferulik asit ve toplam bitkisel sterol içerikleri sırasıyla 59,3 g/100 g, 26 g/100 g, 2,9 g/100 g, 11 g/100 g, 13,8 g/100 g, 10,2 g/100 g, 3,9 g/100 g, 8,1 g/100 g, 5,4 g/100 g, 20,9 mg/100 g ve 177,6 mg/100 g, aleuronun aynı özellikleri ise sırasıyla 54,1 g/100 g, 23 g/100 g, 4,3 g/100 g, 8 g/100 g, 7,8 g/100 g, 16,9 g/100 g, 5,9 g/100 g, 11,5 g/100 g, 6,9 g/100 g, 28,0 mg/100 g ve 219,3 mg/100 g'dır (Amrein ve ark., 2003; Buri ve ark., 2004; Zhou ve ark., 2004; Hemery ve ark., 2007). Aleuron tabakası, buğdayın öğütülmesi esnasında kepek tabakası ile birlikte, beyaz undan uzaklaştırılmaktadır. Kepek fraksiyonları içinde aleuron tabakasını içerenler besinsel zenginleştirme ve fonksiyonel ürün geliştirme çalışmalarında daha fazla üstünlük sağlamaktadır. Testa tabakası alkilresorsinoller açısından zengin bir bileşime sahipken (Landberg ve ark., 2008), hyalin tabakasının %67'si arabinoksilanlardan oluşmakta ve yüksek oranda ferulik asit içermektedir (Barron ve ark., 2007). Aleuron tabakasında önemli miktarda protein, lipid, arabinoksilan, β -glukan, mineral, fitat ve B vitaminleri bulunmaktadır (Bacic ve Stone, 1981; Evers ve Bechtel, 1988; Buri ve ark., 2004; Saulnier ve ark., 2007; Rosa-Sibakov ve ark., 2015).

Değirmenin farklı kısımlarından elde edilen kepek fraksiyonları fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından da farklılık göstermektedir. Yapılan bir çalışmada kaba kepeğin protein, yağ, kül, nişasta, pentozan ve toplam şeker miktarları sırasıyla %16,7,

4.6, 6.5, 11.7, 18.1 ve 5.5 olarak bulunurken, ince kepekte bu değerler sırasıyla %18.5, 5.2, 5, 19.3, 13.8 ve 6.7 olarak bildirilmiştir (Elgün ve Ertugay, 1995)

Buğday kepeği, tanede bulunan niasinin %85'ini, piridoksinin %70-75'ini, pantotenik asidin %50'sini, tiaminin %33'ünü ve proteinin %18-20'sini içermektedir (Finney, 1979; Kim ve ark., 2012).

Embriyo ve skutellumdan oluşan ruşeym, buğday tanesinin yaklaşık %2-3'ünü oluşturmaktadır (Sakhare ve ark., 2014). Buğday ruşeymi; yağlar, proteinler, şekerler, mineraller, vitaminler ve steroller açısından zengin bir bileşime sahiptir (Rosa-Sibakov ve ark., 2015).

Buğday ruşeymi yaklaşık %25 protein ve %8-13 yağ ihtiva etmektedir. Ruşeyimde, rafine una göre iki kat daha fazla alanin, arginin, asparajin, glisin, lisin ve treonin bulunmaktadır. İbanoğlu ve ark. (1999), ruşeym proteinlerinin biyolojik değerinin hayvansal proteinlere yakın olduğunu belirtmektedir. E vitamininin önemli kaynaklarından biri olan buğday ruşeymi, yüksek oranda mineral madde (%4,5) içermektedir (Cornell, 2003; Sramkova ve ark., 2009).

Yapılan bir çalışmada, buğday ruşeyminin kül, protein ve yağ içeriği sırasıyla %4,12, %26,12 ve %8,75 olarak; Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarı ise sırasıyla 41,71 mg/100 g, 6,50 mg/100 g, 750,11 mg/100 g, 220,80 mg/100 g, 769,75 mg/100 g ve 12,50 mg/100 g olarak bulunmuştur (Aktaş ve ark., 2015).

Buğday ruşeymi başta oleik, linoleik ve α -linoleik asitler olmak üzere doymamış yağ asitlerince zengindir (Sjovall ve ark., 2000). Flavanoidler, steroller, oktakosanoller ve glutatyon başta olmak üzere fonksiyonel fitokimyasallar içeren (Zhu ve ark., 2006) buğday ruşeyminin, sağlık üzerinde pek çok olumlu etkisi mevcuttur (Reddy ve ark., 2000; Zalatnai ve ark., 2001; Rizzello ve ark., 2010). Brandolini ve Hidalgo (2012), buğday ruşeyminde 300-740 mg/kg tokoferol, 24-50 mg/kg fitosterol, 10 mg/kg polikosanol, 4-38 mg/kg karotenoid, 15-23 mg/kg tiamin ve 6-10 mg/kg riboflavin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Buğdayın işlenmesi esnasında ortaya çıkan yan ürünler olan kaba kepek, ince kepek ve ruşeym önemli miktarda besleyici değeri yüksek çözünür ve çözünmeyen diyet lifi içermektedir (Dexter ve Wood, 1996).

Selüloz, lignin, hemiselüloz, pektin, gumlar ile diğer polisakkaritler ve oligosakkaritleri içeren diyet lifleri (Mongeau, 2003) besinsel ve fonksiyonel özellikleri yüksek gıdaların üretimine imkan vermektedir. Diyet lifleri suda çözünürlüklerine göre çözünür diyet lifi ve çözünmeyen diyet lifi olarak ikiye ayrılmaktadır. Çözünmeyen

diyet lifi, su tutma kapasitesi ve viskoziteye olan etkisi ile ilişkili olarak bağırsağın peristaltik hareketini iyileştirirken (Schneeman, 1999); çözünür diyet lifi bazı laktik bakteriler ve Bifidobacteria suşları için iyi bir substrat görevi görerek prebiyotik etki göstermekte (Grizard ve Barthomeuf, 1999), glisemik indeksin kontrol altına alınmasını sağlamakta (Tudorica ve ark., 2002), plazma kolesterolünü düşürmekte (Brown ve ark., 1999) diyabet ve obezite riskini azaltmaktadır (Cho ve ark., 2013). Ayrıca, FDA tarafından çözünür lif tüketimi ile kardiyovasküler hastalıklar ve kanser riski arasında ters bir ilişki olduğu açıklanmıştır (Esposito ve ark., 2005). Konvansiyonel buğday öğütme prosesinin atığı olan kepek ve ruşeym, düşük maliyetli çözünür diyet lifinin önemli bir kaynağıdır. Buğday kepeği ve ruşeym gibi değirmencilik yan ürünleri, katma değeri yüksek ürünlerin üretimi için çok iyi bir potansiyel taşıyıcılarından dolayı dikkat çekmektedir (Reisinger ve ark., 2013; Chinma ve ark., 2015; Li ve ark., 2017).

Fenolik bileşikler, tanenin dış tabakalarında daha yoğun olarak yer almakta ve bu nedenle tam tahılın antioksidan aktivitesi ile kepek ve ruşeym fraksiyonları arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır (McKeehen ve ark., 1999; Mueller-Harvey ve ark., 1986; Regnier ve Macheix, 1996; Esposito ve ark., 2005). Mattila ve ark. (2005) buğday kepeğinde 4527 µg/g, tam buğday ununda ise 1342 µg/g fenolik asit bulunduğunu bildirmektedir. Buğday kepeği ve ruşeym, endospermden sırasıyla 52 ve 70 kat daha fazla ferulik asit içermektedir (Adom ve ark., 2005). Kepek ve ruşeym; mineraller, vitaminler (Landberg ve ark., 2014), fitosteroller ve diğer fitokimyasallar bakımından da zengin bir bileşime sahiptir (Patel, 2015).

Tahıllar fitosterollerin en önemli kaynaklarından (Klingberg ve ark., 2007). Fitosteroller, buğday tanesinin kepek ve ruşeym fraksiyonlarında birikmiştir (Nyström ve ark., 2007). Fitosteroller üzerinde yapılan çalışmalarda; kan kolestorülünü düşürücü, kanser ve iltihap önleyici etkilere sahip olduğu (AbuMweis ve ark., 2008; Valerio ve Awad, 2011; Woyengo ve ark., 2009), fitosterollerin yapısında bulunan steril ferulatların antioksidan özellikleri gösterdiği belirtilmektedir (Islam ve ark., 2009; Nurmi ve ark., 2012).

Antioksidanların önemli bir kısmı kepekte ve life bağlı olarak bulunmakta (Fardet ve ark., 2008), sindirim sırasında kalın bağırsağa ulaşana kadar parçalanmadan kalarak kolon kanserinin önlenmesine yardımcı olmaktadır (Perez-Jimenez ve Saura-Calixto, 2005; Zilic ve ark., 2012). Ayrıca, antioksidanların kronik iltihaplanmalar ve insülin direnci ile sonuçlanabilen oksidatif strese karşı koruma sağlayarak sağlık üzerine olumlu etki gösterdiği belirtilmektedir (Willcox ve ark., 2004).

Yapılan çalışmalarda, kepek zenginleştirilmiş gıdalar aracılığıyla buğday kepeği tüketimi ile kadınlarda tip 2 diyabet riski ve erkeklerde koroner kalp hastalıkları riski arasında negatif bir ilişki olduğu raporlanmıştır (Jensen ve ark., 2004; De Munter ve ark., 2007).

Buğday ruşeyminin sağlık üzerine olumlu etkileri; plazma kolesterolünü düşürmesi, kolesterol absorpsiyonunu azaltması, trombosit agregasyonunu engellemesi, fiziksel direnci artırması, yaşlanmayı geciktirmesi (Kahlon, 1989; Malecka, 2002) ve kanseri önlemesi (Zalatnai ve ark., 2001) olarak sayılmaktadır (Brandolini ve Hidalgo, 2012).

Biyoaktif bileşiklerin önemli bir kısmı kepekte yer almakta, rafinasyon işlemi sırasında unu endospermden uzaklaştırılmaktadır (Antoine ve ark., 2002). Fonksiyonel bileşen olarak kullanılabilir buğday öğütme fraksiyonları ile, biyoaktif bileşiklerce zengin buğday esaslı gıda ürünleri üretmek mümkün hale gelebilmektedir (Nurit ve ark., 2016). Fırıncılık ürünleri ve makarnada kepek ilavesinin, besinsel kaliteyi artırmakla birlikte hoş giden, tatlı, fındıksı bir aroma geliştirdiği belirtilmektedir (Kaur ve ark., 2012).

Buğday kepeği, buğday ruşeymi ve farklı lif kaynaklarının kek üretiminde kullanımı ile ilgili araştırmalar aşağıda özetlenmiştir.

Majzoobi ve ark. (2013a), kekin besinsel lif miktarını artırmak için farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15 ve 20) ve partikül iriliklerinde (90, 170, 280 ve 420 µm) buğday kepeğini kek formülasyonunda kullanmışlardır. Buğday kepeği partikül boyutunun küçülmesiyle kepeğin fitik asit içeriği ve ham lif miktarının azaldığını belirlemişlerdir. Partikül boyutu ve kepek oranının artmasıyla kek hamurunun kıvamı azalırken, yoğunluğu artmıştır. Kepek oranı ve iriliği arttıkça kekin kabuk ve iç rengi daha koyu ve kırmızı olmuştur. Kek üretiminde kullanılan buğday kepeği oranındaki artışla; keklerde sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik özellikleri artarken, yapışkanlık ve esnekliğin azaldığı tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre, kek üretiminde 170 µm'den daha küçük partikül boyutuna sahip kepek örnekleri %10 oranına kadar kullanıldığında, kontrole benzer kekler üretilbildiği bildirilmiştir.

Gomez ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, kek üretiminde farklı lif kaynakları (buğday kepeği, yulaf kepeği ve selüloz mikrokristali), farklı boyutlarda (50, 80 ve 250 µm) ve farklı ikame oranlarında (%0, 12, 24 ve 36) kullanılmış, kek hamuru ve kek özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Lif boyutunun büyümesi ile hamur yoğunluğunun arttığı, ancak akış indeksinin azaldığı görülmüştür. Özellikle %24

oranında buğday kepeği içeren örnekte, büyük boyutta lif içeren kek örneklerinin, daha sıkı tekstüre ve duyuşal olarak da kontrolden farklı özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Majzoobi ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, hidrotermal işlem uygulanmış ve fermente edilmiş buğday kepeği kek üretiminde farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15 ve 20) kullanılmıştır. Hidrotermal işlem uygulanmış kepeğin lif içeriği (%9,5), kontrolden (%8,5) ve fermente edilmiş kepekten (%8,8) daha yüksek bulunmuştur. Hidrotermal işlem uygulanmış kepek ilavesinin; en yüksek hamur yoğunluğu ve kıvamı, en düşük kek hacmi ve en sert tekstür verdiği bildirilmiştir. %10'un altında kepek içeren örneklerin duyuşal özellikleri kontrole yakın bulunmuştur. Maksimum %10 hidrotermal işlem uygulanmış kepek ile üretilen keklerin hem düşük fitik asit içeriği hem de duyuşal kalite açısından kabul edilebilir özellikte olduğu görülmüştür.

Lebesi ve Tzia (2011) tarafından yapılan çalışmada, kek üretiminde buğday unu yerine %10, 20 ve 30 oranlarında buğday, yulaf, arpa ve mısır lifleri ya da buğday, yulaf ve pirinç kepekleri kullanılarak kek üretilmiş ve bu ürünlerin kek hamuru ile kek kalite parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Hamur viskozitesi (kontrol 2,96, %30 buğday lifi 20,21, %10 pirinç kepeği 0,47 Pa sn), kek spesifik hacmi (kontrol 2,27, %20 buğday lifi 2,83, %30 pirinç kepeği 1,94 cm³/g), gözeneklilik (kontrol 0,75, %30 buğday lifi 0,81, %30 pirinç kepeği 0,69) ve kek içi nem içeriği (kontrol %20,07, %30 buğday lifi %26,45, %30 yulaf kepeği %13,89) diyet lifi ilavesi ile önemli derece artmış, ancak tahıl kepeği ilavesi ile azalmıştır. Diyet lifi ilavesi daha yumuşak iç tekstürü (kontrol 4,20 N, %20 buğday lifi 3,19 N) sağlarken, tahıl kepeği ilavesi kek içi sıklılığını (%30 pirinç kepeği 10,84 N) artırmıştır. Diyet lifi içeren kek örneklerinin iç ve kabuk renklerinde kontrole göre çok az fark olduğu belirlenmiştir. Tahıl kepeği eklenmesi iç L* değerini önemli derecede azaltmış ve bu azalış tahıl kepeği oranının artmasıyla yükselmiştir. Diyet lifi eklenerek üretilen kekler, panelistler tarafından tahıl kepeği ilaveli keklere göre çok daha fazla kabul görmüş ve kontrole yakın bulunmuştur. 25°C'de ve %60 bağıl nemde polietilen poşetlerde 6 gün depolanan diyet lifi içeren keklere nem kaybının daha geç olduğu ve tahıl kepeği içeren keklere göre daha düşük sıklılığıya sahip olduğu görülmüştür. Diyet lifi ilavesi için %20 ve tahıl kepeği ilavesi için %10 oranlarının optimum seviye olduğu bildirilmiştir.

Majzoobi ve ark. (2013b) tarafından yapılan çalışmada, pirinç kepeği farklı partikül boyutlarında (53, 125 ve 210 µm) ve oranlarda (%0, 5, 10, 15 ve 20) kek üretiminde kullanılarak, hamur ve kek kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Kepek

miktarı ve partikül boyutu arttıkça hamur yoğunluğu ve kıvamı artmıştır. Yüksek miktarlarda ve daha büyük boyutlarda kepek kullanımının, kek yoğunluğunu ve pişme sonrası kek ağırlığını artırdığı, kek hacmini ise azalttığı görülmüştür. Enstrümantal olarak belirlenen tekstürel özelliklere göre, kepek miktarı ve boyutunun artması ile sıklığın arttığı, yapışkanlık ve esnekliğin azaldığı belirlenmiştir. Pirinç kepeği ilavesi, keklerde daha koyu ve kırmızımsı renge neden olmuştur. Yapılan duyuşal değerlendirmede, pirinç kepeği oranındaki artışın tat ile kabuk ve iç rengini olumsuz etkilediğı görülmüştür. %10 kullanım oranı ve 125 µm iriliğindeki pirinç kepeği ilavesinin en uygun kek kalitesini sağladığı bildirilmiştir.

Levent ve Bilgiçli (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ruşeymi partikül boyutu, emülgatör çeşidi ve buğday ruşeymi oranının, kek hamuru ve kek kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Kek üretiminde buğday unu yerine %0, 10, 20 ve 30 oranlarında, ince ve kaba partiküllü buğday ruşeymi ile birlikte emülgatör olarak %0.5 oranında SSL ve DATEM kullanılmıştır. Kek formülasyonunda kaba partiküllü buğday ruşeymi kullanımının, ince partiküllü buğday ruşeymine göre daha iyi fiziksel özelliklere sahip kek üretimini sağladığı görülmüştür. DATEM ile karşılaştırıldığında, SSL'in daha yüksek kek hacmi, tekstür ve gözenek yapısı puanı ve daha düşük sertlik sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Buğday ruşeymi ilave oranı arttıkça, örneklerin kül, protein, yağ ve mineral (Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, P, K ve Zn) madde içeriğinin de arttığı bulunmuştur. Kek örneklerinin kabuk ve iç rengi, buğday ruşeymi ilavesinden önemli derecede ($p<0.05$) etkilenmiştir. Kek üretiminde SSL'in yardımıyla, kaba partiküllü buğday ruşeymi ilavesinin %20'ye kadar çıkarılabileceğı bildirilmiştir.

Bilgiçli ve Levent (2013) tarafından yapılan çalışmada, buğday unu yerine farklı oranlarda buğday ruşeymi (%0, 10 ve 20) ve ticari dirençli nişasta (%0, 5, 10 ve 15) kullanılarak kek üretilmiş ve kek örneklerinin besinsel, fiziksel ve duyuşal özellikleri araştırılmıştır. Buğday ruşeymi miktarı arttıkça, kek örneklerinin kül, protein, yağ, ham lif, Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn içeriklerinin de arttığı belirlenmiştir. Buğday ruşeyminin zengin fitik asit kompozisyonu, kek örneklerinin fitik asit içeriğini 1001,2 mg/kg'dan 2908,2 mg/kg'a yükseltmiştir. Buğday unu yerine yüksek oranda (%15) dirençli nişasta kullanımı ise kek örneklerinin protein, fitik asit, Mg ve P içeriklerinde önemli derecede ($p<0.05$) azalmaya neden olmuştur. Kek çeşitlerinin dirençli nişasta içerikleri 7,2-49,0 g/kg arasında bulunmuş ve en yüksek değer %15 dirençli nişasta ilavesi ile elde edilmiştir. Yüksek oranda buğday ruşeymi ve dirençli nişastayı birlikte içeren örneklerin hacim indeksi ve sıklığı olumsuz etkilenmiştir. Buğday ruşeymi arttıkça

keklerin kabuk ve iç esmerliği ile sarılığı artmıştır. Tek başına ya da %5 dirençli nişasta ile birlikte %20 oranında buğday ruşeymi kullanımı, kontrol kek örneğine benzer gözenek yapısı, tat, koku ve genel beğeni puanları sağlamıştır.

Majzoobi ve ark. (2012), farklı oranlarda (%0, 5, 10, 15 ve 20) ve farklı partikül iriliklerinde (280, 585, 890 ve 1195 μm) buğday ruşeymi kullanarak kek üretmişler, ruşeym oranı ve iriliğinin artmasıyla kek yüksekliklerinin azalmasına karşın, hamur kıvamı ve yoğunluğunun önemli derecede arttığını bildirmişlerdir. Ruşeym oranı ve partikül iriliği arttıkça, kabuk rengi ve tekstürel özelliklerin etkilenmemesine rağmen, iç rengi kısmen sarı olmuştur. Yapılan duyusal değerlendirmede, partikül boyutu ile keklerin iç rengi ve tekstüründe negatif bir ilişki olduğu, diğer duyusal parametrelerin ise etkilenmediği tespit edilmiştir. Kabul edilir bir kek üretimi için 280 μm boyutundaki ruşeymin en uygun boyutta olduğu ve en fazla %15 ruşeym ilave edilebileceği belirlenmiştir.

Zhang ve Moore (1999) yaptıkları çalışmada; yazlık sert kırmızı buğday, kışlık sert kırmızı buğday, yumuşak beyaz buğday ve durum buğdayı kepeklerini farklı partikül boyutunda ekmek üretiminde kullanarak, ekmek pişirme performansı ve duyusal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Her bir örnekten üç farklı boyutta kepek elde edilmiştir. Pişirme denemelerinin sonucunda, ince kepek içeren ekmeklerin, kaba ve orta boyutta kepek içeren ekmeklerden daha düşük spesifik hacme ve daha koyu ekmek içi rengine sahip olduğu görülmüştür. Panelistler, ince kepeğin kaba kepeğe göre, daha pürüzsüz kabuk görünüşü ve daha az pütürlü ağız hissi verdiğini bildirmiştir. Duyusal analiz sonuçları, yumuşak beyaz buğday kepeğinin yazlık sert kırmızı buğday kepeği içeren ekmeklerden daha iyi aroma ve ağız hissi sağladığını göstermiştir.

Kek ve diğer hububat ürünlerine kepek ve ruşeym gibi lif içeriği yüksek bileşenlerin ilave edilmesi, tekstür, hacim, gözenek yapısı, renk, reolojik özellikler ve duyusal özelliklerde değişikliğe sebep olmaktadır. Bu nedenle de gıda maddelerinin üretiminde çok yüksek oranda kullanımları kısıtlı olmaktadır. Çeşitli enzimler, hidrokolloidler ve emülgatör maddeler kullanılarak, yüksek lif içeren hammaddeleri daha yüksek oranda hububat ürünlerinin formülasyonlarında kullanabilmek için çalışmalar yapılmaktadır. Ksilanaz enzimi, diyet lif içeren unlu mamullerde, suda çözünmeyen arabinoksilanı, suda çözünebilen arabinoksilana hidrolize ederek, hamurun reolojik özellikleri ve pişmiş ürün kalitesinin etki eden bir enzim olarak dikkat çekmektedir.

Unun bileşiminde bulunan hemiselülozun büyük bir kısmı (%85) arabinoksilandan oluşmaktadır (Poldermans ve Schoppnik, 1999). Buğday ununda ise %2-3 oranında arabinoksilan bulunmakta ve arabinoksilanlar kendi ağırlıklarının on katı kadar suyu bünyesinde tutabilmektedir (Baillet ve ark., 2003; Courtin ve Delcour, 2002; Güner ve Dağlıoğlu, 2008). Arabinoksilanların, hamurdaki gluten ağ yapısının oluşumunda önemli bir rolü olmakla birlikte; orta ve yüksek molekül ağırlığına sahip suda çözünür arabinoksilanların yararlı etki göstermesine karşın, suda çözünmeyen arabinoksilanların fırıncılık ürünleri üzerinde negatif etkisi olabilmektedir (Courtin ve ark., 2001). Ksilanaz enzimi (E.C. 3.2.1.8, β -1,4-D-xylan xylanohydrolase), arabinoksilan zincirlerini parçalayarak, arabinoksilanların fonksiyonlarını değiştirmekte ve hamur özelliklerine etki etmektedir (Primo Martin ve ark., 2005; Shafisoltani ve ark., 2014). Ksilanaz enzimi genel olarak unlu mamullerin içyapısında, tekstüründe ve hacminde iyileşme sağlamaktadır (Dağdelen, 2004).

Ksilanazlar gıda, yem ve kağıt endüstrisinde kullanım alanı bulmaktadır (Beg ve ark., 2001). Hamurun bileşiminde bulunan polisakaritlerin parçalanmasına yardımcı olan ksilanazlar fırıncılık sektöründe önemli bir yere sahiptir (Courtin ve Delcour, 2002; Jiang ve ark., 2010). Ksilanazların, su dağılımında değişime neden olan pentozanlarla etkileşime girdiği ve hamur yoğurma işlemi süresince nişasta moleküllerinin çözünmesine yardımcı olduğu bilinmektedir (Gruppen ve ark., 2002; Wang ve ark., 2004). Bu sayede, ksilanaz kullanımı nişasta moleküllerini daha çözünür hale getirerek nişasta retrogradasyonunun önlenmesine yardımcı olmaktadır (Hemalatha ve ark., 2014). Ksilanaz enziminin fırıncılık ürünlerinde kullanımı üzerine yapılan birçok çalışmada; hamuru yumuşattığı ve yoğurmayı kolaylaştırdığı (Polizeli ve ark., 2005; Altuna ve ark., 2016), gluteni kuvvetlendirdiği (Collins ve ark., 2006); hamur toleransını, fırın sıçramasını, ekmek hacmini, şeklini ve tekstürünü iyileştirdiği bildirilmektedir (Martinez-Anaya ve Jimenez, 1997; 1998; Rouau ve ark., 1994; Selinheimo ve ark., 2006).

Ksilanaz enziminin fırıncılık ürünleri üzerindeki olumlu etkileri, ksilanazın arabinoksilanı parçalamasıyla birlikte, arabinoksilanlar tarafından tutulan suyun serbest hale gelmesine bağlanmaktadır. Serbest kalan su; hamurun daha yumuşak bir yapıda olmasını, işlenebilirliğinin kolaylaşmasını, hamur elastikiyetinin ve gaz tutma kapasitesinin artmasını, fırın sıçramasının iyileşmesini, ekmek hacminin artmasını sağlamaktadır (Tucker, 1995; Poldermans ve Schoppnik, 1999; Güner ve Dağlıoğlu, 2008). Optimum oranda ksilanaz enzimi kullanımının; ekmekte raf ömrünü artırdığı ve

bayatlamayı azalttığı, fermentasyon süresini kısalttığı, ekmek aromasının yoğunluğunu artırdığı bildirilmektedir (Caballero ve ark., 2007).

Schoenlechner ve ark. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, emülgatör ve enzim ilavesinin 50:50 oranında buğday/darı unu karışımı kullanılarak üretilen ekmek kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Ksilanaz enziminin, ekmek için yumuşamasını sağladığı; transglutaminaz ve ksilanazın birlikte kullanımının ekmek hacmini önemli derecede artırdığı tespit edilmiştir.

Ksilanaz enziminin tam buğday ekmeğinin, depolama süresince fizikokimyasal özellikleri ve duyu kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; ksilanaz içeren ekmekte, kontrole göre daha düşük sıklık, daha yüksek hacim, daha beyaz ekmek içi rengi ve daha uzun raf ömrü tespit edilmiştir. Ayrıca ksilanaz içeren ekmeğin daha üstün duyu özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir (Ghoshal ve ark., 2016).

Ksilanaz ve oksidatif enzimlerin; hamur pişirme performansı, reolojisi ve kimyasal özelliklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, ksilanaz ve peroksidaz enzimlerinin birlikte kullanımının hamur özellikleri, pişirme performansı, ekmek hacmi ve ekmek içi yapısı üzerinde en iyi sonuçları verdiği bildirilmiştir (Hilhorst ve ark., 1999).

Jiang ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada; termostabil ksilanaz enziminin, kısmen pişirilmiş ve dondurulmuş ekmeğin kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Ksilanaz ilave edilen hamurda; uzayabilirlik ve kabarma parametrelerinin önemli ölçüde arttığı, deformasyon ve şekillendirmeye karşı hamur direncinin ise azaldığı bildirilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında, ksilanaz ilaveli ekmekte kalitenin iyileştiği ve bayatlamamanın geciktiği görülmüştür. En önemli iyileşmenin spesifik hacim (+%35,2) ve ekmek içi sıklığında (-%40,0) elde edildiği belirtilmiştir.

Ahmad ve ark. (2014), farklı dozlardaki (200, 400, 600, 800 ve 1000 IU) *Aspergillus niger*'den üretilmiş ksilanaz enzimini buğdayın tavlama aşamasında ve hamur yapım aşamasında ilave ederek iki farklı uygulama ile ekmek üretmiştir. Tavlama işleminde enzim ilavesinin hamur özelliklerini daha iyi geliştirdiği bildirilmiştir. Ksilanaz ilavesi hamurun kuruluğunu ve sertliğini azaltmış, elastikiyetini, uzayabilirliğini artırmış, hacimde artış ve ekmek yoğunluğunda azalma sağlamıştır. Ksilanaz ile muamele, ekmeğin daha fazla nem tutması ve duyu özelliklerin iyileşmesi ile sonuçlanmıştır.

Lebesi ve Tzia (2012) tarafından yapılan çalışmada, farklı miktarlarda (0, 70 ve 700 ppm) endoksilanaz enzimi ile muamele edilmiş yulaf ve pirinç kepeği %30

oranında kek üretiminde kullanılmıştır. Endoksilanaz muamelesi ile kepeklerin su bağlama ve tutma kapasiteleri azalırken, çözünür diyet lif miktarı artmıştır. Enzimle muamele, kek içi sıklığının ve su aktivitesinin azalmasında; kek hamuru viskozitesi, jelatinizasyon sıcaklığı, spesifik hacim, gözeneklilik ve duyuşsal özelliklerin ise artışında etkili bulunmuştur. Hamurun özgül ağırlığında, kek içi nem oranında ve esmerleşme indeksinde fark görülmemiştir. Endoksilanaz ile muamele işlemleri çok kısa sürede (30 dk) gerçekleştiğinden dolayı; kepeklerin fonksiyonel özelliklerini ve keklerin kalite özelliklerini önemli derecede etkilememiştir. Optimum kek özellikleri, 70 ppm endoksilanaz kullanılarak muamele edilen yulaf kepeği ile elde edilmiştir.

Yavaş (2012) tarafından yapılan çalışmada, hemiselülaz enziminin (0, 25, 50 ppm) %0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında tam buğday unu içeren kek örnekleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Tam buğday unu ilavesinin keklerin hacim ve spesifik hacim değerlerinde olumsuz bir etki göstermediği, hemiselülaz enziminin %100 tam buğday unu içeren kek örneklerinin hacmini önemli derecede artırdığı, ancak diğer örneklerin hacimleri üzerinde bir etkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Hemiselülaz enzimi, zayıf beyaz un kullanılarak üretilen örneklerin sertliğini ve elastikiyetini düşürmüştür. Çiğnenebilirlik ve sakızimsılık parametreleri üzerinde olumlu etki gösterse de, bu durum istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Hemiselülaz enziminin kek örnekleri üzerinde bayatlamayı geciktirici etkisinin bulunduğu bildirilmiştir.

Bilgiçli ve Levent (2014), buğday unu yerine farklı oranlarda lüpen unu (%10-30) ya da lüpen kepeği (%10-20) kullanarak ksilanaz enzimi ilaveli (%0,4) ve ilavesiz olarak bisküvi üretmiş; lüpen unu, lüpen kepeği ve ksilanaz enzimi ilavesinin bisküvilerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. %15'in üzerinde lüpen kepeği kullanımının bisküvinin yayılma oranını artırdığı görülmüştür. Ksilanaz enzimi kullanımı, lüpen unu ve lüpen kepeği ile hazırlanan bisküvi örneklerinin yayılma oranını artırmış ve sertliğini azaltmıştır. Bisküvi formülasyonunda lüpen unu ve kepeği kullanımının mineral içeriğini (Ca, Cu, Mg ve P) iyileştirdiği, protein içeriğindeki önemli miktardaki artışın (5,91 g/100 g'dan 11,87 g/100 g'a) ise lüpen unundan kaynaklandığı bildirilmiştir. Kontrol bisküvi örneği ile karşılaştırıldığında, %20'ye kadar lüpen unu içeren bisküvi örneklerinin tüm duyuşsal özelliklerde kontrol örneğe benzer ya da daha yüksek duyuşsal puanlar aldığı belirtilmiştir. Bununla birlikte, %10'un üzerinde lüpen kepeği kullanımının renk, görünüş, koku ve tat üzerinde olumsuz etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Uysal (2005) bisküvi üretiminde elma, limon, buğday lifleri ile buğday kepeğini ksilanaz enzimi ilaveli olarak bisküvi üretiminde kullandığı çalışmasında, ksilanaz enzimi ilavesinin, bisküvi sertliğini düşürürken yayılmayı artırıcı etkide bulunduğunu bildirmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Kek üretiminde kullanılan un, şeker, yumurta, margarin, tuz, yağsız süttozu, mısır nişastası ve kabartma tozu Konya piyasasından temin edilmiştir. Değirmencilik yan ürünleri (kıırma, redüksiyon ve kabuk soyma kısımlarından elde edilen üç farklı özellikteki kepek fraksiyonu ile ruşeym) Konya'da bulunan ticari bir un değirmeninden alınmıştır. Ksilanaz enzimi Biobake BCC (Almanya) firmasından temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme planı

Ksilanaz enzimi ile muamele görmüş ve görmemiş olan 4 farklı değirmencilik yan ürünü (kabuk soyucu kepeği, kaba kepek, ince kepek ve ruşeym), 4 farklı oranda (%0, 10, 20 ve 30) ve (4 x 4 x 2) x 2 faktöriyel deneme desenine göre kek üretiminde kullanılmıştır. Kek hamuru ve kek örneklerinin bazı kalite özellikleri belirlenmiştir.

3.2.2. Ksilanaz uygulaması

Değirmencilik yan ürünlerine ksilanaz enzimi uygulamasında Lebesi ve Tzia'nın (2012) metodu modifiye edilerek kullanılmıştır. 35 gram kepek üzerine 65 ml saf su ilave edilerek hazırlanan karışıma ksilanaz enzimi ilave edilmiş ve karışım 40°C'de 60 dakika bekletilmiştir.

3.2.3. Kek üretimi

Kek formülasyonunda 100 g un, 75 g şeker, 75 g yumurta, 75 g margarin, 0,5 g tuz, 5 g yağsız süttozu, 10 g mısır nişastası ve 4,5 g kabartma tozu kullanılmıştır. Kek üretiminde; ilk olarak yumurta ve şeker krema görüntüsü alınca kadar karıştırılmış (Kenwood Kmix, İngiltere) ve ardından margarin ilave edilerek homojen bir yapı sağlanıncaya kadar işleme devam edilmiştir. Sonra diğer tüm bileşenler eklenip

karıştırılarak homojen bir kek hamuru elde edilmiştir. Kek hamurları mini fırında (Beko BK-MF5, Türkiye) 160°C sıcaklıkta 50 dk süreyle pişirilmiştir.

3.2.4. Laboratuvar analizleri

3.2.4.1. Un analizleri

Hammadde olarak kullanılan unda farinograf (AACC 54-21) ve ekstensograf (AACC 54-10) analizleri AACC standart metotları kullanılarak gerçekleştirilmiştir (AACC, 2002).

3.2.4.2. Kek hamuru analizleri

Kek hamurlarının pH değerleri digital pH metre (WTW pH315i/set) kullanılarak belirlenmiştir. Kek hamurlarının özgül ağırlığı ise hacmi bilinen bir kaptaki hamurun ağırlığının, aynı kaptaki suyun ağırlığına bölünmesi ile ölçülmüştür (Mercan, 1998).

3.2.4.3. Kek analizleri

3.2.4.3.1. Renk tayini

Kek örneklerinin kabuk ve iç renginin belirlenmesi için, Minolta CR-400 (Osaka Japonya) cihazı kullanılmıştır. Kek kabuğu ve kek içinde, beşer ayrı noktada L* (parlaklık), a* (kırmızı, yeşil) ve b* (sarı, mavi) değerleri ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır. Hue (renk özü) değeri $\arctan(b^*/a^*)$ formülü ile, SI (doygunluk indeksi) değeri ise $(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}$ formülü ile hesaplanmıştır. Hammadde olarak kullanılan ve granüler formda bulunan değirmencilik yan ürünlerinde (buğday unu, kabuk soyucu kepeği, kaba kepek, ince kepek ve ruşeym) renk ölçümü de aynı cihaz kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.3.2. Hacim

Kek örneklerinin fiziksel özelliklerinden hacim değeri, kek örnekleri fırından çıkarıldıktan 30 dk sonra kolza tohumları ile yer değıştirme prensibine göre belirlenmiştir.

3.2.4.3.3. Simetri ve tekdüzelik indeksleri

Simetri ve tekdüzelik indeksleri AACC 10-91 metoduna göre milimetrik şablon kullanılarak belirlenmiştir. Kekler dikey olarak merkezlerinden kesilip, hazırlanan şablonun üzerine kesilmiş yüzeyleri gelecek şekilde yerleştirilmiştir. B, C ve D yükseklikleri milimetrik şablondan okunmuş, simetri indeksi; 2C-B-D ve tekdüzelik indeksi; B-D formülü ile hesaplanmıştır (AACC, 1990; Mercan, 1998).

3.2.4.3.4. Sertlik tayini

Kek dilimlerinin sertliği tekstür analiz cihazı (TA-XT plus, Stable MikroSystem, İngiltere) kullanılarak Bilgiçli ve Levent (2013) tarafından belirtilen metoda uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.4.4. Kimyasal analizler

Kek üretiminde hammadde olarak kullanılan değirmencilik yan ürünleri (buğday unu, kabuk soyucu kepeği, kaba kepek, ince kepek ve ruşeym) ile teknolojik olarak üstün bulunan kek örnekleri (ksilanaz enzimi ile muamele görmüş değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kekler) kimyasal analize tabi tutulmuştur.

3.2.4.4.1. Su tayini

Hammadde ve kek örneklerinde su tayini AACC 44-19'a göre, 135°C'de 2,5 saat normu uygulanarak gerçekleştirilmiştir (AACC, 1990).

3.2.4.4.2. Kül tayini

Örneklerin kül tayini AACC 08-01 metoduna göre yapılmıştır. Bunun için, örneğin tümü hiçbir siyah leke içermeyinceye kadar kül fırınında 550°C'de yakılmıştır.

3.2.4.4.3. Ham protein tayini

Protein tayini AACC 46-12 metoduna göre, Kjeldahl yöntemiyle yapılmıştır.

3.2.4.4.4. Ham yağ tayini

Yağ tayini AACC 30-25'e göre, soxhelet cihazı kullanılarak yapılmıştır. Hammadde ve kek örneklerinde bulunan yağ, hekzan ile ekstrakte edildikten sonra hekzanın uçurulmasıyla yağ miktarı tespit edilmiştir.

3.2.4.4.5. Ham selüloz tayini

Hammadde ve kek örneklerinde ham selüloz tayini AACC 32-10 metoduna göre yapılmıştır.

3.2.4.4.6. Fitik asit tayini

Fitik asit tayini Haug ve Lantzsch (1983)'e göre kolorimetrik metot kullanılarak yapılmıştır. Örnekler 0,2 N hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edildikten sonra belli miktardaki demir III çözeltisi ile muamele edilip çöktürülmüştür. Serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik yolla belirlenerek, elde edilen sonuçlardan fitik asit miktarı hesaplanmıştır.

3.2.4.4.7. Mineral madde tayini

Mineral madde tayininde, örnek mikrodalga (Mars 5, CEM Corporation, ABD) sisteminde yakılmış, elde edilen süzüntülerde mineral madde içerikleri ICP-AES (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) kullanılarak belirlenmiştir (Skujins, 1998).

3.2.4.5. Duyusal analizler

Teknolojik olarak üstün bulunan kek örnekleri (ksilanaz enzimi ile muamele görmüş değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan) duyusal analize tabi tutulmuştur. Keklerin duyusal özellikleri, Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünde bulunan ve yaşları 25-55 yaş arasında değişen 25 kişi tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal analize katılan panelistlerden kek örneklerinin; tat, koku, gözenek yapısı, ıslaklık ve genel beğeni özelliklerini değerlendirmeleri istenmiştir. Duyusal özellikler panelistler tarafından, 1-7 arasındaki skala (1:aşırı kötü, 7:mükemmel) kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.2.5. İstatistikî analizler

Araştırma sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulup; farklılıkları istatistikî olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan Çoklu Karşılaştırma testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Hammaddelere Ait Analiz Sonuçları

Kek üretiminde kullanılan buğday ununa ait farinograf ve ekstensograf sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buğday ununun su absorpsiyonu, gelişme süresi ve stabilite değerleri sırasıyla %61,6, 2,7 dakika ve 18,7 dakika olarak bulunmuştur. Ekstensogram özelliklerinden enerji, uzamaya direnç ve uzayabilirlik değerleri ise sırasıyla 136 cm², 604 BU ve 134 mm olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada, buğday ununun kuvvetinin değirmencilik yan ürünleri katkılanması (%10-30) ile azalacağı düşünülerek, klasik kek üretiminde kullanılan buğday unlarından daha kuvvetli un kullanılmıştır. Bu nedenle literatür verileri ile karşılaştırıldığında, kullanılan buğday ununun stabilite, enerji ve direnç değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1. Buğday ununa ait farinograf ve ekstensograf değerleri

Reolojik Özellikler		
Farinograf özellikleri	Su absorpsiyonu (%)	61,6
	Gelişme süresi (dk)	2,7
	Stabilite (dk)	18,7
	Yumuşama derecesi (FU)	21
Ekstensograf özellikleri (135. dk)	Enerji (cm ²)	136
	Uzamaya direnç (BU)	604
	Uzayabilirlik (mm)	134
	Maksimum direnç (BU)	780

Kek üretiminde kullanılan bazı hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları ve renk değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Buğday unu ve değirmencilik yan ürünlerine ait kül miktarları %0,57 ile 6,49 arasında değişmiştir. Değirmencilik yan ürünlerinin buğdayın dış kısımlarından elde edilmesi nedeniyle, rafine buğday ununa göre oldukça yüksek oranda kül içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Değirmencilik yan ürünleri kendi aralarında karşılaştırıldığında kabuk soyucudan elde edilen kepeğin en yüksek kül içeriğine sahip olduğu, bunu kaba kepeğin izlediği belirlenmiştir. İnce kepek ve ruşeym değirmen yan ürünleri içinde en düşük kül miktarına sahip yan ürünler olmuşlardır.

Altan (2006) tarafından yapılan çalışmada unun kül içeriğinin %0,47-0,64; kaba kepeğin kül içeriğinin %4,25-5,51; ince kepeğin kül içeriğinin ise %3,28-4,25 arasında

değiştirdiği bildirilmiştir. Sidhu ve ark. (1999) ince ve kaba kepeğin kül içeriklerinin %3,56 ve %4,50 olduğunu rapor etmişlerdir. Aktaş ve ark. (2015) ruşeymin kül miktarını %4.12 olarak belirlemişlerdir.

Sonuçlar protein miktarı açısından incelendiğinde ruşeymin yüksek protein içeriği (%23,74) dikkat çekici bulunmuştur. İnce kepek ve kaba kepek, ruşeymden sonra en yüksek protein miktarına sahip değirmencilik yan ürünleridir. Rafine buğday unu ise tahmin edildiği gibi en düşük protein miktarına (%10,71) sahip hammadde olarak belirlenmiştir.

Özkaya ve ark. (1989), yaptıkları çalışmalarında kepek protein içeriğinin %13,10-16,40; Özboy ve Köksel (1997), ince ve kaba kepeğin protein içeriklerinin %13,70-16,70 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bilgiçli ve ark. (2006) buğday unu, kepeği ve ruşeyminde protein miktarını sırasıyla %10.62, %13.65 ve %26.50 olarak rapor etmişlerdir.

Hammaddelerin yağ içerikleri %0,87 ile 8,85 arasında değişmiştir. Ruşeym en yüksek yağ miktarına (%8,85) sahip değirmencilik yan ürünü olup, bunu ince kepek (%6,39) takip etmiştir. Kabuk soyucudan elde edilen kepek (%3,14) ve kaba kepeğin (%3,98) değirmencilik yan ürünleri içinde, rafine buğday ununun ise tüm hammaddeler içinde en düşük yağ miktarına (%0,87) sahip olduğu bulunmuştur. Ruşeymin yüksek protein ve yağ içeriğine sahip olduğu literatürde pek çok çalışmada rapor edilmiştir.

Kabuk soyucudan elde edilen kepeğin en yüksek (%16,05), buğday ununun ise en düşük (%0,60) selüloz miktarına sahip olduğu Çizelge 4.2'den görülmektedir.

Sümbül ve Tanju (1982), yaptıkları çalışmalarında ruşeymin %25,5 protein, %7,6 ham yağ ve %5,2 ham selüloz içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Shulpalekar ve Rao (1977), ruşeymin %10,4 yağ, %28,5 protein, %6,8 kül, %7,5 selüloz ve %4,8 kül içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Hammadde olarak kullanılan değirmencilik yan ürünlerinin fitik asit miktarları 147,3-3215,4 mg/100 g arasında değişim göstermiştir. Buğday unu ile karşılaştırıldığında değirmencilik yan ürünleri yaklaşık 5-22 kat arasında daha fazla fitik asit miktarına sahip bulunmuştur. Fitik asit buğdayın dış tabakalarında ve ruşeym kısmında lokalize olduğundan rafine buğday ununda, değirmencilik yan ürünlerine kıyasla çok daha düşük fitik asit değerlerinin elde edilmesi beklenen bir sonuçtur.

Çizelge 4.2. Buğday unu ve farklı değirmencilik yan ürünlerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları ve renk değerleri¹

	Buğday Unu	KSK	KK	İK	RŞ
Kül (%)	0,57±0,03d	6,49±0,10a	4,57±0,06b	3,41±0,06c	3,16±0,06c
Protein (%)	10,71±0,20d	13,94±0,13c	15,47±0,14b	16,09±0,04b	23,74±0,23a
Yağ (%)	0,87±0,73d	3,14±0,51c	3,98±0,65c	6,39±0,70b	8,85±1,04a
Selüloz (%)	0,60±0,28d	16,05±0,23a	9,75±0,33b	9,01±0,44b	4,85±0,14c
Fitik asit (mg/100 g)	147,3±2,32e	685,8±5,45d	3215,4±15,23a	2655,3±12,12b	2138,1±15,1c
Ca (mg/100 g)	62,09±2,96e	325,72±2,43a	169,18±3,08b	151,29±1,00c	124,18±2,57d
Fe (mg/100 g)	1,83±0,38c	38,42±2,01a	8,65±0,75b	7,63±0,30b	5,48±0,41bc
K (mg/100 g)	106,98±4,21e	605,99±4,23d	814,21±3,13a	733,95±4,17c	785,36±4,75b
Mg (mg/100 g)	43,65±2,33d	109,14±1,61c	271,32±2,38a	188,34±4,72b	189,83±2,59b
Mn (mg/100 g)	0,51±0,10d	5,28±0,13c	7,33±0,30b	5,58±0,18c	8,14±0,16a
P (mg/100 g)	101,95±2,76d	284,15±3,04c	962,88±2,66a	874,85±2,62b	739,82±3,99c
Zn (mg/100 g)	0,56±0,07d	2,51±0,13c	5,17±0,24b	3,29±0,41c	9,31±0,44a
L*	95,16±1,64a	71,87±2,64b	70,02±2,80b	72,16±2,60b	75,46±3,48b
a*	-0,34±0,04c	3,34±0,45b	5,02±0,24a	4,66±0,30a	2,31±0,24b
b*	9,13±0,17b	21,31±0,95a	20,33±0,47a	20,42±0,59a	20,46±0,65a
SI	9,14±0,20b	21,57±0,81a	20,93±0,61a	20,94±0,62a	20,59±0,95a
Hue	92,16±1,64a	81,09±1,54bc	76,13±1,60c	77,14±0,20bc	83,55±1,13b

¹ Aynı satır içinde, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). Kimyasal analiz sonuçları kuru madde üzerinden verilmiştir. KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

Buğday unu ve değirmencilik yan ürünlerine ait hammaddelerin mineral madde miktarları Çizelge 4.2’de verilmiş olup, kabuk soyucudan elde edilen kepek yüksek kalsiyum (Ca) ve demir (Fe), kaba kepek yüksek potasyum (K), magnezyum (Mg) ve fosfor (P), ruşeym ise yüksek mangan (Mn) ve çinko (Zn) değerleri ile dikkat çekici bulunmuştur. Rafine buğday unu tahmin edildiği gibi tüm mineral maddeler açısından en fakir hammadde olmuştur.

Pomeranz (1988), buğday kepeğinin Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn içeriğinin sırasıyla 41-130 mg/100 g; 4,7-18 mg/g; 610-1320 mg/100 g; 35-640 mg/100 g; 900-1550 mg/100 g; 5,6-48 mg/100 g arasında değiştiğini bildirmiştir. Altan (2006), buğday unu ve değirmencilik yan ürünleri üzerine yaptığı çalışmasında buğday ununun Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn içeriklerinin 51-70,6 mg/100 g; 0,41-0,89 mg/100 g; 136,4-223,3 mg/100 g; 62,8-88,4 mg/100 g; 153,3-209,4 mg/100 g; 0,33-0,69 mg/100 g; kaba kepeğinin Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn içeriklerinin 37-220 mg/100 g; 9,3-11,6 mg/100 g; 538,7-667,7 mg/100 g; 296-395,6 mg/100 g; 1489,8-2030,1 mg/100 g; 2,53-6,76 mg/100 g; ince kepeğinin Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn içeriklerinin 136,4-173 mg/100 g; 10,09-12,56 mg/100 g; 390-510,1 mg/100 g; 326,6-427 mg/100 g; 1294,2-1721,1 mg/100 g; 4,152-6,190 mg/100 g; ruşeymin Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn içeriklerinin 722,5-948 mg/100 g; 7,70-9,94 mg/100 g; 669,6-958,2 mg/100 g; 362,8-478,4 mg/100 g; 2258-2543,7 mg/100 g; 5,677-13,92 mg/100 g arasında değiştiğini belirlemiştir.

Hammaddelerin renk değerleri izelge 4.2'de özetlenmiştir. Rafine buğday ununun L^* değeri değirmencilik yan ürünlerinden yüksek bulunmuştur. Değirmencilik yan ürünleri kendi aralarında karşılaştırıldığında L^* değerinin istatistiki olarak farksız olduğu görülmektedir. İnce kepek ve kaba kepek en yüksek, buğday unu ise en düşük a^* değerine sahip hammaddeler olarak belirlenmiştir. Değirmencilik yan ürünlerinin hepsi buğday unundan daha yüksek b^* değeri vermiş ve SI değerleri de b^* değerine paralel bir gidiş sergilemiştir. Sonuçlar hue değeri açısından incelendiğinde, buğday ununun değirmencilik yan ürünlerinden yüksek hue değerine sahip olduğu görülmektedir.

Akbaş (2010) kepek fraksiyonlarının L^* , a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla 66,57-80,43; 3,12-7,21 ve 14,47-19,23 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Pınarlı ve ark. (2004) stabilize ruşeymin L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 69,3; 2,8 ve 16,2 olarak belirlemişlerdir.

Değirmencilik yan ürünlerine ait literatür çalışmalarında elde edilen kimyasal kompozisyon ve renk değerleri mevcut çalışma ile bazı farklılıklar gösterebilmektedir. Buğday eşidi, yetiştirme koşulları, öğütme randımanı ve diğer öğütme faktörleri bu farklılıkların oluşmasında etkili olmuş olabilir.

4.2. Kek Hamuru ve Kek zellikleri

4.2.1. Kek hamuru zellikleri

Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek hamurlarının pH değerleri 6,72-6,87 arasında değişim göstermiştir (izelge 4.3). Varyans analiz sonuçlarına göre değirmencilik yan ürünü çeşidi, değirmencilik yan ürünü oranı ve enzim uygulaması faktörleri hamur pH'sı üzerinde önemsiz bulunmuştur. Duncan oklu karşılaştırma sonuçlarına göre, kek hamurlarında %20-30 oranında değirmencilik yan ürünü kullanılması, pH değerinde sayısal bir artışa neden olmuş, ancak bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (izelge 4.4).

Masoodi ve ark.'nın (2002) alışmasında kek hamurlarının pH değerleri 6,82-7,19 arasında bulunmuştur. Alp ve Bilgiçli (2008) kek hamuru pH'sının 6,99-7,20 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Fondroy ve ark. (1989) kek hamuruna %0-40 oranlarında yulaftan elde edilen selülozu katarak hazırladıkları hamurların pH değerlerinin 6,62-6,66 arasında değiştiğini ve değerler arasında istatistiki bir farkın olmadığını belirlemişlerdir.

Çizelge 4.3. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek hamurlarına ait pH ve yoğunluk deęerleri¹

Enzim uygulaması	DYÜ çeşidi	DYÜ oranı (%)	pH	Yoğunluk (g/cm ³)
Ksilanaz enzimi ilavesiz	KSK	0	6,75±0,30	0,98±0,03
		10	6,75±0,34	1,00±0,01
		20	6,83±0,25	0,99±0,01
		30	6,86±0,30	1,00±0,07
	KK	0	6,78±0,38	0,98±0,03
		10	6,78±0,38	0,99±0,01
		20	6,81±0,41	0,96±0,06
		30	6,82±0,44	1,03±0,04
	İK	0	6,78±0,38	0,97±0,03
		10	6,78±0,33	0,96±0,01
		20	6,78±0,27	0,97±0,01
		30	6,80±0,40	1,03±0,04
RŞ	0	6,75±0,42	0,97±0,03	
	10	6,75±0,38	0,97±0,07	
	20	6,80±0,41	0,99±0,03	
	30	6,83±0,34	0,99±0,04	
Ksilanaz enzimi ilaveli	KSK	0	6,74±0,31	0,98±0,03
		10	6,76±0,32	1,03±0,07
		20	6,81±0,35	1,04±0,10
		30	6,87±0,49	1,04±0,08
	KK	0	6,75±0,33	0,97±0,03
		10	6,73±0,24	0,96±0,01
		20	6,78±0,34	0,98±0,06
		30	6,80±0,47	1,00±0,14
	İK	0	6,73±0,31	0,97±0,03
		10	6,72±0,18	0,99±0,06
		20	6,73±0,40	1,00±0,07
		30	6,75±0,42	1,00±0,08
RŞ	0	6,73±0,27	0,98±0,03	
	10	6,73±0,30	0,97±0,04	
	20	6,77±0,30	0,98±0,03	
	30	6,85±0,43	0,99±0,07	
Ortalama			6,78	0,99
Minimum			6,72	0,96
Maksimum			6,87	1,04

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

Kek hamuru pH'sı kek içi rengini etkileyen önemli bir parametredir. Beyaz keklerde hamur pH'sı 0,2 birim düşürülerek kek içi beyazlığı geliştirilir. Genel olarak kek hamurunun pH'sı major bileşenler ve kabartıcı maddeler ile belirlenir. Optimum kek hacmi, kek içyapısı ve tekstürü ancak uygun pH değerinde sağlanır. Kek pH'sındaki artış, kek hacmini artırırken iç yapısında ise ince hücre duvarı ve kaba tekstüre neden olur. Aksine pH azalışı; kek iç yapısının daha sıkı bir hal almasına ve kek hacminin düşmesine neden olur (Pylar, 1988).

Çizelge 4.4. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek hamurlarının pH ve yoğunluk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	pH	Yoğunluk (g/cm ³)
DYÜ çeşidi			
KSK	16	6,80±0,25a	1,01±0,04a
KK	16	6,78±0,28a	0,98±0,04a
İK	16	6,76±0,25a	0,99±0,04a
RŞ	16	6,78±0,27a	0,98±0,04a
DYÜ oranı (%)			
0	16	6,75±0,25a	0,98±0,02a
10	16	6,75±0,23a	0,98±0,04a
20	16	6,79±0,25a	0,99±0,05a
30	16	6,82±0,31a	1,01±0,05a
Enzim uygulaması			
Ksilanaz ilavesiz	32	6,79±0,26a	0,98±0,03a
Ksilanaz ilaveli	32	6,77±0,26a	0,99±0,05a

¹ Aynı sütun içinde, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

Kek hamurlarının yoğunluk değerleri 0,96-1,04 g/cm³ arasında değişmiş olup ortalama 0,99 g/cm³ olarak bulunmuştur. Değirmencilik yan ürünlerinden kepek soyucudan elde edilen kepekten hazırlanan hamurun yoğunluğu diğer değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan hamurlardan sayısal olarak yüksek bulunmuş, ancak bu fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.4). Kek hamurlarında artan oranda değirmencilik yan ürünü kullanılması, yoğunluk değerlerinde hafif bir artışa neden olmuştur, ancak bu artış da istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Ksilanaz enzim uygulaması da hamur yoğunluğunda istatistiki bir farklılığa neden olmamıştır.

Levent ve Bilgiçli (2013) tarafından, farklı oranlarda buğday ruşeymi kullanılarak yapılan kek çalışmasında, kek hamurlarının yoğunluğu 0,99-1,0 g/cm³ arasında değişim göstermiş ve yoğunluk değerleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Majzoobi ve ark. (2013a) farklı partikül boyutlarına sahip buğday kepeğini %5-20 oranlarında sponge kek üretiminde kullandıkları çalışmalarında, kek hamuru yoğunluklarının 1,03-1,09 g/cm³ arasında değiştiğini ve partikül büyüklüğü ve kepek oranı arttıkça kek hamuru yoğunluğunun da arttığını rapor etmişlerdir. Majzoobi ve ark. (2013b) yaptıkları başka bir çalışmada pirinç kepeğini %5-20 oranında sponge kek üretiminde kullanmış ve kek hamuru yoğunluk değerlerinin 1,11-1,22 g/cm³ arasında değiştiğini ve artan kepek oranına bağlı olarak da kek hamuru yoğunluğunun arttığını belirlemişlerdir. Lebesi ve Tzia (2012) yulaf ve pirinç kepeklerine farklı oranlarda (0, 70 ve 700 ppm) ksilanaz muamelesi uygulayarak, %30 oranında kek formülasyonunda kullanmışlardır. Kek hamurlarının yoğunluk değerlerinin sırasıyla

0,903-0,926 g/cm³ ve 0,873-0,877 g/cm³ arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Ksilanaz ilavesi hem yulaf kepeği ilaveli hamurlarda hem de pirinç kepeği ilaveli hamurlarda yoğunluk değerlerinde istatistiki olarak bir değişikliğe sebep olmamıştır.

Kek hamurunun hazırlanması esnasında kek hamuru içine hapsedilen hava, kek hamurunun yoğunluğunun ölçümü ile tahmin edilebilir (Kim ve Walker, 1992). Düşük kek hamuru yoğunluğu hamurun iyi havalandırıldığının bir göstergesidir (Khalil, 1998). Kek hamurlarının yoğunluğu keklerin hacmi, gevrekliği, kek içi yapısı ve tekstürü ile direk ilişkili olduğundan, kek üretiminde sürekli kontrol edilmesi gereken bir parametredir (Pylar, 1988; Yıldız ve Doğan, 2004).

4.2.2. Kek renk değerleri

Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin iç ve kabuk rengi değerleri izelge 4.5 ve 4.7’de, bu değerlere ait Duncan oklu karşılaştırma testi sonuçları izelge 4.6 ve 4.8’de verilmiştir.

4.2.2.1. Kek içi renk değerleri

Kek örneklerinin kek içi L*, a*, b*, SI ve hue değerleri sırasıyla 46,38-72,12, 0,11-6,32; 19,12-22,09; 19,70-22,13 ve 72,65-89,71 arasında değişim göstermiştir (izelge 4.5). Kek örneklerinin kek içi L* değerleri değirmencilik yan ürünü çeşidi açısından değerlendirildiğinde, kaba kepek kullanılarak hazırlanan keklerin L* değerinin kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan keklerin L* değerinden yüksek olduğu bulunmuştur. Kek formülasyonunda kullanılan değirmencilik yan ürünü oranı arttıa L* değerinin düştüğu görülmektedir. Kek hamurunda ksilanaz enzimi kullanılması ile L* değerinde azalma meydana gelmiştir (izelge 4.6).

Duncan oklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin i a* değerleri en yüksek bulunmuş, bunu ince kepek kullanılarak hazırlanan kekler takip etmiş ve en düşük a* değeri ruşeym kullanımı ile elde edilmiştir. Kek formülasyonunda artan oranda değirmencilik yan ürünü kullanılması, kek içi a* değerinin yükselmesine neden olmuştur. Değirmencilik yan ürünü kullanılmadan hazırlanan kek örneğinde 0,15 olan a* değeri, %30 değirmencilik yan ürünü kullanımında 4,98’e yükselmiştir. Ksilanaz uygulaması ise kek örneklerinin a* değerinin artmasına neden olmuştur (izelge 4.6).

Çizelge 4.5. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin kek içi renk değerleri¹

Enzim uygulaması	DYÜ çeşidi	DYÜ oranı (%)	L*	a*	b*	SI	Hue
Ksilanaz enzimi ilavesiz	KSK	0	71,41±1,54	0,12±0,04	21,79±0,24	21,79±0,33	89,68±2,06
		10	59,44±2,53	3,34±0,08	21,25±0,33	21,51±0,23	81,07±1,51
		20	51,51±1,33	4,85±0,14	21,19±0,27	21,74±0,17	77,11±2,98
		30	46,74±1,46	6,22±0,11	20,93±0,40	21,83±0,35	73,45±2,19
	KK	0	72,12±0,81	0,15±0,07	21,52±0,24	21,52±0,18	89,60±5,09
		10	61,88±0,17	1,81±0,24	21,43±0,42	21,51±0,08	85,17±4,49
		20	57,56±2,21	2,79±0,06	19,81±0,42	20,01±0,16	81,98±1,44
		30	51,49±2,14	3,66±0,23	20,26±0,33	20,59±0,38	79,76±3,17
	İK	0	71,45±2,19	0,11±0,13	21,75±0,10	21,75±0,20	89,71±3,83
		10	60,06±2,74	2,22±0,17	20,68±0,24	20,80±0,34	83,87±1,59
		20	53,12±2,66	4,04±0,11	19,36±0,34	19,78±0,26	78,21±1,11
		30	49,39±2,28	5,16±0,07	20,45±0,20	21,09±0,37	75,84±1,64
RŞ	0	70,95±1,48	0,11±0,18	21,67±0,21	21,67±0,21	89,71±3,83	
	10	62,12±4,07	1,25±0,24	22,09±0,14	22,13±0,18	86,76±1,75	
	20	52,12±2,66	2,43±0,10	21,56±0,28	21,70±0,26	83,57±2,02	
	30	48,32±3,28	3,12±0,34	21,87±0,40	22,09±0,4	81,88±1,58	
Ksilanaz enzimi ilaveli	KSK	0	69,21±3,95	0,18±0,13	21,12±0,17	21,12±0,24	89,51±3,55
		10	57,48±3,56	3,85±0,14	21,12±0,33	21,47±0,26	79,67±4,71
		20	49,65±3,32	5,21±0,14	20,15±0,21	20,81±0,22	75,50±2,12
		30	46,38±1,95	6,32±0,16	20,23±0,17	21,19±0,18	72,65±3,32
	KK	0	70,09±2,70	0,19±0,25	21,05±0,38	21,05±0,38	89,48±2,10
		10	60,44±3,62	2,05±0,20	20,67±0,16	20,77±0,17	84,34±2,35
		20	54,29±2,42	4,07±0,14	19,34±0,32	19,77±0,17	78,12±2,66
		30	50,42±2,23	5,05±0,18	20,03±0,28	20,66±0,29	75,85±1,63
	İK	0	69,11±4,09	0,17±0,14	21,17±0,24	21,17±0,25	89,54±2,18
		10	59,84±4,47	3,19±0,14	20,68±0,21	20,93±0,26	81,23±2,50
		20	51,21±2,53	4,75±0,18	19,12±0,17	19,70±0,20	76,05±1,35
		30	47,03±2,87	5,91±0,13	19,73±0,24	20,60±0,36	73,32±2,37
RŞ	0	69,20±3,96	0,19±0,20	21,35±0,21	21,35±0,50	89,49±3,52	
	10	60,12±4,07	1,75±0,18	21,45±0,35	21,52±0,57	85,34±2,35	
	20	50,59±3,41	3,63±0,25	20,78±0,31	21,09±0,19	80,09±2,70	
	30	47,22±3,14	4,41±0,14	21,28±0,31	21,73±0,24	78,29±3,83	
Ortalama			57,87	2,88	20,84	21,14	82,06
Minimum			46,38	0,11	19,12	19,70	72,65
Maksimum			72,12	6,32	22,09	22,13	89,71

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

Kek örneklerinin kek içi b* renk değerleri değirmencilik yan ürünü çeşidi açısından karşılaştırıldığında, ruşeym ilavesi ile hazırlanan kek örneklerinin en yüksek b* değerine sahip olduğu, bunu kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan kekin takip ettiği belirlenmiştir. %10'un üzerinde değirmencilik yan ürünü kullanımı kek içi b* değerinin düşmesine neden olmuş ve en düşük değer %20 değirmencilik yan ürünü kullanımı ile elde edilmiştir. Ksilanaz enzimi uygulaması b* değerinin düşmesine neden olmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin kek içi renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
DYÜ çeşidi						
KSK	16	56,48±9,60b	3,76±2,37a	20,97±0,56b	21,43±0,40b	79,83±6,79c
KK	16	59,79±7,96a	2,47±1,72c	20,52±0,80c	20,73±0,64c	83,04±5,38ab
İK	16	57,65±9,04ab	3,19±2,13b	20,37±0,89c	20,73±0,70c	80,97±6,27bc
RŞ	16	57,58±9,37ab	2,11±1,52d	21,51±0,44a	21,66±0,41a	84,39±4,55a
DYÜ oranı (%)						
0	16	70,44±2,38a	0,15±0,10d	21,43±0,33a	21,43±0,36a	89,59±2,50a
10	16	60,17±2,86b	2,43±0,89c	21,17±0,52a	21,33±0,50a	83,43±3,21b
20	16	52,51±3,09c	3,97±0,96b	20,17±0,91c	20,57±0,86b	78,83±3,17c
30	16	48,37±2,57d	4,98±1,15a	20,60±0,72b	21,22±0,62a	76,38±3,74c
Enzim uygulaması						
Ksilanaz ilavesiz	32	58,73±8,93a	2,59±1,90b	21,10±0,81a	21,34±0,72a	82,96±5,55a
Ksilanaz ilaveli	32	57,02±8,88b	3,18±2,12a	20,58±0,74b	20,93±0,59b	81,15±6,28b

¹ Aynı sütun içinde, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

Kek içi SI değerleri değirmencilik yan ürünü çeşidi ve enzim uygulaması faktörleri açısından b* değerine paralel bir gidiş sergilemiştir. Değirmencilik yan ürünü açısından değerlendirildiğinde, %20 kullanım oranında diğer kullanım oranlarına göre daha düşük kek içi SI değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.6)

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, ruşeym ve kaba kepek kullanılarak hazırlanan keklerin iç hue değerleri kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan keklerden yüksek bulunmuştur. Kek formülasyonunda %20-30 oranında değirmencilik yan ürünü kullanımı en düşük hue değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur. Ksilanaz enzimi uygulaması ise hue değerini düşürmüştür (Çizelge 4.6).

4.2.2.2. Kek kabuğu renk değerleri

Kek örneklerinin kabuk L*, a*, b*, SI ve hue değerleri ortalamaları sırasıyla 43,01, 10,73, 16,52, 19,71 ve 56,74 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.7). Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları değirmen yan ürünü çeşidi açısından değerlendirildiğinde kabuk L* değerlerinin 42,49 ile 43,55 arasında değiştiği ve kabuk L* değerleri arasında istatistiki bir farkın bulunmadığı belirlenmiştir. Sonuçlar değirmencilik yan ürünü oranı ve ksilanaz uygulaması açısından değerlendirildiğinde ise; %30 oranında değirmencilik yan ürünü kullanımı en düşük kabuk L* değerinin elde edilmesine sebep olurken, ksilanaz uygulaması kabuk L* değerini düşürmüştür (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.7. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin kabuk renk değerleri¹

Enzim uygulaması	DYÜ çeşidi	DYÜ oranı (%)	L*	a*	b*	SI	Hue
Ksilanaz enzimi ilavesiz	KSK	0	43,92±1,53	12,23±0,33	19,78±0,28	23,26±0,37	58,27±1,80
		10	44,99±1,43	11,12±0,17	18,19±0,27	21,32±0,45	58,56±2,21
		20	42,56±0,62	10,54±0,48	16,91±0,58	19,93±0,49	58,06±1,51
		30	42,16±1,19	10,29±0,41	16,27±0,38	19,25±0,35	57,69±1,85
	KK	0	44,02±1,39	12,45±0,49	19,54±0,76	23,17±0,24	57,50±2,13
		10	45,68±1,87	11,54±0,31	19,09±0,13	22,31±0,43	58,85±1,63
		20	43,77±1,74	11,21±0,30	17,98±0,59	21,19±0,27	58,06±4,16
		30	43,21±2,53	10,78±0,31	17,45±0,28	20,51±0,27	58,29±3,83
	İK	0	43,09±2,70	12,03±0,28	19,54±0,42	22,95±0,18	58,38±3,70
		10	45,18±1,16	11,34±0,48	18,55±0,33	21,74±0,26	58,56±3,45
		20	43,17±2,59	10,79±0,33	17,19±0,27	20,30±0,42	57,88±2,99
		30	42,54±2,06	10,60±0,28	16,19±0,27	19,35±0,50	56,79±3,13
	RŞ	0	43,21±2,53	12,09±0,38	19,59±0,48	23,02±0,42	58,32±2,38
		10	45,41±2,25	11,24±0,34	18,05±0,25	21,26±0,37	58,09±2,70
		20	43,54±3,48	10,74±0,30	16,29±0,41	19,51±0,55	56,60±1,98
		30	42,98±1,44	10,42±0,24	15,86±0,42	18,98±0,59	56,70±1,85
Ksilanaz enzimi ilaveli	KSK	0	43,02±2,80	11,52±0,38	19,12±0,17	22,32±0,46	58,93±1,51
		10	42,33±2,36	9,79±0,30	15,30±0,42	18,16±0,23	57,39±3,70
		20	40,78±1,73	9,25±0,35	14,00±0,33	16,78±0,34	56,55±3,47
		30	40,17±2,59	8,90±0,44	12,03±0,28	14,96±0,16	53,51±2,11
	KK	0	42,98±2,80	11,89±0,57	19,09±0,13	22,49±0,38	58,08±2,71
		10	43,95±2,76	10,96±0,25	16,34±0,48	19,68±0,22	56,15±2,62
		20	43,25±1,77	10,12±0,17	14,80±0,34	17,93±0,20	55,64±1,93
		30	41,56±2,21	9,55±0,42	12,90±0,25	16,05±0,38	53,49±2,14
	İK	0	43,21±3,13	11,09±0,28	19,21±0,30	22,18±0,26	60,00±2,83
		10	43,50±2,12	10,86±0,25	16,06±0,24	19,39±0,39	55,93±1,51
		20	42,65±3,75	9,99±0,25	14,56±0,44	17,66±0,14	55,54±2,06
		30	41,21±1,13	9,25±0,35	12,57±0,44	15,61±0,41	53,65±1,91
	RŞ	0	43,65±2,33	11,85±0,41	19,23±0,33	22,59±0,20	58,36±2,32
		10	42,55±2,19	10,13±0,18	13,98±0,42	17,26±0,37	54,07±2,73
		20	41,70±1,84	9,59±0,48	12,05±0,25	15,40±0,28	51,49±3,56
		30	40,51±2,11	9,08±0,30	10,90±0,31	14,19±0,30	50,20±2,54
Ortalama		43,01	10,73	16,52	19,71	56,74	
Minimum		40,17	8,90	10,90	14,18	50,21	
Maksimum		45,68	12,45	19,78	23,26	60,00	

¹ Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

Farklı değirmencilik yan ürünü çeşidi kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin kabuk a* değerleri 10,46 ile 11,06 arasında değişmiştir. Kaba kepek kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin kabuk a* değeri, ruşeym kullanılarak hazırlanan örneklerin a* değerinden yüksek bulunmuştur. Kek formülasyonunda artan değirmencilik yan ürünü oranı, kek içi a* değerinin aksine, kabuk a* değerinin düşmesine neden olmuş ve en düşük değer %30 değirmencilik yan ürünü kullanımı ile elde edilmiştir. Ksilanaz uygulaması kabuk a* değerini düşürmüştür (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin kabuk renk değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	L*	a*	b*	SI	Hue
DYÜ çeşidi						
KSK	16	42,49±2,05a	10,46±1,13b	16,45±2,55b	19,50±2,73c	57,37±2,42a
KK	16	43,55±1,95a	11,06±0,94a	17,15±2,28a	20,42±2,37a	57,01±2,67a
İK	16	43,07±2,10a	10,74±0,85ab	16,73±2,33b	19,90±2,38b	57,09±2,82a
RŞ	16	42,94±2,21a	10,64±1,05b	15,74±3,13c	19,03±3,15d	55,48±3,61a
DYÜ oranı (%)						
0	16	43,39±1,85ab	11,89±0,50a	19,39±0,39a	22,75±0,46a	58,48±1,96a
10	16	44,20±1,97a	10,87±0,63b	16,95±1,75b	20,14±1,77b	57,20±2,54ab
20	16	42,68±2,00b	10,28±0,69c	15,47±1,93c	18,59±1,92c	56,23±2,96ab
30	16	41,79±1,81c	9,86±0,76d	14,27±2,36d	17,36±2,35d	55,04±3,24b
Enzim uygulaması						
Ksılanaz ilavesiz	32	43,71±1,81a	11,21±0,72a	17,90±1,37a	21,13±1,51a	57,91±2,06a
Ksılanaz ilaveli	32	42,31±2,10b	10,24±1,01b	15,13±2,78b	18,29±2,83b	55,56±3,24b

¹ Aynı sütun içinde, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

Değirmencilik yan ürünü çeşitlerinden kaba kepek en yüksek kabuk b* değeri verirken bunu ince kepek ve kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan keklerin kabuk b* değerleri takip etmiştir. Ruşeym kullanılarak hazırlanan keklerin iç b* değerleri tüm değirmencilik yan ürünleri içinde en yüksek değeri verirken, kek kabuk b* değerinde de en düşük değer elde edilmesine neden olmuştur. Artan oranda değirmencilik yan ürünü kullanımı kabuk b* değerinin düşmesine neden olmuştur. Ksılanaz uygulaması ile ortalama b* değeri 17,90'dan 15,13'e düşmüştür (Çizelge 4.8).

Farklı değirmencilik yan ürünü kullanılan kek örneklerinin kabuk SI değerleri 19,03 ile 20,42 arasında değişim göstermiş olup, kaba kepek kullanılarak hazırlanan kekler en yüksek, ruşeym kullanılarak hazırlanan kekler en düşük kabuk SI değerleri vermiştir. Değirmencilik yan ürünü oranı ve enzim uygulaması açısından kek örneklerinin SI değerleri b* değerlerine paralel bir gidiş sergilemiştir (Çizelge 4.8).

Kek formülasyonlarında farklı değirmencilik yan ürünü kullanılması kabuk hue değeri üzerinde istatistiki bir farklılığa neden olmazken, yüksek oranda (%30) değirmencilik yan ürünü kullanılması, hiç değirmencilik yan ürünü kullanılmayan kek örneğine göre kabuk hue değerinin düşmesine neden olmuştur. Ksılanaz enzimi uygulaması da kabuk hue değerinin düşmesine neden olmuştur (Çizelge 4.8).

Yapılan bir çalışmada, buğday kepeği farklı oranlarda (%0-20) kek üretiminde kullanılmış ve kek kabuğuna ait L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 75,07-80,00; 0,77-3,48 ve 4,84-7,00 aralığında, kek içine ait L*, a* ve b* değerleri sırasıyla 80,69-85,18; (-6,00) - (-2,76) ve 3,68-7,96 aralığında bulunmuştur. Kek formülasyonunda artan kepek

oranına bağılı olarak kek içi ve kabuğuna ait L^* ve b^* değerleri azalırken, a^* değerlerinin arttığı belirlenmiştir (Majzoobi ve ark., 2013a).

Levent ve Bilgiçli (2013) kek formülasyonunda %0-30 oranlarında buğday ruşeymi kullanmış ve kek kabuğuna ait L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 47,46-55,10; 10,98-15,53 ve 21,64-29,95 aralığında, kek içine ait L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 65,12-72,09; -1,55-0,53 ve 25,22-28,68 aralığında bulunmuştur. Artan buğday ruşeymi oranına bağılı olarak kek içi ve kabuğunda L^* değeri dūřerken a^* ve b^* değerlerinin arttığını bildirmişlerdir.

Lebesi ve ark. (2011) farklı besinsel lif kaynakları ile hububat kepeklerini %10-30 oranında kek üretiminde kullandıkları çalışmalarında, %30 oranında buğday kepeği kullanımı ile kabuk L^* ve b^* değeri ile kek içi L^* değerinin dūřtüęünü, kek içi a^* değerinin ise yükseldiğini rapor etmişlerdir.

Majzoobi ve ark. (2012), buğday ruşeymini farklı oranlarda (%5-20) kek hamuruna ilave ederek hazırladıkları kek örneklerinde, artan ruşeym oranına bağılı olarak kabuk L^* değeri hafif azalırken, a^* ve b^* değerlerinin hafif arttığını ancak, değişimlerin önemli olmadığını belirlemiştir. Aynı çalışmada artan ruşeym oranına bağılı olarak kek içi b^* değerinde istatistiki olarak önemli bir artışın olduğu belirlenmiştir.

Kek kabuk rengi oluşumunda Maillard ve karamelizasyon reaksiyonları etkili olmaktadır. Kek formülasyonunda ruşeym ve kepek ilavesi ile protein miktarının daha da artmış olması nedeniyle, Maillard reaksiyonundaki artışa bağılı olarak kabuk koyuluk ve kırmızılığının da artmış olabileceği tahmin edilmektedir. Kek içi sıcaklığı Maillard ya da karamelizasyon reaksiyonlarının oluşması için yeterli olmadığından, kek içi rengi ise yüksek oranda kullanılan ingredientlere bağılı olmaktadır (Gomez ve ark., 2010). Bu sebeple kullanılan değirmencilik yan ürünlerinin renginin de kısmen kek iç rengine yansıdığı görülmektedir.

4.2.3. Kek fiziksel özellikleri

Kek örneklerinin hacim, simetri indeksi, tekdüzelik indeksi ve sertlik değerlerine ait sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmiştir. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde hacim, simetri indeksi, tekdüzelik indeksi ve sertlik değerleri 275-325 ml; 1,4-3,5; 0,8-1,4 ve 1320-3645 g arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 4.9. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin bazı fiziksel analiz sonuçları¹

Enzim uygulaması	DYÜ çeşidi	DYÜ oranı (%)	Hacim (ml)	Simetri indeksi	Tekdüzelik indeksi	Sertlik (g)
Ksilanaz enzimi ilavesiz	KSK	0	312±5,66	2,7±0,28	1,3±0,14	1459±83,44
		10	304±8,49	2,9±0,28	0,9±0,00	1971±65,05
		20	295±7,07	2,4±0,14	1,0±0,28	2652±73,54
		30	290±8,49	2,5±0,14	0,9±0,14	3342±59,40
	KK	0	310±9,90	3,0±0,42	1,2±0,14	1485±77,78
		10	296±8,49	2,8±0,28	1,3±0,28	2024±33,94
		20	285±7,07	1,6±0,14	1,4±0,14	2612±65,05
		30	280±8,49	1,6±0,28	1,4±0,28	2968±79,20
	İK	0	311±7,07	2,7±0,28	1,2±0,42	1451±72,12
		10	300±8,49	2,3±0,28	1,1±0,14	2175±56,57
		20	289±7,07	1,6±0,14	0,9±0,28	2738±53,74
		30	287±4,24	1,5±0,28	1,1±0,28	3645±63,64
RŞ	0	310±2,83	2,8±0,42	1,3±0,28	1486±25,46	
	10	291±4,24	2,1±0,28	1,1±0,71	1978±33,94	
	20	281±7,07	1,4±0,42	0,9±0,28	2665±42,43	
	30	275±7,07	1,6±0,14	0,8±0,14	3187±41,01	
Ksilanaz enzimi ilaveli	KSK	0	325±8,49	3,3±0,28	1,1±0,28	1356±79,20
		10	312±2,83	3,2±0,14	0,8±0,14	1786±70,71
		20	300±7,07	3,5±0,42	1,0±0,42	2346±65,05
		30	302±4,24	3,2±0,42	0,9±0,57	3102±32,53
	KK	0	320±8,49	3,5±0,42	1,2±0,14	1402±89,10
		10	300±5,66	2,8±0,14	1,0±0,14	1750±70,71
		20	290±8,49	2,0±0,14	1,1±0,28	2315±42,43
		30	282±7,07	1,9±0,42	0,9±0,57	2567±31,11
	İK	0	324±7,07	3,3±0,42	1,1±0,14	1320±63,64
		10	305±3,77	2,7±0,28	0,9±0,57	2035±49,50
		20	295±7,07	2,2±0,42	1,0±0,28	2403±42,25
		30	287±3,77	2,2±0,42	0,8±0,28	3265±74,95
RŞ	0	325±4,71	3,4±0,42	1,0±0,28	1380±42,43	
	10	298±7,07	2,8±0,42	1,0±0,42	1835±49,50	
	20	289±2,83	1,7±0,28	0,9±0,28	2598±74,95	
	30	284±4,24	1,7±0,28	0,9±0,28	3054±76,37	
Ortalama			299	2,5	1,0	2261
Minimum			275	1,4	0,8	1320
Maksimum			325	3,5	1,4	3645

¹Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.10'da özetlenmiştir. Kek hacmi değerleri, farklı değirmencilik yan ürünleri çeşidi açısından değerlendirildiğinde kaba kepek ya da ruşeym kullanılarak hazırlanan keklerin hacimlerinin, kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan keklerin hacminden düşük olduğu belirlenmiştir. Kek üretiminde kullanılan değirmencilik yan ürünü oranının artması kek hacmini düşürmüştü ve %20-30 yan ürün kullanım oranları istatistiki olarak birbirinden farklı kek hacmi sonuçları vermiştir. Ksilanaz uygulaması kek hacmini ortalama 294,75 ml'den 302,38 ml'ye yükseltmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin bazı fiziksel özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Hacim (ml)	Simetri İndeksi	Tekdüzelik indeksi	Sertlik (g)
DYÜ çeşidi					
KSK	16	305,00±11,80a	2,96±0,44a	0,99±0,27a	2251,75±714,20b
KK	16	295,38±14,68b	2,40±0,73b	1,19±0,27a	2140,38±551,03c
İK	16	299,71±13,67ab	2,31±0,62b	1,01±0,27a	2379,00±789,48a
RŞ	16	294,17±16,38b	2,19±0,74b	0,99±0,31a	2272,88±674,37b
DYÜ oranı (%)					
0	16	317,13±8,73a	3,09±0,42a	1,18±0,21a	1417,38±78,73d
10	16	300,79±7,77b	2,70±0,38b	1,01±0,31a	1944,25±144,56c
20	16	290,50±7,47c	2,05±0,69c	1,03±0,27a	2541,13±162,05b
30	16	285,83±8,92c	2,03±0,61c	0,96±0,32a	3141,25±304,39a
Enzim uygulaması					
Ksilanaz ilavesiz	32	294,75±12,90b	2,22±0,61b	1,11±0,28a	2364,88±704,58a
Ksilanaz ilaveli	32	302,38±15,26a	2,71±0,70a	0,98±0,27a	2157,13±641,47b

¹ Aynı sütun içinde, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$). DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

Sonuçlar simetri indeksi açısından değerlendirildiğinde ise, kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin simetri indeksi değerlerinin diğer değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin simetri indekslerinden yüksek olduğu görülmektedir. Kek formülasyonunda artan oranda değirmencilik yan ürünü kullanılması simetri indeksini düşürmüş ve %20-30 yan ürün kullanımı ile en düşük simetri indeksi değerleri elde edilmiştir. Ksilanaz enzimi uygulaması ise simetri indeksi değerini artırmıştır (Çizelge 4.10). Kek endüstrisinde simetri indeksi keklerin dış hatlarının profillerini belirlemek için kullanılmakta olup simetri indeksinin artması kekin merkezden yukarıya doğru kabarıp bombe oluşturmasını, azalması ise kekin düz bir üst yüzeye sahip olduğunu gösterir (Bath ve ark., 1992; Mercan, 1998).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları kek örneklerinin tekdüzelik indeksi değerleri açısından değerlendirildiğinde, her üç faktörün de (değirmencilik yan ürünü çeşidi, değirmencilik yan ürünü oranı ve ksilanaz uygulaması) tekdüzelik indeksi üzerinde istatistiki olarak önemli olmadığı ve ortalamalar arasındaki farklılığın önemli çıkmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Kek endüstrisinde tekdüzelik indeksi kekin simetrisini belirlemek için kullanılır (Mercan, 1998; Masoodi ve ark., 2002). Elde edilen sonuçların sıfıra yakın olması arzu edilen bir sonuçtur (Bath ve ark., 1992; Mercan, 1998).

Kek sertlik değerleri her üç faktörden de önemli derecede etkilenmiş olup, en yüksek kek sertlik değeri ince kepek kullanılarak hazırlanan kek örneğinde belirlenmiş,

en düşüğü ise kaba kepek kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde ölçülmüştür. Kek formülasyonda artan oranda değirmencilik yan ürünü kullanılması, tahmin edildiği gibi kek sertliğini yükseltmiştir. Ksilanaz enzimi uygulaması ile kek sertliği 2364,88 g'dan 2157,13 g'a düşüş göstermiştir (Çizelge 4.10).

Majzoobi ve ark. (2013a) kek üretiminde %0-20 oranında kepek kullanımı ile sertlik değerinin 2,69-5,24 N arasında değiştiğini ve en yüksek değerin %20 kepek ilavesiyle elde edildiğini rapor etmiştir.

Majzoobi ve ark.'nın (2013b) yaptıkları bir başka çalışmada %20 pirinç kepeği ilavesi ile kek örneklerinde hacim değerinin 334,5 cm³'ten 270,3 cm³'e düşerken, sertlik değerinin 2,28 N'dan 4.81 N'a yükseldiği belirlenmiştir.

Lebesi ve Tzia (2011) buğday kepeğini %0-30 arasında değişen oranlarda kek formülasyonunda kullanmış ve artan oranda kepeğin, hacim ve sertlik değerlerini olumsuz yönde etkilediğini rapor etmiştir.

Fondroy ve ark. (1989) yulaf selülozunu %10-40 arasındaki oranlarda kek üretiminde kullandıkları çalışmalarında hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi değerlerini sırasıyla 8,66-11,26; 0,10-0,62 ve 0,06-0,22 arasında belirlemişlerdir. Artan selüloz oranıyla birlikte hacim indeksinin azaldığını ifade etmişlerdir. Selüloz katkılanması ile tekdüzelik indeksinde bir değişiklik olmazken, simetri indeksinde kontrol örneğe göre azalma olduğu belirlenmiştir.

Kek formülasyonunda %0-30 oranlarında buğday ruşeymi kullanılarak yapılan çalışmada, kek örneklerinin hacim, hacim indeksi, simetri indeksi ve tekdüzelik indeksi değerleri 372,73-329,50 ml, 134,00-125,87 mm, 3,67-5,20 mm ve 1,00-1,14 mm olarak rapor edilmiştir. Sertlik değeri, artan ruşeym oranı ile artış göstermiştir (Levent ve Bilgiçli, 2013).

Bilgiçli ve Levent (2013) kek üretiminde buğday ruşeymini dirençli nişasta ile birlikte ve ayrı olarak kullanmışlardır. Dirençli nişasta içermeyen keklerde, artan buğday ruşeymi oranı ile birlikte hacim indeksinin arttığını, tekdüzelik indeksinin ise istatistiki olarak değişmediğini belirlemişlerdir. Aynı çalışmada sertlik değeri de %20 buğday ruşeymi kullanımı ile 1860 g'dan 2231 g'a yükselmiştir.

Majzoobi ve ark. (2012) kek hamurunda artan buğday ruşeymi oranına bağlı olarak kek yüksekliğinin azaldığını belirlemişler ve bu sonucun buğday ruşeymi içeren hamurlarda daha az hava kabarcığı oluşması nedeniyle gerçekleştiğini rapor etmişlerdir. Benzer şekilde buğday ruşeyminin bisküvi çapına, ekmek hacmine ve sertliğine,

makarna pişme kaybına olumsuz etkileri çeşitli araştırmalarda rapor edilmiştir (Ibanoğlu ve ark., 2000; Arshad ve ark., 2007; Gomez ve ark., 2012).

Lebesi ve Tzia (2012) yulaf ve pirinç kepeğini ksilanaz muamelesi ile kek üretiminde kullandıkları çalışmalarında, kek spesifik hacminin ksilanaz kullanımı ile arttığını, sertliğin ise azaldığını rapor etmişlerdir.

4.2.4. Kek kimyasal özellikleri

Kek kimyasal özellikleri teknolojik olarak daha üstün özellikler sergilemiş olan ksilanaz uygulanmış değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiş ve Çizelge 4.11’de sonuçlar özetlenmiştir. Kek örneklerinin kül, protein, yağ, selüloz ve fitik asit değerleri %1,72-2,39; %7,85-10,50; %28,12-30,05; %0,75-4,21 ve 76,32-435,87 mg/100 g arasında değişim göstermiştir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları, değirmencilik yan ürünü çeşidi açısından değerlendirildiğinde kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan keklerin en yüksek, ruşeym kullanılarak hazırlanan keklerin ise en düşük kül miktarına sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.12). Kabuk soyucudan elde edilen kepek, buğdayın en dış tabakasından elde edildiğinden kül içeriğinin en yüksek değerinde (%6,49) olması ve bunun da son ürüne yansımaları beklenen bir sonuçtur. Ruşeym ise yüksek protein, yağ, şeker içeriği ile birlikte yüksek oranda kül içermesine (%3,16) rağmen, kül içeriği diğer değirmencilik yan ürünlerinden düşük bulunmuş ve bu durumda son ürün olan kek örneklerine yansımaları olabilir. Kek formülasyonunda kullanılan değirmencilik yan ürünü oranının artması, kek örneklerindeki kül miktarını yükseltmiştir. %20-30 yan ürün kullanım oranlarında elde edilen kül miktarları istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmamıştır. Değirmencilik yan ürünleri buğdayın genel olarak dış tabakalarından elde edildiklerinden kül miktarları rafine buğday ununa göre oldukça yüksektir. Bu çalışmada da değirmencilik yan ürünlerinin kül miktarı buğday unundan yaklaşık olarak 5,5 ile 11,4 kat arasında daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2). Bu durum, son ürün olan kek örneklerinin kül miktarının artışında etkili olmuştur.

Çizelge 4.11. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçları¹

DYÜ çeşidi	DYÜ oranı (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Selüloz (%)	Fitik asit (mg/100 g)
KSK	0	1,76±0,07	7,91±0,06	28,12±0,17	0,81±0,13	78,12±4,41
	10	2,06±0,08	8,22±0,17	28,38±0,54	1,89±0,16	108,23±8,81
	20	2,29±0,07	8,65±0,21	28,65±0,28	3,65±0,21	122,45±6,43
	30	2,39±0,06	8,86±0,08	28,96±0,17	4,21±0,30	147,65±3,75
KK	0	1,72±0,04	7,85±0,07	28,21±0,30	0,75±0,07	80,32±0,96
	10	2,02±0,03	8,41±0,13	28,48±0,38	1,52±0,31	190,37±10,79
	20	2,21±0,11	9,02±0,25	28,75±0,30	2,35±0,49	312,45±3,61
	30	2,36±0,08	9,58±0,17	29,12±0,16	3,05±0,07	435,87±6,89
İK	0	1,78±0,10	8,01±0,27	28,19±0,14	0,78±0,25	76,32±2,38
	10	1,91±0,10	8,55±0,21	29,04±0,34	1,55±0,14	169,45±3,46
	20	2,12±0,08	9,09±0,13	29,45±0,30	2,58±0,25	264,39±6,52
	30	2,21±0,06	9,61±0,30	29,75±0,06	3,02±0,25	325,12±5,83
RŞ	0	1,75±0,06	7,94±0,20	28,25±0,33	0,80±0,14	78,31±8,05
	10	1,89±0,11	9,01±0,27	29,13±0,18	1,32±0,17	158,67±5,19
	20	1,98±0,04	9,95±0,21	30,02±0,33	1,92±0,17	224,19±5,93
	30	2,09±0,13	10,50±0,31	30,05±0,18	2,19±0,27	304,56±6,28
Ortalama		2,03	8,82	28,91	2,02	192,3
Minimum		1,72	7,85	28,12	0,75	76,32
Maksimum		2,39	10,50	30,05	4,21	435,87

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

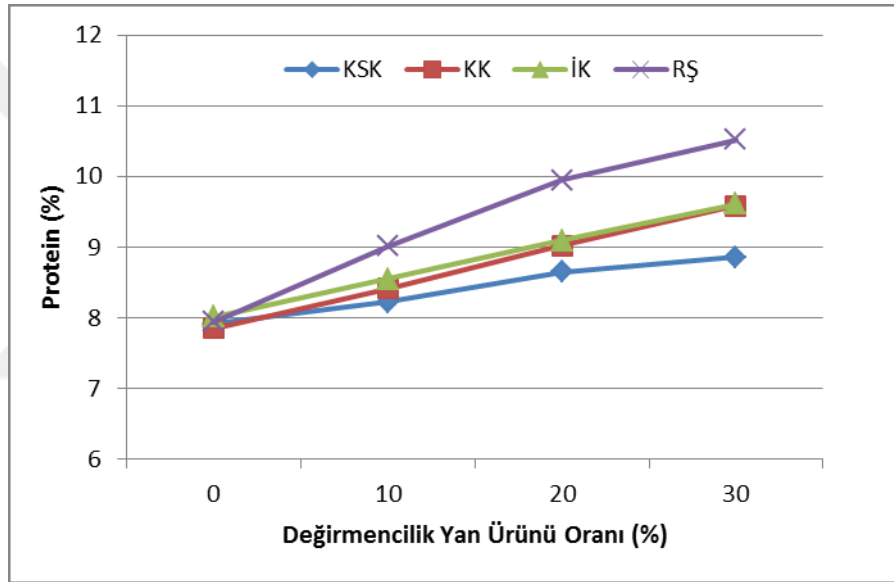
Çizelge 4.12. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin bazı kimyasal analiz değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Selüloz (%)	Fitik asit (mg/100 g)
DYÜ çeşidi						
KSK	8	2,13±0,26a	8,41±0,41c	28,53±0,42b	2,64±1,46a	114,13±29,2c
KK	8	2,08±0,26ab	8,72±0,71b	28,64±0,42b	1,92±0,95b	254,75±153,5a
İK	8	2,01±0,19b	8,82±0,66b	29,11±0,65a	1,98±0,95b	208,82±109,3ab
RŞ	8	1,93±0,15c	9,36±1,06a	29,36±0,83a	1,56±0,59c	191,43±96,2b
DYÜ oranı (%)						
0	8	1,75±0,06c	7,93±0,14d	28,19±0,19c	0,79±0,13d	78,27±1,6d
10	8	1,97±0,10b	8,55±0,35c	28,76±0,46b	1,57±0,27c	156,68±34,8c
20	8	2,15±0,14a	9,18±0,53b	29,22±0,64a	2,63±0,72b	230,87±80,8b
30	8	2,26±0,15a	9,64±0,65a	29,47±0,49a	3,12±0,79a	303,30±118,7a

¹ Aynı sütun içinde, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

Kek üretiminde farklı değirmencilik yan ürünü çeşidi kullanımı ile ortalama protein miktarları %8,41-9,36 arasında değişim göstermiş ve ruşeym ilaveli kekler en yüksek protein değerini verirken, bu değeri ince kepek ya da kaba kepek ilaveli kekler takip etmiş ve en düşük protein miktarı kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan keklerde belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Kek formülasyonunda kullanılan değirmencilik yan ürünü oranının artması ile protein miktarı artış göstermiş ve hiç

değirmencilik yan ürünü kullanılmayan kek örneklerinde ortalama %7,93 olan protein miktarı %30 değirmencilik yan ürünü kullanımı ile %9,64'e yükselmiştir (Çizelge 4.12). Değirmencilik yan ürünlerinin protein miktarları %13,94 ile 23,74 arasında değişmekte olup, rafine buğday unu için bu değer %10,71'dir (Çizelge 4.2). Değirmencilik yan ürünlerinin tamamının protein miktarının buğday unundan yüksek olması bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuş olabilir. Kek örneklerinde protein miktarı üzerinde önemli ($p<0,01$) bulunan "değirmencilik yan ürünü çeşidi x değirmencilik yan ürünü oranı" interaksyonu Şekil 4.1'de verilmiştir. Değirmencilik yan ürünlerinin kek formülasyonunda kullanım oranlarının hepsinde, ruşeym kullanılarak hazırlanan kekler diğer örneklerden daha yüksek protein miktarına sahip bulunmuşlardır.



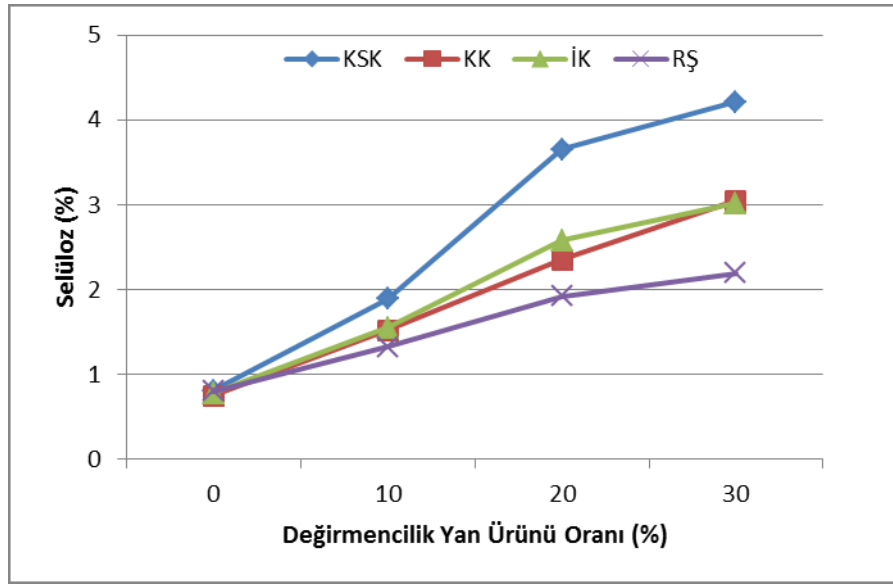
Şekil 4.1. Kek örneklerinin protein miktarı üzerine etkili "değirmencilik yan ürünü çeşidi x değirmencilik yan ürünü oranı" interaksyonu

Kek örneklerinde yağ miktarı ortalamaları karşılaştırıldığında ince kepek ya da ruşeym kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin yağ miktarlarının, kaba kepek ya da kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan kek örneklerinden yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 4.12). Ruşeym yağ içeriği yüksek bir yan üründür ve bu çalışmada da %8,85 yağ miktarı ile en yüksek yağ içeriğine sahip yan ürün olarak belirlenmiştir. İnce kepek doğal olarak yapısında bir miktar ruşeym bulundurabilmekte, bu sebeple yağ miktarı diğer kepek fraksiyonlarına nazaran yüksek bulunmaktadır. Bu çalışmada da ruşeymden sonra en yüksek yağ içeriğine (%6,39) sahip yan ürün olan ince kepek son üründe yağ miktarının yüksek bulunmasında etkili olmuş olabilir

(Çizelge 4.2). Kek formülasyonunda kullanılan değirmencilik yan ürünü oranının artması yağ miktarının %28,19'dan %29,47'e kadar yükselmesine neden olmuştur (Çizelge 4.12). Değirmencilik yan ürünlerinin yağ miktarı %3,14-8,85 arasında değişirken rafine buğday ununda bu değer %0,87 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde en yüksek selüloz miktarı (%2,64) kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan keklerde, en düşük selüloz miktarı (%1,56) ise ruşeym kullanılarak hazırlanan kek örneğinde belirlenmiştir. Kabuk soyucudan elde edilen kepeğin selüloz içeriğinin diğer değirmencilik yan ürünlerinden daha yüksek olması, bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuş olabilir (Çizelge 4.2). Tahmin edildiği gibi, kek formülasyonunda artan değirmencilik yan ürünü oranı, kek örneklerinin selüloz miktarının artmasına neden olmuştur. Değirmencilik yan ürünü kullanılmayan keklerde ortalama %0,79 olan değer, %30 değirmencilik yan ürünü kullanımında %3,12'ye yükselmiştir (Çizelge 4.12). Değirmencilik yan ürünleri rafine buğday unu ile karşılaştırıldıklarında, yüksek kül, protein ve yağ içeriklerinin yanı sıra, zengin selüloz kaynaklarıdır. Bu çalışmada da değirmencilik yan ürünlerinin selüloz miktarları %4,85 ile 16,05 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.2). Kek örneklerinde selüloz miktarı üzerinde önemli ($p < 0,01$) bulunan “değirmencilik yan ürünü çeşidi x değirmencilik yan ürünü oranı” interaksyonu Şekil 4.2'de verilmiştir. Değirmencilik yan ürünlerinin kek formülasyonunda düşük oranlarda kullanımında, kek örneklerinin selüloz miktarlarının birbirine yakın olduğu, ancak yüksek kullanım oranlarında özellikle kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan kek örneğinin selüloz miktarı ile ruşeym kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin selüloz miktarları arasındaki farkın çok açıldığı görülmektedir.

Değirmencilik yan ürünlerinden kaba kepek kullanılarak hazırlanan kek örnekleri en yüksek fitik asit miktarına sahip olurken, kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan örneklerde en düşük fitik asit miktarı belirlenmiştir. Kek formülasyonunda kullanılan değirmencilik yan ürünü oranının artması, tahmin edildiği gibi fitik asit miktarının artmasına neden olmuştur. Hiç değirmencilik yan ürünü kullanılmadan hazırlanan kek örneklerinde, 78,27 mg/100 g olan fitik asit miktarı, %30 değirmencilik yan ürünü kullanımı ile 303,30 mg/100 g'a yükselmiştir.



Şekil 4.2. Kek örneklerinin selüloz miktarı üzerine etkili “değirmencilik yan ürünü çeşidi x değirmencilik yan ürünü oranı” interaksyonu

Yapılan bir çalışmada %30 oranına kadar buğday ruşeymi buğday unu ile yer değiştirilerek kek üretiminde kullanılmıştır. Bu çalışmada buğday ruşeymi kullanılmayan kontrol kek örneğinin kül, protein ve yağ miktarları sırasıyla %1,28, %7,85 ve %28,15 olarak belirlenirken, %30 buğday ruşeymi kullanımında bu değerler sırasıyla %1,95, %11,89 ve %29,75'e yükselmiştir. Kek üretiminde kullanılan buğday ruşeymi miktarı arttıkça; kül, protein ve yağ miktarları da istatistiki olarak artış göstermiştir (Levent ve Bilgiçli, 2013).

Onwulata (2007) tarafından yapılan çalışmada, kontrol muffin örneğinin protein içeriği %6,9 bulunurken, %15 oranına kadar buğday kepeği ilaveli ve %15 oranına kadar süt proteini kaplı buğday kepeği ilaveli muffin örneklerinin protein içeriklerinin sırasıyla %7,1-7,5 ve %8,2-9,5 arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Jung ve ark. (2005) muffin üretiminde %10, 30, 50 ve 70 oranlarında mısır kepeği lifi kullanmış, kontrol muffin örneklerinin protein, yağ ve kül içeriklerini sırasıyla %7,45, %2,03 ve %1,12 olarak bulmuş, %10-70 oranında mısır kepeği lifi ilaveli muffin örneklerinin protein, yağ ve kül içeriklerinin sırasıyla %7,54-7,31, %1,83-0,89 ve %1,16-0,93 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Bir başka çalışmada kek üretiminde %20 oranında buğday ruşeymi kullanımı ile fitik asit miktarının 100,12 mg/100 g'dan 290,82 mg/100 g'a çıktığı ifade edilmiştir (Bilgiçli ve Levent, 2013).

Literatürde, çeşitli tahıl ürünlerinde buğday ruşeymi kullanımı ile kül, protein ve yağ miktarının arttığını rapor eden çalışmalar bulunmaktadır (Bajaj ve ark., 1991; Bilgiçli ve ark., 2006; Arshad ve ark., 2007).

Sidhu ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada, kontrol ekmek örneklerinin protein, yağ ve kül içeriği sırasıyla %13,04, %3,39 ve %2,24; %20 oranında ham ruşeym katkılı ekmek örneklerinin protein, yağ ve kül içerikleri sırasıyla %14,78-17,01, %4,25-5,53 ve %2,14-2,41 arasında değiştiği görülmüştür.

Sabota ve ark. (2015) yüksek diyet lif içerikli makarna üretimi üzerine yaptıkları çalışmalarında %40 oranına kadar buğday kepeği kullanmışlardır. Buğday kepekli makarnaların protein içeriğinin %13,38-13,44 arasında; kül içeriğinin ise %1,11-1,39 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Pınarlı ve ark. (2004) makarna üretiminde irmik ile yer değiştirme esasına göre %15 ham ruşeym ve %15 mikrodalgada stabilize edilmiş ruşeym kullanmıştır. Ruşeym kullanılmayan kontrol örneklerde protein, yağ ve kül içeriklerini sırasıyla %11,5, %2,3 ve %0,9 olarak; %15 oranında ham ruşeym kullanılan makarna örnekleri ile %15 stabilize ruşeym kullanılan makarna örneklerinin protein, yağ ve kül değerlerinin ise aynı olup sırasıyla %13,4, %5,2 ve %1,5 olduğunu belirtmişlerdir.

Sözer ve ark. (2014), kaba buğday kepeğini %0, 15, 30 ve ince buğday kepeğini %15 oranında buğday unu ile yer değiştirerek bisküvi üretiminde kullanmışlardır. Kaba kepek kullanılan bisküvi örneklerinin protein içeriği %7,3-8,6 arasında, ince kepek kullanılan bisküvi örneğinin protein içeriği ise %7,5 olarak bulunmuştur.

Kek örneklerine ait mineral madde sonuçlarından makro elementler (Ca, K, Mg ve P) Çizelge 4.13'de, mikro elementler (Fe, Cu ve Zn) ise Çizelge 4.15'de verilmiştir. Bu değerlere ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.14 ve 4.16'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin mineral madde (makro element) sonuçları¹

DYÜ çeşidi	DYÜ oranı (%)	Ca (mg/100 g)	K (mg/100 g)	Mg (mg/100 g)	P (mg/100 g)
KSK	0	106,2±1,70	133,0±7,06	31,12±5,45	291,1±5,57
	10	128,3±4,60	165,2±4,54	37,65±3,75	305,2±7,37
	20	152,7±3,85	189,3±6,11	42,12±2,99	312,3±4,67
	30	175,8±5,33	209,2±5,87	44,98±4,27	316,3±6,11
KK	0	107,0±4,24	135,12±2,83	32,00±4,24	291,0±5,57
	10	115,8±5,33	190,0±7,03	43,27±2,45	358,1±4,41
	20	125,3±4,68	243,4±4,86	58,32±4,68	399,1±5,85
	30	138,4±2,33	284,1±5,83	71,03±5,61	456,1±5,77
İK	0	106,0±2,83	133,0±2,81	31,50±2,12	291,7±5,57
	10	115,3±6,02	167,3±3,18	42,32±3,28	335,6±3,71
	20	121,4±1,98	205,2±7,41	51,32±5,21	375,5±5,08
	30	129,5±6,29	230,4±6,51	62,32±3,79	409,9±6,86
RŞ	0	105,0±5,66	132,0±4,24	31,15±2,62	291,1±5,57
	10	111,3±2,40	172,3±3,80	42,90±2,97	312,0±2,86
	20	115,1±4,37	198,9±5,51	53,23±2,51	335,3±3,89
	30	123,5±2,09	242,1±4,07	62,71±3,28	364,8±3,87
Ortalama		123,5	189,4	46,12	340,3
Minimum		105,0	132,0	31,12	291,0
Maksimum		175,8	284,1	71,03	456,1

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

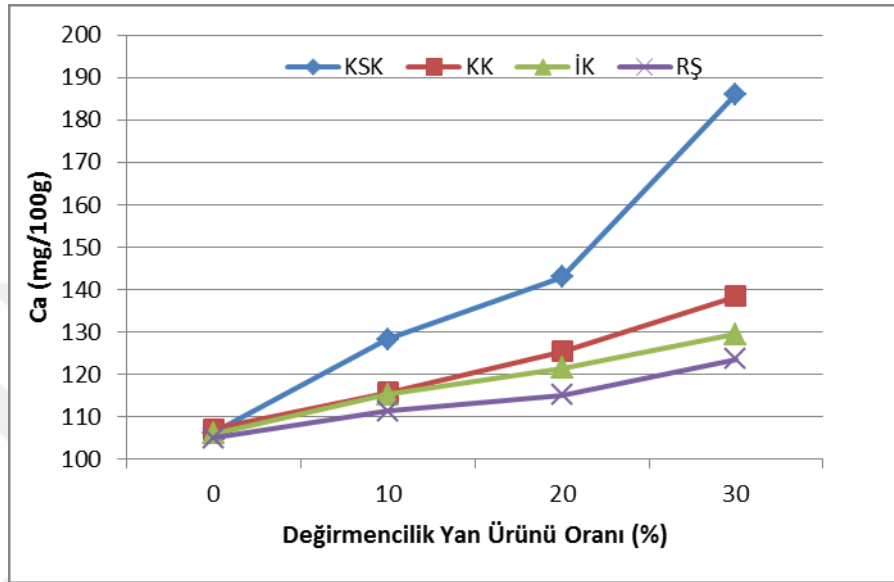
Çizelge 4.14. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin mineral madde (makro element) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Ca (mg/100 g)	K (mg/100 g)	Mg (mg/100 g)	P (mg/100 g)
DYÜ çeşidi					
KSK	8	140,74±28,05a	174,17±30,70b	38,97±6,44b	306,22±11,24d
KK	8	121,61±12,85b	213,15±33,07a	51,16±16,16a	376,10±64,46a
İK	8	118,03±9,83bc	183,97±39,79b	46,87±12,46a	353,03±47,63b
RŞ	8	113,73±7,75c	186,33±42,96b	47,49±12,75a	325,79±29,52c
DYÜ oranı (%)					
0	8	106,05±3,05d	133,25±13,86d	31,44±2,94d	291,06±4,21d
10	8	117,65±7,70c	173,70±11,08c	41,54±3,40c	327,74±22,60c
20	8	128,63±15,65b	209,22±22,44b	51,25±6,96b	355,59±36,41b
30	8	141,77±21,98a	241,45±29,52a	60,26±10,50a	386,75±55,68a

¹ Aynı sütun içinde, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde en yüksek Ca miktarı kabuk soyucu kepeği kullanılan örneklerde belirlenmiş, bunu kaba kepek kullanılanlar takip etmiş ve en düşük değer ruşeym kullanılarak hazırlanan keklerde belirlenmiştir. Kek formülasyonunda artan değirmencilik yan ürünü oranı Ca miktarının da artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.14). Kek örneklerinde Ca miktarı üzerinde önemli (p<0,01) bulunan “değirmencilik yan ürünü çeşidi x değirmencilik yan ürünü oranı” interaksyonu Şekil 4.3’de verilmiştir. Bütün değirmencilik yan ürünü

kullanım oranlarında, kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak üretilen kek örneklerinin Ca miktarının, diğer değirmencilik yan ürünleri kullanılarak üretilen kek örneklerinden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Hammadde olarak kullanılan kabuk soyucu kepeğinin yüksek Ca içeriği bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuş olabilir (Çizelge 4.2).

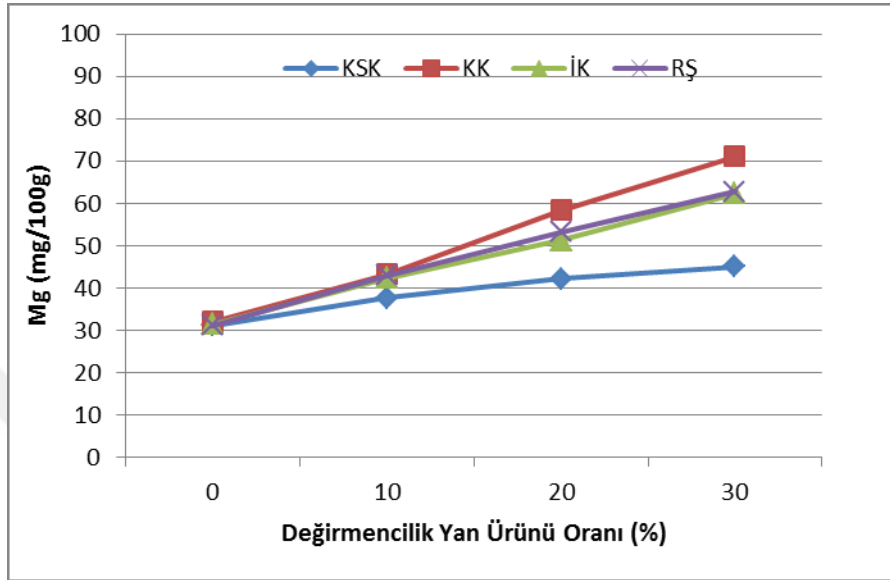


Şekil 4.3. Kek örneklerinin Ca miktarı üzerine etkili “değirmencilik yan ürünü çeşidi x değirmencilik yan ürünü oranı” interaksyonu

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, kaba kepek kullanılarak üretilen kek örnekleri, diğer değirmencilik yan ürünleri kullanılarak üretilen kek örneklerinden daha yüksek K miktarı elde edilmesini sağlamıştır. Kaba kepek dışındaki değirmencilik yan ürünleri kek üretiminde kullanıldıklarında, son ürün kek örneklerinin K miktarı 174,17 mg/100 g ile 186,33 mg/100 g arasında değişim göstermiş, ancak aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Artan oranlarda değirmencilik yan ürününün kek üretiminde kullanılması, kek örneklerinin K miktarının artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.14).

Kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin Mg miktarı, diğer değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin Mg miktarından düşük bulunmuştur. Hiç değirmencilik yan ürünü kullanılmadan hazırlanan kek örneklerinde 31,44 mg/100 g olan Mg miktarı, %30 değirmencilik yan ürünü kullanımı ile 60,26 mg/100 g’a yükselmiştir (Çizelge 4.14). Kek örneklerinde Mg miktarı üzerinde önemli ($p < 0,05$) bulunan “değirmencilik yan ürünü çeşidi x

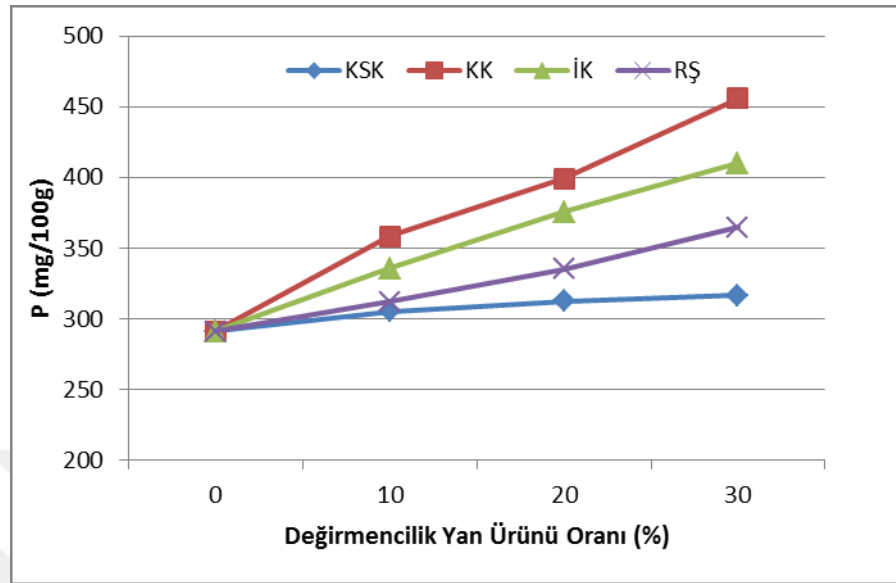
değirmencilik yan ürünü oranı” interaksyonu Şekil 4.4’de verilmiştir. %10 değirmencilik yan ürünü kullanım oranında birbirine oldukça yakın olan Mg değerleri, %30 kullanım oranında kaba kepek ve kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde birbirinden oldukça fazla uzaklaşmıştır.



Şekil 4.4. Kek örneklerinin Mg miktarı üzerine etkili “değirmencilik yan ürünü çeşidi x değirmencilik yan ürünü oranı” interaksyonu

Tüm değirmencilik yan ürünleri içinde, kaba kepek kullanılarak hazırlanan kek örnekleri en yüksek P içeriğine sahip bulunmuş ve bu örnekleri ince kepek kullanılarak hazırlanan kek örnekleri takip etmiştir. P minerali açısından en düşük değerler, kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde belirlenmiştir. Kek formülasyonunda artan oranlarda değirmencilik yan ürünü kullanılması; Ca, K ve Mg minerallerinde olduğu gibi P miktarının da artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.14). Kek örneklerinde P miktarı üzerinde önemli ($p < 0,01$) bulunan “değirmencilik yan ürünü çeşidi x değirmencilik yan ürünü oranı” interaksyonu Şekil 4.5’de verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucunda elde edilen veriler, interaksyona da yansımış ve sırasıyla kaba kepek > ince kepek > ruşeym > kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde daha yüksek P değerleri elde edilmiştir. Bu sıralama tüm değirmencilik yan ürünü katılma oranlarına yansımış, ancak düşük oranlarda, kabuk soyucu kepeği ve ruşeym kullanılarak üretilen keklerin P miktarı birbirine yakın iken, yüksek oranlarda fark açılmıştır. Genel olarak yüksek oranlar tüm

değirmencilik yan ürünlerinde, P miktarının birbirinden daha fazla uzaklaşmasına neden olmuştur.



Şekil 4.5. Kek örneklerinin P miktarı üzerine etkili “değirmencilik yan ürünü çeşidi x değirmencilik yan ürünü oranı” interaksyonu

Makro elementler açısından sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, kabuk soyucudan elde edilen kepeğin özellikle Ca, kaba kepeğinde K ve P açısından kek örneklerini daha fazla zenginleştirdiği, değirmencilik yan ürünlerinin hepsinin artan oranlarına bağlı olarak Ca, K, Mg ve P miktarında önemli artışlar sağladığı belirlenmiştir. Hammaddelere ait makro element sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.2) tüm değirmencilik yan ürünlerinin buğday unundan çok daha yüksek Ca, K, Mg ve P içeriğine sahip olduğu açık bir şekilde görülmektedir.

Sonuçlar mikro elementler açısından değerlendirildiğinde, farklı değirmencilik yan ürünleri ile hazırlanan kek örneklerinden, kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılanlar, diğer değirmencilik yan ürünü kullanılan kek örneklerinden daha yüksek Fe içeriğine sahip bulunmuştur. Kaba kepek, ince kepek ya da ruşeym kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin Fe içerikleri birbirine oldukça yakın ve istatistiki olarak farksız bulunmuştur. Kek formülasyonunda artan değirmencilik yan ürünü oranı, kek örneklerinde Fe miktarının artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.16). Kek örneklerinde Fe miktarı üzerinde önemli bulunan ($p < 0,01$) “değirmencilik yan ürünü çeşidi x değirmencilik yan ürünü oranı” interaksyonu Şekil 4.6’da verilmiştir. Değirmencilik yan ürünlerinin tüm kullanım oranlarında kabuk soyucudan elde edilen kepek yüksek Fe

değerinin elde edilmesini sağlamıştır. Bu değirmencilik ürünü buğdayın en dış tabakasından elde edildiği için Fe içeriği yüksek olabilir diğer taraftan da bu kadar büyük bir farklılığın oluşması öğütme esnasında bir bulaşımın olabileceğinin göstergesi olabilir.

Çizelge 4.15. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin mineral madde (mikro element) sonuçları¹

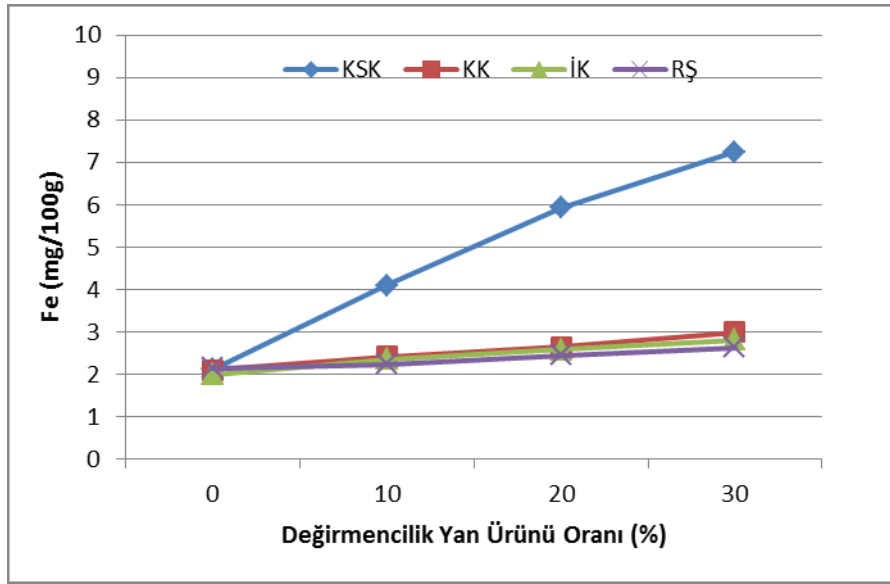
DYÜ çeşidi	DYÜ oranı (%)	Fe (mg/100 g)	Mn (mg/100 g)	Zn (mg/100 g)
KSK	0	2,11±0,13	0,30±0,14	0,85±0,06
	10	4,09±0,16	0,65±0,07	0,89±0,06
	20	5,92±0,17	0,92±0,03	0,95±0,04
	30	7,25±0,07	1,24±0,06	1,03±0,04
KK	0	2,10±0,26	0,32±0,00	0,82±0,07
	10	2,41±0,16	0,58±0,11	0,93±0,04
	20	2,65±0,35	0,93±0,04	1,05±0,07
	30	2,99±0,27	1,32±0,03	1,20±0,07
İK	0	2,00±0,42	0,30±0,04	0,89±0,10
	10	2,35±0,07	0,71±0,01	0,93±0,04
	20	2,59±0,27	1,03±0,04	1,04±0,06
	30	2,81±0,30	1,26±0,23	1,09±0,13
RŞ	0	2,15±0,21	0,37±0,07	0,85±0,06
	10	2,23±0,24	0,77±0,03	1,32±0,17
	20	2,45±0,21	1,12±0,00	1,65±0,07
	30	2,63±0,18	1,67±0,03	1,87±0,10
Ortalama		3,05	0,84	1,09
Minimum		2,00	0,30	0,82
Maksimum		7,25	1,67	1,87

¹Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir. Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym

Çizelge 4.16. Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin mineral madde (mikro element) değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları¹

Faktör	n	Fe (mg/100 g)	Mn (mg/100 g)	Zn (mg/100 g)
DYÜ çeşidi				
KSK	8	4,84±2,07a	0,78±0,38b	0,93±0,08b
KK	8	2,54±0,41b	0,79±0,40b	1,00±0,16b
İK	8	2,44±0,38b	0,83±0,40b	0,99±0,11b
RŞ	8	2,37±0,26b	0,98±0,51a	1,42±0,42a
DYÜ oranı (%)				
0	8	2,09±0,22d	0,32±0,07d	0,85±0,06d
10	8	2,77±0,83c	0,68±0,09c	1,02±0,20c
20	8	3,40±1,57b	1,00±0,09b	1,17±0,30b
30	8	3,92±2,07a	1,37±0,21a	1,29±0,37a

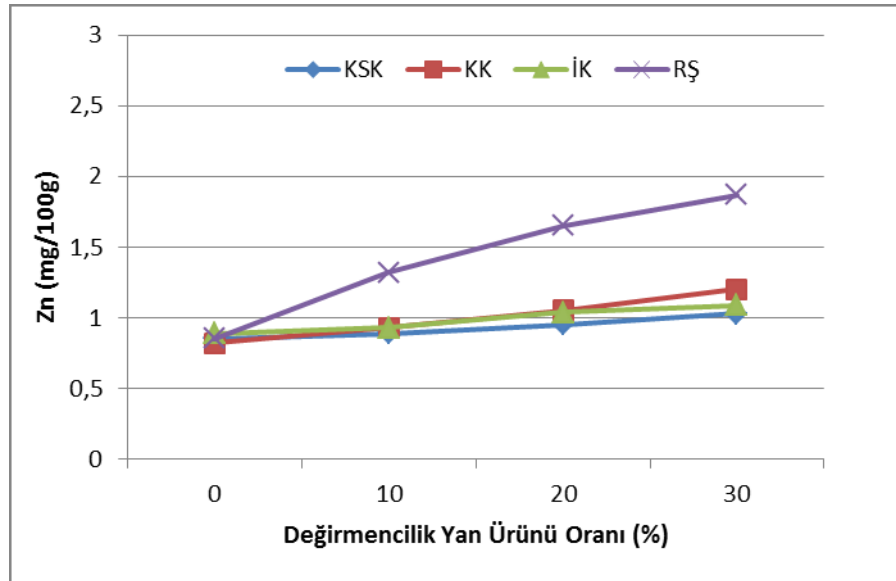
¹ Aynı sütun içinde, aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05). DYÜ: Değirmencilik yan ürünü, KSK: Kabuk soyucudan elde edilen kepek, KK: Kaba kepek, İK: İnce kepek, RŞ: Ruşeym



Şekil 4.6. Kek örneklerinin Fe miktarı üzerine etkili “değirmencilik yan ürünü çeşidi x değirmencilik yan ürünü oranı” interaksyonu

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, ruşeym kullanılarak üretilen keklerin Mn içeriği diğer değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin Mn içeriğinden yüksek bulunmuştur. Hiç değirmencilik yan ürünü kullanılmayan kek örneğinde 0,32 mg/100 g olan Mn miktarı, %30 değirmencilik yan ürünü kullanımı ile 1,37 mg/100 g’a yükselmiştir (Çizelge 4.16).

Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin Zn değerleri karşılaştırıldığında, Mn değerlerinde olduğu gibi, ruşeym içeren kek örneklerinin diğer değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin Zn içeriğinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer makro ve mikro elementlerde olduğu gibi, kek formülasyonunda artan oranda değirmencilik yan ürününe yer verilmesi kek örneklerinde Zn değerinin de artmasına neden olmuştur (Çizelge 4.16). Kek örneklerinde Zn miktarı üzerinde önemli bulunan ($p < 0,01$) “değirmencilik yan ürünü çeşidi x değirmencilik yan ürünü oranı” interaksyonu Şekil 4.7’de verilmiştir. Değirmencilik yan ürünlerinin tüm kullanım oranlarında ruşeym ilave edilen kek örnekleri, diğer yan ürünlerin ilave edildiği kek örneklerinden daha yüksek Zn değerinin elde edilmesini sağlamıştır.



Şekil 4.7. Kek örneklerinin Zn miktarı üzerine etkili “değirmencilik yan ürünü çeşidi x değirmencilik yan ürünü oranı” interaksyonu

Mikro elementler genel olarak değerlendirildiğinde, kek örneklerinin Fe açısından zenginleştirilmesinde kabuk soyucudan elde edilen kepeğin, Mn ve Zn açısından zenginleştirilmesinde ise ruşeymin ön plana çıktığı görülmektedir. Hammaddelere ait mikro element sonuçları incelendiğinde (Çizelge 4.2) ruşeymin özellikle Zn, kaba kepeğin de Fe içeriklerinin yüksek olduğu ve bunların da son ürün olan kek bileşimine yansımış olabileceği tahmin edilmektedir.

Bilgiçli ve Levent (2013) %10-20 oranlarında buğday ruşeymini dirençli nişasta ile birlikte kek üretiminde kullandıkları çalışmalarında, sadece buğday ruşeymi içeren kek örneklerinin Ca, Cu, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarlarını sırasıyla 38,89-41,29 mg/100 g, 0,9-1,4 mg/100 g, 7,1-11,3 mg/100 g, 121,2-169,21 mg/100 g, 8,28-31,25 mg/100 g, 225,1-275,0 mg/100 g ve 0,5-1,29 mg/100 g aralığında değiştiğini ve kek formülasyonunda artan ruşeym oranına bağlı olarak Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn miktarlarının da istatistiki olarak arttığını belirlemişlerdir.

Arshad ve ark. (2007) bisküvinin %25 oranında yağsız buğday ruşeymi ile katkılanması ile Ca, Fe ve K miktarlarının 50 mg/100 g, 1.85 mg/100 g ve 105.0 mg/100 g'dan 53,1 mg/100 g, 3,22 mg/100 g ve 306,0 mg/100 g'a ulaştığını belirlemişlerdir. Abd El-Hady (2012) buğday ruşeyminin %5-25 oranlarında bisküvi üretiminde kullanılmasıyla, Bilgiçli ve ark. (2006) %10-50 oranında tarhana formülasyonunda kullanılmasıyla mineral miktarında artış olduğunu rapor etmişlerdir.

Manthey ve Hall (2007), 250 g/kg buckweat kepeği unu ile zenginleştirilen pişmiş spaghetti örneklerinin Ca, Fe, K, Mg, Mn ve Zn içeriklerinin sırasıyla 440,8-446,6 mg/kg, 31,5-33,5 mg/kg, 1912,4-2141,2 mg/kg, 2100,6-2115,4 mg/kg, 17,1- 17,7 mg/kg ve 25,5-27,4 mg/kg arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

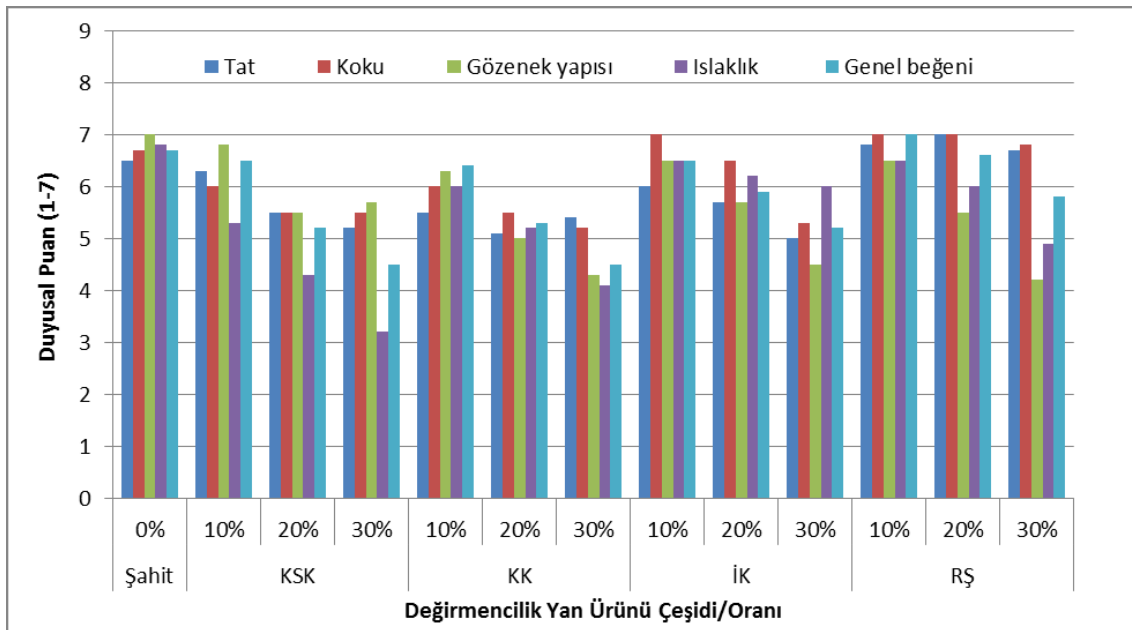
Ajmal ve ark. (2007) tava ekmeğinin lif ve mineral içeriğini artırmak amacıyla %0-20 oranında yağsız pirinç kepeği kullandıkları çalışmalarında, K, Ca ve Mg içeriklerinin kontrol tava ekmeğinde sırasıyla 85 mg/100 g, 106,16 mg/100 g ve 18,77 mg/100 g olduğunu; yağsız pirinç kepek ilaveli ekmeelerde ise sırasıyla 134,13-274,82 mg/100 g, 122,58-178,88 mg/100 g ve 54,13-194,30 mg/100 g olduğunu bildirmişlerdir.

4.2.5. Kek duyuusal özellikleri

Farklı değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin duyuusal analiz sonuçları Şekil 4.8'de özetlenmiştir. Değirmencilik yan ürünlerinden ruşeymin tüm kullanım oranları, şahit örneğe eşdeğer ya da daha yüksek tat ve koku puanlarının elde edilmesini sağlamıştır. Kek gözenek yapısı üzerinde, tüm değirmencilik yan ürünlerinin %10'un üzerindeki kullanım oranları olumsuz etkiye sahip olmuştur. Islaklık puanları 3,2 ile 6,8 arasında değişmiş olup, kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan kekler genel olarak daha düşük ıslaklık değeri vermiş ve artan değirmencilik yan ürünü oranları genel olarak ıslaklık değerinin düşmesine neden olmuştur. Sonuçlar genel beğeni açısından değerlendirildiğinde %30 oranında değirmencilik yan ürünü kullanımının genel beğeni değerini şahit örneğe göre düşürdüğü, ruşeymin %10-20 kullanım oranlarının şahit örnekten yüksek ya da eşdeğer genel beğeni puanı verdiği belirlenmiştir.

Levent ve Bilgiçli (2013) %10-20 oranında buğday ruşeymi kullanılarak üretilen keklerin duyuusal özelliklerinin buğday ruşeymi kullanılmayan kek örneğine benzer olduğunu, %30 kullanım oranında görünüş, tekstür ve gözenek yapısı değerlerinin düştüğünü belirtmişlerdir.

Majzoobi ve ark. (2012), kek üretiminde 280 µm partikül çapına sahip buğday ruşeyminin %15 oranının üzerinde kullanımının duyuusal kaliteyi olumsuz etkilediğini rapor etmiştir.



Şekil 4.8. Kek örneklerine ait duyu analiz sonuçları

Shafer ve Zabık (1978), fırıncılık ürünlerinde diyet lif kaynaklarını araştırdıkları çalışmalarında buğday kepeğinden elde edilen kek örneklerinde yumuşak buğday kepeğinden yapılan keklerin sert buğday kepeğinden yapılan kek örneklerine göre daha hacimli olduğunu, daha kalın hücre duvarına sahip olduğunu bildirmiş ve %30 oranına kadar kullanılabileceğini rapor etmiştir.

Brockmole ve Zabık (1976), kaba ve ince buğday kepeğinin kek üretiminde kullanımını araştırdıkları çalışmalarında %16 kaba kepek ve %12 ince kepek kullanımının duyu kaliteyi olumsuz etkilediğini bu değerlerin altındaki kullanımların kontrole benzer olduğunu belirtmişlerdir.

Lebesi ve Tzia (2011), %10-30 oranında buğday kepeğini kek örneklerinin besleyicilik özelliğini geliştirmek için kullanmışlar, %10 oranına kadar kepek kullanımının görünüş, ağız hissiyatı ve genel olarak duyu açıdan kabul edilebilir keklerin üretimini sağladığını bildirmişlerdir.

Golden ve ark. (1994), eşit miktarlardaki buğday kepeği ile yulaf kepeği karışımının %15 ve %30 oranında muffin üretiminde kullanımı ile, kabul edilebilir özelliklere sahip muffinler üretilabileceğini bildirmişlerdir.

Kaur ve ark. (2011), %15 oranında buğday kepeği ilavesinin makarna kalitesine olumlu etkiler gösterdiğini ancak buğday kepeği ilavesi ile makarnanın renginin koyulaştığını rapor etmişlerdir.

Sabota ve ark. (2015) yüksek diyet lifli makarna üzerine yaptıkları çalışmalarında, %20'den fazla buğday kepeği kullanımının makarnaların parlaklığını düşürdüğünü ve rengin daha düzensiz olduğunu bildirmişlerdir. %35-40 oranında kepek kullanımının makarna örneklerinin duyu kalitesini olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir.

Stanyon ve Costello (1990) buğday kepeği ve polidekstrozun bisküvinin duyu özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, buğday kepekli bisküvilerin ağızda kalan tat ve aromasının kontrol bisküvi örneklerine kıyasla daha iyi olduğunu ve %19,8'in üzerinde buğday kepeği kullanımında bu durumun değişmeye başladığını bildirmişlerdir.

Haque ve ark. (2002), %0-20 oranlarında buğday kepeği içeren bisküvi örnekleri arasında yapılan duyu değerlendirilmede, kepek içeren örneklerin kontrol örneğe göre düşük puanlar aldığını, buğday kepeğinin %6 oranına kadar bisküvide kullanımının uygun olduğunu rapor etmişlerdir.

Sözer ve ark. (2014), kaba ve ince buğday kepeğinin bisküvi kalitesine etkilerini araştırdıkları çalışmada, kepek ilavesinin bisküvi örneklerinin tat, koku, renk ve tazeliğini düşürdüğünü, ince kepek kullanılan bisküvi örneklerinin diğer örneklerle karşılaştırıldığında sertlik ve yapısal çöküntülerinin daha az olduğunu bildirmiştir. %5 oranında kepek kullanımının kontrole benzer özellik gösterdiğini, %5 oranından fazla kullanımlarda ise kaba (450 µm) veya ince kepeğin (68 µm) partikül boyutunun elastiklik ve sertlik gibi parametreler üzerinde önem arz ettiğini bildirmişlerdir.

Petrovic ve ark. (2015), yağsız buğday ruşeyminin partikül boyutunun ve kullanım oranının bisküvi hamuruna etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, %15 oranına kadar buğday ruşeymi kullanımında herhangi bir olumsuz etkinin gözlemlenmediğini bildirmişlerdir.

Almeida ve ark (2013), %10'un altında kepek ilavesinin ekmek içi rengi ve görünüşü gibi duyu özellikleri üzerine olumlu sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Anıl (2012) çeşitli tahıl kepeklerinin (buğday kepeği, mısır kepeği, pirinç kepeği ve yulaf kepeği) pide ekmeği üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında, buğday kepeğinin %20 oranına kadar pide ekmeklerinde kullanımının kabul edilebilir olduğunu rapor etmiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı değirmencilik yan ürünleri (kabuk soyucu kepeği, kaba kepek, ince kepek ve ruşeym) ksilanaz enzimi ile muamele edildikten sonra, farklı oranlarda (%0-30) kek üretiminde kullanılarak, kek hamuru ve kek kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Değirmenin farklı kısımlarından elde edilen, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip değirmencilik yan ürünleri, tahmin edildiği gibi, buğday unundan oldukça yüksek kül, protein, yağ, selüloz, fitik asit ve mineral madde miktarına sahip bulunmuştur. Değirmencilik yan ürünleri içinde ruşeym diğerlerinden daha yüksek protein, yağ, Mn ve Zn içeriği ile dikkat çekerken, kabuk soyucudan elde edilen kepek yüksek selüloz, Ca ve Fe, kaba kepek ise daha yüksek fitik asit, K, Mg ve P içeriğine sahip bulunmuştur.

Kek hamuru pH ve yoğunluk değeri üzerinde, değirmencilik yan ürünü çeşidi, değirmencilik yan ürünü oranı ve ksilanaz enzimi uygulamaları faktörleri önemli ($p>0,05$) bulunmamıştır. Değirmencilik yan ürünü oranı %10'un üzerine çıktığında hamur pH ve yoğunluk değerlerinde sayısal artışlar olmuş, ancak bu artışlar istatistiki olarak önemli seviyede bulunmamıştır.

Değirmencilik yan ürünleri arasında ruşeym en düşük kek içi a^* ve en yüksek kek içi b^* değeri vermiştir. Kek formülasyonunda artan oranlarda değirmencilik yan ürünü kullanımı, kek içi L^* ve b^* değerini düşürürken, a^* değerini artırmıştır. Değirmencilik yan ürünlerine ksilanaz uygulaması, bu ürünlerden hazırlanan kek örneklerinin tüm iç renk değerleri üzerinde önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Ksilanaz uygulaması kek içi L^* , b^* , SI ve hue değerini düşürürken, a^* değerinin artmasına neden olmuştur.

Kek üretiminde farklı değirmencilik yan ürünü çeşidinin kullanılması kek kabuğu L^* ve hue değerinde önemli bir değişikliğe neden olmamıştır. Kaba kepek kullanılarak hazırlanan kekler en yüksek, ruşeym kullanılarak hazırlanan kekler ise en düşük kabuk b^* ve SI değeri vermiştir. Kek formülasyonunda artan oranda değirmencilik yan ürünü kullanılması, kek kabuğu L^* , a^* , b^* ve SI değerlerinin düşmesine neden olmuştur. Ksilanaz enzim uygulaması ise tüm kek kabuğu renk değerlerini düşürmüştür.

Kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin hacmi, kaba kepek ve ruşeym kullanılarak hazırlanan kepeklerden daha yüksek

bulunmuştur. Kek üretiminde artan oranda değirmencilik yan ürünü kullanımı kek hacminin ve simetri indeksinin düşmesine neden olmuş, %20-30 oranları ise istatistiki olarak farksız kek hacmi ve simetri indeksi değerleri vermiştir. Tahmin edildiği gibi, kek formülasyonunda artan oranda değirmencilik yan ürününe yer verilmesi kek içi sertliğinin artmasına neden olmuştur. Değirmencilik yan ürünlerine ksilanaz enzimi uygulanarak kek üretiminde kullanılması ile kek hacim ve simetri indeksi değerlerinde artış ($p<0,05$) sertlik değerinde ise azalma ($p<0,05$) gerçekleşmiştir. Kabuk soyucudan elde edilen kepek kullanılarak hazırlanan kek örneklerinin simetri indeksi değerleri diğer değirmencilik yan ürünleri kullanılarak hazırlanan keklerden yüksek bulunmuştur.

Değirmencilik yan ürünlerinden kabuk soyucudan elde edilen kepek, kek örneklerinin kül, selüloz, Ca ve Fe miktarını, diğer değirmencilik yan ürünlerine göre daha fazla artırmıştır. Ruşeym ise protein, Zn ve Mn miktarını en fazla artıran yan ürün olurken, ruşeym ile birlikte ince kepek, diğer değirmencilik yan ürünlerine göre kek örneklerinde daha yüksek yağ miktarının elde edilmesini sağlamıştır. Kaba kepek kullanılarak hazırlanan kek örneklerinde K ve P açısından daha fazla zenginleşme ile birlikte fitik asit açısından en büyük artış gerçekleşmiştir. Kek formülasyonunda artan oranda değirmencilik yan ürünü kullanılması genel olarak kül, protein, yağ, selüloz, fitik asit, makro ve mikro elementlerin miktarının artmasına neden olmuştur.

Duyusal analiz sonuçları genel beğeni açısından değerlendirildiğinde, %30 oranında değirmencilik yan ürünü kullanım oranının, tüm kek örneklerinde genel beğeni değerini düşürdüğü, ruşeymin %10-20 kullanım oranlarının şahit örnekten yüksek ya da eşdeğer genel beğeni puanı verdiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak; değirmencilik yan ürünlerinin kek üretiminde kullanımı, kekin kül, protein, yağ, selüloz ve mineral madde miktarını artırarak besleyici değer üzerinde olumlu etki yaratırken, fitik asit miktarında da bir miktar artışa neden olmuştur. Yüksek oranda değirmencilik yan ürünü kullanımının, kekin fiziksel ve duyuşsal özellikleri üzerinde olumsuz etkileri belirlenmiştir. Değirmencilik yan ürünlerinin ksilanaz enzimi muamelesinden sonra kek üretiminde kullanımı, kek fiziksel özelliklerinden hacim ve sertlik değerleri üzerinde kısmi düzeltici etkisi gerçekleşmiştir.

KAYNAKLAR

- AACC, 1990, Approved methods of the AACC, 8th ed., *American Association of Cereal Chemists*, Saint Paul, MN.
- AACC, 2002, Approved methods of the AACC, *American Association of Cereal Chemists*, Saint Paul, MN.
- Abd El-Hady, S. R., 2012, Utilization of wheat germ flour as nutrient supplement of biscuits, *J. Agric. Res. Kafer El-Sheikh Univ.*, 38(1), 238-253.
- AbuMweis, S.S., Barake, R. and Jones, P.J.H., 2008, Plant sterols/stanols as cholesterol lowering agents: a meta-analysis of randomized controlled trials, *Food and Nutrition Research*, 52.
- Adom, K.K., Sorrells, M.E. and Liu, R.H., 2005, Phytochemicals and antioxidant activity of milled fractions of different wheat varieties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 2297-2306.
- Ahmad, Z., Butt, M.S., Ahmed, A., Riaz, M., Sabir, S.M., Farooq, U. and Rehman, F.U., 2014, Effect of *Aspergillus niger* xylanase on dough characteristics and bread quality attributes, *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2445-2453.
- Ajmal, M., Butt, M.S., Sharif, K., Nasir, M., Nadeem, M.T., 2007, Preparation of fiber and mineral enriched pan bread by using defatted rice bran, *International Journal of Food Properties*, 9(4), 623-636.
- Akbaş, Ö., 2010, Farklı kepek fraksiyonlarından hazırlanan un paçalarının değişik depolama koşullarında hamur ve ekmek özelliklerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, 123 s.
- Aktaş, K., Bilgiçli, N. and Levent, H., 2015, Influence of wheat germ and β -glucan on some chemical and sensory properties of Turkish noodle, *Journal of Food Science and Technology*, 52(9), 6055-6060.
- Almeida, E.L., Chang, Y.K. and Steel, C.L., 2013, Dietary fibre sources in bread: Influence on technological quality, *LWT – Food Science and Technology*, 50, 545-553.
- Alp, H. ve Bilgiçli, N., 2008, Effect of transglutaminase on some properties of cake enriched with various protein source, *Journal of Food Science*, 73(5), 209-214.
- Altan, A., 2006. Adana ve Mersin illerinden toplanan buğday ve değirmen ürünlerine ait örneklerin mineral, bazı ağır metal, pestisit ve aflatoksin içeriklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, 95 s, Konya.

- Altuna, L., Ribotta, P.D. and Tadini, C.C., 2016, Effect of a combination of enzymes on the fundamental rheological behavior of bread dough enriched with resistant starch, *LWT – Food Science and Technology*, 73, 267-273.
- Amrein, T.M., Granicher, P., Arrigon, E. and Amado, R., 2003, In vitro digestibility and colonic fermentability of aleurone isolated from wheat bran, *Lebensmittel-Wissenschaft und Technology*, 36, 451-460.
- Anıl, M., 2012, Effects of wheat bran, corn bran, rice bran and oat bran supplementantion on the properties of pide, *Journal of Food Processing and Preservation*, 30, 276-283.
- Antoine, C., Lullien-Pellerin, V., Abecassis, J. and Rouau, X., 2002, Nutritional interest of the wheat seed aleurone layer, *Sciences des Aliments*, 22(5), 545-556.
- Arshad, U.M. Anjum, F.M. Zahoor, T., 2007, Nutritional assessment of cookies supplemented with defatted wheat germ, *Food Chemistry*, 102, 123-128.
- Bacic, A. and Stone, B.A., 1981, Chemistry and organization of aleurone cell wall components from wheat and barley, *Australian Journal of Plant Physiology*, 8(5), 475-495.
- Baillet, E., Downey, G. and Tuohy, M., 2003, Improvement of texture and volume in white bread rolls by incorporation of microbial hemicellulase preparations. In: Courtin, C.M., Veraverbeke, W.S., Delcour, J.A. (Eds.), *Recent advances in enzymes in grain processing*. Laboratory of Food Chemistry, Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, pp. 255-259.
- Bajaj, M., Kaur, A. and Sidhu, J.S., 1991, Studies on the development of nutritious cookies utilizing sunflower kernels and wheat germ, *Plant Food for Human Nutrition*, 41, 381-387.
- Barron, C., Surget, A. and Rouau, X., 2007, Relative amounts of tissues in mature wheat (*Triticum aestivum* L.) grain and their carbohydrate and phenolic acid composition, *Journal of Cereal Science*, 45, 88-96.
- Bath, D.E., Shelke, K. and Hosney, R.C., 1992, Fat replacers in high ratio cake layer cakes, *Cereal Foods World*, 37(7), 495-500.
- Beg, Q.K., Kapoor, M., Mahajan, L. and Hoondal, G.S., 2001, Microbial xylanases and their industrial applications: A review, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 56, 326-338.
- Bilgiçli, N and Levent, H., 2014, Utilization of lupin (*Lupinus albus* L.) flour and bran with xylanase enzyme in cookie production, *Legume Research*, 37(3), 264-271.
- Bilgiçli, N. and Levent, H., 2013, Improvement of nutritional properties of cake with wheat germ and resistant starch, *Journal of Food and Nutrition Research*, 52 (4), 210-218.

- Bilgiçli, N. Elgün, A. Herken, E.N. Türker, S. Ertaş, N. İbanoğlu, Ş., 2006, Effect of wheat germ/bran addition on the chemical, nutritional and sensory quality of tarhana, a fermented wheat flour-yoghurt product, *Journal of Food Engineering*, 77, 680-686
- Brandolini, A. and Hidalgo, A., 2012, Wheat germ: not only a by-product, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(1), 71-74.
- Brockmole, C.L. and Zabik, M.E., 1976, Wheat bran and middlings in the white layer cakes, *Journal of Food Science*, 41, 357-360.
- Brouns, F., Hemery, Y., Price, R. and Anson, N.M., 2012, Wheat aleurone: separation, composition, health aspects, and potential food use, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(6), 553-568.
- Brown, L., Rosner, B., Willett, W.W. and Sacks, F.M., 1999, Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis, *American Journal of Clinical Nutrition*, 69, 30-42.
- Buri, R.C., von Reding, W. and Gavin, M.H., 2004, Description and characterization of wheat aleurone, *Cereal Foods World*, 49, 274-282.
- Caballero, P.A., Gomez, M. and Rosell, C.M., 2007, Improvement of dough rheology, bread quality and bread shelf-life by enzymes combination, *Journal of Food Engineering*, 81, 42-53.
- Celiktas, M.S., Kirsch, C. and Smirnova, I., 2014, Cascade processing of wheat bran through a biorefinery approach, *Energy Conversion and Management*, 84, 633-639.
- Chinma, C.E., Ramakrishnan, Y., Ilowefah, M., Hanis-Syazwani, M. and Muhammed, K., 2015, Properties of cereal brans: A review, *Cereal Chemistry*, 92, 1-7.
- Cho, S.S., Qi, L., Fahey, G.C. and Klurfeld, D.M., 2013, Consumption of cereal fiber, mixtures of whole grains and bran, and whole grains and risk reduction in type 2 diabetes, obesity, and cardiovascular disease, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 98(2), 594-619.
- Collins, T., Hoyoux, A., Dutron, A., Georis, J., Genot, B. and Dauvrin, T., 2006, Use of glycoside hydrolase family 8 xylanases in baking, *Journal of Cereal Science*, 43, 79-84.
- Cornell, H., 2003, The chemistry and biochemistry of wheat. In: cauvain, S. (Ed), Bread making, improving quality, Cambridge: Woodhead publishing limited, p. 31-66.
- Courtin, C.M., Gelders, G.G. and Delcour, J.A., 2001, Use of two endoxylanases with different substrate selectivity for understanding arabinoxylan functionality in wheat flour bread making, *Cereal Chemistry*, 78, 564-571.

- Courtin, C.W. and Delcour, J.A., 2002, Arabinoxylans and endoxylanases in wheat flour bread-making, *Journal of Cereal Science*, 35, 225-243.
- Dağdelen, A.F., 2004, Enzimlerin hamur reolojisi ve ekmek kalitesine etkileri, *Unlu Mamüller Teknolojisi*, 13(65), 52-62.
- De Munter, J.S.L., Hu, F.B., Spiegelman, D., Franz, M. and van Dam, R.M., 2007, Whole grain, bran, and germ intake and risk of type 2 diabetes: a prospective cohort study and systematic review, *Plos Medicine*, 4, 1385-1395.
- Dexter, J.E. and Wood, P.J., 1996, Recent applications of debranning of wheat before milling, *Trends in Food Science and Technology*, 7, 35-41.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1995, Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi yayımları, No:718, Ziraat Fakültesi No:297, Ders Kitapları Serisi No:52, 376 s., Erzurum.
- Esposito, F., Arlotti, G., Bonifati, A.M., Napolitano, A., Vitale, D. and Fogliano, V., 2005, Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products, *Food Research International*, 38, 1167-1173.
- Evers, A.D. and Bechtel, D.B., 1988, Microscopic structure of the wheat grain. In: Y. Pomeranz (Ed.). *Wheat: Chemistry and technology*, (Vol. 1, pp. 47-95). Minnesota: American Association of Cereal Chemists.
- Fardet, A., 2010, New hypotheses for the health-protective mechanisms of whole-grain cereals: what is beyond fibre?, *Nutrition Research Reviews*, 23(1), 65-134.
- Fardet, A., Rock, E. and Remesy, C., 2008, Is the *in vitro* antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected *in vivo*?, *Journal of Cereal Chemistry*, 48, 258-276.
- Finney, P.L., 1979, Potential for the use of germinated wheat and soybeans to enhance human nutrition, *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 105, 681-701.
- Fondroy, E.B., White, P.J. and Prusa, K.J., 1989, Physical and sensory evaluation of lean white cakes containing substituted fluffy cellulose, *Cereal Chemistry*, 66:402-404.
- Ghoshal, G., Shivhare, U.S. and Banerjee, U.C., 2016, Thermo-mechanical and micro-structural properties of xylanase containing whole wheat bread, *Food Science and Human Wellness*, 5, 219-229.
- Golden, J.S., Toma, R.B., Tuveson, R.V. and Kellett, C.E., 1994, A comparative evaluation on high fiber muffins, *Ecology of Food Nutrition*, 33, 195-202.
- Gomez, M., Gonzalez, J. and Oliete, B., 2012, Effect of extruded wheat germ on dough rheology and bread quality, *Food Bioprocess Technology*, 5(6), 2409-2418.

- Gomez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz, E. and Caballero P.A., 2010, Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes, *LWT-Food Science and Technology*, 43, 33-38.
- Grizard, D. and Barthomeuf, C., 1999, Non-digestible oligosaccharides used as prebiotic agents: mode of production and beneficial effects on animal and human health, *Reproduction Nutrition Development*, 39, 563-588.
- Gruppen, H.H., Orsel, R., Laane, C., Schols, H.A. and Voragen, A.G.J., 2002, Effects of xylanase and peroxidase on soluble and insoluble arabinoxylans in wheat bread dough, *Journal of Food Science*, 67, 497-506.
- Güner, K.G. ve Dağlıoğlu, O., 2008, Ksilanaz Enziminin Ekmek Yapımında Kullanımı, Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum, 443-446.
- Haque, A., Din, S. U., Haque, A., 2002, The effect of aqueous extracted wheat bran on the baking quality of biscuit, *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 453-462.
- Haug, W. and Lantsch, H. J., 1983, Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereals product, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34, 1423-1426.
- Hemalatha, M.S., Leelavathi, K., Salimath, P.V. and Prasada Rao, U.J.S., 2014, Control of chapati staling upon treatment of dough with amylases and xylanase, *Food Bioscience*, 5, 73-84.
- Hemery, Y., Chaurand, M., Holopainen, U., Lampi, A.-M., Lehtinen, P., Piironen, V., Sadoudi, A. and Rouau, X., 2011, Potential of dry fractionation of wheat bran for the development of food ingredients, part 1: Influence of ultra-fine grinding, *Journal of Cereal Science*, 53(1),1-8.
- Hemery, Y., Rouau, X., Lullien-Pellerin, V., Barron, C. and Abecassis, J., 2007, Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality, *Journal of Cereal Science*, 46, 327-347.
- Hilhorst, R., Dunnewind, B., Orsel, R., Stegeman, T., Vliet, T.van, Gruppen, H. and Schols, H.A., 1999, Baking performance, rheology and chemical composition of wheat dough and gluten affected by xylanase and oxidative enzymes, *Journal of Food Science*, 64, 808-813.
- Ibanoğlu, Ş., Pinarlı, I., Dalgiç, C. ve Öner, M., 2000, Ruşeymli makarna üzerine araştırmalar, *Unlu Mamüller Teknolojisi*, 9(3), 39-42.
- Islam, M.S., Yoshida, H., Matsuki, N., Ono, K., Nagasaka, R., Ushio, H., Guo, Y., Hiramatsu, T., Hosoya, T., Murata, T., Hori, M. and Ozaki, H., 2009, Antioxidant, free radical-scavenging, and NF- κ B-inhibitory activities of phytosteryl ferulates: structure-activity studies, *Journal of Pharmacological Sciences*, 111, 328-337.

- İbanoğlu, Ş., Gökpinar, İ., Dalgıç, A.C. ve Öner, M.D., 1999, Buğday ruşeymi özellikleri ve kullanım alanları, *Unlu Mamuller Teknolojisi*, 8(6), 39-43.
- Jensen, M.K., Koh-Banerjee, P., Hu, F.B., Franz, M., Sampson, L., Gronbaek, M. and Rimm, E.B., 2004, Intakes of whole grains, bran, and germ and the risk of coronary heart disease in men, *American Journal of Clinical Nutrition*, 80(6), 1492-1499.
- Jia, C., Huang, W., Abdel-Samie., M.A.S., Huang., G. and Huang., G., 2011, Dough rheological, Mixolab mixing, and nutritional characteristics of almond cookies with and without xylanase, *Journal of Food Engineering*, 105, 227-232.
- Jiang, Z., Cong, Q., Yan, Q., Kumar, N. and Du, X., 2010, Characterisation of a thermostable xylanase from *Chaetomium* sp. and its application in Chinese steamed bread, *Food Chemistry*, 120, 457-462.
- Jiang, Z., Le Bail, A. and Wu, A., 2008, Effect of the thermostable xylanase B (XynB) from *Thermotoga maritima* on the quality of frozen partially baked bread, *Journal of Cereal Science*, 47, 172-179.
- Jung, J.Y., Kim, S.A. and Chung, H.J., 2005, Quality characteristic of low-fat muffin containing corn bran fiber, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 34(5), 694-699.
- Kahlon, T., 1989, Nutritional implications and uses of wheat and oat kernel oil, *Cereal Food World*, 34, 872-875.
- Kaur, G., Sharma, S., Nagi, H.P.S. and Dar, B.N., 2012, Functional properties of pasta enriched with variable cereal brans, *Journal of Food Science and Technology*, 49(4), 467-474.
- Khalil, A.H., 1998, The influence of carbohydrate-based fat replacers with and without emulsifiers on the quality characteristics of low fat cake, *Plant Foods for Human Nutrition*, 52, 299-313.
- Kim, C.S. and Walker, C.E., 1992, Interactions between starches, sugars and emulsifiers in high-ratio cake model systems, *Cereal Chemistry*, 69(2), 206-212.
- Kim, J., Gleib, M. and Park, E., 2012, *In vitro* antioxidative and antigenotoxic capacity of wheat aleurone extracted with solvents, *Food Science and Biotechnology*, 21(5), 1383-1390.
- Klingberg, S., Andersson, H., Mulligan, A., Bhaniani, A., Welch, A., Bingham, S., Khaw, K., Andersson, S. and Ellegard, L., 2007, Food sources of plant sterols in the EPIC Norfolk population, *European Journal of Clinical Nutrition*, 62, 695-703.
- Landberg, R., Kamal-Eldin, A., Salmenkallio-Marttila, M., Rouau, X. and Aman, P., 2008, Localization of alkylresorcinols in wheat, rye and barley kernels, *Journal of Cereal Science*, 48, 401-406.

- Landberg, R., Marklund, M., Kamal-Eldin, A., Aman, P., 2014, An update on alkylresorcinols-Occurance, bioavailability, bioactivity and utility as biomarkers, *Journal of Functional Foods*, 7, 77-89.
- Lebesi, D.M. and Tzia, C., 2011, Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes, *Food and Bioprocess Technology*, 4(5), 710-722.
- Lebesi, D.M. and Tzia, C., 2012, Use of endoxylanase treated cereal brans for development of dietary fiber enriched cakes, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 13, 207-214.
- Levent, H. and Bilgiçli, N., 2013, Quality evaluation of wheat germ cake prepared with different emulsifiers, *Journal of Food Quality*, 36 (5), 334-341.
- Li, Q., Liu, R., Wu, T. and Zhang, M., 2017, Aggregation and rheological behavior of soluble dietary fibers from wheat bran, *Food Research International*, 102, 291-302.
- Majzoobi, M., Darabzadeh, N. and Farahnaky, A., 2012, Effects of percentage and particle size of wheat germ on some properties of batter and cake, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14, 827-836.
- Majzoobi, M., Pashangeh, S. and Farahnaky, A., 2013a, Effect of different particle sizes and levels of wheat bran on the physical and nutritional quality of sponge cake, *International Journal of Food Engineering*, 9(1), 29-38.
- Majzoobi, M., Pashangeh, S. and Farahnaky, A., 2014, Effect of wheat bran of reduced phytic acid content on the quality of batter and sponge cake, *Journal of Food Processing and Preservation*, 38, 987-995.
- Majzoobi, M., Sharifi, S., Imani, B. and Farahnaky, A., 2013b, The effect of particle size and level of rice bran on the batter and sponge cake properties, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15, 1175-1184.
- Malecka, M., 2002, Antioxidant properties of the unsaponifiable matter isolated from tomato seeds, oat grains and wheat germ oil, *Food Chemistry*, 79, 327-330.
- Manthey, F.A. and Hall, C.A., 2007, Effect of processing and cooking on the content of minerals and protein in pasta containing buckwheat bran flour, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 2026-2033.
- Martinez-Anaya, M.A. and Jimenez, T., 1997, Functionality of enzymes that hydrolyse starch and non-starch polysaccharide in breadmaking, *European Food Research and Technology*, 205, 209-214.
- Martinez-Anaya, M.A. and Jimenez, T., 1998, Physical properties of enzyme-supplemented doughs and relationship with bread quality parameters, *European Food Research and Technology*, 206, 134-142.

- Masoodi, F.A., Sharma, B. and Chauhan, G.S., 2002, Use of apple pomace as a source of diet dry fiber in cakes, *Plant Foods for Human Nutrition*, 57, 121-128.
- Mattila, P., Pihlava, J.-M. and Hellstrom, J., 2005, Contents of phenolic acids, alkyl- and alkenylresorcinols, and avenanthramides in commercial grain products, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 8290-8295.
- McKeehen, J.D., Busch, R.H. and Fulcher, R.G., 1999, Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) phenolic acids during grain development and their contribution to Fusarium resistance, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 47, 1476-1482.
- Mercan, N., 1998, Kek kalitesi üzerine bazı emülgatörlerin etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul
- Mongeau, R., 2003, Dietary fibre. In: R. Macrae, R.K. Robinson and M.J. Sadler (Eds.), *Encyclopaedia of Food Science and Nutrition*, Academic Press, New York, pp. 1362-1387.
- Mueller-Harvey, I., Hartley, R.D., Harris, P.J. and Curzon, E.H., 1986, Linkage of *p*-coumaroyl and feruloyl groups to cell-wall polysaccharides of barley straw, *Carbohydrate Research*, 148, 71-85.
- Nurit, E., Lyan, B., Pujos-Guillot, E., Branlard, G. and Piquet, A., 2016, Change in B and E vitamin and lutein, β -sitosterol contents in industrial milling fractions and during toasted bread production, *Journal of Cereal Science*, 69, 290-296.
- Nurmi, T., Lampi, A.-M., Nyström, L., Hemery, Y., Rouau, X. and Piironen, V., 2012, Distribution and composition of phytosterols and steryl ferulates in wheat grain and bran fractions, *Journal of Cereal Science*, 56, 379-388.
- Nyström, L., Paasonen, A., Lampi, A.-M., Piironen, V., 2007, Total plant sterols, steryl ferulates and steryl glycosides in milling fractions of wheat and rye, *Journal of Cereal Science*, 45, 106-115.
- Onwulata, C.I., 2007, Baking properties of milk protein-coated wheat bran, *Journal of Food Processing and Preservation*, 32, 24-38.
- Özboy, Ö., Köksel, H., 1997. Unexpected strengthening effects of a coarse wheat bran on dough rheological properties and baking quality. *Journal of Cereal Science*, 25, 77-82.
- Özkaya, H., Kahveci, B., Seçkin, R., 1989. Una değişik yöntemlerle kurutulmuş gluten katarak ekmeklik kalitesini düzeltme olanakları, 2. Kurutulmuş Glutenlerin Muhtelif Unların Ekmeklik Kalitesine Etkisi. *Doğa*, 13(13b), 1215-1227.
- Patel, S., 2015, Cereal bran fortified-functional foods for obesity and diabetes management: Triumphs, hurdles and possibilities, *Journal of Functional Foods*, 14, 255-269.

- Perez-Jimenez, J. and Saura-Calixto, F., 2005, Literature data may underestimate the actual antioxidant capacity of cereals, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 5036-5040.
- Petrovic, J., Fistes, A., Rakic, D., Pajin, B., Loncarevic, I. and Subaric, D., 2015, Effect of defatted wheat germ content and its particle size on the rheological and textural properties of the cookie dough, *Journal of Texture Studies*, 46, 374-384.
- Pınarlı, İ., İbanoğlu, Ş. and Öner, M. D., 2004, Effect of storage on the selected properties of macaroni enriched with wheat germ, *Journal of Food Engineering*, 64, 249-256.
- Poldermans, B. and Schoppnik, P., 1999, Controlling the baking process and product quality with enzymes, *Cereal Foods World*, 44, 132-135.
- Polizeli, M.L.T.M., Rizzatti, A.C.S., Monti, R., Terenzi, H.F., Jorge, J.A., and Amorim, D.S., 2005, Xylanases from fungi: Properties and industrial applications, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 67, 577-591.
- Primo Martin, C., Wang, M., Lichtendonk, W.J., Plijter, J. and Hamer, R., 2005, An explanation for the combined effect of xylanase-glucose oxidase in dough system, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1186-1196.
- Pyler, E.J., 1988, *Baking Science and Technology*. Sosland Publishing Company. 3th. Edt. USA.
- Reddy, B.S., Hirose, Y., Cohen, L.A., Simi, B., Cooma, I. and Rao, C.V., 2000, Preventive potential of wheat bran fractions against experimental colon carcinogenesis: Implications for human colon cancer, *Cancer Prevention Research*, 60, 4792-4797.
- Regnier, T. and Macheix, J.J., 1996, Changes in wall-bound phenolic acids, phenylalanine and tyrosine ammonia-lyases, and peroxidases in developing durum wheat grains (*Triticum turgidum* L. var. Durum), *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 44, 1727-1730.
- Reisinger, M., Tirpanalan, Ö., Prückler, M., Huber, F., Kneifel, W. and Novalin, S., 2013, Wheat bran biorefinery – A detailed investigation on hydrothermal and enzymatic treatment, *Bioresource Technology*, 144, 179-185.
- Rizzello, C.G., Nionelli, L., Coda, R., De Angelis, M. and Gobbetti, M., 2010, Effect of sourdough fermentation on stabilisation, and chemical and nutritional characteristics of wheat germ, *Food Chemistry*, 119, 1079-1089.
- Rosa-Sibakov, N., Poutanen, K. and Micard, V., 2015, How does wheat grain, bran and aleurone structure impact their nutritional and technological properties?, *Trends in Food Science and Technology*, 41, 118-134.

- Rouau, X., El-Hayek, M.L. and 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.
- Sabota, A., Rzedricki, Z., Zarzycki, P. and Kuzawinska, E., 2015, Application of common wheat bran for the industrial production of high-fibre pasta, *International Journal of Food Science and Technology*, 50, 111-119.
- Sakhare, S.D., Indrani, D., Inamdar, A.A., Gaikwad, S.B. and Rao, G.V., 2014, Chemical, rheological and bread making characteristics of bran duster flours from roller flourmills, *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2699-2705.
- Saulnier, L., Sado, P.E., Branlard, G., Charmet, G. and Guillon, F., 2007, Wheat arabinoxylans: exploiting variation in amount and composition to develop enhanced varieties, *Journal of Cereal Science*, 46, 261-281.
- Schneeman, B.O., 1999, Building scientific consensus: The importance of dietary fiber, *American Journal of Clinical Nutrition*, 25, 691-699.
- Schoenlechner, R., Szatmari, M., Bagdi, A. and 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.
- Selinheimo, E., Kruus, K., buchert, J., Hopia, A. and Autio, K., 2006, Effects of laccase, xylanase and their combination on the rheological properties of wheat doughs, *Journal of Cereal Science*, 43, 152-159.
- Shafer, M.A.M. and Zabik, M.E., 1978, Dietary fiber sources for baked products: comparison of wheat bran and other cereal bran in layer cakes, *Journal of Food Science*, 43, 375-379.
- Shafisoltani, M., Salehifar, M. and Hashemi, M., 2014, Effects of enzymatic treatment using Response Surface Methodology on the quality of bread flour, *Food Chemistry*, 148, 176-183.
- Shurpalekar, S. A. and Rao, P. H., 1977, Wheat germ in advances in food research, Volume 23, C.O. Chichester (Ed.), *Academic Press*, New York.
- Sidhu, J.S., Hooti, S.N., Saqer, J.M., 1999, Effect of adding wheat bran and germ fractions on the chemical composition of high-fiber toast bread., *Food Chemistry*, 67, 365-371.
- Sjovall, O., Virtalaine, T., Lapvetelainen, A. and Kallio, H., 2000, Development of rancidity in wheat germ analyzed by headspace gas chromatography and sensory analysis, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 3522-3527.
- 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.

- Sözer, N., Cicerelli, L., Heiniö, R.L. and Poutanen, K., 2014, Effect of wheat bran addition on in vitro starch digestibility, physicochemical and sensory properties of biscuits, *Journal of Cereal Science*, 60, 105-113.
- Sramkova, Z., Gregova, E. and Sturdik, E., 2009, Chemical composition and nutritional quality of wheat grain, *Acta Chimica Slovaca*, 2(1), 115-138.
- Stanyon, P. and Costello, C., 1990, Effects of wheat bran and polydextrose on the sensory characteristics of biscuits, *Cereal Chemistry*, 67, 545-547.
- Stevenson, L., Phillips, F., O'Sullivan, K. and Walton, J., 2012, Wheat bran: Its composition and benefits to health, a European perspective, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 63(8), 1001-1013.
- Sudha, M.L., Srivastava, A.K. and Leelavathi, K., 2007, Studies on pasting and structural characteristics of thermally treated wheat germ, *European Food Research and Technology*, 225, 351-357.
- Sümbül, Y. ve Tanju, Ş., 1982, Ülkemiz buğdaylarından rüşeymin elde edilmesi ve gıda endüstrisinde değerlendirilme olanaklarının araştırılması, *Tübitak Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü*, Gebze/Kocaeli.
- Tucker, G.A., 1995, Fundamentals of enzyme activity. In: *Enzymes in Food Processing* (eds. G.A. Tucker, L.F.J. Woods), Blackie Academic and Professional, 1-24.
- Tudorica, C.M., Kuri, V. and Brennan, C.S., 2002, Nutritional and physicochemical characteristics of dietary fiber enriched pasta, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50, 347-356.
- Uysal, H., 2005, Farklı kaynaklardan elde edilen besinsel liflerin bisküvi kalitesi üzerine etkilerinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Valerio, M. and Awad, A.B., 2011, β -Sitosterol down-regulates some pro-inflammatory signal transduction pathways by increasing the activity of tyrosine phosphatase SHP-1 in J774A.1 murine macrophages, *International Immunopharmacology*, 11, 1012-1017.
- Wang, M., Vliet, T.V. and Hamer, R.J., 2004, Evidence that pentosans and xylanase affect the reagglomeration of the gluten network, *Journal of Cereal Science*, 39, 341-349.
- Willcox, J.K., Ash, S.L. and Catignani, G.L., 2004, Antioxidants and prevention of chronic disease, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(4), 275-295.
- Woyengo, T.A., Ramprasath, V.R. and Jones, P.J.H., 2009, Anticancer effects of phytosterols, *European Journal of Clinical Nutrition*, 63, 813-820.

- Yavaş, Y., 2012, Hemiselülaz enziminin tam buğday unlu keklerin fiziksel özellikleri üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
- Yıldız, Ö. ve Doğan, I.S., 2004, Düşük kalorili kek üretimi: II. Standart yağlı kek ile karşılaştırma, *Gıda*, 29(3), 229-235.
- Zalatnai, A., Lapis, K., Szende, B., Raso, E., Telekes, A., Resetar, A. and Hidvegi, M., 2001, Wheat germ extract inhibits experimental colon carcinogenesis in F-344 rats, *Carcinogenesis*, 22, 1649-1652.
- Zhang, D. and Moore, W.R., 1999, Wheat bran particle size effects on bread baking performance and quality, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 805-809.
- Zhou, K., Laux, J.J. and Yu, L., 2004, Comparison of Swiss red wheat grain and fractions for their antioxidant properties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1118-1123.
- Zhu, K.X., Zhou, H.M. and Qian, H.F., 2006, Proteins extracted from defatted wheat germ: Nutritional and structural properties, *Cereal Chemistry*, 83, 69-75.
- Zilic, S., Serpen, A., Akıllıoğlu, G., Jankovic, M. and Gökmen, V., 2012, Distributions of phenolic compounds, yellow pigments and oxidative enzymes in wheat grains and their relation to antioxidant capacity of bran and debranned flour, *Journal of Cereal Science*, 56, 652-658.

ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER**

Adı Soyadı : Nurşen ÇAKIR
Uyruğu : TC
Doğum Yeri ve Tarihi : Marmaris, 1989
Telefon : 5063512055
e-mail : nursen.cakir@org.konya.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Halıcı Ahmet Urkay And. Lisesi , Marmaris, Muğla	2006
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2010
Yüksek Lisans	: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram, Konya	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2010-2011	Ogtim Gıda Tur. Tic. Ltd. Şti, Selçuklu, Konya	Sorumlu Yönetici
2011-2017	Gizem Ev Yemekleri, Marmaris, Muğla	Sorumlu Yönetici

UZMANLIK ALANI Tahıl ürünleri

YABANCI DİLLER İngilizce