



TÜRKİYE CUMHURİYETİ

ADANA ALPARSLAN TÜRKEŞ BİLİM VE TEKNOLOJİ

ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KARABUĞDAY KATKILI EKMEK YAPMA OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

ERDİ EREN

YÜKSEK LİSANS



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ADANA ALPARSLAN TÜRKER BİLİM VE TEKNOLOJİ
ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KARABUĞDAY KATKILI EKMEK YAPMA OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI

ERDİ EREN
YÜKSEK LİSANS

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ MURAT REİS AKKAYA

ADANA 2020



Bu tezde yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bu kuralların ve davranışların gerektirdiği şekilde bu çalışmaya özgün olmayan tüm bilgiler için atıf verdiğimi ve kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

Erdi EREN

ÖZET

KARABUĞDAY KATKILI EKMEK YAPMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Erdi EREN

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Murat Reis AKKAYA

Haziran 2020, 51 sayfa

Bu tez çalışmasında, tane halinde ve un haline getirilmiş tam karabuğdayın; %10, %20, %30 oranlarında beyaz ekmek formülasyonuna, buğday unu ile yer değiştirme prensibine göre eklenmesi sonucunda karabuğday katkılı ekmek elde edilmesi amaçlanmıştır. Üçer paralel şeklinde hazırlanan ekmek örneklerinin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiş, hacim değerleri ölçülmüştür. GC-MS aracılığı ile örneklerdeki uçucu bileşikler tespit edilmiştir. Elde edilen ekmeklerde ayrıca duyu analizleri de yapılmıştır. 25 °C’de muhafaza edilen her bir örnek için, 0., 1. ve 2. gün olmak üzere tekstür profili analizleri yapılmış ve nem içeriğindeki değişimler gözlemlenmiştir. Tüm bu özellikler %100 beyaz ekmeklik undan yapılan kontrol ekmekleri ile karşılaştırılmıştır. Tane halinde formülasyona eklenen karabuğdayın; tekstür profili analizleri sonucunda ekmek sertliğini yüksek miktarda arttırdığı görülmüştür. 0. günde kontrol ekmeği örneklerinde 3.65 N’luk sertlik değeri bulunurken % 30 KBT ve %30 KBU ekmek örneklerinde bu oran sırasıyla 9.12 ve 7.32 N olarak ölçülmüştür. Bu oran 2. gün sonunda kontrol ekmeği örnekleri için 8.01 N, %30 KBT ve %30 KBU ekmek örneklerinde sırasıyla 17.2 ve 15.1 N olarak kaydedilmiştir. Tam karabuğday unu ikamesi, ekmeklerin antioksidan aktivitelerini ve fenolik madde içeriğini oldukça yükseltmiştir. Toplam fenolik bileşik analizleri sonucunda kontrol ekmeklerinde 43.6 mg GAE/100 g değeri tespit edilirken; %30 KBT ekmeklerde bu oran 83.9 mg GAE/100 g olarak tespit edilmiştir. %20 oranında KBU içeren ekmek örneklerininse 116.1 mg GAE/100g

olarak ölçülmüştür. DPPH metodu kullanılarak yapılan antioksidan kapasite analizleri sonucunda kontrol ekmeklerinde oran 6.86 mmol Trolox/100g olarak kaydedilirken bu oran %30 KBT ekmeklerde 31.5 mmol Trolox/100g; %20 KBU ekmeklerde 27.2 mmol Trolox/100g olarak tespit edilmiştir. Tam karabuğday unu içeren ekmeklerin hacim değerleri kontrol ekmeklerine yakın değerler göstermiştir. Ancak karabuğday katkılı tüm örneklerin, kontrol ekmeklerine göre daha düşük hacim değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kontrol ekmeklerinde hacim değeri 762.6 ml olarak ölçülürken, bu değer %30 KBT ekmeklerde 600.6 ml; % 30 KBU ekmeklerde ise 704.6 ml olarak tespit edilmiştir. Duyusal analizler sonucunda karabuğdayın un ve tane halinde ekmek yapımında kullanılmasının olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Duyusal analizler kapsamında yapılan aroma, renk, sertlik, gözeneklilik ve karabuğday tadı testlerinin tümünde karabuğdaylı ekmek örnekleri, karabuğday oranlarıyla doğru orantılı olarak puanlar almıştır. Karabuğday ikame oranı arttıkça, ekmek örneklerindeki uçucu bileşenler artış göstermiştir. Özellikle feniletanol ve benzilalkol gibi aroma veren bileşenlerin varlığı karabuğday ikame oranı yükseldikçe artmıştır. Nem içeriği analizleri sonucunda, karabuğday ilavesinin nem içeriğini azalttığı görülmüştür. Bu azalma karabuğdayın, ekmeğin su tutma kapasitesi üzerinde olumlu etkileri olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Örneklerin besleyicilik ve duyusal özellikleri göz önüne alındığında; %20 oranında karabuğday ununun beyaz ekmeklik formülasyona eklendiği kombinasyonun en uygun kullanım olduğu kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karabuğday, Ekmek, Karabuğdaylı ekmek, Toplam fenolik madde, Toplam antioksidan kapasite

ABSTRACT

RESEARCH OF BUCKWHEAT ADDED BREAD MAKING POSSIBILITIES

Erdi EREN

M.Sc., Department of Food Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Murat Reis AKKAYA

June 2020, 51 pages

In this thesis, it was aimed to obtain buckwheat added bread by substituting wheat flour with buckwheat as groats and buckwheat flour into white bread formulation at the rates of 10%, 20% and 30%. Total phenolic and antioxidant activities of the bread samples were determined. The volume values of the bread samples were measured. Texture profile and moisture content was determined on the 0., 1. and 2. days for each sample and the changes were observed. Volatile compounds were determined by GC-MS, sensory properties of the breads were analysed and all these properties were also detected in control breads made from 100% wheat flour and compared with buckwheat added breads. As a result of the texture profile analysis, it was observed that buckwheat added to the formulation in grain form; increased the bread hardness in a high amount. On the 0th day, 3.65 N hardness value was found in the control bread samples, while 30% BWG and 30% BWF bread samples were measured as 9.12 and 7.32 N, respectively. At the end of the 2nd day, this rate was recorded for control breads as 8.01 N and for 30% BWG and 30% BWF bread samples as 17.2 and 15.1 N, respectively. Whole buckwheat flour substitution significantly increased the antioxidant activities and phenolic content of the breads. As a result of total phenolic compound analysis, 43.6 mg GAE/100 g value was determined in control breads. This ratio was found to be 83.9 mg GAE/100 g in 30% BWG breads. Bread samples containing 20% BWF were measured as 116.1 mg GAE/100 g. As a result of antioxidant capacity analysis

using DPPH method, the ratio of control breads was recorded as 6.86 mmol Trolox/100g, while this ratio was 31.5 mmol Trolox/100g in 30% BWG breads and 27.2 mmol of Trolox/100g for 20% BWF breads. The volume values of the bread containing whole buckwheat flour showed values close to the control bread samples. However, it was observed that all samples with buckwheat additives had lower volume values than control breads. While the volume value was measured as 762.6 ml in control breads, this value was 600.6 ml in 30% BWG breads and 30% 704.6 ml for BWF breads. As a result of sensory analysis, it was determined that the use of buckwheat in making flour and grain bread has positive effects. In all of the aroma, colour, hardness, porosity and taste of buckwheat tests conducted within the scope of sensory analyses, buckwheat bread samples scored high comparatively with their buckwheat ratios. Volatile components in bread samples increased as the buckwheat substitution rate increased. In particular, the presence of flavouring components such as phenylethanol and benzylalcohol increased as the buckwheat substitution rate increased. As a result of moisture content analysis, the addition of buckwheat has been shown to reduce the moisture content. This decrease was interpreted as that buckwheat may have positive effects on the water holding capacity of bread. Considering the nutritional and sensory features of the samples; It was concluded that the combination where 20% buckwheat flour was added to the white bread formulation was the most appropriate use.

Keywords: Buckwheat, Bread, Bread with buckwheat, Total phenolic content, Total antioxidant capacity

Naçizane bu tezi; akademik hedefleri uğruna nice zorluklarla karşılaşan, gelecek kaygısı ve çevre baskısıyla mücadele ederken motivasyonunu kaybetmeyen tüm paydaşlarıma ithaf ediyorum. İstedğimiz tüm hedeflere ulaşmamız dileğiyle...

TEŞEKKÜR

Bu tezin planlanmasından sonuçlanmasına kadar emeği olan değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Murat Reis Akkaya'ya, tez çalışmalarım sırasında desteklerini asla esirgemeyen Prof. Dr. Daina Karklina başta olmak üzere; Dr. Martins Sabovics, Dr. Daiga Kunkulberga, Dr. Zanda Kruma, Dr. Evita Straumite, Nikola Durkacova, Dr. Öğr. Üyesi Burcu Çabuk, Dr. Öğr. Üyesi Levent Yurdaer Aydemir ve Nazmiye Bilir'e; bu süreçte yanımda olan çok kıymetli aileme, Alanya HEP Üniversitesi'ndeki tüm değerli çalışma arkadaşlarıma ve son olarak her zaman beni destekleyen arkadaşım Salih Berhim Yılmaz'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xii
TABLolar LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Karabuğday.....	4
2.1.1 Karabuğdayın Kimyasal Bileşimi	7
2.1.1.1. Karabuğdayın Protein İçeriği	8
2.1.1.2. Karabuğdayın Karbonhidrat İçeriği.....	9
2.1.1.3. Karabuğdayın Lipid İçeriği.....	11
2.1.1.4. Karabuğdayın Mineral ve Vitamin İçeriği	13
3. MALZEME VE YÖNTEM	17
3.1. Malzeme	17
3.2. Yöntem	17
3.2.1. Ekmek Yapımı	17
3.2.2. Analitik Uygulamalar	23
3.2.2.1. Ekstrakt Eldesi	23
3.2.2.2. Toplam Fenolik Madde Analizi	24
3.2.2.3. Toplam Antioksidan Kapasite Analizi	24
3.2.2.4. Uçucu Bileşikler Analizi.....	24
3.2.2.5. Hacim Analizi	25
3.2.2.6. Nem İçeriği Analizi.....	25
3.2.2.7. Tekstür Profili Analizi	25
3.2.2.8. Duyusal Analizler	26
3.2.2.9. İstatistiksel Analizler.....	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	27

4.1. Toplam Fenolik Madde Analizi Bulguları	27
4.2. Toplam Antioksidan Kapasite Analizi Bulguları	28
4.3. Uçucu Bileşikler Analizi Bulguları	29
4.4. Örneklerin Hacim Analizi Bulguları	34
4.5. Nem Analizi Bulguları	35
4.6. Tekstür Profili Analizi Bulguları	36
4.7. Duyusal Analiz Uygulama Bulguları	37
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	41
KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	51



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Kavuzlu karabuğday tanesinin taramalı elektron mikroskopuyla çekilmiş mikrografı	6
Şekil 2. Karabuğday endosperminin taramalı elektron mikroskopuyla çekilmiş mikrografı ..	11
Şekil 3. %30 oranında KBT içeren ilk ekmek denemeleri.....	18
Şekil 4. Ekmeklerin eşit büyüklüklerde dilimlenmesi işlemi	19
Şekil 5. %10 Oranında KBT içeren ekmek örneği.....	20
Şekil 6. %20 oranında KBT içeren ekmek örneği	20
Şekil 7. %30 oranında KBT içeren ekmek örneği	21
Şekil 8. Kontrol ekmeği örneği.....	21
Şekil 9. %0 (kontrol), %10, %20 ve %30 oranında KBT içeren ekmek örnekleri	22
Şekil 10. %10 oranında KBU içeren ekmek örneği.....	22
Şekil 11. %20 oranında KBU içeren ekmek örneği.....	23
Şekil 12. %30 oranında KBU içeren ekmek örneği.....	23
Şekil 13. Ekmek örneklerinin toplam fenolik madde içeriği grafiği.....	28
Şekil 14. Örneklerin toplam antioksidan kapasite içeriği sonuçları (mmol Trolox/100g).....	29
Şekil 15. % 10 KBT ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları.....	30
Şekil 16. %20 KBT ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları.....	30
Şekil 17. %30 KBT ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları.....	31
Şekil 18. Kontrol ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları.....	31
Şekil 19. %10 KBU ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları	32
Şekil 20. %20 KBU ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları	32
Şekil 21. %30 KBU ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları	33
Şekil 22. Örneklerin hacim analizleri sonuç grafiği	34
Şekil 23. Örneklerin Nem İçeriği Sonuçları.....	35
Şekil 24. Örneklerin Sertlik Analizi Sonuçları	36
Şekil 25. Duyusal Analiz Sonuçları	38
Şekil 26. Duyusal Renk Değerlendirme Sonuçları	38
Şekil 27. Duyusal Aroma Değerlendirme Sonuçları.....	39
Şekil 28. Duyusal Sertlik Değerlendirme Sonuçları	39
Şekil 29. Duyusal Gözeneklilik Değerlendirme Sonuçları	40
Şekil 30. Duyusal Karabuğday Tadı Değerlendirme Sonuçları.....	40

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench ve <i>Fagopyrum tataricum</i> Gaertn'in % bileşimi	8
Tablo 2. <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench'in aminoasit kompozisyonu değerleri	9
Tablo 3. <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench ve <i>Fagopyrum tataricum</i> Gaertn'in yağ asitleri içeriği	12
Tablo 4. <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench'in ortalama vitamin ve mineral içerikleri	13
Tablo 5. Ekmek Formülasyonu (100 gram için).....	18
Tablo 6. Ekmek örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri tablosu	27
Tablo 7. Örneklerin toplam antioksidan kapasite içeriği sonuçları tablosu (DPPH).....	28
Tablo 8. Örneklerin hacim analiz sonuçları.....	34

KISALTMALAR

µg	: Mikrogram
BWF	: Buckwheat Flour
BWG:	: Buckwheat Groats
CAS No	: Chemical Abstract Service Number
DPPH	: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
GC-MS	: Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
Hg/ha	: Hektogram/hektar
IGC	: Uluslararası Hububat Konseyi
KBT	: Karabuğday taneli
KBU	: Karabuğday unlu
Mg	: Miligram
ml	: Mililitre
SPME	: Katı faz mikro ekstraksiyon
TAK	: Toplam antioksidan kapasite
TFM	: Toplam fenolik madde
Trolox	: (+/-) 6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametil-kroman-2-karboksilik asit
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

Ekmek temel olarak; buğday unu, su, tuz ve maya ile yapılan ve elde edilen hamurun uygun şekilde yoğrulduktan sonra fermente edilmesiyle ve pişirilmesiyle hazırlanan bir gıda maddesidir (Lin ve ark., 2009a).

Ekmekğin, dünyadaki tüm yiyecekler arasında eşsiz bir yeri vardır ve yaygın olarak tüketilir. Birçok dilde ekmek kelimesi, genel olarak yemek anlamına gelir. Ekmek ve ekmek yapım araştırmaları, gıda araştırmaları arasında önemli bir yer tutar ve oldukça karmaşıktır. Başlangıçtaki hammaddeden, nihai ürüne geçişin ekmek kadar karmaşık olduğu başka herhangi bir yiyecek türü yoktur (Cauvain ve Young, 2008).

Türkiye’de yaygın olarak tüketilen gıda maddelerinden olan ekmek en önde gelen hububat kaynağıdır. Günlük enerjinin ortalama %50’si ekmek ve tahıl ürünlerinden karşılanmaktadır. Ülkemizde en çok kullanılan tahıllar ve ürünleri buğday ve buğday mamulleridir (Kalkan ve Özarık, 2017). Ülkemizde yaygın olarak buğday unundan ve mayalanmış hamurdan üretilen ekmekler tüketilmektedir. Ancak kısıtlı da olsa bölgelere göre mısır, yulaf, çavdar ve benzeri tahıllardan da ekmekler üretilmektedir (Kalkışım ve ark., 2012).

Türkiye’de her bölgenin kendine has farklı özellikler barındıran ekmekleri bulunmaktadır. En çok tüketilen francala (somon) tip ekmeğin ardından, pek çok yörede tüketilen bazlama, lavaş, pide ve tandır ekmeği ile Karadeniz’de sıkça tüketilen mısır ekmeği gelmektedir. Gelişen teknoloji ve gıda sektöründeki büyümeler sayesinde, tüm dünyada üretilen binlerce çeşit ekmek artık neredeyse her ülkede bulunup sofralara girebilmektedir.

Türkiye’de kişi başına düşen ekmek tüketimine ilişkin farklı veriler bulunmaktadır, ancak veriler son yıllarda ekmek tüketiminde azalma olduğunu göstermektedir. 2008 yılında 121 kg olan kişi başı yıllık ekmek tüketimimiz 2012 yılında 116 kg’a düşmüştür. Ayrıca, 2007-2012 yılları arasında beyaz ekmek pazarında %3 küçülme gözlenirken, tam tahıllı ekmek pazarında %3.5; çavdar ekmeği pazarında ise %9’luk bir büyüme gözlenmiştir (Boyacıoğlu, 2012). 2010’da yapılan, Türk halkının tuz tüketim alışkanlıkları ve hipertansiyon arasındaki ilişkiyi inceleyen SALTURK çalışmasına göre Türkiye günlük kişi başı 400 gr ekmek tüketimi ile Dünya’da en çok ekmek tüketen ülkedir (Erdem ve ark., 2010).

Türkiye’yi günlük kişi başı 195 gr ile Danimarka takip ederken, Finlandiya günlük kişi başı 140 gr ile üçüncü, İngiltere ise günlük kişi başı 89 gr ile dördüncü sırada gelir (Çağlar, 2018). Bu rakamlardan farklı olarak, Türkiye’de kişi başına düşen günlük ekmek tüketiminin, düşük gelirli ailelerde bu 750-800 gr’a kadar çıkabildiği de bildirilmiştir (Uzundumlu ve ark., 2018).

Binlerce yıldır farklı tipte ekmekler üretilmesine rağmen, ekmeğin ana kaynağı buğday unudur. Buğday, geçmişten günümüze insanlığın beslenme ihtiyacını karşılayan en önemli besin kaynaklarından. Binlerce yıldır protein ve enerji kaynağı olarak insan beslenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

İlk buğday tarımının Neolitik Çağ’da Çatalhöyük’teki tarım köylerinde yapıldığı düşünülmektedir. Bu köylerde yer alan mağaralarda, 14 kromozomlu siyez (*Triticum monococcum*) ve 28 kromozomlu gernik (*Triticum dicoccum*) buğday tanelerine rastlanmıştır. Daha sonraki dönemlerde ise iri taneli, uzun boylu ve kavuzsuz olmaları nedeniyle, işlenmeleri çok daha kolay olan 28 kromozomlu makarnalık buğday (*Triticum durum*) ve 42 kromozomlu ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) türlerinin ekildiği düşünülmektedir (Bilgiç, 2004; Yıldırım, 2004).

Uluslararası Hububat Konseyi (IGC) 30 Nisan tarihli raporunda 2020-21 dönemi buğday üretiminin 766 milyon ton düzeyinde olmasını beklemektedir. IGC, 2020-21 döneminde, dünya buğday tüketiminin, 750 milyon ton düzeyinde olmasını öngörmektedir. (IGC, 2020). Türkiye’de 2019 yılında buğday ekimi, bir önceki yıla göre yaklaşık 5 milyon da azalarak 69.6 milyon da’a gerilemiştir. Üretim ise bir önceki yıla göre 1 milyon ton azalarak 19 milyon tona düşmüştür (TÜİK, 2020).

Dünya çapında tüketiciler, gıda ve sağlık arasındaki ilişkinin giderek daha fazla farkına varmakta ve daha besleyici diyetlere yönelmektedir. Artık çok daha fazla sayıda gıda bileşeninin insan sağlığı üzerinde doğrudan olumlu ya da olumsuz bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Tüm Dünya’da bilim ve teknolojiye hızlı gelişmeler, artan sağlık maliyetleri ve ürün taleplerini etkileyen gıda yasalarındaki değişimler, diyet yoluyla sağlıklı yaşam sürdürme konusuna olan ilginin artmasına ve temel beslenmenin ötesinde, vücut için faydalı gıdalar tüketilmesine neden olmaktadır (Salmeron ve ark., 2015). Bununla birlikte son yıllarda özellikle Batı ülkelerinde kamut, siyez, darı ve sorgum gibi eski veya küçük tahıllarla, amarant, karabuğday, kinoa gibi yalancı tahıllar yüksek oranda içerdikleri faydalı bileşenler

(diyet lifi, dirençli nişasta, mineraller) ve düşük gluten ya da gluten içermeme gibi özellikleriyle farklı diyet ihtiyaçlarını yerine getirmeleri sayesinde buğday, mısır, pirinç gibi başlıca tahıllara kıyasla daha çok ilgi görmektedir (Arendt ve Zannini, 2013).

Beyaz buğday ekmeği, Türk halkının ekmek tüketim alışkanlıklarında ön sırada yer alırken, günümüzde bu tüketim alışkanlıkları, farklı tahıl unu ve kepek karışımından oluşan farklı ekmek türlerine doğru yönelmeye başlamıştır (Kaya, 2018). Buğday ekmeği, insan vücudu için iyi bir enerji kaynağı olarak kabul edilir. Ancak saf buğday ekmeği; hububat, tohum, baharat, bitki ya da meyve sebzelerle zenginleştirilebilir (Verardo ve ark., 2017).

Tüm bu veriler dikkate alındığında, tüketici alışkanlık ve taleplerinin geleneksel ekmeklerden ziyade; doğal olarak zenginleştirilmiş, daha besleyici, özel beslenme koşullarına hitap eden (çölyak ya da diyabet gibi), daha kolay tüketilebilen ve sindirilebilen ekmeklere yöneldiği görülmektedir.

Bu çalışmada tam tane ve un haline getirilmiş karabuğdayın, beyaz ekmeklik un formülasyonuna yer değiştirme prensibine göre eklenmesiyle, ekmeğin fenolik madde içeriği, antioksidan aktivite, uçucu bileşikler, nem içeriği, hacim değerleri, duyu özellikler ve tekstür profili değişiklikleri gibi özelliklerinde meydana gelen değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Karabuğday

Karabuğday (greçka), Polygonaceae familyasına ve Fagopyrum cinsine ait olan ve çoğunlukla kuzey yarımkürede yetiştirilen tek yıllık bir yalancı tahıl olmakla birlikte aynı zamanda dünya çapında yaygın olarak tüketilen bir gıda maddesidir (Zhou ve ark, 2016). Karabuğdayı hububatlardan ayıran yegâne farklılık, tek çenekli olmayıp çift çenekli bir bitki olması ve yüksek rakımlarda kısa sürede gelişmeye adapte olabilme özelliğidir (Hayıt ve Gül, 2015).

Tarımsal öneme sahip iki türlü karabuğday bulunmaktadır. Bunlardan ilki yaygın olarak tarımı yapılan *Fagopyrum esculentum* Moench' tir. Diğeri ise Tataristan karabuğdayı ya da acı karabuğday olarak da bilinen *Fagopyrum tataricum* Gaertn' dir. Flavonoidler gibi biyoaktif fitokimyasalların konsantrasyonu Tataristan karabuğdayında daha yüksektir. Bu nedenle Tataristan karabuğdayının tadı normal karabuğdaydan daha acıdır. Dünya'nın farklı bölgelerinde yöresel olarak tanınan yabani karabuğday çeşitleri de bulunmaktadır. Bunlardan *Fagopyrum cymosum* Meissn, çok yıllık karabuğday olarak bilinir ve çoğunlukla bir süs bitkisi olarak kullanılmıştır. Karabuğday tarımı ilk olarak Orta Asya'da başlamıştır. İlk olarak V. Ve VI. Yüzyıllarda Çin'de, XIV. Ve XV. Yüzyıllarda Avrupa'da, XVII. Yüzyılda ise Kuzey Amerika'da yetiştirilmiştir. Günümüzde en çok Çin, Rusya, Ukrayna ve Kazakistan'da yetiştirilmekte ve üretilmektedir. Ancak son yıllarda üretimi özellikle Avrupa ve Amerika'da artmıştır (Ikeda, 2002; Kaya, 2018).

Karabuğday, yüzyıllardır farklı coğrafyalarda farklı adlarla anılmıştır. Nepal'de kötü tahıl anlamına gelen “kuanna” olarak adlandırılır. Myanmar'da karabuğday için çiçek buğdayı anlamına gelen “panjon” kelimesi kullanılır. Günümüzde İngilizce'de “buckwheat” olarak kullanılan kelime aslında “beechwheat” kelimesinden türetilmiştir. Bu kelimenin ise orijinali eski Almanca'daki “buchweizen” kelimesidir. Buchweizen kelimesinin anlamı, “buğdaya benzeyen ancak gerçek buğday olmayan bitki”dir (Ikeda, 2002).

Türkiye'de son yıllarda mevcut tarımı yapılan türlere alternatif olabilecek bitkilerin arayışı hızla artmaktadır ve bununla birlikte ülkemizde karabuğday son yıllarda ekilmeye başlamıştır. Uygun iklim koşulları nedeniyle nisan ayından ağustos ayına kadar yılda 2 kez ekilebilir. Baharda Türkiye'nin batı, güney ve orta Anadolu bölgelerinde yetişir (Kara, 2014).

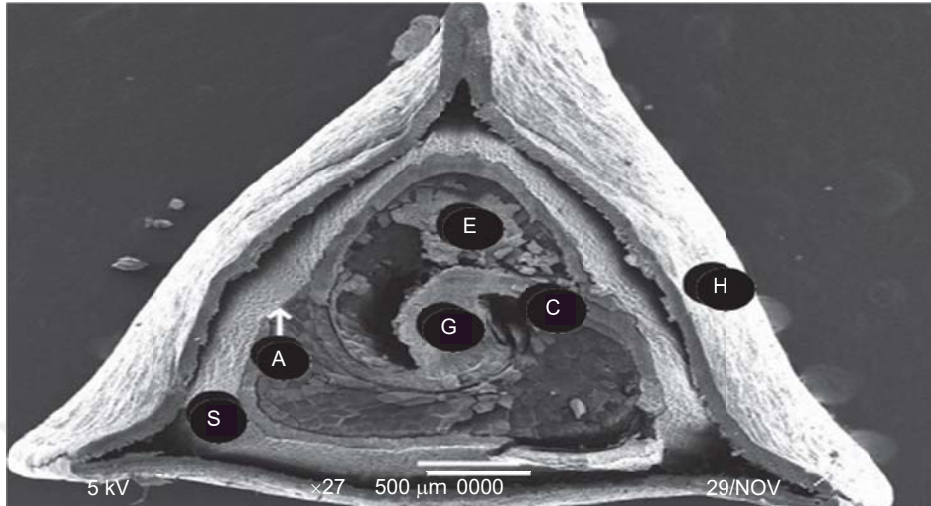
Ülkemizde, 2 adet tescillenmiş karabuğday çeşidi bulunmakta olup bunlar, Aktaş ve Güneş'tir (Karafaki, 2017).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2018 verilerine göre, Dünya karabuğday üretiminin %52.9'u Avrupa kıtasında, % 41.9'u Asya kıtasında yapılmaktadır. Çin 1291140 ton ile Dünya'da karabuğday üretiminde birinci sıradadır. Çin'in ardından 1228296 ton ile Rusya ve 225778 ton ile Fransa gelmektedir. Dünya genelinde 3001495 ha alan karabuğday ekimi için kullanılmıştır (FAO, 2018).

Karabuğday; Nepal, Butan, Çin gibi ülkelerde, kırsal kesimin bir kısmı için başlıca besin kaynaklarındandır. Ancak Avrupa ve Amerika'da çoğunlukla alternatif bir ürün olarak tüketilir. Bu yalancı tahılın genellikle tohumları tüketilir (Skrabanja ve ark., 2001). Kabuğu çıkarılmış taneler; kahvaltılık gevreklerde, una işlenerek fırın ürünleri yapımında (ekmek, kurabiye, erişte ve atıştırmalıklar gibi) ve karabuğdaydan üretilen fırın dışı ürünlerin (çay, bal, tarhana, sirke gibi) üretiminde kullanılır (Jimenez-Bastida ve Zielinski, 2015). Karabuğday bitkisinin çiçekleri kokuludur ve bal arılarının nektar toplaması için caziptir (Altan, 2015). Ayrıca karabuğday küçük ve büyükbaş hayvancılık ile yumurta tavukçuluğunda diğer ürünlerle karıştırılarak yem olarak kullanılmaktadır (Karafaki, 2017).

Karabuğday, yüksek ekolojik adaptasyon kabiliyetine sahiptir. Sert iklim ve toprak koşullarına sahip arazilerde kolaylıkla büyüyebilir. Özellikle *Fagopyrum tataricum* Gaertn düşük yağış ve sıcaklık koşullarında, yüksek irtifalarda yetiştirilebilir (Zhu, 2016). Karabuğday bitkisi geniş kalp şeklindeki yaprakları ile karakterize olmuştur. Olgunlaşmış bitkinin uzunluğu 1.5 m'ye kadar ulaşabilir ve gövde birkaç yan dala ayrılır. Bitkinin olgunlaşmasıyla birlikte, saplar yeşilden kahverengi ve kırmızı tonlarına döner, bitki yatıklaşmaya eğilimli hale gelir. Karabuğday sığ bir kazıkköke ve 1.2 m derinliğe inebilen yanal köklere sahiptir. Bitkinin çiçekleri beyaz ve pembe renktedir (Pomeranz ve Lorenz, 2009). Karabuğday tohumları, çiçek salkımları üzerinde kümelenmiş halde bulunur. Meyve boyutu çeşide göre değişiklik gösterirken, gri-kahverengi veya kahverengi-siyah renkte olabilir. Karabuğday bitkisinin diğer bölümleri de insan beslenmesi ve yem olarak kullanılsa da, asıl üretilme amacı tohumlarıdır (Arendt ve Zannini, 2013). Karabuğday, patolojik hasarlara karşı dayanıklı, nispeten ucuz bir bitkidir. Karabuğday günümüzde, yüksek B1 ve B2 vitamini, yüksek protein, lisin, dengeli aminoasit bileşimi, flavonoidler, fitosteroller ve

çözünür karbonhidratlar içermesi nedeniyle besin değeri yüksek, bir yalancı tahıl olarak kabul edilir (Zielinski ve ark., 2009).



Şekil 1. Kavuzlu karabuğday tanesinin taramalı elektron mikroskobuyla çekilmiş mikrografı

Şekil 1’de, kavuzlu karabuğday tanesinin mikrografı verilmiştir. Perikarp (h), tohum zarfı (s), alöron tabakası (a), embriyo (g), unsu endosperm (e) ve kotiledonlar (c) net bir şekilde görülebilmektedir (Wijngaard ve ark., 2007).

Karabuğday, zengin bir nişasta, polifenol ve diyet lifi kaynağı olmasının yanında gluten içermemesi ve sağlığa faydaları sayesinde çeşitli ürünlerde her geçen gün daha çok yer almakta ve fonksiyonel bir gıda olarak ilgi görmektedir (Yu ve ark., 2018).

Türkiye’de 3000000’den fazla çölyak hastası olduğu tahmin edilmekte ve bu bireylere güvenilir gıda sağlanması konusunda sıkıntılar yaşanmaktadır (Kara, 2014). Çölyak hastalarının gluten içeren besinler tüketmeleri ciddi bağırsak hasarlarına sebep olmaktadır (Hayıt ve Gül, 2015). Çölyak hastaları buğday, çavdar, kısmen yulaf, arpa prolaminlerinin gliadin fraksiyonunu tolere edemezler (Hayıt ve Gül, 2016). Çölyak, genetik bir hastalık olup yaşamın farklı evrelerinde açığa çıkabilir ve hastalığın tedavisi gluten içermeyen diyetlerin sıkı bir şekilde uygulanmasıdır. Karabuğdayın en önemli özelliklerinden biri de gluten bulundurmamasıdır. (Köksal, 2017). Günümüzde gluten içermeyen ürünlerin tüketimi gitgide artmaktadır. Bu noktada karabuğday önemli bir yere sahiptir (Zhu, 2016).

2.1.1 Karabuğdayın Kimyasal Bileşimi

Karabuğday, içerdiği beslenme açısından kıymetli protein, lipid, diyet lif ve mineraller ile fenolik bileşikler ve steroller gibi sağlığa olumlu etkisi olan diğer bileşenler sayesinde, potansiyel bir fonksiyonel gıda olarak tanınmaya başlanmıştır (Gimenez-Bastida ve Zielinski, 2015). Karabuğdayın ayrıca bazı antioksidanlar olan rutin, quercetin, orientin, isoorientin, viteksin ve isoviteksin içerdiği belirlenmiştir. Diğer yalancı tahıllarda rutin bileşiğine rastlanmazken, karabuğday bu bileşiği yüksek miktarda içermektedir (Taşkırđı, 2011). Rutin, antioksidan ve enfeksiyon giderici etkiye sahip bir flavonal glikozittir. Rutin konsantrasyonu kuru ağırlığın ortalama %3-6 kadarını oluşturur ve bu oran çevre şartlarına göre değişmektedir (Köksal, 2017). Bazı çalışmalarda rutinın antikarsinogenik etkiye sahip olduğu ve kan damarlarının elastikiyetini arttırarak arterlerin sertleşmesini engellediği bildirilmiştir (Altan, 2015). Dietrych-Szostak ve Oleszek, 1999 yılında yaptıkları çalışmada, karabuğday örneklerinin tohumunda flavonoid içeriğini 18.8 mg/100g, kabuğunda ise 74mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Flavonoidler, polifenollerin bir alt sınıfı olarak gruplandırılan fito-besleyicilerin bir parçasıdır ve her bir flavonoid türü, kendine özgü etki ve yararlar kümesi taşır. Son yıllarda, soya izoflavonu, dut yaprağı flavonoidleri veya tengcha flavonoidleri gibi flavonoidlerin, canlı hayvanların büyüme performansını ve sağlığını iyileştirmedeki etkisine odaklanan önemli sayıda çalışma göze çarpmaktadır (Yu ve ark., 2018).

Her tahılda olduğu gibi genotip, toprak özellikleri ve iklim koşulları, karabuğdayın da kompozisyonunu değiştirebilmektedir. Genellikle tüketilen yaygın ekilen karabuğday ve *Fagopyrum tataricum* Gaertn ı kompozisyonları arasında fark da bu etmenlerden kaynaklanmaktadır. Örneğin karabuğdaydaki ana polifenol olan rutin, yaygın olarak ekimi yapılan *Fagopyrum esculentum* Moench'te 0.2 mg/g oranında bulunurken *Fagopyrum tataricum* Gaertn'de 81 mg/g seviyelerinde bulunur (Zhu, 2016).

Tablo 1'de *Fagopyrum esculentum* Moench ve *Fagopyrum tataricum* Gaertn ının yüzdece kütle bileşimleri verilmiştir. İki türün yüzdece kütle bileşimleri birbirine yakın olsa da, *Fagopyrum tataricum* Gaertn'in diyet lif, protein ve kül miktarı bakımından *Fagopyrum esculentum* Moench'e göre daha zengin olduğu görülmektedir.

Tablo 1. *Fagopyrum esculentum* Moench ve *Fagopyrum tataricum* Gaertn'in yüzdece bileşimi (Gimenez-Bastida ve Zielinski, 2015)

Parametre	<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench (%)	<i>Fagopyrum tataricum</i> Gaertn (%)
Nişasta	54.50	57.40
Çözünebilir Karbonhidratlar	1.60	1.78
Diyet Lif	7.0	10.60
Protein	12.30	13.15
Lipidler	3.80	3.84
Kül	2.0	2.70
Diğer Bileşenler*	18.40	10.53

*Organik asitler, fenolik bileşikler, taninler, fosforlu şekerler, nükleik asitler, nükleotidler ve bilinmeyen diğer bileşenler

2.1.1.1. Karabuğdayın Protein İçeriği

Karabuğday proteinleri ile ilgili ilk çalışmalar 1923 yılına dayanmaktadır. 1923'te Matsuyama %10 protein seviyesinde karabuğdayla beslenen farelerdeki fiziksel büyümeyi gözlemlemiş, Chen ve Wang 1937 yılındaki çalışmalarında, karabuğday proteinleri ve mısırın birbirini tamamladığını keşfetmişlerdir. Sure, 1955 yılında yaptığı besleme çalışmalarında karabuğdayın tahıllar için mükemmel bir tamamlayıcı olduğunu ve bitkiler sınıfındaki biyolojik değeri en yüksek proteinleri ihtiva ettiğini bildirmiştir. Sindirilebilirliği düşük olmasına karşın, biyolojik değerinin bu denli yüksek olmasının nedeni, iyi dengelenmiş bir aminoasit kompozisyonuna sahip olmasıdır (Pomeranz ve Robbins, 1972). Karabuğdayın protein içeriği çeşidine ve çevre faktörlerine göre değişse de genelde % 7-21 arasındadır. İnsana yararlılık ve besleyicilik değerleri oldukça yüksek olan karabuğday proteinlerinin biyolojik değeri %90'dan fazladır. Bu değer anne sütü ve yumurta gibi biyolojik değeri %100 olan gıdalara çok yakındır (Taşkırda, 2011).

Karabuğday proteini yaklaşık olarak %18.2 oranında albümin, %43.3 oranında globulin, %0.8 oranında prolamin, %22.7 oranında glutenin ve %5 oranında azot kalıntısından oluşur (Ikeda, 2002). Karabuğday vücut tarafından üretilmeyen sekiz aminoasidi de içermektedir. Lisin ve arjinin bakımından zengindir. Lisin proteinlerin değiştirilerek vücut tarafından kullanımına yardım eder (Köksal, 2017). Karabuğday ve ekmeklik buğday proteinleri karşılaştırıldığında, karabuğdayın glutamin ve prolin hariç tüm aminoasitleri yüksek ya da benzer miktarlarda içerdiği görülmektedir. Lisin ise ekmeklik buğdaya göre 2.5 kat fazla bulunur (Yıldız ve Yalçın, 2013). Araştırmalar bitki proteinlerinin kolesterol düşüren özelliklerini lisin/arjinin ve

metiyonin/glisin oranlarından aldığını göstermektedir. Konuyla ilgili çalışmalar devam etmekte olup karabuğday proteinlerinde bu oranların diğer bitki proteinlerine göre daha düşük olmasının karabuğdayın kolesterol düşürücü özelliğini öne çıkardığı düşünülmektedir (Yıldız, 2009). Tablo 2.'de karabuğdayın aminoasit içeriği farklı çalışma sonuçlarına göre aktarılmıştır (Christa ve Soral-Smietana, 2008). Tabloda bulunan 3 farklı çalışmada, birbirine yakın ancak farklı değerler bildirilmiştir.

Tablo 2. *Fagopyrum esculentum* Moench'in aminoasit kompozisyonu yüzde ağırlık değerleri

Aminoasit	Soral-Smietana(1984)	Wei ve ark. (2003)	Tomotake ve ark. (2006)
Lisin	6.17	4.9	5.68
Histidin	2.44	1.4	2.52
Arjinin	8.85	5.4	11.16
Glutamik asit	15.37	9.7	19.38
Aspartik asit	9.10	5.2	9.54
Treonin	4.04	1.9	3.5
Serin	4.89	2.4	4.61
Prolin	2.57	2.6	7.93
Glisin	6.23	4.2	5.66
Alanin	4.82	3.0	3.89
Valin	4.97	3.4	4.26
İzolösin	3.41	2.6	3.12
Lösin	6.12	2.8	5.94
Metiyonin	0.99	1.6	2.3
Tirozin	1.94	1.5	3.03
Fenilalanin	4.42	2.0	4.3
Triptofan	2.14	1.5	2.0

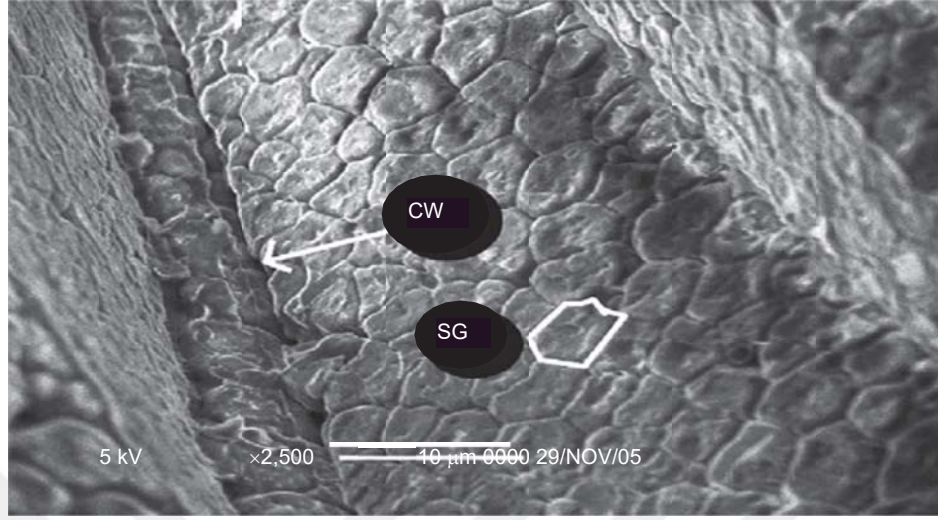
2.1.1.2. Karabuğdayın Karbonhidrat İçeriği

Kabuksuz karabuğday tanesine literatürde “groat” denilmektedir. Bir karabuğday tanesinde (groat) en fazla bulunan bileşen karbonhidrattır. Karabuğday tanesi ortalama %67.8-70.1 oranında toplam karbonhidrat içermektedir. Toplam karbonhidratın %54.5'ini nişasta oluşturur ve büyük kısmı endospermde yer alır (Yıldız, 2009). Bazı çalışmalarda karabuğday nişastasının amiloz içeriğinin %45'ten fazla olduğu bildirilmiştir. Buna karşın, karabuğday nişastasının amiloz içeriğinin diğer tahıllarda olduğu gibi %21.1-%27.4 arasında olduğunu gösteren çalışmalar da yapılmıştır. Karabuğday nişastasının uzun zincirli amilopektinleri yüksek miktarda içerdiği bilinmektedir. Bunun yanında karabuğday nişastasının diğer tahıl ve

yalancı tahılların nişastalarına oranla daha yüksek jelatinizasyon derecesine sahip olduğu da gösterilmiştir (Yıldız ve Yalçın 2013). Nişasta oranının yaklaşık %45'i dirençli nişastadır. Bu miktar beslenme ve sağlık açısından oldukça önemlidir. Nişasta genellikle üç ana fraksiyonda sınıflandırılır. Bunlar; i- hızlı sindirilebilir nişasta (RDS), ii- yavaş sindirilebilir nişasta (SDS) ve iii- dirençli nişastadır (RS). Dirençli nişasta, ince bağırsakta emilmez ve kısmen veya tamamen kalın bağırsakta mikroflora ile fermentasyon için kullanılabilir. Diyet lifi ile benzerlik gösterir. Pişmemiş karabuğday taneciklerinde dirençli nişasta, toplam nişastanın %33-38'ini oluşturur ancak pişirildikten sonra bu oran %7-10 aralığına kadar düşer. Yüksek miktarda nişasta içeren besinler genellikle düşük glisemik indekse sahiptir. Bu da karabuğdayın diğer fonksiyonel özelliklerinden biridir. Glisemik indeksi düşük gıdalar, diyabet kontrolü ve kan şekerini düzenlemede önemli yer tutarlar. Glisemik indeksi 100 olan buğday unu ile yapılan ekmekle karşılaştırıldığında %50 ham karabuğday tanelerinden yapılan ekmeğin 66.2 glisemik indeks değerine sahip olduğu belirtilmiştir (Dizlek ve ark., 2009; Christa ve Soral-Smietana, 2008). Karabuğday nişastasını gıda ve gıda dışı uygulamalarda inovatif amaçlarla da değerlendirilmektedir. Son zamanlarda karabuğday nişastasını yağlar yerine kullanılabilecek ürünlerin geliştirilmesinde, ekstrüde ürünlerde ve nanokompozit malzemelerin geliştirilmesinde kullanılmaktadır (Goel ve ark., 2020).

Karabuğday tanelerindeki diyet lif oranı yaklaşık %27.4 olarak bildirilmiştir. Bu oranın büyük çoğunluğu dış kısımlara yakın olan tohum zarfı ve kavuzdadır. Diyet lifi insan ince bağırsağındaki sindirim ve absorpsiyona dayanıklı olan ve kalın bağırsakta kısmen ya da tamamen fermente olabilen bitki ya da benzeri yenilebilir karbonhidratlar olarak tanımlanmıştır (Bonafaccia ve ark., 2003). Diyet lifi oligosakkaritler, polisakkaritler ve diğer hidrofilik türevlerden oluşur. Selüloz, hemiselülozlar, pektinler, zamlar ve selülozik olmayan polisakkaritler gibi nişasta olmayan polisakkaritler diyet lifinin ana bileşenleridir. Toplam diyet lifi (TDF), çözünmez diyet lifi (IDF) veya çözünür diyet lifi (SDF) olarak suyla olan ilişkisi bakımından iki farklı şekilde sınıflandırılır. Karabuğdayda bulunan nişasta granülleri oval olup endospermdeki kompakt yapı nedeniyle belirgin düz alanlara sahip şekilde bulunur. Granül büyüklüğü 2 ile 6 µm arasında değişmektedir (Christa ve Soral-Smietana, 2008).

Şekil 2’de karabuğday endosperminin mikrografi verilmiştir. Hücre duvarları (CW) ve nişasta granülleri (SG) net bir şekilde görülebilmektedir (Arendt ve Zannini, 2013).



Şekil 2. Karabuğday endosperminin taramalı elektron mikroskopuyla çekilmiş mikrografi

2.1.1.3. Karabuğdayın Lipid İçeriği

Tahıllar ve yalancı tahılların lipid içeriği genellikle bu ürünlerin depolama kaliteleriyle ilişkilendirilir. Kuru karabuğday tohumu ortalama %2.4-3.3 oranında lipid içerir. Bu miktarın %81-85 kadarını nötral lipidler, %8-11 kadarını fosfolipidler, %3-5 kadarını ise glikolipidler oluşturur. Palmitik, stearik, oleik, linoleik, linolenik, araşidik, behenik ve lignoserik olmak üzere sekiz yağ asidinin, toplam asitlerin %93’ünden fazlasını oluşturduğu tespit edilmiştir (Ikeda, 2002). Karabuğday tanesinde bulunan serbest lipidlerin bağlı lipidlere oranla 2 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda karabuğday tanelerinde bulunan serbest yağ asitlerinin 8 fraksiyon içerdiği belirtilmiştir. Bunlar; trigliseritler, digliseritler, monogliseritler, fosfolipidler, serbest yağ asitleri, karotenoidler, serbest steroller, esterler, mumlar ve hidrokarbonlardır. Karabuğday lipidlerinin besin değeri, tokoferoller, pigmentler, steroller ve fosfolipidler gibi biyolojik olarak aktif maddelerle önemli seviyelerde artmaktadır (Soral-Smietana ve ark., 1984). Karabuğday tanesinde en yüksek lipid konsantrasyonuna %7-14 arasında embriyoda ve en düşük lipid konsantrasyonu %0.4-0.9 arasında kabukta rastlanılmıştır (Bonafaccia ve ark., 2003). Diğer birtakım çalışmalarda ise üç farklı karabuğday türünün embriyo, endosperm ve kabuk kısımlarında yapılan incelemelerde ortalama lipid içeriği sırasıyla; %8.2, %0.4 ve %0.5 olarak bulunmuştur. Ayrıca karabuğday tanesinin lipid içeriği aralıklarının % 2.59 ila 2.75’i serbest lipidlerden, % 0.75 ila 1.08’i bağlı lipidlerden ve % 0.15 ila 0.22’si de güçlü bağlı lipidlerden meydana geldiği bildirilmiştir.

Tüm lipidlerin palmitik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik asitleri içerdiği ve bağlı lipidlerin, serbest lipidlerden daha fazla palmitik, stearik ve miristik asit; daha az linoleik asit içerdiği belirlenmiştir. Bağlı lipidler az miktarda lorik, tridekanoik, pentadekanoik, margarik, pentadekenoik ve heksadekenoik asitler ihtiva eder. Karabuğday lipidlerinin hidrotermal işlemlere gösterdiği reaksiyonlar farklı araştırmalara konu olmuştur. Bazı çalışmalarda, hidrotermal işlemlerin serbest ve bağlı halde bulunan lipid miktarını azalttığı, güçlü bağlı lipid miktarını ise arttırdığı ortaya konmuştur. Bunun yanında serbest ve bağlı halde bulunan lipidlerin, hidrotermal işlemler sonucunda doymuş yağ asitleri oranı azalırken, doymamış yağ asidi oranı artmıştır (Pomeranz ve Lorenz, 2009).

Yağ asitleri, meme, kolon ve prostat kanseri riskini azaltmada rol oynayabilir. n-3 ve n-6 gibi çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) genellikle insanlarda bağışıklık sistemin düzenlenmesini tetikleyen faktörlerden sayılırlar (Christa ve Soral-Smietana, 2008). Karabuğday lipidleri genel olarak incelendiğinde doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine olan üstünlüğü göze çarpmaktadır. Bu unsur karabuğdayın sağlıklı sayılabilecek özelliklerinden biridir.

Tablo 3. *Fagopyrum esculentum* Moench ve *Fagopyrum tataricum* Gaertn'in yağ asitleri içeriği (Arendt ve Zannini, 2013)

Yağ Asidi	<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench (%)	<i>Fagopyrum tataricum</i> Gaertn (%)
Palmitik (C16 : 0)	15.6	19.7
Stearik (C18 : 0)	2.0	3.0
Oleik (C18 : 1)	37.0	35.2
Linoleik (C18 : 2)	39.0	36.6
Linolenik (C18 : 3)	1.0	0.7
Arachidonik (C20 : 0)	1.8	1.8
Behenik (C22 : 0)	1.1	0.8
Doymuş	20.5	25.3
Doymamış	79.3	74.5
Doymamış/Doymuş	3.87	2.94

Tablo 3'te *Fagopyrum esculentum* Moench ve *Fagopyrum tataricum* Gaertn'in yağ asitleri içeriği verilmiştir. Bu iki türün yağ asitleri içeriği değerleri birbirine yakın olsa da, doymamış/doymuş yağ asidi oranları arasında 1,3 kat farklılık bulunduğu görülmektedir. Her iki türde de palmitik, oleik ve linolenik yağ asitleri içeriği yüksektir.

2.1.1.4. Karabuğdayın Mineral ve Vitamin İçeriği

Mineraller, insan vücudundaki çeşitli fizyolojik fonksiyonlar için elzemdir. İnsan vücudu her bir ana mineralden (Na, Mg, K, Ca, P, S ve Cl) günde en az 100 mg, iz elementlerden ise (Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Se, Mo ve I) günde 100 mg'ın altında almalıdır (Arendt ve Zannini, 2013). Karabuğday, tüketiciler için oldukça değerli bir mineral kaynağıdır. Karabuğdayın gövdesi ve yaprakları genellikle insan tüketiminde kullanılmamasına rağmen, karabuğday unu üretiminin ana yan ürünleridir. Bununla birlikte bu yan ürünler mineral içerir ve genellikle hayvan yemi olarak kullanılırlar. Ek olarak bu yan ürünler bazı ülkelerde kurutulmuş karabuğday yaprakları ile hazırlanan geleneksel bir gıda olarak kullanılır (Kara, 2014). Karabuğday unu yüksek düzeyde magnezyum, çinko, bakır ve mangan içerir. Buna paralel olarak bir tabak karabuğday eriştesi çinko için önerilen günlük miktarın %10'unu karşılar (Ikeda, 2002).

Tablo 4. *Fagopyrum esculentum* Moench'in ortalama vitamin ve mineral içerikleri (Pomeranz ve Lorenz, 2009).

Mineraller (mg/100 g)		Vitaminler (mg/100 g)	
Ca	110	Tiamin	0.33
Fe	4	Riboflavin	0.12
Mg	390	Pantotenik Asit	1.1
P	330	Kolin	44
K	450	Niasin	1.8
Cu	0.95	Piridoksin	0.15
Mn	3.37	Tokoferoller	4
Zn	0.87		

Karabuğday önemli bir vitamin kaynağı olarak görülür ancak C vitaminini iz miktarda içerir. Bu nedenle karabuğday ürünlerini C vitamini bakımından zengin diğer yiyeceklerle birlikte tüketmek önemli sayılmaktadır (Ikeda, 2002). Karabuğday 30 µg/100 g oranında folik asit içeriğine sahiptir (Yıldız ve Yalçın, 2014). B1 (tiamin), B2 (riboflavin), B3 (niasin), B5 (pantotenik) ve B6 (piridoksin) da dahil olmak üzere toplam B vitamini içeriği *Fagopyrum tataricum* Gaertn ında *Fagopyrum esculentum* Moench'e göre daha fazladır. Vitaminlerle birlikte karabuğday tohumları ve kepeğinde glutatyon, fitik asit ve melatonin tespit edilmiştir. Bu bileşenlerin karabuğdayın antioksidan aktivitesine olumlu etkide bulunduğu

düşünülmektedir (Gimenez-Bastida ve Zielinski, 2015). Tablo 4'te *Fagopyrum esculentum* Moench'in mineral ve vitamin değerleri verilmiştir.

Karabuğday gibi yalancı tahıllarla yapılan çalışmalar 19. Yüzyılın sonlarında başlamıştır. J. B. Martin, 1876 yılındaki çalışmasında karabuğday çiçeklerinin tam olgunlaşmadan kuzulara yem olarak verildiğinde toksik etkide bulunduğu öne sürmüştür. 1922 yılında yapılan bir çalışmada, Kaupp ve Ivey kanatlı hayvanlara yem olarak verilen tahıl ve yalancı tahılları incelemiş, karabuğdayın ortalama besin değerleri ile ilgili literatürdeki ilk laboratuvar çalışmasını gerçekleştirmişlerdir. Blumstein, 1935 yılındaki çalışmasında karabuğday hassasiyetiyle alakalı bilgileri derleme haline getirerek aktarmış, karabuğday hassasiyeti taşıyan 500 kişilik gruptan 19 kişinin karabuğday ekstraktına alerjik tepkiler gösterdiğini bildirmiştir. Bu kişilerin çoğunun diğer tahıllara karşı da hassasiyet taşıdığı bilgisi günümüz alerji testleriyle de uyumaktadır.

Naghski ve arkadaşları, 1950 yılındaki çalışmalarında karabuğdayın rutin antioksidan içeriğinin %80 ila %90'ının yapraklarda yer aldığını ve kurutulmuş yaprakların rutin bakımından %50 daha zengin hale geldiğini öne sürmüşlerdir. Krewson ve Couch ise 1950'de yaptıkları çalışmada, karabuğday yapraklarından rutin ekstraktı eldesinin yöntemlerini incelemişler ve en etkili yöntemin hacimce %85 oranında izopropil alkolün 10 dakika boyunca karabuğday bitkisi yapraklarıyla birlikte kaynatılması olduğu kanısına varmışlardır.

Yıllar sonra Pomeranz ve Lorenz'in 2009'da, Ikeda'nın 2002'de, Arendt ve Wijngaard'ın 2006'da ve Christa ile Soral-Smietana'nın 2008'de yaptıkları çalışmalar karabuğday kompozisyonunu hakkında benzer ayrıntılı bilgiler sunmuş, karabuğdayla ilgili günümüzde bilinenlerin oluşmasını sağlamışlardır.

Ülkemizde karabuğdayla ilgili çalışmalar kısmen sınırlı kalmıştır. Karabuğdayın zirai yönüyle ilgili araştırmalar son yıllarda ağırlık kazanmış olsa da, gıda mühendisliği alanında değerlendirildiği fazla çalışma bulunmamaktadır. Kılıç, 2019 yılındaki çalışmasında, karabuğday patlakları kullanarak yüksek lif içerikli fonksiyonel bar geliştirmeyi amaçlamış; patlak formundaki karabuğdayın fonksiyonel bar geliştirilmesinde kullanıma uygun olduğu kanısına varmıştır. Ulutaş, 2019'daki çalışmasında karabuğdayda temas yoluyla oluşabilecek gluten bulaşısını incelemiştir. Daha evvelki yıllarda ise Öncel, 2017 yılında erişte yapımında karabuğday kullanımını; Çevik, 2016 yılında tarhananın zenginleştirilmesinde karabuğdayın

etkisini incelemiştir. Hayıt, 2014 yılında dondurulmuş ekmek kalitesi üzerinde karabuğdayın etkilerini; Yıldız, 2012 yılında glütensiz bisküvi üretiminde karabuğday ununun kullanım olanaklarını araştırmıştır. 2011 yılındaki iki çalışmada kurabiye ve buğday cipsi üretiminde karabuğday kullanımı denenmiştir (Altındağ, 2011; Taşkırđı, 2011).

Karabuğday lipoprotein oksidasyonunu önleme ve kardiyovasküler hastalık riskini azaltma potansiyeli olan flavonoidler ve diğler biyoaktif bileşikleri yüksek seviyelerde bulundurur. Beitane ve arkadaşları, 2018 yılında yaptığı çalışmada karabuğday tohumlarındaki flavonoidlerin koroner kalp hastalıklarının ve muhtemelen kanserlerin önlenmesine yardımcı olan koruyucu bir rol oynadığını öne sürmüştür. Jiang ve arkadaşları, 2015 yılında yaptıkları çalışmada, karabuğdayın fonksiyonel gıda olarak sıkça tüketildiğı Çin'in Güneybatı bölgelerinde yaşayan insanların Çin'in en düşük kanser ölüm oranına sahip olduğunu ve bu durumun sebebinin karabuğday destekli sağlıklı gıda alım altyapısından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Fan Zhu, 2016 yılında yaptığı çalışmada Çin'in Liangshan bölgesindeki dağlarda yaşayan insanların günlük diyetlerinde *Fagopyrum tataricum* Gaertn mının önemli bir yeri olduğunu ve bu bölgede yaşayan insanlarda diyabet ve hipertansiyon gibi kronik hastalıkların oldukça az görüldüğünü rapor etmiştir.

Bildirilen tüm bu olumlu özelliklerin yanında, karabuğday tüketimi sonucunda oluşabilen birtakım alerjik reaksiyonlar da tespit edilmiştir. Bunun başlıca nedenlerinin; karabuğday fraksiyonlarının proteolitik etkiye karşı çok duyarlı olması ve karabuğdayın besleyici bileşen özelliğine sahip olmayan tanen, fitik asit ve inhibitör madde (proteaz inhibitörü) içermesi olduğu saptanmıştır (Ikeda ve ark., 1991). Fan Zhu, 2016 yılındaki çalışmasında özellikle yaygın tarımı yapılan *Fagopyrum esculentum* Moench tipi karabuğdayın alerjik etkileri üzerine önemli sonuçlar elde etmiştir. Bu çalışmadaki bilgilere göre karabuğdayın kimyasal bileşiminde yer alan bazı protein ve proteaz inhibitörler alerjiktir. Bu durum immunoglobülin-E (IgE) nedenli ani reaksiyonlar şeklinde oluşur. Alerji kurdeşen, anjiyo ödem adı verilen bir tür deri alerjisi, astım, hazımsızlık ve burun iltihabı şeklinde semptomlarla seyretmektedir. *Fagopyrum tataricum* Gaertn alerjisinin *Fagopyrum esculentum* Moench alerjisine benzer olması beklenirken, konu üzerinde epidemiyolojik çalışmalar devam etmektedir. Farklı araştırmalarda, karabuğday alerjisi olan hastaların 1.26 kUA/L (kilounits per allergen/per Liter) seviyesinde ya da daha yüksek oranlarda karabuğday IgE antikorunu alması durumunda, anafilaktik şok olarak adlandırılan alerjik reaksiyonlar geçirebileceğı bildirilmiştir. Ancak karabuğday ürünlerinin sağlık açısından olumlu etkileri düşünüldüğünde

bu ürünlerin sorunsuz tüketimi için karabuğdayın alerjik proteinleri, maya ve suşlar tarafından gerçekleştirilen kontrollü fermentasyonlar ve alerjik bileşenlerin enzimatik olarak ayrılmasını içeren modifikasyonlar ile elemine edilmeye çalışılmaktadır. Bunlarla beraber alerjik proteinler için doğal mutanlar tespit edilebilirse alerjik olmayan karabuğdaylar geliştirilebilecektir (Hayıt ve Gül, 2015).

Karabuğday alerjisine sahip olan toplulukları inceleyen bir çalışmaya göre bu topluluklardan en çok bilineni Japonya'daki çocuklardır. Bu paralelde yapılan çalışmada incelenen 90.000 çocuktan sadece %0.22'sinde karabuğday alerjisi olduğu saptanmıştır. Karabuğday, gluten içermemesi nedeniyle genellikle çölyak hastalarının diyetinde yer alan önemli bir gıda maddesi olduğu için bu hastaların karabuğday alerjisine sahip olma olasılıklarının daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Çölyak hastası olan ve glutenin yanı sıra diğer bazı gıda maddelerine karşı da alerjisi bulunan bireylerin karabuğday intoleransının %30'lar düzeyine yükseldiği, sadece çölyak hastası olan hastalarda ise karabuğdaydan kaynaklanan alerjik reaksiyonların görülme oranının %1 düzeyinde olduğu belirlenmiştir (Wieslander ve Norback, 2001; Dizlek ve ark., 2009).

Son dönemlerde yapılan çalışmalar *Fagopyrum tataricum* Gaertn üzerine yoğunlaşmıştır. Karabuğdaylı ekmek üzerine yapılan çalışmalar da son yıllarda artış göstermiştir. Lin ve ark., 2009 yılında yaptıkları çalışmalarda karabuğdaylı ekmeğin kalitesi ve antioksidan özellikleri ile tekstür profilini belirlemişlerdir. Ekmek üretiminde karabuğdayın etkilerini inceleyen diğer bazı çalışmalar, 2009 yılında Yıldız ve yine 2009 yılında Atalay tarafından yapılmıştır. Yıldız (2009), karabuğday ununun geleneksel Türk ekmeklerinde kullanılma potansiyelini araştırmış, tüm ekmek çeşitlerinde tam karabuğday ununun %20-30 oranında kullanımının uygun olacağı yönünde bulgular elde etmiştir. Atalay (2009) ise, karabuğday öğütme ürünlerinin ekmek üretiminde kullanım olanaklarını incelemiş, tam karabuğday unu ile SSL (Sodyum stearol 2-laktilat) +TG (transglutamilaz) katkılarının birlikte kullanımının en uygun kombinasyonu verdiği sonucuna ulaşmıştır. Ancak literatürde karabuğdayın tane ve un halinde farklı oranlarda ekmek formülasyonuna yer değiştirme prensibiyle eklendiği ve farklı özelliklerinin belirlendiği bu denli kapsamlı başka bir çalışma bulunmamaktadır.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Malzeme

Bu tez çalışması, Letonya Tarım Üniversitesi (LLU) Gıda Teknolojisi Fakültesi Unlu Mamül Üretim ve Analiz Laboratuvarları'nda gerçekleştirilmiştir. Ekmek denemeleri için Letonya menşeli ‘‘Hercogs’’ marka ekmeklik beyaz buğday unu kullanılmış, maya olarak ‘‘Rigas Raugs’’ marka pres ekmek mayası tercih edilmiştir. Materyal olarak kullanılan Karabuğdaylar merkezi Letonya'nın doğusundaki Dagda şehrinde bulunan ‘‘Bebri’’ adlı markadan temin edilmiştir. Toz şeker ve tuz ise ‘‘Rimi’’ adlı zincir marketlerin kendi markalı ürünlerinden alınmıştır. Su olarak içilebilir nitelikte ortalama 25 °C çeşme suyu kullanılmıştır. Karabuğday unlu ekmek denemeleri için ayrıca karabuğday unu alınmamış, karabuğday laboratuvar tipi değirmende (Hawos, Queen 1, Almanya) öğütülerek (<500 µ) %100 randımanlı tam karabuğday unu elde edilmiştir. Analizler için gerekli olan kimyasallar Sigma Chemical Company, MO, USA firmasından temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Ekmek Yapımı

Ekmek üretimi; karabuğday taneli (KBT), karabuğday unlu (KBU) ve karabuğdaysız %100 beyaz ekmeklik buğdaydan yapılan kontrol ekmekleri olmak üzere üç farklı formülasyon baz alınarak yapılmıştır. Ekmek yapımında, AACC direkt ekmek pişirme metodu (method 10-10.03) zenginleştirilmiş ekmek yapımına kısmen uyarlanarak kullanılmıştır. 100 gram un baz alındığında; 3 gram maya, 2 gram tuz, 2 gram şeker, 60 mL su kullanılmıştır (Tablo 5'te ekmek formülasyonları görülmektedir). Hamur bileşenleri yoğurucuda (Varimixer Bear AR10, Broendby, Danimarka) 2+4 (2 dakika yavaş, 4 dakika hızlı) olmak üzere toplam 6 dakika karıştırılmıştır. Elde edilen hamurlar oda sıcaklığında 10 dakika ön fermantasyona bırakılmış, ardından hamur her bir ekmek 300 gram olacak şekilde parçalara ayrılmış ve şekillendirilmiştir. Ekmek yapımı için kullanılan pişirme kaplarına (en: 13 cm, boy: 25 cm ve derinlik 6,5 cm) yerleştirilen hamurlar (Sveba Dahlen, Fristad, İsveç) fermantasyon kabini kullanılarak 45 dakika 35 °C'de ve %75 nem oranında dinlenmeye bırakılmıştır. İstenen boyutlara ulaşan hamurlar, (Sveba Dahlen S8) pişirim fırınında 200 °C'de 18 dakika serbest pişirme yapılmıştır. Soğutma işlemi ise, ekmekler 25 °C'ye gelene dek oda sıcaklığında

bekletilerek yapılmıştır. Her ekmek tipi ve bu ekmek tipinin farklı formülasyonu için 3 paralel üretilmiştir. Toplam 7 tip ekmek için 21 adet ekmek elde edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Ekmek Formülasyonu (100 gram için)

Ekmek Tipi (300 gram)	Ekmek formülasyonu	Buğday Unu (gr)	Karabuğday Unu (gr)	Tane Karabuğday (gr)	Su (ml)	Maya (gr)	Tuz (gr)	Şeker (gr)
Karabuğday Unlu	%10 KBU	90	10	0	60	3	1.5	2
	%20 KBU	80	20	0	60	3	1.5	2
	%30 KBU	70	30	0	60	3	1.5	2
Karabuğday Taneli	%10 KBT	90	0	10	10+50	3	1.5	2
	%20 KBT	80	0	20	20+40	3	1.5	2
	%30 KBT	70	0	30	30+30	3	1.5	2
Kontrol Ekmekleri	Kontrol Ekmeği	100	0	0	60	3	1.5	2

İlk denemeler karabuğday tanesi içeren ekmekler için yapılmıştır. Optimum reçeteyi elde etmek için yapılan ilk denemeler kısmen başarısız olmuştur. İstenen tekstürde olmayan ekmekler reçete optimize edilerek istenen kıvama getirilmiştir. Reçetede Karabuğday taneleri ve karabuğday unu gram olarak %10, %20 ve %30 oranında beyaz unla yer değiştirmiştir. Tüm formülasyonlarda ekmek hamuru 300 gram olarak ayarlanmıştır.



Şekil 3. %30 oranında KBT içeren ilk ekmek denemeleri

İlk denemelerde ekmek içinde istenen gözenekli yapının oluşmadığı, karabuğday tanelerinin yeterli miktarda su almadığı ve pişmediği gözlemlenmiştir (şekil 3). Bu çıkarımlar ekmekler ortadan ikiye bölündüğünde gözle görülebilen beyaz renkteki karabuğday nişastaları nedeniyle yapılmıştır. Denemelerin bu noktasında karabuğday tanelerinin nişastalı yapısını azaltmak için, tanelerin 1 gece önceden tane oranlarına göre (%30 KBT içeren ekmek için 180 gr, %20 KBT içeren ekmek için 120 gr ve %10 KBT içeren ekmek için 60 gr) su eklenerek herhangi bir mikrobiyal gelişme olmaması için buzdolabında +4 °C’de bekletilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Belirtilen işlem uygulandıktan sonra, hamur eldesinde reçetede eksik kalan miktar kadar su eklemesi yapılmıştır. Yapılan bu optimizasyon sonrasında elde edilen ekmekler nispeten istenilen gözenek yapısında olmuştur.

Analizler için gereken eşit büyüklükteki ekmek dilimleri, Pico, JAC, Liege, Belgium tipi ekmek dilimleyici ile elde edilmiştir (Şekil 4). Bütün halindeki ekmekler dilimleyiciye konulmuş ve ortalama aynı büyüklükte dilimler elde edilmiştir.



Şekil 4. Ekmeklerin eşit büyüklüklerde dilimlenmesi işlemi



Şekil 5. %10 Oranında KBT içeren ekmek örneği



Şekil 6. %20 oranında KBT içeren ekmek örneği



Şekil 7. %30 oranında KBT içeren ekmeğın örneği



Şekil 8. Kontrol ekmeği örneği



Şekil 9. %0 (kontrol), %10, %20 ve %30 oranında KBT içeren ekmek örnekleri

Karabuğday unlu ekmek denemelerine optimum KBT ekmek eldesinden sonra başlanmıştır. KBU ekmekler gram olarak beyaz ekmeklik unun %10, %20 ve %30 oranında karabuğday unuyla yer değiştirilmesiyle elde edilmiştir. Bu ekmekler tane halinde karabuğday içermediği için herhangi bir suda bekletme işlemi yapılmamıştır. Karabuğday unu, kabuklu karabuğday tanelerinin öğütülmesiyle ($<500 \mu$) elde edilmiştir.



Şekil 10. %10 oranında KBU içeren ekmek örneği



Şekil 11. %20 oranında KBU içeren ekmek örneği



Şekil 12. %30 oranında KBU içeren ekmek örneği

3.2.2. Analitik Uygulamalar

3.2.2.1. Ekstrakt Eldesi

Uçucu bileşenler, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizleri için ekmeklerden ekstrakt eldesi Verardo ve ark., (2017) 'nae göre yapılmıştır. Toz haline getirilmiş 2 gramlık ekmek örnekleri, 4:1 h/h oranında, (100 mL/25 mL) etanol/su çözeltisiyle birlikte 2 saat boyunca özütlenmiştir. Elde edilen ekstraktlar filtrelenmiş ve tortular ayrıştırılmıştır. Ekstraktlar kullanılabilecek -18 °C'de saklanmıştır.

3.2.2.2. Toplam Fenolik Madde Analizi

Üretilen ekmeklerin, toplam polifenol içeriği Folin–Ciocalteu metoduna göre yapılmıştır. Seyreltilmiş ekstraktlar, 2.5 mL Folin-Ciocalteu ayracıyla karıştırılmıştır. 3 dakika sonra, 2 mL'lik %7.5 Na₂CO₃ çözeltisi eklenmiş ve karıştırılmıştır. Ardından karışım oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 30 dakika kadar bekletilmiştir. Çözeltinin absorbans değeri Spektrofotometre'de (Jenway 6300) 765 nanometre dalga boyunda boş aya karşı ölçülmüştür (Zhao ve ark, 2014). Aynı işlemler standart çözeltiye de uygulanmış, toplam fenolik madde içeriği, mg GAE/g cinsinden gallik asit eşdeğer (GAE) olarak ifade edilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965).

3.2.2.3. Toplam Antioksidan Kapasite Analizi

Ekmeklerin antioksidan aktiviteleri Bhebe, Chipurura ve Muchuweti, 2015 yöntemine birtakım modifikasyonlar uygulanarak belirlenmiştir. Antioksidan aktiviteler, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH)'in radikalleri yakalama potansiyeline göre ölçülmüştür. Antioksidan reaksiyonu, 0.5 ml'lik ekstraktın, yeni hazırlanmış 3.5 ml'lik 1mM etanol-DPPH (250 ml etanole 0.01 g DPPH) çözeltisine eklenmesiyle başlatılmıştır. Karanlık bir ortamda oda sıcaklığında 30 dakika inkübe edilen çözeltinin daha sonra Spektrofotometre'de (Jenway 6300), 517 nanometre dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür. Aynı işlemler, son konsantrasyonu 0.254 g/100 ml olan Trolox standart solüsyonuna da uygulanmış, sonuçlar 100 gram kuru ağırlık başına mmol Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi cinsinden ifade edilmiştir.

3.2.2.4. Uçucu Bileşikler Analizi

Uçucu bileşiklerin analizinde kullanılan pek çok farklı yöntem bulunmaktadır. Ancak bu yöntemlerin en yaygın olanlarından biri katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) ile gaz kromatografili kütle spektrometresinin birlikte kullanıldığı analiz şeklidir. Bu tez çalışmasında uçucu bileşiklerin analizi SPME yöntemiyle (Sabovics ve ark., 2014)' e göre yapılmıştır. SPME analizinde CAR/PDMS fiberi kullanılmıştır. Bu fiber kullanılarak uçucu bileşikler, GC/MS enjektörüne termal olarak absorbe edilmiş ve uçucu maddelerin ayrılması, Elite-Wax (PerkinElmer, Inc., ABD) kapiller kolonunda (60 m x 0.25 mm , 0.25 µm) yapılmıştır. GC/MS analizine başlangıç sıcaklığı 40 °C'de 7 dakika bekletilerek başlanmıştır. Ardından 40 °C'den 160 °C'ye dakikada 6 °C oranında ve 160 °C'den 210 °C'ye dakikada 10 °C oranında 15 dakika bekletme süresiyle çıkarılmıştır. Elektron enerjileri 70 eV olarak belirlenmiştir. Enjeksiyonlar bölünmüş modda (2:1) ve dakikada 1 ml sabit bir akışta

yapılmış, taşıyıcı gaz olarak ise helyum (He) kullanılmıştır. Toplama parametreleri tam tarama modunda m/z 40-300 şeklinde taranmıştır. Bileşikler kütle spektrumlarına göre, kütle spektral kütüphanesi (Nist98) ile karşılaştırılarak tanımlanmıştır. Kantitatif ölçü olarak ise her bileşiğin pik alanındaki payı ele alınmıştır.

3.2.2.5. Hacim Analizi

Ekmeklerin hacmi AACC, 1983'e göre tespit edilmiştir. Örnekler 3 paralel halinde üretilmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Çörek otu tanecikleri hacmi bilinen bir kabın içine kap dolana kadar boşaltılmıştır. Ardından ekmekler kabın ortasına konulmuş ve taneciklerin bir kısmı kabın dışına dökülmüştür. Ekmekler kabın orta kısımlarına itilmiş ve kap yeniden çörek otu tanecikleriyle doldurularak yüzey spatulayla düzeltilmiştir. Kabın dışında kalan taneciklerin hacmi bir mezür yardımıyla ölçülmüş ve bu miktar ekmek hacimlerinin cm³ cinsinden tespit edilmesi için kullanılmıştır.

3.2.2.6. Nem İçeriği Analizi

Örneklerin nem içeriği analizi AACC Method 44-15A 'ya göre yapılmıştır. Bu metod nem içeriğinin özel koşullarda ısıtma işlem uygulanmış örneklerdeki ağırlık kaybı olarak hesaplanmasını temel alır. Yaklaşık 5 gram olacak şekilde öğütülmüş ekmek örnekleri aliminyum ölçüm hücrelerine aktarılmıştır. Daha önce daraları alınmış ve kaydedilmiş aliminyum hücreler, içindeki örnekler ile birlikte tekrar tartılmış ve bu veriler de kaydedildikten sonra 105 °C'de etüvde (Mettler UN30, Almanya) ağızları açık şekilde 120 dakika kurumaya bırakılmıştır. Belirtilen süre sonunda, hücreler etüvden çıkarılıp çok hızlı şekilde desikatörlere aktarılmıştır. Örnekler oda sıcaklığına ulaştıktan sonra (yaklaşık 1 saat) hücreler tekrar tartılmış ve toplam nem kaybı aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Nem} = A / B \times 100, [A=\text{Nem kaybı (g)}, B=\text{Örneğin ilk ağırlığı (g)}]$$

3.2.2.7. Tekstür Profili Analizi

Tekstür profili analizi Lin ve ark., (2012)'nin yaptıkları çalışmada belirtilen yöntemle göre tekstür analiz (TA HD Plus Texture Analyser, Stable Micro Systems, Surrey, England) cihazı kullanılarak yapılmıştır. 20-25 cm çapında 1-2 cm kalınlığındaki 2 ekmek dilimi örneği üst

üste cihazın tablası üzerine yerleştirilerek ekmeklerin sertlik özellikleri belirlenmiştir. Her ekmek örneği için ortalama 10 dilim üzerinde testler yapılmıştır. Tekstür profili eğrisi ayarları P30C silindir alüminyum prob (30 mm), ön test hızı 5 mm/s, test hızı 5 mm/s, test sonrası hız 5 mm/s ve basınç mesafesi %50 olacak şekilde ayarlanmıştır.

3.2.2.8. Duyusal Analizler

Duyusal analizler Sabovics ve ark., (2013) 'na göre; duyusal analiz laboratuvarında gönüllü katılımcılar tarafından yapılmıştır. Panelistlerden örneklerin renk, aroma, sertlik, gözeneklilik ve karabuğday aroması özelliklerine göre 7 noktalı hedonik skalada, 1-7 arasında (1: Beğenmedim, 7: Çok beğendim) puan vermeleri istenmiştir. Örnekler Letonya Tarım Üniversitesi Gıda Teknolojisi Bölümü öğrencileri ve öğretim elemanları (18-50 yaş aralığındaki 20 kadın ve 15 erkekten oluşan 35 kişilik bir grup) tarafından yapılmıştır. Analizler 5 kişilik 7 gruba uygulanmış ve uygulamadan önce ön eğitim verilmiştir. Değerlendirme ekmek üretiminden 24 saat sonra yapılmış olup, sabah 11:00'da başlatılmış ve aynı gün içinde tamamlanmıştır. Panelistlere farklı üç haneli sayılarla kodlanmış ekmek örnekleri cam kaplar üzerinde sunulmuştur. Her farklı örnekten 1 dilim olacak şekilde 7 dilim örnek karışık şekilde sıralanmıştır. Panelistlerden her örnek tadımından sonra o örnek için puanlama yapmaları talep edilmiştir. Panelistler değerlendirmeleri dijital ortamda yapmış ve sonuçlar veri tabanına kaydedildikten sonra kapsamlı şekilde değerlendirmeye alınmıştır.

3.2.2.9. İstatistiksel Analizler

Bu tez çalışmasında uygulanmış olan tüm istatistiksel analizler SPSS paket programı (Versiyon 20) yardımıyla tek ve çift yönlü ANOVA ve ardından %95 güven seviyesinde ($p \leq 0.05$) Tukey testi uygulanarak yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Toplam Fenolik Madde Analizi Bulguları

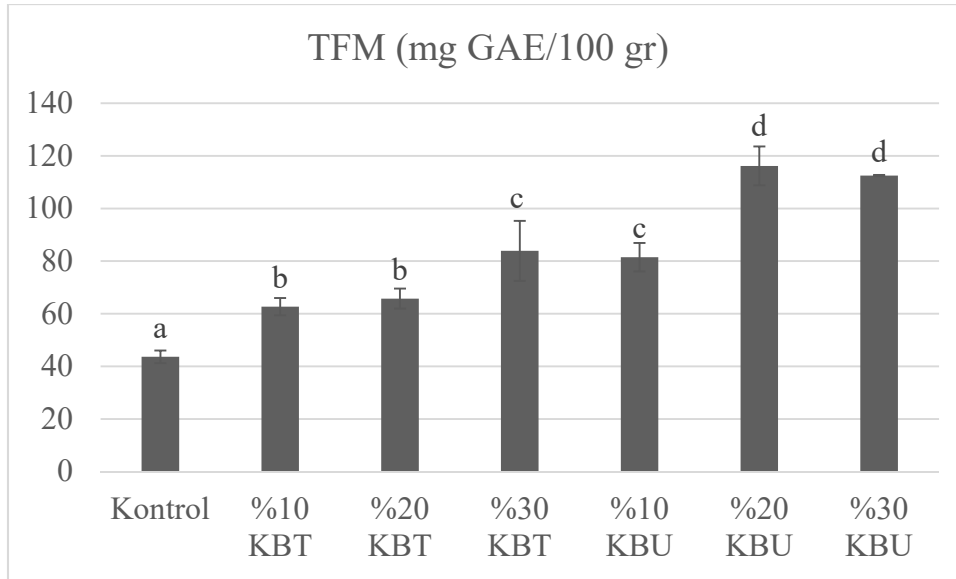
Toplam fenolik madde analizi bulguları sonucunda, %20 oranında karabuğday unu içeren ekmek örneklerinin toplam fenolik madde içeriği açısından en zengin örnekler olduğu gözlemlenmiştir. Ekmek örneklerinin karabuğday içerik oranı azaldıkça toplam fenolik madde içeriğinin azaldığı ve en az fenolik madde içeriğine sahip örneğin %100 beyaz undan yapılan buğday ekmeği olduğu belirlenmiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Ekmek örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri tablosu

Örnek	TFM (mg GAE/ 100 g)
Kontrol Ekmekleri	43.6±2.4 ^a
%10 KBT Ekmek	62.6±3.3 ^b
%20 KBT Ekmek	65.7±3.8 ^b
%30 KBT Ekmek	83.9±11.4 ^c
%10 KBU Ekmek	81.5±5.4 ^c
%20 KBU Ekmek	116.2±7.4 ^d
%30 KBU Ekmek	112.5±0.2 ^d

Farklı harflerle isimlendirilmiş örnekler (a-d) birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklar taşımaktadır ($p<0.05$).

Kontrol ekmeklerinde yapılan analizler sonucunda fenolik madde içeriği 43.6 mg GAE/100 g bulunurken, %20 KBU ekmek örneklerinde bu oranın 116.2 mg GAE/100 g'a kadar çıktığı gözlemlenmiştir. KBT ekmek örneklerinde, bu oranın en çok %30 oranlı formülasyonda 83.9 mg GAE/100 g olarak ölçülmesi, karabuğday bileşenlerinin ekmekte sağladığı fenolik bileşiklerin un halinde daha etkin olabildiği yönünde yorumlanmıştır.



Farklı harflerle isimlendirilmiş örnekler (a-d) birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklar taşımaktadır ($p<0.05$).

Şekil 13. Ekmek örneklerinin toplam fenolik madde içeriği grafiği

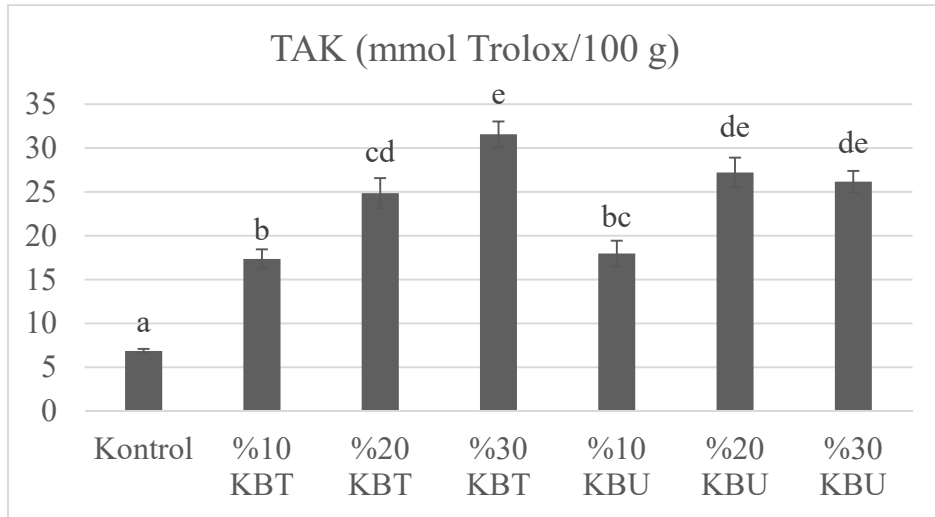
4.2. Toplam Antioksidan Kapasite Analizi Bulguları

Antioksidan aktivite analizleri DPPH yöntemiyle yapılmış ve analizler sonucunda, en yüksek antioksidan aktiviteye sahip ekmek örneklerinin %30 oranında karabuğday tanesi içeren örnekler olduğu gözlemlenmiştir. Bulgular karabuğday içeriğinin toplam antioksidan madde içeriğini arttırması bakımından anlamlıdır. Ayrıca antioksidan aktivitesi en düşük örneklerin; toplam fenolik madde sonuçlarında olduğu gibi %100 beyaz ekmeklik un içeren buğday ekmekleri (kontrol) olduğu belirlenmiştir. %30 oranında KBT içeren ekmek örneklerinin ardından en yüksek toplam antioksidan madde kapasitesinin %20 KBU içeren (27.2 mmol Trolox/100 g) ekmeklerde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 7. Örneklerin toplam antioksidan kapasite içeriği sonuçları tablosu (DPPH)

Örnek	TAK (mmol Trolox/100 g)
Kontrol Ekmekleri	6.86±1.9 ^a
%10 KBT Ekmek	17.3±0.2 ^b
%20 KBT Ekmek	24.8±1.4 ^{cd}
%30 KBT Ekmek	31.6±0.9 ^e
%10 KBU Ekmek	19.9±3.4 ^{bc}
%20 KBU Ekmek	27.2±4.1 ^{de}
%30 KBU Ekmek	26.2±0.3 ^{de}

Farklı harflerle isimlendirilmiş örnekler (a-d) birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklar taşımaktadır ($p<0.05$).



Farklı harflerle isimlendirilmiş örnekler (a-d) birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklar taşımaktadır ($p < 0.05$).

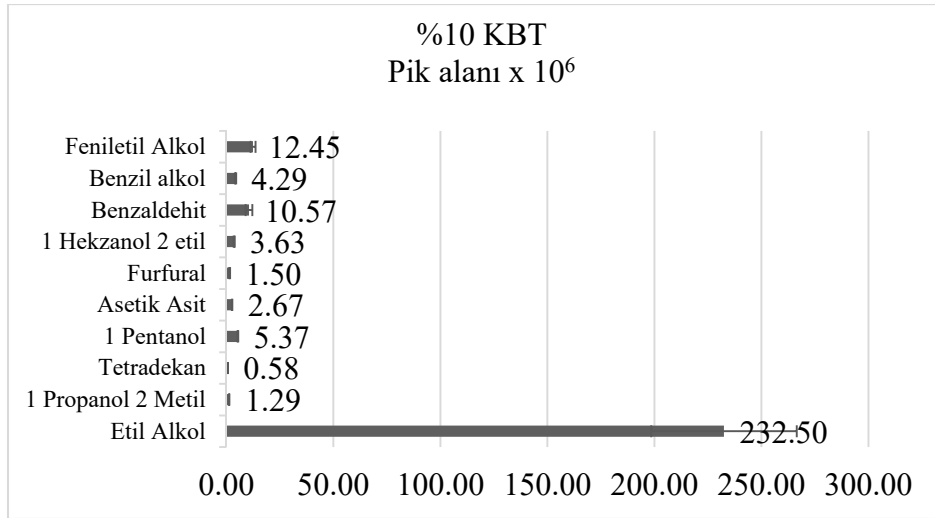
Şekil 14. Örneklerin toplam antioksidan kapasite içeriği sonuçları grafiği (mmol Trolox/100g)

Karabuğday içeren ekmek örnekleri oldukça yüksek antioksidan içeriği ile karakterize olmuştur. Swieca ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada karabuğday taneleri kullanarak zenginleştirdikleri ekmeklerde antioksidan aktivitenin arttığını bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada bu değişime karabuğdayda bulunan ana polifenol olan rutin nereden olduğu açıkça çıkmıştır. Yine aynı çalışmada formülasyona karabuğday unundan 40 kat daha az polifenol içeren pirinç unu eklendiğinde antioksidan aktivitenin oldukça düştüğü görülmüştür.

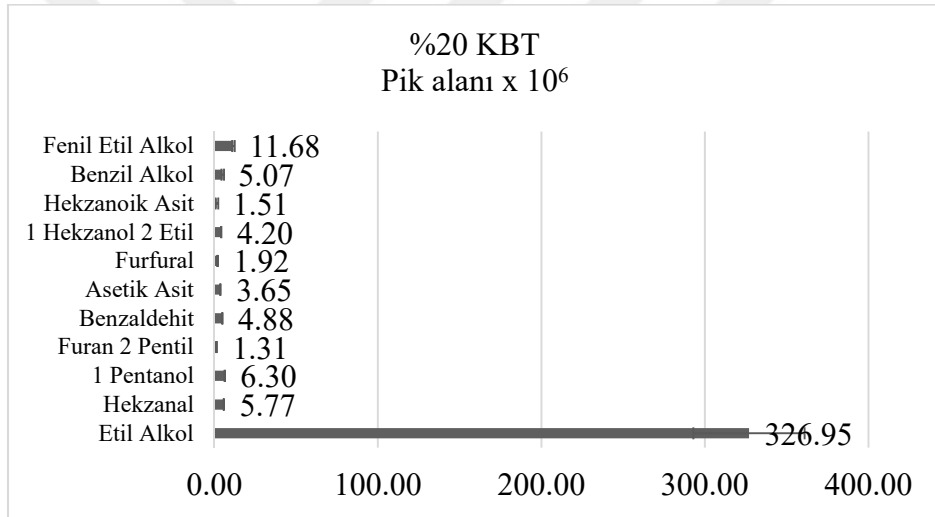
Bu tez çalışmasında toplam fenolik madde ve toplam antioksidan kapasite sonuçları arasında 0.75'lik kesin olmayan pozitif bir korelasyon belirlenmiştir. Bu oran karabuğdayın faydalı olarak kabul edilen fenolik bileşikler ve antioksidan madde içeriğini arttırdığı görüşüyle uyusmaktadır.

4.3. Uçucu Bileşikler Analizi Bulguları

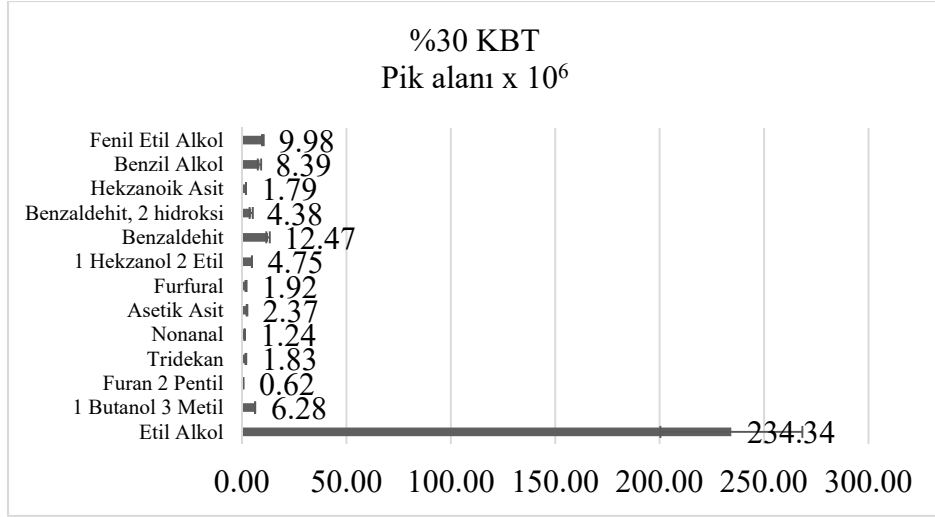
Uçucu bileşiklerin tespiti GC-MS yöntemiyle yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda belirlenen uçucu bileşikler şekil 15, 16, 17, 18, 19, 20 ve 21'de görülmektedir.



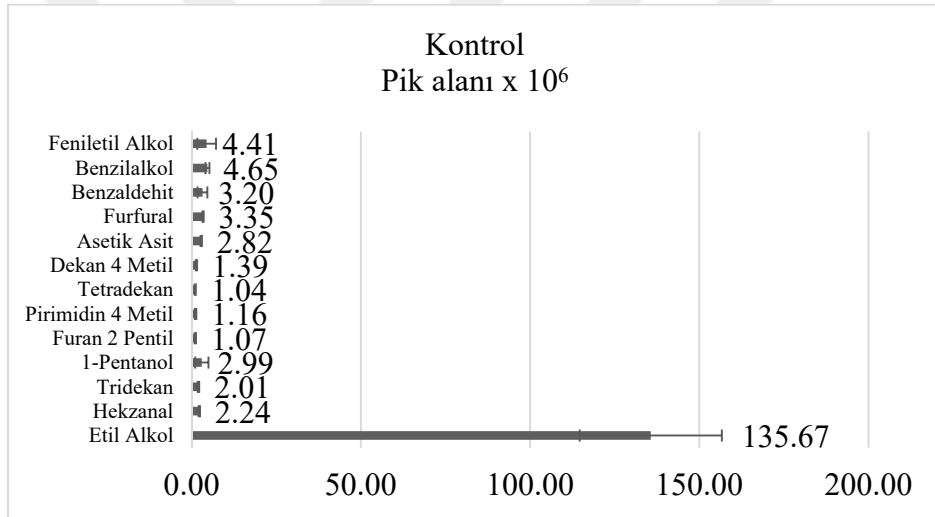
Şekil 15. % 10 KBT ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları



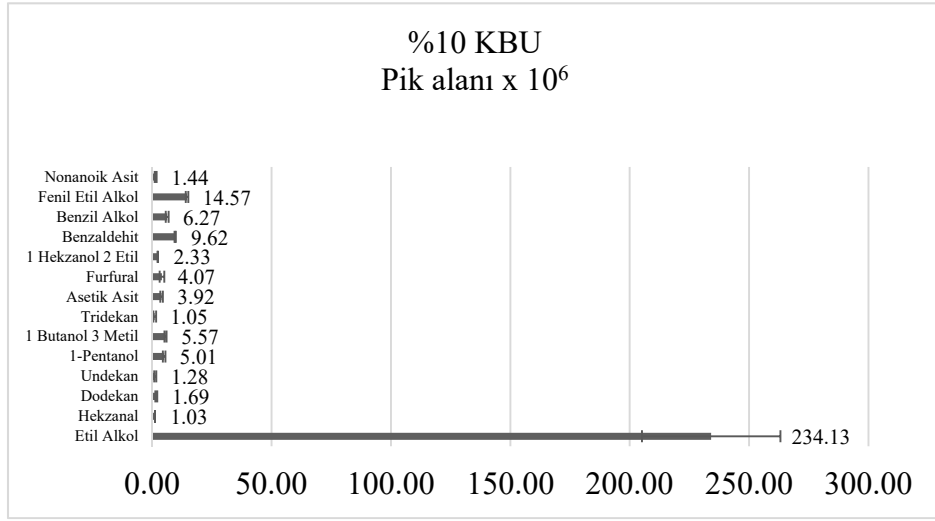
Şekil 16. %20 KBT ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları



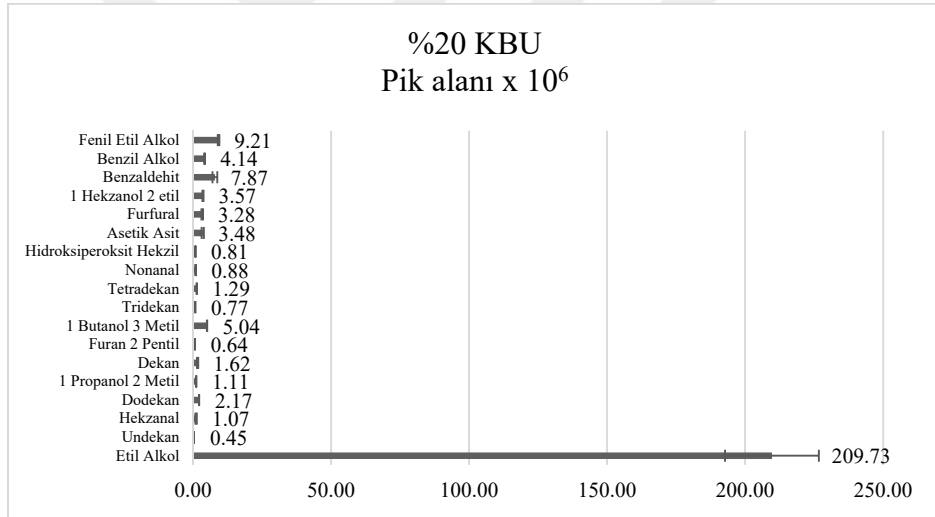
Şekil 17. %30 KBT ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları



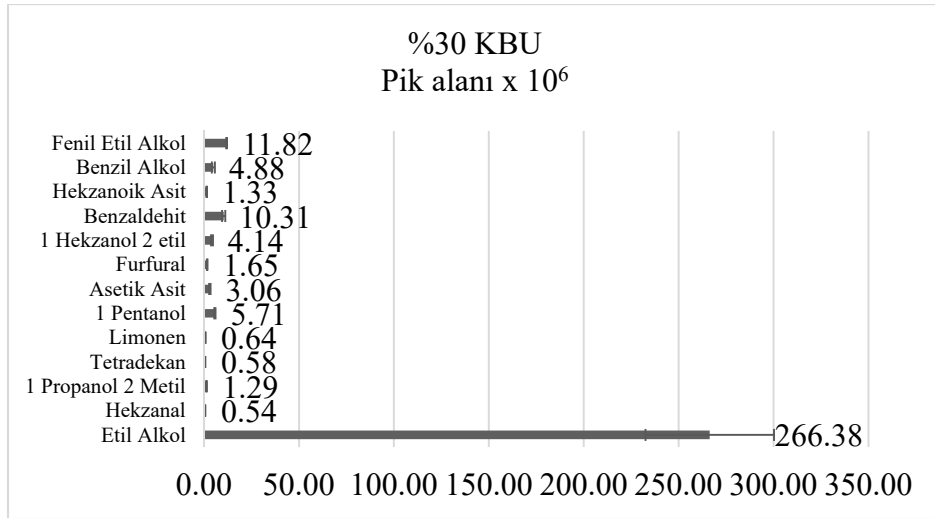
Şekil 18. Kontrol ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları



Şekil 19. %10 KBU ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları



Şekil 20. %20 KBU ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları



Şekil 21. %30 KBU ekmek örneklerinin uçucu bileşen analiz sonuçları

Analizler sonucunda etanolün yanı sıra en çok dikkat çeken bileşiklerin benzaldehit, feniletanol, asetik asit, furfural ve benzilalkol olduğu ve bu bileşiklerin tüm örneklerde mevcut olduğu belirlenmiştir.

Ekmek örneklerinde benzer sonuçlar Sabovics (2013) tarafından da tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden asetik asidin ekşi aroma, furfuralın bademsi, benzaldehitin karamelimsi, feniletanolun çiçek-bal aroması kazandırdığı bildirilmiştir. Kontrol ekmeklerinde 1.76 değerinde pik alanı veren benzaldehit %10 KBT, %20 KBT, %30 KBT, %10 KBU, %20 KBU ve %30 KBU içeren ekmeklerde sırasıyla; 10.57, 4.88, 12.47, 9.62, 9.87, 10.31 değerlerinde pik alanı vermiştir. Feniletanol bileşiği kontrol ekmek örneklerinde 4.41 değerinde tespit edilirken, karabuğdaylı örneklerde yine aynı sırayla 12.45, 11.68, 9.98, 14.57, 9.21, 11.82 değerlerinde pik alanı vermiştir. Furfural ve asetik asit bileşiklerinde karabuğday ilavesi sonucunda belirgin bir artış görülmezken, benzilalkol karabuğday ilavesiyle az miktarda artmıştır. Bu sonuçlar karabuğdayın kendine has aromasının feniletanol ve benzaldehit bileşiklerinden geldiği yönünde yorumlanabilir.

Uçucu bileşik analizleri sonucunda ekmek örneklerinde 30 farklı uçucu bileşik tespit edilmiştir. Karabuğday katkısı içermeyen kontrol ekmeklerinde 13 adet uçucu bileşik tespit edilmiştir. %20 KBU içeren ekmek örneklerinde bu sayı 17'ye yükselmiştir.

4.4. Örneklerin Hacim Analizi Bulguları

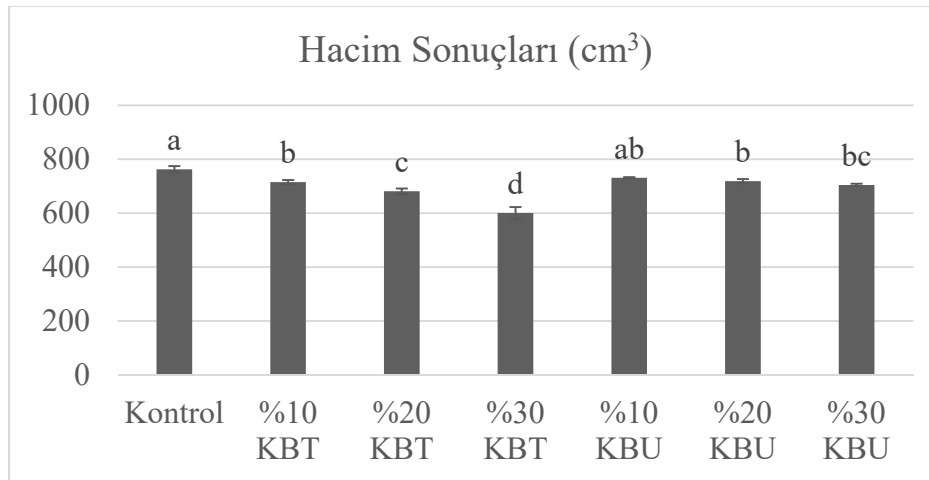
Hacim değerlerini ölçmek için yapılan analizler sonucunda, en yüksek hacim oranlarına sahip örneklerin kontrol ekmeklerinde olduğu gözlemlenmiştir (tablo 8 ve şekil 22). Sciarini ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada karabuğday içeren ekmek örneklerinin kontrol örneklerine göre hacimce oldukça küçük olduklarını bildirmiştir. Benzer sonuçlara Mohajan ve ark. (2019)'da ulaşmıştır.

Tablo 8. Örneklerin hacim analiz sonuçları

Örnek	Hacim (cm ³)
Kontrol Ekmekleri	762.6±11.7 ^a
%10 KBT Ekmek	715.3±7.6 ^b
%20 KBT Ekmek	681.3±10.3 ^c
%30 KBT Ekmek	600.6±21.9 ^d
%10 KBU Ekmek	731.3±2.5 ^{ab}
%20 KBU Ekmek	718.6±8.0 ^b
%30 KBU Ekmek	704.6±4.7 ^{bc}

Farklı harflerle isimlendirilmiş örnekler (a-d) birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklar taşımaktadır (p<0.05).

Her bir ekmek için 300 gram hamurdan elde edilen ekmek örneklerinin hacimleri tablo 8’da görülmektedir. Karabuğday içermeyen kontrol örneklerinde hacim sonuçları 762.6 cm³ iken, %30 oranında KBU içeren örneğin hacim değeri 704.6 cm³’e kadar düşmüştür. %30 oranında KBT içeren ekmek örneğinin ise hacim değeri 600.6 cm³ bulunmuştur.

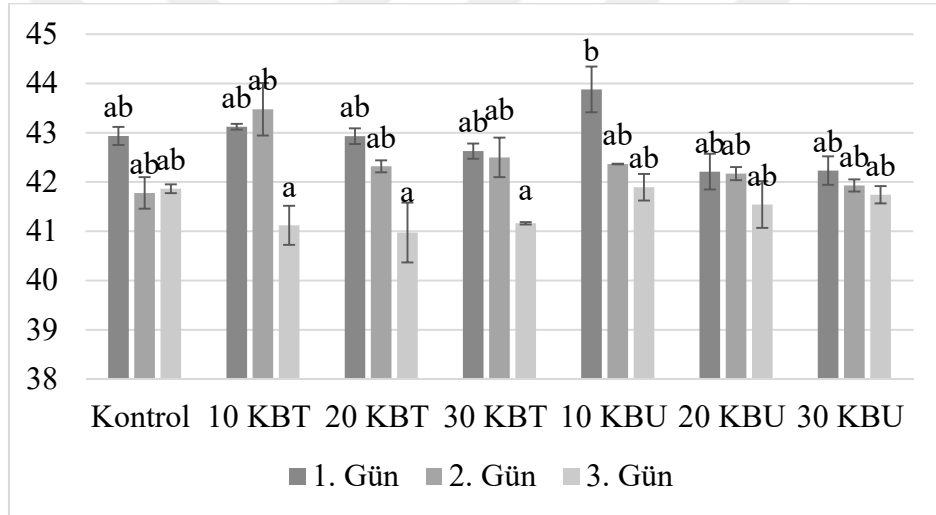


Farklı harflerle isimlendirilmiş örnekler (a-d) birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklar taşımaktadır (p<0.05).

Şekil 22. Örneklerin hacim analizleri sonuç grafiği

4.5. Nem Analizi Bulguları

Analizler sonrasında 25 °C’de depolanan ekmek örneklerinin devamlı olarak nem kaybettikleri görülmüştür. Bu bulgular örnekler uygulanan ve sertlik miktarının giderek arttığını gösteren tekstür analizleriyle örtüşmektedir. Ayrıca, karabuğday unu içeren örneklerin tane halinde karabuğday içeren örnekler göre daha iyi su tutma kapasitesine sahip olduğu da gözlemlenmiştir (Lin ve ark., 2012). Mohajan ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada karabuğday içeriğinin ekmek örneklerinin nem değerlerinde azalmaya neden olduğunu gözlemlemiştir. Benzer sonuçlar Lin ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada da bildirilmiştir. Çalışmada kabuklu ve kabuksuz karabuğday katkılı ekmek örneklerinin nem içeriklerinin kontrol örneklerine göre düşük olduğu ortaya çıkmıştır.



Farklı harflerle isimlendirilmiş örnekler (a-d) birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklar taşımaktadır ($p<0.05$).

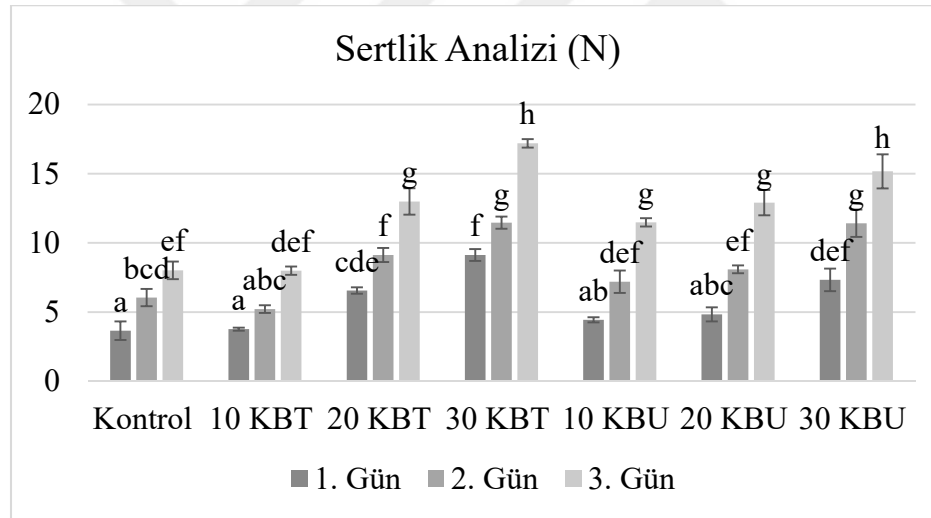
Şekil 23. Örneklerin Nem İçeriği Sonuçları

Yapılan analizler sonucunda en yüksek nem içeriği değerine henüz taze halde bulunan %10 KBU içeren ekmek örneklerinde ulaşılmıştır. 0. günde %43.9 nem içeriğine sahip olan %10 KBU içeren ekmek örneklerinin 1. gün sonunda %42.2 nem içeriğine gerilediği görülmüştür. Nem kaybı bakımından KBT içeren ekmek örneklerine göre daha tutarlı olduğu gözlenen KBU içeren ekmeklerin su tutma kapasitelerinin yüksek olduğu çıkarımı yapılabilir. KBU ekmeklerin KBT ekmeklere göre su tutma kapasitelerinin daha yüksek olmalarının sebebi küçük un partiküllerinin su moleküllerini daha iyi tutarak su tutma kapasitesini arttırdığı düşünülebilir.

4.6. Tekstür Profili Analizi Bulguları

Sertlik ekmek kalitesinin önemli bir özelliğidir ve sertlikteki değişime genellikle depolama sırasında esneklik kaybı eşlik eder. Karabuğday içeren ürünler üzerine yapılan çalışmaların pek çoğu, zayıf besin değerlerine sahip glutensiz makarna ve erişte gibi gıdaların araştırılması üzerine kurulmuştur (Arendt ve Zannini, 2013). Bu çalışmada karabuğdayın un ve tane halinde beyaz ekmeklik una farklı oranlarda eklenmesiyle değişen tekstürel özellikler araştırılmıştır. Sonuç olarak; 25 °C’de 24, 48 ve 72 saat depolama sonucunda örneklerin sertliğinde belirgin artma meydana geldiği tespit edilmiştir. En yüksek sertlik değerlerine tüm örnekler için 72. saat sonucunda ulaşılmıştır.

24., 48. ve 72. saatler sonunda en düşük sertlik değerine kontrol ekmeklerinde en yüksek değerlere ise %30 oranında karabuğday tanesi içeren ekmeklerde ulaşılmıştır.



Farklı harflerle isimlendirilmiş örnekler (a-d) birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklar taşımaktadır ($p<0.05$).

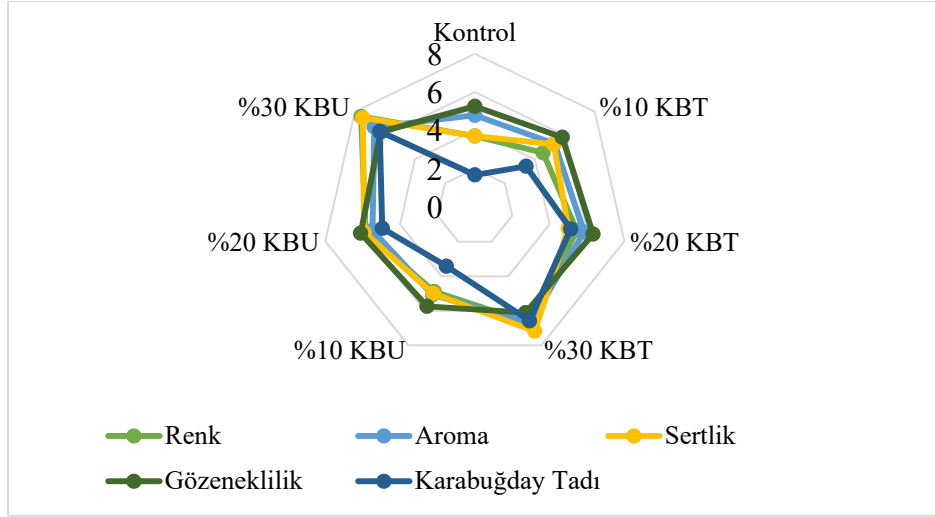
Şekil 24. Örneklerin Sertlik Analizi Sonuçları

Scarini ve ark. (2019), beyaz buğday ununa farklı oranlarda karabuğday unu ekleyerek yaptıkları çalışmada karabuğday unu ikamesinin sertlik değerlerini arttırdığını bildirmiştir. Yine aynı çalışmada araştırmacılar ekmek formülasyonunda su miktarını arttırdıkça sertlik değerlerinin düştüğünü gözlemlemişlerdir.

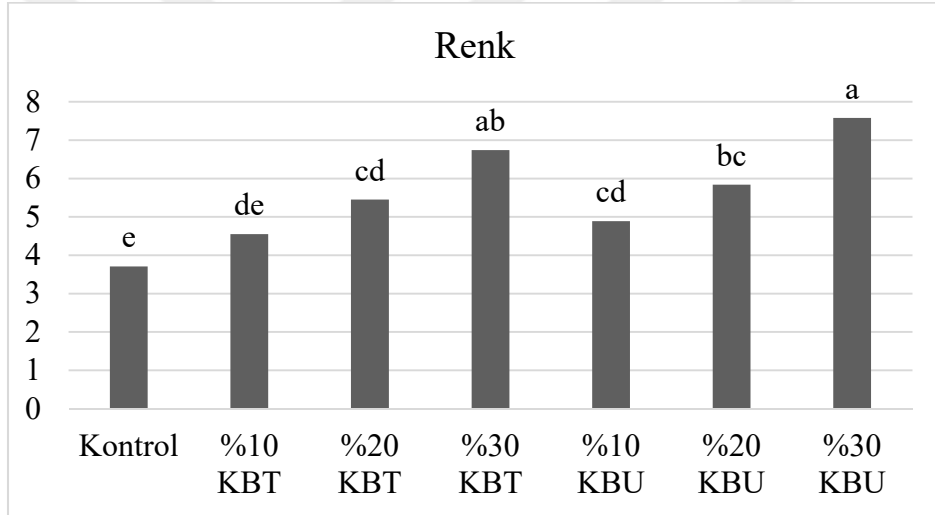
Bu tez çalışması dâhilinde yapılan TPA (tekstür profili analizi) sonuçları karabuğday ilavesinin sertliği net şekilde arttırdığını ortaya koymuştur. Ekmek örneklerinin sertliği formülasyonda karabuğday oranının artmasıyla doğru orantılı olarak artmıştır. Duyusal özelliklerde istenmeyen sonuçlar doğurma potansiyeline sahip bu yapısal değişikliklerin karabuğdayın tane halinde eklenmesi durumunda un halinde eklenmesine kıyasla daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanında depolanan tüm ekmek numuneleri oda sıcaklığında tutulmuş ve zamanla doğru orantılı olarak örneklerin sertlik sonuçlarının arttığı gözlemlenmiştir. Bunun nedeninin nem kaybı olduğu düşünülmekle birlikte, örneklerdeki nişastanın retrogradasyonunun da rol oynadığı öngörülmektedir. Ayrıca tam tane ve un halinde bulunan karabuğday içeriğinin, karabuğdayın sert yapısı nedeniyle ekmek örneklerine sertlik kazandırdığı da görülmüştür (Lin ve ark., 2012).

4.7. Duyusal Analiz Uygulama Bulguları

Karabuğdayın kendine has aroması özellikle Avrupa ülkelerinde oldukça benimsenmiştir. Bu tez çalışması dâhilinde yapılan duyusal değerlendirmeler tamamı Letonya kökenli 35 kişi tarafından yapılmıştır. Sonuçlar Beitane ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan çıkarımlarla uyusmaktadır. Karabuğday ihtiva eden tüm örnekler duyusal değerlendirmelerde kontrol örneklerinin önüne geçmiştir. Renk değerlendirmelerinde %30 oranında KBT ve KBU içeren ekmek örnekleri en yüksek puanları almıştır. Ekmeklerin aroma değerlendirmelerinde yine %30 KBT ve KBU içeren ekmek örnekleri az da olsa daha fazla öne çıkmıştır. Lin ve ark. (2009), yaptıkları çalışmada karabuğday ihtiva eden ekmeklerin yutma sonrası ağızda kalan tat ve aroma bakımından kontrol ekmeklerine göre daha olumlu puanlar aldıklarını vurgulamıştır. Sertlik bakımından yapılan değerlendirmeler bu tez çalışmasında tekstür profili analizleri dâhilinde yapılan sertlik testleriyle oldukça düzgün bir uyum sergilemiştir. Karabuğday ihtivası arttıkça ekmek örneklerinin sertlik değerlerinin arttığı yapılan duyusal analizlerce de doğrulanmıştır. Gözeneklilik testlerinde sonuçlara göre karabuğday oranları üzerinden net bir çıkarım yapılamazken, yine de karabuğday ihtiva eden ekmek örnekleri gözeneklilik testlerinde kontrol ekmeklerinden daha olumlu değerlendirmeler almıştır. Son olarak karabuğday aroması değerlendirmelerinde beklendiği gibi karabuğday ihtiva oranı arttıkça karabuğday aromasının arttığı panelistler tarafından açıkça ortaya konmuştur.

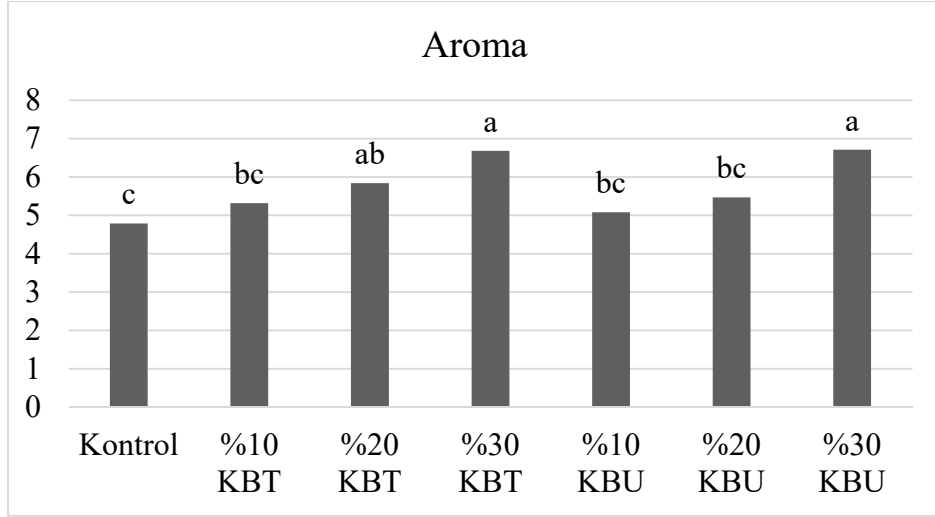


Şekil 25. Duyusal Analiz Sonuçları



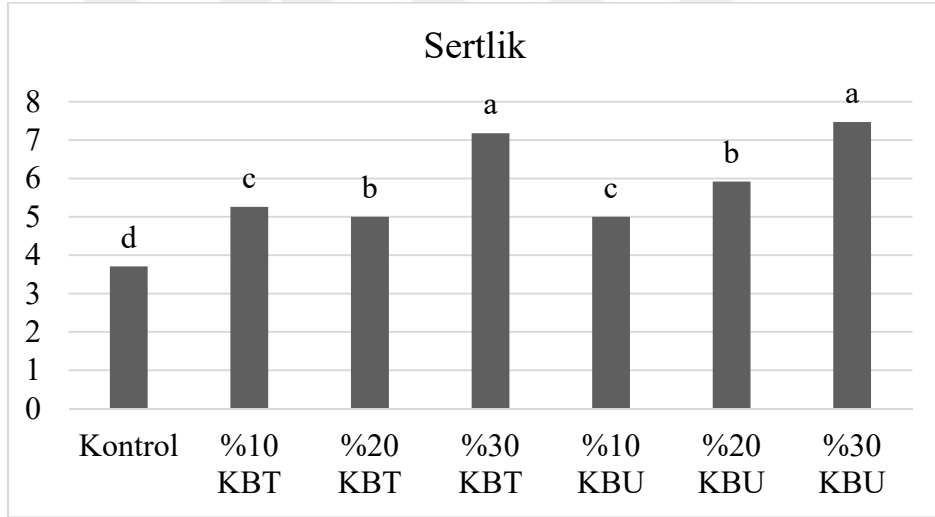
Farklı harflerle isimlendirilmiş örnekler (a-d) birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklar taşımaktadır ($p < 0.05$).

Şekil 26. Duyusal Renk Değerlendirme Sonuçları



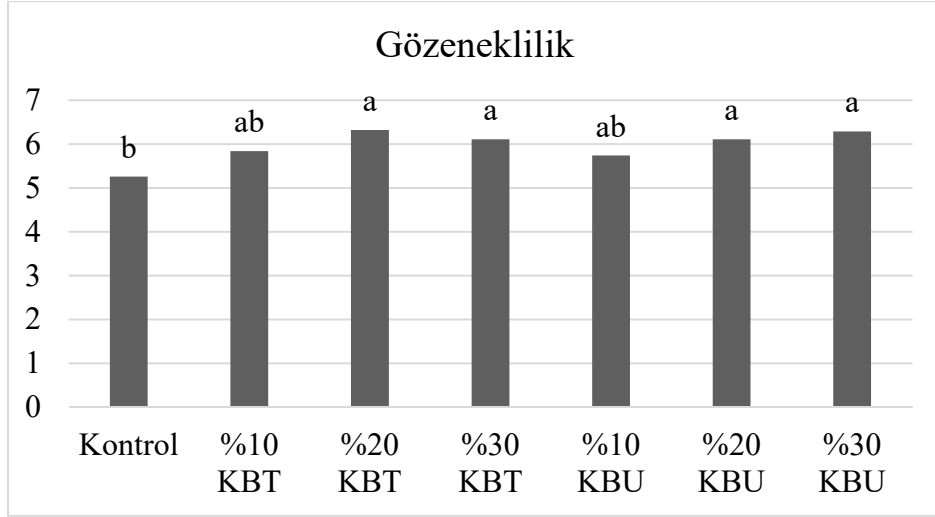
Farklı harflerle isimlendirilmiş örnekler (a-d) birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklar taşımaktadır ($p<0.05$).

Şekil 27. Duyusal Aroma Değerlendirme Sonuçları



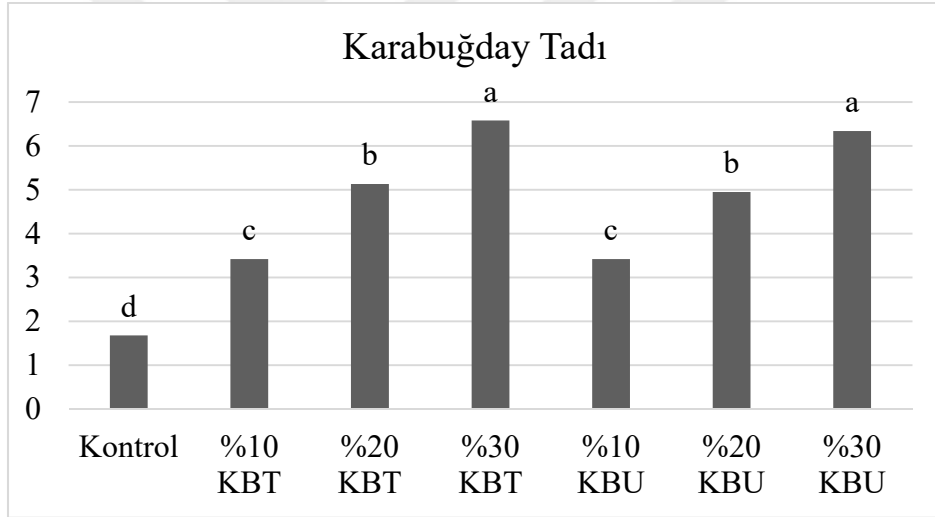
Farklı harflerle isimlendirilmiş örnekler (a-d) birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklar taşımaktadır ($p<0.05$).

Şekil 28. Duyusal Sertlik Değerlendirme Sonuçları



Farklı harflerle isimlendirilmiş örnekler (a-d) birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklar taşımaktadır ($p < 0.05$).

Şekil 29. Duyusal Gözeneklilik Değerlendirme Sonuçları



Farklı harflerle isimlendirilmiş örnekler (a-d) birbirinden istatistiksel olarak anlamlı farklar taşımaktadır ($p < 0.05$).

Şekil 30. Duyusal Karabuğday Tadı Değerlendirme Sonuçları

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında farklı oranlarda un ve tane halinde ekmek formülasyonuna eklenen karabuğdaylar aracılığıyla zenginleştirilmiş ekmek yapılması amaçlanmıştır.

Çalışma sonucunda, hem tane hem de un halinde karabuğday ihtivasının örneklerin antioksidan aktivitesini ve toplam fenolik bileşik miktarını arttırdığı görülmüştür. Bu sonuçlar doğrultusunda sağlıklı etkileri bilinen (Köksal, 2017) rutin gibi antioksidan etkileri olan flavonal glikozitleri içeren karabuğdayın klasik beyaz ekmek yapımında kullanımının oldukça uygun ve sağlığa faydalı olabileceği kanısına varılmıştır.

Tez çalışması dâhilinde GC-MS'te yapılan uçucu bileşikler analizleri sonucunda ekmek örneklerinde 30 farklı uçucu bileşiğe rastlanmıştır. Ekstrakt için kullanılan ve örneklerde yüksek miktarlarda tespit edilen etanol dışında, en çok dikkat çeken bileşiklerin; benzaldehit, feniletanol, asetik asit, furfural ve benzilalkol olduğu ve bu bileşiklerin tüm örneklerde mevcut olduğu belirlenmiştir. Kontrol ekmeklerinde düşük miktarda pik alanına sahip karamel aroması veren benzaldehit, karabuğday içeren ekmeklerde konsantrasyonla doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Benzer durum çiçek-bal aroması veren feniletanol bileşiğinde de görülmüştür. Kontrol ekmek örneklerinde düşük miktarlarda tespit edilen bu bileşik, karabuğdaylı örneklerde yine konsantrasyonla doğru orantılı olarak yüksek miktarlarda bulunmuştur. Furfural ve asetik asit bileşiklerinde karabuğday ilavesi sonucunda belirgin bir artış görülmezken benzilalkol karabuğday ilavesiyle az miktarda artmıştır. Bu sonuçlar karabuğdayın kendine has aromasının feniletanol ve benzaldehit bileşiklerinden geldiğini gösterebilir.

Yapılan tüm analitik çalışmalar sonunda yalnızca ekmeklerin nem içeriklerinde tam olarak anlamlı sonuçlar elde edilememiştir. Ancak nem içeriği yüksekliğinin mikrobiyal aktiviteye kolaylık sağladığı ve uzun vadede gıda kalitesini düşürdüğü bilindiği için (Mohajan ve ark, 2019) karabuğday eklenmiş ekmeklerin nem değerlerinin kontrol ekmeklerine göre daha düşük sonuçlar vermesi olumlu olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca yine nem analizleri sonucunda özellikle un haline getirilmiş karabuğday partiküllerinin su tutma kapasitesini arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Ekmek formülasyonuna karabuğday eklenmesinin ekmek hacim değerlerini oldukça azalttığı gözlemlenmiştir. Bu azalmaya gluten miktarındaki azalmanın ve dolayısıyla hamur oluşumunda gerekli olan havayı hapsetme özelliğinde meydana gelen düşüşün neden olduğu, bunun yanı sıra karabuğdayın yüksek su tutma kapasitesi yanında fermantasyonu kısmen engelleyerek ekmek hacminin tam olarak oluşamamasına sebep olduğu çıkarımına varılmıştır.

Tekstür profili dâhilinde yapılan sertlik analizlerinde karabuğday içeren ekmek örneklerinde sertlik değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. KBT içeren ekmek örneklerinde sertlik değerleri KBU içeren ekmek değerlerine göre daha fazla bulunmuştur. Bu sonuçlar duyuusal yönden yapılan sertlik analizleriyle de uyum gösterirken tüketici beğenisi açısından bir sorun yaratmamıştır. Ancak bulgular karabuğdayla zenginleştirilmiş ekmeğin taze olarak tüketilmesi gerektiği ya da birtakım koruyucuların formülasyona dâhil edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Duyuusal analiz uygulamaları sonucunda, karabuğday ihtivasının tüketici açısından kabul edilebilirlik üzerinde olumlu etkiler yarattığı gözlemlenmiştir. Tüm duyuusal analiz sonuçlarında karabuğday ihtivasının olumlu katkılarda bulunduğu anlaşılmıştır. Ayrıca sonuçlar değerlendirilen formülasyonlar arasında %30 oranında KBU içeren formülasyonun ekmeğin duyuusal ve besleyici özellikleri bakımından optimum sonuçları vereceğini ifade etmiştir.

Bu çalışmanın geliştirilebilmesi için formülasyona karabuğday dışında bazı katkı maddeleri eklenmesi ve analitik çalışmaların daha uzun vadeye yayılması isabetli olacaktır.

KAYNAKLAR

- AACC, (1983). Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. Official methods of analysis. *14th. Edition*. Washington, D.C.
- AACC (1999): Optimized straight-dough bread-making method. Method 10-10.03. Approved Methods of Analysis, 11th Ed., AACC International, St. Paul. Approved November 8, 1995, Re-approval November 3, 1999.
- AACC, (2000). Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. . Official methods of analysis. *10th Edition*. Washington, D.C.
- Altan, H. (2015). *Hidrotermal işlemlerin karabuğday nişastasının fizikokimyasal özellikleri ve dirençli nişasta miktarı üzerindeki etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Altındağ, G. (2011). *Karabuğday, mısır ve pirinç unundan üretilen kurabiyelerin bazı kalite özellikleri ve raf ömürlerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Antalya. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E., Gallagher, E. (2010). Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chemistry*. Volume 119, Issue 2, Pages 770-778. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.032>
- Arendt, E., Zannini, E. (2013). Cereal grains for the food and beverage industries. *Elsevier*, 2013. ISBN: 0857098926, 9780857098924.
- Atalay, M. H., *Karabuğday (Fagopyrum esculentum) öğütme ürünlerinin ekmek üretiminde kullanılma imkanları*. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Konya. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Beitane, I., Krumina-Zemture, G., Kruma, Z., Cinkmanis, I. (2018). Phenolics content in buckwheat flour. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*. 72. 75-79. 10.2478/prolas-2018-0012.
- Bhebhe, M., Chipurura, B., and Muchuweti, M. (2015). Determination and comparison of phenolic compound content and antioxidant activity of selected local zimbabwean

- herbal teas with exotic *aspalathus linearis*. *south african journal of botany*.
<https://doi.org/10.1016/j.sajb.2015.06.006>.
- Bilgiç, H., (2004). Anadolu uygarlıklarının izinde buğdayın kökleri. *Buğday Dergisi*, S. 20, 34-37.
- Blumstein, G. (1935). Buckwheat sensitivity. *Journal of Allergy*, 7(1), 74–79.
doi:10.1016/s0021-8707(35)90037-5
- Bonafaccia, G., Marocchini, M., Kreft, I. (2003). Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Journal of Food Chemistry*. Volume 80, Issue 1, January 2003, Pages 9-15.
- Boyacıoğlu, H. (2012). Dünyada ve Türkiyede ekmek ve tam buğday ekmeği tüketimi. geçmişten geleceğe tam buğday ekmeği. Editörler: Köksel H ve Kaya H. *Endüstriyel Fırıncılar Birliği*, Yayın No: 1. ISBN: 978-9944-473- 43-9.
- Cauvain, S., ve Young, L. (2008). *Bakery food manufacture and quality: water control and effects*, Second Edition. Wiley-Blackwell Publishing, Hoboken, New Jersey.
- Chen, C., and Wang, L., (1937). National University of Peiping. *Coll. agr. nutrition bull.*, No. 14, 17.
- Christa, K., Soral-Smietana, M. (2008). Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review. *Czech J. Food Sci.*, 26: 153–162.
- Christa, K., Soral-Smietana, M., and Lewandowicz, G. (2009). Buckwheat starch: Structure, functionality and enzyme in vitro susceptibility upon the roasting process. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 140–154.
<https://doi.org/10.1080/09637480802641288>.
- Çağlar, N., (2018). *Farklı kurutma yöntemleriyle tip III ekşi hamur tozlarının hazırlanması ve beyaz ekmek üretiminde kullanılması*. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Çevik, A. (2016). *Tarhananın besinsel zenginleştirilmesinde kinoa, karabuğday ve lüpen unlarının kullanımı*. Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Dizlek, H., Özer, M., Inanç, E., Gül, H. (2009). Karabuğday'ın (*fagopyrum esculentum moench*) bileşimi ve gıda sanayiinde kullanım olanakları (Composition of buckwheat

- (*fagopyrum esculentum moench*) and its possible uses in food industry). *Gıda Dergisi (The Journal of Food)*. 34. 317-324.
- Erdem, Y., Arıcı, M. ve ark. (2010). The relationship between hypertension and salt intake in Turkish population: SALTURK study. *Blood Pressure*. 2010; 19: 313–318.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, (2018). *Buckwheat Statistics*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- Gimenez-Bastida, J. A., Zieliński, H. (2015). Buckwheat as a functional food and its effects on health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(36), 7896–7913. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b02498>.
- Goel, C., Semwal, A., Khan, A., Kumar, S., Sharma, G. (2020). Physical modification of starch, changes in glycemic index, starch fractions, physicochemical and functional properties of heat-moisture treated buckwheat starch. *Journal of Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04326-4>.
- Hayıt, F. (2014). *Karabuğday, transglutaminaz ve ekşi mayanın dondurulmuş ekmek kalitesi üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Hayıt, F., Gül, H. (2015). Karabuğdayın sağlık açısından önemi ve unlu mamüllerde kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 123–131.
- Hayıt, F., Gül, H. (2017). Çölyak ve çölyak hastaları için üretilen ekmeklerin kalite özellikleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 7(1): 163-169, 2017.
- Ikeda, K. (2002). Buckwheat: composition, chemistry, and processing. Faculty of Nutrition, Advances in Food and Nutrition Research, Vol 44. Kobe Gakuin University, Nishi-ku, Kobe, Japan. *Academic Press*. ISBN: 0-12-016444-2.
- Ikeda, K., Sakaguchi, T., Kusano, T., Yasumoto, K. (1991). Endogenous factors affecting protein digestibility in buckwheat. *Cereal Chem*, 68 (4) 424-427.
- International Grains Council, *Grain Market Reports*, Wheat Production Statistics, (2020). https://www.igc.int/en/gmr_summary.aspx#
- Jiang, S., Liu, Q., Xie, Y., Zeng, H., Zhang, L., Jiang, X., Chen, X. (2015). Separation of five flavonoids from tartary buckwheat (*fagopyrum tataricum* Gaertn) grains via off-line two dimensional high-speed counter-current chromatography. *Food Chemistry*, Volume 186, Pages 153-159.
- Kalkan, İ., Özarık, B. (2017). Tam buğday ekmeği ve sağlık üzerine etkisi. *Aydın Gastronomy*, 1(1) , 37-46.

- Kalkışım, Ö., Özdemir, M. ve Bayram, O. (2012). Ekmek yapım teknolojisi. Gümüşhane Üniversitesi. SAGE Yayıncılık. ISBN: 978-605-63476-0-3
- Kara, N. (2014). Yield and mineral nutrition content of buckwheat (*fagopyrum esculentum moench*): the effect of harvest times. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 85–94.
- Karafaki, R. (2017). *Samsun koşullarında farklı ekim zamanlarının karabuğdayın (fagopyrum esculentum moench) önemli tarımsal özellikleri ile bazı kalite kriterlerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Kaupp, B., & Ivey, J., (1922). Digestible nutrients of poultry feeds as determined by laboratory feeding tests. *Poultry Science*, 2(1), 1–9. doi:10.3382/ps.0020001
- Kaya, E. (2018). *Kütahya - Altıntaş koşullarında farklı ekim normları ve zamanlarının karabuğday (fagopyrum esculentum moench)' da verim ve bazı verim unsurları üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Eskişehir. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Kılıç, S. (2019). *Karabuğday patlağı kullanılarak yüksek lif içeriğine sahip fonksiyonel bar geliştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Köksal, Ş. (2017). *Yozgat şartlarında karabuğday yetiştiriciliği*. Yüksek Lisans Tezi. Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yozgat. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Krewson, C., and Couch, J. (1950). Production of rutin from buckwheat. *Journal of the American Pharmaceutical Association* (Scientific Ed.), 39(3), 163–169. doi:10.1002/jps.3030390312
- Lin, L., Hsieh, Y. J., Liu, H. M., Lee, C. C., & Mau, J. L. (2009a). Flavor components in buckwheat bread. *Journal of Food Processing and Preservation*, 33(6), 814–826. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2008.00313.x>
- Lin, L., Liu, H., Yu, Y., Lin, S., Mau, J. (2009b). Quality and antioxidant property of buckwheat enhanced wheat bread. *Food Chemistry*. Volume 112, Issue 4, Pages 987-991. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.022>
- Lin, L., Wang, H., Lin, S., Liu, H., Mau, J. (2012). Changes in buckwheat bread during storage. *Journal of Food Processing and Preservation*. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2011.00647.x>

- Martin, J. B. (1876). Toxical effects of buckwheat. *The Veterinary Journal and Annals of Comparative Pathology*, 2(5), 347–349. doi:10.1016/s2543-3377(17)31258-x
- Mohajan, S., Munna, M., Orchy, T., Hoque, M., Farzana, T. (2019). Buckwheat flour fortified bread. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 54(4), 347-356. <https://doi.org/10.3329/bjsir.v54i4.44569>
- Naghski, J., Krewson, C., Porter, L. and Couch, J. (1950). Factors affecting the rutin contents of dried buckwheat meals. *Journal of the American Pharmaceutical Association* (Scientific Ed.), 39(12), 696–698. doi:10.1002/jps.3030391215
- Öncel, E. (2017). *Erişte üretiminde farklı oran ve kombinasyonlarda karabuğday, amarant ve kinoa unlarının kullanım imkanları*. Yüksek Lisans Tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Pomeranz, Y., & Lorenz, K. (2009). Buckwheat: Structure, composition, and utilization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 19(3), 213–258.
- Pomeranz, Y., and Robbins, G., (1972). Amino acid composition of buckwheat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 20(2), 270–274. <https://doi.org/10.1021/jf60180a029>
- Sabovics, M. (2014). *The evaluation of triticale bread quality and its volatile compounds*. Latvia University of Agriculture. Summary of Promotion Work for Acquiring the Doctor's Degree of Engineering Sciences in Sector of Food Sciences. Jelgava, Latvia.
- Salmeron, I., Thomas, K. and Pandiella, S. (2015). Effect of potentially probiotic lactic acid bacteria on the physicochemical composition and acceptance of fermented cereal beverages. *Journal of Functional Foods*.
- Sciarini, L., Steffolani, M., Fernández, A., Paesani, C., Pérez, G. (2019). Gluten-free breadmaking affected by the particle size and chemical composition of quinoa and buckwheat flour fractions. *Food Science and Technology International*. 26. 1082013219894109. 10.1177/1082013219894109.
- Singleton V. L., Rossi J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16: 144-158 Google Scholar.
- Skrabanja, V., Liljeberg E., Kreft, I., and Björck, E. (2001). Nutritional properties of starch in buckwheat products: studies in vitro and in vivo. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 49(1), 490–496. <https://doi.org/10.1021/Jf000779w>.
- Soral-Smietana, M., Fornal, J., Fornal, L. (1984). Characteristics of lipids in buckwheat grain and isolated starch and their changes after hydrothermal processing. Institute of Food

- Engineering and Biotechnology, University of Agriculture and Technology, Olsztyn, Poland.
- Sure, B., (1955). Nutritive value of proteins in buckwheat and their role as supplements to proteins in cereal grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 3(9), 793–795. <https://doi.org/10.1021/jf60055a010>
- Swieca, M., Regula, J., Suliburska, J., Zlotek, U., Gawlik-Diziki, U., Ferreira, I., (2019). Safeness of diets based on gluten-free buckwheat bread enriched with seeds and nuts effect on oxidative and biochemical parameters in rat serum. *Nutrients*. 2019;12(1):41. Published 2019 Dec 22. doi:10.3390/nu12010041
- Taşkırdı, Y. (2011). *Karabuğday ile zenginleştirilmiş buğday cipslerinin tekstürel ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Kayseri. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Tomotake, H., Yamamoto, N., Yanaka, N., Ohinata, H., Yamazaki, R., Kayashita, J., Kato, N. (2006). High protein flour supresses hypercholesterolemia in rats and gallstone formation in mice by hypercholesterolemic diet and body fat in rats because of its low protein digestibility. *Nutrition*, 22: 166–173.
- Türkiye İstatistik Kurumu, (2020). *Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alan ve üretim miktarları*, http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=55.
- Ulutaş, B. (2019). *Karabuğdayda temas yoluyla oluşabilecek gluten bulaşısının incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Uzundumlu, S., Yıldırım, Z., Kurtoglu, S. (2018). Erzurum ili’nde ekmek tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Yıl: 6, Sayı: 77, Eylül 2018, s. 17-31.
- Verardo, V., Glicerina, V., Cocci, E., Frenich, A., Romani, S., Caboni, M. (2017). Determination of free and bound phenolic compounds and their antioxidant activity in buckwheat bread loaf, crust and crumb. *LWT - Food Science and Technology*. 87. 10.1016/j.lwt.2017.08.063.
- Wei, Y., Hu, X., Zhang, G., Ouyang S. (2003). Studies on the amino acid and mineral content of buckwheat protein fractions. *Nahrung/Food*, 47: 114–116.
- Wieslander, G., Norback, D. (2001). Buckwheat allergy. *Allergy*, 56: 703-704.
- Wijngaard, H., and Arendt, E. (2006). Buckwheat. 83(4), 391–401. <https://doi.org/10.1094/CC-83-0391>

- Wijngaard, H., Renzetti, S., and Arendt, E. (2007). Microstructure of buckwheat and barley during malting observed by confocal scanning laser microscopy and scanning electron microscopy. *Journal of the Institute of Brewing*, 113(1), 34-41.
- Wronkowska, M., Haros, M. and Soral-Śmietana, M. (2013). Effect of starch substitution by buckwheat flour on gluten-free bread quality. *Food Bioprocess Technology*. 6, 1820–1827. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0839-0>
- Yıldırım, A., (2004). *Effect of different milling systems on selected quality parameters of bulgur*. Master of Science Thesis. Gaziantep University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Gaziantep. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Yıldız, G. (2009). *Karabuğday (fagopyrum esculentum moench) ununun geleneksel türk ekmeklerinde kullanılma imkanları üzerine araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Yıldız, M. (2012). *Karabuğday (fagopyrum esculentum moench.) ve lüpen (lupinus albus l.) unlarının glutensiz bisküvi üretiminde kullanımı üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Konya. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Yıldız, N., ve Yalçın, E. (2013). Karabuğdayın kimyasal, besinsel ve teknolojik özellikleri. 38, 383–390. <https://doi.org/10.5505/gida.2013.43153>
- Yu, D., Chen, J., Ma, J., Sun, H., Yuan, Y., Ju, Q., Luan, G. (2018). Effects of different milling methods on physicochemical properties of common buckwheat flour. *LWT - Food Science And Technology*, 92(February), 220–226. <https://doi.org/10.1016/j.Lwt.2018.02.033>
- Zhao, M., Zhu, D., Sun-Waterhouse, D., Guowan, S., Lianzhu, L., Xiao, W. and Yi, D. (2014). In vitro and in vivo studies on adlay-derived seed extracts: phenolic profiles, antioxidant activities, serum uric acid suppression, and xanthine oxidase inhibitory effects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62 (31), 7771-7778.
- Zhou, M., Kreft, I., Sun-Hee, W., Nikhil, C., Gunilla, W. (2016). Molecular breeding and nutritional aspects of buckwheat, 1st Edition. *Academic Press*. Paperback ISBN: 9780128036921
- Zhu, F. (2016a). Buckwheat starch: Structures, properties, and applications. *Trends in Food Science and Technology*, 49, 121–135. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.12.002>.
- Zhu, F. (2016b). Chemical composition and health effects of Tartary buckwheat. *Food Chemistry*, 203, 231–245. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.050>.

Zielinski, H., Michalska, A., Amigo-Benavent, M., Castillo, M., Piskula, M. (2009). Changes in protein quality and antioxidant properties of buckwheat seeds and groats induced by roasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57. 4771-6. 10.1021/jf900313e.



ÖZGEÇMİŞ

2017 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünden onur belgesiyle mezun oldum. 2014-15 yılları arasında Erasmus+ programı dahilinde Warsaw University of Life Sciences (SGGW)'da 2 dönem eğitim aldım. Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'nde başladığım yüksek lisans programının tez çalışmasını 2018 yılında Erasmus programı kapsamında Latvia University of Agriculture (LLU)'da yürüttüm. Yurtiçi özel sektörde 1.5 yıl, Seattle/WA'da 2 farklı gıda firmasında (Denny's ve Jack in the Box Inc.) toplamda 6 ay çalıştım. 2019 yılı Eylül ayında Alanya HEP Üniversitesi'ne Araştırma Görevlisi olarak atandım.