

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GLUTENSİZ KRAKER ÜRETİMİ VE MODİFİYE
ATMOSFERDE DEPOLANMASI**

DOKTORA TEZİ

SİNEM TÜRK ASLAN

DENİZLİ, EYLÜL - 2022

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**GLUTENSİZ KRAKER ÜRETİMİ VE MODİFİYE
ATMOSFERDE DEPOLANMASI**

DOKTORA TEZİ

SİNEM TÜRK ASLAN

DENİZLİ, EYLÜL - 2022

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinasyon Birimi tarafından 2018FEBE016 nolu proje ile desteklenmiştir.**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

SİNEM TÜRK ASLAN

ÖZET

**GLUTENSİZ KRAKER ÜRETİMİ VE MODİFİYE ATMOSFERDE
DEPOLANMASI
DOKTORA TEZİ
SİNEM TÜRK ASLAN
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI:DOÇ. DR. FATMA IŞIK)**

DENİZLİ, EYLÜL - 2022

Bu çalışmada, yalancı tahıl (amarant, karabuğday, kinoa) ve baklagil (bakla, börülce, maş fasulyesi) unları ikamesinin patates unu ve nişastası ile üretilen glutensiz krakerlerin kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerine etkisi belirlenmiştir. Üretilen krakerler % 100 normal atmosfer koşulları (%21 O₂ + %79 CO₂) (MAP1), %45 CO₂ + %55 N₂ (MAP2), %80-100 CO₂ (MAP3) ve 100 N₂ (MAP4) olmak üzere 4 farklı gaz kombinasyonunda modifiye atmosferde paketlenme (MAP) yapılmış, oda sıcaklığında 12 ay depolanmış ve bu krakerler bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikler açısından incelenmiştir. Sonuçlar, yalancı tahıl ve baklagil unları içeren krakerlerin, patates unu ve nişastası ile üretilen kontrol krakerden (K) önemli ölçüde daha yüksek ($p<0.05$) yağ, protein, çözünmeyen ve toplam diyet lifi, esansiyel, esansiyel olmayan ve toplam amino asit, fosfor (P), magnezyum (Mg), mangan (Mn) ve çinko (Zn) içerdiğini göstermiştir. Krakerler, K'den daha düşük L^* ve daha yüksek a^* değerlerine sahip olmuştur. Yalancı tahıl ve baklagil unlarını içeren krakerlerin K'den daha fazla çatlak ve gözenek yapıda olduğu Taramalı elektron mikrograflarında (SEM) görülürken, tekstür analizlerinde de daha az sertlik değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarında, yalancı tahıl ve baklagil unlarına sahip krakerlerin renk, lezzet, çiğnenebilirlik, çıtırılık ve genel beğeni değerlerinin, K'den daha yüksek olduğu görülmüştür. Farklı MAP koşulları krakerlerin peroksit sayısı, p -anisidin sayısı ve tüm duyuşal analiz değerlerinde önemli bir farklılık ($p>0.05$) oluşturmamıştır. Bu çalışma sonucunda, üretilen tüm krakerin MAP1 koşullarında paketlenmesi ve 9 ay depolanması önerilmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Çölyak, Kraker, Baklagil, Yalancı tahıl, Paketleme

ABSTRACT

PRODUCTION OF GLUTEN-FREE CRACKERS AND STORAGE UNDER MODIFIED ATMOSPHERE

PH.D THESIS

SİNEM TÜRK ASLAN

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. DR. FATMA IŞIK)

DENİZLİ, SEPTEMBER 2022

In this study, the effects of pseudocereal (amaranth, buckwheat, quinoa) and legume (broad bean, cowpea, mung bean) flour substitutes on the chemical, physical and sensory properties of gluten-free crackers produced with potato flour and starch were determined. The crackers produced were modified atmosphere packed (MAP) in 4 different gas combinations like %100 normal atmospheric conditions (21% O₂ + 79% N₂) (MAP1), 45% CO₂ + 55% N₂ (MAP2), 80-100% CO₂ (MAP3), 100% N₂ (MAP4), stored under room conditions for 12 months, and were examined in terms of some chemical, physical and sensory properties. The results showed that the crackers containing the flours of pseudocereals and legumes had significantly higher ($p < 0.05$) fat, protein, insoluble and total dietary fiber, essential, non-essential and total amino acids, phosphors (P), magnesium (Mg), manganese (Mn) and zinc (Zn) than control (K) which was produced with potato flour and potato starch. Crackers had lower L^* and higher a^* values than K. While it was seen in scanning electron micrographs (SEM) that crackers containing pseudocereal and legume flours had more cracks and pores than K, they were found to have less hardness values in texture analysis. In the sensory analysis results, it was seen that the color, flavor, chewiness, crispiness and overall acceptability values of crackers having pseudocereal and legume flours were higher than those of K. Different MAP conditions did not cause a significant difference ($p > 0.05$) in the peroxide number, p -anisidine number and all sensory analysis values of the crackers. As a result of this study, it is recommended that all crackers produced are packaged under MAP1 conditions and stored for 9 months.

KEYWORDS: Celiac, Cracker, Gluten-free, Legume, Pseudocereal, Packaging

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
SEMBOL LİSTESİ.....	ix
ÖNSÖZ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Literatür Özeti	3
1.2.1 Çölyak Hastalığı ve Gluten.....	3
1.2.2 Yalancı Tahıllar.....	4
1.2.3 Baklagiller.....	9
1.2.4 Modifiye Atmosferde Paketleme	14
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
2.1 Materyal	17
2.1.1 Yalancı Tahıl Unlarının Hazırlanması.....	17
2.1.2 Baklagil Unlarının Hazırlanması.....	17
2.1.3 Krakerlerin Hazırlanması.....	18
2.1.4 Krakerlerin Paketlenmesi.....	20
2.1.5 Paketlenen Krakerlerin Gaz Bileşimlerinin Ölçülmesi	20
2.2 Yöntem.....	20
2.2.1 Kimyasal Analizler.....	21
2.2.1.1 Nem Miktarı Tayini	21
2.2.1.2 Kül Miktarı Tayini	21
2.2.1.3 Protein Miktarı Tayini.....	21
2.2.1.4 Amino Asit Kompozisyonu Tayini.....	22
2.2.1.5 Yağ Miktarı Tayini	22
2.2.1.6 Yağ Asidi Kompozisyonu Tayini	23
2.2.1.7 Çözünür, Çözünmeyen ve Toplam Diyet Lifi Tayini	23
2.2.1.8 Mineral Madde Kompozisyonu Tayini	25
2.2.1.9 Toplam Fenolik Madde Tayini.....	25
2.2.1.10 Antioksidan Aktivite Tayini.....	26
2.2.1.11 Peroksit Sayısı Tayini	27
2.2.1.12 <i>p</i> -Anisidin Sayısı Değeri Tayini	27
2.2.2 Fiziksel Analizler	28
2.2.2.1 Renk Analizi.....	28
2.2.2.2 Sertlik Değeri Tayini.....	29
2.2.3 Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüsü.....	29
2.2.4 Duyusal Analiz.....	30
2.2.5 İstatistiksel Analiz	30
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
3.1 Farklı MAP Koşullarında Paketlenmiş Kraker Çeşitlerinin Paket İçi Gaz Bileşimleri.....	31
3.2 Kimyasal Analiz Sonuçları.....	34

3.2.1	Hammadde ve Krakerlerin Temel Kimyasal Kompozisyonları...	34
3.2.2	Hammadde ve Krakerlerin Amino Asit Kompozisyonu	43
3.2.3	Hammaddelerin ve Krakerlerin Yağ Asidi Kompozisyonları	48
3.2.4	Hammadde ve Krakerlerin Mineral Madde Kompozisyonu	52
3.2.5	Hammaddelerin Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerleri.....	57
3.2.6	Krakerlerin Toplam Fenolik Madde Değerleri	60
3.2.7	Krakerlerin Antioksidan Aktivite Değerleri	64
3.1.8.	Krakerlerin Peroksit Sayısı Değerleri.....	68
3.2.9	Krakerlerin <i>p</i> -Anisidin Sayısı Değeri.....	73
3.3	Fiziksel Analizler	78
3.3.1	Hammaddelerin ve Krakerlerin Renk Analizi	78
3.4	Krakerlerin Tekstür Analizi	93
3.5	Krakerlerin Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüsü	97
3.6	Krakerlerin Duyusal Analizi	100
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER	119
5.	KAYNAKLAR	124
6.	EKLER	146
7.	ÖZGEÇMİŞ.....	147

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Hammaddelerin, hammadde unlarının ve krakerlerin görüntüleri ...	19
Şekil 3.1: Krakerlerin görüntüleri	78
Şekil 3.2: Krakerlerin Dış Yüzeylerinin Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüsü (200x).....	98
Şekil 3.3: Krakerlerin İç Yüzeylerinin Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüsü (200x).....	99

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1: Amarant, karabuğday ve kinoanın kimyasal bileşimleri (%)	7
Tablo 1.2: Bakla, börülce ve maş fasulyesinin kimyasal bileşimleri (%).....	12
Tablo 2.1: Kraker Üretim Formülasyonları.....	18
Tablo 3.1: MAP1 koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay boyunca ölçülen paket içi gaz bileşimleri (%).....	32
Tablo 3.2: MAP2 koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay boyunca ölçülen paket içi gaz bileşimleri (%).....	32
Tablo 3.3: MAP3 koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay boyunca ölçülen paket içi gaz bileşimleri (%).....	33
Tablo 3.4: MAP4 koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay boyunca ölçülen paket içi gaz bileşimleri (%).....	33
Tablo 3.5: Hammaddelerin kimyasal kompozisyonu (% , kuru madde esasında).....	35
Tablo 3.6: Krakerlerin kimyasal kompozisyonu (% , kuru madde esasında) ...	35
Tablo 3.7: Hammaddelerin amino asit kompozisyonu (mg/100 g kuru madde).....	44
Tablo 3.8: Krakerlerin amino asit kompozisyonu (mg/100 g kuru madde)	45
Tablo 3.9: Hammaddelerin yağ asidi kompozisyonu (% , kuru madde esasında).....	49
Tablo 3.10: Krakerlerin yağ asidi kompozisyonu (% , kuru madde esasında) ..	49
Tablo 3.11: Hammaddelerin mineral madde kompozisyonu (mg/100 g kuru maddede)	53
Tablo 3.12: Krakerlerin mineral madde kompozisyonu (mg/100 g kuru maddede)	53
Tablo 3.13: Hammaddelerin toplam fenolik madde değerleri (mg GAE/100 g) ve antioksidan aktivite (µmol TE/100 g kuru maddede)	58
Tablo 3.14: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki toplam fenolik madde değerleri (mg GAE/100 g kuru maddede)	61
Tablo 3.15: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketlenme koşulları ve depolama süresinin toplam fenolik madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	62
Tablo 3.16: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş kraker çeşitlerinin 12 ay depolama sürecindeki antioksidan aktivite değerleri (µmol TE/100 g kuru maddede)	65
Tablo 3.17: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketlenme koşulları ve depolama süresinin antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	66
Tablo 3.18: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki peroksit sayısı değerleri (meq O ₂ /kg yağ)	70
Tablo 3.19: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer koşulları ve depolama süresinin peroksit sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları ..	71
Tablo 3.20: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki <i>p</i> -anisidin sayısı değerleri	74

Tablo 3. 21: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin <i>p</i> -anisidin sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	75
Tablo 3.22: Hammaddelerin CIE <i>L*</i> , <i>a*</i> , <i>b*</i> renk değerleri.....	78
Tablo 3.23: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki CIE <i>L*</i> renk değerleri	81
Tablo 3.24: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin CIE <i>L*</i> renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	82
Tablo 3.25: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki CIE <i>a*</i> renk değerleri.....	84
Tablo 3.26: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin CIE <i>a*</i> renk değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	85
Tablo 3.27: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki CIE <i>b*</i> renk değerleri.....	87
Tablo 3.28: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin CIE <i>b*</i> renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	88
Tablo 3.29: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki ΔE^* renk değerleri.....	91
Tablo 3.30: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin ΔE^* renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	92
Tablo 3.31: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki sertlik değerleri (g)	95
Tablo 3.32: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	96
Tablo 3.33: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki duyusal renk değerleri.....	102
Tablo 3.34: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin duyusal renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	103
Tablo 3.35: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki duyusal koku değerleri.....	104
Tablo 3.36: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin duyusal koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	105
Tablo 3.37: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki duyusal lezzet değerleri.....	107
Tablo 3.38: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin duyusal lezzet değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	108
Tablo 3.39: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki çığnenebilirlik değerleri	109
Tablo 3.40: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin çığnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	110

Tablo 3.41: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki duyuşal çıtırlık değerleri	112
Tablo 3.42: Kraker eşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin duyuşal çıtırlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları	113
Tablo 3.43: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki genel beğeni değerleri	114
Tablo 3.44: Kraker eşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin genel beğeni değerlerine ait varyans analiz sonuçları	115

SEMBOL LİSTESİ

mg	:	Miligram
g	:	Gram
MAP	:	Modifiye atmosferde paketlenme
CO₂	:	Karbondioksit
O₂	:	Oksijen
N₂	:	Azot
mm	:	Milimetre
°C	:	Santigrat derece
dk	:	Dakika
cm	:	Santimetre
mL	:	Mililitre
µm	:	Mikrometre
m	:	Metre
α	:	Alfa
µL	:	Mikrolitre
s	:	Saniye
L	:	Litre
V	:	Volt
N	:	Normal
H₂	:	Hidrojen
H₂O₂	:	Hidrojen peroksit
HNO₃	:	Nitrik asit
v/v	:	Hacim/Hacim
w/v	:	Ağırlık/Hacim
p-AV	:	<i>p</i> -Anisidin değeri
nm	:	Nanometre
rpm	:	Dakikadaki Devir Sayısı
FC	:	Folin-Ciocalteu
Na₂CO₃	:	Sodyum Karbonat
GAE	:	Gallik Asit Eşdeğeri
DPPH	:	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
TE	:	Trolox® Eşdeğeri
kV	:	Kilovolt
mbar	:	Milibar
kcal	:	Kilokalori

ÖNSÖZ

Yapmış olduğum bu çalışmada konunun belirlenmesi, planlanması, yürütülmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesinde bilgi ve düşünceleriyle beni destekleyen ve her daim yanımda olan değerli hocam sayın Doç. Dr. Fatma IŞIK'a sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmanın yürütülmesi ve sonuçlanması sürecinde yardım ve bilgilerini esirgemeyen Tez İzleme Komitesi'nde üye olarak görev yapmış olan kıymetli hocalarım sayın Prof. Dr. Ümit DİVRİKLİ ve sayın Doç. Dr. Seher ARSLAN'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu çalışmanın başlangıcında bilgileriyle yönlendiren, Tez İzleme Komitesi'nde üye olarak görev yaparken ve çalışmalarım esnasında maddi ve manevi her daim desteğini esirgemez iken ebedi hayata göç etmiş rahmetli hocam Doç. Dr. İlyas ÇELİK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Başkanı sayın Prof. Dr. Yahya TÜLEK hocama, sayın Doç. Dr. Hakan KARACA ve tüm diğer bölüm hocalarıma, kıymetli araştırma görevlisi arkadaşlarıma, yardımlarını esirgemeyen doktora öğrencisi arkadaşlarıma, bir şeyler öğrenmek uğruna vaktini benimle harcıyıp yardımlarını esirgemeyen yüksek lisans, lisans ve stajyer öğrencisi arkadaşlarıma bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan arkadaşlarım Arş. Gör. Dr. Aysun Y. YILDIZ, Ünkan URGANCI ve Doç. Dr. Seydi YIKMIŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Bana gönülden destek olduğunu bildiğim ve bende akademik çalışmaların tohumunu atan ve yeşerten hocam sayın Prof. Dr. Hülya GÜL'e de teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmama 2018FEBE016 no'lu doktora projesi ile maddi destek sağlayan Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne ayrıca teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında manevi desteklerini esirgemeyen ve işlerimde yardımcı olmaya çalışan Pamukkale Üniversitesi Tavas Meslek Yüksekokulu'ndaki mesai arkadaşlarıma ve sevgili arkadaşım Öğr. Gör. Figen YÜCE'ye teşekkür ederim.

Bu yola çıkmayı düşündüğüm günden beri hayatımın her aşamasında daima yanımda olan sevgili eşim Erhan ASLAN'a, çalışmalarımın yürütülmesi esnasında çocuklarımla fazlaca ilgilenip manevi desteğini benden esirgemeyen kıymetli kayınvalidem Elif ASLAN'a ve ablam Fikriye ZIBLAK'a, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyip beni bugünlere getirmede sonsuz çaba harcayan kıymetli annem Nuran TÜRK'e ve babam Bayram TÜRK'e, yoğun çalışmalarım esnasında sevgileriyle bana güç ve mutluluk veren değerli çocuklarım Belinay'a ve Işıl Day'ya ve tüm aileme, sonsuz teşekkür ederim, sevgi ve saygılarımı sunarım.

Sinem TÜRK ASLAN

1. GİRİŞ

Çölyak hastalığı (gluten enteropatisi) genetik olarak duyarlı kişilerde başlıca buğdaydaki glutene ve arpa, çavdar, yulaf gibi tahıllardaki gluten benzeri diğer tahıl proteinlerine karşı genetik olarak duyarlılığı olan ince bağırsak hastalığıdır. Bu hastalık, çocukları ve erişkinleri yaşam boyu etkilemekte ve her yaşta ortaya çıkabilmektedir. Görülme sıklığı Avrupa kökenli toplumlarda 1/85-1/300 oranında bildirilirken ülkemizde %0.8-1.3 aralığında verilmekte olup bu hastalığın görülme sıklığının tüm dünyada giderek artmakta olduğu belirtilmektedir (Demirçeken 2011).

Çölyak hastalığına özellikle buğday tüketiminin fazla olduğu Türkiye, Batı Avrupa, Kuzey Amerika, Avustralya gibi ülkelerde daha sık rastlanmaktadır. Hastalığın sıklığı toplumdan topluma değişiklik göstermektedir. Hastalık; genetik etmenler ile birlikte anne sütünün verilme süresi, glutenle karşılaşma yaşı, alınan gluten miktarı, mamaların içeriği ve geçirilmiş viral enfeksiyonlar gibi çevresel etmenlere bağlı olabilir. Bağırsak mukozasındaki hasardan dolayı hastalarda emilim bozukluğu ve buna bağlı olarak büyüme gelişme geriliği, ishal, karın şişliği, yağlı dışkılama gibi klasik belirtiler ortaya çıkmaktadır (Dalgıç ve diğ. 2011). Bu hastalık; hayat boyu uygulanacak glutensiz diyet ile tedavi edilebilmektedir. Glutensiz diyetin uygulanmasıyla hastaların tipik diyare, steatore ve kilo kaybı gibi semptomlarında önemli ve hızlı bir iyileşme görülmektedir (Murray ve diğ. 2004). Bu yüzden hastaların kaliteli bir yaşam sürebilmeleri için glutensiz ürünleri tüketmeleri çok önemlidir. Piyasada bulunan tahıl bazlı gıdaların (makarna, pişmiş ürünler, aperatifler ve kahvaltılık tahıllar gibi) çoğunluğu gluten içeren tahıllarla hazırlandığı için çölyak hastaları için iyi kaliteli glutensiz ürünlerin bulunması büyük bir sorun oluşturabilmektedir (Kömen 2010). Çölyak hastaları, ev dışında “güvenli” gıda bulmada zorluk yaşadıklarından dolayı atıştırmalıklar, bisküviler ve krakerler gibi paketlenmiş glutensiz ürünlere ihtiyaç duymaktadırlar ve talep etmektedirler (Caponio ve diğ. 2008). Bu nedenle unlu mamuller alanında daha fazla glutensiz ürün arzına ihtiyaç duyulmaktadır.

Gluten, unun ana yapısını oluşturan protein olup, hamurun elastik özelliklerinden sorumludur ve birçok pişmiş ürünün görünümüne ve iç yapısına katkıda bulunur. Gluten, fırın ürünlerini pişirme sırasında iyi gaz tutma kabiliyetinden dolayı hacmini arttırır ve bir süre nemini tutmaya yardımcı olur (Gallagher ve diğ.

2004). Gluten eksikliği fırın ürünlerinin şeklinin, dokusunun, kokusunun ve tadının değişmesine ve ayrıca ekmek içinin hızlı kurummasına neden olur (Gambús ve diğ. 2009). Gluten olmayışı fırıncılar için büyük problemlere yol açmaktadır ve ayrıca piyasada bulunan birçok glutensiz ürün düşük kaliteli olup, zayıf yapı ve tatlar içermektedir. Bu durumdan dolayı glutensiz unlu mamullerin araştırılmasına ve geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Gallagher ve diğ. 2004). Son yıllarda glutensiz unlu mamullerin geliştirilmesinde yalancı tahılların ve bakliyatların kullanılması yönündeki çalışmalara da ilgi artmıştır.

1.1 Tezin Amacı

Bu tez çalışmasında tahıl proteini olan glutene karşı duyarlılığı olan çölyak hastalarına alternatif atıştırılabilir ürün olarak glutensiz krakerler üretilmiştir. Glutensiz kraker üretiminde ürünlerdeki patates unu ve nişastası %40 oranında yalancı tahıl (kinoa (*Chenopodium quinoa*), amarant (*Amaranthus hypochondriacus*) ve karabuğday (*Fagopyrum esculentum*)) veya %70 oranında baklagil (kuru iç bakla (*Vicia faba*), kuru börülce fasulyesi (*Vigna unguiculata* veya *Vigna sinensis*) ve kuru maş fasulyesi (*Vigna radiate*)) unları ile ikame edilerek glutensiz atıştırılabilir ürünler elde edilmiştir. Çalışmada besin değeri arttırılmış, sağlık açısından fonksiyonel özellik kazandırılmış duyuşsal kabul edilebilirliği olan glutensiz patatesli krakerlerin üretilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, krakerlere farklı gaz kombinasyonlarında (MAP1: %100 normal atmosfer koşulları (N.A.K.) (hava: %21 O₂ + %79 N₂), MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂ ve MAP4: %100 N₂) paketleme yapılarak depolama için en uygun MAP koşullarının ve depolama süresinin belirlenmesi de amaçlanmıştır. Paketlemenin ardından 12 ay boyunca oda koşullarında depolanan krakerler 3 ayda bir bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özellikleri açısından incelenmiş ve yüksek yağ içeriğine sahip krakerlerin MAP koşullarında depolanmasıyla oksidasyon riski ve antioksidan aktivite değişimi açısından bir fayda sağlanıp sağlanamayacağını saptanması hedeflenmiştir.

1.2 Literatür Özeti

1.2.1 Çölyak Hastalığı ve Gluten

Çölyak hastalığı; genetik yatkınlığı olan kişilerde buğday, arpa, çavdar ve yulaf gibi tahıllarda bulunan ve bir protein olan gliadine karşı kalıcı intolerans olarak gelişen ince bağırsak hastalığıdır. Hastalığın oluşumunda genetik faktörlerin önemli rolü olmakla beraber çevresel faktörlerin de önemi büyüktür. Diyete gluten girmediği sürece hastalık görülmez. Bu nedenle beslenmede buğdayın önemli yer tuttuğu toplumlarda çölyak hastalığı daha sık görülmektedir (Demirçeken 2011; Kuloğlu 2014; Akkelle ve Ertem 2017).

Su veya tuzlu suda çözünmeyen gluten proteinleri monomerik gliadinler ve polimerik gluteninler olmak üzere iki fraksiyondan meydana gelmektedirler ve tanede yaklaşık eşit oranlarda bulunmaktadır. Ayrıca gliadinler; α , β , γ ve ω olmak üzere alt fraksiyonlara ayrılmaktadır. Gliadin fraksiyonları çölyak hastaları için toksik iken glutenin fraksiyonu daha az toksiktir. Gliadinlerden de α -gliadinler en toksik etkiye sahipken, β ve γ gliadinler biraz daha düşük toksisiteye sahiptir. Gliadin fraksiyonları arasında ω -gliadinler ise en düşük toksik etki göstermektedir (Türksoy ve Özkaya 2006; Küçükazman ve diğ. 2008). Gliadinin fraksiyonlarını tüketen çölyak hastalarının ince bağırsaklarında gelişen inflamatuvar yanıt sonucu bağırsak villuslarda hasar ve klinik olarak malabsorpsiyon oluşmaktadır (Akkelle ve Ertem 2017). Hastalardan elde edilen klinik bulgular değişkenlik gösterebilmektedir. Çölyak hastalığının tanısı, çölyak hastalığına özgü serolojik testlerle ve ince bağırsak biyopsisinde tipik histopatolojik bulguların saptanmasıyla konulmaktadır (Yönel ve Özdil 2014). Çölyak hastalığının 5 farklı klinik tipi bulunmaktadır ve bu tipler; 1- klasik çölyak hastalığı, 2- atipik çölyak hastalığı, 3- sessiz çölyak hastalığı, 4- potansiyel çölyak hastalığı ve 5- latent çölyak hastalığı olarak ifade edilmektedir (Kuloğlu 2014; Yönel ve Özdil 2014).

1. Klasik Çölyak Hastalığı: 6-24. aylık olan çocukların diyetine glutenin girmesiyle ortaya çıkmaktadır. Tipik olarak kronik ishal, karın şişliği, karın ağrısı, kusma, iştahsızlık, kas güçsüzlüğü, kilo kaybı, malabsorpsiyon ve büyüme-gelişme

geriliği gibi belirtiler görülmektedir. Glutensiz diyet ile bulgularda gerileme görülmektedir (Kuloğlu 2013; Yönel ve Özdil 2014).

2. Atipik Çölyak Hastalığı: Genellikle büyük çocuk ve erişkinlerde görülmektedir ve malabsorpsiyon bulguları bulunmamaktadır. Boy kısalığı, puberte gecikmesi, dermatitis herpetiformis, diş mine tabaka bozukluğu, tedaviye dirençli demir eksikliği anemisi, osteoporoz, artrit, aftöz stomatit, açıklanamayan transaminaz yüksekliği, nörolojik bozukluklar gibi belirti ve bulguların yanı sıra irritabl bağırsak hastalığını düşündüren dispeptik yakınmalar ve kabızlık gibi atipik gastrointestinal belirtiler görülmektedir (Kuloğlu 2014).

3. Sessiz Çölyak Hastalığı: Sağlam görümlü ve herhangi bir yakınması olmayan bir çocukta veya erişkinde çölyak hastalığını destekleyen yeterli klinik belirti ve bulgu olmadan, çölyak hastalığını özgül antikoları, doku grubu ve ince bağırsak biyopsi bulguları saptamaktadır. Bu gruptaki hastalar glutensiz diyet sonrası fiziksel ve psikolojik açıdan kendilerini daha iyi hissetmektedirler (Kuloğlu 2014).

4. Potansiyel Çölyak Hastalığı: Serolojik testleri pozitif olduğu halde histopatolojik bulguların tamamen normal olduğu hastalardır ve bunların gluten maruziyetinin devam etmesi durumunda çölyak hastalığını destekleyen histopatolojik bulgular geliştirebilmektedir (Kuloğlu 2014).

5. Latent Çölyak Hastalığı: Hayatlarının bir döneminde gluten duyarlı enteropatisi gelişen kişilerdir. Bu kişiler diyet tedavisi alıp düzeldikten sonra diyet tedavisinde yaptıkları kaçaklara veya diyet tedavisine uymamalarına rağmen minimal semptomatik veya tamamen asemptomatik bulgular gösterebilmektedir (Kuloğlu 2014).

1.2.2 Yalancı Tahıllar

Botanik olarak amarant, kinoa ve karabuğday gerçek tahıl değildirler ve tek çenekli olan çoğu tahılın (örneğin buğday, pirinç, arpa) aksine çift çenekli bitkilerdir. Tohumları işlev ve bileşim olarak gerçek tahıllara benzediğinden yalancı tahıllar olarak adlandırılmaktadırlar (Alvarez-Jubete ve diğ. 2010^a). Bu yalancı tahıllar yüksek

lif, protein ve mineral (Ca, Mg, Fe) kaynağı olmaları, mükemmel besleyici ve nutrasötik değere sahip olmaları ve gluten içermemeleri nedeniyle insan diyetinde güncel bir trend haline gelmektedirler (Alencar ve diğ. 2015; Martínez-Villaluenga ve diğ. 2020). Yalancı tahıllar, glutensiz diyetle gluten içeren tahıllara sağlıklı alternatifler olarak tercih edilmektedirler (Kupper 2005). Yalancı tahılların glutensiz ürünlerde kullanılması ürün çeşitliliğini artırırken beslenme kalitesini de iyileştirmektedir. Glutensiz tahıl ürünleri glutensiz un veya nişastaları (pirinç, mısır, patates) kullanılarak üretilir ve genellikle besin içeriği açısından eksik kalmaktadır. Çoğu glutensiz tahıl ürünü gluten içeren eşdeğerleri gibi aynı seviyelerde protein, lif, B vitaminleri ve demir içermediğinden beslenme kalitesinin artırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır ve günümüzde glutensiz gıda üreticilerinin karabuğday, amarant ve kinoa gibi yalancı tahılların kullanımına ilgisi artmaktadır (Schoenlechner ve diğ. 2010; Alencar ve diğ. 2015).

Yüksek kaliteli glutensiz ürün üretimindeki son gelişmelere rağmen, ekmek, bisküvi, pasta ve makarna gibi tahıl esaslı ürünlerde glutenin yerini almak hala önemli bir teknolojik zorluk oluşturmaktadır. Glutensiz fırın ürünlerinin gluten özelliklerini taklit etmek için geliştirilen en önemli yaklaşımlardan bazıları sakız, hidrokolloid ve protein esaslı bileşenlerin ilavesiyle ilgilidir.

Amarant, karabuğday ve kinoa yaşlılar, çocuklar, yüksek performanslı sporcular, şeker hastaları ve özellikle çölyak hastaları ve gluten veya laktoz intoleransı olan hastalar için tercih edilen gıdalar arasında olmaya ve bu yalancı tahılların tüketimi önemli ölçüde artmaya başlamıştır (Valcárcel-Yamani ve Lannes 2012). Çölyak hastaları için glutensiz ürün çeşitlerinin bol, kolay erişebilir ve uygun fiyatta olmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Kömen 2010). Kraker, bisküvi ve kurabiyeler, düşük üretim maliyetleri, daha fazla kazanç getirisi ve uzun raf ömrü nedeniyle, tüm dünyada pişmiş yiyecekler arasında en büyük atıştırılabilirlik kategorisini temsil etmektedir.

Kinoa, süt proteinine benzer biyolojik değerde ve yüksek protein içeriğine (%14-16) sahip olan bir yalancı tahıldır. Kinoa tohumlarındaki lipidler, soya yağına benzeyen yüksek kalitede yağ asidi içermektedir ve amino asit bakımından zengin olup özellikle histidin ve lisin amino asitlerini fazlaca içermektedir (Chillo ve diğ. 2008). Kinoa, besin değerleri açısından protein, yağ, diyet lifi, B vitaminleri, kül ve mineraller, özellikle de demir, kalsiyum, sodyum, magnezyum bakımından zengin

içeriğe sahiptir (Pagano 2006; Nsimba ve diğ. 2008). Kinoa normal kişilerde folat kaynağı için bir alternatif olmaktadır ve arabinozdan oluşan diyet lifi ve arabinoz bakımından zengin pektik polisakkaritleri içerdiğinden dolayı gastro koruyucu bir etki göstermektedir (Nascimento ve diğ. 2014). Acımsı bir tat veren saponin ile kaplı olması nedeniyle kinoa, pişirmeden önce birkaç kez durulanmalıdır. Çok kısa sürede pişip harika tat vermesinden dolayı çoğu tarifte pirincin yerini kolayca alabilmektedir (Pagano 2006).

Amarant, süt proteinlerinden daha iyi biyolojik değere (yumurta proteininin biyolojik değerinin %80'i) sahiptir ve esansiyel amino asitler açısından çok zengindir. %12-18'lik bir protein içeriğine sahip olan amarant; karşılama potansiyeline sahip, lisin açısından zengin yüksek proteinli bir tahıl olarak bilinmektedir. Amarant unu, diğer tahıl unlarıyla kıyaslandığında özellikle demir, potasyum, fosfor, kalsiyum, çinko ve magnezyum açısından daha fazla mineral, vitamin, diyet lifi, yağ ve skualen içeriğine sahip olduğu bulunmuştur (Chillo ve diğ. 2008; Gambuś ve diğ. 2009). Gerçek tahıl tanesi olmasa da amarant tohumu bir tahıl gibi kullanılır. Aynı zamanda hem jelatinimsi hem de biraz gevrek bir dokusu vardır. Kıvam verme özelliğinden dolayı amarant ve unu, çorbalara, güveçlere ve tatlılara katılabilir, kahvaltılık yulaf lapası gibi kullanılabilir; patlamış mısır gibi patlatılabilir (Pagano 2006). Ayrıca amarant ve kinoa tahılları; reolojik özellikleri, duyuşal özellikleri, besin profili ve kararlılığı ile glutensiz gıdalara mısır esaslı formülasyonlardakine benzer bir doku kazandırmaktadır. Buna paralel olarak da tadı, kokusu ve lezzeti, tüketici tercihlerini etkilemekte ve güçlendirmektedir (Nascimento ve diğ. 2014).

Karabuğday, temel besin değeri bakımından tahıllara benzese de yüksek oranda lisin ve arjinin içermesi nedeniyle protein bakımından yüksek besin kalitesine sahiptir ve proteinleri dengeli amino asit bileşimi içermektedir. Ayrıca karabuğday yüksek düzeyde nişasta, diyet lifi, bazı mineraller (Zn ve Mn), vitaminler (B₁, B₂ ve E), flavanoid ve polifenoller içermektedir (Skrabanja ve diğ. 2004; Bilgiçli 2009; Nikolić ve diğ. 2011; Torbica ve diğ. 2012).

Tablo 1.1'de amarant, krabuğday ve kinoanın kimyasal bileşimleri (%) verilmiştir.

Tablo 1.1: Amarant, karabuğday ve kinoanın kimyasal bileşimleri (%)

Yalancı Tahıl Çeşitleri	Protein	Yağ	Diyet Lifi	Kül	Kaynaklar
Amarant	12.50-21.50	4.90-10.90	8.81-20.06	1.87-8.73	Sindhuja ve diğ. 2005; Alvarez-Jubete ve diğ. 2009; Alvarez-Jubete ve diğ. 2010 ^b ; Shevkani ve diğ. 2014; Kahlon ve Chiu 2015; Kachiguma ve diğ. 2015; Tanimola ve diğ. 2016; Kurek ve diğ. 2018; Shahbaz ve diğ. 2022
Karabuğday	6.82-15.02	1.22-5.39	11.25-29.50	1.33-3.11	Skrabanja ve diğ. 2004; Alvarez-Jubete ve diğ. 2010 ^b ; Qin ve diğ. 2010; Kahlon ve Chiu 2015
Kinoa	10.01-16.90	4.00-7.60	8.51-19.70	1.20-7.70	Ogungbenle 2003; Nowak ve diğ. 2016; Diaz-Valencia ve diğ. 2018

Son yıllarda kinoa, amarant ve karabuğdayın bileşimleri ve bazı unlu mamullerde kullanımları üzerine çalışmalar yapılmıştır. Hayıt ve Gül (2019) tarafından farklı oranlarda (%5, 10, 20 ve 30) kinoa ununun eklendiği ekmeklere kısmi pişirip dondurarak pişirme yöntemi uygulanmış ve 0, 5, 10, 15, 30, 45 gün depolama sürecindeki kimyasal, fiziksel, tekstürel ve duyuşal özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Kinoa ununun %30 oranına kadar formülasyona ilave edilmesinin uygun olduğu ve glutensiz ekmeklerin 45 güne kadar kısmi pişirilerek dondurulup depolanabileceği tespit edilmiştir.

Aygün (2021) buğday unu ile üretilen Türk mantısının hamur formülasyonuna %0, 5, 10, 15 ve 20 oranlarında amarant unu ve kinoa unu ikame ederek toplamda 9 farklı mantı üretmiş ve bu mantıların fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini incelemiştir. Kinoa ve amarant ununun ilave oranının artmasıyla mantıların yağ, protein, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, renk a^* değerlerinin arttığı, renk L^* değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen duyuşal analizde ise tüm örnekler kabul sınırları içinde değerlendirilmiştir.

Nascimento ve diğ. (2014)'te Arjantin'in kuzeyinde yetiştirilen ve büyük miktarda tüketilen kinoa, amarant ve mor mısırın mineral profilleri belirlenmiş, pirinç ile mukayese edilmiş ve bu tahılların demir, bakır, manganez ve çinko içeriklerinin pirinçten daha fazla olduğu bildirilmiştir. Çalışmada, bu tahılların ve pirincin potasyum kaynaklarıncı zayıf oldukları da belirtilmiştir.

Her birinden beşer cins toplanan yalancı tahılların (karabuğday, amarant ve kinoa) toplam polifenol içeriklerinin ve toplam antioksidan kapasite değerlerinin incelendiği bir çalışmada (Vollmannová ve diğ. 2013); en düşük toplam polifenol içeriği açısından kinoa, en düşük toplam antioksidan kapasitesi açısından karabuğday bulunurken; en yüksek değerlere amarantın sahip olduğu görülmüştür.

Alvarez-Jubete ve diğ. (2010^a) tarafından yapılan çalışmada amarant, kinoa, karabuğday ve buğdaydan elde edilen metanolik ekstraktların polifenol kompozisyonları ve antioksidan özellikleri incelenmiş ve tanelerin filizlenmesi ve pişirilmesi gibi iki işleme yönteminin ardından bu özelliklerin nasıl etkilendikleri değerlendirilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği, karabuğdayda belirgin olarak daha yüksek bulunmuştur ve bunu sırasıyla kinoa, buğday, amarant izlemiştir. Çalışmada antioksidan kapasite değeri de en yüksek karabuğdayda bulunmuştur. Toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivite değerlerinin tahılların filizlenmesiyle arttığı ve ekmek yapımından sonra ise bir düşüş olduğu görülmüştür. Genel olarak kinoa ve karabuğday tanelerinin ve filizlerinin glutensiz ekmek gibi gıdalarda polifenol içeriği gibi besleyici özellikleri arttırmak için potansiyel kaynaklar oldukları belirtilmiştir.

Amarant unu ile yapılan glutensiz spagettilerin hamurunda %10.7 oranında kinoa, bakla ve nohut unu kullanımının kaliteye etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Chillo ve diğ. 2008), kinoa, nohut ve bakla unlarının ilavesinin, amarantlı spagettinin kalitesi üzerinde farklı etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Kuru halde, nohut unu ilaveli amarantlı spaghetti durum irmiğiyle üretilen kontrole göre daha düşük bir kırılma duyarlılığı sunarken, kinoa ve bakla unu ilaveli amarantlı spagettiler belirgin farklılık göstermemiştir. Tüm örneklerin kontrolden daha fazla pişirme kaybına, daha düşük pişirme direncine ve enstrümantal yapışkanlığa sahip olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte spagettiler duyu analizde yapışkanlık, hacim ve sıklık özellikleri açısından farklılık göstermemiştir.

Amarant, kinoa ve karabuğdaydan üretilen glutensiz makarnalarının fonksiyonel özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada (Schoenlechner ve diğ. 2010), makarnanın amaranttan üretilmesi buğday unu ile üretilen kontrol makarnaya göre makarnanın doku sertliğini, pişirme süresini azaltmış; pişirme kaybını arttırmıştır. Kinoa makarnada artan pişirme kaybı, azalan doku sertliği ve pişirme süresi görülmüş ve karabuğdaylı makarnada en az olumsuz etki gözlenmiştir. Karabuğday unu, glutensiz

hamur matrisini ve makarna kalitesini geliştirmede en iyi etkiyi gösterirken buğday unundan üretilen makarnaya göre doku sertliği benzer bulunurken ve pişirme kaybı daha düşük çıkmıştır.

Amarant, karabuğday ve keten tohumu unlarının mısır unu, patates nişastası veya pirinç ezmesi ile üretilmiş glutensiz kek ve bisküvilere ikame edildiği ve ürünlerin kalitesinin incelendiği bir çalışmada (Gambuś ve diđ. 2009), bu ilaveler ile ürünlerin beslenme kalitelerinin arttığı belirlenmiştir. Ürünlerin tümünün protein, diyet lifi ve amino asit içeriğinde; keten tohumu unu eklenen ürünlerin α -linolenik asit miktarında önemli artış gözlenmiş ve bu ürünlerin tamamının kontrol örneklerinden daha fazla mineral madde (potasyum, fosfor, magnezyum, kalsiyum, demir, manganez, çinko ve bakır) içerdikleri tespit edilmiştir. Çalışmada %40 karabuğday unu ve %30 amarant unu ile desteklenmiş bisküvinin (%15) esansiyel amino asit oranı kontrol bisküvinin (%6) yaklaşık 2.5 katı olarak bulunmuş olup, bu bisküvi tüketici beğenilirlik testinde de bisküviler içinde en yüksek puanı (4.83/5.00) almıştır. Sonuçlarda ayrıca, tüm pandispanya keklerinin duyusal kabul edilebilirlik puanlarının yüksek (>4.51/ 5.00) olduğu da görölmektedir.

Yalancı tahılların unlu mamuller dışında ayran (Temen 2018), tavuk köftesi (Meral ve Kılınççeker 2022), puding (şaşmazer ve diğ. 2019) gibi çok çeşitli gıda alanlarında kullanımları üzerine de çalışmalar yapılmakta ve kullanım alanı yıldan yıla genişlemektedir.

1.2.3 Baklagiller

Baklagiller, Leguminosae familyasına ait yaklaşık 690 cins ve 17600 tür içeren dikotiledon bitki tohumlarıdır. Yenilebilir baklagiller arasında soya fasulyesi, bakla, bezelye, maş fasulyesi, küçük kırmızı fasulye, mercimek, börölce, barbunya, sümbül fasulyesi ve güvercin fasulyesi bulunur. Gelişmekte olan ölkelerde baklagiller, özellikle düşük gelirli olanlar için tahıldan sonra en büyük ikinci insan gıda kaynağıdır (Du ve diğ. 2014). Baklagiller pahalı et ve balık proteinine karşı iyi bir alternatiftir. Depolama ömürlerinin uzun olması, nakliyesinin kolay olması ve maliyetinin düşük olması tüketiciler için cazip noktalardır (Hacıseferoğulları ve diğ. 2003).

Baklagiller, çeşitli sağlık yararları sunarlar ve karmaşık karbonhidratlar, proteinler ve diyet lifinin yanı sıra önemli miktarlarda vitamin ve mineral kaynağıdır. İnsan gıdalarındaki çeşitliliği zenginleştirmek ve geliştirmekte olan ülkelerde ucuz bir protein kaynağı sağlamak için kullanılırlar. Baklagil tanelerinin protein içeriği 100 g'de 17 g ile 40 g arasında değişmekte olup bu değer tahıllarinkinden (7-14 g/100 g) çok daha yüksektir ve yaklaşık olarak etin protein içeriğine (18-25 g/100 g) eşittir (Du ve diğ. 2014; Rodehutsord ve diğ. 2016). Ayrıca diyet lifleri ve karmaşık karbonhidratlar açısından da yüksek içeriğe sahiptir, yağ içeriği ise düşüktür. Baklagilleri, besin profili açısından atıştırmalık gıdalar, bebek mamaları, sporcular için tasarlanmış gıdalar, tahıl ürünleri, ekmekek, makarna, çorbalar, tahıl barları, et gibi işlenmiş gıdalarda kullanmak çok idealdir. Yüksek yağ ve su bağlama kapasitesine sahip olan baklagillerden bazılarının, soslar, soslar, çorbalar, şekerleme, çikolatalar ve donmuş tatlılarda kullanımı çok uygundur (Asif ve diğ. 2013).

Baklagiller ekonomik protein kaynağı olmasına rağmen kullanımı halen çok sınırlı kalmaktadır. Kişi başına tüketilen günlük baklagil ürünleri miktarı Asya'da yaklaşık 110 g iken bu miktarın ABD'de 9 g olduğu görülmektedir. Bu yüzden, fazla baklagil tüketimi olan Asya'da nüfusun koroner kalp hastalıkları riski düşük bulunmuştur. Baklagiller, kolesterol ve trigliseritleri düşürmeye yardımcıdır (Asif ve diğ. 2013).

Bakla, depolama ömrü uzun, taşınması kolay ve maliyeti düşük olan bir baklagildir (Altuntaş ve Yıldız 2007). Bakla %25.2-39.7 protein, %1.5-2.1 lipid, %2.7-4.5 kül ve %10.3-27.5 diyet lifi içermektedir (Chillo ve diğ. 2008; Alghamdi 2009; Rugheim ve Abdelgani 2012; Labba ve diğ. 2021). Protein oranı yüksek olduğundan pahalı et ve balık proteinlerine iyi bir alternatiftir. Bakla taze olarak tüketildiği gibi kurutulularak da tüketilmektedir. Bakla ile protein açısından zengin fakat maliyeti alternatiflerine göre düşük olan yiyeceklerin hazırlanması mümkündür. Özellikle tahıl diyetlerine tamamlayıcı bir ürün olarak kullanılabilir. Aynı zamanda hayvan yemi olarak da kullanılır (Altuntaş ve Yıldız 2007; Chillo ve diğ. 2008).

Maş fasulyesi %14.6-32.6 protein, %0.7-2.7 lipid, %20.3-35.9 diyet lifi ve %2.8-4.1 kül içermektedir (Amarteifio ve Moholo 1998; Zia-Ul-Haq ve diğ. 2008; Dahiya ve diğ. 2013; Dahiya ve diğ. 2015; Karataş ve diğ. 2017). Maş fasulyesi yüksek lizin

ve düşük metiyonin içeriğine sahip olması nedeniyle tahıl proteinlerini tamamlamak için çok uygundur. Ayrıca, maş fasulyesi yağı linoleik asit (%36.9-37.3) bakımından son derece zengindir (Zia-Ul-Haq ve Ahmad 2008). Maş fasulyesi esansiyel yağ asitleri, mineraller ve tokoferol için iyi bir kaynaktır. Maş fasulyesi çorbalara, sebze ya da et yemeklerine katılarak kullanılabilirdiği gibi, haşlanmış olarak bir tatlıya, ekmeğe, pastaya katılarak da tüketilebilir. Maş fasulyesi unu ise çeşitli atıştırmalık yiyeceklere katılır. Eşsiz lezzeti ve işlevselliği göz önüne alındığında maş fasulyesi unu, buğday unu ile yer değiştirilerek kullanıldığında ürünün reolojik özelliklerini önemli ölçüde değiştirmemektedir. Kraker, kurabiye, ekmek, pizza, şehriye, kek gibi ürünlerde protein açısından zengin gıdaların üretimi için büyük potansiyele sahiptir. Katıldığı ürünün lezzetini arttırıp protein içeriğini zenginleştirdiği için gelecek vaat eden bir üründür (Asif ve diğ. 2013).

Börülce siyah gözlü bezelye olarak da bilinen bir baklagildir. Börülce %17.5-32.5 protein, %1.3-3.0 lipid, %9.4-36.8 diyet lif ve %3.2-4.2 kül içermektedir (Zia-Ul-Haq ve diğ. 2010; Antova ve diğ. 2014; Naiker ve diğ. 2019). Börülce zengin bir protein kaynağıdır ve börülcedeki proteinler izolösin, lizin ve fenilalanin esansiyel amino asitlerince zengindir. Kalsiyum, potasyum, fosfor, çinko ve demir gibi birçok mineral bakımından da iyi bir besin ögesi kaynağıdır. Börülcede yağ oranı düşük olup doymamış yağ asitleri toplam yağ asitlerinin üçte ikisinden fazlasını oluşturmaktadır ve kolesterol bulunmaz. Fırında pişirilmiş gıda ürünlerinin temel amino asit dengesini iyileştirmek için gıdaların yüksek lizin içeriğine sahip börülce unu ile zenginleştirilmesi çalışmalarına ilgi giderek artmaktadır (Kerr ve diğ. 2001; Hallén ve diğ. 2004; Asif ve diğ. 2013)

Tablo 1.2’de bakla, börülce ve maş fasulyesinin kimyasal bileşimleri (%) verilmiştir.

Tablo 1.2: Bakla, börülce ve maş fasulyesinin kimyasal bileşimleri (%)

Baklagil çeşidi	Protein	Yağ	Diyet Lifli	Kül	Kaynaklar
Bakla	22.70-39.70	1.06-3.03	12.19-27.50	2.72-4.50	Haciseferoğulları ve diğ. 2003; Alghamdi 2009; Rugheim ve Abdelgani 2012; Karataş ve diğ. 2017; Kumar ve Pandey 2020; Labba ve diğ. 2021
Börülce	17.31-32.50	1.12-5.54	9.36-27.59	2.71-4.49	Hussain ve Basahy 1998; Boukar ve diğ. 2011; Owolabi ve diğ. 2012; Antova ve diğ. 2014; Iqbal ve diğ. 2018; Naiker ve diğ. 2019; Kumar ve Pandey 2020
Maş Fasulyesi	14.60-32.60	0.71-2.70	7.00-35.86	0.17-5.87	Aziah ve Zainon 1997; Anwar ve diğ. 2007; Dahiya ve diğ. 2013; Dahiya ve diğ. 2015; Ratnawati ve diğ. 2019; Kumar ve Pandey 2020

Literatürde bazı çalışmalarda baklagil unlarının ekmek (Hallén ve diğ. 2004), kraker (Han ve diğ. 2010; Kamel ve diğ. 2020), bisküvi (Kohajdová ve diğ. 2013; Fathonah ve diğ. 2019), muffin (Ataman ve Gül 2020), erişte (Hosta 2012), tarhana (Aslankara 2013) gibi unlu mamullerde kullanılmasıyla ürünlerin besinsel içerikleri zenginleştirilmeye çalışılmış ve unlu mamullerin üretimine uygunluğu araştırılmıştır. Özellikle de glutensiz ürünlerde çalışmalar yapılarak çölyak hastaları için besin içeriği zenginleştirilmiş alternatif ürünler geliştirilmiştir.

Börülce ununun standart ekmek formülasyonundaki buğday ununa %5, 10, 15 ve 20 oranlarında karıştırıldığı bir çalışmada (Hallén ve diğ. 2004), karışımlardaki börülce unu seviyesinin artmasıyla unun ve ekmeğin kül ve protein içeriklerinin arttığı ve ekmeklerin renginin de koyulaştığı görülmüştür. Ayrıca, unun su absorpsiyon miktarında artış olmuş ve hamurun farinografik ve ekstansografik özellikleri de değişmiştir. Börülce unu ilavesinin artmasıyla ekmeklerin hacmi düşse de kontrol ekmeği ile kıyaslandığında börülce unu ilaveli ekmekler için genel olarak duyuusal anlamda kabul edilebilir sonuçlar elde edilmiştir.

Han ve diğ. (2010)'un yapmış olduğu çalışmada, piyasada bulunan 9 adet bakliyat fraksiyonu (nohut, yeşil ve kırmızı mercimek, barbunya, beyaz fasulye unları ile yeşil bezelye unu, bezelye proteini ve bezelye lif izolatları) glutensiz kraker üretiminde kullanılmıştır. Sonuç olarak tüm krakerlerde açık renk, iyi lezzet ve gevrek yapı görülmüştür. Kabul edilebilirlik verilerine, işleme özelliklerine ve bir endüstri ortağıyla istişareye dayanarak nohutlu kraker formülasyonu, ticari ölçekli bir işletme denemesi için geliştirilmiş ve özellikleri piyasada satılan glutensiz krakerlerle

karşılaştırmıştır. Geliştirilen nohut krakerlerinin bileşim ve besin özellikleri genel olarak piyasadaki mevcut glutensiz krakerlerle benzer bulunmuştur. Ancak, piyasadaki mevcut krakerler porsiyon başına günlük demir ihtiyacının %0-2'sini karşılarken nohutlu krakerin ihtiyacın %6'sını karşılayabileceği tespit edilmiştir.

Glutensiz mısır ve patates unu ile üretilen kontrol kraker formülasyonuna %40 oranına kadar yağı alınmış soya fasulyesi ve nohut unlarının eklenerek besinsel açıdan zenginleştirilmeye çalışılmıştır ve üretilen baklagil unlu krakerler kontrol krakerden 2 kattan daha fazla protein değeri verirken karbonhidrat içeriği azalmıştır. Baklagil krakerlerin amino asit profili gelişirken özellikle esansiyel amino asit olan lizin içeriği kontrolden 3 kata kadar daha yüksek değer vermiştir. Duyusal olarak tüm krakerler kontrol krakerden düşük puan almış olsa da %20 oranında yağı alınmış soya fasulyesi ve nohut unu katkılı krakerler panelistler tarafından oldukça kabul edilebilir düzeyde puan almışlardır (Kamel ve diğ. 2020).

Bezelye ununun kraker bisküvi üretimine uygunluğunun araştırıldığı bir çalışmada (Kohajdová ve diğ. 2013), bezelye unu %0, 10, 20 ve 30 oranlarında buğday unu ile üretilen kraker bisküviye eklenmiştir. Bezelye ununun oranı arttıkça kül ve protein miktarı artmıştır. Duyusal açıdan değerlendirmelerde bezelye unu eklenmemiş kraker bisküvi en yüksek puanı alırken %10 bezelye unu içeren kraker bisküvi bezelye unu eklenmemiş kraker bisküviye göre önemli bir farklılık göstermemiştir. %10'dan daha yüksek seviyelerde bezelye ununun eklenmesi ürünlerin koku, tat, sertlik, renk ve genel kabulünü olumsuz etkilemiştir.

Fathonah ve diğ. (2019) %60 maş fasulyesi unu, %15-22.5 pirinç unu, %17.5-25 mısır nişastası, %7-10 yumurta akı içeren 8 farklı bisküvi üretmiş ve bu bisküvilerin duyusal özelliklerini incelemiştir. Formül 1'i (%15 pirinç unu, %25 mısır nişastası ve %7 yumurta beyazı) içeren maş fasulyeli bisküviler en yüksek duyusal aroma, tatlılık ve duyusal kalite puanlarını almıştır. Genel puanlamada en yüksek puanı formül 5'i (%20 pirinç unu, %20 mısır nişastası, %7 yumurta beyazı) içeren maş fasulyeli bisküviler alırken, duyusal renk, çıtırılık ve maş fasulyesi lezzetinde en yüksek puanları formül 7'yi (%22.5 pirinç unu, %17.5 mısır nişastası, %10 yumurta akı) içeren maş fasulyeli bisküviler almıştır.

Ataman ve Gül (2020) tarafından kırık leblebi ununu (KLU) 4 farklı oranda (%0, 10 ve 30) kek unu ile yer değiştirerek muffin üretilmiş ve bu muffinlerin fiziksel, yapısal,

tekstürel ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. KLU oranı artmasıyla mufinlerin protein, kül ve toplam diyet lif değeri artmıştır. %20 KLU kullanım düzeyine kadar mufinlerin tekstürel ve duyuşal özelliklerinde olumsuz bir etki saptanmamış, fakat KLU ekleme oranının %30'a çıkarılmasıyla bu özelliklerde sınırlı düzeyde bir gerileme olduğunu bildirmişlerdir. Bu yüzden mufin ve farklı kek üretimlerinde %20 oranına kadar KLU'nun kullanılabilceğini belirlemişlerdir.

Farklı baklagil unları ile zenginleştirilmiş glutensiz pirinç eriştelerinin kalite ve bazı besinsel özelliklerinin incelendiği çalışmada (Hosta 2012), erişte üretiminde pirinç ununa %30, 40 ve 50 oranlarında bezelye, nohut veya kırmızı mercimek unları ikame edilmiştir. Çalışmada baklagil unlarının pirinç eriştesine eklenmesiyle besinsel lif, fenolik madde, tiamin, riboflavin ve niasin içerikleri ile antioksidan kapasite değeri arttığı belirlenmiştir. En yüksek besinsel lif içeriği ve antioksidan kapasite değeri nohut unu katkılı pirinç eriştelerinde tespit edilmiştir. Duyusal analizlerde kontrol örneği de dahil olmak üzere tüm erişte örneklerinin kabul edilebilir nitelikte olduğu gözlenmiştir. Yüzey ve çiğneme özellikleri ile çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri açısından kontrol pirinç erişteleri ile baklagil unu katkılı erişteler arasında fark bulunmamıştır. Tat açısından en yüksek puanı ise %30 ve 50 mercimek unu katkılı pirinç erişteleri almıştır. Baklagil unu ilave edilmiş pirinç eriştesi örneklerinin, tahıl içerikli gıdalarda sınırlı seçim şansı olan çölyak hastaları için umut verici gıdalar oldukları belirtilmiştir.

Aslankara (2013) tarhana tozuna %25 ve 50 oranlarında barbunya tozu ikame etmiş ve çalışmada tarhanaların viskozite ve duyuşal testleri analiz edilmiştir. Duyusal değerlendirmede en yüksek puanları %25 barbunya tozu ikame edilmiş tarhananın aldığı görülmüş ve sonuç olarak; diyet lifi, antioksidan ve protein değeri yüksek olan barbunyanın toz haline getirilerek tarhana çorbasında %25 oranında ikame edilerek kullanılabilceği belirtilmiştir.

1.2.4 Modifiye Atmosferde Paketleme

Modifiye Atmosferde Paketleme (MAP) birçok gıda ürününde yaygın olarak kullanılan yeni ambalajlama yöntemlerinden biridir. Bu yöntem ile gıdaların etrafını çevreleyen atmosferik gazların oranları değıştirilerek raf ömrü önemli ölçüde

uzatılmaktadır. MAP için CO₂ (karbondioksit), O₂ (oksijen) ve N₂ (azot) gazları kullanılmaktadır. MAP uygulamalarında O₂ konsantrasyonu genellikle atmosferik seviyelerin altında olmaktadır. Aerobik mikroorganizmalar, proteolitik bakteriler, mayalar ve mantarların büyümesini engellemek, mikrobiyolojik kaynaklı gıda bozulmalarını ve lipidlerde oluşan oksidatif bozulma tepkimelerini azaltmak veya önlemek için CO₂ gazı önem arz etmektedir. CO₂ gazı mikrobiyal olarak mikroorganizmanın hücre içine nüfuz ederek pH'yı düşürmekte ve mikroorganizmaların üremelerine engel olarak depolama ve taşıma sırasında oluşabilecek olan kötü kokuyu da önlemektedir. Ayrıca, CO₂ gazı ortamdaki gaz atmosferi ile yer değiştirerek yağ ve yağ içeren ürünlerin oksijen ile temasını kesmekte ve oksidatif tepkimenin oluşumuna da engel olmaktadır. Buna ek olarak, CO₂ suda oksijenden daha fazla çözünerek oksijenle yer değiştirip acılaşıma gibi parçalanma reaksiyonlarını en aza indirmektedir. CO₂ gazının daha etkili olabilmesi için CO₂'nin yüksek konsantrasyonlarda (%20 veya daha fazla) uygulanması gerekmektedir. MAP uygulamalarında geri kalan iç dolgu gazın hacmini N₂ gazı oluşturmalıdır (Kotsianis ve diğ. 2002; Murcia ve diğ. 2003; Üçüncü 2007; Batu ve diğ. 2008).

MAP, birçok gıda ürününün tazeliğini muhafaza edebilir ve belirli koşullar altında gıda güvenliğini arttırabilir. Geleneksel ürün paketleme yöntemlerine kıyasla, MAP birçok önemli fayda sağlar ki bunların en önemlisi raf ömrünü uzatmaktır. MAP teknolojisi özellikle soğutulmuş, kısa raf ömrü olan düşük asitli gıdalarda, özellikle de minimum işlenmiş, aşırı bozulabilir gıdalarda etkilidir. Geliştirilmiş bir raf ömrü ve daha iyi kalitede muhafaza için et ürünleri, süt ürünleri ve fırıncılık ürünleri gibi hazır gıdalara uygulanır. Fırın ürünlerinin paketlenmesinde MAP teknolojisinin kullanımına ilgi son yıllarda giderek artmaktadır (Kotsianis ve diğ. 2002; Üçüncü 2007).

Fırın ürünlerinin raf ömrü atmosferik oksijen varlığında; oksidatif bozulma, aerobik mikroorganizmalarının çoğalması ve faaliyeti, böcek ve zararlıların saldırısı gibi etkilerle azalmaktadır. Bu etkiler gıdanın renk, lezzet, koku ve kalitesinde bozulmalara yol açmaktadır. Bununla birlikte, kuru pişmiş ürünlerdeki bozulmanın başlıca nedeni oksidasyondan kaynaklanmaktadır (Berenzon ve Saguy 1998). Bu yüzden kuru ve yağ içeriği yüksek olan bisküvi ve krakerlerin ambalajlarının iyi bir nem ve oksijen bariyer özelliği göstermesi gerekmektedir. MAP, oda sıcaklığında depolama koşullarında bile fırın ürünlerinin raf ömrünü önemli ölçüde uzatır ve ürünlerin kalitelerinin korunmasında önemli ölçüde katkı sağlar (Üçüncü 2007). MAP

uygulanmış fırın ürünlerinde kullanılacak gaz oranlarının sırasıyla %20 ile %50 CO₂ ve %80 ile %50 N₂ aralığında olması önerilmektedir. Fırın ürünlerinin korunması, kalite gerekliliklerinin karşılanması ve kusursuz bir ambalajlama için, paketteki oksijen oranının %1'in altına düşürülmesi ve gaz geçirmeyen, yani hava oksijeninin içeri girmesini ve ambalajdan koruyucu gaz çıkışını önleyebilecek nitelikte bir ambalaj kombinasyonu kullanılması gerekir. Bu amaçla, PVDC kaplanmış veya lamine edilmiş Poliester / LDPE, ya da iki tarafı PVDC kaplanmış veya lamine edilmiş vinil filmi / LDPE kombinasyonları önerilebilir (Kotsianis ve diğ. 2002; Üçüncü 2007).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Krakerlerin üretiminde kullanılan patates unu, ksantam gam (Tito, İzmir, Türkiye), margarin (Sana, İstanbul, Türkiye), kabartma tozu (sodyum pirofosfat-sodyum bikarbonat karışımı), pudra şekeri (Dr. Oetker, İzmir, Türkiye), tuz (Billur tuz, İzmir, Türkiye), amarant (*Amaranthus hypochondriacus*), kuru maş fasulyesi (*Vigna radiata*) (Ala Çiftçi, Mersin, Türkiye), beyaz kinoa (*Chenopodium quinoa*) (Delizia, İstanbul, Türkiye), karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) (Duru, Karaman, Türkiye), kuru iç bakla (*Vicia faba*), kuru börülce fasulyesi (*Vigna unguiculata*) (Noba, İstanbul, Türkiye) Denizli’de bulunan marketlerden temin edilmiştir.

2.1.1 Yalancı Tahıl Unlarının Hazırlanması

Amarant, kinoa ve karabuğday kahve-baharat değirmeninde (Felix wave FL 169, Güney İthalat ve Pazarlama A.Ş., İstanbul, Türkiye) delik aralıklarının 1.0 mm olan elekten (ASTME, Retsch, Haan, Almanya) geçecek partikül boyutlarına kadar öğütülerek yalancı tahıl unları elde edilmiştir.

2.1.2 Baklagil Unlarının Hazırlanması

Kuru haldeki iç bakla, börülce ve maş fasulyesi ayrı ayrı 1:3 (w/v) oranında su içinde basınçlı tencerede (Emsan) 30 dk süresince pişirilmiştir. Ardından fırın tepsilerine tek tabaka halinde yerleştirilen örnekler 50 °C’de 12-16 saat, nem içeriği %12’nin altında olacak şekilde hava akımlı turbo fırında (Silverline, İstanbul) kurutulmuştur. Kurutulan örnekler kahve-baharat değirmeninde (Felix, İstanbul) delik aralıklarının 1.0 mm olan elekten (ASTME, Retsch, Haan, Almanya) geçecek partikül boyutlarına kadar öğütülerek baklagil unları elde edilmiştir.

2.1.3 Krakerlerin Hazırlanması

Kraker üretiminde Han ve diğ. (2010)'un yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır. Kraker üretiminde kullanılan formülasyonlar Tablo 2.1'de verilmiştir. Yapılan ön denemelerle her hammaddenin ne kadar konulacağı belirlenmiştir. Her yalancı tahılın ve baklagilin su çekme miktarı farklı olduğu için istenilen hamur kıvamı elde edilinceye kadar su eklenmiş ve bu yüzden her ürüne eklenen su miktarında değişiklik meydana gelmiştir. Üretimin başlangıcında kuru hammaddeler 1 dk karıştırıldıktan sonra her ürün için Tablo 2.1'de belirtilen miktar kadar su eklenmiş ve karışım hamur yoğurma makinesinde (KHH30, Kenwood multione, Hampshire, İngiltere) önce düşük devirde 2 dk, sonra yüksek devirde 3 dk yoğurulmuştur. Ardından hamur elle toparlanarak 10 dk oda sıcaklığında dinlendirilmiştir. Daha sonra hamur merdaneye 2 mm'ye inceltilmiş ve kare şeklindeki kurabiye kalıbıyla 4 x 4 cm boyutlarında şekil verilmiştir. Tepsilere dizilen krakerlere hava akımlı (turbo) fırında 210 °C'de 12 dk pişirme uygulanmıştır. Şekil 2.1'de hammaddelerin, hammadde unlarının ve krakerlerin görüntüleri verilmiştir. Krakerler oda sıcaklığına soğutulduktan sonra 0. ay analizlerinde kullanılacak olan krakerler buzdolabı poşetlerine (LDPE) konulmuştur. Krakerlerin 0. ay duyu analizi ile tekstür analizleri kraker üretiminden 3 saat sonra ve ilk 24 saati içinde, diğer analizleri ise üretimden sonraki ilk 1 hafta içinde gerçekleştirilmiştir. Depolama sürecinde takip edilecek olan ürünlere ise seçilen gaz kompozisyonlarıyla modifiye atmosferde paketlenmiş ve ürünler analizlere kadar oda koşullarında muhafaza edilmişlerdir.

Tablo 2.1: Kraker Üretim Formülasyonları

Kraker kodu	Patates unu (g)	Patates nişastası (g)	Katkı yapılan un (g)	Su (mL)	Margarin (g)	Tuz (g)	Şeker (g)	Kabartma tozu (g)	Ksantam gam (g)
K	50.0	50.0	-	95.0	20.0	1.5	3.0	1.0	1.8
BAKK	30.0	-	70.0	130.0	20.0	1.5	3.0	1.0	1.8
BÖRK	30.0	-	70.0	130.0	20.0	1.5	3.0	1.0	1.8
MAŞK	30.0	-	70.0	110.0	20.0	1.5	3.0	1.0	1.8
AMRK	30.0	30.0	40.0	90.0	20.0	1.5	3.0	1.0	1.8
KABK	30.0	30.0	40.0	90.0	20.0	1.5	3.0	1.0	1.8
KİNK	30.0	30.0	40.0	80.0	20.0	1.5	3.0	1.0	1.8

K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker



Şekil 2.1: Hammaddelerin, hammadde unlarının ve krakerlerin görüntüleri

PAN: Patates nişastası, PAU: Patates unu, BAK: Bakla unu, BÖR: Börülce unu, MAŞ: Maş fasulyesi unu, AMR: Amarant unu, KAB: Karabuğday unu, KİN: Kinoa unu, K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker

2.1.4 Krakerlerin Paketlenmesi

Hazırlanan krakerler 25'er adetli olarak Polietilen/ Poliamid/ Etilen Vinil Alkol/ Poliamid/ Polietilen (PE/PA/EVOH/PA/PE, kalınlık: $65\pm 5 \mu\text{m}$, O_2 geçirgenliği (23°C -%0 RH) $< 3 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ gün ve su buharı geçirgenliği (38°C -%90 RH) $< 12 \text{ g}/\text{m}^2$ gün) plastik lamine poşetlere (25 cm x 25 cm, KRCPACK, İstanbul, Türkiye) doldurularak MAP1: %100 N.A.K. (hava: %21 O_2 + %79 N_2), MAP2: %45 CO_2 + %55 N_2 , MAP3: %80-100 CO_2 ve MAP4: %100 N_2 içeren 4 farklı atmosfer koşullarında paketlenmiştir (Seles, DZ-260 model, Pekin, Çin).

2.1.5 Paketlenen Krakerlerin Gaz Bileşimlerinin Ölçülmesi

Paketlenen krakerler oda koşullarında 12 ay boyunca depolanmıştır. Her 3 ayda bir farklı MAP koşullarında paketlenmiş kraker çeşitlerinin paket içindeki gaz bileşimleri (%) gaz analizör cihazı (Dansensor, checkpoint, PBI, Ringsted, Danimarka) ile analizör şırıngasının ucundaki iğnenin pakete batırılarak % O_2 ile % CO_2 oranlarının ölçülmesiyle belirlenmiştir. Paketteki N_2 oranı ise O_2 ve CO_2 oranlarının toplamının 100'den çıkarılmasıyla hesaplanmıştır.

2.2 Yöntem

Üretilen krakerlerde nem, kül, protein, yağ, amino asit ve yağ asidi kompozisyonu, çözünür, çözünmeyen ve toplam diyet lifi, mineral madde kompozisyonu, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite, peroksit sayısı, *p*-anisidin, renk, tekstür, taramalı elektron mikroskobu görüntüsü bulma analizleri ve duyu analizi gerçekleştirilmiştir. Krakerler arasındaki farklılıkların olası nedenlerini belirleyebilmek için nem, kül, protein, yağ, çözünür ve çözünmeyen diyet lifi, toplam diyet lifi, amino asit kompozisyonu, yağ asidi kompozisyonu, mineral madde, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve renk analizleri kraker üretiminde kullanılan hammaddelerde de yapılmıştır.

Çalışmada bazı analizler depolamanın 3, 6, 9 ve 12. aylarında tekrarlanmıştır. Belirtilen aylarda paket açılmadan önce paketlerde gaz ölçümü yapılmış, ardından

paketler açılarak krakerlerde tekstür, renk, peroksit sayısı, *p*-anisidin değeri, toplam fenolik madde, antioksidan aktivite analizleri ile duyu analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmadaki denemeler 2 tekerrürlü ve analizler 2 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir.

2.2.1 Kimyasal Analizler

2.2.1.1 Nem Miktarı Tayini

Nem miktarı tayini AOAC (1990)'a göre gerçekleştirilmiştir. Analiz için, önceden sabit ağırlığa getirilen cam kurutma kaplarına, hammadde ve öğütülmüş kraker numunelerinden tartılmış, sonrasında bu kaplara sabit ağırlığa ulaşincaya kadar yaklaşık 4 saat 105 ± 2 °C'deki etüvde (UNB 400, Memmert GmbH+Co. KG, Schwabach, Almanya) kurutma işlemi uygulanmıştır. Kurutmayla uzaklaşan su miktarı saptanmıştır. Bu değer, numunelerin başlangıçtaki ağırlığına oranlanarak nem oranı (%) hesaplanmıştır.

2.2.1.2 Kül Miktarı Tayini

Örnekler, sabit tartıma getirilmiş porselen kroze içerisine tartıldıktan sonra üzerlerine etil alkol damlatılarak ön yakma işlemi uygulanmıştır. Ardından bu krozeler, kül fırınında (Elektro-mag M1813, İstanbul, Türkiye) 550 °C kalıntı beyaza yakın renk alana ve sabit ağırlığa ulaşincaya kadar (yaklaşık 8 saat) yakılmıştır. Yakma işlemi sonunda krozelerde bulunan kül miktarı, başlangıçtaki örnek miktarına oranlanarak örneklerin % kül miktarı hesaplanmıştır (AOAC 1990).

2.2.1.3 Protein Miktarı Tayini

Kraker ve hammadde örneklerinin protein tayini AOAC (1990)'a göre Kjeldahl Metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Patates unu ve nişastası, baklagil unları, kontrol ve baklagil unu içeren krakerlerin sonuçları 6.25 faktörü ile yalancı tahıl unu

ve yalancı tahıl unu içeren krakerlerin sonuçları 5.70 faktörü ile çarpılarak örneklerin ham protein oranları hesaplanmıştır.

2.2.1.4 Amino Asit Kompozisyonu Tayini

Numunelerin amino asit kompozisyonu analizleri Bilgin ve diğ. (2018)'e göre LC-MS/MS cihazı (Agilent Infinity 1260 HPLC sistemi, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, ABD) ve Jasem LC-MS/MS amino asit kitleri (Sem Laboratuvar Cihazları Pazarlama San. ve Tic., İstanbul, Türkiye) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yönteme göre ilk olarak 0.5 g örnek 110 °C'de 24 saat vidalı kapaklı bir cam tüpte 4 mL asidik hidroliz reaktifi-2 ile hidrolize edilmiştir. Hidrolizat oda sıcaklığında 4000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiş ve süpernatanttan 100 µL alınarak 1 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır. Seyreltme işlemi bir kez daha tekrarlanmış ve örneklerin 800 kat seyreltilmiş hidrolizatları elde edilmiştir. 50 µL hidrolizat üzerine sırasıyla, 50 µL kararlı izotop etiketli iç standart karışımı ile 700 µL reaktif-1 eklenerek kit numune hazırlıkları gerçekleştirilmiştir. Ardından karışımlar 5 s vortekslenmiştir. Hazırlanan bu karışımın 3 µL'si Agilent 1260 Infinity HPLC sistemi (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, ABD) kullanılarak Jasem amino asit analitik kolonuna 30 °C'de enjekte edilmiştir. Kromatografik ayırım, gradient programlı mobil faz A ve B kullanılarak 0.7 mL/dk akış hızıyla 7.5 dk içerisinde gerçekleşmiştir. Optimal MS dedektörünün parametreleri; kurutma gazı sıcaklığı 150 °C, kurutma gazı akışı 10 L/dk, nebulizer basıncı 40 psi ve kapiler voltajı 2000 V olarak ayarlanmıştır. Esansiyel olan ve esansiyel olmayan amino asitler toplamda 19 adet amino asit mg/100 g olarak tespit edilmiştir.

2.2.1.5 Yağ Miktarı Tayini

Yağ miktarı tayini AOAC (1990)'a göre Soxhlet Metodu kullanılarak yapılmıştır. Analiz için 10 g örnek selüloz kartuş içine tartılıp Soxhlet cihazına (Tip 1042 Soxhlet cihazı, GFL, Burgwedel, Almanya) yerleştirilip çözücü olarak petrol eteri kullanılarak ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. İşlem sonunda Soxhlet balonu içindeki yağ ile petrol eteri rotary evaporatöründe (R-100 Buchi Rotary Evaporatörü,

Buchi, Flawil, İsviçre) ayrıştırılmıştır. Ayrışmayıp balonda kalan petrol eteri 105 °C'deki etüvde 1 saat kadar bekletilerek uzaklaştırılmıştır. Analiz sonucunda yağın ağırlığı başlangıçtaki örnek miktarının ağırlığına oranlanarak ham yağ içeriği (%) hesaplanmıştır.

2.2.1.6 Yağ Asidi Kompozisyonu Tayini

Analizin ön hazırlık aşaması olan örneklerden yağ ekstrakte etme aşamasında yağ, petrol eteri kullanılarak Soxhlet yöntemi ile ekstrakte edilmiştir. Elde edilen yağların yağ asidi kompozisyonu analizi AOCS (1990) metoduna göre yapılmıştır. Ekstrakte edilen yağdan kapaklı cam tüp içine 0.1 g tartılarak üzerine 2 mL hekzan eklenip çalkalanmıştır. Sonrasında karışımın içine 0.2 mL 2 N metanollü KOH çözeltisi eklenerek tekrar çalkalanmış, üst faz berraklaşana kadar yaklaşık 20 dk beklenmiş ve bu şekilde yağ asitlerinin metil esterleri elde edilmiştir. Elde edilen çözeltinin berrak olan üst fazından 1 µL alınarak alev iyonizasyon dedektörle (FID) ve ultra inert kolonla (30m x 0.25 mm, 0.25 µm) (Agilent J&W DB-FATWAX) donatılmış gaz kromatografi cihazına (Agilent Technologies, 7890 B/FID model, Palo Alto, CA, ABD) enjekte edilmiştir. Gaz kromatografisi cihazının dedektör sıcaklığı 280 °C, enjeksiyon bloğu sıcaklığı 250 °C, taşıyıcı gaz (H₂) akış hızı 40 mL/dk olarak uygulanmıştır. Kolon fırın sıcaklık programı; 50 °C'de 2 dk bekletme, 50 °C'den 174 °C'ye 50 °C/dk hızla yükseltip 174°C'de 14 dk bekleme, 174 °C'den 215 °C'ye 2 °C/dk hızla yükseltme, 215 °C'de 25 dk bekletme şeklinde gerçekleştirilmiştir. İşlem sonunda yağ asidi bileşimlerini gösteren kromatogramlar elde edilmiş ve toplam yağ asitleri içindeki her bir yağ asidinin % değerleri tespit edilmiştir.

2.2.1.7 Çözünür, Çözünmeyen ve Toplam Diyet Lifi Tayini

Örneklerin çözünür, çözünmeyen ve toplam diyet lifi analizleri; AOAC 991.43 (1995) ve AACC 32-07 (1995) metotlarına göre; α-amilaz, proteaz ve amiloglikozidaz enzimlerini içeren Megazyme (Megazyme International Ireland Ltd, Wicklow, Ireland) toplam diyet lifi analiz kiti kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her örnek için çift tartım (M1, M2) alınarak analize başlanmıştır. Analiz 3 aşamadan oluşmaktadır.

İlk aşamada 1'er g tartılan örneklere MES-TRIS çözeltisi eklenerek sindirilebilir nişastayı hidrolize etmek için, ısıya dirençli α -amilaz ile 95-100 °C'de jelatinize edilmiştir. Ardından, sindirilebilir proteinleri uzaklaştırmak için 60 °C'de sırasıyla proteaz ve amiloglikozidaz enzimleri ile enzimatik parçalama yapılmıştır.

İkinci aşamada, ilk aşamadan elde edilen karışım Gooch krozesinden (sinter cam filtreli, 30 mL, 1D POR:2) vakumla filtre edilip filtrenin üzerinde kalan kısım sırasıyla saf su, etanol ve asetonla yıkanmıştır. Yıkama işlemi sonunda Gooch krozesi üzerindeki artık, örneklerin çözünmeyen diyet lifi, çözünmeyen tuzları ve sindirilemeyen proteinlerini içermektedir.

Üçüncü aşamada, toplanan filtrat, diyet lifinin çözünür fraksiyonunu çökeltebilmek için etanol (%95'lik) ilave edilerek oda koşullarında 1 saat bekletilmiştir. Ardından çökelti Gooch krozesinden filtre edilerek etanol ve asetonla yıkanmıştır. Bu çökelti örneklerdeki diyet lifinin çözünür fraksiyonlarını, mineralleri ve sindirilemeyen proteinleri içermektedir.

Çözünür ve çözünmeyen diyet liflerini içeren Gooch krozeleri 103±2 °C'deki etüvde 12 saat kurutulduktan sonra tartılmış (R1, R2), ardından bünyelerinde kalan protein ve tuzları tespit edebilmek için protein ve kül analizleri yapılmıştır. Protein ve kül analizlerinin sonuçları da hesaplandıktan sonra (P, A) veriler formülde uygun yerlere konularak çözünür ve çözünmeyen diyet lifi miktarları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Buna göre çözünür diyet lifi miktarı hesaplaması aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\% \text{ Diyet Lifi} = \{[(R_1+R_2) / 2 - P - A - B] / (M_1 + M_2) / 2\} \times 100$$

M₁: Örneğin 1. paralelinin ağırlığı (g)

M₂: Örneğin 2. paralelinin ağırlığı (g)

R₁: M₁ örneğinin Gooch krozesinde kalan çözünür fraksiyonunun kalıntısı (g)

R₂: M₂ örneğinin Gooch krozesinde kalan çözünür fraksiyonunun kalıntısı (g)

P: R₁ kalıntısındaki protein miktarı (g)

A: R₂ kalıntısındaki kül miktarı (g)

B: Kör (g)

B (kör) aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$B = (BR_1 + BR_2) / 2 - BP - BA$$

BR: Kör kalıntı (g)

BP: BR₁'den elde edilen kör protein (g)

BA: BR₂'den elde edilen kör kül (g)

Çözünmeyen diyet lifi miktarı aynı formülde R'ler yerine çözünmeyen fraksiyonun kalıntıları, P ve A yerine de çözünmeyen fraksiyonun kalıntısının protein ve kül miktarları konularak hesaplanmıştır.

Toplam diyet lifi miktarı çözünür ve çözünmeyen diyet lifi miktarlarının toplanmasıyla hesaplanmıştır.

2.2.1.8 Mineral Madde Kompozisyonu Tayini

Krakerlerin ve hammaddelerin mineral madde miktarı indüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer, ICP-OES, Perkin Elmer, Optima 2100 DV, MA, ABD) kullanılarak tayin edilmiştir. Öncelikle öğütülmüş örneklerden 0.5 g alınarak 70 °C'deki fırında kurutulmuş ve üzerine 6 mL HNO₃ ve 2 mL H₂O₂ eklenerek 30 dk bekletilmiştir. Ardından mikrodalgada yaş yakmaya tabi tutulan örnekler filtre kağıdından süzülüp ICP-OES cihazında ölçülmüştür. Ölçümler sonucunda örneklerin potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), fosfor (P), mangan (Mn), çinko (Zn) ve demir (Fe) içerikleri mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Kumaravel ve Alagusundaram 2014; Göncü ve Çelik 2020).

2.2.1.9 Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizlerini gerçekleştirmek için öncelikle kraker ve hammadde örneklerinden ekstraktlar hazırlanmıştır. Ekstrakt hazırlamak için 1:10 (w/v) oranında olacak şekilde 1 g örnek Falcon® tüpüne tartılarak üzerine 10 mL %70'lik sulu metanol çözeltisi eklenmiştir. Bu karışım ultrasonik su

banyosunda (Elmasonic E 60 H, Elma Gmbh & Co KG, Singen, Almanya) 10 dk bekletilmiş ve ardından mekanik çalkalayıcıda (WiseShake SHO-1D, Daihan Scientific Co. Ltd., Seoul, Kore) 15 dk 160 devirde oda koşullarında çalkalanmıştır. Çalkalama işleminden sonra santrifüj işlemine (NF 1200R, Nüve, Ankara, Türkiye) tabi tutulmuştur. Santrifüjleme işlemi 0 rpm'den 8500 rpm'e çıkış süresi 1 dk; 8500 rpm'de bekleme süresi 20 dk; 8500 rpm'den 0 rpm'e iniş süresi 4 dk olacak şekilde 4 °C'de uygulanmıştır. Santrifüj işleminden sonra serum ve çökelti olmak üzere 2 farklı kısım oluşmuştur. Serum kısmı 25 mL'lik balon jolenin içine pastör pipeti ile alınmıştır. Kalan çökelti kısmının içine tekrar 10 mL %70'lik sulu metanol çözeltisi eklenmiş ve aynı işlemler sıralı bir şekilde tekrarlanmıştır. İkinci kez elde edilen serum kısmı, ilk serum çözeltisinin üzerine eklenmiş ve balon joje %70'lik sulu metanol çözeltisi ile 25 mL'ye tamamlanmıştır. Bu çözelti kahverengi şişelere aktarılarak analizi yapılincaya kadar -18 °C'de saklanmıştır.

Toplam fenolik madde miktarı analizi Folin-Ciocalteu (FC) metoduna (Singleton ve diğ. 1999) göre yapılmıştır. Spektrofotometrede (PG Instruments Ltd, T80 UV/VIS Spektrofotometer, Lutterworth, İngiltere) 5-100 mg/L konsantrasyon aralığındaki gallik asit çözeltileri kullanılarak kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Analiz başlangıcında 1 mL örnek ekstraktına 5 mL 1:10'luk (v/v) FC çözeltisi ve 4 mL 75g/L'lik Na₂CO₃ ilave edilmiş ve vorteks ile karıştırılmıştır. Karışım oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 2 saat bekletildikten sonra çözeltilinin 760 nm'deki absorbans değeri spektrofotometrede okunmuştur. Elde edilen sonuçlar, gallik asit eşdeğeri (GAE)/100 g kuru madde olarak hesaplanmıştır.

2.2.1.10 Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivite tayini 2,2-difeneil-1-pikrilhidrazil (DPPH) metoduna (Thaipong ve diğ. 2006) göre yapılmış olup, kalibrasyon eğrisi 10-50 µM aralığındaki Trolox çözeltileri kullanılarak çizdirilmiştir. Stok çözeltisi 24 mg DPPH'in 100 mL'ye metanolla tamamlanmasıyla elde edilmiştir. Çalışma çözeltisi, spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda 1.1-1.2 absorbans değeri vereceği şekilde, stok çözeltisinin metanolla seyreltilmesi ile hazırlanmıştır. Cam deney tüpüne çalışma çözeltisinden 2850 µL ve örnek ekstraktlarından 150 µL eklenerek oda sıcaklığında karanlık ortamda 1 saat bekletilmiştir. İşlem sonunda spektrofotometrede 515 nm dalga boyunda

absorbans değerleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar kuru madde esasına göre µmol trolox eşdeğeri (TE)/100 g olarak hesaplanmıştır.

2.2.1.11 Peroksit Sayısı Tayini

Peroksit sayısı tayini, Chaijan ve diğ. (2006)'nın uyguladığı yöntemle gerçekleştirilmiştir. Kraker örneklerindeki yağ, petrol eteri ile (50 °C) Soxhlet ekstraksiyon cihazında ekstrakte edilerek elde edilmiştir. Soxhlet yöntemiyle elde edilen yağdan yaklaşık 1 g yağ Erlenmayer içine tartılıp üzerine 25 mL asetik asit-kloroform (3/2, v/v) karışımı ilave edilmiştir. Bu karışım çalkalanarak yağın karışım içinde çözünmesi sağlanmıştır. Elde edilen karışımın üzerine 1 mL doymuş KI çözeltisi ilave edilip 5 dk karanlık ortamda bekletilmiştir. Daha sonra bu karışımın üzerine 75 mL saf su ve 0.5 mL nişasta çözeltisi (%1, w/v) ilave edilerek 0.002 N sodyum tiyosülfat çözeltisiyle titre edilmiştir. Kraker örneklerindeki peroksit sayısı aşığıdaki formüle göre hesaplanmış ve birimi meq O₂/kg yağ olarak ifade edilmiştir.

$$PV = (V \times N) / M \times 1000$$

M: Örnek miktarı (g)

V: Sodyum tiyosülfat çözeltisi sarfiyatı (mL)

N: Sodyum tiyosülfat çözeltisi normalitesi

2.2.1.12 *p*-Anisidin Sayısı Değeri Tayini

Kraker örneklerinin *p*-anisidin sayısı değeri (*p*-AV) analizi IUPAC (1987) ve AOCS (1990)'a göre gerçekleştirilmiştir. Bu analiz için öncelikle *p*-anisidin çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltinin hazırlanması için 20 g *p*-anisidin 75 °C'deki 1 L saf suda çözündürülmüştür. Sonrasında çözeltinin içine 2 g sodyum sülfat ve 20 g aktif karbon ilave edilmiş, 5 dk mekanik çalkalayıcıda karıştırılmış ve 2 katlı filtre kağıdından süzdürülmüştür. Berrak olarak elde edilmiş süzüntü ağzı kapalı şekilde +4 °C'de en az 4 saat bekletilmiş ve çözeltinin içinde kristal yapılar oluşmuştur. Beklemenin sonunda çözelti tekrardan filtre kağıdından süzölmüş ve oluşan kristallerin filtre kağıdında toplanması sağlanmıştır. Ardından kristallerdeki nemin uzaklaştırılabilmesi için filtre

kağıdı desikatöre alınmış ve bu kristallerin kuruması sağlanmıştır. Neminden arınan *p*-anisidin kristalleri analizlerde kullanılmak üzere kahverengi şişeye konularak +4 °C’de saklanmıştır. Analizlerde kullanmak için *p*-anisidin kristallerinin glasiyel asetik asit içinde çözündürülmesiyle %0.25’lik (w/v) *p*-anisidin çözeltisi elde edilmiştir.

Kraker örneklerinden Soxhlet ekstraksiyon cihazında petrol eteri ile ekstrakte edilen yağdan yaklaşık 1 g 25 mL’lik balon joje içine tartıldıktan sonra balon joje n-hekzan ile tamamlanarak yağ çözdürülmüştür. Çözeltinin absorbans değeri (A_1) belirlenmiştir. Bu değeri belirlemek için n-hekzan kör çözelti olarak kullanılmış ve spektrofotometrede (PG Instruments Ltd, T80 UV/VIS Spektrofotometer, Lutterworth, İngiltere) 350 nm dalga boyunda ölçüm yapılmıştır. Bu işlemin ardından yağ çözeltisinden bir test tüpüne 5 mL alınarak üzerine asetik asit içinde hazırlanan %0.25 (w/v)’lik *p*-anisidin çözeltisinden 1 mL ilave edilmiş ve 10 dk karanlık ortamda bekletilmiş ve bu çözeltinin de absorbans değeri (A_2) belirlenmiştir. Bu çözeltinin absorbans değerini (A_2) belirlemek için 5 mL n-hekzan ve 1 mL *p*-anisidinden oluşan karışım kör çözelti olarak kullanılmış ve ölçüm yine spektrofotometrede 350 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler aşağıdaki formülde yerine konularak krakerlerin *p*-anisidin değerleri hesaplanmıştır.

$$p-AV = 25 \times (1.2 \times A_2 - A_1) / M$$

M: Örnek miktarı (g)

A_1 : *p*-Anisidin çözeltisi ilave edilmemiş n-hekzanda çözündürülmüş yağın 350 nm’deki absorbans değeri

A_2 : *p*-Anisidin çözeltisi ilave edilmiş, n-hekzanda çözündürülmüş yağın 350 nm’deki absorbans değeri

2.2.2 Fiziksel Analizler

2.2.2.1 Renk Analizi

Krakerlerin ve hammaddelerin renk değerleri olan L^* (parlaklık: 0-100), a^* (a^{*+} : kırmızılık, a^{*-} : yeşil), b^* (b^{*+} : sarılık, b^{*-} : mavi) değerlerini tespit etmek için

öğütülmüş örnekler cam petri kaplarına silme şeklinde doldurulup üstü cam ile kapatılarak Hunter-Lab Mini Scan XE kolorimetresi (Hunter Associates Laboratory, Reston, VA, ABD) (Hunterlab 1995) ile ölçümler yapılmıştır. Hunter L , a , b değerleri okunmuş ve “<http://colormine.org/convert/lab-to-hunterlab>” sitesinde CIE L^* , a^* , b^* değerlerine çevrilmiştir. Kraker örneklerinin renginin kontrol kraker örneğinin renginden farkını tespit etmek amacıyla toplam renk değişim (ΔE^*) değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

$$\Delta L^* = L^*_{\text{örnek}} - L^*_{\text{kontrol}}$$

$$\Delta a^* = a^*_{\text{örnek}} - a^*_{\text{kontrol}}$$

$$\Delta b^* = b^*_{\text{örnek}} - b^*_{\text{kontrol}}$$

2.2.2.2 Sertlik Değeri Tayini

Üretilen kraker örneklerinin sertlik değerleri tekstür analiz cihazı (Brookfield, CT3-4500, MA, ABD) kullanılarak tespit edilmiştir. Kraker örneklerinin dokusal özelliği olan sertlik değeri TA-TPB probu üç noktalı bükme testiyle (3-point-bending test) tespit edilmiştir. Analizde cihaz şartları; test öncesi hızı 1 mm/s, test anındaki hızı 2 mm/s, test sonrası hızı 2 mm/s, tetikleyici kuvveti 102 g, probun batma derinliği 3 mm olacak şekilde uygulanmıştır. Sonuçlar g olarak verilmiştir.

2.2.3 Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüsü

Taramalı elektron mikroskobunda krakerlerin iç ve dış görüntülerini almak için öncelikle 5mm x 5mm boyutlarına kadar küçültülmüş ve daha sonra Savant Modulyod-230 (Thermo Electron Corporation, ABD) marka liyofilizatör kullanılarak dondurarak kurutma işlemi uygulanmıştır. Kurutulan krakerler karbon bant kullanılarak stamlara sabitlenmiş ve krakerlerin yüzeyleri döner pompalı kaplayıcıda (Quorum Q150R ES, Quorum Technologies Ltd. Ashford, Kent, İngiltere) altın püskürtülerek kaplanmıştır. Taramalı elektron mikroskobunda (SEM- scanning electron microscopy) (FEI Quanta 250 FEG marka, Hillsboro, OR, ABD) 10 kV

voltajda ve 6 mbar basınç altında 200X büyütme oranında siyah ve beyaz renklerde iç ve dış yüzey görüntüleri alınmıştır.

2.2.4 Duyusal Analiz

Krakerlerin duyusal analizde örnekler panelistler tarafından koku, renk, lezzet, çiğnenebilirlik, çıtırlık ve genel beğeni özellikleri açısından hedonik skalayla (aşırı kötü-1, çok kötü-2, kötü-3, orta-4, iyi-5, çok iyi-6, mükemmel-7) değerlendirilmiştir (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2011) (Ek A). Analizlerin 0. ayında Denizli Çölyak Derneğine kayıtlı çölyak hastası olan panelistler ile duyusal testler yapılmıştır. İlerleyen aylarda, farklı MAP koşullarında ambalajlanıp depolanmış olan örneklerin devreye girmesiyle 4 kat fazla sayıda çölyak hastası olan panelistlere ihtiyaç duyulmuştur. Fakat mevcut sayının ileriki aylardaki panelist sayısı için yetersiz kalması nedeniyle 3, 6, 9 ve 12. aylarda hasta olmayan panelistler ile duyusal test gerçekleştirilmiştir. Analizler için 36 panelist kullanılmıştır. Duyusal analiz sırasında her bir örnek panelistlere ayrı ayrı kaplarda rastgele seçilen 3 basamaklı sayılar ile kodlandırılarak sunulmuştur. Panelistlere duyusal değerlendirmeye başlamadan önce ve her bir örnek değerlendirmesi arasında, ağız tatlarının nötrlenmesi amacıyla, su içmeleri önerilmiştir.

2.2.5 İstatistiksel Analiz

Bu tez çalışmasında üretilen glutensiz krakerler arasındaki farklılıkları, krakerlerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyusal özelliklerinde farklı atmosfer koşulları ve sürelerinde depolamaya bağlı değişimleri tespit etmek amacıyla yapılan analizlerin sonuçlarının istatistiksel analizleri “*Minitab 16.0 Statistical Software*” istatistik programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Krakerlerin depolama süresine bağlı değişimleri ve depolama koşullarına bağlı değişimleri tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiştir. Kraker çeşidi, depolama koşulu ve depolama süresinin her üçüne bağlı değişimler ise General Linear Model (ANOVA) testi ile belirlenmiştir. Gruplara ait veriler arasındaki farklar Tukey testi ile karşılaştırılmış, veriler $\alpha=0.05$ güven aralığında test edilmiş ve sonuçlar ortalama \pm standart hata şeklinde verilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Farklı MAP Koşullarında Paketlenmiş Kraker Çeşitlerinin Paket İçi Gaz Bileşimleri

Farklı MAP koşullarında paketlenmiş kraker çeşitleri 12 ay boyunca oda koşullarında depolanmış ve 3. aydan itibaren paketlerdeki gaz bileşimlerinin ölçümü yapılmıştır. Kraker çeşitlerinin 12 ay boyunca ölçülen paket içi gaz bileşimleri MAP1 için Tablo 3.1’de, MAP2 için Tablo 3.2’de, MAP3 için Tablo 3.3’de, MAP4 için Tablo 3.4’de gösterilmiştir. Kraker çeşitlerinin paketlerindeki O₂, CO₂ ve N₂ gaz oranları incelendiğinde; sırasıyla MAP1 koşullarındaki değerlerin %18.1-20.3, %0.8-2.6 ve %78.0-80.0; MAP2 koşullarındaki değerlerin %0.3-1.8, %40.2-44.1 ve %55.5-58.0; MAP3 koşullarındaki değerlerin %1.3-6.0, %80.0-98.2 ve %0.2-14.8; MAP4 koşullarındaki değerlerin %0.2-0.8, %0.2-1.8 ve %91.9-99.3 aralıklarında oldukları bulunmuştur. Sonuçlarda ayrıca 12 aylık depolama boyunca örneklerin paket içindeki gaz bileşimlerinin çoğunlukla benzer oldukları da görülmektedir.

Krakerlerin paketlenmesi esnasında modifiye atmosfer paketleme makinesi önce paket içindeki havayı vakumla çekip sonra tüp içerisinde bulunan gaz karışımının basımını gerçekleştirmektedir. Krakerler kırılğan bir yapıya sahip olduğu için vakum işlemi sırasında fiziksel hasar oluşmamasına dikkat edilmiştir. Dolayısıyla paket içindeki atmosferle basılan gaz oranları arasında küçük farklılıkların olduğu gözlenmiştir. Ayrıca sonuçlarda; MAP3 koşullarında paketlenen örneklerde, CO₂ gazının ağır moleküllü olması nedeniyle, tüp içerisinden paket içerisine gaz geçişlerinde tam standardizasyon sağlanamadığı ve paket içi gaz bileşimlerindeki sapmaların daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Bundan dolayı tezin ilerleyen sürecinde MAP3 için CO₂ gaz oranı %100 yerine %80-100 aralığında verilmiştir.

Tablo 3.1: MAP1 koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay boyunca ölçülen paket içi gaz bileşimleri (%)

Kraker Çeşitleri	3. Ay			6. Ay			9. Ay			12. Ay		
	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂
K	20.18±0.22 ^{Aa}	1.08±0.83 ^{Ba}	78.75±0.64 ^{ABa}	19.35±0.57 ^{Ba}	2.6±0.93 ^{Aa}	78.05±0.53 ^{Bb}	20.00±0.14 ^{ABa}	0.82±0.06 ^{Ba}	79.18±0.14 ^{Abc}	19.83±0.31 ^{ABab}	1.20±0.48 ^{ABb}	78.98±0.36 ^{ABab}
BAKK	19.68±0.39 ^{Ab}	0.94±0.55 ^{Aa}	79.38±0.25 ^{BCa}	19.35±0.41 ^{Aa}	1.73±0.46 ^{Aab}	78.93±0.10 ^{Ca}	18.93±0.44 ^{Aab}	1.18±0.28 ^{Aa}	79.90±0.22 ^{Aab}	18.90±0.27 ^{Abc}	1.35±0.30 ^{Aab}	79.75±0.29 ^{ABab}
BÖRK	19.93±0.13 ^{Aab}	0.98±0.22 ^{Ba}	79.09±0.32 ^{Ba}	19.53±0.13 ^{ABa}	1.50±0.25 ^{Aab}	78.98±0.28 ^{Ba}	18.98±0.65 ^{Bab}	1.10±0.34 ^{ABa}	79.93±0.32 ^{Aab}	19.03±0.50 ^{Bbc}	1.25±0.13 ^{ABb}	79.73±0.57 ^{ABab}
MAŞK	19.60±0.14 ^{Ab}	0.98±0.26 ^{Ba}	79.43±0.17 ^{BCa}	19.20±0.41 ^{Aa}	1.75±0.30 ^{Aab}	79.05±0.17 ^{Ca}	18.13±0.41 ^{Bb}	1.38±0.28 ^{ABa}	80.50±0.48 ^{Aa}	18.10±0.12 ^{Bab}	1.95±0.29 ^{Aa}	79.95±0.40 ^{ABa}
AMRK	20.00±0.12 ^{Aab}	0.88±0.35 ^{Aa}	79.13±0.41 ^{ABa}	20.03±0.42 ^{Aa}	1.05±0.34 ^{Ab}	78.93±0.44 ^{Ba}	18.85±0.80 ^{ABb}	1.05±0.24 ^{Aa}	80.10±0.63 ^{Aa}	18.65±0.68 ^{Bc}	1.40±0.22 ^{Aab}	79.95±0.62 ^{ABa}
KABK	20.28±0.19 ^{Aa}	0.95±0.51 ^{Aa}	78.78±0.33 ^{Aa}	20.03±0.22 ^{Aa}	1.43±0.57 ^{Aab}	78.55±0.39 ^{Ab}	20.05±0.25 ^{Aa}	0.93±0.43 ^{Aa}	79.03±0.21 ^{Ac}	20.00±0.43 ^{Aa}	1.15±0.37 ^{Ab}	78.85±0.48 ^{Ab}
KİNK	20.03±0.15 ^{Aab}	0.85±0.55 ^{Aa}	79.13±0.41 ^{Aa}	19.78±0.19 ^{Aa}	1.03±0.54 ^{Ab}	79.20±0.37 ^{Aa}	18.95±0.48 ^{Bab}	1.20±0.41 ^{Aa}	79.85±0.10 ^{Ab}	18.93±0.36 ^{Bbc}	1.33±0.10 ^{Aab}	79.75±0.44 ^{Aab}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) gösterilen aynı gaz değerleri ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂

Tablo 3.2: MAP2 koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay boyunca ölçülen paket içi gaz bileşimleri (%)

Kraker Çeşitleri	3. Ay			6. Ay			9. Ay			12. Ay		
	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂
K	0.70±0.41 ^{ABb}	43.33±0.84 ^{ABa}	55.98±0.47 ^{Ba}	0.53±0.05 ^{Ba}	43.60±0.22 ^{Aa}	55.88±0.17 ^{Ba}	0.80±0.14 ^{ABa}	42.25±0.19 ^{BCa}	56.95±0.24 ^{Aa}	1.10±0.08 ^{Aa}	41.55±0.60 ^{Cab}	57.35±0.53 ^{Aab}
BAKK	0.48±0.43 ^{Ab}	43.55±1.46 ^{Aa}	55.98±1.04 ^{Aa}	0.45±0.21 ^{Aa}	43.43±0.93 ^{Aa}	56.13±0.78 ^{Aa}	0.53±0.10 ^{Aa}	42.98±0.76 ^{Aa}	56.50±0.68 ^{Aa}	0.75±0.06 ^{Aa}	42.00±0.35 ^{Aab}	57.25±0.35 ^{Aab}
BÖRK	0.95±0.58 ^{Ab}	42.75±1.41 ^{Aa}	56.30±0.85 ^{Aa}	1.30±0.92 ^{Aa}	42.30±1.62 ^{Aa}	56.40±0.69 ^{Aa}	0.73±0.34 ^{Aa}	42.53±1.09 ^{Aa}	56.73±0.75 ^{Aa}	1.80±1.56 ^{Aa}	40.17±2.74 ^{Ab}	58.03±1.18 ^{Aa}
MAŞK	0.85±0.71 ^{Ab}	43.13±1.42 ^{Aa}	56.03±0.71 ^{Ba}	0.40±0.12 ^{Aa}	43.75±0.75 ^{Aa}	55.85±0.64 ^{Ba}	0.50±0.08 ^{Aa}	43.05±0.38 ^{Aa}	56.45±0.33 ^{ABa}	0.83±0.13 ^{Aa}	42.03±0.25 ^{Aab}	57.13±0.13 ^{Aab}
AMRK	2.30±0.18 ^{Aa}	40.40±4.27 ^{Aa}	57.30±4.45 ^{Aa}	1.48±0.79 ^{ABa}	42.05±1.70 ^{Aa}	56.48±0.92 ^{Aa}	0.53±0.05 ^{Ca}	43.25±0.33 ^{Aa}	56.23±0.29 ^{Aa}	0.80±0.08 ^{BCa}	43.50±1.49 ^{Aa}	55.70±1.53 ^{Ab}
KABK	0.95±0.70 ^{Ab}	43.33±1.38 ^{ABa}	55.73±0.74 ^{ABa}	0.35±0.06 ^{Aa}	44.13±0.43 ^{Aa}	55.53±0.44 ^{Ba}	0.65±0.06 ^{Aa}	43.35±0.06 ^{ABa}	56.00±0.12 ^{ABa}	0.85±0.06 ^{Aa}	42.58±0.05 ^{Bab}	56.58±0.05 ^{Aab}
KİNK	0.33±0.05 ^{Ab}	44.10±0.08 ^{Aa}	55.57±0.05 ^{Ba}	1.05±1.25 ^{Aa}	42.58±2.18 ^{Aa}	56.38±1.00 ^{ABa}	0.55±0.06 ^{Aa}	43.20±0.35 ^{Aa}	56.25±0.29 ^{ABa}	1.35±0.75 ^{Aa}	41.15±2.02 ^{Aab}	57.50±1.27 ^{Aab}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) gösterilen aynı gaz değerleri ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂

Tablo 3.3: MAP3 koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay boyunca ölçülen paket içi gaz bileşimleri (%)

Kraker Çeşitleri	3. Ay			6. Ay			9. Ay			12. Ay		
	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂
K	1.88±0.74 ^{Bab}	94.67±3.01 ^{Aa}	3.46±4.56 ^{Ba}	3.95±0.98 ^{Aa}	83.10±5.54 ^{Bb}	12.95±4.56 ^{Aab}	3.40±0.58 ^{ABab}	90.90±2.19 ^{Aa}	5.70±1.62 ^{Ba}	3.87±0.37 ^{Aab}	94.47±1.67 ^{Aa}	1.67±1.68 ^{Ba}
BAKK	1.53±0.57 ^{Bab}	94.57±3.41 ^{Aa}	3.90±2.87 ^{Aabc}	2.67±0.31 ^{ABabc}	86.87±2.68 ^{Aabc}	10.47±2.59 ^{Aabc}	2.78±0.84 ^{ABab}	91.82±6.55 ^{Aa}	5.40±5.72 ^{Aa}	3.85±1.44 ^{Aab}	91.30±7.04 ^{Aa}	4.85±5.60 ^{Aa}
BÖRK	1.33±0.68 ^{Cb}	94.53±3.74 ^{Aa}	4.14±3.08 ^{Bc}	1.50±0.22 ^{BCc}	95.87±2.03 ^{Aa}	2.63±1.93 ^{Bc}	2.50±0.60 ^{Bab}	90.55±6.83 ^{Aa}	6.95±6.29 ^{ABa}	6.00±0.23 ^{Aa}	80.00±0.23 ^{Ba}	14.00±0.46 ^{Aa}
MAŞK	2.43±0.71 ^{Bab}	89.25±2.64 ^{ABa}	8.33±2.00 ^{ABbc}	2.03±0.69 ^{Bbc}	91.63±2.78 ^{ABabc}	6.33±2.10 ^{ABabc}	1.55±0.75 ^{Bb}	98.20±2.08 ^{Aa}	0.25±0.05 ^{Ba}	4.50±1.50 ^{Aab}	83.15±9.87 ^{Ba}	12.35±8.37 ^{Aa}
AMRK	1.75±0.52 ^{Bab}	94.45±2.72 ^{Aa}	3.80±2.20 ^{Abc}	1.83±0.62 ^{Bbc}	93.23±3.33 ^{Aab}	4.93±2.71 ^{Abc}	2.40±0.81 ^{ABab}	93.60±6.07 ^{Aa}	4.00±0.40 ^{Aa}	3.40±0.59 ^{Ab}	91.33±4.08 ^{Aa}	5.27±0.90 ^{Aa}
KABK	2.95±0.29 ^{Ba}	88.70±1.16 ^{Aa}	8.35±0.87 ^{Aabc}	3.03±0.67 ^{Babc}	88.93±2.28 ^{Aabc}	8.05±1.64 ^{Aabc}	3.73±0.96 ^{ABa}	88.28±4.54 ^{Aa}	8.00±3.66 ^{Aa}	5.10±1.51 ^{Aab}	84.73±8.75 ^{Aa}	10.18±7.33 ^{Aa}
KİNK	1.83±1.05 ^{Bab}	93.35±6.50 ^{Aa}	4.83±5.44 ^{Aab}	3.25±1.18 ^{ABab}	81.85±8.66 ^{Ac}	14.90±7.54 ^{Aa}	3.38±1.47 ^{ABab}	85.62±10.52 ^{Aa}	11.00±9.06 ^{Aa}	4.68±0.74 ^{Aab}	84.65±8.51 ^{Aa}	10.68±7.82 ^{Aa}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) gösterilen aynı gaz değerleri ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP3: % 80-100 CO₂

Tablo 3.4: MAP4 koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay boyunca ölçülen paket içi gaz bileşimleri (%)

Kraker Çeşitleri	3. Ay			6. Ay			9. Ay			12. Ay		
	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	CO ₂	N ₂
K	0.20±0.14 ^{Ba}	0.65±0.37 ^{Aa}	99.15±0.47 ^{Aa}	0.23±0.10 ^{Ba}	1.15±0.69 ^{Aa}	98.63±0.70 ^{Aa}	0.35±0.06 ^{Ba}	1.73±0.92 ^{Aa}	97.93±0.99 ^{Aa}	0.68±0.10 ^{Aa}	1.50±0.55 ^{Aa}	97.83±0.47 ^{Aa}
BAKK	0.35±0.13 ^{Ba}	0.60±0.26 ^{Aa}	99.05±0.29 ^{Aa}	0.43±0.10 ^{Ba}	0.48±0.33 ^{Aa}	99.10±0.29 ^{Aa}	0.45±0.17 ^{Ba}	1.53±0.79 ^{Aa}	98.03±0.80 ^{ABa}	0.75±0.06 ^{Aa}	1.35±0.55 ^{Aa}	97.90±0.50 ^{Ba}
BÖRK	0.38±0.10 ^{ABa}	0.50±0.37 ^{Aa}	99.12±0.40 ^{Aa}	0.28±0.17 ^{Ba}	1.15±0.84 ^{Aa}	98.58±0.91 ^{Aa}	0.30±0.20 ^{Ba}	1.68±0.73 ^{Aa}	98.03±0.73 ^{Aa}	0.53±0.05 ^{Aa}	1.40±0.36 ^{Aa}	98.07±0.31 ^{Aa}
MAŞK	0.23±0.13 ^{Ca}	0.83±0.25 ^{ABa}	98.95±0.27 ^{ABa}	0.43±0.05 ^{ABa}	0.23±0.29 ^{Ba}	99.35±0.27 ^{Aa}	0.28±0.05 ^{BCa}	1.80±0.82 ^{Aa}	97.93±0.79 ^{Ba}	0.55±0.06 ^{Aa}	1.38±0.41 ^{Aa}	98.08±0.45 ^{Ba}
AMRK	0.35±0.21 ^{Aa}	0.58±0.39 ^{ABa}	99.01±0.56 ^{Aa}	0.30±0.08 ^{Aa}	0.43±0.19 ^{Ba}	99.28±0.25 ^{Aa}	0.45±0.30 ^{Aa}	1.68±0.73 ^{Aa}	97.88±0.70 ^{Ba}	0.53±0.15 ^{Aa}	1.25±0.68 ^{ABa}	98.23±0.61 ^{ABa}
KABK	0.30±0.22 ^{Aa}	0.53±0.33 ^{Aa}	99.18±0.44 ^{Aa}	0.25±0.13 ^{Aa}	1.18±0.66 ^{Aa}	98.58±0.61 ^{ABa}	0.55±0.39 ^{Aa}	1.58±0.72 ^{Aa}	97.88±0.49 ^{Ba}	0.58±0.10 ^{Aa}	1.50±0.61 ^{Aa}	97.93±0.52 ^{Ba}
KİNK	0.25±0.13 ^{Ba}	0.53±0.28 ^{Aa}	99.23±0.31 ^{Aa}	0.38±0.22 ^{ABa}	0.63±0.46 ^{Aa}	99.00±0.34 ^{ABa}	0.33±0.05 ^{ABa}	1.65±0.79 ^{Aa}	98.03±0.81 ^{BCa}	0.78±0.42 ^{Aa}	1.40±0.55 ^{Aa}	97.83±0.21 ^{Ca}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) gösterilen aynı gaz değerleri ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP4: % 100 N₂

3.2 Kimyasal Analiz Sonuçları

3.2.1 Hammadde ve Krakerlerin Temel Kimyasal Kompozisyonları

Kraker yapımında kullanılan hammaddeler ile krakerlerin temel kimyasal kompozisyonları Tablo 3.5 ve 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.5'ten görüleceği üzere, PAN bütün hammaddeler arasında en düşük ($p<0.05$) kül, protein, çözüner, çözünmeyen ve toplam diyet lif içeriğine sahip olmaktadır. PAU da yağ, protein, çözünmeyen ve toplam diyet lif oranları açısından yalancı tahıl unlarından ve baklagil unlarından daha düşük değerlere sahiptir. Kül içeriği açısından PAU'nun yalancı tahıl unlarından önemli ölçüde ($p<0.05$) daha yüksek, baklagil unlarından önemli ölçüde daha düşük değerlere sahip olduğu bulunmuştur. Çözüner diyet lifi bakımından PAU, baklagil unları ve yalancı tahıl unları arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$).

Hammaddelerin protein içerikleri incelendiğinde baklagil unlarının diğer unlardan önemli derecede ($p<0.05$) yüksek değerlere sahip oldukları görülmektedir. Baklagil unlarını sırasıyla yalancı tahıl unları, PAU (%8.42) ve PAN (%0.00) izlemektedir. Baklagil unlarından BAK (%30.10) en yüksek değeri verirken bunu MAŞ (%25.68) ve BÖR (%24.14) izlemiştir. Yalancı tahıl unları da protein içerikleri bakımından AMR (%15.08), KİN (%14.93) ve KAB (%11.78) şeklinde sıralanmıştır.

Yağ içeriği açısından baktığımızda en yüksek yağ içeriklerini yalancı tahıl unlarından KİN (%7.05) ve AMR (%6.69) verirken daha sonra onları KAB (%3.61) izlemiştir. Baklagil unları (%2.05-1.56) yalancı tahıl unlarından daha düşük yağ değerleri verirken en düşük yağ içeriklerine PAN'ın (%0.75) ve PAU'nun (%0.77) sahip oldukları görülmüştür.

Çalışmada bakliyat, yalancı tahıl ve patates unlarının çözüner diyet lifi oranları PAN'ın çözüner diyet lifi oranından anlamlı derecede ($p<0.05$) yüksek oldukları bulunmuş ve MAŞ en yüksek çözüner diyet lifi değeri vermiştir.

Tablo 3.5: Hammaddelerin kimyasal kompozisyonu (% , kuru madde esasında)

Hammadde Çeşitleri	Protein	Yağ	Çözünür Diyet Lifi	Çözünmeyen Diyet Lifi	Toplam Diyet Lifi	Kül
PAN	0.00±0.00 ^g	0.75±0.08 ^d	0.25±0.04 ^d	0.03±0.01 ^f	0.28±0.03 ^f	0.35±0.03 ^f
PAU	8.42±0.33 ^f	0.77±0.02 ^d	3.45±0.48 ^{a-c}	3.80±0.26 ^e	7.25±1.17 ^e	2.98±0.10 ^c
BAK	30.10±0.48 ^a	1.56±0.34 ^{cd}	3.78±0.19 ^{ab}	17.73±1.53 ^c	21.51±1.54 ^c	3.48±0.04 ^b
BÖR	24.14±0.28 ^c	2.04±0.31 ^c	3.01±0.58 ^{bc}	22.46±1.45 ^b	25.47±1.30 ^b	3.42±0.02 ^b
MAŞ	25.68±0.52 ^b	2.05±0.31 ^c	4.50±0.77 ^a	26.55±2.18 ^a	31.05±1.00 ^a	3.81±0.02 ^a
AMR	15.08±0.34 ^d	6.69±0.13 ^a	2.79±0.30 ^{bc}	13.20±2.29 ^d	15.99±2.71 ^d	2.37±0.02 ^e
KAB	11.78±0.55 ^e	3.61±0.06 ^b	3.29±0.54 ^{bc}	6.97±1.16 ^e	10.26±1.65 ^e	2.33±0.01 ^e
KİN	14.93±0.54 ^d	7.05±0.93 ^a	2.64±0.49 ^c	13.49±0.61 ^d	16.13±0.96 ^d	2.56±0.11 ^d

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

PAN: Patates nişastası, PAU: Patates unu, BAK: Bakla unu, BÖR: Börülce unu, MAŞ: Maş fasulyesi unu, AMR: Amarant unu, KAB: Karabuğday unu, KİN: Kinoa unu

Tablo 3.6: Krakerlerin kimyasal kompozisyonu (% , kuru madde esasında)

Kraker Çeşitleri	Protein	Yağ	Çözünür Diyet Lifi	Çözünmeyen Diyet Lifi	Toplam Diyet Lifi	Kül
K	3.53±0.24 ^e	11.01±0.35 ^c	4.02±1.87 ^{ab}	7.09±0.15 ^d	11.11±0.87 ^e	2.31±0.19 ^d
BAKK	19.14±0.38 ^a	12.25±0.67 ^{bc}	4.62±0.39 ^{ab}	19.85±1.13 ^b	24.47±1.18 ^b	3.49±0.26 ^a
BÖRK	15.88±0.47 ^b	13.39±0.42 ^{ab}	5.12±0.34 ^a	24.23±2.07 ^a	29.35±1.87 ^a	3.09±0.14 ^{ab}
MAŞK	15.49±0.22 ^b	12.81±0.11 ^{ab}	5.27±1.10 ^a	19.85±1.63 ^b	25.12±2.37 ^b	3.17±0.28 ^{ab}
AMRK	6.57±0.22 ^c	13.46±0.92 ^{ab}	5.34±0.66 ^a	11.69±0.56 ^c	17.03±0.87 ^c	2.85±0.13 ^{bc}
KABK	5.33±0.27 ^d	12.89±0.74 ^{ab}	3.65±0.31 ^b	9.96±0.70 ^c	13.62±0.55 ^{de}	2.16±0.19 ^d
KİNK	6.41±0.08 ^c	14.42±1.30 ^a	3.55±0.16 ^b	10.76±0.83 ^c	14.31±0.80 ^{cd}	2.56±0.22 ^{cd}

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkıli kraker, BÖRK: Börülce unu katkıli kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkıli kraker, AMRK: Amarant unu katkıli kraker, KABK: Karabuğday unu katkıli kraker, KİNK: Kinoa unu katkıli kraker

Çözünmeyen ve toplam diyet lifleri açısından bakıldığında baklagil unları diğer unlardan önemli derecede ($p < 0.05$) yüksek değerler verirken onu sırasıyla yalancı tahıl unları, PAU ve PAN takip etmiştir. Baklagil unlarında en yüksek değeri MAŞ (%26.55 ve 31.05) alırken, yalancı tahıl unlarında en yüksek değerleri KİN (%13.49 ve 16.13) ve AMR (%13.20 ve 15.99) almıştır.

Kül içeriği bakımından baklagil unları (%3.42-3.81) en yüksek değerleri gösterirken bunu sırasıyla PAU (%2.98), yalancı tahıl unları (%2.33-2.56) ve PAN (%0.35) izlemiştir. Baklagillerden MAŞ (%3.81) en yüksek değeri verirken, BAK (%3.48) ile BÖR (%3.42) de MAŞ'dan daha düşük ve birbirlerine benzer ($p > 0.05$) değerler vermiştir. Yalancı tahıllardan KİN (%2.56) en yüksek değeri vermiş ve AMR (%2.37) ile KAB (%2.33) KİN'den daha düşük ve birbirlerine benzer ($p > 0.05$) değerler vermiştir.

Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar incelendiğinde (Ologhobo ve Fetuga 1982; Azizah ve Zainon 1997; Amarteifio ve Moholo 1998; Hussain ve Basahy 1998; Bonafaccia ve diğ. 2003; Haciseferoğulları ve diğ. 2003; Ogungbenle 2003; Skrabanja ve diğ. 2004; Sindhuja ve diğ. 2005; Zia ve diğ. 2006; Anwar ve diğ. 2007; Zia-Ul-Haq ve diğ. 2008; Alvarez-Jubete ve diğ. 2009; Alghamdi ve diğ. 2009; Alvarez-Jubete ve diğ. 2010^b; Zia-Ul-Haq ve diğ. 2010; Qin ve diğ. 2010; Boukar ve diğ. 2011; Owolabi ve diğ. 2012; Rugheim ve Abdelgani 2012; Torbica ve diğ. 2012; Dahiya ve diğ. 2013; Fiorda ve diğ. 2013; Antova ve diğ. 2014; Shevkani ve diğ. 2014; Taneya ve diğ. 2014; Dahiya ve diğ. 2015; Chauhan ve diğ. 2015; Kahlon ve Chiu 2015; Kachiguma ve diğ. 2015; Tanimola ve diğ. 2016; Nowak ve diğ. 2016; Karataş ve diğ. 2017; Diaz-Valencia ve diğ. 2018; Iqbal ve diğ. 2018; Kurek ve diğ. 2018; Miranda-Ramos ve diğ. 2019; Naiker ve diğ. 2019; Ratnawati ve diğ. 2019; Bai ve diğ. 2020; Kamel ve diğ. 2020; Kumar ve Pandey 2020; Zhu ve He 2020; Labba ve diğ. 2021; Shahbaz ve diğ. 2022); PAU'nun protein içeriğinin %4.36-9.10, yağ içeriğinin %0.30-1.32, diyet lif içeriğinin %5.89-10.60 ve kül içeriğinin %2.84-3.70; BAK'ın protein içeriğinin %22.70-39.70, yağ içeriğinin %1.06-3.03, diyet lif içeriğinin %12.19-27.50 ve kül içeriğinin %2.72-4.50; BÖR'ün protein içeriğinin %17.50-32.50, yağ içeriğinin %1.12-5.54, diyet lif içeriğinin %9.36-27.59 ve kül içeriğinin %2.71-4.49; MAŞ'ın protein içeriğinin %14.60-32.60, yağ içeriğinin %0.71-2.70, diyet lif içeriğinin %7.00-35.86 ve kül içeriğinin %0.17-5.87; AMR'nin protein içeriğinin %7.00-21.50, yağ içeriğinin %4.90-10.90, diyet lif içeriğinin %8.81-20.06 ve kül

içeriğinin %1.87-8.73; KAB'ın protein içeriğinin %6.82-15.02, yağ içeriğinin %1.22-5.39, diyet lif içeriğinin %11.25-29.50 ve kül içeriğinin %1.33-3.11; KİN'in protein içeriğinin %10.01-16.90, yağ içeriğinin %4.00-7.60, diyet lif içeriğinin %8.51-19.70 ve kül içeriğinin %1.20-7.70 aralıklarında olduğu görülmektedir. Bu değerler ile yapılmış olan bu çalışmadaki bulgular birbirleri ile uyum sağlamıştır.

Baklagil unu içeren krakerlerin protein içerikleri %15.49-19.14, yağ içerikleri %12.25-13.39; çözünür diyet lif içerikleri %4.62-5.27, çözünmeyen diyet lif içerikleri %19.85-24.23, toplam diyet lif içerikleri %24.47-29.35, kül içerikleri %3.09-3.49 aralıklarında değişmiştir. Yalancı tahıl unu içeren krakerlerin protein içerikleri %5.33-6.57, yağ içerikleri %12.89-14.42, çözünür diyet lif içerikleri %3.55-5.34, çözünmeyen diyet lif %9.96-11.69, toplam diyet lif içeriği %13.62-17.03, kül içerikleri %2.16-2.85 aralıklarında değişmiştir. Formülasyona baklagil unlarının ve yalancı tahıl unlarının eklenmesi kontrol örneğine kıyasla tüm krakerlerin yağ, protein, çözünmeyen ve toplam diyet lif içeriğini önemli ölçüde ($p<0.05$) arttırmıştır. Bu sonuçların, baklagil ve yalancı tahıl unlarının PAU ve PAN'a göre daha yüksek yağ, protein, çözünmeyen ve toplam diyet lifi içeriklerine sahip olmalarıyla bağlantılı olduğu düşünülmüştür.

Tablo 3.5 ve 3.6'daki hammaddeler ile krakerlerin kuru madde esasına göre diyet lif oranları karşılaştırıldığında krakerlerin diyet lifi oranlarının hammaddelerden daha yüksek olması dikkati çekmektedir. Krakerlere baklagil unu ve yabancı tahıl unu ikame edilmesi kontrol krakere göre bu krakerlerin çözünmeyen ve toplam diyet lif değerlerinin kontrol krakerden daha yüksek çıkmasına neden olmuştur. Oransal hesaba göre diyet lif miktarının krakerlerde yüksek çıkmasının etkeni olarak baklagil ve yalancı tahıl unlarındaki diyet liflerin haricinde jelatinize olmuş ve retrogradasyona uğramış nişastaların dirençli nişastaya dönüşmesiyle ve diyet lif görevi görmüş olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Bu tez çalışmasına benzer şekilde Miranda ve diğ. (2019) börülce, siyah ve carioca fasulye örneklerinin ham ve pişmiş endospermlerindeki nişasta granüllerinin SEM görüntülerini incelediği bir çalışmada; pişirme ile örneklerdeki nişastaların jelatinizasyona ve retrogradasyona uğrayarak dirençli nişastaya dönüştüğünü ve dirençli nişastaların da diyet lif görevi gördüğünden örneklerin lif içeriğinin arttığını ve örneklerin besinsel açıdan faydalı olduğunu bildirmişlerdir.

Çözünür diyet lifi içeriği açısından AMRK, MAŞK ve BÖRK birbirlerine benzer ($p>0.05$) değerler verirken KABK ile KİNK, BAKK ile K örnekleri de birbirlerine benzer ($p>0.05$) değerler vermiştir. Kül değerlerini incelediğimizde, baklagil unu katkılı krakerlerin kül içerikleri yalancı tahıl unu katkılı krakerlerin kül içeriklerinden daha yüksek değerlere sahip olduğu görülürken, K örneğinin de en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Protein, hayvanların ve insanların dokularında en temel bileşendir ve diyetin en önemli bileşenlerinden biridir. Bir protein genellikle çeşitli miktarlarda 20 farklı amino asit bağlantılı peptit bağları içerir. Diyet proteininin, ince bağırsak lümenindeki proteazlar ve peptidazlar tarafından amino asitlere, dipeptitlere veya tripeptitlere hidrolize edilmediği sürece besin değeri yoktur. Bu nedenle, diyet proteinindeki amino asit içeriği, sindirilebilirlik katsayıları ve nispi oranları, besin değerinin belirleyicileridir. Amino asitler; azot, hidrokarbon iskeletleri ve kükürt (organizmaların temel bileşenleri) sağlar ve vücutta ne azot ne de kükürt yapılmadığı için başka herhangi bir besin ile değiştirilemez. Amino asit, muazzam fizyolojik öneme sahip proteinlerin, peptitlerin ve düşük moleküler ağırlıklı maddelerin (glutasyon, kreatin, nitrik oksit, dopamin, serotonin, RNA ve DNA) sentezi için gerekli öncülerdir. Amino asit, organizmaların sağlığı, büyümesi, gelişmesi, üremesi, laktasyonu ve hayatta kalması için gereklidir (Wu 2016). Dolayısıyla protein içeriği yüksek olan unlu mamullerin tüketimi sağlık açısından yararlıdır ve yapılan bu çalışmada; bakliyat unu ve yalancı tahıl unu içeren krakerlerin protein içeriklerinin kontrol krakerinkinden önemli derecede yüksek oldukları bulunmuştur. Bu çalışmada üretilen BAKK, BÖRK, MAŞK, AMRK, KABK ve KİNK krakerlerinin, sırasıyla kontrol krakerin 5.42, 4.50, 4.39, 2.08, 1.72 ve 1.98 katı protein içeriğine sahip oldukları bulunmuştur.

Baklagiller, tahıllardan iki kat daha fazla protein içermektedir. Ayrıca tahıllardan elde edilen proteinler ile baklagillerden alınan proteinler günlük diyetle birbirini tamamlamaktadır. Baklagil proteinleri, metiyonin ve sistein (kükürt içeren amino asitler) açısından eksik iken, lisin açısından zengindir. Baklagil proteinlerinin aksine tahıl proteinleri lisin açısından eksik iken metionin ve sistein açısından zengindir (Rababah ve diğ. 2006; Asif ve diğ. 2013).

Yalancı tahıllar ve baklagiller lif bakımından zengindir ve diyet lifi açısından doğal olarak zengin yiyeceklerin tüketimi, sağlığın korunması için faydalıdır (Alvarez-Jubete ve diğ. 2010^b; Asif ve diğ. 2013). Yüksek lifli yiyeceklerin oldukça doyurucu olduğu bilinmektedir (Berti ve diğ. 2005). Ayrıca yüksek lifli diyet hemoroid hastalarında; kanamayı, ağrıyı ve kolorektal kanser, obezite, diyabet ve diyabetle ilişkili komplikasyon risklerini azaltır (Moesgaard ve diğ. 1982; Schatzkin ve diğ. 2000; Martínez-Villaluenga ve diğ. 2020). Ayrıca baklagiller kompleks karbonhidrat kaynağıdır. Baklagil lifleri, amilopektinden daha fazla amiloz içermesi nedeniyle hipoglisemi etkili olduğundan, baklagiller kolesterol ve trigliseritleri düşürmeye yardımcı olmaktadır. Yüksek besin değerli, düşük kalorili ve düşük glisemik indeksli olmaları nedeniyle küresel olarak bakliyat tüketimi artmaktadır (Asif ve diğ. 2013). Bakliyatların kalp ve böbrek hastalıklarını azaltma, diyabet hastalarının şeker indekslerini düşürme, tokluğu artırma ve kanser oluşumunu azaltma gibi birçok olumlu fizyolojik tepkide önemli bir rol oynadığı da bilinmektedir (Du ve diğ. 2014).

Yetişkinler için diyet lifi alımı önerileri genellikle 20-35 g/gün veya 1000 kcal enerji alımı başına 10-13 g'dır (Marlett ve diğ. 2002). Bir kişinin günde ortalama 27.5 g diyet lifi alması gerektiği varsayılarak yapılan hesaplamalara göre, bir porsiyon (40 g) K, BAKK, BÖRK, MAŞK, AMRK, KABK ve KİNK tüketen bir kişi, sırasıyla günlük diyet lifi ihtiyacının %14.30, 30.36, 37.20, 32.60, 22.75, 18.97 ve 18.21'lik kısmını krakerlerden karşılayabilmektedir. Glutensiz diyetlerde besin eksiklikleri, özellikle de düşük lif seviyeleri görülmektedir (Vici ve diğ. 2016). Bu yüzden lif açısından zengin glutensiz ürünler üretmek çölyak hastaları için ekstra fayda sağlamaktadır. Bakliyat unları, bazı bilimsel çalışmalarda, yüksek protein ve lif içeriği nedeniyle, unlu mamullerde buğday ununa ikame ederek de kullanılmıştır.

Millar ve diğ. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday ununun bakliyat (bakla, yeşil ve sarı bezelye) unları ile ikame edilmesiyle (%40) hazırlanan krakerlerin protein ve toplam diyet lifi içerikleri %55'e kadar önemli ölçüde artmıştır. Buğday unuyla üretilen kontrol kraker %8.36 protein ve %7.92 diyet lifi içeriğine sahipken bakliyat unlu krakerlerin protein içeriklerinin %10.20-13.02 arasında ve toplam diyet lifi içeriklerinin %9.61-12.33 arasında değiştiği bulunmuştur. Çalışmada, bakla unlu krakerlerin en yüksek protein içeriğine, sarı bezelye unlu krakerlerin de en yüksek çözünebilir, çözünmez ve toplam diyet lifi içeriğine sahip oldukları bulunmuştur.

Boonkong (2013) tarafından yapılan bir çalışmada; glutensiz krakerde buğday unu (%100) yerine bakliyat unları [soya fasulyesi (S), kırmızı fasulye (R) ve beyaz fasulye(N)] kullanılmış ve formülasyona bakliyat unları farklı oranlarda (SRN1=30:50:20, SRN2=30:40:30, SRN3=30:30:40 ve SRN4=30:20:50) eklenmiştir. Yapılan duyusal analizlerde SRN4 en çok beğenilmiş ve SRN4 ve kontrol krakerin kimyasal analizleri yapılarak kıyaslanmıştır. Formülasyonda %30 soya fasulyesi, %20 kırmızı fasulye, %50 beyaz fasulye unları kullanılan SRN4 krakerinin kontrol krakerden daha yüksek protein, yağ, kül ve lif değerleri verdiği bulunmuştur.

Kamel ve diğ. (2020) kraker denemelerinde, patates ve mısır unu ile üretilen kontrol kraker formülasyonunda %20'den %40'a kadar olan oranlarda nohut ve yağı alınmış soya fasulyesi unlarını kullanmışlardır. Çalışmada bu yeni uygulamayla elde edilen krakerlerin protein içeriklerinin kontrol krakerden %32 ile %111 oranında daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Maia ve diğ. (2020) tarafından yapılan çalışmada, börülce, bezelye ve mangalo unları eklenerek üretilen kurabiyelerin bazı kimyasal özellikleri piyasadaki ve literatürdeki ürünlerle karşılaştırılmıştır. Çalışmada %26 oranında börülce unu katkısıyla üretilen kurabiye'nin protein içeriği %9.19, yağ içeriği %6.35, lif içeriği %4.84 ve kül içeriği %3.95 olarak bulunmuştur. Sonuçlardan ürünlerin yağ ve kül değerlerinin piyasa ve literatürde bulunan ürünlere benzer, protein ve lif değerlerinin ise yüksek olduğu görülmüştür.

Rababah ve diğ. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, %100 buğday unu ile üretilen kontrol bisküvi formülasyonuna ayrı ayrı %3, 6 ve 9 nohut unu, bakla unu, izole soya proteini ve %12 oranlarında ayrı ayrı nohut unu ve bakla unu dahil edilerek bisküviler üretilmiştir ve kontrol bisküvinin protein oranı %16.57 bulunurken bu unların konsantrasyon yüzdesinin artırılmasıyla bisküvilerin protein içeriklerinin arttığı tespit edilmiştir. Çalışmada en yüksek protein oranını (%22.84) %9 izole soya proteini katkılı bisküvi vermiştir.

Maş fasulyesi ununun kurabiye kalitesi üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada (Rajiv ve diğ. 2012); buğday unu ile üretilen kurabiyelere besinsel kalitesini iyileştirmek amacıyla %10, 20, 30, 40 ve 50 düzeylerinde maş fasulyesi unu eklenmiş ve %50 düzeyinde maş fasulyesi içeren kurabiye sert olarak değerlendirilirken %40 düzeyinde maş fasulyesi ununun eklendiği kurabiye optimum düzeyde değer vermiştir.

%40 düzeyinde maş fasulyesi ununun eklenmesi, kontrole göre protein içeriğini 1.25 kat, toplam diyet lifi içeriğini 2.30 kat arttırmıştır

Mısır nişastası ve pirinç unu ile yapılan kontrol kurabiyeye %31.25 oranında amarant ununun eklendiği bir çalışmada (de la Barca ve diğ. 2010), amaranttan yapılan kurabiyenin protein içeriği %9.00, yağ içeriği %15.45 kül içeriği %1.79 olarak bulunmuştur. Araştırmacılar amarantlı kurabiyenin protein içeriğinin buğday esaslı kurabiyelerden %30-40, pirinç ve mısır unlu ve/veya nişastalı glutensiz kurabiyelerden 2-3 misli daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Chauhan ve diğ. (2015) tarafından yapılan ham ve çimlendirilmiş amarantlı glutensiz krakerler üretilmiş ve krakerlerin fonksiyonel özellikleri incelenmiştir. Ham amarant unlu, çimlenmiş amarant unlu ve kontrol olan buğday unlu kurabiyelerin ortalama olarak toplam diyet lif miktarları sırasıyla %9.93, 13.97 ve 10.82 olarak bulunmuştur. Vitali ve diğ. (2009)'da besinsel ve fonksiyonel olarak iyileştirilmiş bisküviler geliştirmek amacıyla, standart buğday unu bazlı reçete, inülin ve amarant ile desteklenmiş ve elde edilen bisküvinin kuru maddede protein içeriği %9.66, yağ içeriği %18.7, kül içeriği %1.91, diyet lif içeriği %8.22 olarak bulunmuştur. Protein içeriği haricindeki değerlerin kontrol örneğinin değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Amarantlı spagettinin formülasyonuna %10.7 oranında kinoa ununun ve bakla ununun eklendiği bir çalışmada (Chillo ve diğ. 2008), protein ve kül değerlerine bakılmış ve kontrol spagettinin protein ve kül değeri sırasıyla %12.2 ve 0.81 bulunurken kinoalı ve baklalı spagettilerin sırasıyla protein içerikleri %16.9 ve 18.6, kül içerikleri %2.24 ve 2.33 olarak bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları, kinoa ve baklanın spaghetti formülasyonuna eklenmesinin spagettilerin kül ve protein içeriklerinin arttırdığını göstermiştir ve ayrıca baklalı olan spaghetti kinoalı olandan daha yüksek protein ve kül değerleri vermiştir.

Rybicka ve diğ. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, dört kolay ev yapımı glutensiz ekmeğin tarifi, beslenme özellikleri, maliyeti ve tüketici kabulü incelenmiştir. Mısır unu ve pirinç nişastasından oluşan ticari glutensiz ekmek unu karışımına ayrı ayrı %12.5 oranında amarant ve kinoa unları ikame edilmiş ve bu karışımlardan üretilmiş amarant ve kinoalı ekmeklerin kuru maddede yağ miktarları sırasıyla 2.09 ve 2.45 g/100 g, protein miktarları 13.14 ve 13.18 g/100 g olarak tespit edilmiştir.

Zencefilli fındıklı bal içeren geleneksel bisküvilerin, besleyici profillerini ve işlevselliğini geliştirmek için buğday unu bazlı standart formülasyon %30, 40 ve 50 oranlarında karabuğday unu ve çavdar unu ile ayrı ayrı ikame edilmiştir. %30, 40 ve 50 oranlarında karabuğday ile zenginleştirilmiş bisküvilerin protein (%7.73-8.12) içeriği buğday unlu kontrolden (%7.22) ve çavdar unu ikameli bisküvilerden (%7.00-7.16) daha yüksek bulunurken toplam diyet lif içeriği (%5.49-7.61) buğday unlu kontrolden (%3.87) daha yüksek, çavdar unu ikameli bisküvilerden (%6.47-8.87) daha düşük bulunmuştur (Filipčev ve diğ. 2011).

Rafine edilmiş ve tam tahıl buğday unu, rafine edilmiş ve tam tahıl karabuğday ununun %70 oranında mısır ununa ikame edilerek yapılan krakerlerin kimyasal kompozisyonlarının incelendiği bir çalışmada (Sedej ve diğ. 2011), rafine edilmiş buğday krakerinin, rafine edilmiş karabuğday krakerinin, tam tahıl buğday krakerinin ve tam tahıl karabuğday krakerinin sırasıyla protein içeriği 10.9, 10.2, 10.5 ve 11.4 g/100 g, yağ içeriği 25.3, 25.2, 25.7 ve 27.2 g/100 g, toplam diyet lif içeriği 8.09, 9.28, 10.8 ve 11.8 g/100 g, kül içeriği 3.60, 3.99, 3.92 ve 4.49 g/100 g olarak bulunmuştur. Tam tahıllı karabuğday ununun ikame edildiği kraker diğer krakerlerin değerlerinden daha yüksek bulunmuştur.

Kinoa ununun %40, 50 ve 60 oranlarında patates nişastası ve pirinç unu karışımına ikame edildiği glutensiz tarhana üretim çalışmasında (Demir 2014), tarhana örneklerinin ham protein, kül ve yağ içerikleri kinoa ununun ilave oranının artmasıyla önemli ölçüde artmıştır. Kinoalı tarhana örneklerinin kuru maddede ham protein, yağ ve kül içerikleri sırasıyla %16.26-16.99, %7.64-8.72 ve %3.01-3.41 olarak bulunmuştur.

Kaur ve diğ. (2018)'de %10 kinoa unu, %45 yulaf unu ve %45 pirinç unu ile üretilen ürünlerin (kurabiye, kek, muffin, pay ve turta) protein (%4.2-8.4), yağ (%19.6-29.2) ve lif (%0.46-1.00) içeriklerinin %100 buğday unu ile üretilen kontrol örneğinkinden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

3.2.2 Hammadde ve Krakerlerin Amino Asit Kompozisyonu

Kraker yapımında kullanılan patates unu, patates nişastası, bakliyat unları ve yalancı tahıl unları ile çalışmada üretilen krakerlerin amino asit kompozisyonları Tablo 3.7 ve 3.8’de verilmiştir.

Hammaddelerin amino asit değerleri incelendiğinde, esansiyel olan, esansiyel olmayan ve toplam amino asit değerlerinin en yüksekten en düşüğe doğru BAK, MAŞ, BÖR, AMR, KİN, KAB, PAU ve PAN şeklinde sıralandığı görülmektedir.

Esansiyel olan ve esansiyel olmayan amino asitler, toplam amino asitler açısından baklagil unları, yalancı tahıl unlarından daha fazla içeriğe sahip olduğu bulunmuştur. PAU da yalancı tahıl unlarından daha düşük esansiyel olan (2355.6 mg/100 g), esansiyel olmayan (5027.3 mg/100 g), toplam amino asit (7382.9 mg/100 g) değerleri vermiştir. PAN ise esansiyel amino asitleri içermezken, tüm örnekler arasında en düşük toplam amino asit değerini (82 mg/100 g) içermektedir.

Tablo 3.7: Hammaddelerin amino asit kompozisyonu (mg/100 g kuru madde)

Parametreler	PAN	PAU	BAK	BÖR	MAŞ	AMR	KAB	KİN
<i>Esansiyel Olmayan</i>								
<i>Amino Asitler (NEAA)</i>								
Alanin	-	176.1±8.4 ^e	1180.3±29.4 ^a	964.4±2.9 ^b	995.7±29.3 ^b	479.5±22.6 ^{cd}	415.8±21.8 ^d	541.6±26.8 ^c
Arjinin	68.7±3.0 ^g	329.2±15.0 ^f	2426.1±34.5 ^a	1531.9±13.9 ^b	1492.2±2.2 ^{bc}	1399.2±56.0 ^c	1079.7±53.3 ^e	1259.4±56.2 ^d
Aspartik Asit	-	2456.4±98.2 ^d	3686.2±41.3 ^a	2757.0±15.7 ^c	3136.4±19.7 ^b	1544.0±59.6 ^e	1165.7±48.7 ^f	1312.3±50.9 ^f
Glisin	-	-	962.4±34.7 ^a	594.6±3.1 ^c	586.8±0.9 ^c	886.7±45.1 ^b	-	469.5±22.9 ^d
Glutamik Asit	13.4±1.3 ^g	1211.3±55.0 ^f	4623.3±110.6 ^a	3816.2±76.1 ^c	4114.4±18.7 ^b	2662.2±124.7 ^d	1956.6±90.7 ^e	2193.7±101.6 ^e
Ornitin	-	-	-	-	-	-	-	-
Prolin	-	421.7±22.6 ^e	1278.2±31.6 ^a	1016.7±6.8 ^b	1107.7±81.0 ^b	674.9±33.1 ^d	421.9±22.7 ^c	566.8±26.9 ^{cd}
Serin	-	350.4±16.6 ^f	1482.2±25.3 ^a	1266.5±8.4 ^b	1275.6±20.6 ^b	1109.6±54.8 ^c	546.3±27.2 ^e	674.4±34.8 ^d
Sistin	-	-	279.1±10.0 ^a	136.4±1.5 ^d	133.0±6.9 ^d	265.4±12.5 ^{ab}	212.0±10.1 ^c	241.8±11.1 ^b
Taurin	-	-	-	-	-	-	-	-
Tirosin	-	82.4±2.9 ^e	368.7±16.9 ^a	219.8±1.3 ^c	278.1±6.0 ^b	141.9±5.9 ^d	7.7±1.2 ^f	61.2±2.9 ^e
Toplam NEAA	82.0±4.3 ^h	5027.3±218.7 ^g	16285.6±334.0 ^a	12303.5±33.0 ^c	13119.9±61.0 ^b	9163.4±414.4 ^d	5805.6±275.7 ^f	7320.7±334.2 ^e
<i>Esansiyel Amino Asitler (EAA)</i>								
Fenilalanin	-	407.5±22.6 ^f	1235.8±14.6 ^c	1316.2±2.0 ^b	1523.3±11.6 ^a	694.8±35.1 ^d	553.6±30.4 ^e	634.8±34.2 ^d
Histidin	-	189.9±7.6 ^c	851.1±13.5 ^{ab}	872.2±1.4 ^a	829.1±16.1 ^b	471.9±25.5 ^c	330.0±15.2 ^d	499.9±23.3 ^c
İzolösin	-	142.6±5.8 ^f	938.3±16.8 ^a	778.3±7.6 ^c	814.4±10.7 ^b	394.1±18.0 ^d	298.9±12.9 ^e	392.6±14.3 ^d
Lisin	-	623.7±30.6 ^f	2815.5±120.7 ^a	2145.8±27.0 ^c	2396.1±0.8 ^b	1275.7±64.2 ^d	922.9±45.6 ^e	1119.1±56.9 ^d
Lösin	-	463.5±18.3 ^f	2205.0±134.5 ^a	1822.6±6.0 ^c	1966.5±16.7 ^b	909.1±46.4 ^d	728.4±37.4 ^e	891.1±44.9 ^{de}
Metiyonin	-	80.1±2.8 ^e	209.2±12.1 ^d	263.3±3.5 ^{bc}	283.6±5.3 ^b	327.8±18.2 ^a	207.0±13.0 ^d	254.7±11.2 ^c
Treonin	-	107.6±4.3 ^f	1263.2±24.0 ^a	1085.8±5.1 ^b	887.7±4.2 ^c	612.4±27.5 ^d	499.1±20.6 ^e	568.8±27.8 ^d
Valin	-	340.7±16.7 ^e	1131.3±27.4 ^a	934.0±8.5 ^b	1109.0±10.3 ^a	449.0±24.8 ^d	456.4±22.0 ^{cd}	509.5±22.2 ^c
Toplam EAA	-	2355.6±108.6 ^f	10650.4±364 ^a	9218.2±41.0 ^c	9809.7±23.0 ^b	5134.7±210.1 ^d	3996.2±196.9 ^e	4870.5±234.7 ^d
Toplam AA	82.0±4.3 ^h	7382.9±327.3 ^g	26936.0±698 ^a	21521.7±8.0 ^c	22929.6±76.0 ^b	14298.1±624.5 ^d	9801.8±472.6 ^f	12191.2±568.9 ^e

Aynı satırda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). PAN: Patates nişastası, PAU: Patates unu, BAK: Bakla unu, BÖR: Börülce unu, MAŞ: Maş fasulyesi unu, AMR: Amarant unu, KAB: Karabuğday unu, KİN: Kinoa unu

Tablo 3.8: Krakerlerin amino asit kompozisyonu (mg/100 g kuru madde)

Parametreler	K	BAKK	BÖRK	MAŞK	AMRK	KABK	KİNK
<i>Esansiyel Olmayan</i>							
<i>Amino Asitler (NEAA)</i>							
Alanin	46.5±1.4 ^e	798.6±42.8 ^a	657.2±46.3 ^b	574.6±3.1 ^c	199.4±8.3 ^d	228.3±11.3 ^d	257.5±10.1 ^d
Arjinin	108.1±5.6 ^d	1384.3±19.7 ^a	939.3±8.0 ^b	945.2±71.1 ^b	493.8±22.9 ^c	456.4±19.6 ^c	522.3±28.9 ^c
Aspartik Asit	953.8±46.8 ^{cd}	2694.2±24.6 ^a	2301.4±229.2 ^b	2439.9±20.7 ^{ab}	1161.6±57.5 ^c	662.9±28.1 ^d	1137.2±53.6 ^c
Glisin	-	405.3±20.9 ^a	-	-	-	-	-
Glutamik Asit	609.2±12.7 ^d	3161.2±170.7 ^a	2586.9±102.0 ^b	2621.2±9.2 ^b	1272.9±25.5 ^c	858.0±29.5 ^d	1236.2±19.9 ^c
Ornitin	-	-	-	-	-	-	-
Prolin	210.0±8.2 ^d	929.9±70.6 ^a	777.5±70.2 ^b	749.4±3.1 ^b	411.2±15.7 ^c	363.7±12.4 ^{cd}	390.9±14.5 ^c
Serin	154.7±7.1 ^e	940.1±27.7 ^a	853.4±50.0 ^b	853.2±3.7 ^b	513.4±18.6 ^c	423.5±16.5 ^{cd}	388.1±13.1 ^d
Sistin	-	137.3±12.1 ^a	-	-	-	-	-
Taurin	-	-	-	-	-	-	-
Tirosin	33.7±1.5 ^c	338.1±18.0 ^a	306.3±24.8 ^a	177.1±3.6 ^b	81.3±4.2 ^c	201.2±9.8 ^b	79.8±4.3 ^c
Toplam NEAA	2116.0±83.4 ^e	10789.0±96.9 ^a	8422.0±140.8 ^b	8360.6±88.5 ^b	4133.6±152.2 ^c	3194.0±125.1 ^d	4012.1±145.6 ^c
<i>Esansiyel Amino Asitler (EAA)</i>							
Fenilalanin	206.3±10.7 ^e	818.4±29.2 ^b	890.6±23.9 ^a	925.4±22.6 ^a	401.6±21.7 ^{cd}	339.0±16.1 ^d	429.6±22.2 ^c
Histidin	106.1±5.6 ^d	571.2±34.9 ^a	564.8±31.6 ^a	499.8±29.8 ^b	249.5±9.3 ^c	131.5±6.6 ^d	269.4±16.4 ^c
İzolösin	38.5±2.8 ^d	534.4±38.3 ^a	443.0±32.5 ^b	419.6±9.5 ^b	160.4±7.2 ^c	177.4±8.1 ^c	141.5±6.1 ^c
Lisin	222.0±10.3 ^e	1415.2±63.4 ^a	1196.3±44.6 ^c	1283.1±4.7 ^b	508.3±24.5 ^d	418.0±21.1 ^d	413.6±21.0 ^d
Lösin	258.0±12.5 ^f	1356.0±23.5 ^a	1172.6±71.2 ^b	1058.7±11.2 ^c	490.2±23.8 ^d	330.3±17.0 ^{ef}	457.7±22.0 ^{de}
Metiyonin	27.9±2.8 ^c	112.9±21.7 ^b	154.0±24.5 ^a	119.8±5.4 ^{ab}	121.2±5.6 ^{ab}	96.7±4.3 ^b	103.7±4.4 ^b
Treonin	-	642.4±17.8 ^a	594.8±60.8 ^{ab}	538.7±43.8 ^b	28.9±2.8 ^{cd}	146.0±7.1 ^c	76.6±2.9 ^{cd}
Valin	162.7±7.3 ^b	738.2±79.2 ^a	689.0±73.6 ^a	647.6±6.7 ^a	300.0±15.1 ^b	307.6±15.3 ^b	309.8±15.9 ^b
Toplam EAA	1021.4±52.1 ^d	6188.7±180.3 ^a	5705.1±178.6 ^b	5492.8±28.8 ^b	2260.0±109.9 ^c	1946.4±95.5 ^c	2201.8±111.0 ^c
Toplam AA	3137.4±135.6 ^f	16977.7±83.0 ^a	14127.1±41.0 ^b	13853.4±104.0 ^b	6393.6±262.1 ^d	5140.4±220.6 ^e	6213.9±256.6 ^d

Aynı satırda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker

Esansiyel amino asitler, toplam amino asitlerin yaklaşık olarak PAU'nun %29.3'ünü, AMR'nin %35.9'unu, KAB'nin %40.8'ini, KİN'in %40.0'ını, BAK'nin %39.5'ini, BÖR'ün %42.8'ini ve MAŞ'ın %42.8'ini oluşturmuştur. Literatürde esansiyel amino asitler, toplam amino asitlerin patates türleri için %31.26-37.69'unu, amarant için %32.83-36.41'ini, karabuğday için %33.51-36.80'ini, kinoa için %36.26-39.73'ünü, bakla için %38.60-40.48'ini, börülce için %43.24-44.47'sini, maş fasulyesi için %35.84-40.36'sini oluşturduğu belirlenmiş (Adel ve diğ. 1980; Javornik and Kreft 1984; Svendzen ve diğ. 1984; Ruales ve Nair 1992; Hussain ve Basahy 1998; Wei ve diğ. 2003; Alghamdi 2009; Vasconcelos ve diğ. 2010; Akin-Idowu ve diğ. 2013; Palombini ve diğ. 2013; Bártová ve diğ. 2015; Laleg ve diğ. 2016; Motta ve diğ. 2019) ve çalışmamızın sonuçları literatür bilgilerine yakın değerler vermiştir. Bu çalışmada kullanılan yalancı tahıl ve baklagil unlarının amino asit içerikleri ile diğer çalışmalarda kullanılan hammaddelerin amino asit içerikleri arasındaki farklılıkların, iklim, coğrafya, jeokimya, gübreleme gibi tarımsal uygulamalar ve genetik kompozisyon gibi çeşitli faktörlerdeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Isik ve Yapar 2017).

Kraker örneklerinin amino asit kompozisyonu analizinin sonuçları incelendiğinde ise toplam amino asit, esansiyel olan ve olmayan amino asit değerleri en yüksekten en düşüğe doğru BAKK, BÖRK, MAŞK, AMRK, KİNK, KABK ve K şeklinde sıralanmaktadır. Baklagil ve yalancı tahıl unlarını içeren krakerler, kontrol krakerden önemli ölçüde ($p<0.05$) daha yüksek miktarlarda esansiyel olan, olmayan ve toplam amino asit içermektedir. Baklagil unlu krakerlerin esansiyel amino asit değerleri 5492.8-6188.7 mg/100 g, esansiyel olmayan amino asit değerleri 8360.6-10789.0 mg/100 g, toplam amino asit değerleri 13853.4-16977.7 mg/100 g aralıklarında, yalancı tahıl unlu krakerlerin esansiyel amino asit değerleri 1946.4-2260.0 mg/100 g, esansiyel olmayan amino asit değerleri 3194.0-4133.6 mg/100 g ve toplam amino asit değerleri 5140.4-6393.6 mg/100 g aralıklarında bulunmuştur. Toplam, esansiyel olan ve olmayan amino asit değerleri açısından incelendiğinde; bakla unu içeren krakerlerden BAKK diğer baklalı krakerlerden anlamlı derecede ($p<0.05$) daha yüksek, BÖRK ve MAŞK'de istatistiki anlamda birbirine benzer ($p>0.05$) değerler vermiştir. Toplam ve esansiyel olmayan amino asit değerleri açısından yalancı tahıl unu içeren krakerlerden AMRK ve KİNK istatistiki anlamda ($p>0.05$) birbirine benzer değer verirken KABK'den daha yüksek değerler vermiştir.

Esansiyel olan amino asit değerlerinde ise tüm yalancı tahıl unu içeren krakerler istatistiki anlamda birbirine benzer ($p>0.05$) değerler vermiştir.

Amino asitler; proteinlerin en temel yapısal üniteleridir ve vücut dokularının oluşumu, vücuda mekanik destek sağlama, sinir impulslarının ortaya çıkması ve iletimi, kasların uyumlu hareketi (kas kasılması), başkalaşım ve büyümenin denetimi (hücredeki DNA'nın özgül bölümlerini sessizleştirme) gibi durumlarda görev alırlar (Saldamlı ve Temiz 2007). İnsan vücudu esansiyel amino asitleri sentezlemek için gerekli enzimlere sahip olmadığından esansiyel amino asitler dışarıdan alınması gereken amino asitlerdir (Aristoy ve Toldra 2009). Bir gıdanın daha yüksek esansiyel amino aside sahip olması o gıdanın kaliteli protein içerdiğinin göstergesidir. Baklagil ve yalancı tahıl unlarının esansiyel amino asit bakımından oldukça zengin olmasından dolayı bu unların patates unu ve nişastası ile hazırlanan glutensiz krakerler formülasyonuna eklenmesinin krakerlerin toplam ve esansiyel amino asit bileşimlerinin güçlendirilmesi açısından doğru bir uygulama olduğunu göstermektedir.

Gambuś ve dię. (2009) mısır unu ve patates nişastası ile üretilen glutensiz pandispanya keklerinin ve bisküvilerin besin içeriklerini zenginleştirmek amacıyla ürünlere amarant unu ve karabuğday unu ikame etmişlerdir. Çalışmada formülasyona amarant unu ve karabuğday ununun ayrı ayrı ya da birlikte ikame edilmesiyle tüm örneklerin protein ve esansiyel amino asit içeriklerinin arttığı bulunmuştur.

Gebreil ve diğ. (2020) alışmalarında %75 amarant ve %25 mısır unundan hazırlanan krakerleri amino asit açısından analiz etmiş ve sonuçları %100 mısır unundan (kontrol) hazırlanan krakerlerin sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonuçları, %75 amarant ve %25 mısır unundan hazırlanan krakerlerin lösin, lisin ve valin başta olmak üzere tüm esansiyel amino asitleri kontrol örneğinden yüksek oranda içerdiğini göstermiştir. Amarant unu içeren krakerlerin, esansiyel olmayan amino asitler olarak glutamik asit, aspartik asit, arjinin, glisin ve serin içeriğinin daha yüksek olduğu da bulunmuştur.

Kaur ve diğ. (2018) tarafından yapılan çalışmada %10 kinoa unu, %45 yulaf unu ve %45 pirinç unu içeren kurabiye, kek, muffin, pay ve turta örneklerinin triptofan (61.34-100.23 mg/100 g kuru maddede), metiyonin (90.53-209.93 mg/100 g kuru maddede), lisin (181.12-435.88 mg/100 g kuru maddede) içerikleri %100 buğday unu

ile üretilen kontrol örneklerinin değerlerinden daha yüksek; sistein (68.06-144.01 mg/100 g kuru maddede) içeriklerinin ise daha düşük olduğu bulunmuştur.

Kamel ve diğ. (2020), nohut ve yağı alınmış soya fasulyesi unlarının glutensiz mısır krakerlerinde kullanılmasıyla gelişmiş besin profiline sahip krakerler hazırlamayı amaçlamış ve baklagil unlarının mısır kraker formülasyonuna eklenmesiyle krakerlerin esansiyel amino asit içeriğinde olduğunu bulmuştur. %20, 30 ve 40 nohut ununun ve %20 yağı alınmış soya fasulyesi ununun kontrol örneğine ikame edilmesiyle toplam esansiyel amino asit içerikleri sırasıyla %40.7, 44.5, 44.5 ve 49.9 oranında artmıştır. Ayrıca, çalışmada %20 yağı alınmış soya fasulyesi ve %40 nohut unu kullanımıyla lizin (tahıllardaki ilk sınırlayıcı amino asit) içeriğinde sırasıyla kontrol örneğinin 2.4 ve 3.4 katı artışın olduğu bildirilmiştir.

Laleg ve diğ. (2016) üretmiş olduğu %100 baklagil (siyah gram, mercimek, bakla) unlu makarnaları, pirinç, darı, mısır unları ve şeker kamışı şurubu karışımı ile üretilen ticari glutensiz makarnalar ile karşılaştırarak bu makarnaların yapısal ve besinsel özelliklerini incelemiştir. Ticari glutensiz makarnalar lizin içeriği açısından siyah gram, mercimek ve bakla makarnalarından sırasıyla 3.5, 3.4 ve 3.4 kat daha az lizin içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Mevcut çalışmada ise BÖRK, BAKK ve MAŞK örnekleri K örneğinin lizin içeriğinden sırasıyla 5.4, 6.4 ve 5.8 kat daha fazla olduğu tespit edilmiş ve bu durum, patates unlu ürünlerin lizin içeriğinin BAK, BÖR ve MAŞ kullanımıyla zenginleştirilebileceğini ortaya koymaktadır.

3.2.3 Hammaddelerin ve Krakerlerin Yağ Asidi Kompozisyonları

Kraker çeşitlerinin ve kraker yapımında kullanılan hammaddelerin yağ asidi kompozisyonları Tablo 3.9 ve 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.9: Hammaddelerin yağ asidi kompozisyonu (% , kuru madde esasında)

Yağ asidi (%)	MAR	PAN	PAU	BAK	BÖR	MAŞ	AMR	KAB	KİN
C14:0 (Miristik asit)	2.02±0.04 ^b	2.75±0.15 ^a	1.82±0.10 ^c	0.21±0.01 ^d	0.20±0.01 ^d	0.22±0.00 ^d	0.23±0.01 ^d	0.13±0.01 ^d	0.22±0.01 ^d
C16:0 (Palmitik asit)	38.14±0.30 ^a	34.51±0.40 ^c	35.77±0.43 ^b	13.96±0.15 ^g	25.11±0.36 ^d	25.04±0.12 ^e	18.78±0.79 ^f	14.32±0.48 ^g	8.69±0.01 ^h
C18:0 (Stearik asit)	6.91±0.08 ^b	7.47±0.60 ^b	10.88±0.43 ^a	2.12±0.13 ^e	4.84±0.04 ^c	4.35±0.24 ^c	3.68±0.20 ^d	1.89±0.03 ^{ef}	1.26±0.01 ^f
C18:1 cis (Oleik asit)	27.99±0.31 ^c	34.36±0.95 ^b	17.97±0.05 ^f	23.74±0.38 ^d	6.86±0.11 ^g	2.89±0.08 ^h	21.70±1.37 ^e	36.17±0.33 ^a	21.20±0.13 ^c
C18:1 tr (Elaidik asit)	0.61±0.01 ^c	-	-	-	0.44±0.02 ^d	-	1.04±0.06 ^b	1.26±0.02 ^a	1.21±0.01 ^a
C18:2 cis (Linoleik asit)	15.10±0.22 ^f	12.08±1.47 ^f	22.70±0.96 ^c	51.43±0.19 ^a	31.06±0.34 ^d	40.94±0.68 ^b	41.38±3.29 ^b	35.58±0.13 ^c	53.67±0.02 ^a
C18:3n3 (Alfalinolenik asit)	-	0.94 ±0.05 ^g	6.94 ±0.50 ^c	4.13±0.01 ^e	24.65±0.30 ^a	19.52±0.38 ^b	0.86±0.06 ^g	2.14±0.01 ^f	6.21±0.01 ^d
C20:0 (Araşidik asit)	-	-	-	0.99±0.00 ^d	1.17±0.02 ^c	1.64±0.13 ^a	0.82±0.05 ^e	1.44±0.02 ^b	0.35±0.01 ^f
C20:1n9 (Cis11-eikosenoik asit)	-	-	-	1.38±0.01 ^c	0.43±0.01 ^d	-	0.23±0.02 ^d	3.25±0.09 ^a	1.38±0.01 ^b
C22:0 (Behenik asit)	2.34±0.18 ^b	-	-	0.92±0.03 ^c	1.90±0.07 ^c	3.29±0.30 ^a	0.33±0.3 ^f	1.54±0.02 ^d	0.46±0.01 ^f
C22:1n9 (Erusik asit)	-	-	-	0.75±0.02 ^b	0.27±0.04 ^d	-	0.53±0.05 ^c	0.23±0.00 ^d	1.49±0.01 ^a
C24:0 (Lignoserik asit)	-	-	-	-	0.98±0.07 ^d	1.75±0.15 ^c	9.14±0.70 ^a	0.99 ±0.04 ^d	3.15 ±0.01 ^b
Diğer yağ asitleri	3.58±0.33 ^a	2.05±0.03 ^b	0.86±0.01 ^{def}	1.31±0.07 ^{cd}	1.44±0.54 ^c	0.32±0.19 ^f	1.34±0.11 ^{cd}	1.02±0.02 ^{cde}	0.67±0.02 ^{ef}
Toplam tekli doymamış yağ asitleri	28.77±0.67 ^c	34.36±1.32 ^b	17.97±1.36 ^d	25.87±0.99 ^c	8.00±0.42 ^c	2.89±0.85 ^f	24.34±1.40 ^c	41.62±1.36 ^a	25.42±1.33 ^c
Toplam çoklu doymamış yağ asitleri	17.35±1.36 ^d	13.02±1.50 ^d	29.64±1.34 ^c	55.96±1.13 ^a	55.71±1.27 ^a	60.46±0.85 ^a	42.54±1.39 ^b	37.72±1.37 ^b	59.88±1.36 ^a
Toplam doymamış yağ asitleri	46.12±1.08 ^d	47.38±0.89 ^d	47.61±0.93 ^d	81.83±0.42 ^{ab}	63.71±0.57 ^c	63.35±1.06 ^c	66.88±0.76 ^c	79.34±1.08 ^b	85.30±0.95 ^a
Toplam doymuş yağ asitleri	53.88±0.71 ^a	52.62±0.75 ^a	52.39±1.09 ^a	17.17±1.13 ^e	36.29±0.28 ^{bc}	36.65±0.61 ^b	33.12±0.92 ^c	20.66±0.64 ^d	14.70 ±0.50 ^e

Aynı satırda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). MAR: Margarin, PAN: Patates nişastası, PAU: Patates unu, BAK: Bakla unu, BÖR: Börülce unu, MAŞ: Maş fasulyesi unu, AMR: Amarant unu, KAB: Karabuğday unu, KİN: Kinoa unu

Tablo 3.10: Krakerlerin yağ asidi kompozisyonu (% , kuru madde esasında)

Yağ asidi (%)	K	BAKK	BÖRK	MAŞK	AMRK	KABK	KİNK
C12:0 (Laurik asit)	5.47±0.42 ^{ab}	5.74±0.59 ^{ab}	5.29±0.2 ^{ab}	5.87±0.60 ^a	5.07±0.16 ^{ab}	5.54±0.09 ^{ab}	5.00±0.15 ^b
C14:0 (Miristik asit)	2.64±0.13 ^{ab}	2.60±0.11 ^{a-c}	2.53±0.05 ^{a-c}	2.71±0.20 ^a	2.38±0.07 ^{bc}	2.57±0.03 ^{a-c}	2.37±0.05 ^c
C16:0 (Palmitik asit)	34.29±0.96 ^a	32.93±0.91 ^{a-c}	33.50±0.80 ^{a-c}	33.80±0.98 ^{ab}	31.91±0.33 ^c	32.45±0.18 ^{bc}	30.26±0.29 ^d
C18:0 (Stearik asit)	9.11±0.06 ^a	8.56±0.17 ^{bc}	8.77±0.11 ^{ab}	8.66±0.31 ^{bc}	8.35±0.07 ^c	8.65±0.03 ^{bc}	7.95±0.12 ^d
C18:1 cis (Oleik asit)	32.86±0.81 ^{ab}	32.32±0.80 ^{ab}	31.70±0.20 ^b	31.70±1.26 ^{ab}	31.56±0.23 ^b	33.26±0.11 ^a	31.45±0.12 ^b
C18:1 tr (Elaidik asit)	0.82±0.03 ^c	0.82±0.04 ^c	0.82±0.04 ^c	0.83±0.02 ^{bc}	0.87±0.03 ^{a-c}	0.89±0.00 ^{ab}	0.90±0.02 ^a
C18:2 cis (Linoleik asit)	11.08±0.36 ^c	12.84±0.53 ^c	12.00±0.10 ^{c-e}	11.58±0.33 ^{de}	14.82±0.54 ^b	12.09±0.10 ^{cd}	16.65±0.60 ^a
C18:3n3 (Alfalinolenik asit)	2.06±0.27 ^d	2.32±0.32 ^d	3.46±0.32 ^a	2.86±0.14 ^b	2.18±0.05 ^d	2.38±0.02 ^{cd}	2.94±0.03 ^b
C20:0 (Araşidik asit)	0.38±0.01 ^b	0.41±0.02 ^{ab}	0.43±0.02 ^{ab}	0.38±0.06 ^{ab}	0.42±0.02 ^{ab}	0.44±0.01 ^a	0.38±0.00 ^b
C20:1n9 (Cis11-eikosenoik asit)	0.20±0.03 ^b	0.23±0.04 ^b	0.23±0.02 ^b	0.21±0.03 ^b	0.23±0.01 ^b	0.41±0.02 ^a	0.39±0.01 ^a
C22:0 (Behenik asit)	-	-	0.22±0.02 ^a	0.12±0.03 ^{bc}	0.10±0.05 ^c	0.17±0.03 ^{ab}	0.15±0.02 ^{bc}
C22:1n9 (Erusik asit)	-	-	-	0.08±0.08 ^b	0.13±0.08 ^{ab}	-	0.23±0.01 ^a
Diğer yağ asitleri	1.09±0.10 ^b	1.22±0.23 ^b	1.06±0.04 ^b	1.18±0.15 ^b	2.00±0.15 ^a	1.14±0.02 ^b	1.33±0.05 ^b
Toplam tekli doymamış yağ asitleri	34.01±0.81 ^a	33.50±0.76 ^a	32.88±0.85 ^a	32.96±0.42 ^a	33.87±0.37 ^a	34.70±0.45 ^a	33.10±0.99 ^a
Toplam çoklu doymamış yağ asitleri	13.14±0.33 ^c	15.16±0.48 ^{bc}	15.46±0.62 ^{bc}	14.44±0.92 ^c	17.00±0.43 ^b	14.47±0.32 ^c	19.90±0.85 ^a
Toplam doymamış yağ asitleri	47.15±0.42 ^d	48.66±0.40 ^{cd}	48.34±0.61 ^{cd}	47.40±0.62 ^{cd}	50.87±0.58 ^b	49.17±0.33 ^{bc}	53.00±0.52 ^a
Toplam doymuş yağ asitleri	52.85±0.58 ^a	51.34±0.51 ^{ab}	51.66±0.91 ^{ab}	52.60±0.59 ^a	49.13±0.44 ^{bc}	50.83±0.89 ^{ab}	47.00±0.88 ^c

Aynı satırda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker

Hammaddelerin yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde, yalancı tahıl ve baklagil unlarından elde edilen yağlarda toplam doymamış yağ asidi oranlarının (%63.40-85.30) toplam doymuş yağ asidi oranlarından (%14.7-37.57) yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine PAN, PAU ve margarin (MAR) olan hammaddelerin toplam doymuş yağ asit oranları (%52.36-53.90) toplam doymamış yağ asit oranlarından (%46.12-47.61) fazla bulunmuştur. Bakliyalarda, yalancı tahıllarda ve PAU'da en fazla linoleik asitin (C_{18:2}) (%12.08-53.67) ve palmitik asidin (C_{16:0}) (%8.69-38.14) bulunduğu tespit edilmiştir. İlaveten margarin ve PAN'da en fazla bulunan yağ asitleri oleik asit (C_{18:1}) (%27.99-36.17) ve palmitik asit (%34.51-38.14) olmuştur. MAŞ ve BÖR örneklerinde alfa-linoleik asidin (C_{18:3}) (%19.52-24.65) yüksek olduğu da tespit edilmiştir.

Prinyawiatkul ve diğ. (1996) tarafından yapılan bir çalışmada, fermente edilmiş ve edilmemiş börülce unlarının yağlarında %34.2-37.4 arasında linoleik (C_{18:2}), %25.8-26.9 oranlarında palmitik (C_{16:0}) ve %15.7-17.3 oranlarında linolenik (C_{18:3}) yağ asitlerinin en yoğun olarak bulunduğu bildirilmiştir.

Caprioli ve diğ. (2016) baklagil unlarının yağ asidi oranlarını incelediği çalışmasında 1 börülce ve 2 bakla örneğinde de analizlerini gerçekleştirmiştir. Çalışmada börülcenin en yüksek oranda linoleik (%35.4), linolenik (%20.0), palmitik (%28.3); baklaların linoleik (%42.9, 47.1), oleik (%25.2, 32.4) ve palmitik (%14.0, 14.7) yağ asitlerini içerdikleri bulunmuştur.

Dahiya ve diğ. (2015) tarafından yapılan araştırmada maş fasulyesi en yüksek oranda bulunan yağ asitleri linolenik (%35.7), oleik (%20.8) ve linoleik (%16.3) asit olarak bildirilmiştir.

Yedi amarant çeşidinin yağlarının yağ asidi oranlarının incelendiği çalışmada (Dodok ve diğ. 1997) en fazla bulunan yağ asitleri linoleik (%24.7-55.0), oleik (%20.9-43.2) ve palmitik (%10.9-31.1) asit olmuştur.

Dorrell (1971)'de karabuğday tohumlarında en fazla linoleik (%30.8-34.7), oleik (%32.4-38.5) ve palmitik (%11.7-19.9) asidin bulunduğu tespit edilmiştir.

Pellegrini ve diğ. (2018) 6 farklı kinoa çeşidini inceledikleri çalışmalarında kinoaaların yağlarında en yüksek oranda bulunan yağ asitlerinin linoleik (%48.76-53.94), oleik (%25.63-29.84) ve palmitik (%8.27-9.32) asit olduğunu bulmuşlardır.

Piyasada bulunan 16 çeşit paket margarinin yağ asidi bileşimlerinin incelendiği bir araştırmada (Çıraklı 2011), en yüksek bulunan yağ asitlerinin palmitik (%12.40-40.61), oleik (%24.98-35.34) ve linoleik (%10.90-36.02) asit oldukları tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan hammaddelerin sonuçları literatür verileriyle karşılaştırıldığında yağ asidi oranlarının genellikle uyumlu olduğu görülmektedir.

Yalancı tahıl ve baklagil unları ile üretilen krakerlerden elde edilen yağlardaki yağ asidi oranları incelendiğinde, AMRK ve KİNK örneklerinin toplam doymamış yağ asidi oranlarının (%50.87-53.00) toplam doymuş yağ asitlerinden (%47.00-49.13) yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine K, BAKK, BÖRK, MAŞK, KABK krakerlerinin toplam doymuş yağ asit oranları (%50.83-52.85) toplam doymamış yağ asit oranlarından (%47.15-49.17) fazla bulunmuştur. Doymamış yağ asitleri miktarları doymuş yağ asitleri miktarına oranlandığında K, BAKK, BÖRK, MAŞK, AMRK, KABK ve KİNK krakerleri için sırasıyla 0.89, 0.95, 0.94, 0.90, 1.04, 0.97 ve 1.13 değerleri hesaplanmıştır. Bu oranlar incelendiğinde, kontrol kraker en düşük değeri verirken yalancı tahıl unu içeren krakerlerin en yüksek değeri verdikleri görülmektedir. Yalancı tahıl unları kullanılan krakerlerde bu oranın yüksek çıkması yalancı tahıl unlarının hammaddeler içinde margarinden sonra en yüksek yağ oranına sahip olmaları ve dolayısıyla krakerlerin yağ asidi kompozisyonunda daha belirgin bir etki oluşturmalarıyla açıklanabilir.

Tüm kraker örneklerinde yağ asitlerinden en fazla palmitik (C_{16:0}) (%30.26-34.29), oleik asit (C_{18:1}) (%31.45-33.26) ve linoleik (C_{18:2}) (%11.08-16.65) asit bulunmaktadır.

Caponio ve diğ. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, en çok pazarlanan 11 adet glutensiz bisküvide yağ asitlerinden en fazla palmitik asit (C_{16:0}) (%22.86-43.33), oleik asit (C_{18:1}) (%28.39-47.33) ve linoleik asidin (C_{18:2}) (%7.42-20.98) olduğu saptanmıştır. Çalışmada doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranının ise 0.71-1.15 aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Gambuś ve diğ. (2009) tarafından yapılan çalışmada patates nişastasası ve mısır unu ile üretilen kontrol örneğine amarant ve karabuğday unlarının ikame edildiği glutensiz bisküvilerin yağ asitleri incelendiğinde, en fazla oranda bulunan yağ asitlerinin palmitik asit (C_{16:0}) (%23.3-23.7), oleik asit (C_{18:1}) (%26.8-27.5) ve linoleik asit (C_{18:2}) (%22.9-24.6) olduğu bulunmuştur.

3.2.4 Hammadde ve Krakerlerin Mineral Madde Kompozisyonu

Kraker yapımında kullanılan hammaddelerin ve kraker çeşitlerinin mineral madde kompozisyonları Tablo 3.11 ve 3.12’de verilmiştir.

Hammadde analizlerinde baklagil ve yalancı tahıl unlarının K haricindeki mineralleri PAU’dan yüksek miktarda içerdikleri görülmektedir. K içeriği ise istatistiksel olarak BAK ile benzer olmakla birlikte en yüksek PAU’da olduğu tespit edilmiştir. PAN’ın ise Fe haricindeki tüm mineral maddeleri diğer hammaddelerden düşük düzeyde içerdiği saptanmıştır. Fe içeriği bakımından AMR en yüksek değeri verirken diğer tüm hammaddeler AMR’den düşük ve birbirlerine benzer ($p>0.05$) değerler verdiği bulunmuştur.

Hammaddelerin mineral madde değerleri incelendiğinde; en yüksek değer/değerleri P için BAK (655.85 mg/100 g), K için PAU (1575.50 mg/100 g) ve BAK (1540.90 mg/100 g), Ca ve Mg için AMR (171.67 ve 443.44 mg/100 g), Mn için KAB (1.07 mg/100 g), Zn için BAK (1.54 mg/100 g) ve BÖR (1.47 mg/100 g), Fe için AMR (5.48 mg/100 g) olduğu bulunmuştur.

Gerrano ve diğ. (2019) börülce genotiplerinin Fe içeriğini 6.1-10.6 mg/100g, K içeriğini 1182.4-1445.5 mg/100g, Mn içeriğini 0.9-1.4 mg/100g, Mg içeriğini 185.6-227.4 mg/100g olarak tespit etmiştir. Labba (2021) baklanın Fe içeriğini 1.8-21.3 mg/100g, Zn içeriğini 0.9-5.2 mg/100g aralıklarında bulmuştur. Maş fasulyesinin kuru maddede Fe içeriği 4.0-7.6 mg/100g, Ca içeriği 55.0- 200.0 mg/100g, K içeriği 326.0-1246.0 mg/100g, Mg içeriği 50.0-320.0 mg/100g, Mn içeriği 1.0-1.1 mg/100g, P içeriği 271.0-590.0 mg/100g, Zn içeriği 2.4-3.0 mg/100g olarak bildirilmiştir (Dahiya ve diğ. 2015). Patates ununun kuru maddede Fe içeriği 2.5-15.8 mg/100g, K içeriği 711.1-4750.0 mg/100g, P içeriği 338.0-434.0 mg/100g, Ca içeriği 24.0-228.9 mg/100g, Mg içeriği 93.0-192.0 mg/100g, Mn içeriği 0.6-1.2 mg/100 g, Zn içeriği 0.8-3.1 mg/100g olarak belirlenmiştir (Dong ve diğ. 2017; Zhu ve He 2020). Bu çalışmada PAN, PAU ve baklagil unları için belirlenen mineral içeriklerinin literatürde bildirilenlerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Tablo 3.11: Hammaddelerin mineral madde kompozisyonu (mg/100 g kuru maddede)

Mineral	PAN	PAU	BAK	BÖR	MAŞ	AMR	KAB	KİN
P	76.98±3.47 ^f	262.25±11.74 ^e	655.85±2.66 ^a	505.57±11.87 ^c	615.68±14.10 ^b	634.71±22.61 ^{ab}	615.61±9.83 ^b	400.26±14.31 ^d
K	47.40±3.00 ^e	1575.50±35.70 ^a	1540.90±100.50 ^a	1230.10±73.90 ^b	1354.50±93.30 ^b	527.50±21.30 ^d	687.10±8.50 ^d	962.20±6.50 ^c
Ca	16.48±0.81 ^e	34.32±1.06 ^e	76.65±8.59 ^{cd}	114.23±10.17 ^b	96.23±5.60 ^{bc}	171.67±11.99 ^a	37.32±3.16 ^e	64.69±8.54 ^d
Mg	5.60±0.43 ^e	88.76±8.82 ^d	135.79±10.38 ^d	233.37±14.45 ^c	202.77±14.17 ^c	443.44±34.19 ^a	337.27±27.56 ^b	239.79±24.75 ^c
Mn	0.01±0.00 ^e	0.24±0.01 ^d	0.57±0.06 ^c	0.83±0.03 ^b	0.63±0.02 ^c	0.93±0.03 ^b	1.07±0.04 ^a	0.64±0.05 ^{ab}
Zn	0.06±0.00 ^e	0.41±0.04 ^d	1.54 ±0.09 ^a	1.47±0.09 ^a	1.19±0.13 ^b	1.08±0.06 ^{bc}	1.21±0.08 ^b	0.95±0.08 ^c
Fe	3.73±0.33 ^b	3.23±0.32 ^b	4.06±0.38 ^b	4.04±0.34 ^b	3.44±0.26 ^b	5.48±0.41 ^a	3.93±0.38 ^b	4.03±0.39 ^b

Aynı satırda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

PAN: Patates nişastası, PAU: Patates unu, BAK: Bakla unu, BÖR: Börülce unu, MAŞ: Maş fasulyesi unu, AMR: Amarant unu, KAB: Karabuğday unu, KİN: Kinoa unu

P: Fosfor, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, Mn: Mangan, Zn: Çinko, Fe: Demir

Tablo 3.12: Krakerlerin mineral madde kompozisyonu (mg/100 g kuru maddede)

Mineral	K	BAKK	BÖRK	MAŞK	AMRK	KABK	KİNK
P	262.68±28.79 ^d	567.64±14.68 ^a	462.80±25.74 ^b	460.63±20.09 ^b	394.90±17.16 ^c	354.39±12.19 ^c	294.61±14.35 ^d
K	770.30±13.70 ^d	1555.50±102.60 ^a	963.10±24.70 ^c	1182.40±97.70 ^b	590.40±5.80 ^e	563.20±3.90 ^e	700.30±27.10 ^{de}
Ca	81.00±3.40 ^b	151.10±9.83 ^a	112.20±2.11 ^{ab}	137.33±10.54 ^a	128.10±1.63 ^a	68.73±1.62 ^b	79.90±1.88 ^b
Mg	52.67±2.60 ^f	127.65±2.50 ^b	134.34±0.62 ^{ab}	142.17±5.23 ^a	116.31±1.93 ^c	90.29±0.05 ^d	79.45±6.68 ^e
Mn	0.12±0.01 ^d	0.38±0.04 ^{bc}	0.43±0.03 ^{ab}	0.37±0.07 ^{bc}	0.51±0.06 ^a	0.31±0.02 ^c	0.31±0.01 ^c
Zn	0.19±0.01 ^e	1.03±0.02 ^a	0.83±0.07 ^b	0.72±0.05 ^c	0.45±0.01 ^d	0.40±0.04 ^d	0.38±0.01 ^d
Fe	1.81±0.11 ^d	2.36±0.09 ^{bc}	2.89±0.02 ^a	2.85±0.01 ^a	2.50±0.02 ^b	1.74±0.08 ^d	2.16±0.13 ^c

Aynı satırda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05).

K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker

P: Fosfor, K: Potasyum, Ca: Kalsiyum, Mg: Magnezyum, Mn: Mangan, Zn: Çinko, Fe: Demir

Önceki çalışmalarda AMR'nin Ca içeriği 93.5-206.0 mg/100 g, Fe içeriği 1.8-12.0 mg/100 g, Mg içeriği 205.0-328.0 mg/100 g, P içeriği 381.0-663.0 mg/100 g, K içeriği 400.0-552.0 mg/100 g, Zn içeriği 1.6-5.6 mg/100 g ve Mn içeriği 1.5-4.4 mg/100 g olarak bulunurken KAB'ın Ca içeriği 3.2-72.7 mg/100 g, Fe içeriği 2.2-6.0 mg/100 g, Mg içeriği 89.8-302.0 mg/100 g, P içeriği 414.0-554.0 mg/100 g, K içeriği 156.0-530.0 mg/100 g, Zn içeriği 0.7-4.5 mg/100 g ve Mn içeriği 0.5-3.3 mg/100 g olarak bulunmuştur. Literatürde KİN'in Ca içeriği 28.0-149.0 mg/100 g, Fe içeriği 1.8-15.0 mg/100 g, Mg içeriği 196.0-502.0 mg/100 g, P içeriği 350.0-482.0 mg/100 g, K içeriği 559.0-1475.0 mg/100 g, Zn içeriği 0.8-4.0 mg/100 g ve Mn içeriği 1.9-2.0 mg/100 g olarak bildirilmiştir (Ikeda ve Yamashita 1994; Ikeda ve diğ. 2001; Bilgiçli 2009; Alvarez-Jubete ve diğ. 2010^b; Sanz-Penella ve diğ. 2013; Nascimento ve diğ. 2014; Mota ve diğ. 2016; Nowak ve diğ. 2016; Rybicka ve Gliszczynska-Świgło 2017; Coelho ve diğ. 2018). Mevcut çalışmadaki sonuçların literatür bulguları ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Krakerlerin mineral madde kompozisyonu incelendiğinde, tüm baklagil unu ve yalancı tahıl unu içeren krakerlerin P, Mg, Mn ve Zn minerallerini kontrol krakerden daha fazla miktarda içerdikleri görülmüştür. P minerali açısından baklagil unu katkılı krakerler yalancı tahıl unu katkılı krakerlerden ve K'den daha yüksek değerlere sahip olurken, K ise KİNK'ye benzer ($p>0.05$) değer vermiştir. K mineralini BAKK en yüksek değerde içerirken, yalancı tahıl unu içeren krakerler en düşük değerleri içermiştir. K mineralini kontrol kraker ise baklagil unu içeren krakerlerden daha düşük miktarda içerirken yalancı tahıl unu içeren krakerlerden daha yüksek miktarda içerdiği görülmüştür. Ca mineralini BAKK en çok içerirken bunu sırasıyla MAŞK, BÖRK, AMRK, K, KİNK ve KABK izlemiştir. Fe mineralini KABK haricindeki tüm krakerlerin kontrol krakerden daha fazla içerdiği, K ile KABK'nin de birbirine benzer değerler verdiği görülmüştür. Krakerler arasındaki mineral içeriklerindeki farklılıkların hammaddelerin mineral içeriklerindeki farklılıklarla ve hammaddelerin krakerlere katılma oranlarıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Mineraller, insan vücudundaki kas kasılması, normal kalp ritmi, sinir uyarı iletimi, oksijen taşınması, oksidatif fosforilasyon, enzim aktivasyonu, bağışıklık fonksiyonları, antioksidan aktivite, kemik sağlığı, kanın asit-baz dengesi gibi çok çeşitli metabolik ve fizyolojik süreçler için gereklidir (Williams 2005; Saldamlı ve Sağlam 2007). Bir yetişkin günde yaklaşık olarak 800 mg P, 2000 mg K, 1000 mg Ca,

370 mg Mg, 2 mg Mn, 10 mg Zn ve 9 mg Fe alımına ihtiyaç duymaktadır (Metin 2001; Baysal 2006).

Baklagil krakerleri ve kontrol kraker üzerinde yapılan hesaplama göre, K, BAKK, BÖRK ve MAŞK örneklerinden 1'er porsiyon (40 g) tüketen bir yetişkin günlük P ihtiyacının yaklaşık olarak sırasıyla %12.4, 26.2, 21.6 ve 21.8'sini karşılamaktadır. Bu krakerlerin diğer mineral hesaplamaları ise K, BAKK, BÖRK ve MAŞK için sırasıyla K minerali için %14.5, 28.7, 18.0 ve 22.3; Ca için %3.0, 5.6, 4.2 ve 5.2; Mg için %5.4, 12.8, 13.6 ve 14.5; Mn için %1.9, 7.4, 7.5 ve 7.6; Zn için %0.8, 3.7, 3.0 ve 2.6; Fe için %7.5, 9.9, 12.0 ve 12.2 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, baklagil unu katkılı krakerlerin, Mn ihtiyacı hariç olmak üzere, tüketicilerin mineral ihtiyaçlarını K örneklerinden daha yüksek oranlarda karşılayacağını göstermektedir.

Rajiv ve diğ. (2012) %40 düzeyinde maş fasulyesi ununun eklenmesiyle elde edilen kurabiyelerin buğday unuyla üretilen kontrole göre Fe miktarında 1.6 kat, Ca ve Zn miktarlarında 2 kat artış olduğunu bulmuştur.

Mısır (*Zea mays*) unu ile üretilen makarna benzeri ürüne (spagetti türü) ayrı ayrı %30 bakla ununun (*Vicia faba*) ve %20 kinoa ununun (*Chenopodium quinoa*) ikame edildiği bir çalışmada (Giménez ve diğ. 2016), bakla unlu makarnaların Zn (1.73 mg/100 g) ve Fe (8.48 mg/100 g) içeriklerinin kontrol örneğinkinden (sırasıyla 0.54 ve 3.90 mg/100 g) ve kinoa unu ikameli makarnaninkinden (sırasıyla 1.54 ve 5.80 mg/100 g) daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Bilgicli (2013) tarafından glutensiz un karışımları (nohut, soya fasulyesi, karabuğday, kinoa ve mısır unları) ile üretilen eriştelere buğday unu ile üretilen kontrol örneğinden daha yüksek miktarda mineral madde (Mn hariç) içerdiği bulunmuştur. %25 nohut, soya fasulyesi, karabuğday ve kinoa unlarından oluşan un karışımından elde edilen glutensiz eriştelere en yüksek Ca, Cu, Fe, K, Mn, P ve Zn içerdikleri belirlenmiştir.

Göncü ve Çelik (2020) geleneksel tarhana formülasyonunda kullanılan buğday ununu yeşil, sarı ve kırmızı mercimek tam unları ile değiştirerek glutensiz tarhanalar elde etmişler ve mercimek unu ile üretilen tarhanaların Zn mineral içeriğinin P, K, Fe,

Cu ve Zn minerallerinin içeriklerinin kontrol örneğinkinden daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Yalancı tahıl unu içeren krakerler üzerinde yapılan hesaplamamızda ise K, AMRK, KABK ve KİNK örneklerinden 1'er (40 g) porsiyon tüketen bir yetişkinde günlük olarak minerallerin karşılandığı oransal değerler sırasıyla P için %12.4, 18.9, 17.3 ve 13.8, K için %14.5, 11.3, 11.0 ve 13.1, Ca için %3.0, 4.9, 2.7 ve 3.0, Mg için %5.4, 12.0, 9.6 ve 8.0, Mn için %1.9, 9.8, 5.9 ve 5.6, Zn için %0.8, 1.9, 1.6 ve 1.5 ve Fe için %7.5, 10.6, 7.4 ve 9.1 olarak bulunmuştur.

Mg, Ca, Zn ve Fe gibi minerallerin glutensiz diyetle genellikle zayıf olduğu bildirilmektedir (Vici ve diğ. 2016). Bu nedenle, PAU ve PAN yerine yalancı tahıl ve baklagil unlarının kullanılmasıyla, glutensiz krakerlerin Mg ve Zn miktarında önemli bir artış sağlanırken AMR ve baklagil unlarının kullanımı ile de Ca miktarında ekstra bir artış görülmüştür. KAB haricindeki tüm unlarının kullanımı ayrıca Fe içeriğini de arttırmıştır ve bu sonuçlar besinsel olarak zenginleştirilmiş glutensiz kraker üretimi açısından sevindirici olmuştur.

Gambuś ve diğ. (2009)'de amarant unu, keten tohumu unu ve karabuğday unu ilavesi yapılarak üretilen glutensiz kek ve bisküvilerin tamamının daha yüksek oranda makro ve mikro element (K, P, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn ve Cu) içerdikleri tespit edilmiştir.

Ticari ekmek unu karışımına ayrı ayrı %12.5 oranında amarant ve kinoa unu eklenerek ekmekler üretilmiş ve amarant ve kinoa unlu ekmeklerin Zn minerali hariç Ca, K, Mg, Fe, Mn minerallerini kontrol ekmeğinden daha fazla miktarda içerdikleri tespit edilmiştir. Kontrol ekmeği ile kinoa unlu ekmekler istatistiksel olarak Zn minerali açısından benzer içeriğe sahip olurken amarant unlu ekmeğin kontrol ve kinoa unlu ekmeklerden daha fazla Zn içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Rybicka ve diğ. 2019).

Vitali ve diğ. (2009) formülasyonunda amarant içeren bisküvilerin buğday unu, yulaf lifi, elma lifi içeren bisküvilere göre daha yüksek Ca ve Mg içeriğine; keçiyoynuzu ve soya unu içeren bisküvilere göre daha yüksek Mg içeriğine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada, %100 buğday unu içeren referans bisküvi hamuruna %24.5 amarant, %10.5 inülin ikame edilmiş ve bu amarantlı bisküvi hamurunun kuru maddede mineral madde içeriği Ca için 87.9 mg/100 g, Mg için 80.9

mg/100 g, Fe için 3.20 mg/100 g, Mn için 1.82 mg/100 g ve Cu için 0.23 mg/100 g olarak bulunmuştur. Sakač ve diğ. (2015) pirinç unu ile üretilmiş kontrol kurabiyelerine kıyasla karabuğday ikame edilmiş bisküvilerin önemli derecede daha yüksek mineral içerdiğini, özellikle de Mg, K, Fe ve Cu mineralleri miktarının arttığını bildirmişlerdir.

Zencefilli fındıklı bal içeren geleneksel bisküvilerin, besleyici profillerini ve işlevselliğini geliştirmek için buğday unu bazlı standart formülasyona farklı oranlarda (%30, 40 ve 50) karabuğday unu ve çavdar unu ayrı ayrı ikame edilmiştir. Karabuğday unu ikameli bisküvilerin Zn (0.78-1.16 mg/100 g), Cu (0.15-0.22 mg/100 g), Mn (0.88-0.93 mg/100 g) ve Fe (1.39-1.72 mg/100 g) içeriklerinin aynı oranda çavdar unu ikameli bisküvilerin ve kontrol bisküvilerin içeriklerinden daha yüksek olduğu bulunmuştur (Filipčev ve diğ. 2011).

Kinoa unununun %40, 50 ve 60 oranlarında patates nişastasına ve pirinç ununa ikame edilmesiyle glutensiz tarhana üretilen bir çalışmada (Demir 2014), kinoa unu ilave seviyelerindeki artış tarhanaların K, Mg, Ca ve Fe içerikleri üzerinde önemli bir artış etkisi göstermiş, Zn içeriğini ise önemli ölçüde ($p<0.05$) etkilememiştir. Bu tarhanaların mineral içeriklerinin K için 882.12-1012.31 mg/100 g, Mg için 95.41-145.37 mg/100 g, Ca için 172.37-201.36 mg/100 g, Fe için 4.89-5.29 mg/100 g ve Zn için 2.21-2.29 mg/100 g aralığında olduğu bulunmuştur.

Kaur ve diğ. (2018) tarafından yapılan çalışmada, %10 oranında kinoa unu içeren kurabiye, kek, muffin, pay ve turta örneklerinde Ca (23.04-34.84 mg/100 g), Fe (1.57-1.73 mg/100 g), Mg (14.82-33.41 mg/100 g) ve Zn (0.24-0.54 mg/100 g) içeriklerinin %100 buğday unu ile üretilen kontrol örneklerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

3.2.5 Hammaddelerin Toplam Fenolik Madde ve Antioksidan Aktivite Değerleri

Hammaddelerin toplam fenolik madde (mg GAE/100 g) ve antioksidan aktivite ($\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$) değerleri Tablo 3.13'te verilmiştir.

Tablo 3.13: Hammaddelerin toplam fenolik madde değerleri (mg GAE/100 g) ve antioksidan aktivite ($\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$ kuru maddede)

Hammadde çeşitleri	Toplam fenolik madde	Antioksidan aktivite
PAN	40.01 \pm 4.57 ^f	36.69 \pm 4.98 ^d
PAU	170.41 \pm 10.60 ^c	67.11 \pm 4.94 ^{bc}
BAK	168.67 \pm 4.95 ^c	77.55 \pm 2.60 ^{ab}
BÖR	112.41 \pm 6.10 ^d	59.35 \pm 2.41 ^c
MAŞ	166.73 \pm 7.61 ^c	62.19 \pm 4.05 ^{bc}
AMR	80.22 \pm 4.30 ^e	38.91 \pm 6.58 ^d
KAB	236.77 \pm 4.04 ^a	84.40 \pm 4.11 ^a
KİN	202.89 \pm 8.65 ^b	74.02 \pm 3.13 ^{a-c}

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

PAN: Patates nişastası, PAU: Patates unu, BAK: Bakla unu, BÖR: Börölce unu, MAŞ: Maş fasulyesi unu, AMR: Amarant unu, KAB: Karabuğday unu, KİN: Kinoa unu

Hammaddelerin toplam fenolik madde değerleri incelendiğinde, istatistiksel olarak farklı ($p<0.05$) ve en yüksek değeri KAB (236.77 mg GAE/100 g) verirken PAN'ın (40.01 mg GAE/100 g) en düşük ($p<0.05$) değere sahip olduğu bulunmuştur. Hammaddelerin antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde, KAB (84.40 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$) yine istatistiksel anlamda ($p<0.05$) en yüksek değeri verirken PAN (36.69 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$) ve AMR (38.91 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$) örnekleri istatistiksel anlamda ($p<0.05$) en düşük değerleri vermiştir.

Baklagillerin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde sıralaması en yüksekten en düşüğe doğru sırasıyla BAK, MAŞ ve BÖR olarak tespit edilmiştir.

Amarowicz ve diğ. (2004)'te bakla tohumlarının toplam antioksidan aktivite değerleri 0.58 ve 0.88 $\mu\text{mol Trolox}/\text{mg}$, toplam fenolik madde içeriği 23.9 ve 55.9 mg kateşin/g olarak bulunmuştur.

Pakistan'da yaygın olarak kullanılan bazı börölce (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) çeşitlerinin ekstraktlarının antioksidan aktivitesinin incelendiği bir çalışmada (Zia-Ul-Haq ve diğ. 2013), toplam fenolik madde içeriklerinin 11.9 ile 19.3 mg GAE/g, antioksidan aktivitelerinin 25.1 ile 32.5 $\mu\text{mol Trolox}/\text{g}$ arasında değiştiiği bulunmuştur.

Çin'deki 20 çeşit maş fasulyesinin antioksidan aktivitesinin incelendiği bir çalışmada (Shi ve diğ. 2016), maş fasulyelerinin toplam fenolik madde içeriklerinin 205 ile 238 mg GAE/100 g, antioksidan aktivitesinin ise 28.13 ile 35.68 $\mu\text{mol GAE}/\text{g}$ arasında değiştiiği tespit edilmiştir.

Yapmış olduğumuz çalışmanın sonucuna ve bu konuda daha önce bildirilen diğer çalışmaların sonuçlarına bakıldığında KAB, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde açısından iyi bir besin ögesi kaynağıdır. Yalancı tahılların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite açısından en yüksekten düşüğe doğru sıralamasının KAB, KİN ve AMR olduğu belirlenmiştir. Bu tez çalışmasındaki sıralamanın literatürdeki bazı çalışmalar ile benzer olduğu tespit edilmiştir (Gorinstein ve diğ. 2008; Alvarez-Jubete ve diğ. 2010^a; Chlopicka ve diğ. 2012; Vollmannová ve diğ. 2013; Rocchetti ve diğ. 2019).

Alvarez-Jubete ve diğ. (2010^a) tarafından yalancı tahılların tohumlarının toplam fenolik madde ve antioksidan değerlerinin incelendiği bir araştırmada, kuru maddede ölçülen en yüksek değeri karabuğday (323 mg GAE/100 g) verirken bunu sırasıyla kinoa (71.7 mg GAE/100 g) ve amarant (21.2 mg GAE/100 g) izlemiştir. Chlopicka ve diğ. (2012) yalancı tahıl unlarının toplam fenolik içeriklerini ve toplam antioksidan aktivitelerini incelemiş ve kuru maddede en yüksek fenolik içeriğine karabuğday ununun (7.25 mg/g) sahip olduğunu ve sırasıyla onu kinoa unu (2.80 mg/g) ve amarant ununun (2.71 mg/g) izlediğini tespit etmişlerdir. Toplam antioksidan aktivite değerini en yüksek karabuğday unu verirken onu sırasıyla kinoa unu ve amarant unu izlemiştir ve yalancı tahıl unlarının sıralamasının mevcut çalışmadaki sıralama ile aynı olduğu bulunmuştur.

Yalancı tahılların toplam fenolik madde içeriğinin değerlendirildiği bir diğer çalışmada (Paško ve diğ. 2009); kinoa, amarant v. Rawa, amarant v. Aztek'in toplam fenolik içerikleri sırasıyla 375 mg GAE/100 g, 295 mg GAE/100 g ve 300 mg GAE/100 g olarak belirtilmiştir. Çalışma sonuçlarında kinoanın amaranttan daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Yapılan bu tez çalışmasındaki yalancı tahıl ve baklagil unlarının toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite içerikleri literatürdeki çalışmalarla bazen benzerlik göstermiş bazen de belirgin farklılıkların olduğu görülmüştür. Hammadde unları arasındaki farklılıkların; iklim, coğrafya, jeokimya, gübreleme gibi tarımsal uygulamalar, hammaddeye uygulanan kurutma, haşlama gibi ön işlemler, depolama koşulları ve hammaddelerin genetik kompozisyon farklılıkları gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir (Lohachoompol ve diğ. 2004; Topuz ve Özdemir

2004; Klimczak ve diğ. 2007; Michalczyk ve diğ. 2009; Fang ve Bhandari 2011; Korus 2011; Isik ve Yapar 2017).

3.2.6 Krakerlerin Toplam Fenolik Madde Değerleri

Krakerlerin 0. ay ve farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlemeden sonra depolamanın 3, 6, 9 ve 12. aylarında ölçülen toplam fenolik madde değerleri Tablo 3.14'te verilmiştir.

Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin toplam fenolik madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 3.15'te verilmiştir.

Kraker örneklerinin kuru maddede toplam fenolik madde değerleri 102.42 mg GAE/100 g ile 227.65 mg GAE/100 g arasında değişmektedir. Kraker çeşitlerinden ortalama değerlere göre en yüksek toplam fenolik madde içeriğine MAŞK (200.2 mg GAE/100 g) sahip olurken bunu sırasıyla BAKK (179.2 mg GAE/100 g) ile KİNK (175.2 mg GAE/100 g), KABK (159.2 mg GAE/100 g) ile BÖRK (158.1 mg GAE/100 g), K (135.0 mg GAE/100 g) ile AMRK (133.3 mg GAE/100 g) izlemiştir.

Bakliyatlar lif ve protein açısından zengindir ve çeşitli fenolik bileşikler, özellikle fenolik asitler, flavonoidler ve proantosiyanidinler içermektedir. İçerdiği bu tür bileşikler; antioksidan, antiradikal ve antienflamatuar özellikleri ile insan sağlığını koruma özelliği göstermektedir. Bu tez çalışmasında da kontrol krakere baklagil unu ikame edilmesiyle elde edilen krakerlerin toplam fenolik madde içeriklerinin önemli derecede ($p<0.05$) arttığı bulunmuş ve bu şekilde daha sağlıklı atıştırılabilir ürünler elde edilebileceği düşünülmüştür.

Tablo 3.14: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki toplam fenolik madde değerleri (mg GAE/100 g kuru maddede)

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	139.05±14.30 ^{ABb}	149.64±13.70 ^{Ab-g}	130.54±14.65 ^{ABe-h}	124.48±14.60 ^{ABe-g}	111.82±14.29 ^{Bh}
	MAP2	139.05±14.30 ^{Ab}	148.54±12.94 ^{Ac-g}	136.12±13.19 ^{Ae-h}	122.90±14.36 ^{Ae-g}	139.02±15.45 ^{Ae-h}
	MAP3	139.05±14.30 ^{Ab}	141.25±13.11 ^{Ad-g}	123.69±14.78 ^{Af-h}	134.90±14.49 ^{Ae-g}	142.06±12.37 ^{Ad-h}
	MAP4	139.05±14.30 ^{Ab}	146.69±14.51 ^{Ac-g}	126.35±14.95 ^{Ae-h}	135.53±14.04 ^{Ae-g}	130.52±14.03 ^{Agh}
BAKK	MAP1	169.66±13.94 ^{ABab}	149.63±12.29 ^{Bb-g}	150.64±15.87 ^{Bd-g}	187.61±16.00 ^{Aa-c}	195.93±14.39 ^{Aa-c}
	MAP2	169.66±13.94 ^{Aab}	193.68±15.19 ^{Aa}	181.46±19.66 ^{Aa-d}	181.02±13.74 ^{Aa-c}	199.78±14.35 ^{Aa-c}
	MAP3	169.66±13.94 ^{BCab}	160.61±14.09 ^{Ca-f}	163.56±15.78 ^{Cb-f}	197.02±14.05 ^{ABa}	207.68±13.92 ^{ABa}
	MAP4	169.66±13.94 ^{ABab}	169.08±13.09 ^{Ba-f}	181.20±15.71 ^{ABa-d}	185.76±14.19 ^{ABa-c}	200.39±14.12 ^{Aa-c}
BÖRK	MAP1	147.91±15.20 ^{ABb}	155.71±12.88 ^{Aa-f}	127.25±13.06 ^{ABe-h}	123.68±13.88 ^{Bg-e}	134.42±12.62 ^{ABf-h}
	MAP2	147.91±15.20 ^{Bb}	188.09±14.52 ^{Aab}	154.99±13.41 ^{Bc-f}	157.08±13.71 ^{ABb-e}	186.65±14.06 ^{ABc}
	MAP3	147.91±15.20 ^{BCb}	179.14±13.68 ^{ABa-d}	146.11±14.09 ^{Cd-h}	152.39±13.96 ^{BCc-e}	187.85±14.63 ^{ABc}
	MAP4	147.91±15.20 ^{Bb}	183.91±14.67 ^{Aa-c}	151.99±12.66 ^{Bd-g}	145.31±14.29 ^{Bd-f}	196.27±8.87 ^{Aa-c}
MAŞK	MAP1	209.66±15.56 ^{Aa}	176.85±15.76 ^{Aa-d}	201.76±17.60 ^{Aab}	206.64±17.38 ^{Aa}	196.64±17.38 ^{Aa-c}
	MAP2	209.66±15.56 ^{ABa}	179.09±13.33 ^{Ba-d}	217.87±14.51 ^{Aa}	196.18±16.31 ^{ABab}	186.18±15.79 ^{ABbc}
	MAP3	209.66±15.56 ^{Aa}	175.28±13.51 ^{Ba-e}	197.27±13.47 ^{ABab}	198.07±13.00 ^{ABa}	202.12±14.89 ^{ABa-c}
	MAP4	209.66±15.56 ^{ABa}	190.39±15.73 ^{Ba}	214.65±16.72 ^{ABa}	199.64±16.57 ^{ABa}	227.65±14.45 ^{Aa}
AMRK	MAP1	178.23±16.59 ^{Aab}	135.97±15.94 ^{Bfg}	113.74±15.87 ^{Bgh}	102.42±13.77 ^{Bg}	122.45±15.90 ^{Bh}
	MAP2	178.23±16.59 ^{Aab}	147.77±13.88 ^{ABc-g}	114.11±15.74 ^{CDgh}	104.28±14.29 ^{Dg}	143.15±14.33 ^{BCd-h}
	MAP3	178.23±16.59 ^{Aab}	136.27±13.01 ^{Be-g}	108.01±15.29 ^{Bh}	107.92±13.92 ^{Bfg}	123.23±14.28 ^{Bh}
	MAP4	178.23±16.59 ^{Aab}	133.82±14.56 ^{Bfg}	111.25±14.01 ^{Bgh}	124.35±15.01 ^{Be-g}	123.81±15.41 ^{Bh}
KABK	MAP1	179.16±17.86 ^{Aab}	161.49±14.82 ^{ABa-f}	137.68±14.92 ^{Be-h}	136.14±13.30 ^{Be-g}	165.17±16.50 ^{ABc-g}
	MAP2	179.16±17.86 ^{Aab}	164.15±13.91 ^{ABa-f}	151.40±13.25 ^{ABd-g}	137.65±14.05 ^{Be-g}	178.36±17.16 ^{Ab-e}
	MAP3	179.16±17.86 ^{Aab}	111.06±17.12 ^{Cg}	155.11±16.10 ^{ABc-f}	143.80±13.37 ^{BCd-f}	170.91±16.02 ^{ABb-f}
	MAP4	179.16±17.86 ^{Aab}	184.08±15.90 ^{Aa-c}	151.60±14.44 ^{ABd-g}	138.89±14.10 ^{Be-g}	179.13±13.63 ^{Ab-d}
KİNK	MAP1	168.48±17.26 ^{Aab}	166.53±13.51 ^{Aa-f}	166.38±15.78 ^{Ab-e}	187.67±12.87 ^{Aa-c}	177.67±12.87 ^{ABb-e}
	MAP2	168.48±17.26 ^{Aab}	166.98±16.38 ^{Aa-f}	186.86±14.33 ^{Aa-d}	195.68±14.41 ^{Aab}	185.68±14.41 ^{ABc}
	MAP3	168.48±17.26 ^{Aab}	155.23±14.51 ^{Aa-f}	166.57±13.61 ^{Ab-e}	183.06±15.00 ^{Aa-d}	174.32±13.44 ^{Ab-e}
	MAP4	168.48±17.26 ^{ABab}	154.89±16.50 ^{Ba-f}	195.67±15.10 ^{Aa-c}	186.24±14.83 ^{ABa-c}	180.32±15.13 ^{ABb-d}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.15: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin toplam fenolik madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker Çeşitleri (A)	K	135.0 ^d	211.02
	BAKK	179.2 ^b	
	BÖRK	158.1 ^c	
	MAŞK	200.2 ^a	
	AMRK	133.3 ^d	
	KABK	159.2 ^c	
	KİNK	175.2 ^b	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	156.8 ^b	15.05
	MAP2	166.8 ^a	
	MAP3	161.0 ^b	
	MAP4	166.9 ^a	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	170.3 ^a	25.09
	3. Ay	160.9 ^b	
	6. Ay	155.9 ^b	
	9. Ay	160.9 ^b	
	12. Ay	170.3 ^a	
AxB			2.57
AxC			18.21
BxC			3.20
AxBxC			1.52

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).
K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Chlopicka ve diğ. (2012) buğday ununa farklı oranlarda (%15 ve 30) yalancı tahıl unlarını ikame ettiği ekmeklerin kuru maddede toplam fenolik içeriklerini incelemiş ve tüm ekmeklerin buğday unu ile üretilen kontrol ekmeğinden daha yüksek değerlere sahip olduğunu bulmuştur. Yalancı tahıl unlarının ekmeklere eklenme oranlarının artmasıyla toplam fenolik madde değerlerinin de arttığını tespit etmiştir. Yalancı tahıl unlarının %30 oranında eklendiği ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri açısından en yüksek değerlere sahip olduğu ve ürünlerin en yüksek değerden düşüğe doğru sıralamasının karabuğday unlu, amarant unlu ve kinoa unlu ekmek şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

Carcea ve diğ. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, piyasadan tahıl (durum buğdayı, kamut buğdayı, emmer buğdayı, yulaf, pirinç, mısır, çavdar), yalancı tahıl (karabuğday) ve baklagillerden (mercimek, fasulye, bezelye) yapılmış ticari makarna ve kuskus örnekleri toplanarak toplam fenolik madde içerikleri incelenmiş ve ham

baklagil ve yalancı tahıl kullanılan ürünlerin değerlerinin tahıl ürünlerinin değerlerinden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Filipčev ve diğ. (2011) ürettikleri zencefilli fındıklı bisküvilerde buğday ununa %30, 40 ve 50 oranlarında karabuğday unu ikame etmiş ve bu uygulamayla bisküvilerin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesinin arttığını bulmuşlardır. Karabuğday ile zenginleştirilmiş bisküviden 100 g tüketildiğinde, günlük ortalama olarak bir kişinin toplam fenolik ihtiyacının %18–22'sinin karşılanacağını bildirmişlerdir.

Farklı MAP koşullarında depolanmış kraker çeşitlerinin ortalama toplam fenolik madde değerleri incelendiğinde; bu değerlerin 156.8-166.9 mg GAE/100 g aralığında değiştiği ve MAP koşullarının toplam fenolik madde içeriğinde istatistiksel olarak fark oluşturduğu bulunmuştur. En yüksek değerleri MAP2 ile MAP4 verirken en düşük değerleri MAP1 ile MAP3 vermiştir MAP2 ile MAP4, MAP1 ile MAP3 istatistiksel olarak birbirine benzer ($p>0.05$) değerler göstermiştir.

12 ay depolama süresince toplam fenolik madde değerleri incelendiğinde, 0. ile 12. aylardaki değerler kendi aralarında istatistiki anlamda ($p>0.05$) benzer çıkmış ve diğer aylarından yüksek değer vermiştir. 0. aydan 12. aya gelinceye kadar toplam fenolik madde değerlerinde önce azalış sonra artış görülmüştür. Literatürde bazı çalışmalarda örneklerin uzun süre depolanmasıyla toplam fenolik madde içeriğinin azaldığı, sabit kaldığı, arttığı veya dalgalandığı belirlenmiştir (Bolling ve diğ. 2010; Ghirardello ve diğ. 2016; Hashempour-Baltork ve diğ. 2017; Ziegler ve diğ. 2018; Buthelezi ve diğ. 2019).

Yapılan bu tez çalışmasında da fenolik madde içeriğinde depolama esnasında küçük dalgalanmalar olduğu görülmektedir. Bu dalgalanmaların Bolling ve diğ. (2010)'da açıklanan sebeplerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Bolling ve diğ. (2010) çalışmalarında kavrulmuş bademlerin 15 aylık depolanma sürecindeki toplam fenolik madde ve fenolik asit içerikleri ile antioksidan aktivite değerlerindeki değişimi incelemişlerdir. Çalışmada 4 ve 23 °C'de 15 aylık depolama sürelerinin sonunda bademlerin kabuklarında bu değerlerde artış olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu sonucun birkaç sebebinin olabileceğini, özellikle depolama sürecinin fenolik asitlerin ekstrakte edilebilirliğini arttıran bir fiziksel dönüşümü teşvik edebileceğini

belirtmişlerdir. Örneğin; depolama sürecinin kabuktaki selüloz ve ligninin fiziksel yapısını etkileyerek fenolik asitleri ekstraksiyon için daha erişilebilir hale getirebileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca proantosiyandinlerin veya kovalent bağlı fenolik asitlerin depolamaya bağlı bozulmalarının badem kabuklarındaki çözünür fenolik içeriğini arttırmış olabileceğini de vurgulamışlardır.

Buthelezi ve diğ. (2019)'un kavurma ve depolamanın *Macadamia* fıstığının antioksidan ve duyusal kalitesine etkisini inceledikleri çalışmalarında da 70 günlük depolama sürecinde fenolik madde içeriğinde ve antioksidan aktivite değerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Literatürde (Shiri ve diğ. 2011) fenolik bileşiklerin genellikle fenilalanin amonyum liyazın anahtar enzim olduğu shikimate yolu ile sentezlendiği rapor edilmektedir. Araştırmacılar, tanelerin kurutulması ve kavrulması esnasındaki fiziksel hasarın, gıdaların işlenmesi ve depolanmasında fenolik bileşenlerdeki artışı teşvik eden fenilalanin amonyum liyazın aktivitesini arttırmış olabileceğini bildirmişlerdir (Buthelezi ve diğ. 2019).

Klimczak ve diğ. (2007) yapmış olduğu çalışmada iki ticari portakal suyunu 18, 28 ve 38 °C'deki şartlarda 2, 4 ve 6 ay olarak depolamışlardır. Bu ürünlerin toplam fenolik madde içeriğini zamanın ve sıcaklığın nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Sonuç olarak, portakal sularındaki toplam fenolik madde içeriği 0. aydan 4. aya kadar geçen süreçte azalmış ve sonrasında (6. ayda) artmıştır. Araştırmacılar bu durumun reaksiyon gerçekleşmesinden kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir.

3.2.7 Krakerlerin Antioksidan Aktivite Değerleri

Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş kraker örneklerinin 12 ay depolama sürecindeki antioksidan aktivite değerleri Tablo 3.16'da verilmiştir. Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları da Tablo 3.17'de verilmiştir.

Tablo 3.16: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş kraker çeşitlerinin 12 ay depolama sürecindeki antioksidan aktivite değerleri ($\mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$ kuru maddede)

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	92.18±8.77 ^{Aa-c}	26.34±3.89 ^{Be-j}	20.11±2.37 ^{BCe-h}	18.31±2.43 ^{BCi-p}	10.81±1.38 ^{Ck-m}
	MAP2	92.18±8.77 ^{Aa-c}	26.66±2.18 ^{Bd-i}	22.30±2.90 ^{BCa-g}	17.01±1.36 ^{Cl-p}	24.56±0.99 ^{BCef}
	MAP3	92.18±8.77 ^{Aa-c}	20.72±0.76 ^{Bj-m}	18.90±2.01 ^{Bf-j}	17.86±1.87 ^{Bj-p}	21.11±1.61 ^{Bgh}
	MAP4	92.18±8.77 ^{Aa-c}	25.13±1.19 ^{Be-k}	20.69±1.10 ^{Be-h}	18.10±1.12 ^{Bi-p}	9.04±0.31 ^{Cl-p}
BAKK	MAP1	102.80±7.33 ^{Aab}	20.19±1.85 ^{Bk-n}	20.68±1.94 ^{Be-h}	23.96±2.28 ^{Bd-h}	10.08±1.23 ^{Cl-o}
	MAP2	102.80±7.33 ^{Aab}	22.14±2.63 ^{Bh-m}	20.15±2.29 ^{BCe-h}	20.34±0.86 ^{BCg-n}	13.53±1.30 ^{Cjk}
	MAP3	102.80±7.33 ^{Aab}	25.35±2.33 ^{Be-k}	21.96±2.18 ^{Bb-g}	23.87±2.47 ^{Be-h}	11.43±1.50 ^{Ck-m}
	MAP4	102.80±7.33 ^{Aab}	27.50±1.99 ^{Bc-i}	21.49±1.66 ^{BCc-g}	22.31±1.62 ^{BCf-l}	17.01±0.14 ^{Ci}
BÖRK	MAP1	106.03±6.93 ^{Aab}	17.15±2.36 ^{Bm-o}	18.11±1.27 ^{Bg-j}	17.50±1.35 ^{Bk-p}	12.32±1.62 ^{Bkl}
	MAP2	106.03±6.93 ^{Aab}	27.75±1.19 ^{Bc-h}	20.47±3.14 ^{BCe-h}	19.20±1.78 ^{Ch-p}	16.09±0.55 ^{Cij}
	MAP3	106.03±6.93 ^{Aab}	22.65±1.71 ^{Bh-m}	19.15±1.03 ^{Bf-i}	21.78±1.94 ^{Bf-m}	15.96±1.22 ^{Bij}
	MAP4	106.03±6.93 ^{Aab}	29.97±2.36 ^{Bb-e}	20.20±2.10 ^{Ce-h}	20.31±1.26 ^{Cg-o}	16.02±1.16 ^{Cij}
MAŞK	MAP1	107.07±9.24 ^{Aa}	33.23±0.59 ^{Ba-c}	26.73±2.44 ^{Ba-c}	33.16±0.40 ^{Bb}	28.71±1.12 ^{Bb-d}
	MAP2	107.07±9.24 ^{Aa}	23.45±1.58 ^{Bf-l}	26.97±2.48 ^{Ba-c}	29.32±2.31 ^{Bb-d}	31.72±1.45 ^{Bb}
	MAP3	107.07±9.24 ^{Aa}	37.13±2.43 ^{Ba}	26.44±1.76 ^{Ca-d}	38.85±3.99 ^{Ba}	29.61±0.67 ^{BCbc}
	MAP4	107.07±9.24 ^{Aa}	35.09±3.82 ^{Bab}	27.89±2.10 ^{Ba}	28.68±3.07 ^{Bb-e}	35.88±2.50 ^{Ba}
AMRK	MAP1	79.19±6.93 ^{Ac}	12.58±2.03 ^{BCo}	14.24±1.10 ^{BCij}	15.96±2.83 ^{Bn-p}	7.17±0.96 ^{Cop}
	MAP2	79.19±6.93 ^{Ac}	14.71±1.53 ^{Bno}	13.27±1.68 ^{Bj}	14.91±0.65 ^{Bop}	7.83±0.78 ^{Bn-p}
	MAP3	79.19±6.93 ^{Ac}	19.07±1.66 ^{Bl-n}	13.77±1.96 ^{Bij}	14.43±1.61 ^{Bp}	6.24±0.76 ^{Cp}
	MAP4	79.19±6.93 ^{Ac}	22.97±1.95 ^{Bg-m}	15.11±1.09 ^{CDh-j}	16.84±1.07 ^{BCm-p}	8.51±0.99 ^{Dm-p}
KABK	MAP1	85.85±4.62 ^{Abc}	21.81±2.15 ^{Bi-m}	22.41±2.94 ^{Ba-g}	25.44±1.78 ^{Bc-g}	13.50±1.10 ^{Cjk}
	MAP2	85.85±4.62 ^{Abc}	21.99±1.67 ^{BCh-m}	24.20±1.27 ^{Bca-f}	26.54±2.28 ^{Bc-f}	19.30±1.32 ^{Cg-i}
	MAP3	85.85±4.62 ^{Abc}	20.45±1.98 ^{CDk-n}	24.92±1.73 ^{Bca-e}	29.91±2.26 ^{Bbc}	17.44±0.86 ^{Di}
	MAP4	85.85±4.62 ^{Abc}	28.98±1.26 ^{Bc-f}	22.28±2.43 ^{Ca-g}	23.02±3.17 ^{BCf-j}	22.02±1.32 ^{Cfg}
KİNK	MAP1	98.58±8.08 ^{Aa-c}	28.56±2.48 ^{Bc-g}	20.95±2.30 ^{BCd-g}	22.90±1.26 ^{BCf-k}	18.43±1.17 ^{Chi}
	MAP2	98.58±8.08 ^{Aa-c}	32.41±3.16 ^{Ba-d}	23.46±1.57 ^{Ca-g}	23.79±1.37 ^{BCe-h}	25.47±1.47 ^{BCde}
	MAP3	98.58±8.08 ^{Aa-c}	26.97±2.10 ^{Bd-i}	25.45±3.20 ^{Ba-e}	23.29±1.29 ^{Be-i}	26.60±0.90 ^{Bc-e}
	MAP4	98.58±8.08 ^{Aa-c}	29.72±1.41 ^{Bb-e}	27.56±2.03 ^{Bab}	26.00±1.30 ^{Bc-f}	25.03±1.66 ^{Bef}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). *: Sonuçlar kuru madde esasına göre hesaplanmıştır. K: Kontrol kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.17: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin antioksidan aktivite değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker Çeşitleri (A)	K	34.32 ^d	192.07
	BAKK	36.66 ^c	
	BÖRK	36.94 ^c	
	MAŞK	46.06 ^a	
	AMRK	26.72 ^e	
	KABK	35.38 ^{cd}	
	KİNK	40.05 ^b	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	35.23 ^b	9.61
	MAP2	36.61 ^a	
	MAP3	36.94 ^a	
	MAP4	37.57 ^a	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	95.96 ^a	8688.38
	3. Ay	25.02 ^b	
	6. Ay	21.42 ^c	
	9. Ay	22.63 ^c	
	12. Ay	17.91 ^d	
AxB			2.09
AxC			20.68
BxC			4.19
AxBxC			1.78

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). K: Kontrol kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Kraker çeşitlerinin 0. aydaki antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde; baklagil unu katkılı krakerler yalancı tahıl unu katkılı krakerlerden daha yüksek değerler verdiği görülmüştür. Baklagil unu katkılı krakerlerde en yüksekten düşüğe doğru antioksidan aktivite değerlerinin sıralamasının MAŞK, BÖRK ve BAKK şeklinde olduğu görülürken, istatistiksel olarak birbirlerine benzer ($p > 0.05$) değerler vermiştir. Yalancı tahıl unu içeren krakerlerin 0. aydaki antioksidan aktivite değerleri açısından yüksekten düşüğe doğru sıralamanın KİNK, KABK ve AMRK şeklinde olduğu görülmüş ve istatistiksel anlamda birbirlerine ($p > 0.05$) benzer olduğu tespit edilmiştir. K örneği ise KİNK'den düşük KABK'den yüksek değer vererek istatistiksel anlamda fark oluşturmamıştır ($p > 0.05$).

Alvarez-Jubete ve diğ. (2010^a) tarafından %50 pirinç unu ve %50 yalancı tahıllardan (amarant, karabuğday ve kinoa) yapılan ekmeklerin toplam fenolik madde ve antioksidan değerlerinin incelendiği bir araştırmada, ortalama en yüksek değerler

karabuğdaylı ekmekte (64.5 mg GAE/100 g; 58.8 mg TE/100 g) görülürken bunu sırasıyla kinoalı ekmek (30.7 mg GAE/100 g; 16.8 mg TE/100 g) ve amarantlı ekmek (13.8 mg GAE/100 g; 10.3 mg TE/100 g) izlemiştir.

Chlopicka ve diğ. (2012) farklı oranlarda (%15 ve 30) yalancı tahıl unlarının (amarant, karabuğday ve kinoa) buğday unlu ekmeğe ikame edilmesiyle hazırladıkları ekmeklerin kuru maddede toplam antioksidan aktivitelerini incelemiş; karabuğday ve amarant unlu ekmeklerin kontrol ekmeğinden (2.07 mmol Trolox/kg) daha yüksek değerlere sahip olduğunu bulmuşlardır. Yalancı tahıl unlarının %30 oranlarında eklendiği ekmeklerin antioksidan aktivite değerleri yüksekten düşüğe doğru sırasıyla karabuğday unlu ekmek (7.53 mmol Trolox/kg), amarant unlu ekmek (3.55 mmol Trolox/kg) ve kinoa unlu ekmek (1.25 mmol Trolox/kg) olarak bulunmuştur.

Krakerlerin fizikokimyasal özellikleri ve duyusal kabulü üzerine bakliyat unlarının etkisinin incelendiği bir çalışmada (Millar ve diğ. 2017), sarı bezelye ve bakla unlarının buğday unlu krakere %40 oranında ikame edilmesiyle hazırlanan krakerlerin fenolik madde içeriklerinin ve antioksidan aktivite değerlerinin önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Özellikle bakla unlu kraker en yüksek antioksidan aktivite değerini (38.8 mg AAE/100 g) vermiştir.

Ham ve filizlenmiş amarant (*Amaranthus spp.*) unundan yapılan glutensiz kurabiyelerin antioksidan aktivitesinin incelendiği ve buğday unundan yapılan kurabiyelerle karşılaştırıldığı çalışmada (Chauhan ve diğ. 2015), filizlenmiş amarant unundan elde edilen kurabiyelerin en yüksek antioksidan aktivite değerine sahip olduğu bulunmuştur. Onu sırasıyla buğday unundan ve ham amarant unundan elde edilen kurabiyeler izlemiştir.

Kraker çeşitlerinin 12 ay depolama sürecindeki ortalama olarak en yüksek antioksidan aktivite değerini MAŞK (46.06 μ mol TE/100 g) verirken onu sırasıyla KİNK (40.05 μ mol TE/100 g), BÖRK (36.94 μ mol TE/100 g) ile BAKK (36.66 μ mol TE/100 g), KABK (35.38 μ mol TE/100 g), K (34.32 μ mol TE/100 g) ve AMRK (26.72 μ mol TE/100 g) izlemiştir.

Depolama süresince antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde örneklerin hepsinde 0. ayda önemli derecede farklı ve yüksek değerler tespit edilirken ilerleyen süreçte değerlerin önemli derecede ($p < 0.05$) düştüğü tespit edilmiştir. Krakerlerdeki

antioksidan aktivite değerlerinin zamanla azalmasının antioksidanların hidrolize uğramasıyla ilişkilendirilebileceği düşünülmüştür (Işık 2013). Gıdalarda bulunan başlıca doğal antioksidan maddeler; C vitamini, E vitamini, karotenoidler, likopen, lutein, β -karoten, polifenoller, Zn, Se, Cu, α -tokoferol ve polifenolik bileşiklerdir (Kasnak ve Palamutoğlu 2015). C vitamini, E vitamini ve karotenoidler dışındaki antioksidanların çoğu diyet bileşenleri olarak bulunmaktadır (Moure ve diğ. 2001). Ayrıca, C vitamini, E vitamini ve karotenoidler gıdalara katkı maddesi olarak da eklenmektedir (Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği 2013). Kraker üretiminde kullanılan katı yağın içinde katkı maddesi olarak E vitamini ve β -karoten bulunmasından dolayı çalışmada üretilmiş olan krakerlerdeki antioksidan aktivitenin bir kısmı da katı yağdan gelmektedir. İlerleyen depolama sürecinde örneklerin antioksidan aktivite değerlerinde görülen azalmanın antioksidan etkili olan ve fenolik bileşen olmayan E vitamini ve β -karoten bileşenlerinin depolama esnasında zamanla azalmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Nitekim Ranhotra ve diğ. (1995) tam buğday unlu ekmek ve krakerlere β -karoten ekleyerek zamana bağlı değişimini incelemiş ve ürünlerdeki β -karoten kaybının depolama süresinin uzamasıyla arttığını bulmuştur. Lucas-Aguirre ve diğ. (2020)'de farklı atmosfer koşullarında paketlenmiş hindistancevizi tozlarında 6 aylık depolama sürecinde C vitamini ve E vitamini değerlerinde önemli düşüşlerin olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu kayıpların; depolama sıcaklık ve süresi, pH, su aktivitesi, ürünlere uygulanan ısıl işlem, enzimler, tuz ve şeker konsantrasyonu, ışık gibi birçok faktörle ilişkili olabileceğini vurgulamışlardır.

Ortalama antioksidan aktivite değerlerinin farklı MAP koşullarındaki değerleri incelendiğinde; MAP4, MAP3 ve MAP2'deki değerlerinin birbirlerine benzer olduğu (36.61-37.57 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$) ve bu değerlerin MAP1 (35.23 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$)'den farklı ve yüksek olduğu görülmüştür.

3.1.8. Krakerlerin Peroksit Sayısı Değerleri

Peroksit sayısı, yağlarda oksidasyonun başlangıç düzeyinin ölçülmesinde kullanılmaktadır. Peroksitler ve hidroperoksitler, lipid oksidasyonunun birincil oksidasyon ürünleridir ve bu kararsız bileşikler uçucu ürünler olan aldehitlere,

ketonlara ve alkollere ayrılmaktadır (Uçak 2020). Bu bileşikler yağın kalitesini düşürmektedir. Yağın içindeki hidroperoksitin varlığı iyot iyonunun hidroperoksit ile oksidasyonuna dayanarak belirlenmektedir. Yağ örneğine eklenen doymuş iyot çözeltisi lipid oksidasyonundan üretilen hidroperoksit ile reaksiyona girerek son ürün olan serbest iyot salmaktadır. Serbest kalan iyot daha sonra sodyuma karşı tiyosülfat ile titre edilerek titrasyon değeri olarak peroksit değeri örneğin her kg'ın oksijen milieşdeğerleri (meq/kg) olarak hesaplanmaktadır (Mei ve diğ. 2014).

Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş kraker çeşitlerinin 12 ay depolama sürecinde 3'er ay aralıklar ile peroksit sayısı değerleri incelenmiş ve peroksit sayısı değerleri Tablo 3.18'de verilmiştir. Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer koşulları ve depolama süresinin peroksit sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 3.19'da verilmiştir.

Kraker çeşitleri arasındaki ortalama peroksit sayısı değerleri incelendiğinde; K (70.53 meq O₂/kg yağ) ile KABK (69.87 meq O₂/kg yağ) krakerlerinin peroksit sayısı değerleri en yüksek değerleri verirken en düşük değeri MAŞK (58.46 meq O₂/kg yağ) vermiştir. Baklagil unu katkılı krakerler kendi arasında değerlendirildiğinde, MAŞK en düşük değeri vererek diğer baklagil unlu krakerlerden istatistiki olarak (p<0.05) farklı bulunmuş ve BAKK (69.16 meq O₂/kg yağ) ile BÖRK (66.23 meq O₂/kg yağ) ise birbirlerine benzer değerler (p>0.05) vermiştir. Yalancı tahıl unu katkılı krakerler kendi aralarında değerlendirildiğinde ise KABK en yüksek değeri verirken bunu sırasıyla AMRK (67.92 meq O₂/kg yağ) ve KİNK (63.12 meq O₂/kg yağ) izlemiştir.

Tüm krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki ortalama peroksit sayısı değerleri incelendiğinde; bu değerler 0. ayda 38.66 meq O₂/kg yağ iken 12. ayda 98.37 meq O₂/kg yağ olarak belirlenmiş ve zaman içerisinde krakerlerin peroksit sayısı değerlerinde artış olduğu görülmüştür. Benzer şekilde bazı araştırmacılar depoladıkları fındık (Ghirardello ve diğ. 2016), ceviz (Yıldız 2021) ve bademlerin (Raisi ve diğ. 2015) depolanma sürecinde peroksit sayısı değerlerinde önemli artışlar olduğunu bulmuşlardır.

Tablo 3.18: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki peroksit sayısı değerleri (meq O₂/kg yağ)

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	31.56±2.68 ^{Ca}	56.69±14.00 ^{Ba-c}	68.23±17.11 ^{ABa}	83.72±5.22 ^{Aa-c}	82.36±6.86 ^{Aa}
	MAP2	31.56±2.68 ^{Ca}	59.24±18.34 ^{BCa-c}	78.49±12.96 ^{ABa}	82.93±4.89 ^{ABa-d}	106.63±18.11 ^{Aa}
	MAP3	31.56±2.68 ^{Ca}	68.38±11.64 ^{Ba-c}	86.62±9.69 ^{Aa}	81.43±5.19 ^{ABa-e}	83.84±5.51 ^{ABa}
	MAP4	31.56±2.68 ^{Ca}	66.96±8.57 ^{Ba-c}	85.91±7.56 ^{ABa}	88.33±9.10 ^{ABab}	104.60±16.51 ^{Aa}
BAKK	MAP1	41.88±9.63 ^{Ba}	61.13±5.54 ^{ABa-c}	75.62±25.39 ^{ABa}	97.67±26.81 ^{Aa}	84.71±14.50 ^{Aa}
	MAP2	41.88±9.63 ^{Ca}	52.03±4.61 ^{BCbc}	76.22±29.34 ^{ABa}	82.73±7.89 ^{ABa-d}	93.81±3.17 ^{Aa}
	MAP3	41.88±9.63 ^{Ca}	53.06±4.02 ^{BCa-c}	76.47±29.52 ^{ABa}	81.02±5.29 ^{ABa-e}	94.89±9.33 ^{Aa}
	MAP4	41.88±9.63 ^{Ca}	50.62±6.20 ^{BCbc}	70.94±23.17 ^{ABa}	72.29±3.51 ^{ABa-f}	92.39±7.52 ^{Aa}
BÖRK	MAP1	33.35±8.65 ^{Ba}	41.47±5.33 ^{Bc}	73.44±21.85 ^{Aa}	86.42±5.75 ^{Aa-c}	86.18±10.36 ^{Aa}
	MAP2	33.35±8.65 ^{Ca}	52.52±14.01 ^{BCa-c}	69.00±26.08 ^{ABa}	73.97±10.04 ^{ABa-f}	87.02±8.13 ^{Aa}
	MAP3	33.35±8.65 ^{Ba}	52.69±15.66 ^{ABa-c}	80.62±23.91 ^{Aa}	83.55±2.24 ^{Aa-c}	86.86±9.97 ^{Aa}
	MAP4	33.35±8.65 ^{Ba}	62.01±15.14 ^{ABa-c}	83.76±21.39 ^{Aa}	76.76±9.92 ^{Aa-f}	95.01±18.63 ^{Aa}
MAŞK	MAP1	34.55±6.55 ^{Ca}	48.52±5.95 ^{Cbc}	49.69±9.57 ^{Ca}	72.94±13.90 ^{Ba-f}	116.93±11.36 ^{Aa}
	MAP2	34.55±6.55 ^{Ca}	47.83±5.51 ^{BCbc}	49.98±5.10 ^{BCa}	68.42±15.45 ^{Bb-f}	97.78±17.07 ^{Aa}
	MAP3	34.55±6.55 ^{Ca}	48.52±1.18 ^{BCbc}	46.11±1.30 ^{BCa}	51.71±12.76 ^{Bf}	94.96±5.13 ^{Aa}
	MAP4	34.55±6.55 ^{Ba}	46.96±8.07 ^{Bc}	52.35±11.57 ^{Ba}	52.65±6.43 ^{Bf}	85.72±11.39 ^{Aa}
AMRK	MAP1	45.80±11.50 ^{Ba}	67.43±6.65 ^{Ba-c}	48.76±3.23 ^{Ba}	55.26±18.82 ^{Bd-f}	116.42±18.62 ^{Aa}
	MAP2	45.80±11.50 ^{Ba}	61.06±14.69 ^{Ba-c}	56.25±4.48 ^{Ba}	54.57±15.21 ^{Bef}	109.67±11.67 ^{Aa}
	MAP3	45.80±11.50 ^{Ba}	65.78±23.22 ^{Ba-c}	55.46±4.12 ^{Ba}	53.89±6.61 ^{Bef}	111.10±28.15 ^{Aa}
	MAP4	45.80±11.50 ^{Ba}	81.73±27.13 ^{ABab}	63.76±7.85 ^{Ba}	61.02±6.25 ^{Bb-f}	113.07±19.84 ^{Aa}
KABK	MAP1	49.22±13.15 ^{Ba}	74.51±15.21 ^{Ba-c}	51.86±20.18 ^{Ba}	68.67±11.39 ^{Bb-f}	114.10±23.43 ^{Aa}
	MAP2	49.22±13.15 ^{Ba}	72.89±10.85 ^{Ba-c}	47.27±13.10 ^{Ba}	59.42±1.75 ^{Bc-f}	118.71±27.56 ^{Aa}
	MAP3	49.22±13.15 ^{Ba}	55.74±3.20 ^{Ba-c}	52.42±12.69 ^{Ba}	64.34±7.46 ^{Bb-f}	103.84±21.81 ^{Aa}
	MAP4	49.22±13.15 ^{Ba}	72.31±9.05 ^{Ba-c}	60.37±17.63 ^{Ba}	60.20±7.34 ^{Bc-f}	123.79±28.26 ^{Aa}
KİNK	MAP1	34.29±3.41 ^{Ca}	63.97±19.26 ^{A-Ca-c}	51.24±18.14 ^{BCa}	73.72±5.73 ^{ABa-f}	88.19±14.30 ^{Aa}
	MAP2	34.29±3.41 ^{Ba}	65.37±15.23 ^{Aa-c}	51.22±18.91 ^{ABa}	68.36±4.38 ^{Ab-f}	80.54±18.88 ^{Aa}
	MAP3	34.29±3.41 ^{Ca}	63.74±6.11 ^{ABa-c}	56.03±15.96 ^{BCa}	71.79±8.46 ^{ABa-f}	81.78±16.23 ^{Aa}
	MAP4	34.29±3.41 ^{Da}	87.13±15.60 ^{ABa}	58.20±18.41 ^{CDa}	64.45±6.17 ^{Bcb-f}	99.45±10.17 ^{Aa}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂., MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.19: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer koşulları ve depolama süresinin peroksit sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker Çeşitleri (A)	K	70.53 ^a	7.65
	BAKK	69.16 ^{ab}	
	BÖRK	66.23 ^{ab}	
	MAŞK	58.46 ^c	
	AMRK	67.92 ^{ab}	
	KABK	69.87 ^a	
	KİNK	63.12 ^{bc}	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	66.59 ^a	1.82
	MAP2	65.56 ^a	
	MAP3	65.07 ^a	
	MAP4	68.67 ^a	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	38.66 ^d	264.38
	3. Ay	60.73 ^c	
	6. Ay	63.44 ^c	
	9. Ay	71.15 ^b	
	12. Ay	98.37 ^a	
AxB			1.38
AxC			9.46
BxC			1.57
AxBxC			0.57

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).
K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Kaya ve diğ. (2017) yağların peroksit sayısı üzerinde birçok faktör etki etmesine rağmen en önemli faktörlerin yağların doymamış yağ asitleri miktarının ve doymamışlık düzeyleri ile antioksidanların niteliğinin ve niceliğinin olduğunu bildirmişlerdir.

Kraker çeşitlerinin farklı MAP koşullarında depolanmasının peroksit sayısı üzerindeki etkisi incelendiğinde; farklı MAP koşullarının peroksit sayısı değerleri üzerinde istatistiki anlamda ($p > 0.05$) farklılık oluşturmadığı bulunmuştur. Benzer sonuçlar diğer bazı çalışmalarda da bulunmuştur. García-Pascual ve diğ. (2003) yapmış oldukları çalışmada badem örneklerinin farklı sıcaklıklarda (8 ve 36 °C) ve paketleme atmosferlerinde (hava ve N₂) 9 ay süreyle depolamanın peroksit değeri üzerinde önemli bir etki yapmadığını saptamışlardır. Yıldız (2021) yapmış olduğu çalışmada ceviz örneklerini farklı paketleme tekniklerini (hava, azot ve vakum altında paketleme) kullanarak farklı sıcaklıklarda (4 ve 20 °C) depolamış ve farklı paketleme

tekniklerinin ceviz çeşitlerinin peroksit değerlerinde etkili olmadığı ve bu değerleri istatistiksel anlamda benzer olduğunu bulmuştur ($p>0.05$).

Bisküvi bileşimindeki una farklı oranlarda (%0, 6, 12 ve 18) nar kabuğu tozu ikame edilen ve farklı atmosferlerde [kontrol (hava), %100 N₂, %40 CO₂ +%60 N₂ ve %50 CO₂ +%50 N₂] depolanan (9 ay) bisküvilerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özelliklerinin tespit edildiği bir çalışmada (Urgancı 2019); bisküvilerin peroksit sayılarında depolama sürecinde dalgalanmalar olduğu görülmüştür. Çalışmada CO₂ varlığında paketlenen bisküvilerin peroksit sayılarının depolama süresince diğerlerinden daha düşük seyrettiği ve nar kabuğu tozunun yüksek oranda kullanıldığı bisküvilerin peroksit sayılarının depolama sonunda daha düşük olduğu bulunmuştur.

Salça üretim atıklarının tarhana üretiminde kullanıldığı bir çalışmada (Işık 2013), elde edilen tarhanalar 12 ay boyunca oda koşullarında muhafaza edilmiş ve tarhanaların 6 aylık depolama sonunda peroksit sayısı değerleri bakımından muhafaza öncesi değerleriyle benzer olduğu görülmüş ve 6. aydan 12. aya kadar geçen süreçte tarhanaların peroksit sayılarının genel olarak arttığı bulunmuştur.

Dereli ve şevik (2011) Afyon kaymağını dört farklı gaz bileşimi ile modifiye atmosferde paketlenme (%15 CO₂ + %85 N₂, %25 CO₂ + %75 N₂, %30 CO₂ + %70 N₂ ve %50 CO₂ + %50 N₂) yaparak +4 °C'de 30 gün depolamış ve depolamanın 0., 7., 14., 21. ve 30. günlerinde peroksit sayılarını ölçmüştür. Paketleme tipinin örnekler üzerinde önemli ölçüde ($p>0.05$) etkili olmadığını ve depolama zamanının örneklerin peroksit değerlerini önemli ölçüde arttırdığını ($p<0.05$) tespit etmiştir.

etin ve diğer. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, çiğ iç fındıklar üç farklı şekillerde paketlenmiş (A:vakumlu; B:modifiye atmosfer paketlenme, %80 CO₂; C:vakumsuz) ve 20-25 °C'de %60-65 relatif rutubette 12 ay boyunca depolanarak kalite kriterleri belirlenmiştir. Peroksit değeri açısından A ve B grubu fındıklarda muhafaza süresi boyunca artış olmuş ve başlangıçta 0.14 meq O₂/kg olan peroksit değerleri muhafaza sonunda sırasıyla 0.35 ve 0.30 meq O₂/kg olarak bulunmuştur. C grubunda ise peroksit sayısının dalgalanma gösterdiği; 6. ayda 0.50 meq O₂/kg'ye yükseldiği, 9. ayda 0.40 meq O₂/kg'ye düştüğu ve 12. ayda 0.85 meq O₂/kg'ye yükseldiği tespit edilmiştir.

Limon mineçiçeğinin (*Lippia citriodora* H.B.K.) kurabiyelerin zenginleştirilmesinde kullanıldığı bir çalışmada (Sourki ve diğ. 2021), yağ bileşenlerinin oksidatif stabilitesi incelenmiştir. Bu amaçla %0.5 (F1), %1.0 (F2) ve %1.5 (F3) oranlarında kuru yaprak tozu, 200 ppm (F4), 2000 ppm (F5) ve 5000 ppm (F6) limon mine çiçeği esansiyel yağı, TBHQ (200 ppm) (F7) ve kontrol (F8) (katkısız) olacak şekilde 8 farklı hamurdan kurabiye hazırlanmış ve 6 ay boyunca depolanmıştır. Farklı kurabiye formülasyonları peroksit değerinde farklılıklar oluşturmuş ve kontrol örneğinin peroksit değeri en yüksek değeri verirken diğer kurabiyelere eklenen katkıları pişirme sonrası peroksit değerindeki artışı yavaşlatmıştır. Tüm örnekler depolamanın ilk iki ayında peroksit değerinde bir artış eğilimi göstermiş ancak daha sonrasında bu örneklerde peroksit değerinde azalma gerçekleşmiştir.

Bialek ve diğ. (2016)'da ayrı ayrı tereyağı ve margarin içeren kurabiye formülasyonlarına aronya polifenol ekstraktı (APE) 0, 100, 250 ve 1000 mg/kg miktarlarında eklenmiş, üretilen kurabiyeler 18 hafta, ışığa erişim olmadan, hava geçirmeyen ve gıda ile temasa uygun kaplar içerisinde 19 °C'de depolanmışlardır. Bu süreçte APE'nin kurabiyelerdeki lipidin oksidatif stabilitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. APE'li kurabiyelerde peroksit değerindeki en yüksek artış 9 hafta depolamadan sonra belirlenmiştir. Peroksit değeri, margarin ve tereyağı kurabiyelerdeki APE içeriği ve depolama süresi açısından önemli farklılık göstermiştir.

3.2.9 Krakerlerin *p*-Anisidin Sayısı Değeri

p-Anisidin değeri, hidroperoksitlerin karbonil, aldehitler ve diğer bileşiklere ayrışmasıyla üretilen ikincil oksidasyon ürünlerinin ölçüsüdür. Bu tür ikincil oksidasyon ürünlerinin artması *p*-anisidin değerinin artmasına neden olmaktadır ve bu aşama yağlarda acılaşmaya neden olan bir aşamadır. Daha düşük bir *p*-anisidin değeri daha iyi bir yağ kalitesinin olduğunu göstermektedir (Mei ve diğ. 2014).

Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş kraker çeşitlerinin 12 ay depolama sürecindeki *p*-anisidin sayısı değerleri Tablo 3.20'de verilmiştir.

Tablo 3.20: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki *p*-anisidin sayısı değerleri

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	10.24±2.79 ^{Aa}	12.36±2.78 ^{Aa}	9.26±0.59 ^{Aa-c}	9.13±0.71 ^{Aab}	3.69±0.78 ^{Bc-h}
	MAP2	10.24±2.79 ^{Aa}	10.37±1.53 ^{Aa-c}	10.04±2.44 ^{Aa}	8.71±1.36 ^{Aa-d}	4.46±0.61 ^{Ba-h}
	MAP3	10.24±2.79 ^{Aa}	9.61±2.01 ^{Aa-e}	8.83±1.13 ^{Aa-d}	9.65±1.22 ^{Aa}	4.57±1.07 ^{Ba-h}
	MAP4	10.24±2.79 ^{Aa}	11.01±0.76 ^{Aab}	9.55±0.89 ^{ABab}	8.95±1.47 ^{ABa-c}	5.93±1.97 ^{Ba-c}
BAKK	MAP1	10.21±1.24 ^{Aa}	9.92±1.24 ^{Aa-d}	5.08±0.51 ^{Bgh}	6.32±0.53 ^{Bd-h}	2.58±0.26 ^{Ch}
	MAP2	10.21±1.24 ^{Aa}	9.08±1.42 ^{Aa-e}	5.70±0.47 ^{Be-h}	6.17±0.40 ^{Be-h}	3.10±0.54 ^{Cf-h}
	MAP3	10.21±1.24 ^{Aa}	8.97±0.95 ^{Aa-e}	6.00±0.55 ^{Be-h}	6.53±0.35 ^{Bc-g}	3.72±0.63 ^{Cc-h}
	MAP4	10.21±1.24 ^{Aa}	9.24±0.43 ^{Aa-e}	5.41±0.41 ^{BCE-h}	6.69±0.89 ^{Bb-g}	3.90±0.51 ^{Cb-h}
BÖRK	MAP1	9.58±0.71 ^{Aa}	7.97±1.49 ^{ABb-e}	6.06±0.88 ^{BCE-h}	5.57±0.40 ^{BCf-h}	4.54±1.74 ^{Ca-h}
	MAP2	9.58±0.71 ^{Aa}	8.97±0.65 ^{Aa-e}	6.10±1.57 ^{Bd-h}	3.92±0.65 ^{BCh}	3.61±1.29 ^{Cd-h}
	MAP3	9.58±0.71 ^{Aa}	8.54±0.57 ^{Ab-e}	4.12±0.86 ^{Bh}	4.75±0.47 ^{Bgh}	3.62±0.95 ^{Bd-h}
	MAP4	9.58±0.71 ^{Aa}	8.66±1.44 ^{Aa-e}	4.40±0.49 ^{Bh}	3.83±0.69 ^{Bh}	4.15±1.77 ^{Ba-h}
MAŞK	MAP1	7.38±2.79 ^{Aa}	5.89±3.57 ^{Ae}	8.11±1.17 ^{Aa-e}	5.44±0.87 ^{Af-h}	6.04±0.59 ^{Aa}
	MAP2	7.38±2.79 ^{Aa}	6.65±1.47 ^{ABc-e}	4.41±0.63 ^{ABh}	6.89±0.94 ^{Aa-g}	3.25±0.19 ^{Be-h}
	MAP3	7.38±2.79 ^{Aa}	7.01±0.59 ^{Ac-e}	6.63±0.46 ^{Ac-h}	7.04±0.55 ^{Aa-g}	2.92±0.22 ^{Bgh}
	MAP4	7.38±2.79 ^{Aa}	6.54±2.36 ^{ABde}	7.83±0.66 ^{Aa-f}	7.89±0.83 ^{Aa-f}	2.91±0.52 ^{Bgh}
AMRK	MAP1	10.47±1.63 ^{Aa}	8.15±0.38 ^{Bb-e}	7.74±0.66 ^{Ba-g}	7.42±1.22 ^{BCa-f}	5.37±0.25 ^{Ca-f}
	MAP2	10.47±1.63 ^{Aa}	8.40±1.04 ^{ABb-e}	6.24±1.22 ^{BCd-h}	6.49±0.63 ^{BCc-g}	4.29±0.31 ^{Ca-h}
	MAP3	10.47±1.63 ^{Aa}	6.97±0.43 ^{Bc-e}	7.43±1.53 ^{Ba-g}	7.13±0.65 ^{Ba-g}	3.82±0.99 ^{Cb-h}
	MAP4	10.47±1.63 ^{Aa}	7.66±0.25 ^{Bb-e}	6.59±1.08 ^{Bc-h}	8.37±0.85 ^{ABa-e}	4.29±0.30 ^{Ca-h}
KABK	MAP1	8.34±2.32 ^{Aa}	9.20±0.48 ^{Aa-e}	7.77±0.85 ^{Aa-g}	7.46±2.30 ^{Aa-f}	6.23±1.10 ^{Aa}
	MAP2	8.34±2.32 ^{ABa}	9.38±1.01 ^{Aa-e}	7.16±0.27 ^{ABb-g}	8.43±1.16 ^{ABa-e}	5.80±0.28 ^{Ba-d}
	MAP3	8.34±2.32 ^{Aa}	8.63±0.07 ^{Aa-e}	6.78±1.02 ^{ABc-h}	8.27±0.56 ^{Aa-e}	5.48±0.19 ^{Ba-e}
	MAP4	8.34±2.32 ^{Aa}	6.90±0.57 ^{ABc-e}	8.05±1.23 ^{Aa-e}	7.34±0.79 ^{Aa-f}	4.32±0.49 ^{Ba-h}
KİNK	MAP1	8.08±0.57 ^{Aa}	8.52±0.49 ^{a-e}	9.22±1.36 ^{Aa-c}	8.97±0.47 ^{Aa-c}	5.20±0.37 ^{Ba-g}
	MAP2	8.08±0.57 ^{Aa}	7.86±0.86 ^{Ab-e}	5.55±0.84 ^{Be-h}	9.15±0.72 ^{Aab}	4.92±0.41 ^{Ba-g}
	MAP3	8.08±0.57 ^{Ba}	10.01±1.16 ^{Aa-d}	5.20±0.87 ^{Cf-h}	9.09±0.60 ^{ABab}	4.09±0.32 ^{Ca-h}
	MAP4	8.08±0.57 ^{ABa}	9.95±1.96 ^{Aa-d}	6.23±0.61 ^{BCd-h}	8.28±1.20 ^{ABa-e}	4.97±0.79 ^{Ca-g}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin *p*-anisidin sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 3.21’de verilmiştir.

Tablo 3. 21: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin *p*-anisidin sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker Çeşitleri (A)	K	8.85 ^a	37.22
	BAKK	6.96 ^b	
	BÖRK	6.36 ^c	
	MAŞK	6.25 ^c	
	AMRK	7.41 ^b	
	KABK	7.53 ^b	
	KİNK	7.48 ^b	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	7.53 ^a	3.00
	MAP2	7.13 ^b	
	MAP3	7.13 ^b	
	MAP4	7.26 ^{ab}	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	9.19 ^a	242.82
	3. Ay	8.66 ^b	
	6. Ay	6.84 ^c	
	9. Ay	7.28 ^c	
	12. Ay	4.35 ^d	
AxB			0.94
AxC			10.60
BxC			1.21
AxBxC			1.59

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaranat unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Kraker çeşitlerinin 12 ay depolama sürecindeki ortalama *p*-anisidin sayısı değerleri incelendiğinde; kontrol krakerin değerinin (8.85) tüm krakerlerin değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. En düşük ortalama *p*-anisidin sayısı değerlerine sahip krakerlerin ise BÖRK (6.36) ve MAŞK (6.25) olduğu tespit edilmiştir. BAKK, AMRK, KABK ve KİNK ise birbirlerine benzer değerler (6.96-7.53) vererek K örneğinden düşük ve farklı olduğu tespit edilmiştir.

Krakerlerin zamana bağlı değişimleri incelendiğinde, aylar arasındaki değerler inişli çıkışlı olsa da 0. aydan 12. aya kadar geçen sürede *p*-anisidin değerlerinde azalış olduğu gözlenmiştir. Bu konudaki diğer literatür çalışmaları (Chapman ve diğ. 1996; Choulitoudi ve diğ. 2020; Yıldız 2021; Özcan ve diğ. 2022) incelendiğinde de ilerleyen

depolama sürecinde *p*-anisidin değerlerinde genellikle dalgalanmaların olduğu görülmüştür. Bu artış ve azalışlar; hidroperoksitlerin erken ara ürünler olmaları ve kararsız bileşikler olmaları ile açıklanmaktadır (Chapman ve diğ. 1996).

Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş kraker çeşitlerinin 12 ay depolama sürecindeki *p*-anisidin sayısı değerleri incelendiğinde, MAP1 (7.53) en yüksek değeri verirken MAP4 (7.26) ile benzer ($p>0.05$) olduğu görülürken, MAP2 (7.13) ile MAP3 (7.13) ise en düşük değerleri vererek MAP4'e benzer ($p>0.05$) olduğu görülmüştür. Yıldız (2021)'in yapmış olduğu çalışmada da; farklı ceviz çeşitlerinin yağ oksidasyonu üzerine depolama koşulları ve paketleme tekniğinin etkisi incelenmiş, genel olarak paketleme tekniğinin ve depolama sıcaklığının örneklerin *p*-anisidin değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Hidroperoksitler karbonillere ve diğer bileşiklere özellikle de aldehitlere ayrıştığında oksidasyonun ikincil aşaması meydana gelmektedir. Birincil oksidasyonun sonuçlarını doğrulamak için ikincil lipid ürünlerinin tespiti gereklidir. Bu nedenle *p*-anisidin değeri ölçülmektedir. Bu değer; yağlardaki aldehit oluşumunun büyüklüğü olan ikincil oksidasyon ürünlerini (karboniller) göstermektedir. Antioksidan bileşikleri sekonder lipid oksidasyonu üzerinde güçlü bir inhibitör etki yapmaktadır (Zamuz ve diğ. 2018). Mevcut çalışmada; kontrol krakerin *p*-anisidin sayısı değerlerinin baklagil ve yalancı tahıl unlarını içeren krakerlerin değerlerinden daha yüksek çıkmasının sebebi olarak kontrol krakerin diğer krakerlerden daha düşük miktarlarda antioksidan içermesi gösterilebilir. Gıdalarda oksidasyon reaksiyonlarını önleyen veya yavaşlatan antioksidanların etkileri sonucunda gıdaların renk, tat ve koku gibi özellikleri korunmaktadır (Güleşçi ve Aygül 2016). Krakerlerin daha düşük *p*-anisidin değerine sahip olması daha iyi bir yağ kalitesine sahip olduğunu gösterdiğinden (Mei ve diğ. 2014) baklagil unu katkılı krakerlerin yağ kalitesinin kontrol kraker ve yalancı tahıl unu içeren krakerlerden daha iyi olduğu söylenebilir.

Kızarmış patates cipsinin oksidatif stabilitesi üzerine *Satureja thymbra* özleri ile aktif paketlemenin etkisinin incelendiği bir çalışmada (Choulitoudi ve diğ. 2020), fenolik asitler ve flavonoidler açısından zengin olan *Satureja thymbra* özleri doğal antioksidan olarak kızarmış patates cipslerinin üzerine püskürterek veya patates cipslerinin kızartma yağına eklenerek uygulanmış ve ürünler paketlenerek 55 gün depolanmıştır. Kızarmış patateslerin yağının *p*-anisidin değerleri izlenmiş tüm

örneklerin *p*-anisidin değerleri zaman içerisinde azalan ve/veya artan eğilim gösterse de depolama sonundaki değerler ilk günkü değerden daha düşük olduğu, bu değerlerin 10.4 ile 18.8 arasında değiştiği, uygulamalar arasında ve depolama süresi arasında önemli farklılığın olmadığı bulunmuştur. Özlerin cipsler için aktif ambalaj olarak kullanılan lamine bir film üzerine kaplandığında daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Chapman ve diğ. (1996) deneysel atıştırılabilir krakerleri (%7.49 katı yağı) çok amaçlı kısmen hidrojenize edilmiş menhaden balık yağı ile üretmiş ve bu yağ ile krakerlere püskürtme uygulamıştır. Kontrol krakerler ise kısmen hidrojenize edilmiş soya fasulyesi/pamuk tohumu yağı ile üretmiş ve kontrol krakere rafine edilmiş, ağartılmış, kısmen hidrojene edilmiş, filtrelenmiş ve kokusu giderilmiş kanola yağı ile püskürtme uygulamıştır. Ürün ağırlığının %12-15'i kadar olan sprey yağı sıcak krakerlere fırından çıkarken uygulanmıştır ve bu ürünler polistiren ambalaj tepsilerinde paketlenmiş, polietilen torbalara sarılmış ve 15 gün 25 °C'de tutulmuş ve daha sonra 20 °C'de 9.5 aya kadar saklanmıştır. Bu süreçte krakerlerin *p*-anisidin ve peroksit sayısı değerleri incelenmiştir. Kısmen hidrojenize edilmiş menhaden balık yağı içeren krakerlerin ortalama *p*-anisidin değerinin kontrol krakerin değerinden önemli ölçüde ($p < 0.05$) yüksek olduğu ve krakerlerin peroksit değerleri arasında önemli bir farklılığın olmadığı ($p > 0.05$) bulunmuştur. Zamana bağlı değişim incelendiğinde ise tüm krakerlerin *p*-anisidin ve peroksit sayısı değerlerinde zamanla azalma olmuş (4. ay), sonra artmış (6.5 ay), sonra tekrar düşmüştür (8.5 ay). Bu düşüşün sebebi, hidroperoksitlerin erken ara ürünler olması ve dolayısıyla kararsız olmaları ile açıklanmıştır.

Özcan ve diğ. (2022)'nin yapmış olduğu çalışmada; sızma zeytinyağına bitkilerin (kekik, adaçayı, biberiye, zeytin yaprağı) ekstraktlarından elde ettiği uçucu yağları eklemiş ve her çeşit zeytinyağı teneke, PET, açık cam, cam-PET (içi cam, dışı PET) şişelerine doldurularak 6 ay boyunca depolanmış ve *p*-anisidin değerleri incelenmiştir. Örneklerin depolama sürecindeki *p*-anisidin değerleri düzenli bir artış veya azalış göstermemiştir. Genellikle en yüksek değerler 2. ve 3. ayda bulunmuş, 5. ve 6. aydaki değerlerde önemli bir düşüş görülmüştür. Bitki ekstraktlarından elde edilen esansiyel yağların eklenmesi *p*-anisidin değerlerini etkilememiş ve birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Teneke ve cam-PET şişelerinde depolanan zeytinyağının *p*-anisidin değerleri PET ve cam ambalajlarda depolananlarınkinden önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur.

3.3 Fiziksel Analizler

3.3.1 Hammaddelerin ve Krakerlerin Renk Analizi

Krakerlerin rengi, üretilen krakerlerin tüketici tarafından beğenilip kabul edilmesinde ve ticarileştirilmesinde önemli faktörlerden birisidir (Alencar ve diğ. 2015). Unlu mamullerde ürünlerin rengine etki eden faktörler; formülasyonunda bulunan hammaddelerin özellikleri ile pişme esnasında gerçekleşen Maillard reaksiyonları ve şeker karamelizasyonudur (Topkaya ve Isik 2019).

Krakerlerin görüntüleri Şekil 3.1’de, kraker formülasyonuna katılan hammaddelerin CIE L^* , a^* , b^* renk değerleri Tablo 3.22’de verilmiştir.



Şekil 3.1: Krakerlerin görüntüleri

Tablo 3.22: Hammaddelerin CIE L^* , a^* , b^* renk değerleri

Parametreler	L^*	a^*	b^*
PAN	94.51±0.08 ^a	3.60±0.02 ^e	-3.29±0.07 ^e
PAU	84.14±0.21 ^b	2.85±0.06 ^f	14.17±0.14 ^c
BAK	75.20±1.45 ^c	4.63±0.43 ^d	19.45±1.33 ^a
BÖR	61.49±2.50 ^e	6.78±0.32 ^b	10.68±1.03 ^d
MAŞ	68.20±1.11 ^d	3.74±0.10 ^e	15.01±0.84 ^{bc}
AMR	74.29±0.20 ^c	7.07±0.06 ^b	16.05±0.24 ^b
KAB	63.65±0.10 ^e	8.97±0.06 ^a	14.44±0.26 ^{bc}
KİN	69.73±0.17 ^d	6.01±0.11 ^c	15.10±0.24 ^{bc}

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). PAN: Patates nişastası, PAU: Patates unu, BAK: Bakla unu, BÖR: Börülce unu, MAŞ: Maş fasulyesi unu, AMR: Amaran unu, KAB: Karabuğday unu, KİN: Kinoa unu

Kraker üretiminde kullanılan hammaddelerin renk değerleri incelendiğinde; PAN'ın en yüksek L^* değerine (94.51) ve en düşük b^* değerine (-3.29) sahip olduğu görülmüştür. Yani, en açık renkli PAN bulunmuştur. En düşük L^* değerlerini BÖR (61.49) ve KAB (63.65) verirken en koyu renge sahip oldukları görülmüştür. En yüksek b^* değeri (19.45) yani sarılık rengi BAK'da görülmüştür. Kırmızılık değeri olan a^* değerinde ise en düşük değeri PAU (2.85), en yüksek değeri de KAB (8.97) vermiştir.

Patates unu üzerine yapılan çalışma sonuçlarında (Singh ve diğ. 2003; Buzera ve diğ. 2022) patates unlarının L^* değerlerinin 69.80 ile 92.86, a^* değerlerinin -1.58 ile 4.07, b^* değerlerinin 11.66 ile 25.90 aralıklarında olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmada bulunan değerlerin literatürdeki aralıkta yer aldığı görülmüştür.

Bakla unu üzerine yapılan çalışma sonuçlarında (Kumar ve diğ. 2014) bakla unlarının L^* değerlerinin 73.61 ile 88.96, a^* değerlerinin 0.13 ile 1.53, b^* değerlerinin 11.74 ile 15.94 aralığında olduğu bildirilmiştir.

Börülce unu üzerine yapılan çalışma sonuçlarında (Naiker ve diğ. 2019) börülce unlarının L^* değerlerinin 85.10 ile 87.60, a^* değerlerinin 0.76 ile 1.49, b^* değerlerinin 11.35 ile 13.10 aralığında olduğu bulunmuştur.

Maş fasulyesi unu üzerine yapılan çalışma sonuçlarında (Rajiv ve diğ. 2012; Sakhare ve diğ. 2014) maş fasulyesi unlarının L değerlerinin 80.44 ile 85.9, a değerlerinin -2.90 ile 0.80, b değerlerinin 18.00 ile 21.5 aralığında olduğu verilmiştir.

Amarant unu üzerine yapılan çalışma sonuçlarında (Sudha ve Leelavathi 2012; Cankurtaran ve Bilgiçli 2021) amarant unlarının L değerlerinin 76.30 ile 85.69 a değerlerinin -0.90 ile 1.19, b değerlerinin 14.87 ile 15.00 aralığında olduğu sunulmuştur.

Karabuğday unu üzerine yapılan çalışma sonuçlarında (Skrabanja ve diğ. 2004; Cankurtaran ve Bilgiçli 2021), karabuğday unlarının L^* değerlerinin 74.46 ile 84.45 ile 88.8, a^* değerlerinin -1.20 ile 3.59, b^* değerlerinin 6.2 ile 18.15 aralığında olduğu bildirilmiştir.

Kinoa unu üzerine yapılan çalışma sonuçlarında (Demir 2014; Cankurtaran ve Bilgiçli 2021), kinoa unlarının L^* değerlerinin 88.55 ile 85.66, a^* değerlerinin -0.36 ile 0.48, b^* değerlerinin 13.04 ile 15.18 aralığında olduğu verilmiştir.

Kontrol kraker ile baklagil unları ve yalancı tahıl unları eklenmiş krakerlerin L^* renk değerleri Tablo 3.23'te verilmiştir. Krakerlerin renk değerlerinde depolama şartları ve sürelerinin etkisini görmek için örneklerin renk değerleri depolamanın 0., 3., 6., 9. ve 12. aylarında da ölçülmüştür. Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin CIE L^* renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 3.24'te verilmiştir.

Tablo 3.23: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki CIE L^* renk değerleri

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	74.27±4.32 ^{Aa}	74.19±5.15 ^{Aa-c}	73.03±4.66 ^{Aab}	75.54±1.09 ^{Aa}	76.53±1.47 ^{Aa}
	MAP2	74.27±4.32 ^{Aa}	74.61±3.51 ^{Aa-c}	71.03±6.27 ^{Aa-c}	72.58±2.42 ^{Aab}	69.39±5.86 ^{Ab-d}
	MAP3	74.27±4.32 ^{Aa}	76.45±2.99 ^{Aa}	74.99±3.99 ^{Aa}	72.57±3.69 ^{Aab}	72.98±3.05 ^{Aa-c}
	MAP4	74.27±4.32 ^{Aa}	75.05±4.76 ^{Aab}	73.74±2.23 ^{Aab}	73.57±2.36 ^{Aab}	73.98±1.41 ^{Aab}
BAKK	MAP1	66.23±3.97 ^{ABab}	66.38±2.08 ^{ABb-d}	69.29±1.95 ^{Aa-d}	67.81±2.65 ^{ABa-c}	62.92±2.37 ^{Be-g}
	MAP2	66.23±3.97 ^{Aab}	63.32±6.80 ^{Ad-g}	63.13±6.92 ^{Ac-f}	62.24±7.08 ^{Ab-f}	68.28±0.20 ^{Ab-e}
	MAP3	66.23±3.97 ^{Aab}	62.67±5.88 ^{Ad-h}	64.60±7.20 ^{Ab-e}	62.83±7.32 ^{Ab-f}	68.63±0.11 ^{Ab-e}
	MAP4	66.23±3.97 ^{Aab}	64.83±3.55 ^{Ad-f}	61.94±5.41 ^{Ac-g}	62.19±3.48 ^{Ab-f}	64.93±0.25 ^{Ad-f}
BÖRK	MAP1	50.24±1.50 ^{Dd}	61.27±2.58 ^{Ad-i}	60.58±1.04 ^{ABd-h}	57.63±0.83 ^{BCc-f}	57.04±0.63 ^{Cgh}
	MAP2	50.24±1.50 ^{Ad}	55.38±4.27 ^{Ag-j}	54.11±3.98 ^{Af-i}	52.56±3.74 ^{Af}	53.28±3.68 ^{Ahi}
	MAP3	50.24±1.50 ^{Ad}	55.69±3.51 ^{Af-j}	54.65±3.95 ^{Af-i}	53.26±3.02 ^{Aef}	53.97±2.28 ^{Ahi}
	MAP4	50.24±1.50 ^{Ad}	56.40±4.79 ^{Ae-j}	55.27±2.69 ^{Ae-i}	53.27±3.75 ^{Aef}	52.64±2.74 ^{Ahi}
MAŞK	MAP1	51.24±4.40 ^{Ad}	53.81±3.28 ^{Ah-j}	51.25±3.44 ^{Ahi}	54.98±2.33 ^{Ad-f}	49.58±2.56 ^{Aij}
	MAP2	51.24±4.40 ^{BCd}	55.37±1.80 ^{ABg-j}	50.66±2.23 ^{BCi}	58.39±0.49 ^{Ac-f}	48.66±2.38 ^{Cij}
	MAP3	51.24±4.40 ^{Ad}	52.93±4.12 ^{Aij}	52.57±5.08 ^{Ag-i}	62.16±6.03 ^{Ab-f}	51.13±5.55 ^{Ahi}
	MAP4	51.24±4.40 ^{ABd}	51.03±4.31 ^{ABj}	48.71±4.24 ^{Bi}	57.97±1.33 ^{Ac-f}	44.73±2.79 ^{Bj}
AMRK	MAP1	60.71±4.52 ^{Bb-d}	69.66±0.27 ^{Aa-d}	68.93±1.23 ^{Aa-d}	68.19±0.63 ^{Aa-c}	66.78±0.94 ^{Ac-f}
	MAP2	60.71±4.52 ^{Bb-d}	67.56±2.45 ^{Aa-d}	67.87±0.40 ^{Aa-d}	67.03±0.41 ^{Aa-d}	66.51±0.67 ^{Ad-f}
	MAP3	60.71±4.52 ^{Bb-d}	69.96±1.31 ^{Aa-d}	69.01±0.53 ^{Aa-d}	68.34±0.90 ^{Aa-c}	67.53±1.13 ^{Ac-e}
	MAP4	60.71±4.52 ^{Bbc-d}	69.35±3.23 ^{Aa-d}	68.21±1.28 ^{Aa-d}	65.55±3.06 ^{ABa-d}	68.12±2.65 ^{Ab-e}
KABK	MAP1	54.15±1.69 ^{Bcd}	65.43±0.58 ^{Ac-e}	64.99±0.49 ^{A-d}	62.83±2.70 ^{Ab-f}	64.51±0.14 ^{Ad-f}
	MAP2	54.15±1.69 ^{Bcd}	65.66±1.75 ^{Ac-d}	63.20±1.72 ^{Ac-f}	62.82±0.83 ^{Ab-f}	62.62±0.91 ^{Ae-g}
	MAP3	54.15±1.69 ^{Ccd}	65.82±0.33 ^{Ac-d}	61.90±1.88 ^{Bc-g}	62.42±1.68 ^{Bb-f}	62.88±0.86 ^{ABe-g}
	MAP4	54.15±1.69 ^{Ccd}	63.01±2.12 ^{ABd-g}	64.75±0.74 ^{Ab-d}	63.99±0.52 ^{ABa-f}	61.18±1.06 ^{Bfg}
KİNK	MAP1	63.21±6.26 ^{Aa-c}	67.53±2.60 ^{Aa-d}	67.58±0.80 ^{Aa-d}	65.94±2.96 ^{Aa-d}	68.10±0.47 ^{Ab-e}
	MAP2	63.21±6.26 ^{Aa-c}	67.41±1.41 ^{Aa-d}	66.10±1.21 ^{Aa-d}	66.37±0.64 ^{Aa-d}	65.08±0.56 ^{Ad-f}
	MAP3	63.21±6.26 ^{Aa-c}	68.40±1.25 ^{Aa-d}	65.51±1.06 ^{Ab-d}	66.28±0.81 ^{Aa-d}	66.65±0.60 ^{Ad-f}
	MAP4	63.21±6.26 ^{Aa-c}	68.12±2.42 ^{Aa-d}	66.10±2.25 ^{Aa-d}	65.15±2.75 ^{Aa-f}	64.82±1.29 ^{Ad-f}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.24: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin CIE L^* renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker Çeşitleri (A)	K	73.86 ^a	335.26
	BAKK	65.05 ^b	
	BÖRK	54.40 ^d	
	MAŞK	52.44 ^e	
	AMRK	66.57 ^b	
	KABK	61.73 ^c	
	KİNK	65.90 ^b	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	63.79 ^a	5.51
	MAP2	62.31 ^b	
	MAP3	63.06 ^{ab}	
	MAP4	62.24 ^b	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	60.01 ^c	25.64
	3. Ay	64.54 ^a	
	6. Ay	63.34 ^{ab}	
	9. Ay	63.73 ^{ab}	
	12. Ay	62.62 ^b	
AxB			1.28
AxC			7.04
BxC			0.58
AxBxC			0.67

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.24'teki kraker çeşitlerinin ortalama L^* değerleri incelendiğinde, tüm krakerlerin K'den önemli derecede ($p<0.05$) düşük L^* değerine (73.86) sahip olduğu, dolayısıyla K örneğinin en açık renkli kraker olduğu görülmektedir. Bu sonucun, PAN ve PAU'nun L^* değerlerinin yalancı tahıl unları ve baklagil unlarının L^* değerlerinden daha yüksek olmasıyla ilişkili olduğu düşünülmüştür. L^* değeri bakımından K örneğini, birbirleriyle istatistiksel olarak benzer sonuç veren AMRK (66.57), KİNK (65.90) ve BAKK (65.05) örnekleri takip etmiş olup, MAŞK (52.44) farklı ($p<0.05$) ve en düşük değeri vermiştir.

Fırınlanmış bir ürünün yüzey rengi, ilk tüketici kabulü için önemli bir parametredir. Hem un türü hem de pişirme süresi, pişmiş krakerlerin tüm renk parametrelerini önemli ölçüde etkilemektedir. Patates unu ve nişastası ile yapılan krakerlerin bakliyat unu içeren krakerlere göre daha yüksek L^* değerine sahip olduğu ve bakliyat unu ve yalancı tahıl unu içeren krakerlerin hammadde özelliklerinden

dolayı (Tablo 3.22) daha koyu renge ve dolayısıyla daha düşük L^* değerlerine sahip olduğu düşünülmektedir.

Kraker çeşitlerinin 12 ay depolama sürecindeki L^* değerleri incelendiğinde; en düşük değer olan 0. aydaki değer (60.01) diğer aylardan istatistiksel olarak ($p < 0.05$) farklı bulunmuştur. Sonuçlardan, depolama sırasında örneklerin L^* değerlerinin başlangıca göre yükseldiği, dolayısıyla renkte açılma olduğu söylenebilir.

MAP koşullarında depolanmış krakerlerin ortalama L^* değerleri incelendiğinde; MAP1 koşullarında depolanmış krakerler en yüksek değerleri verirken MAP2 ve MAP4 koşullarında depolanmış krakerler birbirine benzer ($p > 0.05$) ve en düşük değerleri vermiştir. MAP3 koşullarında depolanmış krakerler ise MAP1, MAP2 ve MAP4 koşullarında paketlenmiş krakerlere benzer değerler vermiştir. Bu durumda en az renk açılmasının MAP2 ve MAP4 koşullarındaki krakerlerde olduğu söylenebilir.

Nohut unu, bakla unu ve izole soya proteini ile üretilen bisküvilerin özelliklerinin incelendiği bir çalışmada (Rababah ve diğ. 2006), nohutunun kullanılmasıyla bisküvi renklerinde açıklığın, bakla ve izole soya proteinin kullanılmasıyla da koyuluğun kontrol örneğine göre arttığı bulunmuştur. Bakla unlu bisküvilerden elde edilen sonuçlar mevcut çalışma ile benzerlik göstermiştir.

Taro ununa farklı oranlarda (%20-30-40) maş fasulyesi unu eklenerek bisküvi üretilen bir çalışmada (Fahroji ve Jamil 2010), bisküvilere maş fasulyesi unu eklenme oranı arttıkça L^* değerinde azalma olduğu görülmüştür. Bisküvilerin ortalama L^* değerleri maş fasulyesi %20 oranında eklendiğinde 59.90, %30 oranında eklendiğinde 57.76, %40 oranında eklendiğinde 56.91 olarak bulunmuştur. Patates ununa %70 oranında maş fasulyesi unu eklenmiş olan mevcut çalışmada da maş fasulyesi ilavesiyle L^* değerinde benzer bir değişim tespit edilmiştir.

Kontrol kraker ile baklagil unları ve yalancı tahıl unları eklenmiş krakerlerin a^* renk değerleri Tablo 3.25'te verilmiştir. Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin CIE a^* renk değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları da Tablo 3.26'da verilmiştir.

Tablo 3.25: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki CIE a^* renk değerleri

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	9.35±1.21 ^{Ac}	9.38±2.16 ^{Abc}	9.58±2.33 ^{Aab}	8.12±0.91 ^{Ac}	7.37±1.03 ^{Ae}
	MAP2	9.35±1.21 ^{Ac}	9.54±1.48 ^{Abc}	10.25±2.90 ^{Aab}	9.77±1.48 ^{Aa-c}	11.19±2.50 ^{Aa-d}
	MAP3	9.35±1.21 ^{Ac}	8.56±1.34 ^{Ac}	8.64±2.11 ^{Ab}	9.85±2.43 ^{Aa-c}	9.67±1.80 ^{Ab-e}
	MAP4	9.35±1.21 ^{Ac}	9.49±2.34 ^{Abc}	9.51±1.79 ^{Aab}	9.34±1.95 ^{Abc}	9.29±1.05 ^{Ac-e}
BAKK	MAP1	11.66±1.24 ^{Aa-c}	11.63±0.18 ^{Aa-c}	10.05±1.13 ^{Aab}	10.03±1.37 ^{Aabc}	10.17±2.09 ^{Aa-d}
	MAP2	11.66±1.24 ^{Aa-c}	12.56±2.57 ^{Aab}	12.06±2.82 ^{Aab}	12.37±2.62 ^{Aab}	10.40±2.62 ^{Aa-d}
	MAP3	11.66±1.24 ^{Aa-c}	13.11±1.38 ^{Aa}	11.81±2.40 ^{Aab}	11.97±2.70 ^{Aab}	10.25±0.13 ^{Aa-d}
	MAP4	11.66±1.24 ^{Aa-c}	12.09±0.82 ^{Aab}	13.55±2.05 ^{Aa}	13.13±0.98 ^{Aa}	12.39±0.04 ^{Aab}
BÖRK	MAP1	13.95±1.66 ^{Aab}	9.27±1.30 ^{Bbc}	9.44±0.76 ^{Bb}	9.54±0.53 ^{Bbc}	10.10±0.10 ^{Ba-e}
	MAP2	13.95±1.66 ^{Aab}	11.57±1.21 ^{Aa-c}	11.59±1.63 ^{Aab}	12.24±1.19 ^{Aab}	12.03±0.77 ^{Aa-c}
	MAP3	13.95±1.66 ^{Aab}	11.95±0.49 ^{ABab}	11.54±1.05 ^{Bab}	12.00±0.63 ^{ABab}	11.81±1.06 ^{ABa-c}
	MAP4	13.95±1.66 ^{Aab}	11.77±1.05 ^{Aa-c}	11.89±0.70 ^{Aab}	12.17±1.20 ^{Aab}	12.51±0.61 ^{Aa}
MAŞK	MAP1	11.05±0.99 ^{Abc}	10.72±1.06 ^{Aa-c}	11.01±0.91 ^{Aab}	10.08±1.44 ^{Aa-c}	11.49±0.45 ^{Aa-d}
	MAP2	11.05±0.99 ^{ABbc}	10.21±0.86 ^{Ba-c}	12.35±0.65 ^{Aab}	11.22±0.37 ^{ABa-c}	12.23±0.33 ^{Aab}
	MAP3	11.05±0.99 ^{Abc}	10.62±1.44 ^{Aa-c}	10.46±2.01 ^{Aab}	10.54±1.70 ^{Aa-c}	10.73±1.67 ^{Aa-d}
	MAP4	11.05±0.99 ^{Abc}	11.96±1.07 ^{Aab}	11.91±0.50 ^{Aab}	11.50±0.91 ^{Aa-c}	11.50±1.41 ^{Aa}
AMRK	MAP1	14.14±1.08 ^{Aab}	10.77±0.29 ^{Ba-c}	9.78±1.05 ^{Bab}	10.12±0.27 ^{Ba-c}	11.08±0.39 ^{Ba-d}
	MAP2	14.14±1.08 ^{Aab}	12.06±1.20 ^{Bab}	10.26±0.48 ^{Cab}	10.75±0.20 ^{BCa-c}	11.38±0.51 ^{BCa-d}
	MAP3	14.14±1.08 ^{Aab}	10.52±0.44 ^{Ba-c}	9.59±0.76 ^{Bab}	10.28±0.25 ^{Ba-c}	10.54±0.63 ^{Ba-d}
	MAP4	14.14±1.08 ^{Aab}	10.22±1.39 ^{Ba-c}	9.72±1.35 ^{Bab}	11.06±1.40 ^{ABa-c}	10.48±1.53 ^{Ba-d}
KABK	MAP1	14.70±1.29 ^{Aa}	10.15±0.62 ^{Ba-c}	9.94±0.17 ^{Bb}	10.28±1.05 ^{Ba-c}	9.93±0.29 ^{Ba-e}
	MAP2	14.70±1.29 ^{Aa}	10.35±0.77 ^{Ba-c}	11.12±1.29 ^{Bab}	10.99±0.08 ^{Ba-c}	11.02±0.27 ^{Ba-d}
	MAP3	14.70±1.29 ^{Aa}	10.29±0.17 ^{Ba-c}	11.65±1.01 ^{Bab}	11.30±0.87 ^{Ba-c}	10.77±0.05 ^{Ba-d}
	MAP4	14.70±1.29 ^{Aa}	11.99±0.48 ^{Bab}	10.43±0.43 ^{Bab}	10.62±0.10 ^{Ba-c}	11.62±1.02 ^{Ba-d}
KİNK	MAP1	12.12±1.32 ^{Aa-c}	10.51±1.30 ^{ABa-c}	9.14±0.47 ^{Bab}	10.55±1.69 ^{ABa-c}	8.88±0.27 ^{Bde}
	MAP2	12.12±1.32 ^{Aa-c}	10.83±0.78 ^{ABa-c}	10.67±0.27 ^{ABab}	10.49±0.08 ^{Ba-c}	10.93±0.41 ^{ABa-d}
	MAP3	12.12±1.32 ^{Aa-c}	10.38±0.66 ^{Aa-c}	11.22±1.34 ^{Aab}	10.36±0.58 ^{Aa-c}	10.25±0.84 ^{Aa-d}
	MAP4	12.12±1.32 ^{Aa-c}	10.16±1.31 ^{Aa-c}	10.64±1.77 ^{Aab}	10.62±1.36 ^{Aa-c}	10.88±0.66 ^{Aa-d}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.26: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin CIE a^* renk değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker Çeşitleri (A)	K	9.35 ^d	36.04
	BAKK	11.71 ^{ab}	
	BÖRK	11.86 ^a	
	MAŞK	11.19 ^{bc}	
	AMRK	11.26 ^{bc}	
	KABK	11.56 ^{ab}	
	KİNK	10.75 ^c	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	10.46 ^b	17.92
	MAP2	11.41 ^a	
	MAP3	11.08 ^a	
	MAP4	11.44 ^a	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	12.43 ^a	38.21
	3. Ay	10.81 ^b	
	6. Ay	10.71 ^b	
	9. Ay	10.76 ^b	
	12. Ay	10.78 ^b	
AxB			1.85
AxC			7.34
BxC			1.59
AxBxC			0.78

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Krakerlerin a^* değerlerinin sonuçları (pozitif a^* değerleri kırmızı alt tonu, negatif a^* değerleri yeşil alt tonu gösterir) incelendiğinde; krakerlere baklagil ve yalancı tahıl unlarının eklenmesinin krakerlerin kırmızı tonunu önemli ölçüde arttırdığı görülmektedir.

Kraker çeşitlerinin ortalama a^* değerleri incelendiğinde; K krakerinin (9.35) diğer tüm krakerlerden (10.75-11.86) önemli derecede ($p<0.05$) düşük a^* değerine sahip olduğu bulunurken, BÖRK (11.86) ise en yüksek değeri vermiştir. Daha sonra bu değeri sırasıyla BAKK (11.71), KABK (11.56), AMRK (11.26), MAŞK (11.19) ve KİNK (10.75) takip etmiştir. BAKK ile KABK, AMRK ile MAŞK birbirlerine benzer a^* değerleri vermişlerdir. Yalancı tahıl ve baklagil unlarını içeren krakerler arasında KİNK (10.75) ise diğer krakerlerden farklı ($p<0.05$) ve en düşük a^* değeri vermiştir.

Nohut unu, bakla unu, izole soya proteini ve buğday unu ile üretilen bisküvilerin renginin incelendiği bir çalışmada (Rababah ve diğ. 2006), izole soya proteini katkılı bisküvilerinin kırmızılık (a^*) değerleri en yüksek bulunmuştur. İzole soya proteini katkılı bisküvilerin yüksek protein içermesi ve bununla birlikte daha fazla indirgen şekerlerin amino asitlerle reaksiyona girmesi sonucunda yüksek oranda kırmızılık içerdiği düşünülmüştür. Yapılan bu tez çalışmasındaki krakerlerin protein oranlarıyla ilişkilendirildiğinde K'nin a^* değerinin düşük olmasında K'nin en düşük protein oranına sahip olmasının da bir etken olabileceği düşünülmüştür. Ayrıca Rababah ve diğ. (2006)'da buğday ununa %3, 6, 9 ve 12 oranlarında bakla unu ikame edilmiş olan bisküvilerin a^* değerleri kontrol örneğinkiyle benzer çıkmıştır ($p>0.05$). Rababah ve diğ. (2006)'nın yapmış olduğu çalışmayı bu tez çalışması ile karşılaştırdığımızda, bu tez çalışmasındaki K örneğinde buğday unu yerine patates unu kullanılmış ve K ile BAKK örneklerinin a^* değerleri istatistiksel olarak benzer olmadığı bulunmuştur.

Krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki ortalama a^* değerleri incelendiğinde; 0. aydaki değerlerin en yüksek (12.43) olduğu görülürken istatistiksel açıdan diğer aylardan farklı bulunmuştur. 3., 6., 9. ve 12. aylardaki ortalama a^* değerleri 10.71 ile 10.81 arasında değişmiş ve istatistiksel olarak ($p>0.05$) benzer sonuçlar vermiştir.

Krakerlerin MAP koşullarındaki ortalama a^* değerleri incelendiğinde; MAP2, MAP3 ve MAP4 koşullarında depolanmış krakerlerin ortalama a^* değerleri istatistiksel açıdan benzer ($p>0.05$) iken, MAP1 koşullarında depolanmış krakerlerin a^* değerlerinin diğer MAP koşullarında depolanmış krakerlerden önemli derecede ($p<0.05$) düşük olduğu bulunmuştur.

Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki CIE b^* renk değerleri Tablo 3.27'de verilmiştir. Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin CIE b^* renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 3.28'de verilmiştir.

Tablo 3.27: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki CIE *b** renk değerleri

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	23.89±3.66 ^{Aa}	23.87±2.09 ^{Aa-e}	23.60±1.93 ^{Aa-g}	24.45±1.92 ^{Aa-g}	23.73±1.71 ^{Ad-h}
	MAP2	23.89±3.66 ^{Aa}	24.30±1.94 ^{Aa-c}	24.43±2.90 ^{Aa-e}	25.20±2.49 ^{Aa-d}	27.15±1.90 ^{Aa-c}
	MAP3	23.89±3.66 ^{Aa}	22.96±1.72 ^{Aa-e}	22.64±2.76 ^{Aa-i}	25.59±3.31 ^{Aa-c}	25.47±2.29 ^{Ab-e}
	MAP4	23.89±3.66 ^{Aa}	24.00±3.09 ^{Aa-e}	24.18±2.39 ^{Aa-e}	24.59±2.94 ^{Aa-f}	24.90±1.56 ^{Ac-f}
BAKK	MAP1	26.52±2.25 ^{ABa}	26.76±0.41 ^{ABa}	26.01±0.63 ^{Ba-c}	26.22±0.61 ^{Bab}	28.71±0.59 ^{Aa}
	MAP2	26.52±2.25 ^{Aa}	26.95±0.92 ^{Aa}	26.11±0.57 ^{Aab}	26.42±0.57 ^{Aab}	27.15±0.11 ^{Aa-c}
	MAP3	26.52±2.25 ^{Aa}	26.91±0.32 ^{Aa}	26.16±0.98 ^{Aa}	26.72±1.03 ^{Aab}	27.12±0.14 ^{Aa-c}
	MAP4	26.52±2.25 ^{Aa}	26.36±0.38 ^{Aa}	26.66±0.77 ^{Aa}	27.96±0.96 ^{Aa}	27.93±0.22 ^{Aab}
BÖRK	MAP1	22.08±2.31 ^{Aa}	17.77±0.84 ^{Bf}	17.99±0.13 ^{Bj}	19.08±1.01 ^{Bh}	18.85±0.12 ^{Bj}
	MAP2	22.08±2.31 ^{Aa}	19.56±1.45 ^{Aef}	19.09±1.77 ^{Ah-j}	20.08±1.59 ^{Af-h}	20.55±0.60 ^{Aij}
	MAP3	22.08±2.31 ^{Aa}	19.72±0.25 ^{ABd-f}	18.65±1.16 ^{Bij}	19.89±0.91 ^{ABgh}	20.44±1.36 ^{ABij}
	MAP4	22.08±2.31 ^{Aa}	19.81±1.45 ^{Ad-f}	19.32±0.67 ^{Ah-j}	20.98±2.17 ^{Ac-h}	20.83±1.27 ^{Aij}
MAŞK	MAP1	22.43±1.44 ^{Aa}	24.84±0.84 ^{ABa}	23.05±1.04 ^{Aa-h}	22.27±2.39 ^{Ab-h}	22.76±0.58 ^{Ae-i}
	MAP2	22.43±1.44 ^{ABa}	24.42±0.35 ^{Aa-c}	23.79±0.66 ^{ABa-f}	20.90±3.09 ^{Bd-h}	23.73±0.44 ^{ABd-h}
	MAP3	22.43±1.44 ^{ABa}	23.74±0.85 ^{ABa-e}	22.91±0.77 ^{ABa-h}	20.41±2.56 ^{Be-h}	23.98±1.45 ^{Ad-h}
	MAP4	22.43±1.44 ^{Aa}	22.85±1.25 ^{Aa-e}	23.10±1.27 ^{Aa-h}	20.48±2.91 ^{Ae-h}	22.90±0.70 ^{Ae-i}
AMRK	MAP1	26.41±1.62 ^{Aa}	21.35±3.18 ^{Bb-f}	20.10±1.96 ^{Bf-j}	24.03±0.25 ^{ABa-g}	25.72±0.27 ^{Ab-d}
	MAP2	26.41±1.62 ^{Aa}	22.68±4.71 ^{Aa-e}	21.42±2.16 ^{Ad-j}	24.28±0.32 ^{Aa-g}	24.74±0.59 ^{Ab-f}
	MAP3	26.41±1.62 ^{Aa}	22.50±2.64 ^{Ba-e}	22.05±0.86 ^{Bb-j}	23.86±0.33 ^{ABa-g}	24.52±0.34 ^{ABc-g}
	MAP4	26.41±1.62 ^{Aa}	23.33±0.97 ^{Ba-e}	21.98±1.04 ^{Bc-j}	23.77±0.57 ^{Ba-g}	24.01±1.22 ^{ABd-h}
KABK	MAP1	27.17±1.44 ^{Aa}	20.32±1.06 ^{Bc-f}	19.55±0.63 ^{Bg-j}	20.86±1.60 ^{Bd-h}	20.23±0.65 ^{Bij}
	MAP2	27.17±1.44 ^{Aa}	20.49±1.36 ^{Bb-f}	22.06±2.36 ^{Bb-j}	22.49±0.46 ^{Bb-h}	21.91±0.42 ^{Bg-i}
	MAP3	27.17±1.44 ^{Aa}	20.49±0.15 ^{Bb-f}	22.80±1.56 ^{Ba-h}	22.86±2.20 ^{Bb-h}	21.39±0.24 ^{Bh-j}
	MAP4	27.17±1.44 ^{Aa}	24.05±0.62 ^{Ba-d}	20.45±0.96 ^{Ce-j}	21.17±1.19 ^{Cc-h}	22.56±1.25 ^{BCf-i}
KİNK	MAP1	25.35±2.74 ^{Aa}	24.78±0.66 ^{Aab}	23.69±0.91 ^{Aa-f}	24.90±1.00 ^{Aa-e}	24.08±0.39 ^{Ad-h}
	MAP2	25.35±2.74 ^{Aa}	24.73±0.22 ^{Aa-c}	24.84±0.36 ^{Aa-d}	24.94±0.29 ^{Aa-e}	25.28±0.52 ^{Ab-f}
	MAP3	25.35±2.74 ^{Aa}	24.89±0.97 ^{Aab}	25.06±1.80 ^{Aa-d}	24.63±0.60 ^{Aa-f}	24.60±0.96 ^{Ac-g}
	MAP4	25.35±2.74 ^{Aa}	23.39±0.27 ^{Aa-c}	24.44±1.65 ^{Aa-e}	24.90±0.59 ^{Aa-f}	24.70±1.45 ^{Ac-g}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.28: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin CIE b^* renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker Çeşitleri (A)	K	24.33 ^{bc}	102.59
	BAKK	26.55 ^a	
	BÖRK	20.04 ^e	
	MAŞK	22.79 ^d	
	AMRK	23.80 ^c	
	KABK	22.62 ^d	
	KİNK	24.81 ^b	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	23.10 ^b	4.56
	MAP2	23.81 ^a	
	MAP3	23.63 ^{ab}	
	MAP4	23.72 ^a	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	24.84 ^a	22.08
	3. Ay	23.17 ^{bc}	
	6. Ay	22.72 ^c	
	9. Ay	23.35 ^{bc}	
	12. Ay	23.74 ^b	
AxB			0.83
AxC			7.82
BxC			0.79
AxBxC			0.65

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Krakerlerin b^* değerlerinin ortalama sonuçları (pozitif b^* = sarı alt ton, negatif b^* = mavi alt ton) incelendiğinde; BAKK (26.55) en yüksek değeri vermiş ve istatistiksel olarak diğer krakerlerden farklı ($p < 0.05$) bulunmuştur. BAKK'yi sırasıyla KİNK (24.81), K (24.33), AMRK (23.80), MAŞK (22.79), KABK (22.62) ve BÖRK (20.04) izlemiştir. K, KİNK'ye benzer ($p > 0.05$) değer verirken, AMRK ise K'ye benzer ($p > 0.05$) değer vermiştir ve diğer tüm krakerler de istatistiksel olarak birbirlerinden farklı ($p < 0.05$) değerler vermişlerdir.

Krakerlerin 12 ay depolama sürelerinin ortalama b^* değerleri incelendiğinde; krakerler 0. ayda en yüksek ortalama değeri (24.84) vermiş ve istatistiksel açıdan diğer aylardan farklı bulunmuştur. 3., 6., 9. ve 12. aylardaki ortalama b^* değerlerinin 22.72 ile 23.74 arasında değiştiği ve 0. aydan düşük sonuçlar verdiği görülmüştür.

Krakerlerin MAP koşullarındaki ortalama b^* değerleri incelendiğinde; MAP1 (23.10) koşullarında depolanmış krakerlerin b^* değerleri en düşük değeri vermiş ve istatistiksel açıdan MAP2 ve MAP4'ten farklı ($p<0.05$) bulunurken MAP3'e benzer değer vermiştir. MAP2, MAP3 ve MAP4 koşullarında depolanmış krakerlerin ortalama b^* değerleri incelendiğinde 23.63 ile 23.81 arasında değiştiği ve istatistiksel açıdan benzer ($p>0.05$) olduğu bulunmuştur.

Genel olarak renk değerlerini değerlendirdiğimizde; yalancı tahıl unu katkıli krakerlerden KABK, en düşük L^* ve b^* değerine ve en yüksek a^* değerlerine sahipken; baklagil unu katkıli krakerlerden en düşük b^* değerine ve en yüksek L^* ve a^* değerlerine BÖRK'ün sahip olduğu bulunmuştur. Yani, yalancı tahıl unu katkıli krakerlerden en koyu ve en kırmızı KABK; baklagil unu katkıli krakerlerden en açık ve en kırmızı renge sahip olanı BÖRK ve tüm krakerler arasında en açık renkli kraker olarak da K bulunmuştur (Şekil 3.1).

Nohut unu, bakla unu ve izole soya proteininin buğday ununa ikame edilmesiyle bisküvi üretilen çalışmada (Rababah ve diğ. 2006) bakla unu ilaveli örneklerin b^* değerleri kontrol örneğinden yüksek çıkmıştır. Alvarez-Jubete ve diğ. (2010^c) yalancı tahıl (amarant, karabuğday, kinoa) (%50) ve pirinç unu (%50) içeren glutensiz ekmeklerin, pirinç unu (%50) ve patates nişastasından (%50) üretilen glutensiz kontrole kıyasla önemli ölçüde daha koyu (daha düşük L^* değerleri) renge sahip olduğunu bulmuştur.

Boonkong (2013) yapmış olduğu çalışmada; buğday ununun (%100) yerine bakliyat unlarını [soya fasulyesi (S), kırmızı fasulye (R) ve beyaz fasulye (N)] kullanılmış ve formülasyona farklı oranlarda (SRN1=30:50:20, SRN2=30:40:30, SRN3=30:30:40, SRN4=30:20:50) bakliyat unu ekleyerek glutensiz krakerler üretmiştir. Baklagil unlarını buğday ununun yerine ikame etmesiyle üretilen krakerlerin L^* değerlerinin K örneğine göre azaldığı görülmüştür. Araştırmacıların sonuçları, mevcut çalışmadaki sonuçlarla benzerlik göstermiştir.

Millar ve diğ. (2017) yapmış olduğu çalışmada, buğday unlu krakerlere bakla, yeşil bezelye ve sarı bezelye unlarının katılması ile L^* değerlerinde azalma, a^* ve b^* değerlerinde ise artış olduğunu bildirmişlerdir. Millar ve diğ. (2017)'de bakla unu ilavesiyle elde edilen değişim seyri bu çalışmadakiyle benzerdir.

Buğday ununa %10-20-30-40-50 oranlarında maş fasulyesi unu eklenen bisküvilerin renk değerleri incelendiğinde; maş fasulyesi unu ekleme oranı arttıkça L değeri düşerken, a ve b değerleri artmıştır (Rajiv ve diğ. 2012). Yapılan bu tez çalışmasında üretilen MAŞK örneğinde maş fasulyesi ilavesiyle K 'ye göre L^* değeri önemli derecede ($p<0.05$) düşmüş, ancak a^* ve b^* değerleri istatistiksel olarak benzer bulunmuştur.

Chauhan ve diğ. (2015) tarafından yapılan ham amarant unlu kurabiyelerin ortalama olarak renk değerlerinden L^* değeri 63.25, a^* değeri 6.70, b^* değeri 23.93 olarak bulunmuştur. Bu değerler kontrol örneğinin değerleriyle kıyaslandığında L^* değeri düşük, a^* değeri yüksek ve b^* değeri benzer bulunmuştur.

Cankurtaran ve Bilgiçli (2021) yapmış olduğu çalışmada %0, 25, 50 ve 100 oranlarındaki yalancı tahıl unlarını atalık (emmer) buğday unu ile ikame ederek kuskus üretmiştir. Amarant ve kinoa unlarının eklenme oranlarının artmasıyla L^* ve a^* değerleri artmış ve b^* değerleri azalmıştır. Karabuğday ununun eklenme oranı arttıkça da L^* değeri azalırken a^* ve b^* değerleri artmıştır. Bu renk farklılıklarının hammaddelerin renk özellikleriyle ilgili olduğu bildirilmiştir. Yapılan bu tez çalışmasında da hammaddeler arasındaki renk farklılıklarının hammaddelerin kendine özgü renk özellikleriyle ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Kinoa ununun patates nişastasına ve pirinç ununa %40, 50 ve 60 oranlarında ikame edilmesiyle glutensiz tarhana üretilen çalışmada (Demir 2014); L^* değerinin 74.92 ile 77.74; a^* değerinin 7.60 ile 10.28; b^* değerinin 32.29 ile 36.52 arasında değiştiği bildirilmiştir. Tarhana örneklerinin açıklık (L^*) ve sarılık (b^*) değerleri kinoa unu ilave oranının artmasıyla azalırken a^* (kırmızılık) değerinde artış görülmüştür. %60 kinoa unu içeren tarhana örnekleri en yüksek a^* değerlerine sahipken, %40 kinoa unu içeren tarhana örnekleri en yüksek b^* değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Tüm tarhana örnekleri istatistiksel olarak birbirinden farklı ($p<0.05$) L^* , a^* ve b^* değerleri vermiştir. Beklendiği gibi kinoa unu glutensiz tarhana örneklerinin rengini etkilemiş ve bu durum hammaddenin renk yoğunluğu, esmerleşme reaksiyonu ve yüksek fitik asit içeriği ile ilişkilendirilmiştir.

Tablo 3.29'da farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki ΔE^* renk değerleri verilmiştir.

Tablo 3.29: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki ΔE^* renk değerleri

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	-	-	-	-	-
	MAP2	-	-	-	-	-
	MAP3	-	-	-	-	-
	MAP4	-	-	-	-	-
BAKK	MAP1	9.07±1.10 ^{Bc}	8.65±0.92 ^{Be-g}	4.58±0.59 ^{Cg}	8.18±2.95 ^{BCe-h}	15.01±2.04 ^{Ade}
	MAP2	9.07±1.10 ^{Bc}	12.07±1.40 ^{Ad-g}	8.45±0.97 ^{Be-g}	10.77±1.25 ^{ABc-g}	1.36±0.18 ^{Cm}
	MAP3	9.07±1.10 ^{Cc}	15.14±0.82 ^{Ab-d}	11.53±0.97 ^{Bef}	10.11±0.87 ^{BCc-g}	4.69±0.14 ^{Dk-m}
	MAP4	9.07±1.10 ^{Ac}	10.81±0.75 ^{Ad-g}	12.72±1.04 ^{Ade}	12.53±3.41 ^{Ab-e}	10.04±0.21 ^{Af-i}
BÖRK	MAP1	24.61±1.31 ^{Aa}	14.42±1.95 ^{Cc-e}	13.67±0.99 ^{Cc-e}	18.78±0.90 ^{Ba}	20.28±0.60 ^{Bbc}
	MAP2	24.61±1.31 ^{Aa}	20.03±3.92 ^{ABa-c}	18.01±3.34 ^{ABb-d}	20.93±3.34 ^{ABa}	17.53±3.21 ^{Bcd}
	MAP3	24.61±1.31 ^{Aa}	21.29±3.48 ^{Aab}	21.01±3.75 ^{Aab}	20.30±2.71 ^{Aa}	19.86±1.95 ^{Abc}
	MAP4	24.61±1.31 ^{Aa}	19.37±4.43 ^{Aa-c}	19.28±2.52 ^{Aa-c}	20.96±3.43 ^{Aa}	22.02±2.53 ^{Ab}
MAŞK	MAP1	23.12±2.14 ^{ABa}	20.48±3.29 ^{Ba-c}	21.86±3.46 ^{ABab}	20.87±2.67 ^{Ba}	27.28±2.61 ^{Aa}
	MAP2	23.12±2.14 ^{Aa}	19.27±1.82 ^{ABa-c}	20.50±2.30 ^{ABab}	16.20±0.98 ^{Bab}	21.05±2.33 ^{Abc}
	MAP3	23.12±2.14 ^{Aa}	23.66±4.20 ^{Aa}	22.55±5.21 ^{Aab}	13.30±2.76 ^{Bb-d}	21.98±1.12 ^{Ab}
	MAP4	23.12±2.14 ^{ABa}	24.21±4.33 ^{ABa}	25.18±4.31 ^{Aa}	17.52±0.67 ^{Bab}	29.52±2.87 ^{Aa}
AMRK	MAP1	14.66±0.85 ^{Ab}	5.91±0.95 ^{CDg}	5.51±0.68 ^{Dg}	7.63±0.68 ^{Ce-h}	10.51±1.04 ^{Bf-h}
	MAP2	14.66±0.85 ^{Ab}	8.91±1.27 ^{Bde-g}	4.61±0.90 ^{CDg}	5.72±0.44 ^{Cgh}	3.86±0.31 ^{Dlm}
	MAP3	14.66±0.85 ^{Ab}	7.14±1.54 ^{Bfg}	6.16±0.57 ^{BCfg}	4.59±0.95 ^{Ch}	5.64±1.13 ^{BCj-l}
	MAP4	14.66±0.85 ^{Ab}	6.01±0.81 ^{Cfg}	6.20±0.83 ^{Cfg}	8.31±0.90 ^{Bd-h}	6.30±0.34 ^{Ci-l}
KABK	MAP1	21.09±1.62 ^{Aa}	9.56±0.25 ^{Cd-g}	9.02±0.53 ^{Ce-g}	13.55±0.98 ^{Bbc}	12.80±0.10 ^{Bef}
	MAP2	21.09±1.62 ^{Aa}	9.92±1.14 ^{Bd-g}	8.63±1.06 ^{Be-g}	10.21±0.92 ^{Bc-g}	8.59±0.62 ^{Bg-k}
	MAP3	21.09±1.62 ^{Aa}	11.05±0.31 ^{Bd-g}	13.51±2.06 ^{Bc-e}	10.85±1.16 ^{Bc-f}	10.95±0.73 ^{Bfg}
	MAP4	21.09±1.62 ^{Aa}	12.31±2.17 ^{BCd-f}	9.83±0.45 ^{Ce-g}	10.25±0.46 ^{Cc-g}	13.30±0.98 ^{Bef}
KİNK	MAP1	11.69±1.49 ^{Abc}	6.87±2.81 ^{BCfg}	5.54±0.75 ^{Cg}	9.98±0.93 ^{ABc-g}	8.58±0.52 ^{ABCg-k}
	MAP2	11.69±1.49 ^{Abc}	7.35±1.52 ^{Bfg}	4.99±1.18 ^{BCg}	6.26±0.64 ^{BCf-h}	4.74±0.67 ^{Ck-m}
	MAP3	11.69±1.49 ^{Abc}	8.50±1.53 ^{BCe-g}	10.24±1.74 ^{ABe-g}	6.43±0.75 ^{CF-h}	6.52±0.54 ^{Ch-l}
	MAP4	11.69±1.49 ^{Abc}	7.04±2.51 ^{Afg}	7.96±2.47 ^{Ae-g}	8.57±2.93 ^{Ac-h}	9.40±1.32 ^{Afj}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.30'da kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin ΔE^* renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.30: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin ΔE^* renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker Çeşitleri (A)	K	-	811.51
	BAKK	9.62 ^d	
	BÖRK	20.31 ^b	
	MAŞK	21.90 ^a	
	AMRK	8.07 ^e	
	KABK	12.93 ^c	
	KİNK	8.28 ^e	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	13.47 ^b	21.74
	MAP2	12.44 ^c	
	MAP3	13.72 ^b	
	MAP4	14.46 ^a	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	17.35 ^a	123.35
	3. Ay	12.92 ^{bc}	
	6. Ay	12.15 ^d	
	9. Ay	12.20 ^{cd}	
	12. Ay	12.99 ^b	
AxB			4.52
AxC			23.56
BxC			20.30
AxBxC			2.35

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

ΔE^* değerleri, kontrol ile yalancı tahıl unu ve baklagil unu eklenmiş krakerler arasındaki renk farklılıklarını gösterir. MAP koşulları da bu değerlendirmeler arasına girdiğinde aynı MAP koşullarındaki kontrol kraker ile diğer krakerler arasındaki renk farklılıkları hesaplanarak buna göre değerlendirilmiştir.

Kraker çeşitlerinin ΔE^* renk değerleri incelendiğinde; K ile renk farklılığının en fazla olduğu kraker MAŞK (21.90) olmuştur ve bunları sırasıyla BÖRK (20.31), KABK (12.93), BAKK (9.62), KİNK (8.28) ve AMRK (8.07) izlemiştir. KİNK ve AMRK istatistiksel olarak birbirine benzer ($p > 0.05$) ve diğer krakerlerden farklı bulunurken, diğer krakerler de birbirinden farklı ($p < 0.05$) değerler vermişlerdir. Yamauchi ve Kanazawa (1989)'a göre ΔE^* değerlerinin görsel renk farklılıkları şu

şekilde tanımlanmıştır:(0.00-0.50, iz miktardaki fark); (0.50-1.50, insan gözüyle fark edilmesi zor); (1.50-3.00, eğitim almış panelistler tarafından saptanabilir); (3.00-6.00, toplumun çoğu tarafından algılanabilir); (6.00-12.00, aynı renk grubundaki büyük farklılık); (12.00'den fazla; başka bir renk grubu). Bu çalışmadaki sonuçlara göre de ΔE^* değeri 12.00'den büyük olan BÖRK, MAŞK ve KABK aşırı (başka) renk grubunda, ΔE^* değeri 6.00-12.00 arasında olan BAKK, AMRK ve KİNK ise aynı renk grubunda büyük farklılık olarak değerlendirilmiştir (Yamauchi ve Kanazawa 1989).

Kraker çeşitlerinin 12 ay depolama süresince ΔE^* renk değerlerinde 0. ayda en yüksek değer (17.35) görülürken diğer aylardan farklı bulunmuştur. 3, 6, 9 ve 12. aylardaki değerler de 12.15 ile 12.99 aralığında değişmiş ve tüm aylardaki ΔE^* renk değerleri aşırı (başka) renk grubunda değerlendirilmiştir.

Farklı MAP koşullarında depolanmış krakerlerin ΔE^* renk değerleri incelendiğinde, MAP koşullarındaki ΔE^* değerleri 12.44 ile 14.46 arasında değişmektedir ve MAP4 en yüksek değeri, MAP2 en düşük değeri vermiştir. MAP1 ile MAP3 ise diğer MAP çeşitlerinden farklı fakat birbirlerine benzer ($p>0.05$) olduğu görülmüştür.

Millar ve diğ. (2017) bakliyat unlu krakerlerin ΔE^* değerlerinin 3'ten büyük olduğunu bulmuş ve kontrole kıyasla gözle görülür bir renk sapması olduğunu tespit etmiştir. Buğday ununa %10'dan %50'ye kadar oranlarda maş fasulyesi unu eklenen bisküvilerin renk değerleri incelendiğinde; maş fasulyesi unu ekleme oranı arttıkça ΔE^* değerinin 9.92'den 16.64'e kadar çıktığı tespit edilmiştir (Rajiv ve diğ. 2012).

3.4 Krakerlerin Tekstür Analizi

Krakerin sertliği, yani krakerin kırılması veya kırılması için gereken Newton cinsinden kuvvet, tüketici için kalite ve tazeliği göstermektedir (Millar ve diğ. 2017). Yüksek sertlik değeri, ürünün direncinin yüksek olduğunu ve kırılması için fazla kuvvet gerektiğini gösterir (Noorakmar ve diğ. 2012). Sertlik değeri, kraker, bisküvi gibi ürünlerde ürünün duyuşal özellikleriyle ilişkili olan önemli bir fiziksel özelliktir. Sertlik ve ağız hissi gibi doku özellikleri fırınlanmış ürünlerde tazeliğin ve yeme kalitesinin göstergeleridir. Nem içeriğinin düşük olduğu kraker gibi kuru atıştırma

ürünlerde, tüketiciler belirli bir sertlik ve gevreklik beklemektedir ve bu özellik, nem içeriği tehlikeye girdiğinde kaybolabilecek ve ürünün tüketici tarafından reddedilmesine neden olabilecek bir özelliktir (Millar ve diğ. 2017). Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki sertlik değerleri Tablo 3.31’de, kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketlenme koşulları ve depolama süresinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları da Tablo 3.32’de verilmiştir.

Krakerlerin tekstür analizinin sonuçları, K’nin diğer krakerlerden daha yüksek sertlik değerine (2135.4 g) sahip olduğunu ve onu sırasıyla yalancı tahıl unu katkılı krakerler (1190.8-1805.9 g) ve baklagil unu katkılı krakerlerin (1051.1-1125.7 g) izlediğini göstermiştir. Yalancı tahıl unu ve baklagil unu içeren krakerlerin kontrol krakere göre daha düşük sertlik değerine sahip olmalarının, daha düşük patates nişastasası ve daha yüksek diyet lifi içerikleriyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Baklagil unu ve yalancı tahıl ununun eklenmesiyle patates ununun ve patates nişastasasının formülasyondaki oranları azalmıştır. Nişastanın azalması glutensiz ürünlerin jelatinleşme özellikleri üzerinde de azalma etkisi göstermiştir (Wronkowska ve diğ. 2013). Ek olarak, yalancı tahıl unlu ve baklagil unlu krakerlerin sertlik değerlerindeki azalmanın, bu krakerlerde fazla bulunan liflerin nişasta-protein matrisi üzerindeki seyreltme etkileri ile de ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu durum homojen bir matrisin oluşumunu bozmaya ve kraker yapısında bir zayıflamaya neden olmuştur (Mais ve Brennan 2008). Lifler, nişasta granülleri arasında dağılarak nişasta yapısını değiştirmiş ve sertlik değerini azaltmıştır (Boonkong 2013).

Tablo 3.31: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki sertlik değerleri (g)

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	3047.7±125.0 ^{Aa}	2216.2±72.1 ^{Ba}	1818.0±174.0 ^{Cd}	1879.2±219.3 ^{Cab}	1909.9±73.7 ^{Ca}
	MAP2	3047.7±125.0 ^{Aa}	2145.8±88.8 ^{Ca}	2508.4±68.3 ^{Ba}	2007.9±91.2 ^{Da}	1614.0±139.4 ^{Eb}
	MAP3	3047.7±125.0 ^{Aa}	1835.4±190.3 ^{Bd}	1793.4±88.8 ^{BCd}	1705.7±97.6 ^{Cc-e}	1540.1±114.5 ^{Db-d}
	MAP4	3047.7±125.0 ^{Aa}	2112.0±71.8 ^{Bab}	2029.6±78.9 ^{Bc}	1819.0±153.6 ^{Cbc}	1582.8±136.0 ^{Dbc}
BAKK	MAP1	1024.6±124.1 ^{BCe}	1152.2±73.0 ^{Ahi}	1105.1±101.1 ^{ABj-l}	1026.1±198.9 ^{BCmn}	964.3±138.7 ^{Cg-k}
	MAP2	1024.6±124.1 ^{BCe}	1120.0±124.0 ^{ABh-j}	1043.6±60.9 ^{ABCK-n}	1140.4±135.6 ^{Ai-m}	987.0±90.5 ^{Cf-j}
	MAP3	1024.6±124.1 ^{Ae}	1083.3±87.8 ^{Ai-m}	1098.1±96.5 ^{Aj-m}	1107.2±111.9 ^{Ak-m}	1097.4±117.6 ^{Ae-g}
	MAP4	1024.6±124.1 ^{De}	1257.2±83.0 ^{Bh}	1176.9±83.4 ^{BCh-k}	1370.7±129.4 ^{Agh}	1108.1±71.9 ^{CDef}
BÖRK	MAP1	1177.4±181.9 ^{Ade}	894.5±68.3 ^{BCo}	962.7±60.3 ^{Bm-o}	891.8±95.1 ^{BCn}	839.4±88.6 ^{Ck}
	MAP2	1177.4±181.9 ^{Ade}	898.9±78.3 ^{Bno}	1106.1±58.9 ^{Aj-l}	1130.1±88.8 ^{Aj-m}	836.7±118.2 ^{Bk}
	MAP3	1177.4±181.9 ^{Cde}	1247.4±71.6 ^{BCh}	1401.1±120.5 ^{Afg}	1300.1±108.5 ^{ABhi}	931.0±95.2 ^{Di-k}
	MAP4	1177.4±181.9 ^{Ade}	1010.7±151.1 ^{BCj-o}	911.3±93.5 ^{Cno}	1065.2±131.0 ^{ABlm}	885.8±108.4 ^{Cjk}
MAŞK	MAP1	1284.8±92.3 ^{Ad}	978.4±135.4 ^{Ck-o}	1114.3±103.6 ^{Bh-l}	1010.4±142.3 ^{BCmn}	1076.4±70.3 ^{BCf-h}
	MAP2	1284.8±92.3 ^{Bd}	1033.5±70.1 ^{Ci-n}	1276.0±86.2 ^{Bg-i}	1467.4±111.6 ^{Afg}	1095.7±89.9 ^{Ce-g}
	MAP3	1284.8±92.3 ^{Ad}	1080.6±126.8 ^{BCi-m}	1134.2±136.2 ^{BCjk}	1203.1±184.8 ^{ABi-l}	1022.7±162.8 ^{Cf-j}
	MAP4	1284.8±92.3 ^{Ad}	964.0±182.3 ^{Cl-o}	874.4±108.0 ^{Co}	1108.2±167.1 ^{Bk-m}	962.2±123.8 ^{Cg-k}
AMRK	MAP1	2054.4±85.8 ^{Ab}	1516.7±87.4 ^{Dfg}	1815.1±125.7 ^{Bd}	1633.1±107.9 ^{Cd-f}	1231.1±110.7 ^{Ee}
	MAP2	2054.4±85.8 ^{Ab}	1481.1±86.2 ^{Cfg}	1724.6±116.9 ^{Bde}	1783.4±120.4 ^{Bb-d}	1441.9±138.6 ^{Ccd}
	MAP3	2054.4±85.8 ^{Ab}	1420.5±114.7 ^{Cg}	1473.6±70.0 ^{Cf}	1629.6±125.0 ^{Bd-f}	1614.6±78.5 ^{Bb}
	MAP4	2054.4±85.8 ^{Ab}	1612.4±80.6 ^{Bef}	1972.9±157.4 ^{Ac}	1590.6±147.8 ^{Bef}	1517.2±80.3 ^{Bb-d}
KABK	MAP1	1603.9±137.9 ^{Ac}	1017.9±118.4 ^{Ci-o}	1299.4±142.0 ^{Bgh}	1283.3±178.7 ^{Bh-j}	1046.1±75.5 ^{Cf-i}
	MAP2	1603.9±137.9 ^{Ac}	1108.9±143.8 ^{Ci-k}	1213.6±91.1 ^{BCh-j}	1236.9±65.4 ^{Bh-k}	943.8±152.6 ^{Dh-k}
	MAP3	1603.9±137.9 ^{Ac}	951.9±95.2 ^{Cm-o}	1157.9±142.2 ^{Bi-k}	1144.6±144.5 ^{Bi-m}	1010.0±154.9 ^{Cf-j}
	MAP4	1603.9±137.9 ^{Ac}	1092.1±148.0 ^{BCi-l}	996.4±73.2 ^{Cl-o}	1115.8±52.8 ^{Bk-m}	826.7±66.8 ^{Dk}
KİNK	MAP1	2046.3±90.2 ^{Ab}	1655.6±112.9 ^{Ce}	1835.9±131.9 ^{Bd}	1776.9±103.2 ^{Bb-d}	1629.9±114.4 ^{Cb}
	MAP2	2046.3±90.2 ^{Ab}	1993.6±102.3 ^{Abc}	1642.2±163.5 ^{Be}	1609.8±146.5 ^{Bef}	1408.1±169.3 ^{Cd}
	MAP3	2046.3±90.2 ^{Ab}	1496.4±109.9 ^{Cfg}	1813.9±128.8 ^{Bd}	1730.0±142.6 ^{Bb-e}	1515.6±141.2 ^{Cb-d}
	MAP4	2046.3±90.2 ^{Bb}	1958.1±113.9 ^{Bcd}	2190.2±105.2 ^{Ab}	2027.1±129.1 ^{Ba}	1645.0±74.2 ^{Cb}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.32: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin sertlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker Çeşitleri (A)	K	2135.4 ^a	4639.01
	BAKK	1096.8 ^f	
	BÖRK	1051.1 ^g	
	MAŞK	1125.7 ^e	
	AMRK	1683.8 ^c	
	KABK	1190.8 ^d	
	KİNK	1805.9 ^b	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	1423.4 ^b	21.55
	MAP2	1464.1 ^a	
	MAP3	1437.3 ^b	
	MAP4	1456.5 ^a	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	1748.5 ^a	1296.64
	3. Ay	1367.5 ^d	
	6. Ay	1446.0 ^b	
	9. Ay	1421.2 ^c	
	12. Ay	1223.6 ^e	
AxB			54.77
AxC			177.29
BxC			13.09
AxBxC			18.47

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki ortalama sertlik değerleri incelendiğinde; krakerler 0. ayda en yüksek (1748.5 g), 12. ayda en düşük (1233.6 g) değerler vermiştir. Tüm ayların ortalama sertlik değerleri istatistiksel olarak birbirinden farklı ($p > 0.05$) olduğu görülmüştür.

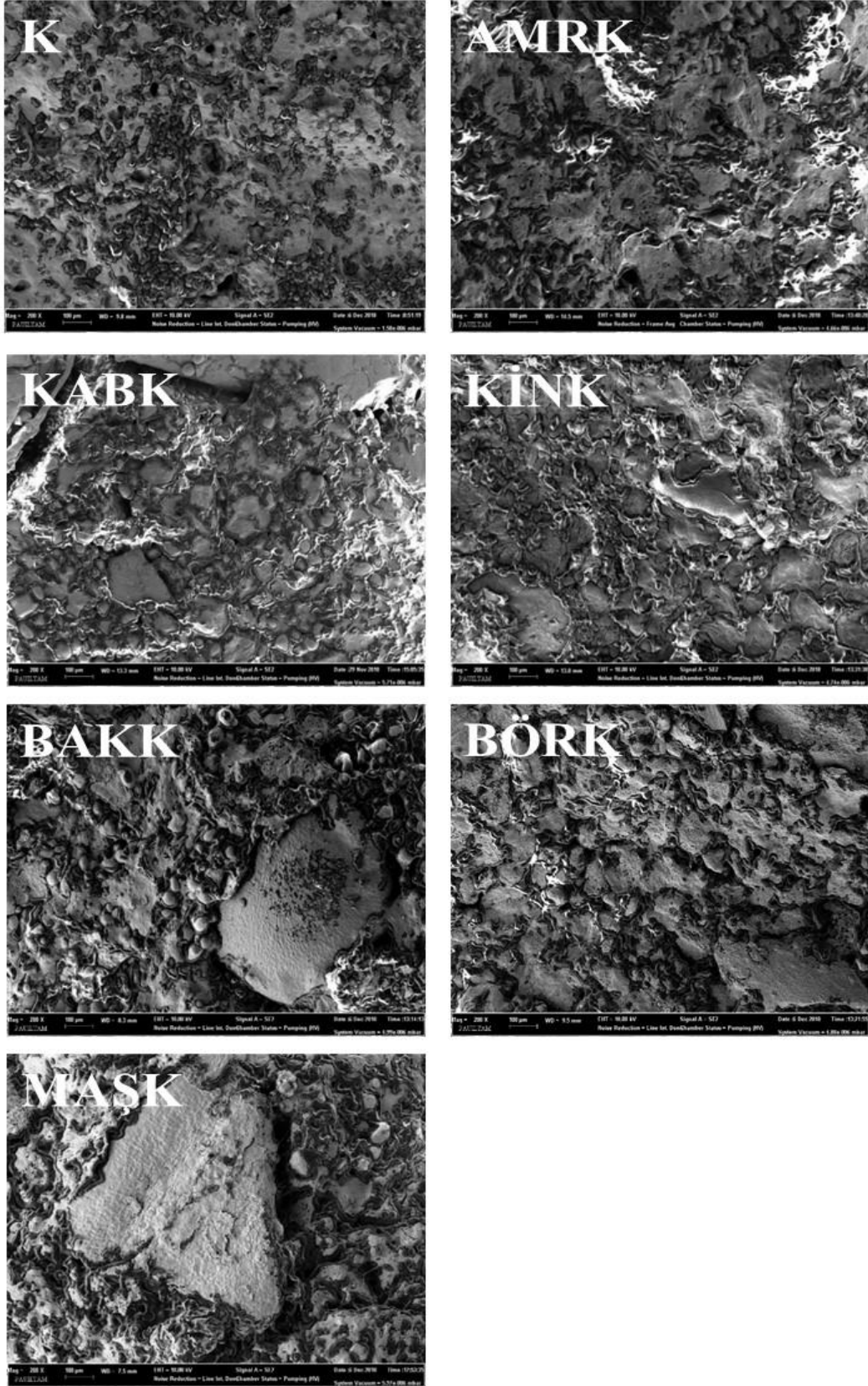
Krakerlerin MAP koşullarındaki sertlik değerleri incelendiğinde; 1423.4 g ile 1464.1 g arasında değişmiştir ve istatistiksel olarak MAP1 ile MAP3, MAP2 ile MAP4 koşullarındaki değerler birbirine benzer ve diğerlerinden farklı çıkmıştır.

Chauhan ve diğ. (2015)'de ham amarant unlu (%100), çimlendirilmiş amarant unlu (%100) ve buğday unlu (%100) kurabiyeler üretilmiş ve buğday unu ile üretilen kontrol kurabiyelerin amarant unlu kurabiyelerden daha sert olduğu bulunmuştur. Wronkowska ve diğ. (2013) mısır nişastası ile üretilen glutensiz ekmeklere ilave edilen karabuğday unu miktarının artmasıyla ekmeklerin sertlik değerlerinde önemli düşüş olduğunu bildirmişlerdir. De la Barca ve diğ. (2010), mısır nişastası (%44.15) ve pirinç

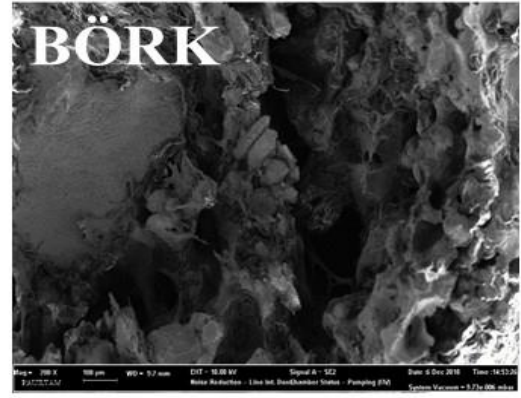
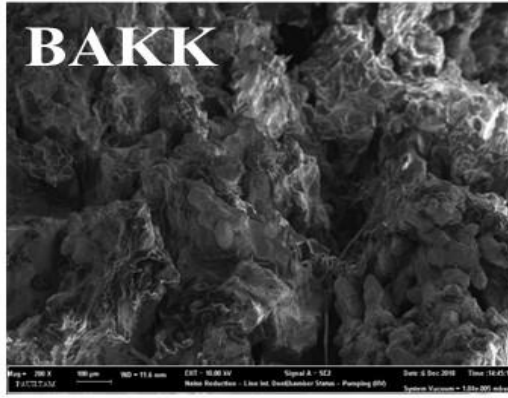
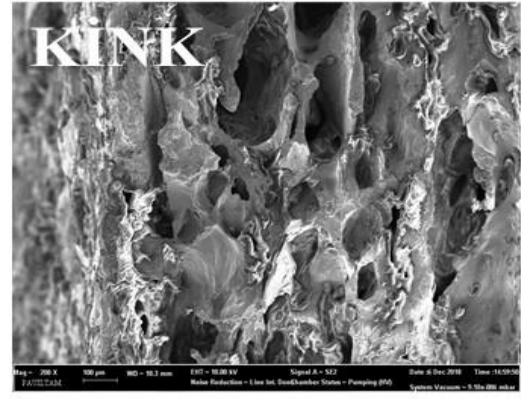
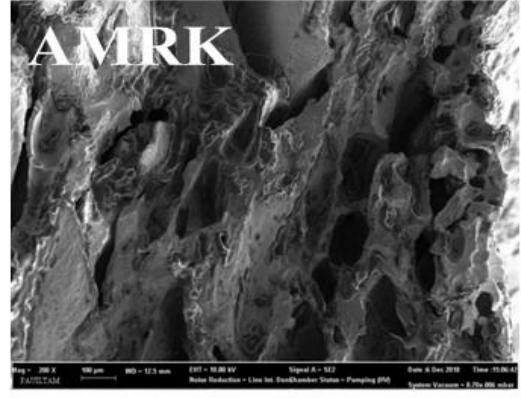
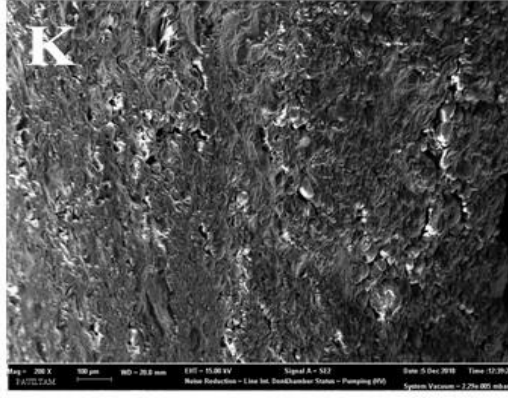
unu (%6.25) ile üretilen glutensiz kontrol kurabiyenin amarant (%31.25), mısır nişastası (4.20), pirinç unu (%6.25) ile üretilen glutensiz amarant kurabiyelere göre daha yüksek sertlik değerine sahip olduğunu bulmuştur. Amarantın eklenmesiyle kurabiyelerin sertliği azalmıştır. Filipčev ve diğ. (2011)'de %30, 40 ve 50 oranlarında karabuğday unu ile zenginleştirilmiş zencefilli fındıklı bisküvilerin sertlik değerlerinin (3925-4413 g s) buğday unu ile üretilen kontrolden (6724 g s) daha düşük olduğu bulunmuştur. Maia ve diğ. (2020); bezelye, mangalo ve güvercin bezelye ile ürettiği kurabiyelerin sertlik değerlerinin 2314 ile 3479 g arasında değiştiğini bulmuş ve en sert kurabiye olarak börülceli kurabiyeyi tespit etmiştir. Ayrıca sertliğin, kurabiyeler gibi ürünler için önemli bir doku parametresi olduğu bildirilmiş ve tüketiciler bu gibi ürünlerde belli bir gevreklik ve sertlik beklediği için bu parametrenin gıdanın kabul edilebilirliği ve kalitesi ile doğrudan ilişkili olduğunu belirtilmiştir.

3.5 Krakerlerin Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüsü

Kraker numunelerinin yüzey ve iç yapıları için SEM mikrografları (200x) Şekil 3.2 ve 3.3'te verilmiştir. Yüzey ve iç SEM mikrograflarına göre, kontrol örneğinin yapısı, yalancı tahıl unlarının ve baklagil unlarının ilave edildiği örneklerin yapılarına göre daha üniform bir görüntü vermektedir. Daha yüksek diyet lifi oranı ile, hammaddelerin farklı bileşimleri ve jelatinleşme özellikleri (Wronkowska ve diğ. 2013), baklagil unu ve yalancı tahıl unu katkılı krakerlerde daha fazla çatlak ve gözenek yapısı oluşmasına neden olmuştur. Bu nedenle, yalancı tahıl unu ve baklagil unu eklenmiş krakerler kontrol krakere göre daha heterojen bir görüntü sergilemiştir. Yalancı tahıl unu ve baklagil unu eklenen krakerler geniş gözeneklere sahip olmasından dolayı tekstür analizinde de kontrol krakere göre daha düşük sertlik değeri vermiştir (Tablo 3.31).



Şekil 3.2: Krakerlerin Dış Yüzeylerinin Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüsü (200x)



Şekil 3.3: Krakerlerin İç Yüzeylerinin Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüsü (200x)

Kontrol kraker nişasta granüllerinin jelatinleşmesi ile çatlakların olmadığı pürüzsüz bir yüzey sergilemiştir ve krakerlere yalancı tahıl unu ve baklagil unu eklenmesiyle kraker yüzeylerinin çatladığı ve pürüzlü olduğu görülmüştür. Rajiv ve diğ. (2012) maş fasulyesi ununu buğday unu ile üretilen kurabiyelere %10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında ikame ederek, Ahmed ve Abozed (2015) yapmış olduğu buğday unlu kontrol krakerlere %1.25, 2.5, 3.75 ve 5 oranında *Hibiscus sabdariffa calyxes* atıklarını (HSR) ikame ederek ikame oranının artmasıyla yüzeyde çatlakların ve pürüzlülüğün arttığını bildirmişlerdir. Miranda ve diğ. (2019) çiğ ve pişmiş halde fasulye (*Phaseolus vulgaris*) ve börülce (*Vigna unguiculata*) nişastaları inceleyerek pişirme ile jelatinleşme olgusunun meydana geldiğini SEM ile tespit etmişlerdir.

Krakerlere yalancı tahıl ve baklagil unlarının eklenmesiyle krakerlerin iç yapılarında hava boşlukları oluşmuştur. Kontrol krakerleri birçok küçük hücreye ve birkaç hava boşluğuna sahip olup protein matrisinde yakalanmış jelatinize nişasta granülleri görülmüştür. Kraker formülasyonuna yalancı tahıl unu ve baklagil unu eklenmesiyle lif miktarı artmış ve çok sayıda lif parçası jelatinize nişasta granüllerine yapışarak nişasta granüllerini kümelere ayırmış ve bu şekilde çatlak ve pürüzlü yapı oluşmuştur. Bu sonuç, kurabiye (Rajiv ve diğ. 2012) ve krakerlerin (Ahmed ve Abozed 2015) mikro yapısı üzerine yapılan çalışmalarda araştırmacıların gözlemleriyle uyum sağlamaktadır.

3.6 Krakerlerin Duyusal Analizi

Tüketicilerin kabulünü iyi bir şekilde ortaya konması amacıyla gıdaların kalitesinin belirlenmesinde duyusal analizler önemli bir yere sahiptir. Duyusal değerlendirmede gıdaların çeşitli karakteristikleri için görme, koklama, tatma, dokunma veya işitme duyularının tepkileri oluşturulup ölçülmekte ve bu ölçüm sonuçları analiz edilerek yorumlanmaktadır (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2011). Bu çalışmada öncelikle üretilen krakerlerin 0. ay duyusal analizleri yapılmıştır. Ardından farklı koşullarda modifiye atmosferde paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolanma süreçlerinde her 3 ayda bir duyusal analizleri tekrarlanmıştır. Duyusal analizler ile krakerlerin renk, koku, lezzet, çıtırılık, çiğnenebilirlik, genel beğeni özellikleri panelistler tarafından değerlendirilmiştir.

Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki duyusal renk değerleri Tablo 3.33’de kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketlenme koşulları ve depolama süresinin renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 3.34’te verilmiştir.

Krakerlerin rengi ürünün kalitesi konusunda tüketiciye bilgi vermektedir. Ayrıca; krakerlerin renk ve genel görünümü krakerin yapıldığı unun tipine göre de değişmektedir (Millar ve diğ. 2017). Yapmış olduğumuz bu tez çalışmasında krakerlerin 0. ay duyusal renk değerleri incelendiğinde, krakerler istatistiksel olarak birbirine benzer ($p>0.05$) bulunsalar da yalancı tahıl unu ve baklagil unu katkılı krakerler K’den daha çok beğenilmişlerdir. Renk olarak en çok beğenilen krakerler KİNK, AMRK ve BAKK olmuştur. Krakerlerin ortalama duyusal renk değerleri incelendiğinde; baklagil unu (4.56-4.78) ve yalancı tahıl unu (4.50-4.78) içeren krakerlerin değerleri kontrol krakerin değerinden (4.26) daha yüksek bulunmuştur.

Krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki ortalama duyusal renk değerleri incelendiğinde; değerlerin 4.29 ile 4.96 arasında değiştiği bulunmuştur ve düzensiz inişler ve çıkışlar gözlemlenmiştir. Ayrıca 6. ve 12. aylarda değerler artış göstermiş olup bu değerler istatistiksel olarak birbirine benzer bulunmuş ve bu değerler diğer aylardan farklı çıkmıştır. Aylar arasındaki dalgalanmalardan dolayı duyusal renk değerlerinin depolama süresiyle ilişkisi kurulamamış ve bu nedenle depolamanın duyusal renk üzerinde bir etkisinin olmadığı düşünülmüştür.

Farklı MAP koşullarındaki kraker çeşitlerinin duyusal renk değerleri incelendiğinde; 4.57 ile 4.66 arasında değişen değerler aldığı ve bu değerlerin istatistiksel olarak birbirine benzer ($p>0.05$) olduğu bulunmuştur.

Millar ve diğ. (2017) tarafından %100 buğday unu ile üretilen mayalı kontrol krakere %40 oranında bakla (*Vicia faba*), sarı-bezelye ve bezelye (*Pisum sativum*) unları ikame edilmiştir. Bakla ve sarı bezelye unu içeren krakerlerin rengi sırasıyla 6.7, 6.8 ortalama puanlarla 4.7 puana sahip kontrolden önemli ölçüde daha fazla tercih edilmiştir ve bu krakerlerin her ikisinin de en yüksek a^* ve b^* değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca renk kabul edilebilirliği ile a^* (kırmızılık) değeri arasında pozitif bir korelasyon olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.33: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki duyusal renk değerleri

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	4.32±0.73 ^{Aa}	4.56±0.70 ^{Aa}	3.89±0.66 ^{Aa}	4.44±0.82 ^{Aa}	4.47±0.77 ^{Aa}
	MAP2	4.32±0.73 ^{Aa}	4.56±0.72 ^{Aa}	3.89±0.08 ^{Aa}	4.58±0.78 ^{Aa}	3.92±0.71 ^{Aa}
	MAP3	4.32±0.73 ^{Aa}	4.53±0.61 ^{Aa}	3.82±0.07 ^{Aa}	4.53±0.84 ^{Aa}	3.89±0.72 ^{Aa}
	MAP4	4.32±0.73 ^{Aa}	4.47±0.62 ^{Aa}	4.03±0.72 ^{Aa}	4.50±0.53 ^{Aa}	3.81±0.91 ^{Aa}
BAKK	MAP1	5.00±0.51 ^{Aa}	4.98±0.84 ^{Aa}	4.20±0.93 ^{Aa}	5.09±0.85 ^{Aa}	4.37±0.66 ^{Aa}
	MAP2	5.00±0.51 ^{Aa}	5.05±0.70 ^{Aa}	4.69±0.80 ^{Aa}	4.89±0.72 ^{Aa}	4.53±0.72 ^{Aa}
	MAP3	5.00±0.51 ^{Aa}	5.00±0.79 ^{Aa}	4.56±0.72 ^{Aa}	5.11±0.79 ^{Aa}	4.61±0.80 ^{Aa}
	MAP4	5.00±0.90 ^{Aa}	4.92±0.99 ^{Aa}	4.28±0.85 ^{Aa}	5.08±0.77 ^{Aa}	4.19±0.70 ^{Aa}
BÖRK	MAP1	4.65±0.54 ^{Aa}	5.00±0.97 ^{Aa}	4.56±0.72 ^{Aa}	4.33±0.71 ^{Aa}	4.08±0.79 ^{Aa}
	MAP2	4.65±0.54 ^{Aa}	4.83±0.78 ^{Aa}	4.50±0.76 ^{Aa}	4.72±0.86 ^{Aa}	4.56±0.76 ^{Aa}
	MAP3	4.65±0.54 ^{Aa}	5.93±0.69 ^{Aa}	4.33±0.66 ^{Aa}	4.72±0.77 ^{Aa}	4.31±0.75 ^{Aa}
	MAP4	4.65±0.54 ^{Aa}	5.28±0.71 ^{Aa}	4.81±0.79 ^{Aa}	4.72±0.79 ^{Aa}	4.22±0.73 ^{Aa}
MAŞK	MAP1	4.60±0.55 ^{Aa}	5.25±0.70 ^{Aa}	4.33±0.72 ^{Aa}	4.53±0.63 ^{Aa}	4.28±0.72 ^{Aa}
	MAP2	4.60±0.55 ^{Aa}	5.31±0.67 ^{Aa}	4.03±0.62 ^{Aa}	4.22±0.79 ^{Aa}	5.04±0.81 ^{Aa}
	MAP3	4.60±0.55 ^{Aa}	5.24±0.67 ^{Aa}	4.44±0.66 ^{Aa}	4.44±0.70 ^{Aa}	4.22±0.68 ^{Aa}
	MAP4	4.60±0.55 ^{Aa}	4.69±0.66 ^{Aa}	3.94±0.70 ^{Aa}	4.42±0.66 ^{Aa}	4.42±0.57 ^{Aa}
AMRK	MAP1	5.08±0.54 ^{Aa}	5.00±0.67 ^{Aa}	4.50±0.60 ^{Aa}	4.78±0.78 ^{Aa}	4.03±0.76 ^{Aa}
	MAP2	5.08±0.54 ^{Aa}	5.11±0.72 ^{Aa}	4.84±0.77 ^{Aa}	4.92±0.72 ^{Aa}	4.42±0.63 ^{Aa}
	MAP3	5.08±0.54 ^{Aa}	5.03±0.80 ^{Aa}	4.69±0.79 ^{Aa}	4.58±0.70 ^{Aa}	4.44±0.66 ^{Aa}
	MAP4	5.08±0.54 ^{Aa}	5.08±0.67 ^{Aa}	4.47±0.74 ^{Aa}	4.64±0.66 ^{Aa}	4.39±0.67 ^{Aa}
KABK	MAP1	4.65±0.38 ^{Aa}	4.72±0.78 ^{Aa}	4.08±0.68 ^{Aa}	4.44±0.66 ^{Aa}	4.14±0.84 ^{Aa}
	MAP2	4.65±0.38 ^{Aa}	4.97±0.86 ^{Aa}	4.42±0.74 ^{Aa}	4.47±0.73 ^{Aa}	3.97±0.85 ^{Aa}
	MAP3	4.65±0.38 ^{Aa}	5.02±0.67 ^{Aa}	4.25±0.64 ^{Aa}	4.58±0.76 ^{Aa}	4.31±0.64 ^{Aa}
	MAP4	4.65±0.38 ^{Aa}	4.67±0.79 ^{Aa}	4.42±0.64 ^{Aa}	4.64±0.59 ^{Aa}	4.19±0.71 ^{Aa}
KİNK	MAP1	5.16±0.52 ^{Aa}	5.00±0.73 ^{Aa}	4.36±0.59 ^{Aa}	4.78±0.72 ^{Aa}	4.31±0.74 ^{Aa}
	MAP2	5.16±0.52 ^{Aa}	4.89±0.84 ^{Aa}	4.81±0.82 ^{Aa}	4.94±0.81 ^{Aa}	4.50±0.68 ^{Aa}
	MAP3	5.16±0.52 ^{Aa}	4.85±0.79 ^{Aa}	4.72±0.79 ^{Aa}	4.83±0.83 ^{Aa}	4.44±0.60 ^{Aa}
	MAP4	5.16±0.52 ^{Aa}	5.06±0.79 ^{Aa}	4.72±0.89 ^{Aa}	4.81±0.75 ^{Aa}	3.94±0.72 ^{Aa}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.34: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin duyuşsal renk değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker Çeşitleri (A)	K	4.26 ^b	6.71
	BAKK	4.78 ^a	
	BÖRK	4.68 ^a	
	MAŞK	4.56 ^{ab}	
	AMRK	4.76 ^a	
	KABK	4.50 ^{ab}	
	KİNK	4.78 ^a	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	4.57 ^a	0.73
	MAP2	4.66 ^a	
	MAP3	4.65 ^a	
	MAP4	4.58 ^a	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	4.78 ^{ab}	20.04
	3. Ay	4.96 ^a	
	6. Ay	4.38 ^c	
	9. Ay	4.67 ^b	
	12. Ay	4.29 ^c	
AxB			0.24
AxC			0.95
BxC			0.22
AxBxC			0.30

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p<0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börölce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Chlopicka ve diğ. (2012) tarafından yapılan çalışmada, buğday ununa %30 oranında yalancı tahıl unu ikame edilerek üretilen ekmeklerin duyuşsal analizinde kontrol ekmeği ortalama 8 renk puanı alırken karabuğdaylı (8) da kontrole benzer puan almış ve bu ekmekleri sırasıyla amarantlı (7) ve kinoalı (6) ekmekler izlemiştir.

Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki duyuşsal koku değerleri Tablo 3.35'te, kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin duyuşsal koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 3.36'da verilmiştir.

Tablo 3.35: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki duyusal koku değerleri

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	4.81±0.82 ^{Aa}	4.78±0.85 ^{Aa}	4.08±0.97 ^{Aa}	4.78±0.70 ^{Aa}	4.00±0.86 ^{Aa}
	MAP2	4.81±0.82 ^{Aa}	4.44±0.75 ^{Aa}	4.14±0.70 ^{Aa}	4.75±0.87 ^{Aa}	4.25±0.83 ^{Aa}
	MAP3	4.81±0.82 ^{Aa}	4.75±0.63 ^{Aa}	4.22±0.89 ^{Aa}	4.67±0.94 ^{Aa}	3.81±0.59 ^{Aa}
	MAP4	4.81±0.82 ^{Aa}	4.25±0.58 ^{Aa}	4.31±0.70 ^{Aa}	4.83±0.87 ^{Aa}	3.83±0.76 ^{Aa}
BAKK	MAP1	4.76±0.69 ^{Aa}	4.80±0.81 ^{Aa}	4.37±0.64 ^{Aa}	4.49±0.70 ^{Aa}	3.80±0.71 ^{Aa}
	MAP2	4.76±0.69 ^{Aa}	5.75±0.93 ^{Aa}	4.11±0.77 ^{Aa}	4.47±0.71 ^{Aa}	4.14±0.82 ^{Aa}
	MAP3	4.76±0.69 ^{Aa}	4.75±0.75 ^{Aa}	4.17±0.76 ^{Aa}	4.33±0.59 ^{Aa}	4.02±0.63 ^{Aa}
	MAP4	4.76±0.69 ^{Aa}	4.35±0.65 ^{Aa}	3.83±0.77 ^{Aa}	4.50±0.65 ^{Aa}	3.83±0.74 ^{Aa}
BÖRK	MAP1	4.84±0.87 ^{Aa}	4.64±0.90 ^{Aa}	4.03±0.73 ^{Aa}	4.36±0.65 ^{Aa}	3.89±0.80 ^{Aa}
	MAP2	4.84±0.87 ^{Aa}	4.58±0.77 ^{Aa}	4.25±0.76 ^{Aa}	4.50±0.70 ^{Aa}	4.00±0.96 ^{Aa}
	MAP3	4.84±0.87 ^{Aa}	4.67±0.76 ^{Aa}	3.97±0.93 ^{Aa}	4.53±0.83 ^{Aa}	4.11±0.84 ^{Aa}
	MAP4	4.84±0.87 ^{Aa}	4.94±0.78 ^{Aa}	4.25±0.87 ^{Aa}	4.53±0.65 ^{Aa}	3.94±0.70 ^{Aa}
MAŞK	MAP1	4.65±0.69 ^{Aa}	4.95±0.79 ^{Aa}	4.44±0.59 ^{Aa}	4.33±0.60 ^{Aa}	3.89±0.75 ^{Aa}
	MAP2	4.65±0.69 ^{Aa}	4.92±0.77 ^{Aa}	4.21±0.79 ^{Aa}	3.94±0.68 ^{Aa}	4.53±0.71 ^{Aa}
	MAP3	4.65±0.69 ^{Aa}	4.83±0.87 ^{Aa}	4.53±0.60 ^{Aa}	4.28±0.66 ^{Aa}	4.28±0.71 ^{Aa}
	MAP4	4.65±0.69 ^{Aa}	4.72±0.79 ^{Aa}	4.28±0.61 ^{Aa}	4.53±0.71 ^{Aa}	4.50±0.61 ^{Aa}
AMRK	MAP1	4.78±0.69 ^{Aa}	4.89±0.75 ^{Aa}	4.44±0.73 ^{Aa}	4.56±0.65 ^{Aa}	3.81±0.76 ^{Aa}
	MAP2	4.78±0.69 ^{Aa}	5.08±0.76 ^{Aa}	4.47±0.64 ^{Aa}	4.61±0.83 ^{Aa}	4.14±0.88 ^{Aa}
	MAP3	4.78±0.69 ^{Aa}	4.89±0.84 ^{Aa}	4.36±0.96 ^{Aa}	4.94±0.77 ^{Aa}	4.67±0.82 ^{Aa}
	MAP4	4.78±0.69 ^{Aa}	5.00±0.68 ^{Aa}	4.31±0.65 ^{Aa}	4.64±0.84 ^{Aa}	4.25±0.70 ^{Aa}
KABK	MAP1	4.84±0.74 ^{Aa}	4.92±0.69 ^{Aa}	4.17±0.77 ^{Aa}	5.64±0.93 ^{Aa}	4.08±0.64 ^{Aa}
	MAP2	4.84±0.74 ^{Aa}	4.61±0.84 ^{Aa}	4.22±0.79 ^{Aa}	4.53±0.76 ^{Aa}	4.28±0.77 ^{Aa}
	MAP3	4.84±0.74 ^{Aa}	4.83±0.83 ^{Aa}	4.14±0.71 ^{Aa}	4.61±0.63 ^{Aa}	4.39±0.64 ^{Aa}
	MAP4	4.84±0.74 ^{Aa}	4.78±0.87 ^{Aa}	4.33±0.71 ^{Aa}	4.69±0.77 ^{Aa}	4.28±0.77 ^{Aa}
KİNK	MAP1	5.03±0.93 ^{Aa}	4.92±0.77 ^{Aa}	4.58±0.84 ^{Aa}	4.53±0.75 ^{Aa}	4.19±0.78 ^{Aa}
	MAP2	5.03±0.93 ^{Aa}	4.83±0.93 ^{Aa}	4.64±0.70 ^{Aa}	4.81±0.87 ^{Aa}	4.22±0.80 ^{Aa}
	MAP3	5.03±0.93 ^{Aa}	4.78±0.70 ^{Aa}	4.64±0.71 ^{Aa}	4.56±0.76 ^{Aa}	4.14±0.76 ^{Aa}
	MAP4	5.03±0.93 ^{Aa}	4.89±0.70 ^{Aa}	4.69±0.90 ^{Aa}	4.69±0.99 ^{Aa}	4.06±0.64 ^{Aa}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.36: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin duyuşal koku değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker Çeşitleri (A)	K	4.46 ^a	1.16
	BAKK	4.44 ^a	
	BÖRK	4.43 ^a	
	MAŞK	4.48 ^a	
	AMRK	4.61 ^a	
	KABK	4.54 ^a	
	KİNK	4.66 ^a	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	4.49 ^a	0.17
	MAP2	4.55 ^a	
	MAP3	4.54 ^a	
	MAP4	4.51 ^a	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	4.82 ^a	18.11
	3. Ay	4.81 ^a	
	6. Ay	4.29 ^{bc}	
	9. Ay	4.56 ^{ab}	
	12. Ay	4.12 ^c	
AxB			0.24
AxC			0.52
BxC			0.24
AxBxC			0.18

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börölce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Kraker çeşitlerinin ortalama duyuşal koku değerleri incelendiğinde; tüm krakerlerin 4.43 ile 4.66 arasında değişen puanlar olarak istatistiksel olarak birbirine benzer ($p > 0.05$) oldukları görülmüştür. Örnekler ortalama koku puanı bakımından istatistiksel olarak benzer ($p > 0.05$) puanlar alsalar da yalancı tahıl unu katkılı krakerlerin ortalama koku puanlarının daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir.

Krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki duyuşal koku değerleri incelendiğinde; krakerlerin 0. ve 3. aylardaki kokuları en çok beğenilirken, 12. aydaki kokuları en az beğenilmiştir. Krakerlerin depolama sürecinde koku puanlarında azalma görülmüş ve depolama süresi ile koku değerleri birbiri ile ilişkilili bulunmuştur.

Krakerlerin MAP koşullarında depolama sürecindeki duyuşal koku değerleri incelendiğinde; en yüksek puan (4.55) MAP2 için en düşük puan (4.49) MAP1 için

verilmiş olsa da MAP koşulları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık oluşmamıştır ($p>0.05$).

Chlopicka ve diğ. (2012) tarafından yapılan çalışmada, buğday ununa %30 oranında yalancı tahıl unu (amarant, karabuğday, kinoa) ikame edilerek üretilen ekmeklerin ortalama duyuşsal koku puanları 10 puan üzerinden kontrol ekmeği için 7 puan verilirken karabuğdaylı için 8, amarantlı için 7.5 ve kinoaalı için 7 puan verilmiştir.

Cankurtaran ve Bilgiçli (2021) emmer buğdayından üretmiş oldukları kuskus makarnalarda formülasyonda unu %25, 50, 75 ve 100 oranlarında amarant, karabuğday ve kinoa unu ile ikame etmişlerdir. Amarant ununa %25 ve 50 oranlarında sahip olan kuskus örneklerinin duyuşsal koku değerlerinin kontrolden ve diğer tüm kuskus örneklerinden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki duyuşsal lezzet değerleri Tablo 3.37'de verilmiştir. Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin duyuşsal lezzet değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 3.38'de verilmiştir.

Kraker çeşitlerinin ortalama duyuşsal lezzet değerleri incelendiğinde; tüm krakerler K'den yüksek puan (4.08) almıştır. Panelistler tarafından lezzeti en çok beğenilen kraker AMRK (4.57) olurken, bunu sırasıyla MAŞK (4.44), KABK (4.42), BÖRK (4.38), BAKK (4.25), KİNK (4.14) izlemiştir.

Tablo 3.37: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki duyusal lezzet değerleri

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	3.92±0.77 ^{Aa}	4.22±0.89 ^{Aa}	3.53±0.59 ^{Aa}	4.64±0.86 ^{Aa}	3.92±0.78 ^{Aa}
	MAP2	3.92±0.77 ^{Aa}	3.97±0.79 ^{Aa}	3.47±0.67 ^{Aa}	4.53±0.67 ^{Aa}	3.78±0.83 ^{Aa}
	MAP3	3.92±0.77 ^{Aa}	4.47±0.65 ^{Aa}	4.06±0.76 ^{Aa}	4.81±0.78 ^{Aa}	3.72±0.78 ^{Aa}
	MAP4	3.92±0.77 ^{Aa}	3.94±0.89 ^{Aa}	4.19±0.71 ^{Aa}	4.61±0.94 ^{Aa}	4.00±0.83 ^{Aa}
BAKK	MAP1	4.30±0.66 ^{Aa}	4.53±0.71 ^{Aa}	4.03±0.79 ^{Aa}	4.97±0.80 ^{Aa}	3.69±0.71 ^{Aa}
	MAP2	4.30±0.66 ^{Aa}	4.78±0.77 ^{Aa}	4.08±0.79 ^{Aa}	4.78±0.88 ^{Aa}	4.19±0.70 ^{Aa}
	MAP3	4.30±0.66 ^{Aa}	4.10±0.80 ^{Aa}	3.89±0.77 ^{Aa}	4.61±0.66 ^{Aa}	3.53±0.65 ^{Aa}
	MAP4	4.30±0.66 ^{Aa}	4.20±0.73 ^{Aa}	3.83±0.87 ^{Aa}	4.72±0.72 ^{Aa}	3.86±0.80 ^{Aa}
BÖRK	MAP1	4.70±0.84 ^{Aa}	4.61±0.79 ^{Aa}	3.94±0.76 ^{Aa}	4.58±0.64 ^{Aa}	3.72±0.94 ^{Aa}
	MAP2	4.70±0.84 ^{Aa}	4.56±0.76 ^{Aa}	4.44±0.66 ^{Aa}	4.24±0.68 ^{Aa}	3.97±0.67 ^{Aa}
	MAP3	4.70±0.84 ^{Aa}	4.58±0.66 ^{Aa}	3.67±0.78 ^{Aa}	4.61±0.71 ^{Aa}	3.67±0.99 ^{Aa}
	MAP4	4.70±0.84 ^{Aa}	5.28±0.74 ^{Aa}	4.19±0.76 ^{Aa}	4.78±0.71 ^{Aa}	3.81±0.82 ^{Aa}
MAŞK	MAP1	4.43±0.72 ^{Aa}	5.14±0.65 ^{Aa}	4.31±0.60 ^{Aa}	4.47±0.59 ^{Aa}	4.19±0.70 ^{Aa}
	MAP2	4.43±0.72 ^{Aa}	4.86±0.77 ^{Aa}	4.03±0.66 ^{Aa}	3.92±0.76 ^{Cm}	4.36±0.76 ^{Aa}
	MAP3	4.43±0.72 ^{Aa}	5.06±0.86 ^{Aa}	4.17±0.73 ^{Aa}	4.47±0.58 ^{Aa}	4.28±0.75 ^{Aa}
	MAP4	4.43±0.72 ^{Aa}	4.86±0.79 ^{Aa}	4.17±0.65 ^{Aa}	4.56±0.77 ^{Aa}	4.22±0.77 ^{Aa}
AMRK	MAP1	4.54±0.71 ^{Aa}	5.14±0.77 ^{Aa}	4.31±0.70 ^{Aa}	4.67±0.74 ^{Aa}	4.03±0.64 ^{Aa}
	MAP2	4.54±0.71 ^{Aa}	5.19±0.71 ^{Aa}	4.47±0.73 ^{Aa}	4.86±0.73 ^{Aa}	4.31±0.64 ^{Aa}
	MAP3	4.54±0.71 ^{Aa}	5.06±0.67 ^{Aa}	4.36±0.65 ^{Aa}	5.25±0.64 ^{Aa}	4.03±0.78 ^{Aa}
	MAP4	4.54±0.71 ^{Aa}	4.58±0.71 ^{Aa}	4.22±0.79 ^{Aa}	4.39±0.65 ^{Aa}	4.44±0.69 ^{Aa}
KABK	MAP1	4.62±0.77 ^{Aa}	4.67±0.66 ^{Aa}	3.91±0.78 ^{Aa}	4.56±0.91 ^{Aa}	3.97±0.65 ^{Aa}
	MAP2	4.62±0.77 ^{Aa}	4.86±0.79 ^{Aa}	4.08±0.78 ^{Aa}	4.44±0.65 ^{Aa}	4.17±0.75 ^{Aa}
	MAP3	4.62±0.77 ^{Aa}	5.14±0.73 ^{Aa}	3.97±0.74 ^{Aa}	4.58±0.78 ^{Aa}	4.06±0.70 ^{Aa}
	MAP4	4.62±0.77 ^{Aa}	4.92±0.86 ^{Aa}	3.89±0.77 ^{Aa}	4.85±0.78 ^{Aa}	3.83±0.77 ^{Aa}
KİNK	MAP1	4.05±0.71 ^{Aa}	4.31±0.67 ^{Aa}	3.67±0.77 ^{Aa}	4.03±0.67 ^{Aa}	3.83±0.86 ^{Aa}
	MAP2	4.05±0.71 ^{Aa}	4.39±0.64 ^{Aa}	4.36±0.66 ^{Aa}	4.42±0.65 ^{Aa}	3.97±0.70 ^{Aa}
	MAP3	4.05±0.71 ^{Aa}	4.50±0.71 ^{Aa}	4.39±0.66 ^{Aa}	4.08±0.65 ^{Aa}	4.28±0.70 ^{Aa}
	MAP4	4.05±0.71 ^{Aa}	4.26±0.73 ^{Aa}	4.25±0.70 ^{Aa}	4.22±0.79 ^{Aa}	3.64±0.76 ^{Aa}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.38: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin duyuşal lezzet değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker eşitleri (A)	K	4.08 ^c	4.57
	BAKK	4.25 ^{a-c}	
	BÖRK	4.38 ^{a-c}	
	MAŞK	4.44 ^{ab}	
	AMRK	4.57 ^a	
	KABK	4.42 ^{a-c}	
	KİNK	4.14 ^{bc}	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	4.29 ^a	0.18
	MAP2	4.35 ^a	
	MAP3	4.34 ^a	
	MAP4	4.32 ^a	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	4.37 ^b	17.77
	3. Ay	4.65 ^a	
	6. Ay	4.07 ^c	
	9. Ay	4.57 ^{ab}	
	12. Ay	3.98 ^c	
AxB			0.53
AxC			1.15
BxC			0.22
AxBxC			0.25

Aynı sütunda farkı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börölce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Kraker çeşitlerinin duyuşal lezzet değerleri 12 ay depolama sürecinde 3. ayda en yüksek puanları alırken 12. ayda en düşük puanı almıştır. Fakat 0., 3., 6. ve 9. aylarda tüm krakerler ortalama puan olan 4'ün üzerinde ortanın üstü puan aldığı görülürken 12. ayda ise tüm krakerler ortalama 4'e yakın puan aldığı görülmüştür.

Krakerlerin MAP koşullarında depolama sürecinde duyuşal lezzet değerleri incelendiğinde; tüm MAP koşullarının 4.29 ile 4.35 arasında değişen puanlar olarak istatistiksel olarak birbirine benzer ($p > 0.05$) olduğu bulunmuştur.

Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki çignenebilirlik değerleri Tablo 3.39'da kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin çignenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 3.40'da verilmiştir.

Tablo 3.39: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki çignenebilirlik değerleri

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	3.24±0.66 ^{Ab}	4.25±0.81 ^{Aa}	3.53±0.59 ^{Aa}	3.72±0.64 ^{Aa}	3.78±0.66 ^{Aa}
	MAP2	3.24±0.66 ^{Ab}	3.96±0.71 ^{Aa}	3.12±0.79 ^{Aa}	3.89±0.86 ^{Aa}	3.69±0.70 ^{Aa}
	MAP3	3.24±0.66 ^{Ab}	4.49±0.63 ^{Aa}	3.72±0.70 ^{Aa}	4.31±0.72 ^{Aa}	3.50±0.65 ^{Aa}
	MAP4	3.24±0.66 ^{Ab}	3.78±0.90 ^{Aa}	3.92±0.72 ^{Aa}	3.97±0.81 ^{Al}	3.92±0.63 ^{Aa}
BAKK	MAP1	4.38±0.74 ^{Aab}	4.88±0.77 ^{Aa}	4.46±0.76 ^{Aa}	5.26±0.76 ^{Aa}	4.23±0.70 ^{Aa}
	MAP2	4.38±0.74 ^{Aab}	5.38±0.66 ^{Aa}	4.50±0.63 ^{Aa}	4.89±0.76 ^{Aa}	4.44±0.77 ^{Aa}
	MAP3	4.38±0.74 ^{Aab}	4.25±0.71 ^{Aa}	4.06±0.79 ^{Aa}	4.92±0.81 ^{Aa}	4.00±0.84 ^{Aa}
	MAP4	4.38±0.74 ^{Aab}	4.60±0.72 ^{Aa}	4.17±0.65 ^{Aa}	4.97±0.67 ^{Aa}	4.42±0.71 ^{Aa}
BÖRK	MAP1	5.38±0.80 ^{Aa}	5.00±0.65 ^{Aa}	4.42±0.64 ^{Aa}	5.03±0.71 ^{Aa}	4.69±0.77 ^{Aa}
	MAP2	5.38±0.80 ^{Aa}	5.06±0.71 ^{Aa}	4.69±0.71 ^{Aa}	4.94±0.65 ^{Aa}	4.39±0.63 ^{Aa}
	MAP3	5.38±0.80 ^{Aa}	5.00±0.79 ^{Aa}	4.31±0.72 ^{Aa}	4.83±0.70 ^{Aa}	4.67±0.69 ^{Aa}
	MAP4	5.38±0.80 ^{Aa}	5.67±0.84 ^{Aa}	4.75±0.87 ^{Aa}	5.14±0.70 ^{Aa}	4.78±0.78 ^{Aa}
MAŞK	MAP1	4.76±0.86 ^{Aab}	5.39±0.65 ^{Aa}	4.89±0.75 ^{Aa}	5.14±0.89 ^{Aa}	4.97±0.65 ^{Aa}
	MAP2	4.76±0.86 ^{Aab}	5.28±0.71 ^{Aa}	4.69±0.89 ^{Aa}	4.92±0.79 ^{Aa}	4.81±0.83 ^{Aa}
	MAP3	4.76±0.86 ^{Aab}	5.39±0.67 ^{Aa}	4.89±0.85 ^{Aa}	5.06±0.66 ^{Aa}	4.92±0.82 ^{Aa}
	MAP4	4.76±0.86 ^{Aab}	5.19±0.83 ^{Aa}	4.94±0.75 ^{Aa}	5.06±0.77 ^{Aa}	4.75±0.75 ^{Aa}
AMRK	MAP1	4.84±0.65 ^{Aab}	5.06±0.73 ^{Aa}	4.53±0.69 ^{Aa}	4.75±0.77 ^{Aa}	4.50±0.58 ^{Aa}
	MAP2	4.84±0.65 ^{Aab}	5.11±0.69 ^{Aa}	4.72±0.65 ^{Aa}	5.17±0.82 ^{Aa}	4.58±0.72 ^{Aa}
	MAP3	4.84±0.65 ^{Aab}	5.06±0.71 ^{Aa}	4.47±0.58 ^{Aa}	5.08±0.88 ^{Aa}	4.28±0.69 ^{Aa}
	MAP4	4.84±0.65 ^{Aab}	4.72±0.77 ^{Aa}	4.69±0.88 ^{Aa}	4.53±0.62 ^{Aa}	4.42±0.64 ^{Aa}
KABK	MAP1	4.54±0.82 ^{Aab}	4.78±0.66 ^{Aa}	3.69±0.78 ^{Aa}	4.31±0.65 ^{Aa}	3.58±0.77 ^{Aa}
	MAP2	4.54±0.82 ^{Aab}	4.97±0.62 ^{Aa}	4.22±0.75 ^{Aa}	4.36±0.66 ^{Aa}	4.11±0.75 ^{Aa}
	MAP3	4.54±0.82 ^{Aab}	5.17±0.72 ^{Aa}	4.11±0.75 ^{Aa}	4.69±0.80 ^{Aa}	4.10±0.75 ^{Aa}
	MAP4	4.54±0.82 ^{Aab}	5.08±0.83 ^{Aa}	4.17±0.72 ^{Aa}	4.92±0.77 ^{Aa}	3.97±0.77 ^{Aa}
KİNK	MAP1	3.78±0.87 ^{Aab}	4.58±0.65 ^{Aa}	3.44±0.79 ^{Aa}	4.36±0.69 ^{Aa}	4.14±0.81 ^{Aa}
	MAP2	3.78±0.87 ^{Aab}	4.44±0.63 ^{Aa}	4.39±0.69 ^{Aa}	4.58±0.77 ^{Aa}	4.39±0.65 ^{Aa}
	MAP3	3.78±0.87 ^{Aab}	4.86±0.76 ^{Aa}	4.56±0.71 ^{Aa}	4.61±0.82 ^{Aa}	4.39±0.66 ^{Aa}
	MAP4	3.78±0.87 ^{Aab}	4.37±0.64 ^{Aa}	4.31±0.70 ^{Aa}	4.31±0.71 ^{Aa}	3.83±0.80 ^{Aa}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.40: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin çiğnenebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker Çeşitleri (A)	K	3.73 ^d	27.91
	BAKK	4.55 ^{bc}	
	BÖRK	4.94 ^a	
	MAŞK	4.97 ^a	
	AMRK	4.75 ^{ab}	
	KABK	4.42 ^{bc}	
	KİNK	4.24 ^c	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	4.47 ^a	0.25
	MAP2	4.53 ^a	
	MAP3	4.53 ^a	
	MAP4	4.52 ^a	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	4.42 ^b	12.92
	3. Ay	4.85 ^a	
	6. Ay	4.30 ^b	
	9. Ay	4.70 ^a	
	12. Ay	4.29 ^b	
AxB			0.78
AxC			1.41
BxC			0.21
AxBxC			0.27

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Çiğnenebilirlik; katı bir gıdayı yutulabilecek kıvama getirmek için gerekli olan enerji olarak tanımlanmaktadır (Gerçekaslan ve diğ. 2007). Panelistlerden krakerleri çiğnenebilirlik açısından puanlamaları istendiğinde ortalama olarak çiğnenebilirlik puanlarının en yüksek olduğu kraker çeşitlerinin MAŞK (4.97) ve BÖRK (4.94) olduğu görülmüştür. Baklagil unlu ve yalancı tahıl unlu krakerler K krakerinden (3.73) önemli derecede ($p < 0.05$) daha yüksek puanlar almışlardır.

Krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki çiğnenebilirlik puanlarında anlamsız olarak iniş ve çıkışlar yaparak dalgalanmalar görülmüştür. Bu yüzden depolama süreci ile çiğnenebilirlik arasında ilişki kurulamamış olsa da tüm aylardaki analizlerde örneklerin ortalama çiğnenebilirlik puanlarının “orta” ifadesine karşılık gelen 4 puanın üstünde olduğu görülmüştür.

Farklı MAP koşullarında depolanmış krakerlerin çiğnenebilirlik puanları (4.47-4.53) birbirine benzer ($p > 0.05$) olarak değerlendirilmiştir.

Filipčev ve diğ. (2011) karabuğday unu takviye edilmiş bisküvileri, buğday unuyla hazırlanan bisküvilerle kıyaslamış ve çiğneme açısından karabuğday unu takviye edilmiş bisküvilerin daha yüksek puan aldığını bulmuştur. Bu sonuç, karabuğday takviyeli bisküvinin daha düşük dokusal sertlik özelliği ile ilişkilendirilmiştir. Yapılan mevcut çalışmada da yalancı tahıl unu ilave edilmiş krakerlerin yüksek duyusal çıtırlık ve çiğnenebilirlik puanlarının düşük sertlik değerleri (Tablo 3.31) ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki duyusal çıtırlık değerleri Tablo 3.41’de kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketlenme koşulları ve depolama süresinin duyusal çıtırlık değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 3.42’de görülmektedir.

Krakerlerin tazeliğini koruduğunun bir göstergesi olan çıtırlığın tüketiciler tarafından puanlanması da ürünlerin tazeliğini belirleme açısından önemlidir. Krakerlerin duyusal çıtırlık değerleri incelendiğinde, en yüksek puanlar MAŞK (4.88)’ye ve AMRK (4.84)’ye verilmiştir. Baklagil unlu ve yalancı tahıl unlu krakerler K (4.02)’den daha yüksek puanlar almıştır. Fakat K ile BAKK istatistiksel olarak birbirine benzer ($p < 0.05$) bulunmuştur. Panelist yorumlarından yola çıkıldığında; çıtırlık puanlarının bu iki krakerde düşük olmasının sebebi olarak K’nin çok sert bulunması ve BAKK’de da biraz nemlilik hissedilmesi söylenebilir.

12 aylık depolama sürecinde krakerlerin ortalama çıtırlık değerlerinde düzensiz olarak artışlar ve azalışlar görülmüştür. Dolayısıyla depolama süresinin krakerlerin çıtırlığı üzerinde istatistiksel anlamda etki etmediği düşünülmüştür.

Farklı MAP koşullarındaki krakerlerin çıtırlık değerlerinde MAP1 en düşük, MAP2 ise en yüksek puanları almış olsa da istatistiksel anlamda tüm MAP koşullarındaki krakerlerin değerleri birbirlerine benzer ($p > 0.05$) bulunmuştur.

Tablo 3.41: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki duyusal çıtırılık değerleri

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	3.59±0.72 ^{Aa}	4.64±0.77 ^{Aab}	3.97±0.73 ^{Aa}	4.03±0.82 ^{Aa}	4.06±0.66 ^{Aa}
	MAP2	3.59±0.72 ^{Aa}	4.39±0.71 ^{Aab}	3.58±0.80 ^{Aa}	4.00±0.73 ^{Aa}	4.00±0.86 ^{Aa}
	MAP3	3.59±0.72 ^{Aa}	4.56±0.60 ^{Aab}	3.78±0.81 ^{Aa}	4.69±0.99 ^{Aa}	3.67±0.65 ^{Aa}
	MAP4	3.59±0.72 ^{Aa}	4.06±0.73 ^{Aab}	4.17±0.73 ^{Aa}	4.06±0.65 ^{Aa}	4.31±0.77 ^{Aa}
BAKK	MAP1	3.70±0.73 ^{Aa}	4.48±0.51 ^{Aab}	4.20±0.65 ^{Aa}	4.97±0.66 ^{Aa}	4.14±0.82 ^{Aa}
	MAP2	3.70±0.73 ^{Aa}	5.30±0.72 ^{Aab}	4.00±0.85 ^{Aa}	4.83±0.95 ^{Aa}	4.31±0.75 ^{Aa}
	MAP3	3.70±0.73 ^{Aa}	3.43±0.65 ^{Ab}	3.58±0.71 ^{Aa}	4.64±0.65 ^{Aa}	3.81±0.89 ^{Aa}
	MAP4	3.70±0.73 ^{Aa}	3.95±0.78 ^{Aab}	3.75±0.94 ^{Aa}	4.81±0.87 ^{Aa}	4.33±0.71 ^{Aa}
BÖRK	MAP1	4.89±0.79 ^{Aa}	4.58±0.64 ^{Aab}	3.92±0.76 ^{Aa}	4.47±0.64 ^{Aa}	4.06±0.74 ^{Aa}
	MAP2	4.89±0.79 ^{Aa}	4.81±0.90 ^{Aab}	4.53±0.64 ^{Aa}	4.56±0.74 ^{Aa}	4.36±0.66 ^{Aa}
	MAP3	4.89±0.79 ^{Aa}	4.81±0.78 ^{Aab}	3.75±0.94 ^{Aa}	4.92±0.77 ^{Aa}	4.53±0.65 ^{Aa}
	MAP4	4.89±0.79 ^{Aa}	5.56±0.88 ^{Aa}	4.67±0.82 ^{Aa}	4.82±0.80 ^{Aa}	4.47±0.71 ^{Aa}
MAŞK	MAP1	4.49±0.78 ^{Aa}	5.22±0.79 ^{Aab}	4.83±0.77 ^{Aa}	4.94±0.75 ^{Aa}	5.00±0.85 ^{Aa}
	MAP2	4.49±0.78 ^{Aa}	5.03±0.74 ^{Aab}	4.86±0.75 ^{Aa}	4.78±0.77 ^{Aa}	4.78±0.82 ^{Aa}
	MAP3	4.49±0.78 ^{Aa}	5.17±0.71 ^{Aab}	4.67±0.70 ^{Aa}	4.94±0.75 ^{Aa}	5.06±0.81 ^{Aa}
	MAP4	4.49±0.78 ^{Aa}	5.47±0.67 ^{Aa}	4.86±0.77 ^{Aa}	5.08±0.82 ^{Aa}	5.00±0.81 ^{Aa}
AMRK	MAP1	4.92±0.77 ^{Aa}	5.17±0.61 ^{Aab}	4.47±0.65 ^{Aa}	4.81±0.82 ^{Aa}	4.44±0.64 ^{Aa}
	MAP2	4.92±0.77 ^{Aa}	5.33±0.71 ^{Aab}	4.83±0.82 ^{Aa}	5.08±0.66 ^{Aa}	4.67±0.83 ^{Aa}
	MAP3	4.92±0.77 ^{Aa}	5.14±0.77 ^{Aab}	4.61±0.66 ^{Aa}	5.08±0.80 ^{Aa}	4.58±0.64 ^{Aa}
	MAP4	4.92±0.77 ^{Aa}	5.11±0.71 ^{Aab}	4.61±0.73 ^{Aa}	4.58±0.79 ^{Aa}	4.50±0.77 ^{Aa}
KABK	MAP1	5.03±0.80 ^{Aa}	5.06±0.66 ^{Aab}	3.94±0.77 ^{Aa}	4.50±0.63 ^{Aa}	4.08±0.86 ^{Aa}
	MAP2	5.03±0.80 ^{Aa}	5.11±0.70 ^{Aab}	4.33±0.65 ^{Aa}	4.61±0.75 ^{Aa}	4.69±0.99 ^{Aa}
	MAP3	5.03±0.80 ^{Aa}	5.33±0.66 ^{Aab}	4.47±0.65 ^{Aa}	4.81±0.77 ^{Aa}	4.47±0.77 ^{Aa}
	MAP4	5.03±0.80 ^{Aa}	5.19±0.65 ^{Aab}	4.17±0.79 ^{Aa}	5.00±0.71 ^{Aa}	4.58±0.71 ^{Aa}
KİNK	MAP1	3.89±0.75 ^{Aa}	4.78±0.76 ^{Aab}	4.19±0.64 ^{Aa}	4.31±0.76 ^{Aa}	4.33±0.70 ^{Aa}
	MAP2	3.89±0.75 ^{Aa}	4.67±0.66 ^{Aab}	4.56±0.78 ^{Aa}	4.69±0.88 ^{Aa}	4.56±0.94 ^{Aa}
	MAP3	3.89±0.75 ^{Aa}	5.17±0.64 ^{Aab}	4.36±0.64 ^{Aa}	5.03±0.75 ^{Aa}	4.53±0.84 ^{Aa}
	MAP4	3.89±0.75 ^{Aa}	4.46±0.76 ^{Aab}	4.47±0.59 ^{Aa}	4.33±0.71 ^{Aa}	4.31±0.70 ^{Aa}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.42: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin duyuşal çıtırılık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker eşitleri (A)	K	4.02 ^d	15.80
	BAKK	4.17 ^{cd}	
	BÖRK	4.62 ^{ab}	
	MAŞK	4.88 ^a	
	AMRK	4.84 ^a	
	KABK	4.72 ^{ab}	
	KİNK	4.42 ^{bc}	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	4.46 ^a	0.52
	MAP2	4.56 ^a	
	MAP3	4.52 ^a	
	MAP4	4.55 ^a	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	4.36 ^b	11.43
	3. Ay	4.86 ^a	
	6. Ay	4.29 ^b	
	9. Ay	4.69 ^a	
	12. Ay	4.42 ^b	
AxB			0.92
AxC			1.75
BxC			0.38
AxBxC			0.33

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börölce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki genel beğeni değerleri Tablo 3.43'te kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin genel beğeni değerlerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 3.44'te verilmiştir.

Kraker çeşitlerinin ortalama genel beğeni değerleri incelendiğinde; baklagil unlu ve yalancı tahıl unlu krakerler K'den (4.03) daha yüksek puanlar almıştır. En yüksek puanı AMRK (4.62) alırken bunu sırasıyla MAŞK (4.53), KABK (4.50), BÖRK (4.47), BAKK (4.27), KİNK (4.19) izlemiştir. MAŞK, KABK, BÖRK ve BAKK istatistiksel olarak birbirine benzer ($p > 0.05$) değerler verirken, KİNK de bu değerlere benzer değerler vermiştir. K ise KİNK'ye benzer ($p > 0.05$) değer vermiştir.

12 ay depolama süresince krakerlerin ortalama genel beğeni değerleri arasında düzensiz azalış ve artışlar olmuş, en düşük puanın 12. ayda olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.43: Farklı modifiye atmosfer koşullarında paketlenmiş krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki genel beğeni değerleri

Kraker Çeşitleri	MAP Koşulları	0. Ay	3. Ay	6. Ay	9. Ay	12. Ay
K	MAP1	3.89±0.83 ^{Aa}	4.39±0.65 ^{Aa}	3.78±0.84 ^{Aa}	4.28±0.65 ^{Aa}	3.94±0.87 ^{Aa}
	MAP2	3.89±0.83 ^{Aa}	4.11±0.86 ^{Aa}	3.31±0.75 ^{Aa}	3.97±0.64 ^{Aa}	3.83±0.69 ^{Aa}
	MAP3	3.89±0.83 ^{Aa}	4.61±0.73 ^{Aa}	3.75±0.82 ^{Aa}	4.67±0.70 ^{Aa}	3.78±0.71 ^{Aa}
	MAP4	3.89±0.83 ^{Aa}	3.89±0.09 ^{Aa}	4.14±0.77 ^{Aa}	4.50±0.79 ^{Aa}	4.06±0.87 ^{Aa}
BAKK	MAP1	4.16±0.74 ^{Aa}	4.78±0.90 ^{Aa}	4.17±0.71 ^{Aa}	4.83±0.77 ^{Aa}	3.74±0.84 ^{Aa}
	MAP2	4.16±0.74 ^{Aa}	4.98±0.72 ^{Aa}	4.08±0.79 ^{Aa}	4.81±0.76 ^{Aa}	4.11±0.81 ^{Aa}
	MAP3	4.16±0.74 ^{Aa}	4.10±0.69 ^{Aa}	3.94±0.77 ^{Aa}	4.64±0.65 ^{Aa}	3.67±0.78 ^{Aa}
	MAP4	4.16±0.74 ^{Aa}	4.20±0.72 ^{Aa}	3.83±0.77 ^{Aa}	4.75±0.66 ^{Aa}	4.14±0.93 ^{Aa}
BÖRK	MAP1	4.70±0.80 ^{Aa}	4.67±0.71 ^{Aa}	4.17±0.76 ^{Aa}	4.50±0.57 ^{Aa}	3.85±0.73 ^{Aa}
	MAP2	4.70±0.80 ^{Aa}	4.83±0.82 ^{Aa}	4.44±0.84 ^{Aa}	4.58±0.69 ^{Aa}	3.91±0.79 ^{Aa}
	MAP3	4.70±0.80 ^{Aa}	4.75±0.76 ^{Aa}	3.92±0.88 ^{Aa}	4.67±0.88 ^{Aa}	3.78±0.77 ^{Aa}
	MAP4	4.70±0.80 ^{Aa}	5.28±0.65 ^{Aa}	4.58±0.66 ^{Aa}	4.67±0.87 ^{Aa}	3.97±0.81 ^{Aa}
MAŞK	MAP1	4.41±0.60 ^{Aa}	5.25±0.66 ^{Aa}	4.58±0.64 ^{Aa}	4.61±0.77 ^{Aa}	4.53±0.66 ^{Aa}
	MAP2	4.41±0.60 ^{Aa}	4.97±0.74 ^{Aa}	4.19±0.64 ^{Aa}	3.97±0.67 ^{Aa}	4.36±0.78 ^{Aa}
	MAP3	4.41±0.60 ^{Aa}	5.33±0.71 ^{Aa}	4.25±0.76 ^{Aa}	4.56±0.73 ^{Aa}	4.31±0.72 ^{Aa}
	MAP4	4.41±0.60 ^{Aa}	4.91±0.79 ^{Aa}	4.25±0.64 ^{Aa}	4.58±0.76 ^{Aa}	4.37±0.71 ^{Aa}
AMRK	MAP1	4.60±0.78 ^{Aa}	5.19±0.70 ^{Aa}	4.19±0.76 ^{Aa}	4.53±0.70 ^{Aa}	4.08±0.65 ^{Aa}
	MAP2	4.60±0.78 ^{Aa}	5.28±0.62 ^{Aa}	4.75±0.72 ^{Aa}	4.89±0.75 ^{Aa}	4.47±0.90 ^{Aa}
	MAP3	4.60±0.78 ^{Aa}	5.19±0.89 ^{Aa}	4.31±0.71 ^{Aa}	5.25±0.77 ^{Aa}	4.08±0.66 ^{Aa}
	MAP4	4.60±0.78 ^{Aa}	4.72±0.70 ^{Aa}	4.28±0.78 ^{Aa}	4.33±0.77 ^{Aa}	4.44±0.66 ^{Aa}
KABK	MAP1	4.68±0.91 ^{Aa}	4.75±0.70 ^{Aa}	3.94±0.75 ^{Aa}	4.50±0.89 ^{Aa}	3.72±0.69 ^{Aa}
	MAP2	4.68±0.91 ^{Aa}	5.08±0.79 ^{Aa}	4.14±0.77 ^{Aa}	4.50±0.82 ^{Aa}	4.14±0.82 ^{Aa}
	MAP3	4.68±0.91 ^{Aa}	5.22±0.71 ^{Aa}	4.11±0.76 ^{Aa}	4.56±0.66 ^{Aa}	4.42±0.95 ^{Aa}
	MAP4	4.68±0.91 ^{Aa}	5.17±0.82 ^{Aa}	4.19±0.77 ^{Aa}	4.78±0.76 ^{Aa}	4.00±0.68 ^{Aa}
KİNK	MAP1	4.03±0.71 ^{Aa}	4.58±0.82 ^{Aa}	3.53±0.86 ^{Aa}	4.08±0.73 ^{Aa}	3.83±0.76 ^{Aa}
	MAP2	4.03±0.71 ^{Aa}	4.44±0.66 ^{Aa}	4.53±0.76 ^{Aa}	4.36±0.65 ^{Aa}	4.17±0.82 ^{Aa}
	MAP3	4.03±0.71 ^{Aa}	4.56±0.67 ^{Aa}	4.47±0.74 ^{Aa}	4.36±0.65 ^{Aa}	4.22±0.81 ^{Aa}
	MAP4	4.03±0.71 ^{Aa}	4.26±0.70 ^{Aa}	4.28±0.71 ^{Aa}	4.19±0.81 ^{Aa}	3.72±0.84 ^{Aa}

Aynı satırda farklı büyük harflerle (A, B, C, ...) ve aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır (p<0.05). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amaran unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Tablo 3.44: Kraker çeşitleri, modifiye atmosfer paketleme koşulları ve depolama süresinin genel beğeni değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Faktör	Ortalama	F-değeri
Kraker Çeşitleri (A)	K	4.03 ^c	6.39
	BAKK	4.27 ^{a-c}	
	BÖRK	4.47 ^{ab}	
	MAŞK	4.53 ^{ab}	
	AMRK	4.62 ^a	
	KABK	4.50 ^{ab}	
	KİNK	4.19 ^{bc}	
Modifiye Atmosfer Paketleme Koşulları (B)	MAP1	4.33 ^a	0.24
	MAP2	4.39 ^a	
	MAP3	4.40 ^a	
	MAP4	4.37 ^a	
Depolama Süresi (C)	0. Ay	4.35 ^{bc}	16.17
	3. Ay	4.77 ^a	
	6. Ay	4.15 ^{cd}	
	9. Ay	4.53 ^{ab}	
	12. Ay	4.06 ^d	
AxB			0.74
AxC			0.90
BxC			0.32
AxBxC			0.26

Aynı sütunda farklı küçük harflerle (a, b, c, ...) gösterilen değerler birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). K: Kontrol kraker, BAKK: Bakla unu katkılı kraker, BÖRK: Börülce unu katkılı kraker, MAŞK: Maş fasulyesi unu katkılı kraker, AMRK: Amarant unu katkılı kraker, KABK: Karabuğday unu katkılı kraker, KİNK: Kinoa unu katkılı kraker, MAP1: %21 O₂ + %79 N₂, MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂, MAP4: %100 N₂

Farklı MAP koşullarında depolanmış krakerlerin genel beğeni puanları 4.33 ile 4.40 arasında değişmiştir ve puanların istatistiksel olarak birbirine benzer ($p > 0.05$) olduğu bulunmuştur.

Han ve diğ. (2010) yapmış olduğu çalışmada; glutensiz kraker formülasyonlarında 9 çeşit baklagil unu ve fraksiyonunu (nohut, yeşil ve kırmızı mercimek, barbunya, beyaz fasulye unları ile yeşil bezelye unu, bezelye protein izolatu ve bezelye lif izolatları) buğday ununa %100 ikame ederek kullanmıştır. Sonuç olarak krakerlerde açık renk, iyi lezzet ve gevrek yapı görülmüştür. Çalışmada duyu analizde panelistlerden ürünleri renk, çıtırlık, lezzet ve genel kabul edilebilirlik bakımından değerlendirmeleri istenmiş ve bezelye protein izolatu ve bezelye lif izolatu ile üretilen krakerler en yüksek puanları almıştır. Araştırmacılar ayrıca bakliyat bazlı krakerlerin tüketicilerin ilgisini çektiğini ve sağlık yararları sağlamak için iyi bir potansiyele sahip olduğunu da bildirmişlerdir.

Kamel ve diğ. (2020) yapmış oldukları çalışmada, baklagil (soya fasulyesi, nohut) unlarının kraker formülasyonuna %20'den %40'a kadar olan seviyelerde katılması ile elde ettikleri krakerlerin duyusal puanlarının, mısır bazlı kontrol krakerlerden düşük olduğunu, ancak yine de panelistler tarafından yüksek oranda (76.2- 88.8) kabul gördüğünü belirtmişlerdir.

Buğday ununun yerine bakliyat (bakla, bezelye, sarı bezelye) unlarının ikame edilmesiyle (%40) hazırlanan krakerlerin tüketici tercihleri araştırılmış (Millar ve diğ. 2017) ve krakerlere bakliyat unlarının eklenmesinin görünüm, renk, sertlik ve ağız hissi üzerinde olumlu bir etki gösterdiği bulunmuştur. Bakliyat unlarının krakerlere eklenmesiyle kontrol krakerden daha koyu ve daha sarı renkli krakerler elde edilmiştir. Sonuç olarak bakliyat unlu krakerler buğday unlu krakerlere göre tüketiciler tarafından önemli ölçüde daha fazla beğenilen krakerler olmuştur.

Alvarez-Jubete ve diğ. (2010^c), pirinç unu ve patates nişastası içeren kontrol ekmeği ile yalancı tahıl (amarant, karabuğday, kinoa) unu içeren glutensiz ekmekleri karşılaştırdığında bu ekmeklerin kabul edilebilirliğinde önemli bir farklılığın olmadığını bulmuşlardır.

Chlopicka ve diğ. (2012)'de buğday ununa %15 ve 30 oranlarında yalancı tahıl unu (amarant, karabuğday, kinoa) ikame edilerek üretilen ekmeklerin duyusal renk, koku ve kıvam özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarında yalancı tahıl unu ilaveli ekmeklerden karabuğdaylı ekmeğin en yüksek duyusal puanlara sahip olduğu görülmüştür. Buğday unu ve karabuğday unu ile üretilen bisküvilerin duyusal testinin yapıldığı farklı bir çalışmada (Kaur ve diğ. 2015), buğday unu ile üretilen bisküviler en yüksek puanlarla (7.25-8.25/9.00) değerlendirilirken; karabuğday ile üretilen bisküviler daha düşük puanlarla (5.75-6.25/9.00) değerlendirilmiştir.

Maia ve diğ. (2020) tarafından yapılan çalışmada güvercin bezelye, mangalo ve börülce ile yapılan kurabiyelerin duyusal testlerinde 9 puan üzerinden yaklaşık 7 puan ile en çok mangalolu kurabiyeler beğenilirken bunu sırasıyla börülceli kurabiye ve güvercin bezelyeli kurabiye izlemiştir. En düşük beğeni alan güvercin bezelyeli kurabiye ise toplamda 5 ile 6 arasında puanlara sahip olmuştur. Genel kabul edilebilirlik puanları 5'ten büyükse lezzeti arttırmak için bileşenler eklenerek geliştirilebilir ve iyi kalitede olduğunu göstermektedir.

Tam tahıl karabuğdayununun %70 oranında mısır ununa ikame edilmesiyle üretilen krakerlerin duyuşal puanları; 5.00 puan üzerinden koku için 3.27, tat için 4.39, sakızimsılık ve diğler tekstürel özellikler için 3.83, görünüm (şekil, tekdüzelik, yüzey) için 4.37 puan olarak tespit edilmiştir. Çalışmada puanlamalarda 2.5 ve altı kabul edilemez, 2.5-3.5 iyi, 3.5-4.5 çok iyi, 4.5 ve üstü mükemmel olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; karabuğdaylı kraker panelistler tarafından iyi ve çok iyi ifadelerine karşılık gelen kabul görür puanlar almıştır (Sedej ve diğ. 2011). Mevcut çalışmada da KABK renk, koku, lezzet, çiğnenebilirlik, çıtırlık ve genel beğeni karakteristikleri bakımından 4.42-4.72/7.00 puan olarak panelistlerden ortanın üzerinde kabul görmüştür.

Ticari ekmek unu karışımına ayrı ayrı teff, amarant ve kinoa unu eklenerek ekmeklerin duyuşal analizleri yapılmıştır ve genel kabul edilebilirlik puanları incelendiğinde 9.0 üzerinden en yüksek puanı 7.8 ile kinoalı ekmek alırken bunu sırasıyla 7.1 ile teffli ekmek, 6.7 ile kontrol, 6.3 ile amarantlı ekmek izlemiştir (Rybicka ve diğ. 2019).

Chauhan ve diğ. (2015) ham amarant unlu ve buğday unlu kurabiyelere duyuşal test uygulamış ve renk, görünüm, tat ve genel kabul edilebilirlik gibi duyuşal nitelikler değerlendirilmiştir. Ham amarant unlu kurabiyeler tüketicilerden 9.00 puan üzerinden 6.25 ile 7.00 arasında değışen puanlar olarak buğday unlu kurabiyelerden daha düşük puanlar almıştır.

Yalancı tahıllar ile üretilen makarnaların 62 gönüllü ile tadım panelinin yapıldığı bir çalışmada (Kahlon ve Chiu 2015); renk/görünüm açısından amarantlı makarnanın test edilen diğler makarnalardan önemli ölçüde ($p \leq 0.05$) daha yüksek değıerlere sahip olduğu bulunmuştur. Karabuğdaylı makarnanın koku/aroma ve teffli makarnanın doku/ağız hissi değıerlerinin kinoalı ve amarantlı makarnaların değıerlerinden önemli ölçüde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Teffli ve karabuğdaylı makarnalarının kabulü ve tadı/lezzeti birbirine benzer bulunurken kinoalı ve amarantlı makarnalardan önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur (teff = karabuğday > kinoa > amarant).

Demir (2014) tarafından patates nişastası ve pirinç unu ile üretilen glutensiz tarhanaya %40, 50 ve 60 oranlarında kinoa unu ikame edip glutensiz tarhanadan çorbalar yapılmıştır. %50 kinoa ununun ilave edildiğı tarhananın renk değıerleri diğler iki tarhana örneğine göre daha yüksek kabul görmüş ve %50 kinoa unu ilave edilen

tarhana çorbaları, tutarlılık ve genel kabul edilebilirlik açısından en yüksek puanları almıştır.

Kaur ve diğ. (2018) farklı seviyelerde kinoa unu içeren standart tarifler kullanarak kurabiye, kek, muffin, pay ve turta ürünlerini geliştirmiş ve %10 ve üzeri kinoa ununun ikame edilmesiyle ürünlerde kinoadan gelen saponin miktarında artış olmuştur. Saponin miktarının artmasıyla da ürünlerde acılık tadı ve renk solmasında da artış meydana gelmiştir. Bu durum panelistler tarafından beğenilmemiştir. Dolayısıyla yapmış olduğu duyuasal testlerde %10 seviyesinde kinoa ununun ikame edildiği tüm ürünlerin kabul edilebilir olduğunu bulmuştur.

Sonuç olarak, yapılan bu çalışmada üretilen baklagilli ve yalancı tahıllı krakerlerin panelistlerden renk, koku, lezzet, çiğnenebilirlik ve tırılık duyuasal karakteristikleri açısından en az patatesli krakerler kadar puan aldıkları grlmştir. Çalışmanın bilimsel çalışma olması ve ürünlerde detaylı kimyasal analizlerin de yapılacak olması nedeniyle ürünlerin üretiminde mümkün olduğunca yalın formülasyonlar kullanılmıştır. Bu rnlerin beğeni durumlarının arttırılması için ürün formülasyonlarına farklı çeşni maddelerinin katılması önerilmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında; patates unu ve patates nişastası ile üretilen kontrol krakerinin formülasyonuna patates ununun ve patates nişastasının yerine ikame olarak baklagil (bakla, börülce, maş fasulyesi) ve yalancı tahıl (amarant, karabuğday, kinoa) unlarının kullanılmasıyla kontrol kraker dışında 6 kraker çeşidi üretilmiş, elde edilen ürünlerin kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca üretilen krakerler MAP1: %100 normal atmosfer koşulları (N.A.K.) (hava: %21 O₂ + %79 N₂), MAP2: %45 CO₂ + %55 N₂, MAP3: %80-100 CO₂ ve MAP4: %100 N₂ olmak üzere 4 farklı modifiye atmosfer koşulunda paketlenerek 12 ay boyunca depolanmış ve bu depolama süresince her 3 ayda bir kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikler bakımından incelenmiştir. Yapılan tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

- 1) Formülasyona baklagil unlarının ve yalancı tahıl unlarının eklenmesi kontrol örneğine kıyasla tüm krakerlerin yağ, protein, çözünmeyen ve toplam diyet lifi, esansiyel olan ve olmayan, toplam amino asit içeriğini önemli ölçüde ($p < 0.05$) arttırmıştır. Çözünür diyet lifi açısından ise bir artış görülmemiş, kontrol krakerine benzer ($p > 0.05$) değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Kül içeriği açısından ise BAKK'nin değeri artarak istatistiksel olarak fark ($p < 0.05$) oluştururken, KABK hariç diğer krakerlerin değerleri de artmış fakat istatistiksel olarak fark oluşturmamıştır ($p > 0.05$). KABK'nin değeri ise düşmüş fakat istatistiksel olarak K'ye benzer ($p > 0.05$) bulunmuştur.
- 2) Yalancı tahıl ve baklagil unları ile üretilen krakerlerden elde edilen yağlardaki yağ asidi oranları incelendiğinde; AMRK ve KİNK örneklerinin toplam doymamış yağ asidi oranlarının (%50.87-53.00) toplam doymuş yağ asitlerinden (%47.00-49.13) yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun aksine K, BAKK, BÖRK, MAŞK, KABK krakerlerinin toplam doymuş yağ asit oranları (%50.83-52.85) toplam doymamış yağ asit oranlarından (%47.15-49.17) fazla bulunmuştur. Tüm kraker çeşitlerinde yağ asitlerinden palmitik asit (C_{16:0}) (%30.26-34.29), oleik asit (C_{18:1}) (%31.45-33.26) ve linoleik asit (C_{18:2}) (%11.08-16.65) en fazla miktarda bulunmaktadır.

- 3) Krakerlerin mineral madde kompozisyonu incelendiğinde; tüm baklagil unu ve yalancı tahıl unu içeren krakerlerin P, Mg, Mn ve Zn minerallerini kontrol krakerden daha fazla miktarda içerdikleri görülmektedir. Kontrol kraker K mineralini baklagil unu içeren krakerlerden daha düşük miktarda içerirken yalancı tahıl unu içeren krakerlerden daha yüksek miktarda içermektedir. Ca mineralini BAKK en çok içerirken bunu sırasıyla MAŞK, AMRK, BÖRK, K, KİNK ve KABK izlemiştir. Fe mineralini KABK haricindeki tüm krakerlerin kontrol krakerden daha fazla içerdiği görülmektedir.
- 4) Kraker örneklerinin kuru maddede toplam fenolik madde değerleri 102.42 mg GAE/100 g ile 227.65 mg GAE/100 g arasında değişmektedir. Kraker çeşitlerinden ortalama değerlere göre en yüksek toplam fenolik madde içeriğine MAŞK (200.2 mg GAE/100 g) sahip olurken bunu sırasıyla KİNK (175.2 mg GAE/100 g), BAKK (179.2 mg GAE/100 g), KABK (159.2 mg GAE/100 g), BÖRK (158.1 mg GAE/100 g), K (135.0 mg GAE/100 g) ve AMRK (133.3 mg GAE/100 g) izlemiştir.
- 5) Kraker çeşitlerinin 0. aydaki antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde; baklagil unlu krakerler yalancı tahıl unlu krakerlerden daha yüksek değerleri vermiştir. Kraker çeşitlerinin 12 ay depolama sürecindeki ortalama antioksidan değerlerinde ise, en yüksek değer MAŞK (46.06 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$) verirken onu sırasıyla KİNK (40.05 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$), BÖRK (36.94 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$) ile BAKK (36.66 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$), KABK (35.38 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$), K (34.32 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$) ve AMRK (26.72 $\mu\text{mol TE}/100\text{ g}$) izlemiştir.
- 6) Kraker çeşitleri arasındaki ortalama peroksit sayısı değerleri incelendiğinde, K (70.53 meq O_2/kg yağ) ile KABK (69.87 meq O_2/kg yağ) krakerlerinin peroksit sayısı değerleri en yüksek değerleri verirken en düşük değeri MAŞK (58.46 meq O_2/kg yağ) vermiştir. Baklagil unu katkılı krakerler kendi arasında değerlendirildiğinde, MAŞK en düşük değeri vererek diğer baklagil unlu krakerlerden istatistiki olarak ($p<0.05$) farklı bulunmuş ve BAKK (69.16 meq O_2/kg yağ) ile BÖRK (66.23 meq O_2/kg yağ) ise birbirlerine benzer değerler ($p>0.05$) vermiştir. Yalancı tahıl unu katkılı krakerler kendi aralarında

değerlendirildiğinde ise KABK en yüksek değeri verirken bunu sırasıyla AMRK (67.92 meq O₂/kg yağ) ve KİNK (63.12 meq O₂/kg yağ) izlemiştir.

- 7) Kraker çeşitlerinin 12 ay depolama sürecindeki ortalama *p*-anisidin sayısı değerleri incelendiğinde; kontrol krakerin değerinin (8.85) tüm krakerlerin değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. En düşük ortalama *p*-anisidin sayısı değerlerine sahip krakerlerin ise BÖRK (6.36) ve MAŞK (6.25) olduğu tespit edilmiştir. BAKK, AMRK, KABK ve KİNK ise birbirlerine benzer değerler (6.96-7.53) vererek K örneğinden düşük ve farklı olduğu tespit edilmiştir.
- 8) Krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki ortalama *L** ve *a** değerleri incelendiğinde, kraker formülasyonuna yalancı tahıl unlarının ve baklagil unlarının eklenmesi *L** değerinde önemli (*p*<0.05) düşüşler sağlarken *a** değerlerinde artış sağlamıştır. Kraker formülasyonuna yalancı tahıl unu ve bakla ununun eklenmesi krakerlerin 12 ay sürecindeki ortalama *b** değerlerinde artış sağlarken, börülce ve maş fasulyesi unlarının katkısı da azalış sağlamıştır.
- 9) Kraker çeşitlerinin ΔE^* renk değerleri incelendiğinde; K ile renk farklılığının en fazla olduğu kraker MAŞK (21.90) olmuştur ve bunları sırasıyla BÖRK (20.31), KABK (12.93), BAKK (9.62), KİNK (8.28) ve AMRK (8.07) izlemiştir. KİNK ve AMRK istatistiksel olarak birbirine benzer (*p*>0.05) ve diğer krakerlerden farklı bulunurken, diğer krakerler de birbirinden farklı (*p*<0.05) değerler vermişlerdir.
- 10) Krakerlerin sertlik değerlerinin sonuçları, K'nin diğer krakerlerden daha yüksek sertlik değerine (2135.4 g) sahip olduğunu ve onu sırasıyla yalancı tahıl unu katkılı krakerlerin (1190.8-1805.9 g) ve baklagil unu katkılı krakerlerin (1051.1-1125.7 g) izlediğini göstermiştir.
- 11) Yüzey ve iç SEM mikrograflarına göre, kontrol örneğinin yapısı, yalancı tahıl unlarının ve baklagil unlarının ilave edildiği örneklerin yapılarına göre daha üniform bir görüntü verirken yalancı tahıl ve baklagil unlarının eklenmesiyle krakerlerde daha heterojen ve geniş gözenekli bir görüntü oluşturmuştur. Bu durum krakerlerin sertlik değerlerinde düşüşe de neden olmuştur.

- 12) Krakerler; panelistler tarafından renk, koku, lezzet, çiğnenebilirlik, çıtırlık ve genel beğeni olmak üzere duyuşal olarak 12 ay depolama sürecindeki ortalama değerleri incelendiğinde; yalancı tahıl unu ve baklagil unu katkılı krakerler koku dışında değerlendirilmelerin hepsinde K'den ortalama olarak daha yüksek puanlar aldığı ve ortalama puanların 4'ün (orta) üzerinde olduğu görölmüőtür. 12 ay sürecindeki ortalama koku puanlarının değerlendirmesinde ise istatistiksel olarak tüm krakerler birbirine benzer puanlar almıştır. Yapılan duyuşal analizlerde genel olarak tüm krakerler beğenilmiş ve 7 üzerinden 4 (orta) ile 5 (iyi) aralığında puanlar almıştır. Genel beğeni puanları incelendiğinde ise yalancı tahıl unlu krakerlerden AMRK, baklagil unlu krakerlerden MAŞK ve BÖRK en çok beğenilen krakerler olurken K ise en az beğenilen kraker olmuştur.
- 13) Krakerlerin 12 ay depolama sürecindeki değişimleri incelendiğinde; antioksidan, *p*-anisidin, tekstür sertliği, duyuşal renk, koku ve lezzet değerlerinin 0. ayda en yüksek, 12. ayda en düşük değerler verdiği bulunmuştur. Toplam fenolik madde içeriğinin zamanla azalmış ve sonra artmıştır. Peroksit sayısı değerlerinde ise 0. ayda en düşük, 12. ayda en yüksek değerler görölmüőtür. *L** değerinin ise 0. ayda en düşük görünse de 3. aydan 12. aya doğru değerlerde azalan bir eğim olduğu tespit edilmiştir. Krakerlerin *a**, *b** ve ΔE^* renk değerleri 0. ayda en yüksek çıkarken 3, 6, 9 ve 12. aylarda değerler birbirine benzer çıkmıştır. Krakerlerin duyuşal özelliklerindeki değerlerde ise zamanla azalış ve artış şeklinde dalgalanmaların olduğu görölmüőtür.
- 14) Farklı MAP koşullarında paketlenmiş krakerlerin peroksit sayısı, *p*-anisidin sayısı ve tüm duyuşal analiz değerlerindeki sonuçları birbirine benzer değerler vermiştir. Toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde MAP4 en yüksek MAP1 en düşük değeri vermiş olsa da aradaki fark 8.1 mg GAE/100 g ve 2.34 μ mol TE/100 g değerdir. MAP koşullarındaki tekstürel sertlik ile renk *L**, *a**, *b** ve ΔE^* değerleri arasındaki farklılıklar cihaz tarafından ölçölmüş fakat tüketici değerlendirmesinde ölçölememiş farklılıklardır. Dolayısıyla yapılan analizlerin sonuçları dikkate alındığında ve MAP2, MAP3 ve MAP4 koşullarının getireceği ek maliyet hususu da değerlendirildiğinde MAP1 koşullarında yani normal atmosfer koşullarında paketlemenin uygun olacağı düşünölmüőtür.

Bu tez çalışmasından elde edilen sonuçlara ek olarak yapılabilecek çalışmalar için aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

Üretilen krakerlerin tüketici tercihlerine göre genel olarak hepsi kabul görmüş fakat yapılan incelemeler ile baklagil unlu krakerlerden MAŞK ve BÖRK, yalancı tahıl unlu krakerlerden AMRK en iyi değerleri almıştır. Krakerlerin depolanma sürecinde duyusal beğenirliğinin 12. ayda önemli düzeyde azaldığı görülmüştür. Dolayısıyla raf ömrü olarak 9 ay depolama önerilebilir. Modifiye atmosfer koşullarında depolamada MAP1 koşullarında paketlenmiş krakerlerin diğer MAP koşullarındaki krakerlere genel olarak benzer değerler gösterdiği görülmüştür ve diğer MAP koşullarının sisteme ek maliyet getirmesi hususu da dikkate alındığında üretilen krakerlerin MAP1 koşullarında paketlenmesinin en uygun olacağı önerilebilir.

5. KAYNAKLAR

AACC, American Association of Cereal Chemists Inc., “Determination of soluble, insoluble and total dietary fiber in foods and food products (Method 32-07)”, *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*, 9th ed, St. Paul, MN, (1995).

Adel, A., Shehata, Y. and Thannoun, A. M., “Chemical and amino acid composition of Iraqi mung beans”, *Z. Lebensm. Unters. Forsch*, 171(5), 360–362, (1980).

Ahmed, Z. S. And Abozed, S. S., “Functional and antioxidant properties of novel snack crackers incorporated with hibiscus sabdariffa by-product”, *J. Adv. Res.*, 6(1), 79–87, <https://doi.org/10.1016/J.JARE.2014.07.002>, (2015).

Akin-Idowu, P. E., Odunola, O. A., Gbadegesin, M. A., Oke, A. and Orkpeh, U., “Assessment of the protein quality of twenty nine grain amaranth (*Amaranthus spp. L.*) accessions using amino acid analysis and one-dimensional electrophoresis”, *Afr. J. Biotechnol.*, 12(15),1802-1810, (2013).

Akkelle, B. Ş. ve Ertem, D., “Çölyak Hastalığı”, *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 9(1), 1-10, (2017).

Alencar, N. M. M., Steel, C. J., Alvim, I. D., de Morais, E. C. and Andre Bolini, H. M., “Addition of quinoa and amaranth flour in gluten-free breads: Temporal profile and instrumental analysis”, *LWT - Food Sci. Technol.*, 62(2), 1011–1018., <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.02.029>, (2015).

Alghamdi, S. S., “Chemical composition of faba bean (*Vicia faba L.*) genotypes under various water regimes”, *Pak. J. Nutr.*, 8(4), 477–482, (2009).

Altuğ Onoğur, T. ve Elmacı, Y., *Gıdalarda duyuşal değerlendirme*, İzmir: Sidaş Ltd. Şti., (2011).

Altuntaş, E. ve Yıldız, M., “Effect of moisture content on some physical and mechanical properties of faba bean (*Vicia faba L.*) grains”, *J. Food Eng.*, 78(1), 174–183, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.09.013>, (2007).

Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K. and Gallagher, E., “Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients”, *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 60(sup4), 240-257, (2009).

Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E.K., Gallagher, E., “Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking”, *Food Chem.*, 119(2), 770–778, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.032>, (2010^a).

Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K. ve Gallagher, E., “Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients”, *Trends Food Sci. Technol.* 21(2), 106-113, (2010^b).

Alvarez-Jubete, L., Auty, M., Arendt, E.K. and Gallagher, E., “Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations”, *Eur. Food Res. Technol.*, 23(3), 437–445, <https://doi.org/10.1007/s00217-009-1184-z>, (2010^c).

Amarteifio, J. O. and Moholo, D., “The chemical composition of four legumes consumed in Botswana”, *J. Food Compos. Anal.*, 11(4), 329–332, <https://doi.org/10.1006/JFCA.1998.0595>, (1998).

Amarowicz, R., Troszynska, A., Barylko-Pikielna, N. and Shahidi, F., “Polyphenolics extracts from legume seeds: correlations between total antioxidant activity, total phenolics content, tannins content and astringency”, *J. Food Lipids*, 11(4), 278-286, (2004).

Antova, G. A., Stoilova, T. D. and Ivanova, M. M., “Proximate and lipid composition of cowpea (*Vigna unguiculata L.*) cultivated in Bulgaria”, *J. Food Compos. Anal.*, 33(2), 146–152, <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2013.12.005>, (2014).

Anwar, F., Latif, S., Przybylski, R., Sultana, B. and Ashraf, M., “Chemical composition and antioxidant activity of seeds of different cultivars of mungbean”, *J. Food Sci.*, 72(7), S503-S510, (2007).

AOAC, Association of Official Analytical Chemists, “Official methods of analysis of the AOAC (15th ed.)”, *Association of Official Analytical Chemists*, Washington, DC, USA, (1990).

AOAC, Association of Official Analytical Chemists, “Total, insoluble and soluble dietary fiber in food-enzymatic-gravimetric method (Method 991.43) MES-TRIS buffer”, *Official Methods of Analysis, (16th ed.)* AOAC International, Gaithersburg, MD, (1995).

AOCS, American Oil Chemists’ Society, “In: Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist’s Society (Method Cd 8-53 and Method Cd 1890) (4th ed.)”, (1990).

Aristoy, M. C. ve Toldrá, F., “Essential amino acids. Handbook of analysis of active compounds in functional foods”, *In Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods*, 305-326, (2009).

Asif, M., Rooney, L.W., Ali, R., Riaz, M.N., “Application and opportunities of pulses in food system: A review”, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 53(1), 1168–1179, (2013).

Aslankara, T., “Barbunyanın (*Phaselous vulgaris* L.) lif ve antioksidan kaynağı olarak tarhana çorbası hazırlanmasında kullanımı”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2013).

Ataman, Ç. ve Gül, H., “Leblebi üretiminde yan ürün olarak açığa çıkan kırık leblebi ununun mufin kalitesi üzerine etkisi”, *Black Sea J. Agri.*, 3(4), 308-316, (2020).

Azizah, A. H. and Zainon, H., “Effect of processing on dietary fiber contents of selected legumes and cereals”, *Malays. J. Nutr.*, 3(2), 131-136, (1997).

Bai, Z., Huang, X., Meng, J., Kan, L. and Nie, S., “A comparative study on nutritive peculiarities of 24 Chinese cowpea cultivars”, *Food Chem. Toxicol.*, 146, 111841, (2020).

Bártová, V., Bárta, J., Brabcová, A., Zdráhal, Z. and Horáčková, V., “Amino acid composition and nutritional value of four cultivated South American potato species”, *J. Food Compos. Anal.*, 40, 78–85. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2014.12.006>, (2015).

Batu, A., Çağlar, A., Kara, H.H., “Afyon kaymağının raf ömrünün uzatılmasında modifiye atmosferde paketlenme önerisi”, *Electron. J. Food Technol.*, 2008(2) 43-46, (2008).

Baysal, A., *Beslenme*, 93, Ankara: Hatiboğlu Yayınevi, 111–151, (2006).

Berenzon, S. ve Saguy, I.S., “Oxygen absorbers for extension of crackers shelf-life”, *LWT-Food Sci. Technol.*, 31(1), 1–5, <https://doi.org/10.1006/FSTL.1997.0286>, (1998).

Berti, C., Riso, P., Brusamolino, A. and Porrini, M., “Effect on appetite control of minor cereal and pseudocereal products”, *Br. J. Nutr.*, 94(5), 850-858, <https://doi.org/10.1079/bjn20051563>, (2005).

Bialek, M., Rutkowska, J., Bialek, A. and Adamska, A., “Oxidative stability of lipid fraction of cookies enriched with chokeberry polyphenols extract”, *Polish J. Food Nutr. Sci.*, 66(2), 77, (2016).

Bilgiçli, N., “Some chemical and sensory properties of gluten-free noodle prepared with different legume, pseudocereal and cereal flour blends”, *J. Food. Nutr. Res.*, 52, 251–255, (2013).

Bilgiçli, N., “Effect of buckwheat flour on chemical and functional properties of tarhana”, *LWT-Food Sci. Technol.*, 42(2), 514-518, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.09.006>, (2009).

- Bilgin, Ö., Çarlı, U., Erdoğan, S., Maviş, M. E., Gürsu, G. G., ve Yılmaz, M., “Karadeniz’de avlanan hamsi balığı, *Engraulis encrasicolus*, etinin amino asit içeriğinin LC-MS/MS kullanılarak tespiti”, *Turk. J. Agric. Nat. Sci.*, 5(4), 465-470, <https://doi.org/10.30910/TURKJANS.471272>, (2018).
- Bolling, B. W., Blumberg, J. B. and Chen, C. Y. O., “The influence of roasting, pasteurisation, and storage on the polyphenol content and antioxidant capacity of California almond skins”, *Food Chem.*, 123(4), 1040- 1047, (2010).
- Bonafaccia, G., Marocchini, M. ve Kreft, I., “Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat”, *Food Chem.*, 80(1), 9-15, [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00228-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00228-5), (2003).
- Boonkong, J., “Gluten free cracker from mixture of legume flours”, The 39th Congress on Science and Technology of Thailand, October 21-23, Bangkok, Thailand, (2013).
- Boukar, O., Massawe, F., Muranaka, S., Franco, J., Maziya-Dixon, B., Singh, B. and Fatokun, C., “Evaluation of cowpea germplasm lines for protein and mineral concentrations in grains”, *Plant Genet. Resour.*, 9(4), 515-522, (2011).
- Buthelezi, N. M. D., Magwaza, L. S. and Tesfay, S. Z., “Postharvest prestorage processing improves antioxidants, nutritional and sensory quality of macadamia nuts”, *Sci. Hortic.*, 251, 197-208, (2019).
- Buzera, A., Gikundi, E., Orina, I. and Sila, D., “Effect of Pretreatments and Drying Methods on Physical and Microstructural Properties of Potato Flour”, *Foods*, 11(4), 507, (2022).
- Cankurtaran, T. and Bilgiçli, N., “Improvement of functional couscous formulation using ancient wheat and pseudocereals”, *Int. J. Gastron. Food Sci.*, 25, 100400, (2021).
- Caponio, F., Summo, C., Clodoveo, M. L. and Pasqualone, A., “Evaluation of the nutritional quality of the lipid fraction of gluten-free biscuits”, *Eur. Food Res. Technol.*, 227(1), 135-139, <https://doi.org/10.1007/s00217-007-0702-0>, (2008).
- Caprioli, G., Giusti, F., Ballini, R., Sagratini, G., Vila-Donat, P., Vittori, S. ve Fiorini, D., “Lipid nutritional value of legumes: Evaluation of different extraction methods and determination of fatty acid composition”, *Food Chem.*, 192, 965–971, <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2015.07.102>, (2016).
- Carcea, M., Narducci, V., Turfani, V. ve Giannini, V.,” Polyphenols in raw and cooked cereals/pseudocereals/legume pasta and couscous”, *Foods*, 6(9), 80, <https://doi.org/10.3390/FOODS6090080>, (2017).

- Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W. and Faustman, C., “Changes of lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage”, *Food Chem.*, 99(1), 83–91, <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2005.07.022>, (2006).
- Chapman, K. W., Sagi, I., Regenstein, J. M., Bimbo, T., Crowther, J. B. and Stauffer, C. E., “Oxidative stability of hydrogenated menhaden oil shortening blends in cookies, crackers, and snacks”, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 73(2), 167-172, (1996).
- Chauhan, A., Saxena, D. C. and Singh, S., “Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus spp.*) flour”, *LWT-Food Sci. Technol.*, 63(2), 939-945, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.115>, (2015).
- Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P.M. and Del Nobile, M.A., “Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chick pea”, *J. Food Eng.*, 84, 101–107, <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2007.04.022>, (2008).
- Chitravathi, K., Chauhan, O. P. And Raju, P. S., “Postharvest shelf-life extension of green chillies (*Capsicum annuum L.*) using shellac-based edible surface coatings”, *Postharvest Biol. Technol.*, 92, 146-148, (2014).
- Chlopicka, J., Pasko, P., Gorinstein, S., Jedryas, A. And Zagrodzki, P., “Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads”, *LWT - Food Sci. Technol.*, 46(2), 548–555. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2011.11.009>, (2012).
- Choulitoudi, E., Velliopoulou, A., Tsimogiannis, D. and Oreopoulou, V., “Effect of active packaging with Satureja thymbra extracts on the oxidative stability of fried potato chips”, *Food Packag. Shelf Life*, 23, 100455, (2020).
- Coelho, L. M., Silva, P. M., Martins, J. T., Pinheiro, A. C. and Vicente, A. A., “Emerging opportunities in exploring the nutritional/functional value of amaranth”, *Food and Funct.*, 9(11), 5499-5512, <https://doi.org/10.1039/c8fo01422a>, (2018).
- Çetin, Ö., Nazlı, B., Bostan, K. ve Alperden, İ., “Depolamanın çiğ iç findığının kalitesi üzerine etkileri”, *İstanbul Üni. Vet. Fak. Der.*, 26(2), 413-419, (2000).
- Çıraklı, O., “Ülkemizde üretilen bazı margarinlerin yağ asidi bileşiminin ve trans yağ asidi içeriklerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, (2011).
- Dahiya, P. K., Linnemann, A. R., Nout, M. J. R., Van Boekel, M. A. J. S. and Grewal, R. B., “Nutrient composition of selected newly bred and established mung bean varieties”, *LWT-Food Sci. Technol.*, 54(1), 249-256, (2013).

Dahiya, P. K., Linnemann, A. R., Van Boekel, M. A. J. S., Khetarpaul, N., Grewal, R. B. and Nout, M. J. R., “Mung Bean: Technological and nutritional potential”, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 55(5), 670–688, <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.671202>, (2015).

Dalgıç, B., Sarı, S., Özcan, B., Baştürk, B., Ensari, A., Eğritaş, Ö., Bükülmez, A. ve Barış, Z., “Türk çocuklarında çölyak hastalığı ile ilişkili olası etmen ve belirtilerin değerlendirilmesi”, *Türk Ped. Arş.*, 46(4), 323-330, <https://doi.org/10.4274/tpa.672>, (2011).

de la Barca, A. M. C., Rojas-Martínez, M. E., Islas-Rubio, A. R. and Cabrera-Chávez, F., “Gluten-free breads and cookies of raw and popped amaranth flours with attractive technological and nutritional qualities”, *Plant Foods Hum. Nutr.*, 65(3), 241-246, <https://doi.org/10.1007/s11130-010-0187-z>, (2010).

Demir, M. K., “Use of quinoa flour in the production of gluten-free tarhana”, *Food Sci. Technol. Res.*, 20(5), 1087-1092, <https://doi.org/10.3136/fstr.20.1087>, (2014).

Demirçeken, F.G., “Gluten enteropatisi (çölyak hastalığı): Klasik bir öykü ve güncel gelişmeler”, *Güncel Gastroenteroloji*, 15(1), 58-72, (2011).

Dereli, Z. ve Şevik, R., “Modifiye atmosferde paketlenerek depolanan Afyon kaymağında oluşan kimyasal değişimler”, *Electron. J. Food Technol.*, 6(2), 1–8, (2011).

Diaz-Valencia, Y. K., Alca, J. J., Calori-Domingues, M. A., Zanabria-Galvez, S. J. and Da Cruz, S. H., “Nutritional composition, total phenolic compounds and antioxidant activity of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) of different colours”, *Nova Biotechnologica et Chimica*, 17(1), 74-85, <https://doi.org/10.2478/nbec-2018-0008>, (2018).

Dodok, L., Modhir, A.A., Buchtova, V., Halasova, G., Polacek, I., “Importance and utilization of amaranth in food industry. Part2. Composition of amino acids and fatty acids”, *Food/Nahrung*, 41(2), 108-110, <https://doi.org/10.1002/FOOD.19970410211>, (1997).

Dong, J. U., Mu, T. H. and Sun, H. N., “Sweet potato and potato residual flours as potential nutritional and healthy food material”, *J. Integr. Agric.*, 16(11), 2632–2645, [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61601-5](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61601-5), (2017).

Dorrell, D. G., “Fatty acid composition of buckwheat seed”, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 48(11), 693–696. <https://doi.org/10.1007/BF02638522>, 1971.

Du, S.-K., Jiang, H., Yu, X. and Jane, J.-L., “Physicochemical and functional properties of whole legume flour”, *Food Sci. Technol.*, 55, 308-313. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.06.001>, 2014.

Erdemir, Z. Ş., “Isıl işlem görmüş bakla ezme tozunun ekmek yapımında kullanımı ve kalite kriterleri üzerine etkisinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2015).

Fahroji, A. S. A. and Jamil, A., “Study on making biscuits from composite flour (Taro-sprouted mungbean)”, *In AgriTech Press, Faculty of Agricultural Technology, University of Andalas*, <https://www.researchgate.net/publication/302437618>, (2010).

Fang, Z. and Bhandari, B., “Effect of spray drying and storage on the stability of bayberry polyphenols”, *Food Chem.*, 129, 11139-1147, (2011).

Fathonah, S., Amalia, B. and Humaizah, S., “The formulation of alternative gluten-free mung bean biscuits”, *In Journal of Physics: Conference Series*, 1444(1), 012004, IOP Publishing, (2020).

Filipčev, B., Šimurina, O., Sakač, M., Sedej, I., Jovanov, P., Pestorić, M. and Bodroža-Solarov, M., “Feasibility of use of buckwheat flour as an ingredient in ginger nut biscuit formulation”, *Food Chem.*, 125(1), 164-170, (2011).

Fiorda, F. A., Soares Jr, M. S., da Silva, F. A., Grosmann, M. V. and Souto, L. R., “Microstructure, texture and colour of gluten-free pasta made with amaranth flour, cassava starch and cassava bagasse”, *LWT-Food Sci. Technol.*, 54(1), 132-138, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.04.020>, (2013).

Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K., “Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products”, *Trends Food Sci. Technol.*, 15(3-4), 143–152, <https://doi.org/10.1016/J.TIFS.2003.09.012>, (2004).

Gambus, H., Gambus, F., Pastuszka, D., Wrona, P., Ziobro, R., Sabat, R., Microwska, B., Nowotna, A. and Sikora, M., “Quality of gluten-free supplemented cakes and biscuits”, *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 60(sup4), 31-50, <https://doi.org/10.1080/09637480802375523>, (2009).

García-Pascual, P., Mateos, M., Carbonell, V. and Salazar, D. M., “Influence of storage conditions on the quality of shelled and roasted almonds”, *Biosyst. Eng.*, 84(2), 201-209, (2003).

Gebreil, S. Y., Maha, I., Kamal, A., Ahmed, E. and Mousa, M., “Utilization of amaranth flour in preparation of high nutritional value bakery products ment and enhancement of functional foods”, *Food Nutr. Sci.*, 336–354, <https://doi.org/10.4236/fns.2020.115025>, (2020).

Gerçekaslan, K.E, Kotancılar, H. G. ve Karaoğlu, M. M., “Ekmek bayatlaması ve bayatlama derecesini ölçmede kullanılan yöntemler:1”, *Gıda*, 32(6), 305-315, <https://dergipark.org.tr/en/pub/gida/91588>, (2007).

Gerrano, A. S., Jansen van Rensburg, W. S., Venter, S. L., Shargie, N. G., Amelework, B. A., Shimelis, H. A. and Labuschagne, M. T., “Selection of cowpea genotypes based on grain mineral and total protein content”, *Acta Agric. Scand. B Soil Plant Sci.*, 69(2), 155–166, <https://doi.org/10.1080/09064710.2018.1520290/FORMAT/EPUB>, (2019).

Ghirardello, D., Bertolino, M., Belviso, S., Dal Bello, B., Giordano, M., Rolle, L., Gerbi, V., Antonucci, M., Spigolon, N. and Zeppa, G., “Phenolic composition, antioxidant capacity and hexanal content of hazelnuts (*Corylus avellana* L.) as affected by different storage conditions”, *Postharvest Biol. Technol.*, 112, 95-104, (2016).

Giménez, M. A., Drago, S. R., Bassett, M. N., Lobo, M. O. and Samman, N. C., “Nutritional improvement of corn pasta-like product with broad bean (*Vicia faba*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*)”, *Food Chem.*, 199, 150-156, (2016).

Gorinstein, S., Lojek, A., Číž, M., Pawelzik, E., Delgado-Licon, E., Medina, O. J., Moreno, M., Salas, I. A. and Goshev, I. “Comparison of composition and antioxidant capacity of some cereals and pseudocereals”, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 43(4), 629-637, (2008).

Göncü, A. and Çelik, İ., “Investigation of some properties of gluten-free tarhanas produced by red, green and yellow lentil whole flour”, *Food Sci. Technol.*, 40, 574–581, <https://doi.org/10.1590/FST.34919>, (2020).

Güleşçi, N. and Aygül, İ., “Beslenme yer alan antioksidan ve fenolik madde içerikli çerezler”, *Gümüşhane Üni. Sağlık Bil. Der.*, 5(1), 109–129, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/220066>, (2016).

Haciseferoğulları, H., Gezer, I., Bahtiyarca, Y. and Mengeş, H. O., “Determination of some chemical and physical properties of sakız faba bean (*Vicia faba* L. Var. major)”, *J. Food Eng.*, 60(4), 475–479, [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00075-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00075-X), (2003).

Hallen, E., İbanoğlu, Ş., Ainsworth, P., “Effect of fermented/germinated cowpea flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour”, *J. Food Eng.*, 63(2), 177–184, [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(03\)00298-X](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(03)00298-X), (2004).

Han, J. J., Janz, J. A. and Gerlat, M., “Development of gluten-free cracker snacks using pulse flours and fractions”, *Food Res. Int.*, 43(2), 627-633, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.015>, (2010).

Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S. and Savage, G. P., “Quality properties of sesame and olive oils incorporated with flaxseed oil”, *Adv. Pharm. Bull.*, 7(1), 97, (2017).

Hayıt, F. ve GÜL, H., “Kinoa ununun ve kısmi pişirilerek dondurma yönteminin glutensiz ekmek kalitesi üzerine etkisi”, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 406-427., (2019).

Hosta, H.G., “Farklı baklagil unları ile zenginleştirilmiş glutensiz pirinç eriştelerinin kalite ve bazı besinsel özelliklerinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Ankara, (2012).

Hunterlab; “The manual of Hunter-Lab mini Scan XE colorimeter”, *Virginia: HunterLab Cooperation, U.S.A.*, (1995).

Hussain, M. A. and Basahy, A. Y., “Nutrient composition and amino acid pattern of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp, *Fabaceae*) grown in the Gizan area of Saudi Arabia”, *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 49(2), 117–124, <https://doi.org/10.3109/0963748980908939>, (1998).

Ikeda, S., Tomurai, K., Yamashita, Y. and Kreft, I., “Minerals in buckwheat flours subjected to enzymatic digestion”, *Fagopyrum*, 18, 45-48, (2001).

Ikeda, S. and Yamashita, Y., “Buckwheat as a dietary source of zinc, copper and manganese”, *Fagopyrum*, 14, 29-34, (1994).

Iqbal, M. A., Siddiqui, M. H., Afzal, S., Ahmad, Z., Maqsood, Q. and Dildar Khan, R., “Forage productivity of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp] cultivars improves by optimization of spatial arrangements”, *Rev. Mex. Cienc. Pecu.*, 9(2), 203-219, (2018).

Isik, F. and Yapar, A.,” Effect of tomato seed supplementation on chemical and nutritional properties of tarhana”, *J. Food Meas. Charact.*, 11(2), 667-674, <https://doi.org/10.1007/s11694-016-9436-7>, (2017).

Işık, F., “Salça üretim atıklarının tarhana üretiminde kullanımı”, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2013).

IUPAC, Standard Methods for the Analysis of Oils, (7th ed.), International union of pure and applied chemistry fats and derivatives, Blackwell Scientific, Palo Alto, CA., (1987).

Javornik, B. and Kreft, I., “Characterization of buckwheat proteins”, *Fagopyrum*, 4, 30-38, (1984).

Kachiguma, N. A., Mwase, W., Maliro, M. and Damaliphetsa, A., “Chemical and mineral composition of amaranth (*Amaranthus* L.) species collected from central Malawi”, *J. Food Res.*, 4(4), 92, (2015).

- Kahlon, T. S. and Chiu, M. C. M, “Teff, buckwheat, quinoa and amaranth: Ancient whole grain gluten-free egg-free pasta”, *Food Nutr. Sci.*, 6(15), 1460–1467, <https://doi.org/10.4236/FNS.2015.615150>, (2015).
- Kamel, M. A. A., Maa, K., Mmh, A., Hassan Hosny Aly, M. and Harb Abd-El-Khalek, M., “Preparation of gluten-free corn crackers supplemented with some legume flours”, *J. Adv. Res. Food Sci. Nutr.*, 3(1), 42–49. <https://doi.org/10.24321/2582.3892.202006>, (2020).
- Karataş, S. Ç., Günay, D. and Sayar, S., “In vitro evaluation of whole faba bean and its seed coat as a potential source of functional food components”, *Food Chem.*, 230, 182-188, (2017).
- Kasnak, C. ve Palamutoğlu, R., “Doğal antioksidanların sınıflandırılması ve insan sağlığına etkileri”, *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(5), 226-234, (2015).
- Kaur, M., Sandhu, K. S., Arora, A. P. and Sharma, A., “Gluten free biscuits prepared from buckwheat flour by incorporation of various gums: Physicochemical and sensory properties”, *LWT - Food Sci. Technol.*, 62(1), 628–632, <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2014.02.039>, (2015).
- Kaur, S., Kaur, N. and Grover, K., “Development and nutritional evaluation of gluten free bakery products using pseudocereal quinoa (*Chenopodium quinoa*)”, *Int. J. Pure App. Biosci*, 6(2), 810-820, <https://doi.org/10.18782/2320-7051.2831>, (2018).
- Kaya, S., Bakkalbaşı, E. ve Cavidoğlu, İ., “Fındık, zeytin ve pamuk yağlarında peroksit oluşum kinetiği”, *Akademik Gıda*, 15(1), 36-42, (2017).
- Kerr, W.L., Ward, C.D.W., McWatters, K.H. and Resurreccion, A.V.A., “Milling and particle size of cowpea flour and snack chip quality”, *Food Res. Int.*, 34(1), 39-45, (2001).
- Klimczak, I., Małecka, M., Szlachta, M. and Gliszczyńska-Świgło, A., “Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices”, *J. Food Comp. Anal.*, 20(3-4), 313-322, (2007).
- Kohajdová, Z., Karovičová, J. and Magala, M., “Rheological and qualitative characteristics of pea flour incorporated cracker biscuits”, *Croat. J. Food Sci. Technol.*, 5(1), 11-17, (2013).
- Kotsianis, I. S., Giannou, V. and Tzia, C., “Production and packaging of bakery products using MAP technology”, *Trends Food Sci. Technol.*, 13(9), 319–324, [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00162-0](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00162-0), (2002).

- Korus, A., “Effect of preliminary processing, method of drying and storage temperature on the level of antioxidants in kale (*Brassica oleracea L. var. acephala*) leaves”, *LWT- Food Sci. Technol.*, 44, 1711-1716, (2011).
- Kömen, G., “Glutensiz diyet için geliştirilen ekşi maya fermentasyonu sırasında gliadin yapısında oluşan değişiklikler”, Yüksek Lisans Tezi, *İzmir Yüksek Teknoloji Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, (2010).
- Kuloğlu, Z., “Çölyak hastalığı”, *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi*, 8(2), 105-111, (2014).
- Kumar, S. R., Sadiq, M. B. and Anal, A. K., “Comparative study of physicochemical and functional properties of soaked, germinated and pressure cooked Faba bean”, *J. Food Sci. Technol.*, 59(1), 257-267, (2022).
- Kumar, S. and Pandey, G., “Biofortification of pulses and legumes to enhance nutrition”, *Heliyon*, 6(3), e03682, (2020).
- Kumaravel, S. and Alagusundaram, K., “Determination of mineral content in Indian spices by ICP-OES”, *Orient. J. Chem.*, 30(2), 631–636, <https://doi.org/10.13005/ojc/300231>, (2014).
- Kupper, C., “Dietary guidelines and implementation for celiac disease”, *Gastroenterology*, 128(4), 121–127, <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2005.02.024>, (2005).
- Kurek, M. A., Karp, S., Wyrwisz, J. and Niu, Y., “Physicochemical properties of dietary fibers extracted from gluten-free sources: quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*) and millet (*Panicum miliaceum*)”, *Food Hydrocoll.*, 85, 321–330, <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.07.021>, (2018).
- Küçükazman, M., Ata, N., Dal, K. ve Nazlıgül, Y.,” Çölyak hastalığı”, *Dirim Tıp Gazetesi*, 83, 85-92, (2008).
- Labba, I. C. M., Frøkiær, H. and Sandberg, A. S., “Nutritional and antinutritional composition of fava bean (*Vicia faba L., var. minor*) cultivars”, *Food Res. Int.*, 140, 110038, <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2020.110038>, (2021).
- Laleg, K., Cassan, D., Barron, C., Prabhasankar, P. and Micard, V., “Structural, culinary, nutritional and anti-nutritional properties of high protein, gluten free, 100% legume pasta”, *PLoS One*, 11(9), e0160721, (2016).
- Lohachoopol, V., Srzednicki, G. and Craske, J., “The change of total anthocyanins in blueberries and their antioxidant effect after drying and freezing”, *J. Biomed. Biotechnol.*, 5, 248-252, (2004).

Maia, L. C., Nano, R. M. W., Santos, W. P. C., Nascimento, P. V. B. S. D., Miranda, K. E. D. S. And Oliveira, F. S. D., “Mineral profile and characterisation of cookies made from legume green grain flour”, *Food Sci. Technol.*, 41(3), 730–736, <https://doi.org/10.1590/FST.22020>, (2020).

Mais, A. and Brennan, C. S., “Characterisation of flour, starch and fibre obtained from sweet potato (kumara) tubers, and their utilisation in biscuit production”, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 43(2), 373-379, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01652.x>, (2008).

Marlett, J. A., McBurney, M. I. and Slavin, J. L., “Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber”, *J. Am. Diet. Assoc.*, 102(7), 993-1000, [https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(02\)90228-2](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(02)90228-2), (2002).

Martínez-Villaluenga, C., Peñas, E. and Hernández-Ledesma, B., “Pseudocereal grains: Nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods”, *Food Chem. Toxicol.*, 137, 111178, <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111178>, (2020).

Mei, W. S. C., Ismail, A., Mohd. Esa, N., Akowuah, G. A., Wai, H. C. and Seng, Y. H., “The effectiveness of Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) extract in stabilization of sunflower oil under accelerated conditions”, *Antioxidants*, 3(2), 371–386, <https://doi.org/10.3390/ANTIOX3020371>, (2014).

Meral, R. ve Kılınççeker, O., “Kinoa (chenopodium quinoa wild.) Ununun soğukta depolanan pişmemiş tavuk köftelerin tekstür profiline etkisi”, *ADYUTAYAM*, 10(1), 46-52 (2022).

Metin, M., *Süt teknolojisi ve sütün bileşimi ve işlenmesi*, 33, İzmir: Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayını, 265–272, (2001).

Michalczyk, M., Macura, R. and Matuszak, I., “The effect of air-arying, freeze-drying and storage on the quality and antioxidant activity of some selected berries”, *J. Food Process. Preserv.*, 33, 11-21, (2009).

Millar, K. A., Barry-Ryan, C., Burke, R., Hussey, K., McCarthy, S. and Gallagher, E., “Effect of pulse flours on the physiochemical characteristics and sensory acceptance of baked crackers”, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 52(5), 1155–1163, <https://doi.org/10.1111/IJFS.13388>/FORMAT/PDF, (2017).

Miranda, J. A. T. D., Carvalho, L. M. J. D., Vieira, A. C. D. M. and Castro, I. M. D., “Scanning electron microscopy and crystallinity of starches granules from cowpea, black and carioca beans in raw and cooked forms”, *Food Sci. Technol.*, 39, 718–724, <https://doi.org/10.1590/FST.30718>, (2019).

Miranda-Ramos, K. C., Sanz-Ponce, N. and Haros, C. M., “Evaluation of technological and nutritional quality of bread enriched with amaranth flour”, *LWT–Food Sci. Technol.*, 114, 108418, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108418>, (2019).

Moesgaard, F., Nielsen, L., Hansen, J. B. and Knudsen, J. T., “High-fiber diet reduces bleeding and pain in patients with hemorrhoids”, *Dis. Colon Rectum*, 25(5), 454-456, (1982).

Mota, C., Nascimento, A. C., Santos, M., Delgado, I., Coelho, I., Rego, A., Matos, A. S., Torres, D. and Castanheira, I., “The effect of cooking methods on the mineral content of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus sp.*) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum*)”, *J. Food Compos. Anal.*, 49, 57-64, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.02.006>, (2016).

Motta, C., Castanheira, I., Gonzales, G. B., Delgado, I., Torres, D., Santos, M. and Matos, A. S., “Impact of cooking methods and malting on amino acids content in amaranth, buckwheat and quinoa”, *J. Food Compos. Anal.*, 76, 58-65, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.10.001>, (2019).

Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., Domínguez, J. M., Sineiro, J., Domínguez, H., Nunez, M. J and Parajó, J. C., “Natural antioxidants from residual sources”, *Food Chem.*, 72(2), 145-171, (2001).

Murcia, M.A., Martinez-Tome, M., Nicolas, M.C. and Vera, A.M., “Extending the shelf-life and proximate composition stability of ready to eat foods in vacuum or modified atmosphere packaging”, *Food Microbiol.*, 20(6), 671–679, [https://doi.org/10.1016/S0740-0020\(03\)00013-3](https://doi.org/10.1016/S0740-0020(03)00013-3), (2003).

Murray, J. A., Watson, T., Clearman, B. and Mitros, F., “Effect of a gluten-free diet on gastrointestinal symptoms in celiac disease”, *Am. J. Clin. Nutr.*, 79(4), 669–673, <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.4.669>, (2004).

Naiker, T. S., Gerrano, A. and Mellem, J., “Physicochemical properties of flour produced from different cowpea (*Vigna unguiculata*) cultivars of Southern African origin”, *J. Food Sci. Technol.*, 56(3), 1541-1550, <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03649-1>, (2019).

Nascimento, A.C., Mota, C., Coelho, I., Gueifao, S., Santos, M., Matos, A.S., Gimenes, A., Lobo, M., Samman, N. and Castanheira, I., “Characterisation of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays L.*) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements”, *Food Chem.*, 148, 420–426, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.155>, (2014).

Nikolić, N., Sakač, M. and Mastilović, J., “Effect of buckwheat flour addition to wheat flour on acylglycerols and fatty acids composition and rheology

properties”, *LWT-Food Sci. Technol.*, 44(3), 650-655, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.08.017>, (2011).

Noorakmar, A. W., Cheow, C. S., Norizzah, A. R., Zahid, A. M. and Ruzaina, I., “Effect of orange sweet potato (*Ipomoea batatas*) flour on the physical properties of fried extruded fish crackers”, *Int. Food Res. J.*, 19(2), 657, (2012).

Nowak, V., Du, J. and Charrondièrre, U. R., “Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*)”, *Food Chem.*, 193, 47-54, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.111>, (2016).

Nsimba, R. Y., Kikuzaki, H. And Konishi, Y., “Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus spp.* Seeds”, *Food Chem.*, 106 (2), 760–766, <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2007.06.004>, (2008).

O’Dwyer, S. P., O’Beirne, D., Eidhin, D. N. and O’Kennedy, B. T., “Effects of sodium caseinate concentration and storage conditions on the oxidative stability of oil-in-water emulsions”, *Food Chem.*, 138(2-3), 1145-1152, (2013).

Ogungbenle, H. N., “Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour”, *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 54(2), 153-158, <https://doi.org/10.1080/0963748031000084106>, (2003).

Ologhobo, A. D. and Fetuga, B. L., “Chemical composition of promising cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties”, *Nutr. Rep. Int. (USA)*, 25(6), 913–919, (1982).

Owolabi, A. O., Ndidi, U. S., James, B. D. and Amune, F. A., “Proximate, antinutrient and mineral composition of five varieties (improved and local) of cowpea, *Vigna unguiculata*, commonly consumed in Samaru community, Zaria-Nigeria”, *Asian J. Food Sci. Technol.*, 4(2), 70-72, (2012).

Özcan, M. M., Al-Juhaimi, F. Y., Uslu, N., Ghafoor, K., Babiker, E. E. and Ahmed, I. A. M., “Use of herbal essential oil and extracts as antioxidant sources in quality stabilization of extra virgin olive oil stored in different time and packages”, *J. Food Meas. Charact.*, 16(1), 700-713, (2022).

Pagano, A. E., “Whole grains and the gluten-free diet”, *Pract. Gastroenterol.*, 30(10), 66-78, (2006).

Palombini, S. V., Claus, T., Maruyama, S. A., Gohara, A. K., Souza, A. H. P., Souza, N. E. D., Visentainer, J. V., Gomes, S. T. M. and Matsushita, M., “Evaluation of nutritional compounds in new amaranth and quinoa cultivars”, *Food Sci. Technol.*, 33(2), 339-344, <https://doi.org/10.1590/S0101-2061201300500005>, (2013).

Paško, P., Bartoń, H., Zagrodzki, P., Gorinstein, S., Fołta, M. and Zachwieja, Z., “Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and

quinoa seeds and sprouts during their growth”, *Food Chem.*, 115(3), 994–998, <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2009.01.037>, (2009).

Pellegrini, M., Lucas-Gonzales, R., Ricci, A., Fontecha, J., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A. and Viuda-Martos, M., “Chemical, fatty acid, polyphenolic profile, techno-functional and antioxidant properties of flours obtained from quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) seeds”, *Ind. Crop. Prod.*, 111, 38–46, <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2017.10.006>, (2018).

Prinyawiwatkul, W., Beuchat, L. R., McWatters, K. H. and Phillips, R. D., “Changes in fatty acid, simple sugar, and oligosaccharide content of cowpea (*Vigna unguiculata*) flour as a result of soaking, boiling, and fermentation with *Rhizopus microsporus var. Oligosporus*”, *Food Chem.*, 57(3), 405–413, [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(95\)00242-1](https://doi.org/10.1016/0308-8146(95)00242-1), (1996).

Qin, P., Wang, Q., Shan, F., Hou, Z. and Ren, G., “Nutritional composition and flavonoids content of flour from different buckwheat cultivars”, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 45(5), 951–958. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02231.x>, (2010).

Rababah, T.M., Al-Mahasneh, M.A. and Ereifej, H.I., “Effect of chickpea, broad bean, or isolated soy protein additions on the physicochemical and sensory properties of biscuits”, *J. Food Sci.*, 71(6), 438-442, <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00077.x>, (2006).

Raisi, M., Ghorbani, M., Mahoonak, A. S., Kashaninejad, M. and Hosseini, H., “Effect of storage atmosphere and temperature on the oxidative stability of almond kernels during long term storage”, *J. Stored Prod. Res.*, 62, 16-21, (2015).

Rajiv, J., Lobo, S., Jyothi Lakshmi, A. and Venkateswara Rao, G., “Influence of green gram flour (*Phaseolus aureus*) on the rheology, microstructure and quality of cookies”, *J. Texture Stud.*, 43(5), 350–360, <https://doi.org/10.1111/J.1745-4603.2012.00346.X>, (2012).

Ranhotra, G. S., Gelroth, J. A., Langemeier, J. and Rogers, D. E., “Stability and contribution of beta carotene added to whole wheat bread and crackers”, *Cereal Chem.*, 72(2), 139-141, (1995).

Ratnawati, L., Desnilasari, D., Surahman, D. N. and Kumalasari, R., “Evaluation of physicochemical, functional and pasting properties of soybean, mung bean and red kidney bean flour as ingredient in biscuit”, *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 251(1), 012026, IOP Publishing, (2019).

Rocchetti, G., Lucini, L., Rodriguez, J. M. L., Barba, F. J. and Giuberti, G., “Gluten-free flours from cereals, pseudocereals and legumes: Phenolic

fingerprints and in vitro antioxidant properties”, *Food Chem.*, 271, 157–164, <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.07.176>, (2019).

Rodehutschord, M., Rückert, C., Maurer, H. P., Schenkel, H., Schipprack, W., Bach Knudsen, K. E., Schollenberger, M., Laux, M., Eklund, M., Siegert, W. and Mosenthin, R., “Variation in chemical composition and physical characteristics of cereal grains from different genotypes”, *Arch. Anim. Nutr.*, 70(2), 87–107, https://doi.org/10.1080/1745039X.2015.1133111/SUPPL_FILE/GAAN_A_1133111_SM5440.PDF, (2016).

Ruales, J. and Nair, B. M., “Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Wild) seeds”, *Plant Foods Hum. Nutr.*, 42(1), 1-11, (1992).

Rugheim, A. M. E. and Abdelgani, M. E., “Effects of microbial and chemical fertilization on yield and seed quality of faba bean (*Vicia faba*)”, *Int. Food Res. J.*, 19(2), 417-422, (2012).

Rybicka, I., Doba, K. and Bińczak, O., “Improving the sensory and nutritional value of gluten-free bread”, *Int. J. Food Sci. Technol.* 54(9), 2661–2667, <https://doi.org/10.1111/IJFS.14190>, (2019).

Rybicka, I. and Gliszczyńska-Świgło, A., “Minerals in grain gluten-free products. The content of calcium, potassium, magnesium, sodium, copper, iron, manganese and zinc”, *J. Food Compos. Anal.*, 59, 61-67, <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.02.006>, (2017).

Sakač, M., Pestorić, M., Mišan, A., Nedeljković, N., Jambrec, D., Jovanov, P., Banjac, V., Torbica, A., Hadnadev, M. and Mandić, A., “Antioxidant capacity, mineral content and sensory properties of gluten-free rice and buckwheat cookies”, *Food Technol. Biotechnol.*, 53(1), 38–47, <https://doi.org/10.17113/ftb.53.01.15.3633>, (2015).

Sakhare, S. D., Inamdar, A. A. and Gaikwad, S. B., “Roller milling fractionation of green gram (*Vigna radiata*): optimization of milling conditions and chemical characterization of millstreams”, *J. Food Sci. Technol.*, 51(12), 3854-3861, (2014).

Saldamlı, İ. ve Sağlam, F., “Vitamin ve mineraller”, (ed. Saldamlı), *Gıda Kimyası* (3. baskı), Ankara, Hacettepe Üniversitesi, 365-423, (2007).

Saldamlı, İ. ve Temiz, A., “Aminoasitler, peptidler ve proteinler”, (ed. Saldamlı), *Gıda Kimyası* (3. baskı), Ankara, Hacettepe Üniversitesi, 223-286, (2007).

Sanz-Penella, J. M., Wronkowska, M., Soral-Smietana, M. and Haros, M., “Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value”, *LWT-*

Food Sci. Technol., 50(2), 679-685, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.07.031>, (2013).

Schatzkin, A., Lanza, E., Corle, D., Lance, P., Iber, F., Caan, B., Shike, M., Weissfeld, J., Burt, R., Cooper, M. R., Kikendall, J. W., Cahill, J., Freedman, L., Marshall, J., Schoen, R. E. and Slattery, M., “Lack of effect of a low-fat, high-fiber diet on the recurrence of colorectal adenomas”, *N. Engl. J. Med.* 342(16), 1149-1155, <https://doi.org/10.1056/NEJM200004203421601>, (2000).

Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K., Berghofer, E., “Functional properties of gluten-free pasta produced from amaranth, quinoa and buckwheat”, *Plant Foods Hum. Nutr.*, 65(4), 339–349, <https://doi.org/10.1007/S11130-010-0194-0/FIGURES/1>, (2010).

Sedej, I., Sakač, M., Mandić, A., Mišan, A., Pestorić, M., Šimurina, O. and Čanadanović-Brunet, J., “Quality assessment of gluten-free crackers based on buckwheat flour”, *LWT-Food Sci. Technol.*, 44(3), 694-699, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.11.010>, (2011).

Shahbaz, M., Raza, N., Islam, M., Imran, M., Ahmad, I., Meyyazhagan, A., ... and Wan, C., “The nutraceutical properties and health benefits of pseudocereals: a comprehensive treatise”, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1-13, (2022).

Shevkani, K., Singh, N., Kaur, A. and Rana, J. C., “Physicochemical, pasting, and functional properties of amaranth seed flours: effects of lipids removal”, *J. Food Sci.*, 79(7), C1271-C1277, (2014).

Shi, Z., Yao, Y., Zhu, Y. and Ren, G., “Nutritional composition and antioxidant activity of twenty mung bean cultivars in China”, *The Crop J.*, 4(5), 398-406, (2016).

Shiri, M. A., Ghasemnezhad, M., Bakhshi, D. and Dadi, M., “Changes in phenolic compounds and antioxidant capacity of fresh-cut table grape (*Vitis vinifera*) cultivar 'Shahaneh' as influence by fruit preparation methods and packagings”, *Aust. J. Crop Sci.*, 5(12), 1515-1520, (2011).

Sindhuja, A., Sudha, M. L. and Rahim, A., “Effect of incorporation of amaranth flour on the quality of cookies”, *Eur. Food Res. Technol.*, 221(5), 597-601, (2005).

Singh, J., Singh, N., Sharma, T. R. and Saxena, S. K., “Physicochemical, rheological and cookie making properties of corn and potato flours”, *Food Chem.*, 83(3), 387-393, [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00100-6](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00100-6), (2003).

Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M., “Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-

Ciocalteu Reagent”, *Meth. Enzymol.*, 299, 152-178, [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1), (1999).

Skrabanja, V., Kreft, I., Golob, T., Modic, M., Ikeda, S., Ikeda, K., Kreft, S., Bonafaccia, G., Knapp, M. and Kosmelj, K., “Nutrient content in buckwheat milling fractions”, *Cereal Chem.*, 81(2), 172-176, <https://doi.org/10.1094/CCHEM.2004.81.2.172>, (2004).

Sourki, A. H., Ghani, A., Kiani, F. and Alipour, A., “Phytochemical profiles of lemon verbena (*Lippia citriodora* H.B.K.) and its potential application to cookie enrichment”, *Food Sci. Nutr.*, 9(6), 3100-3113, (2021).

Sudha, M. L. and Leelavathi, K., “Effect of blends of dehydrated green pea flour and amaranth seed flour on the rheological, microstructure and pasta making quality”, *J. Food Sci. Technol.*, 49(6), 713–720, <https://doi.org/10.1007/S13197-010-0213-Z/FIGURES/2>, (2012).

Svendsen, I. B., Hejgaard, J. and Chavan, J. K., “Subtilisin inhibitor from seeds of broad bean (*Vicia faba*); purification, amino acid sequence and specificity of inhibition”, *Carlsberg Res. Commun.*, 49(4), 493-502, (1984).

Şaşmazer, R. Ç., Özoğlu, Ö. ve Korukluoğlu, M., “Kayısı ve kinoa karışım soslu puding üretiminin ve bazı kalite özelliklerinin araştırılması”, Uluslar arası Gıda, Tarım ve Hayvancılık Kongresi, 43-52 s., Gaziantep, Türkiye, (2019).

Taneya, M. L. J., Biswas, M. M. H. and Ud-Din, M. S., “The studies on the preparation of instant noodles from wheat flour supplementing with sweet potato flour”, *J. Bangladesh Agril. Univ.*, 12(1), 135-142, (2014).

Tanimola, A. R., Otegbayo, B. and Akinoso, R., “Chemical, functional, rheological and sensory properties of amaranth flour and amaranth flour based paste”, *Afr. J. Food Sci.*, 10(11), 313-319, (2016).

Temen, Y., “Kinoa unu ilaveli ayran üretimi ve bazı özelliklerinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2018).

Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. and Byrne, D.H., “Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from Guava fruit extracts”, *J. Food Compos. Anal.*, 19(6-7), 669-675, <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2006.01.003>, (2006).

Topuz, A. and Özdemir, F., “Influences of gamma irradiation and storage on the capsaicinoids of sun-dried and dehydrated paprika”, *Food Chem.*, 86, 509-515, (2004).

Topkaya, C. and Isik, F., “Effects of pomegranate peel supplementation on chemical, physical, and nutritional properties of muffin cakes”, *J. Food Process. Preserv.*, 43(6), e13868, (2019).

Torbica, A., Hadnadev, M. and Hadnadev, T. D., “Rice and buckwheat flour characterisation and its relation to cookie quality”, *Food Res. Int.*, 48(1), 277-283, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.05.001>, (2012).

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/06/20130630-4.htm>, 18.08.2022, (2013).

Türksoy, S. ve Özkaya, B., “Gluten ve çölyak hastalığı”, 9. Gıda Kongresi, Bolu, Türkiye, 9, 24-26, (2006).

Uçak, İ., “Nar çekirdeği ekstraktı ile zenginleştirilmiş balık burgerlerin oksidatif, mikrobiyal ve duyu kalite değişimlerinin incelenmesi”, *Food and Health*, 6(4), 238–247, <https://doi.org/10.3153/FH20024>, (2020).

Urgancı, Ü., “Modifiye Atmosferde Paketlenmiş Nar Kabuğu İlaveli Bisküvilerin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2019).

Üçüncü, M., *Gıda ambalajlama teknolojisi*, İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, 11-787, (2007).

Valcárcel-Yamani, B. and Lannes, S. C. S., “Applications of quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd.*) and amaranth (*Amaranthus Spp.*) and their influence in the nutritional value of cereal based foods”, *Food and Public Health*, 2(6), 265-275, (2012).

Vasconcelos, I. M., Maia, F. M. M., Farias, D. F., Campello, C. C., Carvalho, A. F. U., de Azevedo Moreira, R. and de Oliveira, J. T. A., “Protein fractions, amino acid composition and antinutritional constituents of high-yielding cowpea cultivars”, *J. Food Compos. Anal.*, 23(1), 54-60, (2010).

Vici, G., Belli, L., Biondi, M. and Polzonetti, V., “Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review”, *Clin. Nutr.*, 35(6), 1236–1241, <https://doi.org/10.1016/J.CLNU.2016.05.002>, (2016).

Vitali, D., Dragojević, I. V. and Šebečić, B., “Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits”, *Food Chem.*, 114(4), 1462-1469, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.032>, (2009).

Vollmannova, A., Margitanova, E., Toth, T., Timoracka, M., Urminska, D., Bojnanska, T. and Cicova, I., “Cultivar influence on total polyphenol and rutin

contents and total antioxidant capacity in buckwheat, amaranth, and quinoa seeds”, *Czech J. Food Sci.*, 31(6), 589–595, <https://doi.org/10.17221/452/2012-CJFS>, (2013).

Wei, Y. M., Hu, X. Z., Zhang, G. Q. and Ouyang, S. H. “Studies on the amino acid and mineral content of buckwheat protein fractions”, *Food/Nahrung*, 47(2), 114-116, (2003).

Williams, M. H., “Dietary supplements and sports performance: Minerals”, *J. Int. Soc. Sports Nut.*, 2(1), 1-7, <https://doi.org/10.1186/1550-2783-2-1-43>, (2005).

Wronkowska, M., Haros, M. and Soral-Śmietana, M., “Effect of starch substitution by buckwheat flour on gluten-free bread quality”, *Food Bioproc. Tech.*, 6(7), 1820-1827, <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0839-0>, (2013).

Wu, G., “Dietary protein intake and human health”, *Food and Funct.*, 7(3), 1251-1265, <https://doi.org/10.1039/c5fo01530h>, (2016).

Yamauchi, J. and Kanazawa, T., Handbook of colour science. Japanese Academy of Colour Science, Tokyo, Japan, (1989).

Yıldız, A. Y., “Farklı ceviz çeşitlerinin yağ oksidasyonu üzerine depolama koşulları ve paketleme tekniğinin etkisi”, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Denizli, (2021).

Yönel, O. ve Özdil, S., “Çölyak hastalığı”, *Güncel Gastroentoloji*, 18(1), 93-100, (2014).

Zamuz, S., López-Pedrouso, M., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Domínguez, H. and Franco, D., “Application of hull, bur and leaf chestnut extracts on the shelf-life of beef patties stored under MAP: Evaluation of their impact on physicochemical properties, lipid oxidation, antioxidant, and antimicrobial potential”, *Food Res. Int.*, 112, 263–273, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.053>, (2018).

Zhu, F. and He, J., “Physicochemical and functional properties of Maori potato flour”, *Food Biosci.*, 33, 100488, <https://doi.org/10.1016/J.FBIO.2019.100488>, (2020).

Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, M. and Iqbal, S., “Characteristics of oil from seeds of 4 mungbean [*Vigna radiata (L.) Wilczek*] cultivars grown in Pakistan”, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 85(9), 851-856, (2008).

Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S., Chiavaro, E. and Ahmed, S., “Studies of oil from cowpea (*Vigna unguiculata (L.) Walp.*) cultivars commonly grown in Pakistan”, *Pak. J. Bot.*, 42(2), 1333, (2010).

Zia-Ul-Haq, M., Ahmad, S., Amarowicz, R. and De Feo, V., “Antioxidant activity of the extracts of some cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivars commonly consumed in Pakistan”, *Molecules*, 18(2), 2005-2017, (2013).

Ziegler, V., Ferreira, C. D., Hoffmann, J. F., Chaves, F. C., Vanier, N. L., de Oliveira, M. and Elias, M. C., “Cooking quality properties and free and bound phenolics content of brown, black, and red rice grains stored at different temperatures for six months”, *Food Chem.*, 242, 427-434, (2018).

EKLER

6. EKLER

EK A : Duyusal Panel Formu

Panelist Numarası:

Sayın Panelist;

Size toplam adet kraker örneği sunulacaktır. Lütfen krakerleri sunum sırasına göre inceleyiniz. Krakerlerin özellikleri hakkındaki düşüncelerinizi işaretlemek için kutucuklardan birine çarpı işareti (X) koymanız yeterli olacaktır.

Kraker örneklerini tatmaya başlamadan önce bir miktar su içiniz.

KRAKER NUMARASI:

1.Krakerin RENGİNİ inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü Çok kötü Kötü Orta İyi Çok iyi Mükemmel

2.Krakerin KOKUSUNU inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü Çok kötü Kötü Orta İyi Çok iyi Mükemmel

3.Krakerin tadımını yaptıktan sonra LEZZETİNİ inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü Çok kötü Kötü Orta İyi Çok iyi Mükemmel

4. Krakerin ÇİĞNENEİLİRLİĞİNİ inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü Çok kötü Kötü Orta İyi Çok iyi Mükemmel

5. Krakerin ÇITIRLIĞINI inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü Çok kötü Kötü Orta İyi Çok iyi Mükemmel

6. Kraker ile ilgili olarak GENEL BEĞENİNİZ hakkındaki düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü Çok kötü Kötü Orta İyi Çok iyi Mükemmel

YAŞ:

CİNSİYET: