



T.C.
NECMETTİN ERBAKANÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BESLEYİCİ DEĞERİ YÜKSEK GLUTENSİZ
MAKARNA ÜRETİMİNDE HAVUÇ VE
NOHUT UNUNUN KULLANIM
İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI**

Hilal ARSLAN BAYRAKCI

DOKTORA TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Mayıs-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Hilal Arslan BAYRAKCI tarafından hazırlanan “Besleyici Değeri Yüksek Glutensiz Makarna Üretiminde Havuç Ve Nohut Ununun Kullanım İmkanlarının Araştırılması” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşığıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Unvanı Adı SOYADI

.....

Danışman

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Süleyman Savaş DURDURAN
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından 161419001 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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



Hilal ARSLAN BAYRAKCI

Tarih:

ÖZET

DOKTORA TEZİ

BESLEYİCİ DEĞERİ YÜKSEK GLUTENSİZ MAKARNA ÜRETİMİNDE HAVUÇ VE NOHUT UNUNUN KULLANIM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI

Hilal ARSLAN BAYRAKCI

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2020, 137 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Prof. Dr. Selman TÜRKER

Doç. Dr. Abdulvahid SAYASLAN

Doç. Dr. Kürşat DEMİR

Dr. Öğr. Üyesi Sultan ARSLAN TONTUL

Bu araştırmada çölyak hastası bireyler için besinsel, duyuşal ve teknolojik özellikleri geliştirilmiş glutensiz makarna üretimi amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında 2 farklı havuç çeşidi (turuncu ve siyah havuç) 3 farklı kurutma metodu (sıcak hava, mikrodalga ve dondurarak kurutma) ile kurutularak havuç unları elde edilmiştir. Elde edilen havuç unlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında, sıcak havada kurutma yöntemiyle elde edilen havuç unları glutensiz makarna formülasyonlarında mısır:pirinç unu paçalı (50:50) ile yer değiştirme esasına göre %0, 5, 10 ve 15; nohut unu ise %20 sabit oranda kullanılmıştır. Glutensiz makarnanın teknolojik özelliklerini geliştirmek üzere makarna örnekleri hazırlanırken guar gam (Gam) ilavesi, prejelatinizasyon (PG) ve PG+Gam kombinasyonu uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Denemeler 2 farklı havuç unu çeşidi (HUÇ), 4 farklı havuç unu ilave oranı (HUİO) ve 3 farklı uygulama metodu ile (2x4x3)x2 faktöriyel deneme desenine göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Hazırlanan glutensiz makarnaların fiziksel (renk, pişirme özellikleri ve sıklık), kimyasal (kül, protein, yağ, toplam besinsel lif (TBL), antioksidan aktivite, toplam fenolik madde (TFM), beta karoten, (β-karoten), toplam antosiyanin (TA), mineral madde) ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Siyah havuç unu kullanılarak hazırlanan glutensiz makarna örnekleri, turuncu havuç unu ile hazırlananlara göre daha yüksek TBL, Ca, K, Mg, P, TFM ile daha üstün besinsel özellikler gösterirken, makarna rengi ve suya geçen madde miktarı (SGMM) açısından daha düşük kalite özellikleri sergilemişlerdir. Makarna formülasyonunda artan HUİO makarnanın, kül, TBL, Ca, K, Mg, P, AA, TFM, β-karoten ve TA miktarlarının artmasına neden olmuştur. Aynı zamanda makarnanın fiziksel ve teknolojik özelliklerden yüzey koyuluğu, kırmızılığı, ağırlık artışı, hacim artışı ve SGMM değerlerini de önemli düzeyde (p<0.05) yükseltmiştir. Yüksek HUİO da artan SGMM miktarı PG ve PG+Gam uygulamaları ile düşürülürken, makarna sıklığı da artmıştır. Duyusal analiz sonuçlarına göre; PG+Gam uygulaması ile turuncu ve siyah havuç unu ilaveli üretilen makarna örnekleri %10 HUİO kadar, kontrol makarnadan daha yüksek genel beğeni değerleri sergilemişlerdir.

Anahtar Kelimeler: çölyak, glutensiz makarna, havuç, prejelatinizasyon.

ABSTRACT

Ph.D THESIS

THE USAGE OF CARROT AND CHICKPEA FLOUR IN PRODUCTION OF HIGHLY NUTRITIOUS GLUTEN FREE PASTA

Hilal ARSLAN BAYRAKCI

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN FOOD ENGINEERING

Advisor: Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

2020, 137 Pages

Jury

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Prof. Dr. Selman TÜRKER

Assoc. Prof. Dr. Abdulvahit SAYASLAN

Assoc. Prof. Dr. Kürşat DEMİR

Asst. Prof. Sultan ARSLAN TONTUL

In this study, it was aimed to produce gluten-free pasta with improved nutritional, sensory and technological properties for individuals with celiac disease. In the first stage of the study, 2 different types of carrots (orange and black carrots) were dried with 3 different drying methods (hot air, microwave and freeze drying) and carrot flours were obtained. Some physical and chemical properties of the obtained carrot flours were compared. In the second stage of the study, carrot flours obtained with hot air drying method were added into the gluten free pasta formulations at 0, 5, 10 and 15% ratios on the basis of replacement with corn:rice flour blend (50:50), and chickpea flour was added 20% constant ratio into all samples. In order to improve the technological properties of gluten-free pasta, guar gum (Gum) addition, pregelatinization (PG) and PG+Gum combination applications were used during pasta preparation. The trials were carried out in two replications according to the (2x4x3)x2 factorial design with two different types of carrot flour, four different carrot flour addition ratios and three different application methods. Physical (color, cooking properties and firmness), chemical (ash, protein, fat, total dietary fiber (TDF), antioxidant activity, total phenolic content (TPC), beta carotene, total anthocyanin (TA) and mineral matter) and sensory properties of the prepared pasta samples were determined. Gluten-free pasta samples prepared using black carrot flour showed superior nutritional properties with higher TDF, Ca, K, Mg, P and TPC than those prepared with orange carrot flour. However, they showed lower quality characteristics in terms of pasta color and cooking loss. Increased carrot flour addition rate in pasta formulation caused an increase in ash, TDF, Ca, K, Mg, P, AA, TPC, β -carotene and TA amounts. At the same time, it significantly ($p<0.05$) increased the surface darkness, redness, weight increase, volume increase and cooking loss values from the physical and technological properties of the pasta. Increasing cooking loss, which is increased with the addition of high carrot flour, has been reduced with PG and PG+Gum applications, while pasta firmness has also increased. According to sensory analysis results, orange and black carrot flour pasta samples produced with PG+Gum application showed higher overall quality values than control pasta up to 10% carrot flour addition ratio.

Keywords: celiac, gluten-free pasta, carrot, pregelatinization

ÖNSÖZ

Bu çalışma süresince büyük özveri ile bana destek olan ve yardımlarını esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Nermin Bilgiçli başta olmak üzere T.C. Necmettin Erbakan Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerine teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince desteklerinden ve bilgilerinden faydalandığım arkadaşım Berat DEMİR ve Arş. Gör. Tekmile CANKURTARAN'a minnetlerimi sunarım.

Son söz olarak bugünlere gelmemde büyük emek ve fedakarlık göstermiş olan aileme, bu süreçte beni yalnız bırakmayan desteğini esirgemeyen eşime ve oğluma sevgilerimi sunuyorum.

Hilal ARSLAN BAYRAKCI
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Havuç	3
2.2. Çölyak	10
2.3. Glutensiz Makarna	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal	20
3.2. Metod	20
3.2.1. Deneme deseni	20
3.2.2. Havuç unlarının üretimi	21
3.2.3. Prejelatinizasyon uygulaması	22
3.2.4. Makarna yapım metodu	22
3.2.5. Laboratuvar analizleri	25
3.2.5.1. Renk tayini	25
3.2.5.2. Kül miktarı tayini	26
3.2.5.3. Ham protein miktarı tayini	26
3.2.5.4. Ham yağ miktarı tayini	26
3.2.5.5. Toplam fenolik madde (TFM) tayini	26
3.2.5.6. Antioksidan aktivite tayini	27
3.2.5.7. Toplam besinsel lif (TBL) tayini	27
3.2.5.8. Mineral madde tayini	27
3.2.5.9. Beta karoten (β -karoten) tayini	28
3.2.5.10. Toplam antosiyanin (TA) miktarı tayini	28
3.2.5.11. Makarna Pişirme Testi	29
3.2.5.12. Makarna örneklerinin sıklık değerlerinin tespiti	29
3.2.5.13. Duyusal analiz	29
3.2.5.14. İstatistikî analizler	30
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	31
4.1. Farklı Kurutma Metotları ile Üretilen Havuç Unlarına Ait Bazı Analiz Sonuçları	31
4.1.1. Havuç unlarına ait renk analizi sonuçları	31
4.1.2. Havuç unlarına ait kimyasal analiz sonuçları	33

4.2. Glutensiz Makarna Üretiminde Kullanılan Hammadelere Ait Analiz Sonuçları	37
4.2.1. Hammadelere ait renk analizi sonuçları.....	37
4.2.2. Hammadelere ait kimyasal analiz sonuçları	39
4.3. Glutensiz Makarna Analiz Sonuçları	44
4.3.1. Glutensiz makarna örneklerinin renk değerleri	44
4.3.2. Glutensiz makarna örneklerinin pişirme testi ve sıklık değeri sonuçları.....	56
4.3.3. Glutensiz makarnalara ait kimyasal analiz sonuçları.....	67
4.3.4. Glutensiz makarna örneklerine ait mineral madde analizi sonuçları.....	75
4.3.5. Glutensiz makarna örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde analizi sonuçları	88
4.3.6. Glutensiz makarna örneklerinin toplam antosiyanin ve β -karoten analizi sonuçları.....	92
4.3.7. Glutensiz makarna örneklerine ait duyu analizi sonuçları	95
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	100
5.1 Sonuçlar	100
5.2 Öneriler	103
KAYNAKLAR	104
EKLER	126
ÖZGEÇMİŞ	128

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	: Santigrat derece
a*	: [(+) kırmızı, (-) yeşil]
b*	: [(+) sarı, (-) mavi]
C*	: renk yoğunluğu
Ca	: kalsiyum
Fe	: demir
g	: gram
h°	: renk tonu
K	: potasyum
kg	: kilogram
kj	: kilojul
L*	: [(0) siyah-(100) beyaz]
mg	: miligram
Mg	: magnezyum
Na	: sodyum
P	: fosfor
W	: watt
Zn	: çinko
α	: alfa
β	: beta
γ	: gama
ζ	: zeta

Kısaltmalar

CGE	: siyanidin-3-glukozid eşdeğeri
CIE	: international commission on illumination
dk	: dakika
DPPH	: 2,2 '-diphenyl-1-picrylhydrazyl
ELISA	: enzym-linked immuno sorbent assay
GAE	: gallik asit eşdeğeri
HCL	: hidroklorik asit
HLA	: human leucocyte antigen
HUÇ	: havuç unu çeşidi
HUİO	: havuç unu ilave oranı
nm	: nanometre
PG	: prejelatinizasyon
rpm	: revolutions per minute
SGMM	: suya geçen madde miktarı
SHU	: siyah havuç unu
TA	: toplam antosiyanin
TBL	: toplam besinsel lif
TFM	: toplam fenolik madde
THU	: turuncu havuç unu

1. GİRİŞ

Havuç, Maydonozgiller (Apiaceae) familyasından *Daucus carota* L. türüne ait, rengi beyazdan, sarı, turuncu, kırmızı, mor ve siyaha kadar değişebilen, konik şekilli, iki yıllık bir serin iklim bitkisidir (Rodriguez ve ark., 1975; Rubatzky ve Simon, 1999). Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yaygın olarak tarımı yapılan kök sebzelerden biri olan havuç, vitamin, mineral, karotenoidler ve antosiyaninler gibi biyoaktif bileşenlerce zengindir (Sharma ve ark., 2012).

Çölyak, genetik olarak tanımlanan, her yaşta ortaya çıkabilen, buğday, arpa, çavdar, yulaf ve ürünlerinin tüketimi sonucu bağırsaklarda ortaya çıkan bir gıda intoleransıdır (Green ve Jabri, 2003; Green ve ark., 2007). Bu hastalığın tek tedavi yönteminin ömür boyu sürdürülmesi gereken glutensiz diyet olması ve hastalığın dünyada ve ülkemizde görülme sıklığının çoğalması ile birlikte glutensiz gıdalara olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Önceleri ülkemizde sınırlı sayıda yabancı menşeli firmalar tarafından belirli yerlerde satışa sunulan glutensiz gıdalar, günümüzde yerli üreticilerin de pazarda yer almasıyla hemen hemen her yerden kolaylıkla temin edilebilmektedir. Doğal olarak gluten içermeyen mısır ve pirinç, bu gıdaların ana hammaddesini oluşturmaktadır. Ancak rafine un ve/veya nişastadan elde edilen glutensiz gıdaların protein, diyet lifi, belirli vitamin, mineral ve besin öğeleri açısından daha fakir olmaları, araştırmacıları ve üreticileri bu grup gıdaları zenginleştirmek için yeni çalışmalara yönlendirmiştir. Yalancı tahıllar (pseudocereal), baklagiller, çeşitli meyve sebzeler ve sütçülük ürünleri bu amaçla kullanılan belli başlı ürünler arasındadır.

Glutensiz gıdalarda karşılaşılan bir başka problem ise, ürünlerde gluten eksikliğinden kaynaklanan tekstürel ve duyuşsal kalite kusurlarıdır. Glutensiz gıdalarda görülen tekstürel kusurları gidermek amacıyla glutene alternatif olarak gam ve modifiye nişastalar ürün formülasyonlarında kullanılabilir. Tekstürel ve duyuşsal kalitesi geliştirilmiş glutensiz bir ürün özellikle çölyak hastası çocukların beğenisini kazanmak açısından önemlidir.

Makarna her yaş grubundan insanın severek tükettiği, tüketim istatistiklerinin her yıl yükseldiği, kolay sağlanabilen ve hazırlanabilen bir tahıl ürünüdür. Son yıllarda, glutensiz makarna ürünleri, sadece artan sayıda çölyak hastası tarafından değil, aynı zamanda sağlıklı beslenme tercihleri nedenleriyle gluten bazlı ürünleri diyetlerinden çıkarmak isteyenler tarafından da tüketilmektedir. Ayrıca, çölyak hastalığı her yaşta ortaya çıkabileceğinden, gelenek olarak buğday bazlı ürünler tüketen insanlar için

kaliteli glutensiz ürünlerin üretilmesi bir alternatif olarak gereklidir. Temel olarak, glutensiz makarnada gluten eksikliğinden kaynaklanan problemleri çözmek amacıyla ısıtıl işleminden geçirilmiş unlar ve hidrokolloidler kullanılarak ayrıca uygun formülasyonlar seçilerek kalite problemleri giderilmeye çalışılmaktadır.

Bu çalışmada glutensiz makarna üretiminde nohut unu ve havuç unu ilavesiyle makarnanın besinsel ve fonksiyonel özelliklerinin iyileştirilmesi, prejelatinizasyon ve guar gam uygulamaları ile makarnanın teknolojik kalitesinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda sabit oranda nohut unu(%20) ve farklı oranlarda (%0, 5, 10 ve 15) turuncu ve siyah havuç unları, glutensiz makarna formülasyonunda mısır:pirinç unu paçalı ile yer değiştirilerek kullanılmış ve üç farklı uygulama metodu (Gam, PG, PG+Gam) ile makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen makarnaların fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Havuç

Sağlıklı beslenme kuralları, halkı genel olarak daha fazla taze meyve ve sebze tüketmeye yönlendirmiştir. Bunların arasında, havuç hoş lezzeti ve yüksek vitamin, mineral ve lif içeriği ile giderek daha fazla tüketilen bir sebzedir (Alasavar ve ark., 2001). Havuç (*Daucus carota* L.), dünya tarımında en yaygın üretilen kök sebzelerden biridir. Birkaç çeşit kültürün altmış türünü içeren *Daucus*, beyazdan sarıya, turuncu, açık mor, koyu kırmızı veya menekşeye kadar değişen renge sahiptir (Rodriguez ve ark., 1975). Havuç, şemsiyegiller (*Umbelliferae*) familyasının bir üyesidir. Kültür havucu, *Daucus* L. cinsine bağlıdır. Anayurdunun Asya, Avrupa ve Kuzey Afrika olduğu savunulan havuç, günümüzde dünyanın pek çok yeri ile Türkiye’de bolca yetiştirilmektedir (Rubatzky ve ark., 1999). Bu iki yıllık sebze ihtiva ettiği renk pigmentlerine göre antosiyanin grubu (*Daucus carota* subsp. *Sativus* var. *Atrorubans*) ve karoten grubu (*Daucus carota* ssp. *Sativus*) (Rodriguez-Sevilla ve ark., 1999; Utuş, 2008) olmak üzere iki gruba ayrılabilir.

Siyah havucun kökeni Türkiye, Orta ve Uzakdoğu olup, buralarda en az 3000 yıldan beri yetiştirilmektedir (Kamiloglu ve ark., 2015). Turuncu renk, havuçlar için baskın bir renk olmasına rağmen, son zamanlarda siyah havuç, yüksek düzeyde antosiyaninli mavimsi rengi nedeniyle ilgi çekmektedir.

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de havuç üretimi yıllara göre artış göstermektedir. 2005 yılı verilerine göre Türkiye’de toplam havuç üretimi 94.940 dekara 388 bin ton iken, 2016 yılında bu rakamlar 108.489 dekara 569 bin 533 tona ulaşmıştır. Türkiye’de havuç üretiminde Konya (toplam havuç üretiminin 355 bin 652 tonu) birinci sırada yer almaktadır (Anon., 2017).

Havuç bitkisi serin iklimi sever, optimum çimlenme için sıcaklık 10-15°C, gelişme döneminde ise 15-20°C arasında olmalıdır. Havuç üretimi için tınlı veya kumlu-tınlı topraklar tercih edilmelidir. Havuç yetiştiriciliğinde daha çok hibrid çeşitler olmak üzere, Nantes tipi çeşitler sıklıkla kullanılmaktadır. Tohumları doğrudan toprağa ekilerek tarımı yapılan havuç, yazlık olarak ekilecek ise Şubat-Nisan ayları arasında, kışlık olarak ekilecekse Mayıs-Temmuz ayları arasında ekilebilir. Sulama sistemlerinden, yağmurlama sulama havuçlar için tercih edilmelidir. Yağışların yeterli olmadığı durumlarda haftada bir kez sulama yeterlidir. Hasat edilen havuçlar soğuk

hava depolarına gönderilecekse yıkanmadan kasalara konarak depolanır, direk pazara gönderilecekse yıkanır, sınıflandırılır, polietilen torbalara veya kasalara konulur. 0 °C ve %90-95 nemde 4-6 ay süre ile havuçlar depolanabilir (Anon., 2016). Havuç, hasat anında %80-90 nem içeriğine sahiptir (Kalra ve ark., 1987).

Gopalan ve ark. (1991), havucun kimyasal bileşenlerini şu şekilde bildirmiştir; nem (%86), protein (%0.9), yağ (%0.2), karbonhidrat (%10.6), ham lif (%1.2), toplam kül (%1.1), Ca (80 mg/100g), Fe (2.2 mg/100g) ve P (53 mg/100g). Ancak Holland ve ark. (1991)'nın bildirdiği değerler birçok parametrede değişiklikler göstermektedir; nem (%88.8), protein (%0.7), yağ (%0.5), karbonhidrat (%6), toplam şeker (%5.6), ham lif (%2.4), Ca (34 mg/100g), Fe (0.4 mg/100g), P (25 mg/100g), Na (40 mg/100g), K (240 mg/100g), Mg (9 mg/100g), Cu (0.02 mg/100g), Zn (0.2 mg/100g), karotenler (5.33 mg/100g), tiamin (0.04 mg/100g), riboflavin (0.02 mg/100g), niasin (0.2 mg/100g), vitamin C (4 mg/100g) ve enerji değeri (126 kJ/100 g). Kaur ve ark. (1976), 6 farklı havuç çeşidinde %1.67-3.35 indirgen şeker, %1.02-1.18 indirgen olmayan şeker ve %2.71-4.53 oranında toplam şeker olduğunu tespit etmişlerdir.

Howard ve ark. (1962), 4 farklı havuç çeşidinin yenilebilir kısımlarında 6.6-7.7 g/100g arasında değişen çözünebilir karbonhidrat (yaklaşık 10 g/100g toplam karbonhidrat) ve 0.8-1.1 g/100g protein içerdiğini belirlemişlerdir.

Havuç köklerinde bulunan ham lif sırasıyla %71.7, 13.0 ve 15.2 oranlarında selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşur (Kochar ve Sharma, 1992).

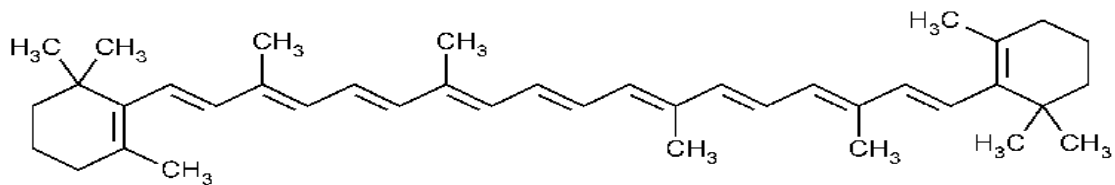
Havucun tadı esas olarak glutamik asitin varlığı ve serbest aminoasitlerin tamponlama etkisinden kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda az miktarda süksinik asit, α -ketoglutarik asit, laktik asit ve glikolik asit içerdiği de bildirilmiştir (Kalra ve ark., 1987).

Havuç kökünde önemli miktarda tiamin, riboflavin, niasin, folik asit ve C vitamini bulunur (Howard ve ark., 1962; Bose ve Som, 1986).

Özellikle sağlık teşvik edici özelliklere sahip olan ikincil metabolitler olan bitki bileşenlerine fito-besinler denir. Antioksidan bileşenlerin sağlığın korunmasında ve koroner kalp rahatsızlığından ve kanserden korunmadaki önemi bilim insanları arasında büyük ilgi uyandırmaktadır. Ayrıca gıda üreticileri ve tüketicileri geleceğin trendi olarak özel sağlık etkileri nedeniyle fonksiyonel gıdalara doğru yönelmektedir (Velioglu ve ark.,1998; Kahkonen ve ark., 1999; Robards ve ark., 1999). İn vitro çalışmalar, biyolojik sistemleri oksidatif stres etkilerinden koruyan vitaminin yanı sıra, karotenoidler ve fenolikler gibi fitokimyasalların önemli bir rol oynayabileceğini

göstermiştir (Kalt, 2005). Havuç, fenolikleri (Babic ve ark., 1993), poliasetilenleri (Hansen ve ark., 2003; Kidmose ve ark., 2004) ve karotenoidleri (Block, 1994) içeren önemli bir fitokimyasal kaynağıdır. Mevcut farklı bileşiklerin çeşitliliğinden dolayı, havuç önemli sağlık teşvik edici özelliklere sahip fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilir (Hager ve Howard, 2006).

Karotenoidler: Karotenoidler, bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından sentez edilen ancak hayvanlar tarafından sentezlenmeyen pigmentli bileşikler grubudur. Bitkilerde, fotosentez mekanizmasına katkıda bulunurlar ve onları ışık hasarına karşı korurlar. İnsan beslenmesinde meyve ve sebzeler karotenoidlerin ana kaynaklarını oluştururlar (Mangels ve ark., 1993; Agarwal ve Rao, 2000; Johnson, 2002). Meyve ve sebzelerde mikro bileşenler olarak bulunurlar ve onların sarı, turuncu ve kırmızı renklerinden sorumludurlar. Karotenoidlerin, kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve diğer kronik hastalıklar da dahil olmak üzere bazı hastalıklarının önlenmesinde meyve ve sebzelerin faydalı özelliklerinden sorumlu olduğu düşünülmektedir (Astrog ve ark., 1997; Paiva ve Russell, 1999). Aynı zamanda karotenoidler Alzheimer hastalığının potansiyel bir inhibitörü olarak tanımlanmıştır (Zaman ve ark., 1992). Son yıllarda karotenoidlerin antioksidan özellikleri araştırmaların odak noktası olmuştur (Paiva ve Russell, 1999). Şu ana kadar doğada 600'den fazla karotenoid tanımlanmıştır. Bununla birlikte, tipik bir insan diyetinde yalnızca yaklaşık 40 kadarı mevcuttur. Bunlardan yaklaşık 20 civarında karotenoid, insan kanında ve dokularında tespit edilmiştir. Diyet ve insan vücudundaki karotenoidlerin %90'a yakın kısmı, β -karoten, α -karoten, likopen, lutein ve kriptoksantin ile temsil edilmektedir (Gerster, 1997). Yapısal olarak, karotenoidler, asiklik olabilir veya molekülün bir veya her iki ucunda 5 veya 6 karbonlu bir halka ihtiva edebilir (Carle ve Schiber, 2001).



Şekil 2.1. β -karotenin kimyasal yapısı

Karotenoidlerin ana fizyolojik fonksiyonu A vitamini öncüsü olmalarıdır (Nocolle ve ark., 2003). İnsan sisteminde α -ve β -karotenin fizyolojik aktivitesi sırasıyla

provitamin A aktivitesinin %50'si ve %100'üdür (Panalaks ve Murray, 1970; Simpson, 1983). Bir β -karoten molekülü insan sisteminde iki retinol molekülü üretir.

β -karoten, en çok çalışılan karotenoid olup diyetimizde ve insan kan ve dokularındaki en temel karotenoidlerden biridir (Schmitz ve ark., 1991; Enger, 1995). Son on yılda, β -karoten gibi karotenoidler, bazı kanser tiplerine karşı olası koruyucu etkileri nedeniyle önemli derecede dikkat çekmektedir (Bast ve ark., 1996; Santo ve ark., 1996; Van Poppel, 1996). β -karotenin insan sağlığına, faydalı etkisi çok iyi bilinmektedir. Örneğin, β -karotenin cilt kanseri riskini azalttığı (Mathews-Roth, 1985; Krinsky, 1989; Ziegler, 1989), bağışıklık tepkisini artırdığı (Bendich ve Shapiro, 1986; Prabhala ve ark., 1990) ve karaciğer hasarına karşı koruma sağladığı tespit edilmiştir (Zamora ve ark., 1991). Karotenoidler yaygın olarak provitamin A olarak bilinirken, antioksidan rolüne artan bir ilgi vardır (Bohm ve ark., 2002; Elliot, 2005). Epidemiyolojik veriler, bazı karotenoid içeren meyve ve sebzelerin tüketimi ile kanser vakaları arasında ters korelasyon olduğunu göstermiştir (Ziegler, 1989; Kalt ve ark., 1999). Anti-kanser aktivitesine ek olarak, β -karoten tarafından sağlanan diğer sağlık yararları, kardiyovasküler hastalıklara karşı koruma ve katarakt önleme (Dietmar ve Bamedi, 2001; Sulaeman ve ark., 2001) ve artırılmış bağışıklık tepkileridir (Kurilich ve ark., 1999).

Havuç önemli kök sebze mahsullerinden biridir ve β -karoten bakımından zengin olmasının yanı sıra önemli miktarda B₁, B₂, B₆ ve B₁₂ vitaminleri içerdiğinden oldukça besleyicidir. Havuç içerisindeki çeşitli karotenoidlerin büyük bir bölümünü β -karoten oluşturur ve bunları α -karoten ve lutein izler (Baloch ve ark., 1977; Seifert ve Buttery, 1978; Bushway ve Wilson, 1982; Munsch ve Simard, 1983; Heinonen, 1990; Chen ve ark., 1995). Turuncu havucun ana pigmentleri α - ve β -karotendir. Bajaj ve ark. (1980), göre havucun β -karoten içeriği 850-8500 $\mu\text{g}/100$ g taze ağırlık aralığındadır. Böylece, havuç provitamin A'nın önemli bir diyet kaynağıdır (Heinonen, 1990). Havuç köklerinin yenilebilir kısmındaki toplam karotenoid içeriği, 6.000-54.800 $\mu\text{g}/100$ g'dır (Simon ve Wolff, 1987).

Havucun karoten içeriği, yetiştirme sezonunun uzunluğuyla birlikte artar. Bu nedenle, genç ve küçük havuçların rengi solgundur ve az miktarda α - veya β -karoten içermektedir (Gabelman, 1974; Evers, 1989). Kök olgunlaştığında karoten içeriği artar (Banga ve ark., 1963; Fritz ve Habben, 1977) ve aynı zamanda α - ve β -karoten arasındaki oran da değişir. Olgunlaşmış turuncu havucun toplam karotenoid içeriğinin yaklaşık %60'ını β -karoten, %20'sini α -karoten, geri kalan kısmını ise likopen, γ -

karoten, ζ -karoten ve/veya β -zeakaroten oluşturur (Banga ve De Bruyn, 1964; Gabelman, 1974; Simon ve Wolff, 1987).

Alasalvar ve ark. (2001); dört farklı renkte (turuncu, siyah, sarı ve beyaz) havuçların uçucu bileşenlerini, fenoliklerini, şekerlerini, antioksidan vitaminlerini ve duyuşal özelliklerini incelemişlerdir. Toplamda 11 adet fenolik bileşen incelenmiş ve turuncu, siyah, sarı ve beyaz havuçların toplam fenolik madde içeriklerini (mg/100g) sırasıyla; 16.21, 74.64, 7.72 ve 8.69 olarak tespit etmişlerdir. İncelenen turuncu, siyah, sarı ve beyaz havuçların β -karoten içerikleri (μ g/100g) ise; sırasıyla 6935, 16130, iz miktarda ve tespit edilemeyen şekilde belirlenmiştir.

Antosiyaninler: Flavonoidlerin önemli bir alt grubu olan antosiyaninler, birçok bitki dokusunun mavi, mor ve kırmızı renginden sorumlu suda çözünür bitki pigmentleridir (Mazza ve Minizte, 1993). Doğada yaklaşık 17 antosiyanidin bulunurken sadece altısı (siyanidin, delphinidin, petunidin, peonidin, pelargonidin ve malvidin) yaygın bir şekilde bulunur. Antosiyaninler insan hücrelerinde oksidatif strese neden olabilecek serbest radikalleri temizleme kabiliyetine sahip olmalarıyla bilinirler (Shipp, 2010). Antosiyaninlerin güçlü antioksidanlar olduğu kanıtlanmış olup antioksidan veya diğer mekanizmalar yoluyla geniş bir sağlık avantajı sergileyebilirler (Prior, 2004).

Gıdalarda izin verilen doğal kırmızı renklendiriciler betanin, koşnil, karotenoidler ve antosiyaninlerdir (Askar, 1993; Francis, 1994). Bunlar arasında, antosiyaninler gıdalarda kullanılan en iyi bilinen doğal kırmızı renklendiricidir (Bridle ve Timberlake, 1997). Renk verici özelliklere ek olarak koroner kalp hastalığı, kanser ve felç riskini azaltmada muhtemel rolü nedeniyle antosiyaninlere olan ilgi yoğunlaşmıştır (Wrolstad, 2004).

Ticari antosiyanin renklendiriciler çoğunlukla meyvelerden ve sebzelerden elde edilir. Bu kaynaklar arasında kırmızı üzüm, mürver, siyah frenk üzümü, böğürtlen, ahududu, siyah kuş kirazı, kırmızı lahana, siyah havuç, mor mısır, kırmızı turp ve mor tatlı patates bulunur. Antosiyaninlerin en büyük doğal ticari kaynağı ise kırmızı üzüm kabuğudur, onu mürver, siyah havuç ve kırmızı lahana izler (Downham ve Collins, 2000).

Siyah havuç, antosiyanin pigmentlerinin iyi bir kaynağıdır. Köklerdeki antosiyanin miktarı, pembe çeşitlerde iz miktardan, siyah havuçta 1750 mg/kg'a kadar değişebilir (Mazza ve Minizte, 1993). Temel antosiyaninler siyanidin 3- (2-ksilosilgalaktozid), siyanidin 3-ksilosilglikozilgalaktozid ve siyanidin 3-ferulilksiloglikozil galaktozid olarak tespit edilmiştir (Harborne, 1976).

Turuncu ve siyah havucun besinsel, duyuşal ve teknolojik yönden avantajları havucun kullanım alanları konusunda araştırmalar yapılmasına neden olmuştur. Havucun farklı yöntemler kullanılarak toz haline getirilmesi ve tozun çeşitli ürünlerde kullanımı ile ilgili çalışmalar mevcuttur.

Wang ve Xi (2005), havucun kurutulmasında mikrodalga ile kurutma yöntemini kullanmışlardır. Mikrodalga tepsisine koyulan havuç miktarları (100g, 200g ve 300g) ve uygulanan mikrodalga gücü (120, 160 ve 240 W) değiştirilerek kurutulmuş örnekler arasındaki teknolojik ve besinsel farklar incelenmiştir. Kabukları soyulup farklı kalınlıklarda dilimlenerek kurutulan havuçlarda dilim kalınlığı azaldıkça kuruma etkinliği artmıştır. Mikrodalga gücü arttıkça β -karoten miktarlarında da azalma gözlemlenmiştir.

Gong ve ark. (2015), farklı kurutma metotlarının havuç tozlarının renk karakteristikleri ve β -karoten içerikleri üzerine etkisini karşılaştırdıkları bir çalışmada; doğranmış, pişirilmış, dondurulup-çözündürülmüş havuçlardan vakum kurutma, sıcak havada kurutma, mikrodalga ile kurutma ve dondurarak kurutma metotlarını kullanarak havuç tozu elde etmişlerdir. Havuç tozları ortalama %5 neme kadar kurutulmuş ve yapılan analizler sonucunda sıcak hava ile kurutulan havuç tozları en düşük β -karoten içeriğine (114.4 mg/kg) sahip iken en yüksek değer (344.8 mg/kg) dondurarak kurutma metodu ile elde edilmiştir.

Carini ve ark. (2012), havuç unu ve havuç suyu kullanarak zenginleştirdikleri taze makarnaların fizikokimyasal özelliklerini inceledikleri bir çalışmada; havuç bazlı makarnaların renk a^* ve b^* değerlerinde artış gözlemlenmişlerdir.

Gull ve ark. (2016), irmik, darı unu ve havuç posası tozu kullanarak fonksiyonel makarna denemesi yapmışlar ve bu çalışma sonucunda elde ettikleri makarnaların kontrole göre (%100 irmik) mineral madde miktarında, fenolik ve antioksidan aktivitesinde artış gözlemlenmişlerdir. Kontrol makarnaya göre darı unu ve havuç posası tozu ile üretilen makarnaların sertlik (N) değerlerinde de yükselme belirlenmiştir.

Badwaik ve ark. (2014), yağsız yer fıstığı unu, irmik ve havuç tozu kullanarak lifce zengin makarna üretimi yaptıkları çalışmada, havucun suyunu uzaklaştırdıktan sonra posayı 70 °C'de 6 saat süre ile kurutup oğterek havuç tozu elde etmişlerdir. Üretilen iğ makarnanın hacim yoğunluğu yer fıstığı unu ve havuç tozu oranı attıkça artmış, sertliği azalmıştır.

İnfrared-sıcak hava kurutucusu ile (250W, 60°C) kurutulan havuç tozunun farklı (%0, 5, 10, 20 ve 30) oranlarıda kek üretiminde kullanıldığı çalışmada, keklerin

reolojik, fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Havuç tozu oranı arttıkça kek hamurunun görünür viskozitesi ve pişmiş keklerin yoğunluğu, kül, β -karoten ve nem içeriği artmış; yapışkanlık değeri ile kek hacmi bir miktar azalmıştır. %10 havuç tozu oranına sahip kek duyuşsal özellikleri bakımından kabul edilebilirliği en yüksek örnek olmuştur (Salehi ve ark., 2016).

Güneşte (30 °C'de 48 saat) ve sıcak havada (60 °C'de 6 saat) kurutma yöntemleriyle elde edilen havuç unlarının %10, 20, 30, 40 ve 50 oranlarında buğday unu ile yer değiştirerek kek üretiminde kullanıldığı bir çalışmada; elde edilen havuç unlarının kimyasal kompozisyonları ve fonksiyonel özellikleri ile havuç unu katkılı kek örneklerinin fiziksel ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. %100 buğday unu ve %100 havuç unu ile üretilen kek numuneleri kontrol örnek olarak değerlendirilmiştir. Güneşte ve sıcak havada kurutma yöntemlerinin ikisi de havucun nem, C vitamini ve β -karoten içeriğini azaltmıştır. Ancak güneşte kurutmaya göre sıcak havada kurutmada β -karoten ve C vitamini içeriğinde daha az düşüş gözlemlenmiştir. Havuç unlarının kül, protein, yağ ve lif içeriğinde kurutma metotlarına göre önemli bir değişim tespit edilememiştir. Her iki yöntemle de elde edilen havuç unlarının düşük hacim yoğunluğu, köpüklenme ve emülsiyon özelliği gösterdiği fakat yüksek su ve yağ absorpsiyon kapasitesine sahip oldukları belirlenmiştir. Havuç unu katkılı kek numuneleri ile buğday unu ile yapılan numuneler arasında yükseklik, çap ve yoğunluk parametreleri açısından önemli farklar tespit edilmemiştir. İncelenen tüm duyuşsal özellikler açısından %10 güneşte kurumuş havuç unu katkılı kek örneği ile %20 sıcak havada kurumuş havuç unu katkılı örnek, buğday unu ile üretilen kontrol örneği ile önemli farklılık göstermemiştir (Akubor ve ark., 2012).

Bal kabağı posası tozu ve havuç posası tozunun farklı oranlarda (%10, 15, 20 ve 25) buğday unu ile yer değiştirerek bisküvi üretiminde kullanıldığı bir araştırmada; hamurun farinogram özellikleri ve bisküvinin kimyasal kompozisyonu, fiziksel, tekstürel ve organoleptik özellikleri incelenmiştir. Bal kabağı posası tozu ve havuç posası tozu ilavesi hamurun su absorpsiyonunu, stabilitesi ile gelişme süresini artırırken; bisküvilerde daha koyu renge ve lif miktarında artışa neden olmuştur. Zenginleştirilen bisküvilerin kontrol örneğe göre kopma dayanımları 1.5-2 kat daha fazla bulunmuştur (Turksoy ve Özkaya, 2011).

Santana-Gálvez ve ark. (2016), mısır unundan yapılmış tortilla üretiminde %10 oranında havuç unu kullanmışlardır. Bu amaçla, yıkanmış-dilimlenmiş taze havuçlar 60 °C'de 30 saat boyunca kurutulmuş, ardından kuruyan havuçlar öğütülerek havuç tozu

elde edilmiş ve %10 oranında mısır unu ile yer değiştirerek tortilla yapımında kullanılmıştır. Havuç tozu ilavesi tortillaların sarılığını artırırken, tortillaların boyutları, tekstürü ve raf ömründe bir değişikliğe neden olmamıştır. Kontrol örneği ile karşılaştırıldığında havuç tozu ilaveli tortillalarda β -karoten, α -karoten ve lutein (39, 36 ve 15 g/g) ile %155 daha fazla toplam fenolik madde ve %35 daha fazla diyet lifi tespit edilmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada, 60 °C'de %6.8 neme kadar kurutulup öğütülen havuç diyet lifi İtalya'ya özgü fermente bir et ürünü olan sobrassada üretiminde %3, 6, 9 ve 12 oranında kullanılmıştır. Havuç lifleri ile üretilen sobrassadaların kontrol örneğe göre diyet lifi ve sertlik değerlerinde artış gözlemlenmiş; duyuşal değerlendirmede en yüksek puan %3 katkılı sobrassadalarda belirlenmiştir (Eim ve ark., 2008).

2.2. Çölyak

Çölyak hastalığı, patogenetik mekanizmaları henüz tam olarak açıklanamayan gluten tüketimine bağılı bir hastalıktır (Maki, 1996). Çölyak hastalığında otoimmün bozuklukların yaygınlığı bildirilmiş (Cooper ve ark., 1978) ve onaylanmıştır (Collin ve ark., 1994). Genetik olarak yatkın kişilerde çölyak hastalığı, buğday ve benzeri tahılların ana depo proteini olan gluten alımıyla hız kazanır (Green ve Jabri, 2003). Aslen çocukluk döneminin nadir bir malabsorbsiyon sendromu olarak kabul edilen çölyak hastalığı, artık herhangi bir yaşta teşhisi konabilen ve birçok organ sistemini etkileyen yaygın bir durum olarak kabul edilmektedir. Hastalığın tedavisi glutensiz bir diyettir. Bununla birlikte tedaviye yanıt hastaların %30'undan fazlasında yetersiz kalmakta ve besinsel uyumsuzluk kalıcı veya tekrarlayan semptomları göstermektedir (Green ve ark., 2007).

Çölyak hastalığı, bir kimsenin HLA genlerinin HLA-DQ2 veya HLA-DQ8 proteinlerini kodlayan allellere, sahip olmadıkça gelişmez (Sollid ve Lie, 2005). Bununla birlikte, çoğunluğu çölyak hastalığı olmayan birçok kişi bu alleleri taşır, böylelikle allellerin varlığı muhakkaktır ancak hastalığın gelişimi için yeterli değildir (Greco ve ark., 2002).

Çölyak hastalığının gelişiminde önemli rol oynayan çevresel faktörler, epidemiyolojik çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Bu çalışmalar emzirmenin koruyucu etkisini (Persson ve ark., 2002) ve süttten kesme ile ilişkili olarak glutenin tanınmasını içermektedir (Ivarsson ve ark., 2002; Norris ve ark., 2005; Carlsson ve ark., 2006).

Glutenin 4 aydan önce verilmesi hastalığın gelişim riskinde artış ve 7 aydan sonra gluten kullanımı marjinal bir risk ile yakından bağlantılı bulunmuştur (Norris ve ark., 2005).

Çölyak hastalığı, yetişkinlerde ve çocuklarda dünya nüfusun %1'ine yaklaşan oranlarda görülür (Fasano ve ark., 2003; Maki ve ark., 2003; West ve ark., 2003; Bingley ve ark., 2004; Tatar ve ark., 2004). Hastalık yalnızca Avrupa'da değil, aynı zamanda Ortadoğu'da (Shahbazkhani ve ark., 2003; Tatar ve ark., 2004), Asya'da (Sood ve ark., 2003), Güney Amerika'da (Gomez ve ark., 2001) ve Kuzey Afrika'da da tanınmaktadır (Catassi ve ark., 1999). Çölyak hastalığının Türkiye'de görülme sıklığı yüzde bir ile binde üç arasında değişmektedir. Ülkemizde 250 bin ile 750 bin arasında çölyak hastası olduğu tahmin edilmektedir. Ancak bu sayının sadece %10'una tanı koyulabilmiş ve toplumda tanı almayan hastaların buz dağının görülmeyen kısmını oluşturduğu bildirilmiştir. 2019 Mayıs ayı verilerine göre ülkemizde toplam çölyaklı hasta sayısı 68.123 kişidir (Anon., 2019). Çölyak hastalığının klinik belirtileri yaş grubuna göre büyük farklılıklar gösterir. Bebekler ve küçük çocuklarda genellikle diyare, karın şişliği ve gelişme geriliği ile kendini gösterir. Bununla birlikte, kusma, sinirlilik, anoreksiya ve hatta kabızlık da yaygındır. Daha büyük çocuklar ve ergenler sıklıkla kısa boy, nörolojik belirtiler veya anemi gibi ekstraintestinal bulgularla başvururlar (D'Amico ve ark., 2005). Yetişkinler arasında kadınlarda bu hastalık daha fazla görülür (Green ve ark., 2001).

Çölyak hastalığına sebep olan glutamin ve prolince zengin gluten proteininin insan üst gastrointestinal sisteminde sindirimi azdır. Gluten terimi buğdayın tüm protein bileşenlerini ifade eder; gliadin glutenin alkolde çözünen fraksiyonudur ve toksik bileşenlerin büyük kısmını içerir. Gliadinin 33 aminoasitten oluşan α -gliadin fraksiyonu insan bağırsağındaki gastrik, pankreatik ve bağırsak membranı proteazlarına karşı dirençlidir. Bu nedenle gluten tüketildikten sonra bağırsak lümeninde kalır (Shan ve ark., 2002).

Çölyak hastalığı için kabul edilen tek tedavi olan beslenme tedavisi, diyetten ömür boyu buğday, çavdar ve arpanın kaldırılmasını içerir (Peräaho ve ark., 2004). Bu tahılların unlarının yerine ikame olarak kullanılan unlar B vitaminleri ile takviye edilmediğinden vitamin eksiklikleri ortaya çıkabilmektedir. Bu eksiklikler uzun süre diyetle (10 yıldan fazla) olan hastalarda saptanmıştır (Hallert ve ark., 2002). Bu nedenle, vitamin takviyesi önerilir. Farklı tür besinlerle dengeli bir glutensiz diyet oluşturmak için et, süt ürünleri ve meyve sebzelerden faydalanılır. Çölyak hastalığının

teşhisi konduktan sonra, hastada folik asit, B12, yağda eriyen vitaminler, demir ve kalsiyum dahil olmak üzere vitamin ve mineral eksikliği olup olmadığı değerlendirilmeli ve bu tür eksiklikler tedavi edilmelidir. Çölyak hastalığı olan tüm hastalarda, bu popülasyonda yüksek yaygınlığı olan osteoporoz açısından tarama yapılmalıdır (Cellier ve ark., 2000; Meyer ve ark., 2001).

Glutensiz bir diyetle yasaklanan gıdalar şunları içerir: (i) buğday, çavdar, arpa, tritikale, dinkel, kamut ve yulaf veya ingrediyeentleri ile hazırlanan ekmek, tahıl ürünleri veya diğer gıda maddeleri ile bu tahıllarla yapılan yan ürünler; (ii) buğday ve gluten türevlerini koyulaştırıcı ve dolgu maddesi olarak içeren işlenmiş gıdalar, örneğin sosisli sandviç, salata sosu, konserve çorba/kurutulmuş çorba karışımı, işlenmiş peynir, krema sosu; ve (iii) gluteni hap veya tablet bağlayıcı olarak kullanan ilaçlar (Gallagher ve ark., 2004).

Glutensiz ürünlerin maliyeti ülkeye göre değişir, ancak diyet genellikle pahalı olduğundan, diyet tedavisi sınırlı mali kaynaklara sahip hastalar için sorun yaratabilir. Glutensiz ürünlerin bulunması özellikle gelişmekte olan ülkelerde pahalı ve zor olsa da, diğer ülkelerde (Hollanda, Birleşik Krallık, Yeni Zelanda, İtalya, İsveç ve Finlandiya dahil) hükümetler bu ürünleri sübvansede etmektedir (Green ve ark., 2007).

Her zaman glutensiz olarak kabul edilen tahıllar; buğdayın uzak akrabaları olan ve çölyak hastaları için güvenli olduğu bilinen pirinç, mısır ve sorgumdur. Buna ek olarak; glutensiz un sağlamak için birkaç çeşit darı, Etiyopya tahılı teff ve çeşitli yalancı tahıllar da mevcuttur (Alvarez-Jubete ve ark., 2010). Piyasada bulunan ekstrüzyonla şekillendirilmiş glutensiz ürünlerin çoğunda; bol bulunması, düşük maliyeti ve yüksek genleşme kapasitesinin yanı sıra çölyaklılara uygun olması nedeniyle, ana madde olarak mısır ve pirinç bulunur. Bununla birlikte, protein ve diyet lifi içeriği ve kalitesi düşüktür. Baklagil unları tahıllar için iyi bir tamamlayıcıdır, çünkü sadece protein içeriğini arttırmakla kalmaz, aynı zamanda biyolojik değerini de geliştirirler (Torres ve Guerra, 2003). Baklagiller bitkisel protein, kalori ve diğer besin öğelerinin önemli bir kaynağıdır (Chavan ve Salunkhe, 1986). Balandrán-Quintana ve ark. (1998), baklagillerin protein ve çözünür lif sağlayan önemli diyet bileşenleri olduğunu bildirmişlerdir. Unlu mamullerin baklagillerle zenginleştirilmesi, glutensiz mamullerin besin değerini artırmak için bir alternatif olabilir; ayrıca baklagiller, tekstür ve ağız hissiyatı gibi fiziksel karakteristikleri modifiye edilen gıdalara öncülük edebilirler (Gómez ve ark., 2008).

Pirinç unu, yavan tadı, beyaz rengi ve hipoalerjenik özellikleri nedeniyle fırıncılık uygulamaları için en uygun üründür. Düşük protein ve sodyum içeriği ve kolay sindirilebilen karbonhidratların varlığı gibi diğer özellikleri de ilave faydalarındandır. Pirinçteki albümin-globulin-prolamin-glutelin oranı, yüksek glutelin konsantrasyonuna ve düşük prolaminlere sahiptir (Hamaker, 1994). Diğer tahıllarla karşılaştırıldığında pirinç, yüksek lizin içeriğine sahip olup yetersiz lizin ve triptofan içeren buğday proteinine kıyasla daha dengeli aminoasit profiline sahiptir. Bununla birlikte pirinç proteinleri gluten içermediğinden ekmek üretiminde fermantasyon sırasında oluşan gazı tutabilecek ağ yapısına sahip değildir. Aynı durum gluten içermeyen diğer tahıl unları için de geçerlidir (Gujiral ve Rosell, 2004).

Mısır, dünya çapında en çok üretilen ikinci tahıl ürününü oluşturmaktadır. Mısır unu, potasyum, fosfor, çinko, kalsiyum, demir, tiamin, niasin, vitamin B6 ve folat da dahil olmak üzere birçok önemli vitamin ve mineral içermektedir (Watson, 1987). Mısır glutensiz bir tahıl olup (Brites ve ark., 2010), glutensiz gıdaların geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Nohut (*Cicer arietinum* L.), glutensiz proteinlerin önemli bir kaynağını temsil eden yemeklik bir baklagildir (Berrios, 2012). Bu nedenle nohut, glutensiz makarna formulasyonlarında ana madde olarak kullanılabilir. Paredes-Lopez ve ark. (1991), nohut proteinlerinin okul öncesi çocuklar ve yetişkinler için yeterli miktarda esansiyel aminoasit içerdiğini bildirmiştir. Son yıllarda nohut; aminoasit dengesinin iyi olması, yüksek protein biyoyararlanımı ve nispeten düşük antibesinsel faktör seviyesi nedeniyle uygun bir diyet proteini kaynağı olarak görülmektedir (Cardoso Sandiago ve ark., 2001).

Pek çok glutensiz üründe, buğday unu yerine nişasta ve nişasta olmayan polisakkaritler kullanılmaktadır (Huang ve ark., 2001). Ylimaki ve ark. (1991), nişasta olmayan polisakkarit polimerlerinin glutensiz gıda üretiminde gluten yerine başarıyla kullanılabilirliklerini bildirmişleridir. Genellikle gam olarak adlandırılan hidrokolloidler, emülsiyonların, süspansiyonların ve köpüklerin stabilizasyonu ile sulu sistemlerin hem reolojisini hem de dokusunu kontrol edebilmektedir (Diezak 1991). Tohum, meyve, bitki özleri, yosun ve mikroorganizmalar gibi çeşitli kaynaklardan türetilirler; birçoğu polisakaritken bazıları ise protein yapısındadır (Norton ve Foster, 2002). Hidrokolloidler, nişasta jelatinizasyonunu modifiye eder (Rojas ve ark., 1999) ve ürünün genel kalitesininin stabilitesini sağlarlar. Gamlar ve kalınlaştırıcılar glutensiz formülasyonlarda jelleştirme ve koyulaştırma, su tutma ve doku iyileştirmesi gibi çeşitli

amaçlarla kullanılır. Glutensiz makarna üretiminde yapıyı düzenleme amacıyla gam kullanımı oldukça yaygındır (Huang ve ark., 2001; Sukhcharn ve ark., 2004; Zandonadi ve ark., 2012; Larrosa ve ark., 2013; Susanna ve Prabhasankar, 2013). Hidrokolloidler veya gamlar, oda sıcaklığında yüksek tutarlılık sağlayan az miktarda bir jel yapma kabiliyeti nedeniyle sıklığı geliştirir, glutensiz makarnaya yapı ve ağız hissi verirler (Padalino ve ark., 2016).

Guar bitkisinin tohumu olan *Cyamopsis tetragonolobus*'dan türetilen guar gam bir galaktomannandır. Guarın fazlaca dallanma özelliğinin, hidrasyon özelliklerinin daha kolay olması ve hidrojen bağlanma aktivitesinin daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hamura guar gum eklenmesi hamura daha esnek ve daha kuvvetli görünüm kazandırır (Glicksman, 1969).

Makarna, pişirme sırasında hem makroskopik hem de moleküler seviyelerde farklı etkileri belirleyen ısınma ve su kaldırmadan kaynaklanan karmaşık modifikasyonlara maruz kalır. Makarnalık irmik ile yapılan geleneksel makarnalarda pişirme, amilopektinin kristal alanlarının kısmen yok olması, amilozun diğer çözümlerle birlikte pişirme suyuna sızdırılması ve gluten ağının eş zamanlı pıhtılaşması ile nişasta jelatinizasyonuna neden olur. Bu olaylar hemen hemen aynı sıcaklıkta gerçekleşir ve şişmiş nişasta granüllerini hapseden güçlü bir gluten ağının hızlı sertleştirilmesi, makarnanın kalitesi için kilit unsurdur (Pagani ve ark., 2007). Jelatinize nişasta, yapışkanlıkta ve makarna bütünlüğünün muhafazasında yer alan bileşen olarak tanımlanmaktadır (Cunin ve ark., 1995). Glutensiz makarna üretiminde tahıl orijinli olmayan bir jelleştirici madde veya ısı işlem görmüş jelatinleştirilmiş nişastanın jel haline getirme özelliğini kullanma, gluten ağı yerine geçebilir (Mestres ve ark., 1993). Kaliteli bir makarnanın pişme direnci ve sertliği iyidir, pişirme suyuna aşırı miktarda organik madde bırakmaz ve yapışkanlık göstermez (Manser, 1981). Pişirme sırasında, zayıf bir protein matrisi, nişasta granülü jelleşmesi sırasında katı maddelerin pişirme suyuna geçmesine ve makarnanın yapışkan olmasına neden olur (Dexter ve ark., 1985). Kurutma döngüsü sırasında makarna pişirme kalitesini iyileştirme yeteneğine sahip bir nişasta ağının oluşumunu teşvik eden önceden jelleştirilmiş un veya nişastanın eklenmesi, hamurun reolojik özelliklerini değiştirmek veya iyileştirmenin bir yoludur (Resmini ve Pagani, 1983). Sadece gluten içermeyen unlardan hazırlanan makarnanın kalitesi buğday irmiği makarnasından daha düşüktür. Bu durum, yapı oluşumu, elastikiyet ve al dente dokusundan sorumlu gluten işlevselliğinin olmaması nedeniyle olur. Makarna içinde gluten ağını taklit etmek için önerilen bazı stratejiler; çapraz

bağlama enzimleri, katkı maddeleri ve tekstür sağlama ajanlarının (hidrokolloidler ve emülgatörler) yanı sıra nişastanın ön jelatinizasyonudur (Marti ve Pagani, 2013).

2.3. Glutensiz Makarna

Makarna, uzun raf ömrü, kolay taşınması, pratik hazırlanması ve lezzetli olması nedeniyle en yaygın tüketilen tahıl ürünlerinden biridir. Makarna besinsel kalitesi ve lif, antioksidan ve polifenol içeriği zengin kaynaklarla kolayca zenginleştirilebilmesi nedeniyle mükemmel bir gıda olarak bildirilmektedir (Krishnan ve Prabhasankar, 2012). Son yıllarda gluteni tolere edemeyen genetik otoimmün bir hastalık olan çölyak hastalığına maruz kalan tüketicilere yönelik gıdaların gelişiminde önemli bir artış gözlemlenmektedir (Matthias ve ark., 2011). Glutensiz makarna çölyak hastaları için oldukça değerlidir bu nedenle geleneksel irmik makarnasına benzer nitelikler sergileyen glutensiz bir matrisin oluşumuna katkıda bulunan bileşenler birçok çalışmada araştırılmıştır (Camelo-Méndez ve ark., 2016). Bu çalışmalarda çeşitli alternatif unlar (glutensiz tahıllar, yalancı tahıllar, baklagil unları, meyve ve sebze tozları ve deniz ürünleri tozları), fonksiyonel katkı maddeleri (hidrokolloidler ve gamlar, emülgatörler, proteinler ve diyet lifleri) ve optimum işleme koşulları (ön işlemden geçirilmiş un, kızılötesi - mikrodalga kombinasyonlu pişirme ve ekstrüzyonla pişirme) glutensiz fırın ürünleri, makarna ve erişte üretiminde kullanılmıştır (Gao ve ark., 2018).

Literatürde glutensiz makarna ile ilgili yapılmış çalışmalar mevcuttur. Giuberti ve ark. (2015), pirinç ve fasulye unu kullanarak geliştirdikleri glutensiz makarnaların nişasta, protein, kül, lif, renk, pişme ve tekstür özelliklerini incelemişlerdir. Fasulye unu katkısı ile örneklerin protein, kül ve diyet lifi içerikleri artarken toplam nişasta miktarı azalmıştır. Fasulye unu ilavesi kontrol örneğe kıyasla pişme kaybı ve tekstür özelliklerini etkilemeyip optimum pişme süresi ve su absorpsiyon kapasitesini lineer olarak artırırken; örneklerin dirençli nişasta içeriğinde artışa, in vitro glisemik indeks değerinde azalmaya yol açmıştır. Neticede pirinç ununun fasulye unu ile yer değiştirmesinin glutensiz makarna formülasyonlarında başarılı şekilde kullanılabileceği bildirilmiştir.

Pirinç, sorgum, mısır unu ve patates nişastası karışımının glutensiz spagetti tipi makarna geliştirmede kullanıldığı bir çalışmada; örneklerin duyuusal ve kimyasal özellikleri ile pişme kalitesi incelenmiştir. Yumurta, yağ, su ve glutensiz un karışımlarından (%40-60 sorgum, %15-30 pirinç ve/veya %10-20 mısır ve %10-40

patates nişastası) oluşan 15 farklı formülasyonun hazırlandığı araştırmada; formülasyon 4 (sorgum:pirinç:patates, 50:25:25), formülasyon 5 (sorgum:pirinç:patates, 40:20:40) ve formülasyon 6 (sorgum:pirinç:patates, 40:30:30) duyuşal açıdan en iyi sonucu veren üç formülasyon olarak belirlenmiştir. Formülasyon 5'e göre elde edilen spagetti, pişme kalitesi testlerinde en iyi sonucu veren örnek olmuştur. Bu formülasyon en iyi hacim ve ağırlık artışı değeri ile en düşük suya geçen madde miktarı değeri vermiştir (Ferreira ve ark., 2016).

Gimenez ve ark. (2013), mısır unu ve bakla unu kullanarak hazırladıkları glutensiz makarna örneklerinin kimyasal, pişme ve tekstürel özelliklerini incelemiştir. Bakla unu ilavesi makarna örneklerinin protein ve diyet lifi miktarlarında artışa neden olmuştur. 100 °C'de ve %28 nemde ekstrüzyon pişirmenin, yeterli fizikokimyasal ve tekstürel özelliklere sahip makarna elde etmek için uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Bakla ürünleri ile üretilen glutensiz makarnaların kalite özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada; örneklerin hazırlanmasında bakla unu, nişastaca zengin bakla unu, laktik asit fermentasyonuna uğramış bakla unu kullanılmış ve transglutaminaz enziminin faba makarna kalitesi üzerine etkisi de çalışılmıştır. Glutensiz makarnaların yapı, pişme kalitesi, nişasta sindirilebilirliği, tekstürel ve duyuşal özellikleri irmikten elde edilen makarna ile karşılaştırılmıştır. Bakla unu ve fermente bakla unu ile hazırlanan örnekler irmik makarnasından daha yüksek pişme kaybı ve daha düşük su absorpsiyonu gösterirken, nişastaca zengin bakla unu ile hazırlanan örneklerin su absorpsiyonu irmik ile üretilenlere benzer sonuçlar vermiştir. Bakla unundan elde edilen makarnaların tekstürü irmik makarnası ile karşılaştırılabilir düzeyde bulunmuş, fermente bakla unu kullanımı; sertliği, çiğnenebilirliği, ekşilik ve lezzet yoğunluğunu artırarak tekstürü olumsuz etkilemiştir. Üç bakla unuyla da üretilen makarna örneklerinin nişasta hidroliz indeksleri irmik makarnasına benzer bulunmuştur. Elde edilen örneklerin protein seviyelerinin normal glutensiz makarnadan iki-üç kat daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Transglutaminaz enzimi esas olarak bakla unu ile hazırlanan makarna özelliklerini etkilemiş; in vitro nişasta hidroliz indeksini düşürmüş ve protein ağındaki çapraz bağlara bağlı olarak bazı tekstürel parametreleri geliştirmiştir. Makarna örneklerinin duyuşal tekstürü enstrümental tekstür ile uyumlu bulunmuştur (Sibakov ve ark., 2016).

Amarant, kinoa ve karabuğday unlarının glutensiz makarna üretiminde kullanıldığı bir araştırmada; kinoa makarnalarında pişme kaybı artan kinoa unu ile

birlikte artış gösterirken, amarant makarnalarının sıklık ve pişme süresi değerleri artan amarant unu ile azalmıştır. Karabuğday makarnasında en az negatif etki gözlemlenmiştir. Karabuğday:amarant:kinoa (60:20:20) kombinasyonu ile hamur matrisi gelişmiş; %6 yumurta beyazı tozu ve %1.2 monoglisericid ilavesi ile sıklık ve pişme kalitesi kontrol buğday makarnası ile kıyaslandığında kabul edilebilir bulunmuştur (Schoenlechner ve ark., 2010).

Susanna ve Prabhasankar (2013), soya unu, canna (kana, tespih çiçeği tohumu) unu, sorgum unu, peynir altı suyu konsantratu ve çeşitli gamları (guar gam, ksantan gam, hidroksipropil metil selüloz) kullanarak glutensiz makarna denemesi gerçekleştirmişlerdir. Hazırlanan makarna örneklerinin kalite özellikleri analiz edilmiş ELISA, Dot-Blot gibi immünolojik testler de yapılmıştır. Glutensiz makarna örneklerinin durum makarnasına kıyasla biraz daha fazla pişme kaybına sahip olduğu ve gam ilavesi ile nişasta kaybının azaldığı ortaya konmuştur. Tüm makarna örneklerinin amiloz içeriği; kontrolden (3.9 g/100g) daha düşük (2.14-3.1 g/100g arasında) bulunmuştur. Aynı zamanda örnekler daha az nişasta sindirimi ve yüksek protein sindirilebilirliği göstermiştir. Tüm makarna örneklerinin duyusal olarak genel kalite skorları 8.8-9.8 aralığında bulunup, kontrol makarna (10.5) ile karşılaştırılabilir düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, yüksek proteinli glutensiz makarnaların buğday glutenine alerjik semptomlar gösteren kişiler tarafından tüketilebileceği sonucuna varılmıştır.

Prejelatinize tapyoka nişastası ve tapyoka küspesi unu karışımı (70:30), tapyoka nişastası ve amarant unu kullanılarak geliştirilen bir başka glutensiz makarna denemesinde; makarna örneklerinin pişme özellikleri normal ve tam buğday unu ile üretilen ticari ürünlerle karşılaştırılmıştır. Üretilen erişte tipi makarnalardan 10:60:30 oranlarında prejelatinize karışım:tapyoka nişastası:amarant unu ile üretilen numuneler 3 dk pişme süresi, %101.5 kütle artışı ve %0.6 suya geçen madde miktarı ile ticari makarnadan üstün özellikler göstermiştir (Fiorda ve ark., 2013).

Chillo ve ark. (2009)'nın geliştirdikleri kinoa ve yulaf bazlı glutensiz spagettelerde farklı oranlarda karboksimetilselüloz (%0.1, 0.2 ve 0.3) ve prejelatinize nişasta (%10, 20 ve 30) kullanılmıştır. Karboksimetilselüloz ve prejelatinize nişasta kullanımı kinoa ve yulaf bazlı spagetti üretimine imkan sağlamış, örneklerin reolojik ve mekanik özelliklerini etkilemiştir. Özellikle karboksimetilselüloz ve prejelatinize nişastanın uzama ve kopma viskozitesi üzerine etkisi olmuş; kinoa hamuru için karboksimetilselülozun artan konsantrasyonu ile uzama ve kopma viskozitesinde düşüş

gözlemlenmişken yulaf hamurunda aynı özellikler için artış izlenmiştir. Karboksimetilselüloz ve prejelatinize nişasta konsantrasyonlarının artmasıyla yulaf spagetti örneklerinde kopma gerilimi artarken, kinoa bazlı spagettinin kopma gerilimi büyük ölçüde etkilenmemiştir. Karboksimetilselüloz ve prejelatinize nişastanın farklı konsantrasyonlarının kuru ve pişmiş spagetti örneklerinin duyuşal özellikleri üzerine önemli ölçüde etkide bulunmadığı bildirilmiştir.

Sozer (2009), çeşitli formulasyonlarda guar gam (%0.5), kazein (%1) ve yumurta beyazı (%1) ile hazırladığı pirinç makarnası hamurunun reolojik özelliklerini araştırmıştır. Her formulasyon için; jelatinize edilmemiş pirinç irmiği %0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında jelatinize pirinç irmiği ile karıştırılmıştır. Pirinç irmiğinin jelatinize edilmesinin, hamur işlenmesinde ve makarnanın reolojik özelliklerini iyileştirmede faydalı olabileceği bildirilmiştir. Jelatinize fraksiyon miktarı arttıkça örneklerin elastikiyeti de artmıştır. Ancak %75 ve %100 oranında jelatinize pirinç irmiği ile üretilen örneklerin yumuşak olmadığı, pürüzlü bir tekstüre sahip olduğu bildirilmiştir. Hamur sistemine gam ve proteinlerin ilavesiyle nişasta granülleri birbirine yapışmış ve guar gam ve proteinlerin polimerik yapıları nedeniyle hamur sistemi içinde su daha homojen bir şekilde dağılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, guar gam ve protein (kazein ve yumurta beyazı) karışımının %50 jelatinize pirinç irmiği içeren örneklerde stabilizatör olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Amarant unundan glutensiz spagetti üretimini konu alan bir araştırmada spagetti üretiminde farklı oranlarda karboksimetilselüloz sodyum tuzu (%0.1, 0.2 ve 0.3) ve prejelatinize mısır nişastası (%5, 7 ve 9) kullanılmıştır. Elde edilen spagettiler kontrol örneğe (durum irmiği ile hazırlanmış) eşit veya daha düşük bir pişme direnci gösterirken, kopma duyarlılığı kontrolden daha yüksek bir değer vermiştir. Karboksimetilselülozlu örnekler kontrole kıyasla daha düşük yapışkanlık, eşit pişme kaybı değeri ve benzer duyuşal özellikler göstermiştir. Prejelatinize mısır nişastalı örneklerin kontrol ve karboksimetilselülozlu örneklere göre pişme kaybı değerleri daha yüksek, duyuşal özellikleri daha düşük bulunmuştur. Ayrıca prejelatinize mısır nişastası oranı arttıkça spagetti numunelerinin yapışkanlık değeri artmıştır. Sonuçta karboksimetilselüloz içeren spagetti örneklerinin özellikle pişme sırasında prejelatinize mısır nişastalı spagetti numunelerine göre daha iyi performans sergilediği ortaya çıkmıştır (Chillo ve ark., 2007).

Lai (2001), iki çeşit pirinç unu (yüksek amilozlu ve düşük amilozlu) ve bu unların karışımlarını (1:1) kullanarak glutensiz makarna denemesi gerçekleştirmiş, aynı

zamanda hazırlanan kuru makarna örneklerinin tekstür ve pişme özellikleri üzerine iki ayrı emülgatörün (gliseril monostearat ve ticari bir emülgatör) etkisini incelemiştir. Pirinç unları %40 nem içeriğine su veya su/emülgatör karışımı ile gece boyu tavlammıştır. Tavlanan pirinç unu 85 °C'de 10 dk buharla muamele edilmiş sonra ekstrüde edilmiştir. Ekstrüde pirinç makarnası ikiye ayrılmış, bir kısmı direk kurutulurken diğer kısım 100 °C'de 1 saat buharla muamele edildikten sonra kurutulmuştur. Ekstrüzyondan sonra termal muamelenin pişme kaybını azalttığı ayrıca pişmiş makarnanın yapışkanlığını önemli miktarda azaltırken sertlik ve çignenebilirliğini artırdığı belirlenmiştir. Yüksek amilozlu pirinç unundan elde edilen makarna örnekleri düşük amilozlu pirinç unundan elde edilen makarnalara göre; daha iyi ekstrüzyon ve tekstür özellikleri, daha beyaz renk, daha az pişme kaybı ve daha iyi yeme kalitesi göstermiştir.

Pirinç makarnasındaki nişasta ve proteinlerin yapısal değişimlerin incelendiği bir çalışmada, ısı işlem görmemiş ve ekstrüzyon pişirme uygulanmış pirinç unundan glutensiz makarnalar hazırlanmıştır. Makarna örneklerinde yapılan analizler sonucunda, ısı muamelenin pirinç unu esaslı makarnadaki makromoleküllerin yapısal özellikleri üzerinde belirgin şekilde farklı bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ekstrüzyon pişirme uygulanmış pirinç unundan yapılan makarnaların pişirildikten sonra son derece sağlam olduğu; ısı işlem görmemiş pirinç unundan elde edilen makarnaların ise yumuşak olduğu bildirilmiştir (Barbiroli ve ark., 2013).

Marti ve ark. (2010)'nın yaptıkları bir çalışmada ısı işlem görmüş esmer pirinç unu ve beyaz pirinç unundan elde edilen glutensiz makarna üzerine geleneksel ve ekstrüzyon pişirme (115 °C) proseslerinin etkisi incelenmiştir. Kurutma prosesi her iki makarna örneğinde de aynı olmuştur. Ekstrüzyon pişirme prosesi ile beyaz pirinç unundan elde edilen makarna en iyi pişme özelliği gösteren örnek olurken, esmer pirinçten elde edilen makarnanın proses şartlarından en az etkilenen örnek olduğu tespit edilmiştir. Ekstrüzyonla pişirme prosesinin amilopektin ve/veya amilozun güçlü etkileşimine neden olarak ürünün pişme kaybını azalttığı sertlik oranını arttırdığı bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Glutensiz makarnaların üretiminde kullanılan mısır unu, pirinç unu ve nohut unu yerel marketlerden; turuncu ve siyah havuçlar Konya ili Kaşınhanı kasabası soğuk hava depolarından; Guar gam ise Vatan Kimya ve Makine San. Tic. Ltd. Şti. (İstanbul)'den temin edilmiştir.

3.2. Metod

3.2.1. Deneme deseni

Çalışmanın ilk aşamasında farklı kurutma metotları kullanarak turuncu havuç unu ve siyah havuç unu elde edilmiştir. Bu amaçla taze olarak temin edilen turuncu ve siyah havuçlar belirli ön işlemlerden geçirildikten sonra 3 farklı kurutma yöntemi (1. Sıcak hava akımında kurutma, 2. Mikrodalga kurutma, 3. Dondurarak kurutma) kullanılarak kurutulmuş ve ardından öğütülmüştür. Üretilen havuç unları fiziksel ve kimyasal analizlere tabi tutularak farklı kurutma metotlarının havuç unu özelliklerine etkisi karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında sıcak hava kurutma metodu ile üretilen havuç unları glutensiz makarna üretiminde kullanılmış ve bu makarna örneklerinde pişirme testleri, fiziksel, kimyasal ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir. Makarna hamurları aşağıda verilen 3 farklı proses ile hazırlanmıştır:

1. Yalnızca gam ilavesi (Gam): Makarna hamuruna %3 oranında guar gam ilavesi yapılmıştır.

2. Prejelatinizasyon uygulaması (PG): Havuç unu içermeyen makarna formülasyonunda kullanılan mısır:pirinç unu paçalının %25'lik kısmına denk gelen kısım prejelatinize edilmiştir.

3. Prejelatinizasyon uygulaması + gam ilavesi (PG+Gam): 1 ve 2'de belirtilen prosesler birlikte uygulanmıştır.

Makarna hamurunun hazırlanmasında ana bileşen olarak %80 oranında eşit olarak karıştırılmış mısır:pirinç unu paçalı, %20 oranında nohut unu kullanılmıştır. Üç farklı proses ile hazırlanan makarna hamurlarına çalışmanın ilk aşamasında elde edilen

turuncu havuç unu veya siyah havuç unu, %0, 5, 10 ve 15 oranında mısır:pirinç unu paçalı ile yer değiştirerek ilave edilmiştir. Nohut unu tüm formulasyonlarda %20 oranında sabit kullanılmıştır (Havuç unu içermeyen makarna formulasyonu; %40 mısır unu, %40 pirinç unu, %20 nohut unu ile hazırlanmıştır). Makarna denemeleri havuç unu eşidi (HU) (x2), havuç unu ilavesi oranı (HUIO) (x4), makarna üretim proses uygulamaları (x3) deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak (4x2x3)x2 yrtlmştir.

3.2.2. Havuç unlarının retimi

Makarna retiminde kullanılan havuçlar şebeke suyu ile yıkanıp kabukları tıraşlandıktan ve ince dilimler halinde doğrandıktan sonra ilk olarak kaynar suda (90 C'de 3 dk) ısıl işlemden geçirilmiş (Akubor ve ark., 2012) ve sonra haşlanmış havulara aşağıda belirtilen kurutma metotları uygulanmıştır:

- 1) Sıcak hava akımında kurutma: Haşlanan havuçlar kurutma dolabında (Nüve KD 200, Ankara, Türkiye) 60 C'de 10 saat süre ile kurutulmuştur (Akubor ve ark., 2012).
- 2) Mikrodalga ile kurutma: Haşlanan havuç rnekleri Prakash ve ark. (2004)'nin metodu modifiye edilerek ev tipi mikrodalga fırında (LG Solardom, Seul, Güney Kore) 360 W güçte 45 dk süre ile kurutmaya bırakılmıştır.
- 3) Dondurarak kurutma: Haşlanan havuçlar dondurarak kurutma cihazında (Scanvac, CoolSafe, Denmark) -54 C'de 24 saat süre ile kurutmaya tabi tutulmuştur (Lee ve ark., 2003).

Kurutma işlemleri gerçekleşen tüm örnekler öğütüldükten sonra 500 mikron çapında elekten elenerek, analizler ve üretim için hava ve işık almayan kaplarda buzdolabı Őartlarında muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Dondurarak Kurutma Cihazı



Şekil 3.2. Mikrodalga Fırın



Şekil 3.3. Kurutma Dolabı

3.2.3. Prejelatinizasyon uygulaması

Havuç unu içermeyen makarna formülasyonunda kullanılan mısır:pirinç unu paçalının %25'lik kısmına denk gelen kısım prejelatinize edilmiştir. Havuç unu içermeyen makarna örneğinde 200 gr (1000 gr mısır:pirinç unu+nohut unu esasına göre) mısır:pirinç unu paçalına denk gelen bu kısım, diğer makarna örneklerinde de standart 200 gr olarak uygulanmıştır. Bu amaçla mısır ve pirinç ununa 2 katı kadar kaynar su ilave edilmiş ve 5 dk kaynar su banyosunda bekletilmiştir. Bu örnekler oda sıcaklığında 2 saat bekletildikten sonra makarna üretiminde kullanılmıştır (Yalçın, 2005).

3.2.4. Makarna yapım metodu

Makarna örnekleri Susanna ve Prabhasankar (2013)'nın belirttiği metotta bazı modifikasyonlar yapılarak hazırlanmıştır. Yapılan ön denemeler sonucunda 1000 gr makarna hamuru için formulasyona; pirinç unu, mısır unu, nohut unu, turuncu havuç unu/siyah havuç unu, guar gam farklı kombinasyonlarda ilave edilerek örnekler

hazırlanmıştır. Makarna formulasyonları Çizelge 3.1’de verilmiştir. Havuç unu ilavesiz makarna örneği 400 gr mısır unu, 400 gr pirinç unu, 200 gr nohut unu kullanılarak üretilmiştir. Prejelatinizasyon uygulanacak örneklerde kullanılan pirinç unu ve mısır ununun bir kısmı prejelatinizasyon uygulamasından geçmiş ve formüle ilave edilmiştir. Gam ilave edilecek örneklerde %3 oranında guar gam ilavesi yapılmıştır. Prejelatinizasyon ve guar gam uygulamasının birlikte yapılacağı örneklerde prejelatinizasyon uygulaması sonrası hazırlanan paçala guar gam ilavesi yapılmıştır. Makarnalara verilecek su miktarı ön denemeler sonucunda belirlenmiştir. Makarna üretimi için pilot makarna üretim makinesi (La Monferrina, Dolly, İtalya) kullanılmıştır. Makarna kalıbında kısa kesme penne kalıbı tercih edilmiştir. Makarna üretiminde kullanılan bileşenler makarna üretim makinesinin yoğurucu paletinde yaklaşık 20 dk süre ile yoğrulmuş ve sonrasında ekstrüde edilmiştir. Elde edilen yaş makarna örnekleri pilot tip kurutucuda (La Monferrina, EC25, İtalya) maksimum 58°C sıcaklıkta kurutularak uygun sıcaklık ve nem ortamında analizler için kullanılmak üzere depolanmıştır.



Şekil 3.4. Makarna örneklerinin pilot makarna üretim makinesinden çıkışı

Çizelge 3.1. Makarna örneklerinin hazırlanmasında kullanılan formülasyon (%)

Uygulama	Mısır unu	Pirinç unu	Nohut unu	Guar gam	THU	SHU
Gam	38.5	38.5	20	3	0	-
	36	36	20	3	5	-
	33.5	33.5	20	3	10	-
	31	31	20	3	15	-
	40	40	20	-	0	-
PG	37.5	37.5	20	-	5	-
	35	35	20	-	10	-
	32.5	32.5	20	-	15	-
	38.5	38.5	20	3	0	-
PG+Gam	36	36	20	3	5	-
	33.5	33.5	20	3	10	-
	31	31	20	3	15	-
Gam	38.5	38.5	20	3	-	0
	36	36	20	3	-	5
	33.5	33.5	20	3	-	10
	31	31	20	3	-	15
	40	40	20	-	-	0
PG	37.5	37.5	20	-	-	5
	35	35	20	-	-	10
	32.5	32.5	20	-	-	15
PG+Gam	38.5	38.5	20	3	-	0
	36	36	20	3	-	5
	33.5	33.5	20	3	-	10
	31	31	20	3	-	15

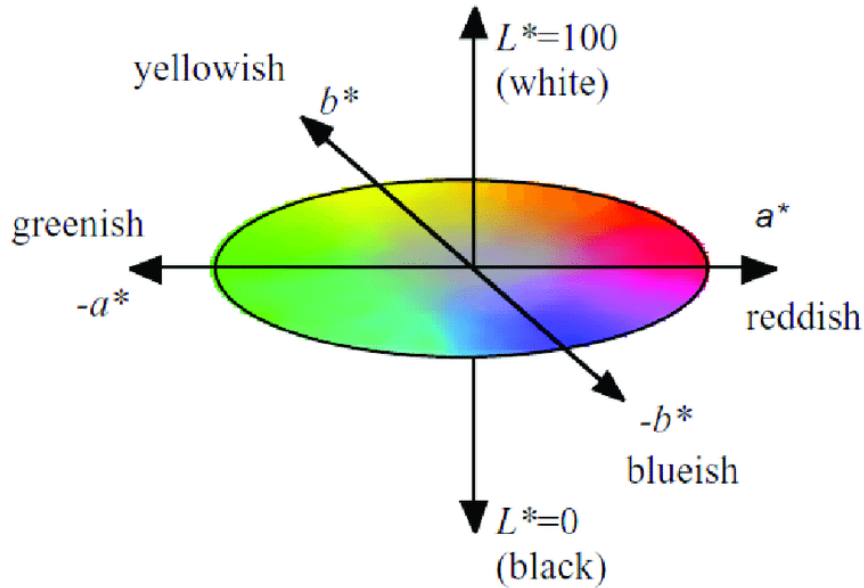
Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması, THU: Turuncu havuç unu, SHU: Siyah havuç unu

3.2.5. Labaratuvar analizleri

Glutensiz makarna üretiminde kullanılan hammaddelerde (turuncu havuç unu, siyah havuç unu, nohut unu, mısır unu ve pirinç unu) ve makarna örneklerinde yapılan laboratuvar analizlerine ait metotlar aşağıda belirtilmiştir. Fiziksel, kimyasal, besinsel analizlerde kullanılan örnekler toz-granül haline getirilmiş ve analizler bu örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

3.2.5.1. Renk tayini

Örneklerin renk değerleri Minolta CR 400 (Konica, Minolta, Japonya) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. L^* değeri [(0) siyah-(100) beyaz], a^* değeri [(+) kırmızı, (-) yeşil] ve b^* değeri [(+) sarı, (-) mavi] olarak Uluslar arası Aydınlatma Komisyonunun $CIE L^*a^*b^*$ renk koordinat sistemine göre değerlendirilmiştir. Chroma (C^* , renk yoğunluğu) değeri $[a^2+b^2]^{1/2}$ formülü ile (Cornejo ve Rosell, 2015a), Hue (h° , renk tonu) değeri ise $a^*>0$ ve $b^*>0$ ise $Hue=\arctan [b^*/a^*]$; $a^*>0$ ve $b^*<0$ ise $Hue=360+\arctan [b^*/a^*]$ formülleri kullanılarak hesaplanmıştır (McLennan ve ark., 1995).



Şekil 3.5. CIE-Lab renk alanı diyagramı

3.2.5.2. Kül miktarı tayini

Örneklerin kül içerikleri 550 °C’de kül fırınında (WiseTherm, Wertheim, Deutschland) yakılarak AACC 08–01.01’e göre tespit edilmiştir (AACC, 1999).

3.2.5.3. Ham protein miktarı tayini

Örneklerin ham protein miktarları AACC 46-12.01’ye göre Kjeldahl metodu ile tespit edilmiştir (AACC, 1999). Hesaplamalarda çevirme faktörü hammaddeler ve makarna örnekleri için 6.25 olarak alınmıştır.

3.2.5.4. Ham yağ miktarı tayini

AACC 30-25.01 metoduna göre örneklerin ham yağ içeriği Soxhelet sistemi kullanılarak tespit edilmiştir. Bu amaçla çözücü solvent olarak petrol eteri kullanılmıştır. Çözücü buharlaştırıldıktan sonra kurutulan tortu tartılarak % ham yağ miktarı hesaplanmıştır (AACC, 1999).

3.2.5.5. Toplam fenolik madde (TFM) tayini

Örneklerdeki TFM içeriği kolorimetrik olarak Folin Ciocalteu metodu kullanılarak belirlenmiştir. 4 gr numuneye 20 ml asitlendirilmiş metanol (HCl:metanol:su, 1:80:10, h/h) eklenmiş ve tüpler çalkalamalı su banyosunda (24±1 °C) çalkalanmış, ardından santrifüj edilmiştir (3000 rpm, 10 dk). Elde edilen süpernatantlar TFM analizinde kullanılmıştır (Gao ve ark., 2002; Beta ve ark., 2005). Santrifüj sonrası süpernatantlardan 0,1 ml deney tüpü içerisine alınıp, folin-ciocaltaeu reaktifi (0,5 ml, %10’luk h/h, suda) ve sodyum karbonat çözeltisi (1,5 ml, %20’lik, a/h, suda) eklenerek 2 saat süre ile oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Süre sonunda hazırlanan ve inkübe edilen son çözeltinin absorbans değeri UV-spektrofotometre (Hitachi-U1800, Japonya) yardımı ile 760 nm dalga boyunda okunmuştur. Örneklerin TFM içerikleri gallik asit eşdeğeri üzerinden hesaplanmıştır (Slinkard ve Singelton, 1977; Gamez-Meza ve ark., 1999). Sonuçlar mg/100 g gallik asit eşdeğeri olarak verilmiştir.

3.2.5.6. Antioksidan aktivite tayini

Örneklerin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde Gyamfi ve ark. (1999) ile Beta ve ark. (2005)'nin uyguladığı DPPH yöntemi kullanılmıştır. Örneklerin ekstraksiyonu TFM tayinindeki gibi yapılmış ve örnekler DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ile muamele edilmiştir. Elde edilen çözeltinin absorbans değeri UV-spektrofotometre (Hitachi-U1800, Japonya) ile 517 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Sonuçlar aşağıdaki formüle göre değerlendirilmiştir:

$$\% \text{ İnhibisyon: } [(Ab_{\text{kontrol}} - Ab_{\text{örnek}})/Ab_{\text{kontrol}}] \times 100$$

Ab_{kontrol} : Kontrol örneğin absorbans değeri

$Ab_{\text{örnek}}$: Analiz örneğinin absorbans değeri

3.2.5.7. Toplam besinsel lif (TBL) tayini

Örneklerdeki TBL analizi AOAC 991.43'e göre yapılmıştır. Bunun için önce kuru örnekler nişasta ve proteinleri uzaklaştırılmak için α -amilaz, proteaz ve amiloglikozidaz ile sıralı enzimatik sindirime tabi tutulur. Enzim sindirim ürünü filtre edilmeden önce çözünür diyet lifini çöktürmek için alkol ile muamele edilir ve TBL kalıntısı alkol ve aseton ile yıkanır, kurutulur ve tartılır.

3.2.5.8. Mineral madde tayini

Numunelerdeki Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn elementlerinin analizi için 1 gr kuru örnek 10 ml sülfürik asit+nitrik asit kullanılarak mikrodalga yakma sisteminde (Mars 5, CEM Corporation, ABD) yaş yakma metoduyla yakılmış, elde edilen süzüklerin mineral madde miktarları ICP-AES (indüktif eşlenmiş plazma atomik emisyon spektrofotometresi) cihazında (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) ölçülmüştür (Skujins, 1998).

3.2.5.9. Beta karoten (β -karoten) tayini

Örneklerin β -karoten içeriği Prakash ve ark. (2004)'nın belirttiği metodun modifikasyonu ile belirlenmiştir. Buna göre kuru örnekler hekzan:aseton:etanol karışımı organik çözücülerle muamele edilmiş ve tortu renksiz hale gelene kadar işleme devam edilmiştir. Elde edilen turuncu renkli sıvı ayırma hunisi içerisine süzölmüş, üzerine petrol eteri ve sodyum sülfat eklenmiştir. 1 dk çalkalama sonucunda huni içinde iki ayrı faz oluşmuştur. Üstte toplanan sıvının absorbanı UV-spektrofotometrede (Hitachi-U1800, Japonya) 452 nm dalga boyunda okunmuştur. Kör olarak %3 aseton içeren petrol eteri kullanılmıştır. β -karoten standart eğrisi ml başına 0-5 μ g β -karoten aralığı içinde elde edilmiş, konsantrasyonlara karşı absorban değerlerinin kurveleri çizilerek hesaplama yapılmıştır. Sonuçlar mg/100g β -karoten olarak verilmiştir.

3.2.5.10. Toplam antosiyanin (TA) miktarı tayini

Örneklerdeki TA miktarı Donatella ve ark. (2014)'nın belirttiği metoda göre yapılmıştır. 1 N HCL ile asitlendirilmiş metanol karışımı (8 ml) (85:15, metanol:HCL, h/h) 50 ml'lik santrifüj tüplerinde bulunan 0.5 gr örnek üzerine eklenmiş ve oda sıcaklığında 18 dk ultrasonik su banyosunda (Bandelin Sonorex, Berlin, Germany) bekletilmiştir. Örnekler 9000 g'de 15 dk santrifüj edildikten sonra süpernatantlar 15 ml'lik santrifüj tüplerine alınmıştır. Çökelti tekrar 4 ml asitlendirilmiş metanol ile muamele edilip işlem tekrarlanmıştır. Elde edilen süpernatantlar makromolekül çökmesini kolaylaştırmak amacıyla -20 °C'de karanlıkta 48 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyondan alınan örnekler tekrar santrifüj edilmiş ve 0.45 μ m rejenere selüloz siringa filtreleri ile filtre edilmiştir.

TA içeriği, farklı pH solüsyonlarına sahip bir kalorimetrik yöntem kullanılarak değerlendirilmiştir. Ekstrakte edilen süpernatantlardan iki ayrı tüpe 750 μ L eklenmiş ve pH 1 için potasyum klorür tampon çözeltisi (0,03 M) ile pH 4.5 için sodyum asetat tampon çözeltisi (0,4 M) ile seyreltilmiştir (1:2, h/h). 30 dk oda sıcaklığında karanlık şartlarda inkübe edilen örnekler tekrar filtre edilerek absorban değerleri 520 ve 760 nm dalga boyunda saf su olan kör örneğe karşı okunmuştur. TA içeriği siyanidin-3-glukozid eşdeğeri şeklinde hesaplanmıştır.

3.2.5.11. Makarna pişirme testi

Ağırlık ve hacim artışı tayini

Makarna örneklerinde ağırlık ve hacim artışı değerleri Oh ve ark. (1985) ile Özkaya ve Kahveci (1990)'ın belirttikleri metoda göre tespit edilmiştir. Bu amaçla öncelikli olarak ön denemeler ile makarnaların pişme süreleri tespit edilmiştir. Daha sonra 20 g makarna örneği 250 ml kaynayan saf suda belirlenen pişme süresince pişirilmiştir. Çiğ ve pişmiş makarnaların ağırlık farkları % olarak tespit edilmiştir. Hacim artışı testinde yine pişirilip süzülen makarnalar saf su dolu ölçü silindirlerine alınıp taşırdıkları suyun hacmi belirlenmiştir ve elde edilen değerlerden hacim artışı değerleri hesaplanmıştır.

Suya geçen kuru madde miktarı (SGMM) tayini

250 ml kaynayan saf su içerisinde pişirilen 20 g makarna örneği süzüldükten sonra süzüntü suları 135 °C'deki kurutma dolabında kurutulmuştur. SGMM % olarak hesap edilmiştir (Kahveci ve Özkaya, 1990).

3.2.5.12. Makarna örneklerinin sıklık değerlerinin tespiti

Makarna örneklerinin sıklıkları A/LKB-F bıçak donanımı kullanılarak TAXTPlus tekstür analiz (Stable Microsystems, Surrey, UK) cihazında belirlenmiştir (Yeyinli, 2006).

3.2.5.13. Duyusal analiz

Elde edilen glutensiz makarna örneklerinin duyusal özelliklerinin tespitinde Biernacka ve ark., 2017'nin belirlediği metot modifiye edilerek kullanılmıştır. Buna göre panelistler makarnaları görünüş, renk, sertlik, tat, koku, genel beğeni parametrelerine göre değerlendirmiştir. Değerlendirmede kullanılan skala 1-7 arasında seçilmiştir (1 'den (aşırı kötü) 7'ye (çok iyi)).

3.2.5.14. İstatistiki analizler

İstatistiki analizlerde Minitab 16 istatistik programı kullanılmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur. Aralarındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamalarını karşılaştırmak üzere Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (MstatC). Sonuçlar tablolar halinde özetlenmiş, önemli bulunan interaksiyonlar şekiller üzerinde tartışılmıştır (Lehman ve ark., 2013).



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Farklı Kurutma Metotları ile Üretilen Havuç Unlarına Ait Bazı Analiz Sonuçları

Çalışmanın ilk kısmında farklı metotlarla elde edilen turuncu ve siyah havuç unlarına bazı fiziksel ve kimyasal analizler uygulanmış ve farklı kurutma metotlarının havuç unu özelliklerine etkisi karşılaştırılmalı olarak ortaya konulmuştur. Sıcak hava kurutma metodu ile hazırlanan havuç unları glutensiz makarna üretiminde kullanılan hammaddeler arasına dahil edilerek ayrıca tartışılmıştır.

4.1.1. Havuç unlarına ait renk analizi sonuçları

Farklı kurutma metotları kullanılarak elde edilen havuç unlarına ait renk değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Havuç unlarına ait L^* , a^* , b^* , C^* ve hue° değerleri sırasıyla 39.28 ile 81.25, 12.19 ile 26.78, -4.02 ile 44.26, 12.84 ile 51.80 ve 57.11 ile 346.75 arasında değişmiştir (Çizelge 4.1). En yüksek L^* değeri dondurarak kurutma ile elde edilen turuncu havuç ununda belirlenmiştir. Her iki havuç çeşidinde de dondurarak kurutma metodu ile elde edilen unların L^* değeri, sıcak hava ile kurutma metoduyla elde edilen unların L^* değerinden daha yüksek bulunmuştur. Sıcak hava ve mikrodalga ile kurutma metotlarında örneklerin ısıya maruz kalması bu duruma yol açmış olabilir. Genel olarak turuncu havuç unları siyah havuç unlarından daha yüksek a^* ve b^* değeri vermiştir. Havucun sarı ve kırmızı rengi, karotenlerin varlığına atfedilir (Wagner ve Warthesen, 1995). Turuncu havucun karotenlerce siyah havuçtan daha zengin oluşu bu sonuçların elde edilmesine sebep olmuş olabilir. Turuncu havuç unlarının a^* değeri kurutma metodu açısından değerlendirildiğinde; dondurarak kurutma işlemi uygulanarak elde edilen turuncu havuç unlarının a^* değerinin, sıcak hava uygulanarak elde edilen unların a^* değerinden yüksek olduğu görülmektedir. Siyah havuç unlarının a^* değeri kurutma metotlarına bağlı olarak istatistiksel bir fark göstermemekle birlikte, sayısal olarak en yüksek a^* değerini yine dondurarak kurutma metodu ile elde edilen unlar göstermiştir. Turuncu havuç unları b^* değeri açısından incelendiğinde; a^* değerinde olduğu gibi dondurarak kurutma metodu ile elde edilen unların b^* değeri sıcak hava ile elde edilen unların b^* değerinden daha yüksek bulunmuştur. Siyah havuç unlarının üretiminde farklı kurutma metotlarının kullanılmış olması; b^* değeri üzerinde

istatistiki bir farklılığa sebep olmamıştır. Sıcak hava ile kurutma metodunda kurutma süresinin mikrodalga kurutma metoduna göre daha uzun olması, dondurarak kurutma metoduna göre ise sıcaklığın daha yüksek olması karotenoid pigmentlerde daha fazla kayba, a* ve b* değerinde de düşüşe neden olmuş olabilir. Turuncu havuç unlarının C* değerlerinde dondurarak kurutma metodu sıcak hava ve mikrodalga kurutma metotlarına göre daha yüksek sonuç vermiş, sıcak hava ve mikrodalga kurutma metotları arasında C* değeri açısından önemli bir fark gözlemlenmemiştir. Siyah havuç unlarının C* değerleri kurutma metoduna göre istatistiki bir fark göstermese de sayısal olarak yine en yüksek değeri dondurarak kurutma metodu ile elde edilen havuç unu vermiştir. Turuncu ve siyah havuç unu örneklerinin hue° değeri üzerinde kurutma metotları etkili olmamış, sonuçlar arasında istatistiki olarak fark belirlenmemiştir.

Çizelge 4.1. Farklı kurutma metotlarıyla üretilen havuç unlarına ait renk ölçüm sonuçları

Havuç çeşidi	Kurutma metodu	L*	a*	b*	C*	Hue°
Turuncu	Sıcak hava	70.81±2.07b	19.20±1.34bc	35.75±1.94b	40.58±2.35b	61.78±0.37b
	Mikrodalga	72.26±0.01b	23.88±2.25ab	36.90±0.73ab	43.98±0.60b	57.11±2.98b
	Dondurarak	81.25±3.78a	26.78±1.72a	44.26±4.22a	51.80±2.71a	58.72±4.06b
Siyah	Sıcak hava	39.28±2.59d	12.19±0.1d	-4.02±0.15c	12.84±0.05c	341.73±0.77a
	Mikrodalga	41.53±0.82d	12.84±1.02d	-3.92±0.15c	13.43±0.94c	342.94±1.89a
	Dondurarak	51.11±0.77c	13.36±1.50cd	-3.12±0.17c	13.73±1.40c	346.75±2.10a
Minumum-maksimum		39.28-81.25	12.19-26.78	-4.02-44.26	12.84-51.80	57.11-346.75
Ortalama±std sapma		59.37±17.70	17.81±6.95	17.64±23.55	29.39±17.97	201.50±155.90

Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). L*: Parlaklık değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, C*(Chroma): Renk yoğunluğu, Hue°: Renk tonu

Lin ve ark. (1998), vakum-mikrodalga uygulaması ile kuruttıkları turuncu havuçları, sıcak hava ve dondurarak kurutma metotları ile karşılaştırmışlardır. Sıcak hava ile kurutulan havuçlar daha koyu renk vermiş, a* ve b* değerleri diğer metotlara göre en düşük sonucu göstermiştir. Bu duruma kurutma esnasındaki sıcak havanın neden olabileceği rapor edilmiştir.

Howard ve ark. (1996), havucun parlaklığının işlem sıcaklıklarından etkilendiğini, daha yüksek sıcaklıkların daha koyu renge neden olduğunu bildirmişlerdir.

Kurutmada uygulanan sıcaklığın artması ile kuruyan havuç örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerlerinde azalmanın gözlemlendiği bir başka çalışmada da bildirilmiştir (Xiao ve ark., 2010).

Havuç ve elmanın kurutulmasında dondurarak, vakum-mikrodalga ve sıcak hava kurutma metotlarının kullanıldığı bir başka çalışmada; dondurularak kurutulmuş havuç dilimlerinin en yüksek L^* , a^* ve b^* değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Sıcak havada kurutmanın daha fazla oksijene maruz kalma ve daha yüksek sıcaklık nedeniyle, parlaklık değerinde daha fazla azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Cui ve ark., 2008).

4.1.2. Havuç unlarına ait kimyasal analiz sonuçları

Üç farklı metot ile kurutulan turuncu ve siyah havuç unlarına ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Havuç unlarının ortalama kül, protein ve yağ miktarları sırasıyla; 5.77 ± 0.09 , 8.23 ± 0.32 ve 2.34 ± 0.24 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Turuncu ve siyah havuç unları kendi içlerinde kurutma metodu açısından değerlendirildiğinde uygulanan kuruma metotlarının havuç unlarının kül, protein ve yağ miktarları üzerinde herhangi bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür. Genel olarak siyah havuç unlarının turuncu havuç unlarına göre daha yüksek kül miktarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Farklı kurutma metotları ile elde edilen havuç unlarının ortalama antioksidan aktivite ve TFM miktarları sırasıyla 83.07 ± 8.60 ve 642.78 ± 383.62 mgGAE/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Turuncu havuç unları kendi arasında kurutma metodu açısından değerlendirildiğinde; antioksidan aktivite miktarları üzerinde kurutma metodu istatistiki olarak önemsiz olmakla birlikte sayısal olarak en düşük miktar sıcak havada kuruma metodu ile hazırlanan örneklerde (75.16 ± 5.40), en yüksek miktar ise dondurarak kurutma metodu ile hazırlanan örneklerde (76.60 ± 4.74) belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Siyah havuç unları kendi arasında kurutma metodu açısından değerlendirildiğinde, sayısal olarak dondurarak kurutma metodu ile elde edilen unların sıcak havada ve mikrodalga ile kurutulan unlara göre daha yüksek antioksidan aktivite miktarı verdiği görülmüştür. Bu duruma uygulanan sıcaklık ve

Çizelge 4.2. Farklı metotlarla üretilen havuç unlarına ait bazı kimyasal analiz sonuçları

Havuç çeşidi	Kurutma metodu	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/100g)	β-karoten (mg/100g)	TA (mgCGE/100g)
Turuncu	Sıcak hava	5.71±0.07b	7.93±1.95a	2.16±0.25a	75.16±5.40b	263.50±5.50d	40.35±1.12b	Te
	Mikrodalga	5.69±0.07b	7.93±0.40a	2.08±0.14a	75.70±5.02b	430.00±17.80cd	39.34±0.85b	Te
	Dondurarak	5.68±0.03b	7.97±0.21a	2.15±0.18a	76.60±4.74b	470.90±16.80cd	48.72±0.69a	Te
Siyah	Sıcak hava	5.88±0.92a	8.49±0.52a	2.55±0.76a	87.52±1.19ab	596.10±16.70bc	Te	259.08±9.76c
	Mikrodalga	5.84±0.03a	8.54±0.28a	2.53±0.20a	87.69±0.89ab	742.80±21.70b	Te	344.24±6.67b
	Dondurarak	5.83±0.03a	8.55±0.23a	2.59±0.20a	95.75±3.50a	1353.40±134.60a	Te	424.66±9.01a
Minimum-maksimum		5.68-5.88	7.93-8.55	2.08-2.59	75.16-95.75	263.50-1353.40	39.34-48.72	259.08-424.66
Ortalama±std sapma		5.77±0.09	8.23±0.32	2.34±0.24	83.07±8.60	642.78±383.62	42.80±5.15	342.66±82.80

Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir. TFM: Toplam fenolik madde miktarı. TA: Toplam antosiyanin miktarı, Te: Tespit edilemedi.

Çizelge 4.3. Farklı metotlarla üretilen havuç unlarının mineral madde (mg/100g) analiz sonuçları

Havuç çeşidi	Kurutma metodu	Ca	Fe	K	Mg	P	Zn
Turuncu	Sıcak hava	403.48±3.18a	1.30±0.06b	1630.90±58.8b	224.23±5.47b	293.19±4.16b	2.92±0.14a
	Mikrodalga	396.27±8.40a	1.29±0.10b	1619.20±24.0b	234.23±7.10b	290.88±12.55b	2.84±0.17a
	Dondurarak	396.27±4.65a	1.31±0.04b	1623.70±30.4b	235.44±8.75b	288.98±12.40b	2.83±0.23a
Siyah	Sıcak hava	418.13±3.20a	1.89±0.03a	2296.90±101.0a	296.00±14.90a	361.48±8.79a	1.42±0.23b
	Mikrodalga	414.94±7.13a	1.92±0.04a	2295.50±1.60a	287.07±4.31a	368.74±3.52a	1.50±0.03b
	Dondurarak	417.69±7.25a	1.90±0.06a	2299.70±4.80a	297.13±7.28a	355.64±10.51a	1.47±0.04b
Minimum-maksimum		396.27-418.13	1.29-1.92	1619.20-2299.70	224.23-297.13	288.98-368.74	1.42-2.92
Ortalama±std sapma		407.80±10.39	1.60±0.33	1960.65±368.14	262.35±34.41	326.49±39.10	2.16±0.77

Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklıdır (p<0.05). Sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir.

kurutma sürelerinin neden olduğu düşünülmektedir. Havucun kurutulmasında sıcak hava metodunun diğer metotlar ile karşılaştırıldığı başka çalışmalarda da benzer sonuçlar tespit edilmiş ve sıcak hava ile kurutma sonucunda mikrobileşenlerde belirlenen bu kayıpların proses süresinin uzunluğundan, sıcaklığın yüksekliğinden ve oksijen varlığı neticesinde gerçekleşen oksidasyondan kaynaklandığı bildirilmiştir (Lin ve ark., 1998; Cui ve ark., 2008; Chen ve ark., 2017).

Havuç unlarında en yüksek TFM miktarı dondurarak kurutma metodu kullanılarak üretilen siyah havuç ununda belirlenmiştir. Kurutma metodundan bağımsız olarak siyah havuç unları, turuncu havuç unlarından daha yüksek TFM miktarı vermiştir. Turuncu havuç unları kendi arasında kurutma metodu açısından karşılaştırıldığında, kurutma metodunun fenolik madde miktarını istatistiki olarak değiştirmedığı ancak sayısal olarak sıcak havada kurutma metodu ile elde edilen unların daha düşük TFM miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Siyah havuç unları kurutma metodu açısından kendi arasında değerlendirildiğinde, dondurarak kurutma yöntemi ile elde edilen siyah havuç unlarında TFM miktarının diğer metotlarla elde edilen siyah havuç unlarının TFM miktarına göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir. Havuçlardaki fenolik bileşiklerin varlığı; renk (Zhang ve ark., 2005), acılık (Kreutzmann ve ark., 2008) ve aroma (Naczki ve Shahidi, 2003) gibi duyuşal niteliklerine katkıda bulunur. Bu nedenle, fenolik bileşiklerin tepkisi, işleme ve depolama sırasında sebzelerin kalitesini değerlendirmek için iyi bir gösterge olarak kullanılabilir (Gonçaves ve ark., 2010). Genel olarak siyah havuç unlarının turuncu havuç unlarına göre daha yüksek antioksidan aktivite ve TFM miktarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Sıcak hava, mikrodalga ve dondurarak kurutma metotları ile elde edilen turuncu havuç unlarının β -karoten miktarı 39.34 ile 48.72 mg/100g arasında, aynı kurutma metotlarıyla elde edilen siyah havuç unlarının toplam antosiyanin miktarı 259.08 ile 424.66 mgCGE/100g arasında değişmiştir (Çizelge 4.2.). Kullanılan β -karoten ve TA tayini metotları ile siyah havuç unlarında β -karoten miktarı, turuncu havuç unlarında ise TA miktarı tespit edilememiştir. Turuncu havuç unları için; dondurarak kurutma metodu ile elde edilen unların β -karoten miktarı (48.72 mg/100g), mikrodalga ve sıcak havada kurutulan unların β -karoten miktarından (39.34 ve 40.35 mg/100g) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.2.). Sıcak hava ve mikrodalga ile kurutulan turuncu havuç unlarının β -karoten miktarları istatistiki olarak bir fark göstermemiştir. Siyah havuç unları için, en yüksek TA miktarı dondurarak kurutma metoduyla hazırlanan unda

belirlenmiş (424.66 mgCGE/100g), bunu mikrodalga ve sıcak hava ile kurutulan örnekler takip etmiştir (344.24 mgCGE/100g ve 259.08 mgCGE/100g) (Çizelge 4.2.). Dondurarak kurutma metodu ile elde edilen turuncu ve siyah havuç unlarının sırasıyla β -karoten ve TA miktarlarının, diğer yöntemler ile elde edilen unlara göre yüksek bulunmuştur. Bu durum literatürde, dondurarak kurutma prosesinin uygulama sıcaklığının düşük olması ve kurutma işleminin β -karoten ve benzeri mikrobileşenlerin oksidasyon ve degradasyonunu azaltan yüksek bir vakum altında gerçekleşmesi ile açıklanmıştır (Lin ve ark., 1998; Cui ve ark., 2008).

Farklı kurutma metotları ile hazırlanan turuncu ve siyah havuç unlarına ait mineral madde analizi sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Havuç unlarının Ca miktarı 396.27-418.13 mg/100g, Fe miktarı 1.29-1.92 mg/100g, K miktarı 1619.20-2299.70 mg/100g, Mg miktarı 224.23-297.13 mg/100g, P miktarı 288.98-368.74 mg/100g ve Zn miktarı 1.42-2.92 mg/100g arasında değişmiştir (Çizelge 4.3). Uygulanan kurutma metotları, turuncu ve siyah havuç unlarının mineral madde miktarı üzerinde istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Siyah havuç unları Fe, K, Mg ve P mineralleri açısından turuncu havuç unlarına göre daha yüksek değerler vermiştir.

Literatürde özellikle turuncu havucun kurutulması ile ilgili çalışmalar mevcuttur. Ancak daha çok işleme artığı olan posa, kabuk, yaprak, sap gibi kısımlar kurutulmuş olup, bu durum analiz sonuçlarında oldukça çeşitlilik gösteren verilerin elde edilmesine neden olmuştur. Havuç unlarının kurutma metoduna bağlı literatür karşılaştırmaları aşağıda verilmiştir. Kurutma metodundan bağımsız olarak turuncu ve siyah havucun fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait literatür karşılaştırmaları 4.2 başlığı altında özetlenmiştir.

Prakash ve ark. (2004), üç farklı kurutuma metodu ile kurutulmuş havuçların performanslarını değerlendirdikleri bir çalışmada; kabukları soyulup dilimlenen havuçları 100 °C'de kaynayan suda 6 dk boyunca haşlamışlar, haşlanan havuçları solar kabin kurutucuda, akışkan yataklı kurutucuda ve mikrodalga fırında olmak üzere 3 farklı yöntem ile kurutmuşlardır. Öğütülen havuç unları kurutma sonrası, 30 ve 120 günlük depolama sonrasında analizlere tabi tutulmuştur. Kurutma sonrasında un örneklerinin β -karoten miktarı en düşük solar kabinde kurutulan örnekte, en yüksek mikrodalga ile kurutulan örnekte belirlenmiştir.

Askorbik asit ve glukoz uygulamasından geçirilen kurutulmuş havuçların antioksidatif özelliklerinin incelendiği bir başka çalışmada, ince dilimler haline getirilmiş havuçlar 1 dk 103 °C'lik buhar uygulamasıyla haşlanmıştır. Haşlanan havuç

dilimlerinin yarısı %1 w/v glukoz içeren 5 lt askorbik asit (%0.1 w/v) çözeltisine daldırılıp çıkartılmış, diğer yarısına ise herhangi bir işlem uygulanmamıştır. Hazırlanan havuçlar dondurarak ve sıcak havada kurutma metotlarıyla kurutulup öğütülmüş, elde edilen havuç unlarının yarısı kurumanın hemen ardından diğer yarısı ise 30 günlük (35 °C'de) depolamanın ardından analizlere tabi tutulmuştur. Ön işlem yapılmadan dondurarak kurutulmuş havuç ununda fenolik madde ve β -karoten miktarları (sırasıyla 3.72 mg/g ve 0.24 mg/g), sıcak havada kurutulan havuç ununda belirlenen aynı değerlerden (sırasıyla 3.04 mg/g ve 0.20 mg/g) daha yüksek bulunmuştur (Yen ve ark., 2008).

Cui ve ark. (2008), sıcak hava, mikrodalga ve dondurarak kurutma uyguladıkları havuç unlarının toplam karoten miktarını en düşük sıcak hava ile kurutulan örneklerde, en yüksek dondurarak kurutulan örneklerde belirlemişlerdir.

Wojdyło ve ark. (2009), çilek kurutmada sıcak hava, vakum-mikrodalga ve dondurarak kurutma metotlarının meyvenin kalitesine etkisini incelemişler; TFM, antioksidan aktivite, TA miktarı için en yüksek değeri tüm parametrelerde dondurarak kurutma metodu verirken en düşük değerleri sıcak hava ile kurutma sonucu elde edilen örnekler vermiştir. Benzer şekilde marion meyvesi, çilek ve mısırın sıcak hava ve dondurarak kurutma metotları kullanılarak suyunun uçurulduğu bir başka çalışmada dondurarak kurutma metodu ile elde edilen örneklerin TFM miktarı daha yüksek bulunmuştur (Asami ve ark., 2003).

4.2. Glutensiz Makarna Üretiminde Kullanılan Hammaddelere Ait Analiz Sonuçları

4.2.1. Hammaddelere ait renk analizi sonuçları

Makarna üretiminde kullanılan hammaddelere ait renk değerleri Çizelge 4.4'de gösterilmiştir. Örneklerin L* değerleri 39.28 ile 94.50, a* değerleri -0.50 ile 19.20, b* değerleri -4.02 ile 35.75, C* değerleri 5.22 ile 40.58, hue° değerleri 61.78 ile 341.73 arasında değişmiştir (Çizelge 4.4)

Buna göre; mısır ve pirinç unu hammaddeler arasında en yüksek L* değerine sahip olurken, siyah havuç unu en düşük L* değerini göstermiştir. Turuncu havuç unu beklenildiği gibi en yüksek a* ve b* değerini vermiş; mısır, pirinç ve nohut unlarının a* değerleri birbirinden anlamlı bir fark göstermeden en düşük değerleri vermiştir. Siyah

havuununun b^* değeri -4.02 olarak belirlenmiş ve hammaddeler arasında en duşuk b^* değerini sergilemiştir (izelge 4.4). Örnekler arasında en yüksek C^* değerine turuncu havuunu sahip olurken, en yüksek hue° değeri siyah havuununda gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.4. Makarna retiminde kullanılan hammaddelere ait renk lim sonuçları

Hammadde	L^*	a^*	b^*	C^*	Hue°
Mısır unu	91.75±3.59a	-0.50±0.07c	23.68±1.32b	23.68±1.32b	91.21±0.11b
Pirinç unu	94.50±3.18a	0.84±0.02c	5.15±0.42c	5.22±0.41d	80.68±0.52c
Nohut unu	89.44±1.09ab	0.30±0.05c	21.98±2.47b	21.98±2.48b	89.23±0.05b
THU	70.81±2.07b	19.20±1.34a	35.75±1.94a	40.58±2.35a	61.78±0.37d
SHU	39.28±2.59c	12.19±0.10b	-4.02±0.15d	12.84±0.05c	341.73±0.77a
Minumum-maksimum	39.28-94.50	-0.50-19.20	-4.02-35.75	5.22-40.58	61.78-341.73
Ortalama±std sapma	77.16±23.13	6.41±8.85	16.51±15.83	20.86±13.30	132.93±117.31

Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.05$). L^* : Parlaklık değeri, a^* : Kırmızı-yeşil renk değeri, b^* : Sarı-mavi renk değeri, C^* (Chroma): Renk yoğunluğu, Hue°: Renk tonu, THU: Turuncu havuunu, SHU: Siyah havuunu

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu ve mısır unu kullanarak pirinç ve mısır eriştesi üretiminin gerçekleştirildiği çalışmada; pirinununun L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 95.28, 0.21 ve 7.36 olarak; mısır unununun aynı değerleri ise sırasıyla 89.52, 5.84 ve 30.77 olarak belirlenmiştir (Yalçın, 2005).

Yıldız (2012), karabuğday ve lüpen unlarının glutensiz bisküvi üretiminde kullanılması üzerine yaptığı araştırmada; pirinununun L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 94.68, 0.14 ve 5.21 olarak raporlamıştır. Siverek tırnaklı ekmek kalitesi üzerine nohut ununun etkisinin incelendiği bir araştırmada ise; nohut unununun L^* , a^* ve b^* değerleri 83.99, 0.92 ve 17.01 şeklinde belirlenmiştir. Hosta (2012), nohut ununun renk lim sonuçlarını L^* değeri için 88.83, a^* değeri için 2.22, b^* değeri için 17.53 olarak belirlemiştir.

Lin ve ark. (1998), farklı kurutma metotları kullanarak elde edilen turuncu havuunlarında L^* değerini 43.7 ile 63.9, a^* değerini 22.8 ile 28.2, b^* değerini ise 19.3 ile 25.7 arasında; Yan ve ark. (2010), L^* değerini 35.94 ile 42.72, a^* değerini 22.86 ile 26.35, b^* değerini ise 20.12 ile 24.23 arasında belirlemişlerdir.

Ersus ve Yurdagel (2007), siyah havucun L^* , a^* ve b^* değerlerini sırasıyla 26.95, 11.35 ve -0.73 olarak rapor etmişlerdir. Montilla ve ark. (2011), iki farklı siyah havuu eşidinde L^* değerini 30.1 ile 30.9, b^* değerini -13.64 ile -14.44, hue° değerini ise 344.8 ile 343.5 arasında bulmuşlardır.

4.2.2. Hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları

Çalışmada kullanılan hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Kullanılan hammaddelerin kül miktarları %0.42 ile 5.88, protein miktarları %7.93 ile 24.29, yağ miktarları %0.59 ile 5.38, antioksidan aktivite değerleri %2.66 ile 170.46, TFM miktarları 10.96 ile 596.10 mgGAE/100g, TBL miktarları ise %2.78 ile 42.92 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.5).

Buna göre; turuncu ve siyah havuç unları en yüksek kül içeriğine sahip bulunurken (% 5.71 ve 5.88), pirinç ve mısır unlarının en düşük kül miktarına sahip olduğu (% 0.42 ve 0.65) görülmektedir (Çizelge 4.5). Tahmin edildiği üzere en yüksek protein miktarı % 24.29 ile nohut ununda belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Hammaddeler içinde nohut ununun diğerlerinden daha yüksek protein ve yağ miktarına sahip olduğu bulunmuştur.

Örneklerin hazırlanmasında kullanılan hammaddelerin kül, protein ve yağ miktarlarına ilişkin çeşitli literatür verileri mevcuttur.

Cabrera-Chávez ve ark. (2012), glutensiz makarna üretiminde kullandıkları pirinç ununun protein ve yağ içeriklerini sırasıyla % 10.7 ve % 0.4 olarak tespit etmişlerdir. Hosta (2012), yine glutensiz erişte denemesinde kullandığı pirinç ununun kül ve protein miktarlarını sırasıyla % 0.34 ve % 7.04; nohut ununun kül ve protein miktarlarını ise sırasıyla % 2.89 ve % 26.09 olarak belirlemiştir.

Hussein ve ark. (2013), ekmek denemesinde kullandıkları mısır ununun protein ve kül miktarlarını sırasıyla % 9.60 ve 1.22 olarak; Sabanis ve Tzia (2009), yine ekmek üretiminde kullandıkları mısır ununun protein ve kül miktarlarını sırasıyla % 7.5 ve 1.2 olarak raporlamışlardır. Caperuto ve ark. (2001), glutensiz spagetti üretiminde kullandıkları mısır ununa ait kül, yağ ve protein içeriklerini sırasıyla % 0.46, 1.89 ve 7.88 olarak tespit etmişlerdir.

Nohut ununun protein, kül ve yağ miktarlarını Bhattacharya ve Prakash (1994) sırasıyla % 19.2, 3.5 ve 5.6 olarak; Çelebi (2015) ise %23.76, 2.31 ve 7.19 olarak bildirmişlerdir.

Turuncu havuç ununun protein, yağ ve kül miktarlarını (%) sırasıyla, Costa ve ark. (2016), 9.38, 2.21 ve 6.61; Shyamala ve Jamuna (2010), 6.21, 2.72 ve 5.78; Olawuyi ve Lee (2019), 8.38, 0.83 ve 7.97; Nagarajaiah ve Prakash (2015), 6.50, 2.12 ve 5.12 olarak bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada turuncu havuç posası tozunda

Çizelge 4.5. Makarna üretiminde kullanılan hammaddelere ait kimyasal analiz sonuçları

Hammadde	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Antioksidan aktivite (%)	TFM (mgGAE/100g)	TBL (%)
Mısır unu	0.65±0.06c	9.00±1.10b	1.71±0.25b	14.08±1.60c	27.03±13.01c	4.49±0.47d
Pirinç unu	0.42±0.04c	10.79±1.63b	0.59±0.04b	2.66±0.58d	10.96±3.22c	2.78±0.20d
Nohut unu	2.88±0.27b	24.29±2.46a	5.38±0.75a	24.08±2.56c	33.35±1.58c	17.01±0.55c
THU	5.71±0.07a	7.93±1.95b	2.16±0.25b	75.16±5.40b	263.50±5.50b	29.27±2.49b
SHU	5.88±0.92a	8.49±0.52b	2.55±0.76b	87.52±1.19a	596.10±16.7a	42.92±2.91a
Minumum-maksimum	0.42-5.88	7.93-24.29	0.59-5.38	2.66-87.52	10.96-596.10	2.78-42.92
Ortalama±std sapma	3.11±2.63	12.10±6.90	2.48±1.78	40.70±36.00	186.19±251.70	19.29±16.99

Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05). TFM: Toplam fenolik madde miktarı, TBL: Toplam besinsel lif miktarı, THU: Turuncu havuç unu, SHU: Siyah havuç unu

Çizelge 4.6. Makarna üretiminde kullanılan hammaddelere ait mineral madde (mg/100g) analiz sonuçları

Hammadde	Ca	Fe	K	Mg	P	Zn
Mısır unu	12.99±0.62d	0.47±0.013d	188.93±3.35d	62.52±0.89d	184.44±2.69d	0.98±0.03d
Pirinç unu	15.37±1.59d	0.24±0.02d	117.92±7.59d	27.44±0.45e	196.87±3.27d	1.74±0.04c
Nohut unu	81.80±1.65c	8.94±0.26a	1202.00±123c	176.71±3.47c	528.40±23.90a	4.68±0.31a
THU	403.48±3.18b	1.30±0.06c	1630.90±58.8b	224.23±5.47b	293.19±4.16c	2.92±0.14b
SHU	418.13±3.20a	1.89±0.03b	2296.90±101a	296.00±14.90a	361.48±8.79b	1.42±0.23cd
Minumum-maksimum	12.99-418.13	0.24-8.94	117.92-2296.90	27.44-296.00	184.44-528.40	0.98-4.68
Ortalama±std sapma	186.35±206.81	2.57±3.62	1087.33±937.89	164.40±102.24	312.88±140.67	2.35±1.49

Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05). Sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir. THU: Turuncu havuç unu, SHU: Siyah havuç unu.

yağ, protein ve kül miktarı (%) sırasıyla; 1.02, 6.48 ve 5.93 olarak belirlenmiştir (Majzoobi ve ark., 2016). Turuncu havuç ununda kül ve protein miktarlarını (%) Kırbas ve ark. (2019), 6.32 ve 8.23; Jalgaonkar ve ark. (2018) ise 4.97 ve 7.13 olarak bildirmişlerdir. Kausar ve ark. (2018), havuç ununda yağ miktarını %1.80, kül miktarını %5.90 olarak belirlemiştir.

Siyah havuçların suyu sıkılarak uzaklaştırıldıktan sonra kurutulduğu bir çalışmada, siyah havuç lifinde protein ve kül miktarları sırasıyla %6.8 ve %7.3 şeklinde belirlenmiştir (Turksoy ve ark., 2011). Singh ve ark. (2016), siyah havuç lifinde protein ve kül miktarını sırasıyla (%) 5.46 ve 6.91 olarak bildirmişlerdir.

Çalışmada kullanılan mısır unu, pirinç unu, nohut unu, turuncu havuç unu ve siyah havuç unlarına ait antioksidan aktivite değerleri (%) sırasıyla 14.08, 2.66, 24.08, 75.16 ve 87.52 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Antioksidan aktivite yaşam için önemli bir özelliktir. Antimutajenisite, antikanserojenite ve antiaging gibi biyolojik fonksiyonların çoğu bu özellikten kaynaklanır (Huang ve ark., 1992; Cook ve Samman, 1996). Meyve ve sebzeler birçok farklı antioksidan bileşen içerir (Cao ve ark., 1996; Wang ve ark., 1996; Velioglu ve ark., 1998). Beklenildiği üzere turuncu ve siyah havuç unları diğer hammaddelerden daha yüksek antioksidan aktivite miktarlarına sahip olmuştur.

Bu çalışmada kullanılan hammaddeler arasında siyah havuç ununda 596.10 mgGAE/100g'lik TFM miktarı ile en yüksek değer belirlenmiş, bunu 263.46 mgGAE/100g ile turuncu havuç unu takip etmiştir (Çizelge 4.5). Mısır, pirinç ve nohut unlarının TFM miktarları arasındaki farklılık istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır. Fenolik bileşikler, geniş bir yapı ve işlev yelpazesine sahip ikincil metabolitlerdir (Liu, 2007). Bunlar, tıbbi bitkiler, baharatlar, sebzeler, meyveler, tahıllar, bakliyatlar ve diğer tohumlarda yaygın olarak dağılmaktadır (Stratil ve ark., 2007).

Rocchetti ve ark. (2017), nohut unu ve pirinç ununun TFM miktarını sırasıyla 45.4 ve 18.3 mgGAE/100g olarak bildirmişlerdir. Sakač ve ark. (2011), pirinç ununun TFM miktarını 9.98 mgGAE/100g olarak; Vichapong ve ark. (2010), farklı çeşitlerden elde edilen pirinç unlarının TFM miktarlarını ise 4.60 ile 26.38 mg/100g olarak belirlemiştir. Nohut ununun TFM miktarı bir başka çalışmada 33.27 ile 36.50 mgGAE/100g olarak bildirilmiştir. Yaver (2017), nohut ununun TFM miktarını 26.8 mgGAE/100g, antioksidan aktivite miktarını ise %23.53 olarak belirlemiştir.

Turuncu havuç ununun TFM miktarını Yen ve ark. (2008), 304 mg/100g, DPPH inhibisyon değerini Costa ve ark. (2006), %80.43 olarak belirlemişlerdir. Olawuyi ve Lee (2019), TFM miktarını 91.29 mgGAE/100g, antioksidan aktivite değerini %76.34 şeklinde bildirmişlerdir. Kamiloglu ve ark. (2016), yaş siyah havuç posasının TFM miktarını 1202.90 mgGAE/100g olarak belirlemişlerdir. Khandare ve ark. (2011), siyah havuç suyunun TFM miktarını 300 mgGAE/100 mL olarak rapor etmişlerdir.

Hammaddelerin TBL miktarları karşılaştırıldığında en yüksek değeri (%42.92) siyah havuç unu göstermiş, bunu turuncu havuç unu (%29.27) izlemiştir (izelge 4.5). Mısır ve pirinç unları en düşük TBL miktarını vermiştir. Mısır ve pirinç unu üretiminde lif zengin dış tabakaların uzaklaştırılıyor olması bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuştur. Nohut ununun tam un şeklinde üretilmesi ve lif zengin dış tabakaların da una dahil olması, mısır ve pirinç unundan daha yüksek TBL değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur. Diyet lifleri ve antioksidanlar açısından zengin olan gıdaya olan ilgi, son yıllarda artmıştır ve bu gıda bileşenlerinin önemi, lif ve antioksidan açısından zengin ürünler ve içerikler için büyük bir pazarın gelişmesine yol açmıştır. Diyet lifi ve polifenoller, karotenoidler, tokoferoller ve askorbik asit gibi fitokimyasallarca zengin beslenme; sağlığın korunması ve kanser, kardiyovasküler hastalıklar ile diğer birçok dejeneratif hastalıklardan korunma ile ilişkilendirilmiştir (Hertog ve ark., 1993; Block ve Langseth, 1994; Criqui ve Ringel, 1994; Wang ve Jiao, 2000).

Ramulu ve Rao (1997), bazı baklagiller ve tahılların besinsel lif içeriği üzerine işlemenin etkisini inceledikleri bir çalışmada, pirinç unu ve nohut ununun TBL miktarlarını sırasıyla %2.31 ile 5.38 ve %14.34 ile 16.38 arasında raporlamışlardır. Robin ve ark. (2012), pirinç ve mısır ununun TBL miktarını sırasıyla %2.7 ve %2.9 olarak bildirmişlerdir.

Ham ve pişmiş bezelye, bakla, nohut ve mercimek baklagillerinin kimyasal bileşimi, besinsel lif ve dirençli nişasta içeriklerinin incelendiği başka bir çalışmada ise; çiğ nohut ununun TBL miktarı 13.9 g/100g olarak tespit edilirken pişmiş nohut ununda bu değer 15.4 g/100g olarak belirlenmiştir (Costa ve ark., 2006).

Glvez ve ark. (2016), tortilla üretiminde havuç unu kullanımını araştırdıkları bir çalışmada; havuçları 200 ppm lik klor solüsyonunda 5 dk beklettikten sonra 60 C'de kurutmuşlardır. Elde edilen havuç ununda TBL miktarını %28.02 olarak belirlemişlerdir. Padalino ve ark. (2016), turuncu havucun TBL miktarını %31.8 olarak bildirmişlerdir.

Khanum ve ark. (2000), Hindistan'da taze veya pişmiş olarak yaygın tüketilen sebzelerin besinsel lif içeriklerini inceledikleri araştırmalarında; sebzelere geleneksel yolla ve basınçlı pişirme metodu uygulamış ve kurutmuşlardır. Turuncu havucun TBL miktarını % 39.5 olarak bildirmişlerdir.

Siyah havuç posası tozu ilavesinin bisküvinin kalite özellikleri ve kompozisyonu üzerine etkisinin incelendiği bir araştırmada; siyah havuçların suyu sıkılarak uzaklaştırıldıktan sonra zorlamalı konveksiyonlu fırında 30 °C'de 24 saat kurutulmuştur. Elde edilen siyah havuç posasında TBL miktarını %52.54 olarak belirlemişlerdir (Turksoy ve ark., 2011). Singh ve ark. (2016), siyah havuç posasının TBL miktarını %64.95 olarak; Nawirska ve Uklańska (2008), siyah havuç tozunun TBL miktarını %52.12, turuncu havuç tozunun TBL miktarını %34.07 olarak bildirmişlerdir.

Kullanılan hammaddelere ait Ca, Fe, K, Mg, P ve Zn analizi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Ca, K ve Mg mineralleri açısından siyah havuç unu diğer hammaddeler arasında en yüksek miktarı vermiştir. Fe, P ve Zn miktarı en yüksek nohut ununda belirlenmiştir. Genel olarak mısır ve pirinç ununun mineral madde miktarları diğer hammaddelere oranla daha düşük olarak bulunmuştur.

Yarpuz (2011), pirinç ununun Ca, Mg, K, Fe ve Zn miktarlarını sırasıyla 6.35, 35.17, 112.80, 0.79 ve 1.35 mg/100g olarak bildirirken; Yıldız (2012), bu mineralleri sırasıyla 5.69, 49.70, 120.30, 0.47 ve 1.04 mg/100g olarak bildirmiştir.

Gwartz ve Garcia-Casal (2014), mısır ununun Ca, Fe, Mg, P, Zn ve K miktarlarını sırasıyla 7.00, 2.71, 127.00, 210.00, 2.21 ve 287.00 mg/100gr olarak raporlamıştır.

Nohut ununda Fe ve Zn miktarını Alain ve ark. (2007), sırasıyla 19.39 ve 9.93 mg/100g olarak; Zn, Ca ve Mg miktarını Olaleke ve ark. (2006), 5.7, 59.4 ve 67.7 mg/100g olarak; Ca, P, K, Mg ve Zn miktarını Avanza ve ark. (2013), 155, 571, 549, 72 ve 3.06 mg/100g olarak belirlemişlerdir.

Shyamala ve Jamuna (2010), turuncu havuç ve kırmızı pancarın suyu uzaklaştırıldıktan sonra geriye kalan posanın besinsel içeriği ve antioksidan özelliklerini inceledikleri bir çalışmada, havuç ununun Fe, P ve Ca içeriklerini sırasıyla 11.66, 293.81 ve 291.20 mg/100g olarak belirlemişlerdir. Filipčev ve ark. (2010), turuncu havuç tozunun Ca miktarını 0.35 g/100g olarak; Jalgaonkar ve ark. (2018), Ca, Zn ve Fe miktarını sırasıyla 197.94, 2.05 ve 11.12 mg/100g olarak belirlemişlerdir. Tańska ve

ark. (2007), kurutulmuş havuç posasında K, P, Ca ve Mg miktarlarını sırasıyla 1860, 180, 300 ve 110 mg/100g şeklinde bildirmişlerdir.

4.3. Glutensiz Makarna Analiz Sonuçları

4.3.1. Glutensiz makarna örneklerinin renk değerleri

Glutensiz makarna örneklerine ait renk ölçüm sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. Örneklere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.9’da özetlenmiştir.

L değeri:* Glutensiz makarna örneklerinin L^* değeri 45.54 ile 87.02 arasında değişmiştir (Çizelge 4.7). Makarna örneklerinin L^* değeri üzerinde havuç unu çeşidi (HUÇ), havuç unu ilave oranı (HUİO) ve uygulama faktörleri ile “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksiyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Sonuçlar HUÇ faktörüne göre değerlendirildiğinde; turuncu havuç unu ilaveli makarna örneklerinin L^* değeri (81.79), siyah havuç unu ilaveli makarna örneklerinin L^* değerinden (62.46) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.9). L^* değeri, her bir rengin siyah-beyaz arasında bir gri tonlama üyesinin eşdeğeri olarak kabul edilebileceği bir özellik olan parlaklık ölçümüdür (Granato ve Masson, 2010). Beklenildiği üzere üründe siyah havuç unu ilavesiyle koyuluk arttıkça L^* değerinde de azalma meydana gelmiştir.

HUİO faktörünün makarna örneklerinin L^* değeri üzerindeki etkisi incelendiğinde; artan HUİO ile birlikte makarna örneklerinin L^* değerlerinde azalma olduğu görülmektedir (Çizelge 4.9). Formülasyonda mısır:pirinç unu paçalı ile yer değiştirme esasına göre kullanılan turuncu ve siyah havuç unlarının L^* değerlerinin (70.81 ve 39.28), mısır ve pirinç unlarının L^* değerlerine göre (91.75 ve 94.50) daha düşük olması bu durumun ortaya çıkmasına sebep olmuş olabilir (Çizelge 4.4).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları uygulama faktörü açısından değerlendirildiğinde; yalnızca gam uygulaması ile hazırlanan örneklerin L^* değeri (77.00), yalnızca PG ve PG+Gam uygulaması ile hazırlanan örneklerin L^* değerinden (69.75 ve 69.62) yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.9). Bu durumun mısır ve pirinç ununa uygulanan termal işlemden (prejelatinizasyon) kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde prejelatinizasyon amacıyla kullanılan ısı esnasındaki renk değişimleri, enzimatik olmayan esmerleşme (Dendy, 2000) veya ıslatma sırasında meydana gelen

Çizelge 4.7. Glutensiz makarna örneklerine ait renk ölçüm sonuçları

HUÇ	Uygulama	HUİO (%)	L*	a*	b*	C*	Hue°
Turuncu	Gam	0	86.45±0.65	0.45±0.00	20.16±0.15	20.16±0.15	88.72±0.00
		5	85.65±0.10	9.84±0.05	22.25±0.11	24.33±0.11	66.14±0.00
		10	84.42±0.09	12.11±0.01	24.46±0.03	27.29±0.03	63.65±0.00
		15	83.09±0.63	12.47±0.01	26.62±0.20	29.40±0.19	64.90±0.14
	PG	0	84.20±0.09	1.12±0.00	23.03±0.11	23.06±0.11	87.22±0.00
		5	81.48±0.09	11.87±0.09	27.36±0.03	29.83±0.06	66.56±0.14
		10	78.69±0.59	12.91±0.06	31.99±0.03	34.50±0.05	68.03±0.07
		15	77.51±0.08	12.66±0.06	34.98±0.17	37.21±0.18	70.10±0.00
	PG+Gam	0	84.15±0.63	0.50±0.00	21.73±0.10	21.73±0.10	88.69±0.00
		5	81.50±0.39	11.45±0.09	26.67±0.20	29.02±0.22	66.77±0.00
		10	78.31±0.08	12.54±0.09	31.93±0.24	34.30±0.26	68.55±0.00
		15	76.02±0.36	12.73±0.10	34.49±0.16	36.76±0.19	69.74±0.05
Siyah	Gam	0	87.02±0.66	0.47±0.00	20.23±0.10	20.24±0.10	88.67±0.00
		5	71.23±0.54	4.60±0.02	-0.99±0.00	4.71±0.02	347.91±0.03
		10	61.64±0.46	7.95±0.04	-2.85±0.01	8.45±0.04	340.22±0.00
		15	56.49±0.43	9.86±0.01	-4.23±0.00	10.73±0.01	336.80±0.00
	PG	0	84.45±0.64	1.21±0.00	23.21±0.11	23.24±0.11	87.02±0.00
		5	55.96±0.26	5.81±0.03	-0.61±0.00	5.84±0.03	354.04±0.02
		10	49.30±0.05	9.46±0.01	-3.36±0.02	10.04±0.02	340.46±0.12
		15	46.42±0.35	11.56±0.01	-4.43±0.00	12.38±0.01	339.04±0.00
	PG+Gam	0	84.28±0.40	0.50±0.00	21.57±0.00	21.57±0.10	88.67±0.00
		5	56.13±0.06	5.58±0.03	-2.61±0.00	6.16±0.03	334.91±0.08
		10	51.06±0.38	8.89±0.01	-3.96±0.02	9.73±0.02	336.00±0.08
		15	45.54±0.22	10.87±0.01	-4.42±0.00	11.74±0.01	337.87±0.00
Minimum-maksimum			45.54-87.02	0.45-12.91	-4.43-34.98	4.71-37.21	63.65-354.04
Ortalama±std			72.12±14.71	7.80±4.77	15.13±14.95	20.52±10.48	175.03±131.49

Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. L*: Parlaklık değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, C*(Chroma): Renk yoğunluğu, Hue*: Renk tonu, HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması.

Çizelge 4.8. Glutensiz makarna örneklerinin renk ölçüm değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	L*		a*		b*		C*		Hue°	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
HUÇ (A)	1	4483.09	27061.28**	95.671	48206.08**	6917.33	581311.43**	3426.01	257660.48**	505340	16194.08**
HUİO (B)	3	1020.56	6160.42**	294.772	148527.13**	233.40	19613.86**	90.69	6820.79**	40268	12904902.78**
Uygulama (C)	2	285.17	1721.35**	4.939	2488.80**	47.52	3993.29**	68.10	5121.53**	30	9697.18**
AXB	3	544.24	3285.19**	18.379	9260.68**	817.37	68689.72**	382.44	28762.45**	56246	18025567.49**
AXC	2	37.71	227.66**	0.137	68.90**	40.76	3425.00**	20.79	1563.75**	55	17743.81**
BXC	6	14.93	90.13**	0.293	147.62**	1.54	129.50**	1.81	136.00**	29	9297.73**
AXBXC	6	6.73	40.62**	0.250	126.08**	5.17	434.50**	2.72	204.30**	23	7296.61**

**p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, HUİO: Havuç unu ilave oranı, HUÇ: Havuç unu çeşidi, L*: Parlaklık değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri,

C*(Chroma): Renk yoğunluğu, Hue°: Renk tonu.

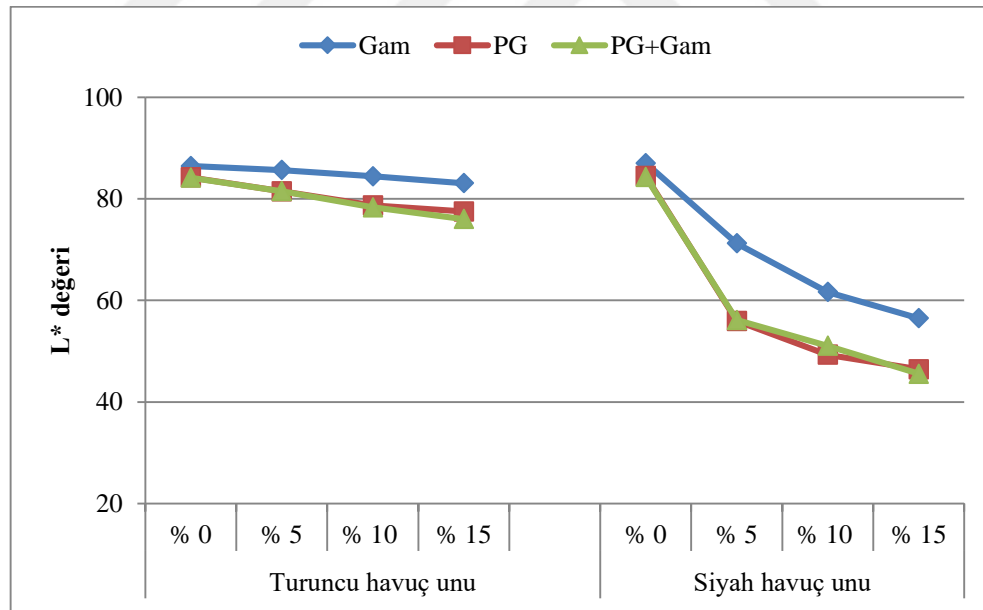
Çizelge 4.9. Makarna örneklerinin renk ölçüm değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Faktör	n	L*	a*	b*	C*	Hue°
HUÇ						
Turuncu	24	81.79±0.69a	9.22±5.10a	27.14±5.01a	28.97±5.73a	77.42±9.49b
Siyah	24	62.46±15.05b	6.40±3.93b	3.13±11.02b	12.07±6.15b	277.60±111.90a
HUİO (%)						
0	12	85.09±1.30a	0.70±0.34d	21.65±1.25a	21.67±1.26b	88.16±0.77 c
5	12	71.99±12.62b	8.20±3.08c	12.01±14.13d	16.65±11.72d	206.10±145.90a
10	12	67.24±14.55c	10.64±2.03b	13.03±17.36c	20.72±8.42c	202.80±142.10b
15	12	64.18±15.94d	11.70±1.10a	13.84±19.21b	23.03±12.23a	203.10±140.80b
Uygulama						
Gam	16	77.00±11.82a	7.22±4.68c	13.21±12.91c	18.16±8.84c	174.60±134.00b
PG	16	69.75±15.73b	8.32±4.80a	16.52±15.97a	22.01±11.24a	176.60±134.60a
PG+Gam	16	69.62±15.45b	7.88±4.93b	15.67±16.06b	21.38±11.09b	173.90±130.10b

Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.05$). HUİO: Havuç unu ilave oranı, HUÇ: Havuç unu çeşidi, L*: Parlaklık değeri, a*: Kırmızı-yeşil renk değeri, b*: Sarı-mavi renk değeri, C*(Chroma): Renk yoğunluğu, Hue°: Renk tonu, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması.

enzimatik olaylar (Lamberts ve ark., 2006) ve kabuk ve/veya kepekteki pigmentlerin endosperme göçü (Bhattacharya ve Ali, 1985) ile açıklanmaktadır.

Glutensiz makarna örneklerinin renk ölçüm değerlerine ait varyans analiz sonuçlarına göre önemli bulunan ($p<0.01$) “HUÇ x HUIÖ x uygulama” interaksyonu Şekil 4.1’de verilmiştir. Buna göre L* değeri turuncu havuç unu ilaveli örneklerde siyah havuç ilaveli örneklere göre daha yüksek bulunmuş, artan HUIÖ özellikle siyah havuç unu ilaveli örneklerde daha keskin olmak üzere tüm örneklerde L* değerinde azalmaya neden olmuştur. Her iki HUÇ için geçerli olmak üzere, tüm HUIÖ’lerinde gam kullanılan örnekler daha yüksek L* değeri vermiştir. Siyah havuç unu kullanılarak hazırlanan örneklerde gam uygulaması diğer uygulama metotlarına göre L* değerinde daha az düşüşe neden olmuştur. Yalnızca PG ve PG+Gam uygulaması ile elde edilen makarna örneklerinin L* değerleri birbirine yakın sonuçlar göstermiştir. PG uygulaması daha önce açıklanan mekanizmalar nedeniyle tek başına ya da gam ile kombinasyon halinde kullanıldığında makarna renginin koyulaşmasına neden olmuştur.



Şekil 4.1. Glutensiz makarna örneklerinin L* değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUIÖ x uygulama” interaksyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUIÖ: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

a değeri:* Turuncu ve siyah havuç unları ile hazırlanan makarna örneklerinin ortalama a* değeri 7.80 ± 4.77 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Makarna örneklerinin

a* değeri üzerinde HUÇ, HUİO ve uygulama faktörleri ile “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksyonu önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.8).

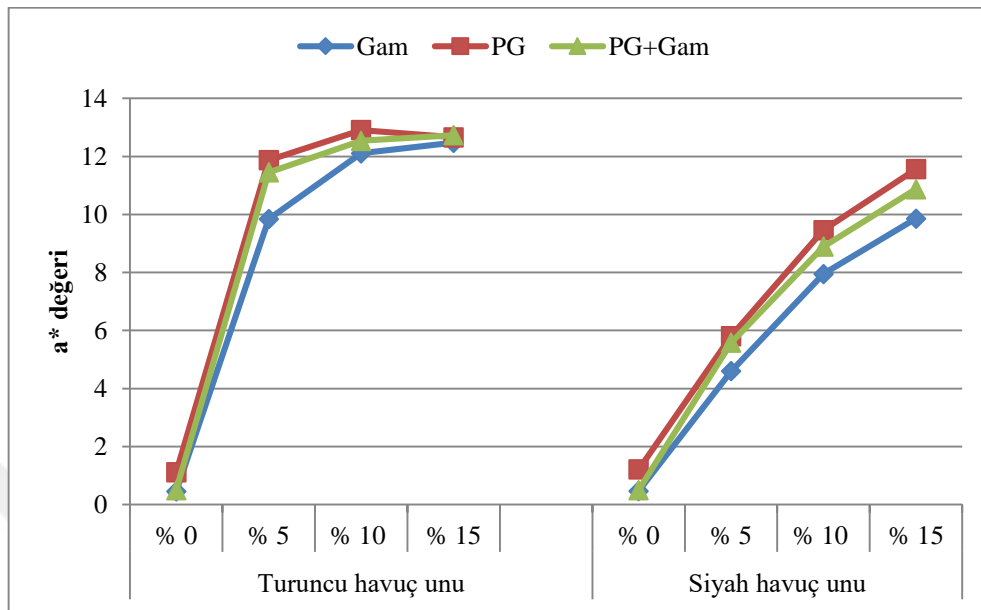
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları HUÇ faktörü açısından incelendiğinde; turuncu havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinin a* değeri 9.22 olarak bulunurken, siyah havuç unu ile hazırlanan örneklerin a* değeri 6.40 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Beklenildiği gibi turuncu havuç unu, makarna örneklerinin a* değerinin daha yüksek olmasına neden olmuştur. CIELab sistemine göre kırmızımı renkler için pozitif değer veren a* parametresi, turuncu havuç unu ilaveli makarna örneklerinde daha etkili olmuştur.

Makarna formülasyonlarında artan oranlarda kullanılan HUİO’na paralel olarak makarna örneklerinin a* değerinde önemli ($p<0.05$) bir yükseliş gözlemlenmektedir (Çizelge 4.9). Havucun sarı ve kırmızı renkleri, karotenlerin varlığını göstermektedir (Wagner ve Warthesen, 1995). Birçok meyve, sebze ve tahıl tanelerinin kırmızı, mor ve mavi renginden sorumlu olan antosiyanin pigmentler (Wrolstad, 2004), siyah havuçta yüksek miktarda bulunmaktadır. Turuncu ve siyah havuçların renginden sorumlu karotenoid ve antosiyanin pigmentleri makarna örneklerinin renk özelliklerinde bu değişime yol açmış olabilir.

Uygulama faktörü makarna örneklerinin a* değerinde farklı sonuçlar elde edilmesine neden olmuştur. Yalnızca PG uygulaması ile hazırlanan makarna örneklerinde a* değeri 8.32, PG+Gam uygulaması ile hazırlanan örneklerin a* değeri 7.88, yalnızca gam uygulaması ile hazırlanan örneklerin a* değeri ise 7.22 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). PG uygulaması örneklerde L* değerini azaltırken, a* değerinin artışına neden olmuştur. Bu durum literatürde ısı uygulamasıyla maillard reaksiyonunun gerçekleşebileceği ve bunun sonucunda parlaklıkta azalma kırmızılık değerinde artış gözlemlenebileceği şeklinde yorumlanmıştır. Aynı zamanda un pigmentlerinden bir kısmının su içinde kaynama, buhar uygulama gibi işlemlerde suya geçebileceği bu nedenle kaynatılmış buhar verilmiş örneklerde parlaklıkta azalma, kırmızılık ve sarılıkta artış gözlemlenebileceği de belirtilmiştir (Manthey ve Clifford, 2007; Sun ve ark., 2018).

Şekil 4.2’de gösterilen “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksyonu makarna örneklerinin a* değeri üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Turuncu havuç unu ilaveli makarna örnekleri siyah havuç unu ilaveli örneklere göre daha yüksek a* değeri gösterirmiştir. Turuncu havuç unu ilaveli makarna örneklerinde %10 HUİO’na kadar, siyah havuç unu ilaveli örneklerde ise %15 HUİO’na kadar a* değerinde artış

devam etmiştir. Turuncu havuç unu ilaveli örneklerde %15 HUİO'da tüm uygulama faktörleri birbirine yakın a* değerleri vermiştir.



Şekil 4.2. Glutensiz makarna örneklerinin a* değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksiyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

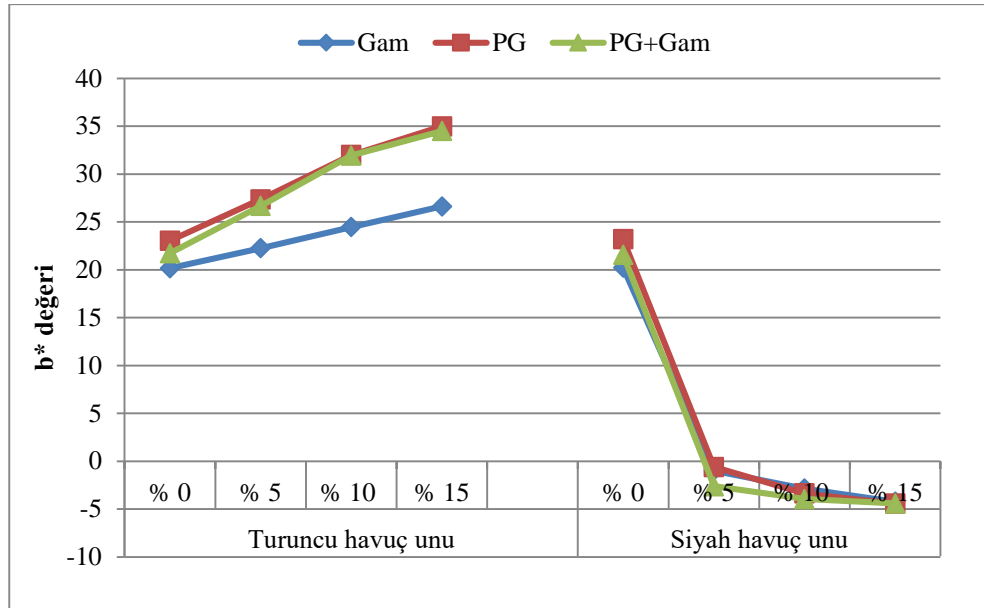
b değeri:* Glutensiz makarna örneklerine ait b* değeri -4.43 ile 34.98 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.7). HUÇ, HUİO ve uygulama faktörleri ile “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksiyonu, makarna örneklerinin b* değeri üzerinde önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Siyah havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinde b* değeri 3.13 olarak bulunurken, turuncu havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinde b* değeri 27.14 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Turuncu havuç unu ile elde edilen örnekler daha yüksek b* değerine sahip olup daha sarımsı yüzey sergilemişlerdir. a* parametresi kırmızımsı renkler için pozitif, yeşilimsi renkler için negatif değerler alırken; b* parametresi sarımsı renkler için pozitif, mavimsi renkler için negatif değerler alır (Granato ve Masson, 2010). Hammadelere ait sonuçlar incelendiğinde turuncu havuç unu ve siyah havuç ununa ait b* değerlerinin sırasıyla 35.75 ve -4.02 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1). Bu durum son ürün olan makarnaya da yansyarak siyah havuç unu ilaveli makarna örneklerinin daha düşük b* değerine sahip olmasına neden olmuş olabilir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları HUİO açısından değerlendirildiğinde, havuç unu ilavesiz makarna örnekleri ile karşılaştırıldığında tüm HUİO'larının makarnanın b* değerini düşürdüğü görülmektedir. Duncan testi dahilinde elde edilen bu ortalama değerler turuncu havuç unu ve siyah havuç unu özelinde Şekil 4.3 interaksiyonunda detaylı olarak açıklanmıştır.

Uygulama faktörü açısından sonuçlar incelendiğinde; makarna örneklerinin a* değerinde olduğu gibi, yalnızca PG ile hazırlanan örnekler en yüksek b* değeri (16.52) verirken bunu PG+Gam uygulamasının b* değeri (15.67) takip etmiş, en düşük b* değerini (13.21) yalnızca gam uygulaması ile elde edilen örnekler göstermiştir (Çizelge 4.9).

Makarna örneklerinin b* değeri üzerinde etkili "HUÇ x HUİO x uygulama" interaksiyonu Şekil 4.3'de verilmiştir. İnteraksiyon grafiğinde siyah havuç unu ile üretilen örneklerin HUİO arttıkça giderek azalan negatif b* değerleri gösterdiği, aksine turuncu havuç unu ile hazırlanan örneklerin ise HUİO arttıkça artan pozitif b* değerleri gösterdiği izlenmektedir. Çizelge 4.4'de de görüldüğü üzere, hammaddeler arasında turuncu havuç unu karotenoid içeriği ile ilişkili olarak en yüksek b* değerini verirken, siyah havuç unu antosiyanin pigmentlerden kaynaklanan mavimsi rengin etkisiyle en düşük b* değerini vermiştir. Turuncu ve siyah havuç unlarının rengi ile ilgili bu özellikler son ürün olan makarna örneklerine de yansımış, interaksiyon grafiğinde bu durum net olarak izlenmiştir. Özellikle turuncu havuç unu ilaveli makarna örneklerinde tüm HUİO'larında gam uygulanan makarna örneklerinin daha düşük b* değerine sahip olduğu görülmektedir. Siyah havuç unu ilaveli örneklerde uygulama yöntemi açısından daha yakın sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 4.3. Glutensiz makarna örneklerinin b* değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUİÖ x uygulama” interaksiyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİÖ: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

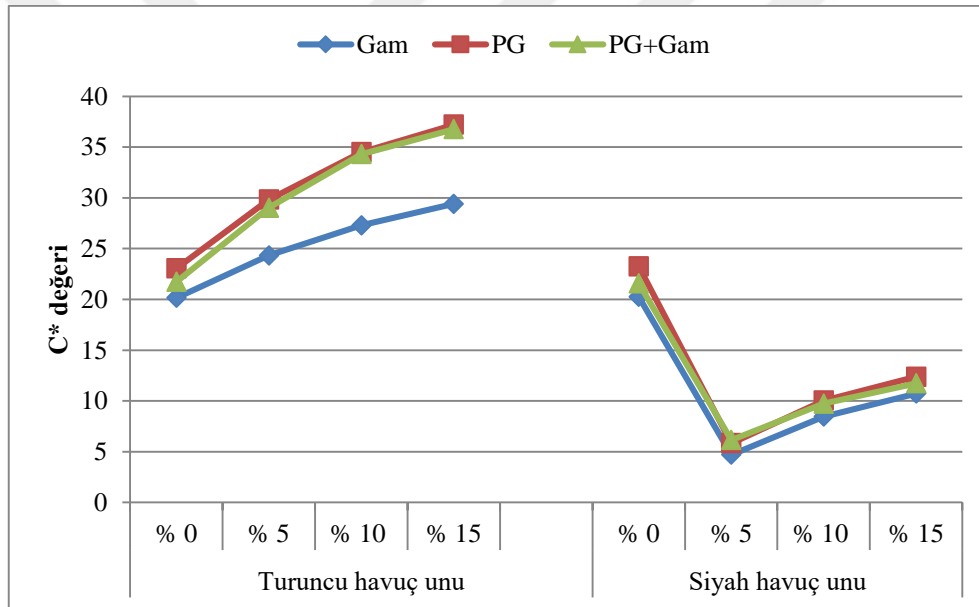
*C** ve *hue*^o değerleri: Makarna örneklerinin *C** değerleri 4.71 ile 37.21 arasında, *hue*^o değerleri ise 69.97 ile 354.30 arasında değişmiştir (Çizelge 4.7). Örneklerin *C** ve *hue*^o değeri üzerinde HUÇ, HUİÖ ve uygulama faktörleri ile “HUÇ x HUİÖ x uygulama” interaksiyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; siyah havuç unu ilaveli makarna örneklerinin *C** değeri turuncu havuç unu ilaveli örnekler göre daha düşük bulunmuştur. Hiç havuç unu kullanılmayan makarna örneklerinde *C** değeri 21.67 iken; %5 HUİÖ’ünde bu değer azalmış (16.65) ancak HUİÖ arttıkça *C** değeri de artmış, en yüksek HUİÖ olan %15 oranında *C** değeri 23.03’e ulaşmıştır (Çizelge 4.9). Duncan testi dahilinde elde edilen ortalama değerler, turuncu havuç unu ve siyah havuç unu özelinde Şekil 4.4’deki interaksiyonda detaylı olarak açıklanmıştır. Uygulama faktörlerinden PG uygulaması en yüksek *C** değerini verirken en düşük değer yalnızca gam uygulamasında tespit edilmiştir.

Hue^o değeri Duncan testi sonuçlarına göre karşılaştırıldığında, siyah havuç unu ilaveli makarna örnekleri turuncu havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerine göre daha yüksek *hue*^o değerleri vermiştir. HUİÖ makarna örneklerinin *hue*^o değerlerinde artışa neden olmuş, bu artışın %5 HUİÖ’ünde en fazla olduğu gözlemlenmiştir. Uygulama faktörlerinden PG uygulaması *C** değerinde olduğu gibi en yüksek *hue*^o

değerini vermiş, yalnızca gam ve PG+Gam uygulamalarının örneklerin hue° değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur. Duncan testi dahilinde elde edilen bu ortalama değerler turuncu havuç unu ve siyah havuç unu özelinde Şekil 4.5 interaksyonunda detaylı olarak açıklanmıştır.

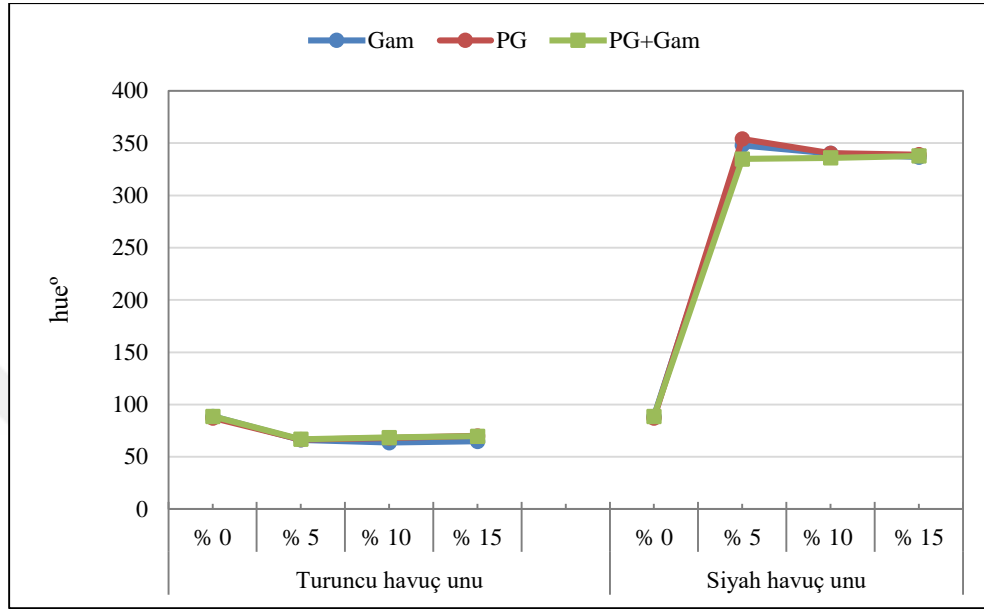
Makarna örneklerinin C* değeri üzerine etkili “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksyonu Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Buna göre turuncu havuç unu ilaveli makarna örneklerinde HUİO arttıkça örneklerin C* değerinde de artış olmuş, bu artış yalnızca gam uygulaması ile hazırlanan örneklerde daha yavaş seyrederken, PG ve PG+Gam ilaveli örneklerde daha hızlı olmuştur. Siyah havuç unu ilaveli örneklerde havuç unu ilavesi tüm oranlarda kontrole göre C* değerini düşürmüştür. En düşük C* değeri %5 HUİO’da gerçekleşmiştir.



Şekil 4.4. Glutensiz makarna örneklerinin C* değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

Makarna örneklerinin hue° değeri üzerine etkili “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksyonu Şekil 4.5’de gösterilmiştir. Buna göre siyah havuç unu ile hazırlanan makarna örnekleri turuncu havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerine göre daha yüksek hue° değeri göstermiştir. HUİO arttıkça turuncu havuç unu ile hazırlanan makarnaların hue° değerlerinde hafif bir azalma gözlemlenmektedir. Siyah havuç unu kullanılarak hazırlanan örneklerde ise %5 siyah havuç unu kullanımı hue° değerinde

belirgin bir artışa sebep olmuş, diğer HUİO'larında da (%10 ve 15) kontrole göre daha yüksek hue° değerleri vermiştir. PG uygulaması ile hazırlanan siyah havuç unlu makarna örnekleri özellikle %5 HUİO'nda diğer uygulama metotların ile elde edilen örneklere göre daha yüksek hue° değeri göstermiştir.



Şekil 4.5. Glutensiz makarna örneklerinin hue° değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksiyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

Çoğunlukla yüzey rengi ile belirlenen gıda görünümü, tüketicinin gıdayı kabul etmek veya reddetmek için bir araç olarak algıladığı ve kullandığı ilk duyudur (Leon ve ark., 2006). Literatürde kurutulmuş havucun çeşitli ürünlerde kullanılması sonucu ürünlerin renk özelliklerinde meydana gelen değişimlerin incelendiği çeşitli çalışmalar mevcuttur. Lee ve ark. (2003), %0, 10, 20 ve 30 oranında turuncu havuç tozu kullanarak hazırladıkları kızarmış hamur örneklerinin renk değerlerini incelemişler, kontrol örneğe göre havuç tozu ilaveli hamurların L* değerinde azalma, a* ve b* değerlerinde ise artış gözlemlemişlerdir. HUİO arttıkça örneklerin L* değerinde azalmanın a* değerinde ise artışın devam ettiğini bildirmişlerdir.

Bir başka çalışmada, %20 turuncu havuç tozu kullanılarak hazırlanan makarnaların L* değerinde azalma, a* ve b* değerlerinde artış belirlenmiştir (Costa ve ark., 2016).

Carini ve ark. (2012), %20 oranında turuncu havuç tozu kullanarak hazırladıkları yaş makarna örneklerinde kontrol örneğin L*, a* ve b* değerlerini sırasıyla 73.3, 0.5 ve

23.0 olarak, havuç tozu ilavesi ile elde edilen örneğin L^* , a^* ve b^* değerlerini ise 63.2, 15.0 ve 32.0 olarak belirlemişlerdir.

Yine Gull ve ark. (2015), %2, 4, 6, 8 ve 10 oranlarında turuncu havuç posası tozu kullanarak geliştirdikleri makarna örneklerinin L^* değerinde kontrol örneğe göre azalma, a^* ve b^* değerinde ise artış olduğunu bildirmişlerdir.

İnfrared-sıcak hava kombinasyonu ile kurutulan turuncu havuç tozunun kek denemesinde kullanıldığı bir başka çalışmada, turuncu havuç tozu ilave oranı arttıkça (%5, 10, 20 ve 30) kek örneklerinin L^* değerinde giderek azalma gözlemlenirken, a^* ve b^* değerlerinde artış belirlenmiştir (Salehi ve ark., 2016).

Turuncu havuç posası tozunun bisküvi üretiminde kullanıldığı bir çalışmada, havuç posası tozu ilavesinin L^* değerinde düşüşe, a^* değerinde yükselmeye neden olduğu bildirilmiştir (Turksoy ve Ozkaya, 2011).

Marti ve ark. (2013), pirinç makarnası denemesinde, pirince prejelatinizasyon amaçlı uyguladıkları ısı sonucu L^* parlaklık değerinde azalma gözlemlemişlerdir. Yine Sun ve ark. (2018); karabuğday ununa farklı PG işlemleri uygulayarak erişte denemesi gerçekleştirmişlerdir. PG işlemleri (kavurma, buhar uygulaması, kaynatma, ekstrüzyon uygulaması) uygulanan un örneklerinin L^* değerlerinin (73.51-67.75), çığ unun L^* değerine göre (76.58) düştüğünü; a^* ve b^* değerlerinin ise ($a^*=0.91-1.23$, $b^*=14.09-15.36$) çığ unun a^* ve b^* değerlerine göre (-0.05, 12.69) yükseldiğini belirlemişlerdir.

Siyah havuç posası tozu (%3, 6 ve 9 oranlarında pirinç unu ile yer değiştirerek) ve ksantan gam (%0.5) kullanılarak geliştirilen glutensiz pirinç keki denemesinde, kek örneklerinin renk özellikleri incelenmiştir. Siyah havuç tozu kullanılan örneklerin L^* , a^* ve b^* değerinde, kontrol örneğin aynı değerlerine göre ciddi bir azalma gözlemlenmiştir. Siyah havuç tozu ile birlikte ksantan gamın da kullanıldığı örneklerin L^* , a^* ve b^* değerlerindeki düşüş, sadece siyah havuç tozu kullanılan örneklerin L^* , a^* ve b^* değerlerindeki düşüşe göre daha az olmuştur. Kek örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerlerindeki bu azalmanın siyah havuç tozunda mevcut antosiyanin pigmentlerin varlığından kaynaklandığı bildirilmiştir (Singh ve ark., 2016).

Bazrafshan ve ark. (2015), reyhan tohumu tozu ve guar gam kullanarak hazırladıkları kek örneklerinin renk değerlerini incelemişler ve gam kullanımının örneklerin L^* değerinde artışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumu gamın nemi muhafaza etmesi sonucu ürünün yüzeyinin pürüzsüzleşmesi ve ışık yansımalarını etkileyerek parlaklığı pozitif olarak arttırması ile açıklamışlardır.

4.3.2. Glutensiz makarna örneklerinin pişirme testi ve sıklık değeri sonuçları

Makarna örneklerinin pişme testi sonuçları ile sıklık değerleri Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Örneklere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11'de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Ağırlık ve hacim artışı: Makarna örneklerinin ağırlık artışı ve hacim artışı değerleri ortalama 129.10 ± 19.51 ve 128.00 ± 24.58 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Varyans analizi sonuçlarına göre; örneklerin ağırlık artışı ve hacim artışı değeri üzerinde HUÇ, HUİO ve uygulama faktörleri $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca makarna örneklerinin ağırlık artışı değeri üzerinde "HUÇ x HUİO" interaksyonu, "HUÇ x uygulama" interaksyonu ve "HUİO x uygulama" interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunurken; hacim artışı değeri üzerinde "HUÇ x HUİO" interaksyonu, "HUÇ x uygulama" interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde, "HUİO x uygulama" interaksyonu ise $p < 0.05$ düzeyinde önemli olarak bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları HUÇ faktörü açısından değerlendirildiğinde, siyah havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinin ağırlık artışı ve hacim artışı değerleri, turuncu havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinin ağırlık artışı ve hacim artışı değerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.12). Siyah havuç ununun turuncu havuç ununa göre daha yüksek TBL miktarına sahip olması bu sonucun elde edilmesine neden olmuş olabilir (Çizelge 4.5).

Örneklerin hazırlamasında kullanılan havuç unlarının artan ilave oranı, ağırlık ve hacim artışı değerlerinde de artışla sonuçlanmıştır. Havuç unu kullanılmayan makarna örneklerinin ağırlık ve hacim artışı değerleri sırasıyla 120.08 ve 109.17 olarak belirlenirken, en yüksek ilave oranı olan 15 HUİO'nda ağırlık ve hacim artışı değerleri 136.08 ve 139.37 olarak belirlenmiştir. 10 ve 15 HUİO'nına sahip makarna örneklerinin ağırlık ve hacim artışı değerleri arasında hafif bir artış gözlenirse de bu iki oranın sonuçlarının istatistik olarak birbirinden farksız olduğu görülmüştür (Çizelge 4.12). Makarna örneklerinin hazırlanmasında kullanılan havuç unları yer değiştirdikleri mısır ve pirinç unundan oldukça fazla TBL miktarına sahiptir. Ağırlık ve hacim artışındaki bu yükseliş literatürde yüksek su afinitesine sahip olan havuç lifinin formulasyondaki miktarının artmasıyla makarnanın daha fazla su bağlamasına neden olmasıyla açıklanmıştır (Shere ve ark., 2018).

Sonuçlar uygulama faktörü açısından değerlendirildiğinde en fazla ağırlık ve hacim artışı değerleri, yalnızca gam uygulaması ile elde edilen makarna örneklerinde belirlenirken, bunu yalnızca PG ile elde edilen örnekler takip etmiş ve en düşük ağırlık ve hacim artışı değerlerini ise PG+Gam uygulaması ile elde edilen makarna örnekleri vermiştir (Çizelge 4.12). Gam veya hidrokoloidler, bir su ortamında dağıldıklarında yapı oluşturucu, stabilize edici ve emülsüfiye edici madde olarak işlev görmelerini

Çizelge 4.10. Glutensiz makarna örneklerine ait pişme testi ve sıklık değeri sonuçları

HUÇ	Uygulama	HUİO (%)	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGMM (%)	Sıklık (g)
Turuncu	Gam	0	134.25±1.36	138.00±2.29	6.72±1.07	56.84±0.27
		5	141.60±3.75	143.00±2.53	8.15±0.42	61.60±0.06
		10	149.23±1.32	148.00±4.86	8.34±0.34	62.81±0.47
		15	150.00±2.67	150.00±3.03	8.65±0.34	65.99±0.07
	PG	0	115.80±1.29	99.00±4.54	4.77±1.08	56.35±0.42
		5	113.26±1.43	125.00±4.70	4.62±0.93	62.18±0.07
		10	118.65±3.30	128.00±3.03	5.53±0.70	65.89±0.50
		15	122.36±3.76	130.00±3.80	5.35±0.69	69.26±0.07
	PG+Gam	0	108.50±3.08	88.00±6.11	4.31±0.95	57.32±0.43
		5	98.50±3.18	90.00±5.70	4.56±0.83	68.05±0.32
		10	101.85±3.14	105.00±3.95	4.69±0.46	80.83±0.09
		15	101.15±1.65	110.00±4.54	4.81±0.76	82.46±0.62
Siyah	Gam	0	136.55±4.70	140.00±2.04	6.71±0.25	56.84±0.43
		5	150.25±4.43	160.00±6.10	8.87±1.02	118.59±0.40
		10	164.05±3.99	165.00±3.48	9.20±0.90	104.49±0.78
		15	170.23±3.01	180.00±3.45	10.34±0.93	88.06±0.09
	PG	0	115.90±2.53	100.00±1.73	4.76±1.05	56.35±0.27
		5	128.90±4.60	130.00±3.96	5.26±0.94	130.99±0.44
		10	140.50±2.91	140.00±3.04	5.90±0.94	113.95±0.12
		15	140.95±2.98	140.00±2.04	6.84±0.69	99.67±0.47
	PG+Gam	0	109.50±3.56	90.00±2.83	4.32±0.75	57.32±0.27
		5	125.30±3.32	115.00±2.83	4.92±0.98	146.17±0.78
		10	129.35±4.38	130.00±4.99	4.85±0.85	149.33±0.71
		15	131.80±3.28	128.00±2.80	4.74±1.01	139.75±1.05
Minimum-maksimum			98.50-170.23	88.00-180.00	4.31-10.34	56.35-149.33
Ortalama±std			129.10±19.51	128.00±24.58	6.13±1.83	85.46±31.74

Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, SGMM: Suya geçen madde miktarı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması.

Çizelge 4.11. Makarna örneklerinin pişme testi ve sıklık değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Ağırlık artışı		Hacim artışı		SGMM		Sıklık	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
HUÇ (A)	1	2949.41	282.06**	2241.3	148.24**	3.2013	4.88*	18559.8	72360.21**
HUİO (B)	3	645.14	61.70**	2222.0	146.96**	5.0727	7.73**	4478.5	17460.49**
Uygulama (C)	2	5513.53	527.26**	8656.0	572.50**	62.2984	94.97**	1881.0	7333.59**
AXB	3	301.93	28.87**	198.90	13.15**	0.5456	0.83ns	2554.8	9960.40**
AXC	2	107.75	10.30**	134.30	8.88**	0.5264	0.80ns	451.2	1759.31**
BXC	6	60.44	5.78**	80.00	5.29*	1.1487	1.75ns	268.9	1048.28**
AXBXC	6	20.14	1.93ns	37.20	2.46ns	0.1928	0.29ns	65.4	254.80**

*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, HUİO: Havuç unu ilave oranı, HUÇ: Havuç unu çeşidi, SGMM: Suya geçen madde miktarı

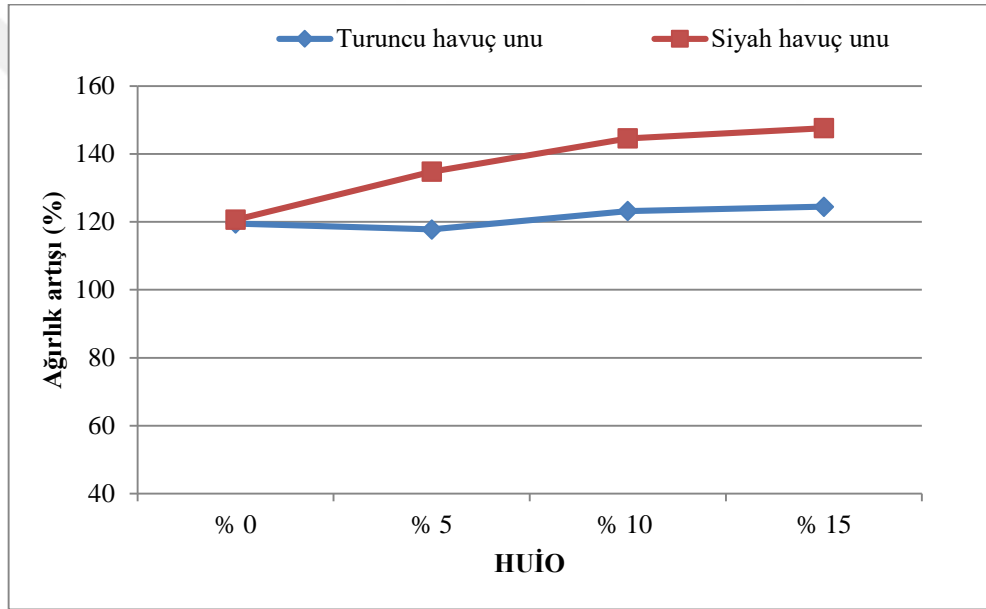
Çizelge 4.12. Makarna örneklerinin pişme ve sıklık değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Faktör	n	Ağırlık artışı (%)	Hacim artışı (%)	SGMM (%)	Sıklık (g)
HUÇ					
Turuncu	24	121.26±18.17b	121.17±21.89b	5.88±1.69b	65.80±8.35b
Siyah	24	136.94±17.72a	134.83±25.45a	6.40±2.09a	105.13±33.73a
HUIO (%)					
0	12	120.08±11.92c	109.17±22.66c	5.26±1.28b	56.84±0.49d
5	12	126.30±18.08b	127.17±23.09b	6.06±1.93ab	97.90±36.5a
10	12	133.94±21.32a	136.00±19.58a	6.42±1.89a	96.22±31.56b
15	12	136.08±22.71a	139.67±22.87a	6.79±2.26a	90.86±25.70c
Uygulama					
Gam	16	149.52±12.39a	153.00±14.17a	8.37±1.30a	76.90±23.04c
PG	16	124.54±10.94b	124.00±15.71b	5.38±0.94b	81.83±27.96b
PG+Gam	16	113.24±13.28c	107.00±16.59c	4.65±0.65b	97.65±39.06a

Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05). HUIO: Havuç unu ilave oranı, HUÇ: Havuç unu çeşidi, SGMM: Suya geçen madde miktarı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması.

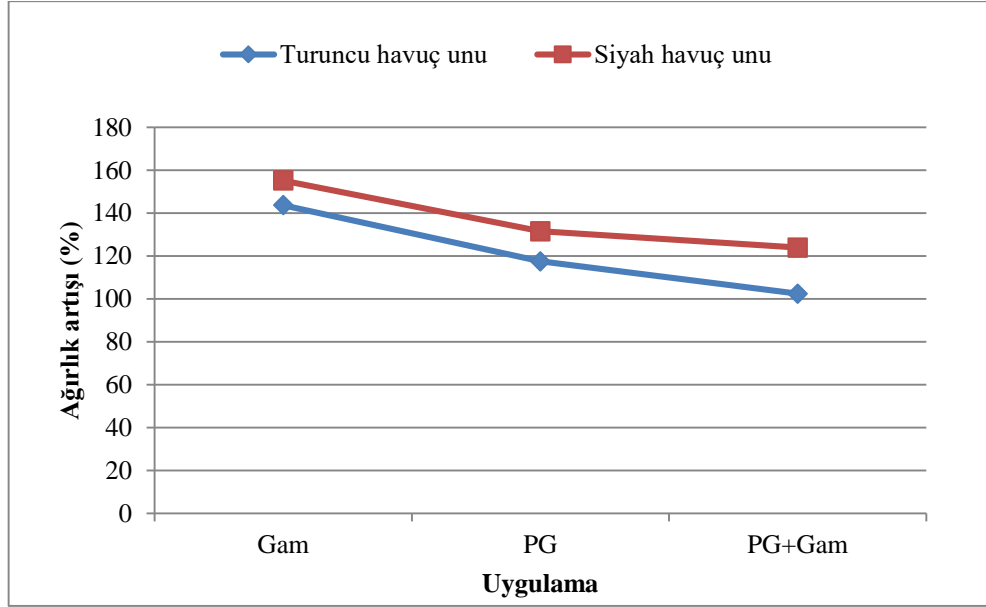
sağlayan yoğunlaştırıcı veya viskozite üreten etkiye sahiptir (Glicksman, 1969). Su bağlama yetenekleri sayesinde gıamlar, makarnanın hidrasyon oranını artırır (Yu, 2003).

Makarna örneklerinin ağırlık artışı üzerinde etkili “HUÇ x HUİO” interaksyonu Şekil 4.6’da verilmiştir. Buna göre siyah havuç unu ilaveli makarna örneklerinin ağırlık artışı değerleri turuncu havuç unu ilaveli makarna örneklerinden fazla çıkmıştır. Siyah havuç unu ilave oranı arttıkça makarna örneklerinin de ağırlık artışı değerleri artmış ancak bu artışın turuncu havuç unu ilaveli örneklerde çok daha yavaş olduğu izlenmiştir. Siyah havuç ununun TBL miktarının turuncu havuç ununun TBL miktarına göre yaklaşık 1.5 kat daha fazla olması bu sonuçta etkili olmuş olabilir (Çizelge 4.5).



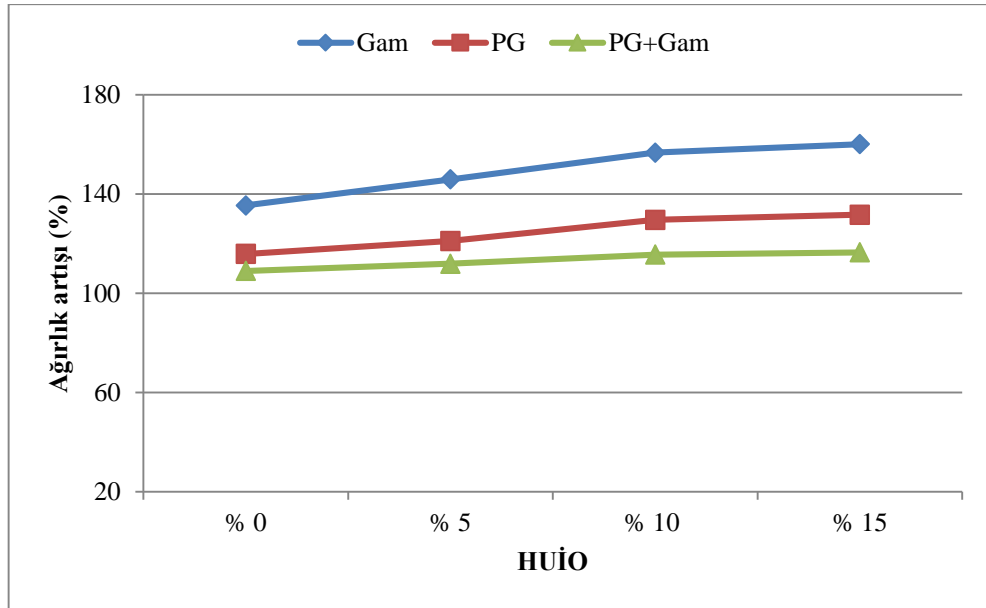
Şekil 4.6. Glutensiz makarna örneklerinin ağırlık artışı değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUİO” interaksyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı)

Makarna örneklerinin ağırlık artışı üzerinde etkili “HUÇ x uygulama” interaksyonu Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Yukarıda bahsedildiği gibi siyah havuç unu ile hazırlanan makarna örnekleri turuncu havuç unu ile hazırlanan örneklere göre daha fazla ağırlık artışı değeri göstermiştir. Her iki havuç unu çeşidi için de yalnızca gam uygulaması ile hazırlanan makarna örnekleri en yüksek ağırlık artışı değerini vermiş bunu sırasıyla PG uygulaması ve en düşük ağırlık artışı değeriyle PG+Gam uygulaması takip etmiştir.



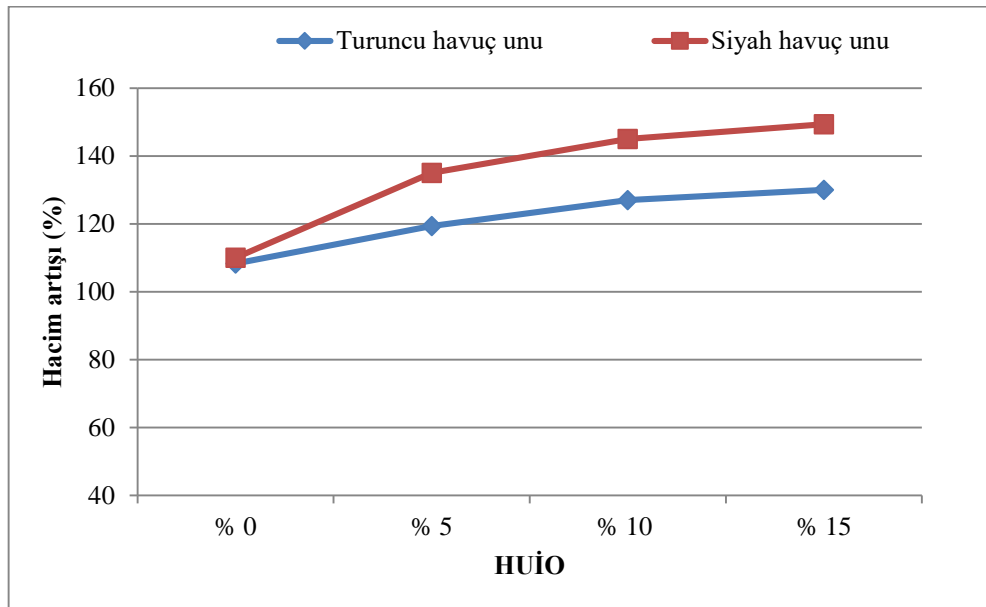
Şekil 4.7. Glutensiz makarna örneklerinin ağırlık artışı değerleri üzerinde etkili “HUÇ x uygulama” interaksyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

Örneklerin ağırlık artışı değeri üzerine etkili “HUİO x uygulama” interaksyonu ise Şekil 4.8’de verilmiştir. Buna göre tüm uygulamalar için HUİO artmasıyla örneklerin ağırlık artışı değeri de artmıştır. Gam uygulaması makarna örneklerinin ağırlık artışı değerinde en yüksek değerlerin elde edilmesine neden olmuş, PG+Gam uygulaması ağırlık artışı değerinde diğer uygulama metotlarını göre daha düşük sonuçlar vermiştir. Ayrıca sadece gam uygulaması ile üretilen makarna örneklerinde HUİO arttıkça ağırlık artışı değerlerinde diğer uygulamalara göre daha fazla artış gözlenmiştir.



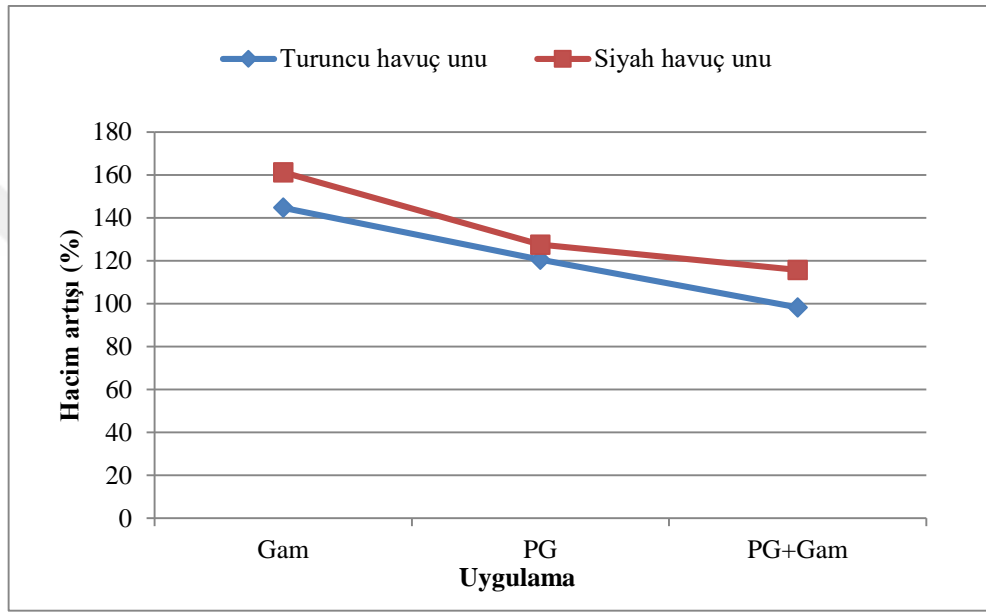
Şekil 4.8. Glutensiz makarna örneklerinin ağırlık artışı değerleri üzerinde etkili “HUİO x uygulama” interaksyonu. (HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

Makarna örneklerinin hacim artışı üzerinde etkili “HUÇ x HUİO” interaksyonu Şekil 4.9’da verilmiştir. Makarna örneklerinin hacim artışı değerleri HUİO’nun artmasıyla artış göstermiş ancak bu artış siyah havuç unu ilaveli örneklerde turuncu havuç unu ilaveli örneklere göre daha fazla olmuştur.



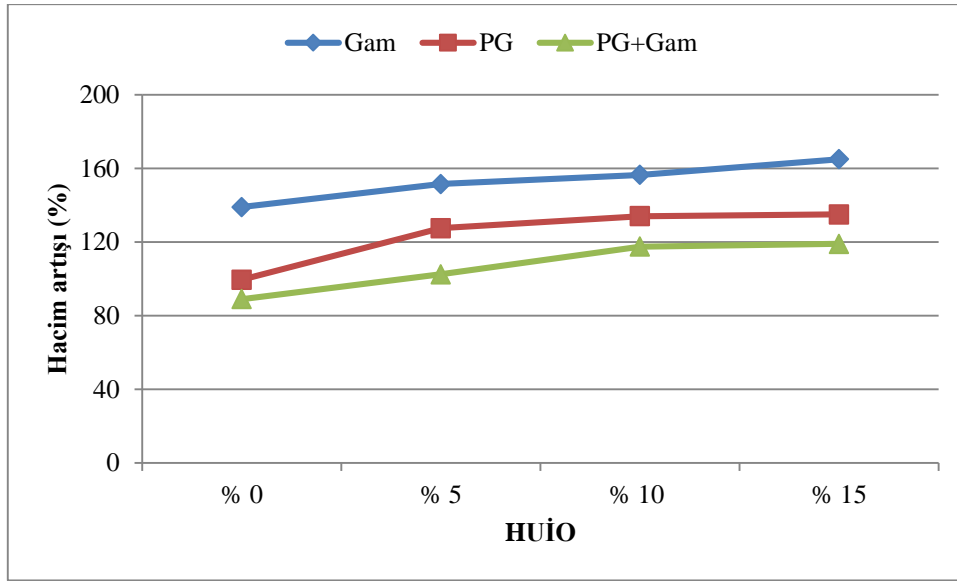
Şekil 4.9. Glutensiz makarna örneklerinin hacim artışı değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUİO” interaksyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı)

Makarna örneklerinin hacim artışı değeri üzerine etkili “HUÇ x uygulama” interaksyonu Şekil 4.10’da gösterilmiştir. Tüm uygulama metotları için siyah havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinin hacim artışı değeri turuncu havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinin hacim artışı değerine göre daha fazla bulunmuştur. Gam uygulaması makarna örneklerinin hacim artışı değerlerinde en yüksek sonuçların elde edildiği uygulama olmuş bunu sırasıyla yalnızca PG ve PG+Gam uygulamaları takip etmiştir.



Şekil 4.10. Glutensiz makarna örneklerinin hacim artışı değerleri üzerinde etkili “HUÇ x uygulama” interaksyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

Örneklerin hacim artışı değeri üzerinde etkili bulunan “HUİO x uygulama” interaksyonu Şekil 4.11’de verilmiştir. Buna göre; tüm uygulama metotları için artan HUİO makarna örneklerinin hacim artışı değerlerinde artışa yol açarken en fazla artış yalnızca gam uygulaması ile hazırlanan makarna örneklerinde gözlemlenmiştir. PG+Gam uygulaması en düşük hacim artışı değerini vermiştir.



Şekil 4.11. Glutensiz makarna örneklerinin hacim artışı değerleri üzerinde etkili “HUİO x uygulama” interaksyonunu. (HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

SGMM: Glutensiz makarna örneklerinin *SGMM* %4.31 ile %10.34 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.10). Örneklerin *SGMM* değerleri üzerinde HUÇ $p < 0.05$, HUİO ve uygulama faktörleri $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Pişme kaybı olarak da ifade edilebilen *SGMM* genel olarak pişme performansının bir göstergesi olarak kullanılır. Bu, makarnanın pişirilmesi sırasında dağılmaya karşı bir direnç indeksi olarak kabul edilir (Matsuo ve ark., 1992). Düşük *SGMM* yüksek kalitedeki makarnayı gösterir (Del Nobile ve ark., 2005).

Siyah havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinin *SGMM* (%6.40), turuncu havuç unu ile hazırlanan örneklerin *SGMM*'na (%5.88) göre daha fazla olmuştur (Çizelge 4.12). Literatürde bu durum yüksek lif içeriğinin nişasta ağında zayıflamaya yol açtığı ve makarnada *SGMM* miktarının artması ile sonuçlanacağı şeklinde yorumlanmıştır (Marti ve ark., 2010). Böylece siyah havuçunun turuncu havuç ununa göre daha fazla lif içermesi (Çizelge 4.5) siyah havuç unundan hazırlanan makarna örneklerinde daha fazla *SGMM* değeri elde edilmesine neden olmuş olabilir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları HUİO açısından değerlendirildiğinde; %10-15 arasında havuç unu kullanımı *SGMM*'nda önemli ($p < 0.01$) artışa neden olmuştur. Literatürde makarnadaki bu pişme kaybı artışı; havuçta bulunan liflerin daha fazla hidrasyon eğilimi nedeniyle makarna içindeki düzensiz su dağılımı sonucu meydana gelmiş olabileceği şeklinde açıklanmıştır (Costa ve ark.,2016). Bu artış aynı zamanda, lifin varlığından kaynaklı nişasta ağının zayıflaması ile de alakalıdır (Cabrera-

Chávez ve ark., 2012).

Uygulama faktörü glutensiz makarna örneklerinin SGMM değerleri üzerinde etkili olmuş; yalnızca gam uygulaması ile hazırlanan örnekler en yüksek SGMM değerini vermiştir. PG ve PG+Gam uygulaması ile elde edilen örneklerin SGMM değerleri istatistiki olarak fark göstermeden birbirine yakın sonuçlar vermiştir (Çizelge 4.12). Literatürde PG işleminin amiloz ve/veya amilopektinin yeniden birleşmesine bağlı olarak nişasta moleküllerinde sertliğin artmasına neden olduğu ve böylece suda çözünen madde oluşumunun azaldığı bildirilmiştir (Lai ve Cheng, 2004).

Sıklık: Glutensiz makarna örneklerine ait sıklık değerlerinin ortalaması 85.46 ± 31.74 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10). HUÇ, HUİO ve uygulama faktörleri ile “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksyonu, makarna örneklerinin sıklık değeri üzerinde önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.11).

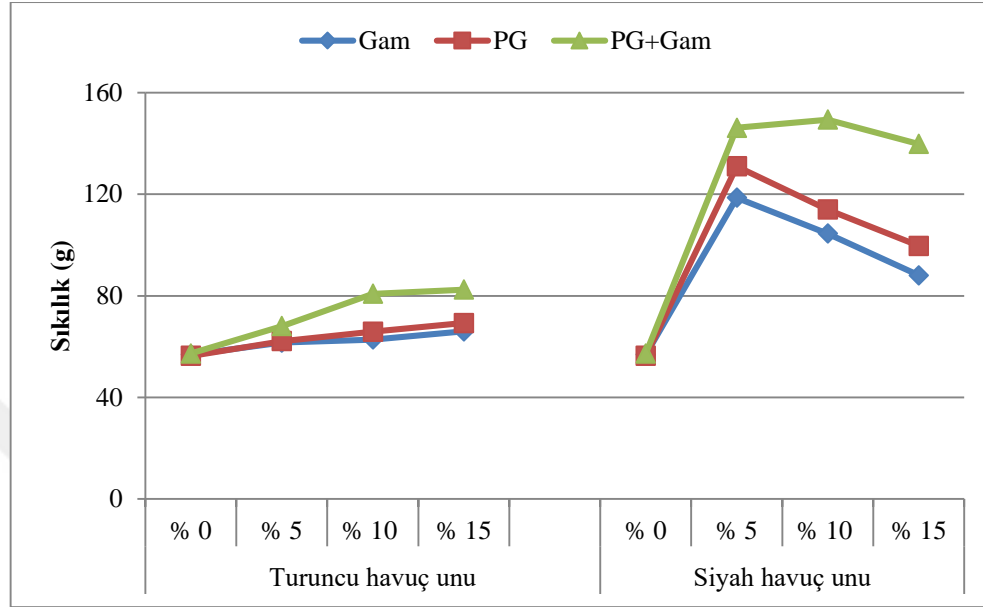
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; HUÇ örneklerin sıklık değeri üzerinde önemli bir farklılık göstermiş olup siyah havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinin sıklık değeri (105.13 g), turuncu havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinin sıklık değerinden (65.80 g) daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.12). Sıklık değeri makarna tekstüründe önemli bir parametredir ve kaliteli bir makarna yüksek derecede sıklığa sahip olmalıdır. Makarna sıklığı pişirme işlemi sırasında nişasta granüllerinin hidrasyonu ile ilgilidir.

Makarna örneklerinin %0, 5, 10 ve 15 HUİO’ndaki sıklık değerleri sırasıyla 56.84, 97.90, 96.22 ve 90.86 g şeklinde belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Havuç unu ilavesi makarnaların sıklık değerlerinde artış sağlamıştır. Örnekler arasında en yüksek sıklık değerini %5 HUİO’nına sahip olanlar vermiştir.

Uygulama faktörünün makarna örneklerinin sıklık değeri üzerinde anlamlı bir etkisi olmuş buna göre; yalnızca gam uygulaması ile elde edilen makarna örnekleri en düşük sıklık değerini (76.90 g) verirken, PG+Gam uygulaması ile elde edilen makarna örnekleri en fazla sıklık değeri (97.65 g) gösteren örnek grubu olmuştur (Çizelge 4.12). PG un ve nişastalar, ürün geliştirme için kullanıldığında sert ve kararlı bir yapı sağlarlar (Cunin ve ark., 1995) ve PG daha sıkı gıda dokusuna neden olur (Hsu ve ark., 2000).

Glutensiz makarna örneklerinin sıklık değerleri üzerine etkili ($p < 0.01$) “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksyonu Şekil 4.12’de gösterilmiştir. Siyah havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinin sıklık değeri turuncu havuç unu ile hazırlanan örneklerden daha fazla bulunmuştur. HUİO arttıkça turuncu havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinin sıklık değerlerinde de artış gözlemlenmiş, siyah havuç unu ilaveli

makarna örneklerinde %5 HUİO'ndan sonra sıklık değerinde bir azalma meydana gelmiştir. Her iki havuç çeşidi ile elde edilen makarna örneklerinde de en fazla sıklık değeri PG+Gam uygulaması ile elde edilen örneklerde belirlenmiştir.



Şekil 4.12. Glutensiz makarna örneklerinin sıklık değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksyonunu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

Costa ve ark. (2016), %10 ve 20 oranlarında havuç tozu ilave ederek hazırladıkları makarna örneklerinde kontrol örneğe göre SGMM değerlerinde artış, gözlemlemişlerdir. SGMM değeri kontrol örnekte %6.43 olarak, %10 ve 20 havuç tozu ilaveli makarna örneklerinde ise sırasıyla %7.88 ve 11.71 olarak belirlenmiştir.

Havuç posası ilave edilerek hazırlanan makarna denemesinde, örneklerin ağırlık artışı değerinde havuç posası ilavesiyle yükselme belirlenmiştir (Gull ve ark., 2016).

Shere ve ark. (2018), %10, 20, 30, 40 ve 50 oranında havuç püresi kullanarak instant erişte denemesi yapmışlardır. Havuç püresi ilave oranı arttıkça buğday unu kullanılan kontrol gruba göre örneklerin ağırlık artışı değerlerinde artış (%215.20, 221.0, 232.7, 245.4 ve 250.5), pişme kaybı değerlerinde ise azalma (%14.33, 13.92, 9.99, 8.87, 8.74 ve 5.07) izlenmiştir.

Marti ve ark. (2013), doğal pirinç unu, PG pirinç unu ve yarı haşlanmış pirinç unu ile hazırladıkları glutensiz makarna örneklerini kıyasladıkları bir çalışmada örneklerin tekstürel ve pişme özelliklerini incelemişlerdir. Önceden PG edilmiş pirinç unlarından elde edilen makarna örneklerinin işlem görmeyen pirinç unundan elde edilen

makarnalara göre pişme kaybı ve su absorpsiyonlarının daha az, sıklık değerlerinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Farklı oranlarda PG edilmiş mısır nişastası ve farklı gamların glutensiz makarna üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada; mısır nişastası %40, 60 ve 80 oranında PG edilmiş ve glutensiz makarna örnekleri elde edilmiştir. En iyi pişme ve duyusal özelliği gösteren örnek %80 oranında PG mısır nişastası içeren makarna örneği olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında seçilen PG oranı ile gam uygulaması (%3) denemeleri yapılmıştır. Sadece PG uygulanmış makarna örneğinin pişme kaybı değeri %23.8 olarak belirlenirken, PG +ksantan gam uygulaması ile hazırlanan örneklerde bu değer %20 olarak belirlenmiştir. Hem PG hem gam uygulaması ile elde edilen örnekler en iyi pişme özelliğine sahip örnekler olmuştur (Yalcın ve Basman, 2008).

PG pirinç unu ve guar gam uygulamasının makarnanın tekstürel özelliklerine etkisinin incelendiği bir başka çalışmada, PG uygulaması ile hazırlanan makarna örneklerinin sıklık değerleri kontrol örneğe göre yüksek bulunmuş; PG +guar gam uygulaması ile hazırlanan örnekler ise en yüksek sıklık değerini vermiştir (Raina ve ark., 2005).

Lee ve ark. (2002), %0, 2.5, 5 ve 10 oranlarında bal kabağı tozu kullanarak hazırladıkları Asya eriştelerinin pişme özelliklerini inceledikleri bir çalışmada; bal kabağı tozu oranı arttıkça (%0, 2.5, 5 ve 10), ağırlık artışı (% 101, 118, 147 ve 115) ve hacim artışı (% 120, 151, 168 ve 148) değerlerinde yükselme gözlemlenmiştir.

4.3.3. Glutensiz makarnalara ait kimyasal analiz sonuçları

Glutensiz makarnalara ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14’de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.15’de gösterilmiştir.

Kül: Makarna örneklerinin kül miktarı %1.02 ile %1.87 arasında değişmiştir (Çizelge 4.13). HUİO ve uygulama faktörleri ile “HUİO x uygulama” interaksyonu makarna örneklerinin kül miktarı üzerinde önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Duncan çoklu karşılaştırılma testine göre beklenildiği gibi siyah havuç unu ilave edilen örneklerin kül miktarı ile turuncu havuç unu ilave edilen örneklerin kül miktarı arasında istatistiksel olarak bir fark gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.13. Glutensiz makarna örneklerinin kimyasal analiz sonuçları

HUÇ	Uygulama	HUİO (%)	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	TBL (%)
Turuncu	Gam	0	1.04±0.01	12.38±0.03	1.91±0.23	8.49±0.40
		5	1.23±0.01	12.15±0.02	1.93±0.16	9.70±0.40
		10	1.56±0.04	11.86±0.06	1.96±0.23	10.23±0.48
		15	1.87±0.01	11.71±0.05	1.99±0.34	12.75±0.71
	PG	0	1.02±0.00	12.42±0.01	1.95±0.24	6.71±0.35
		5	1.13±0.02	12.16±0.06	1.98±0.31	7.88±0.90
		10	1.32±0.02	11.89±0.01	2.00±0.27	8.85±0.16
		15	1.63±0.02	11.71±0.02	2.03±0.28	10.03±0.50
	PG+Gam	0	1.05±0.01	12.37±0.02	1.90±0.27	8.55±0.37
		5	1.28±0.04	12.13±0.04	1.92±0.18	9.96±0.16
		10	1.54±0.06	11.87±0.02	1.95±0.13	11.01±0.28
		15	1.85±0.05	11.70±0.01	1.98±0.37	12.14±0.18
Siyah	Gam	0	1.04±0.01	12.38±0.05	1.89±0.21	8.78±0.20
		5	1.18±0.07	12.17±0.03	1.95±0.18	9.97±0.40
		10	1.60±0.00	11.88±0.01	1.98±0.10	12.32±0.43
		15	1.87±0.02	11.70±0.03	2.02±0.28	14.08±0.55
	PG	0	1.02±0.00	12.40±0.04	1.93±0.18	6.52±0.29
		5	1.15±0.03	12.18±0.01	1.99±0.18	7.98±0.40
		10	1.36±0.04	11.90±0.02	2.04±0.17	9.65±0.44
		15	1.64±0.03	11.71±0.01	2.07±0.14	11.68±0.24
	PG+Gam	0	1.04±0.00	12.36±0.02	1.92±0.11	8.86±0.34
		5	1.31±0.03	12.16±0.04	1.96±0.20	10.21±0.34
		10	1.56±0.00	11.91±0.03	1.99±0.30	12.61±0.65
		15	1.84±0.00	11.74±0.02	2.03±0.21	14.59±0.48
Minumum-maksimum			1.02-1.87	11.70-12.42	1.89-2.07	6.52-14.50
Ortalama±std			1.38±0.30	12.03±0.26	1.97±0.05	10.13±2.12

Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, TBL: Toplam besinsel lif miktarı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması.

Çizelge 4.14. Makarna örneklerinin kül, protein, yağ ve TBL değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Kül		Protein		Yağ		TBL	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
HUÇ (A)	1	0.00031	0.34ns	0.00238	2.17ns	0.00607	0.11ns	9.9919	52.29**
HUİO (B)	3	1.27831	1403.13**	1.06415	969.54**	0.02339	0.44ns	46.2664	242.12**
Uygulama (C)	2	0.11625	127.60**	0.00151	1.38ns	0.01023	0.19ns	26.6099	139.25**
AXB	3	0.00086	0.94ns	0.00052	0.47ns	0.00127	0.02ns	2.2510	11.78**
AXC	2	0.00050	0.54ns	0.00035	0.32ns	0.00070	0.01ns	0.3368	1.76ns
BXC	6	0.01582	17.37**	0.00077	0.70ns	0.00008	0.00ns	0.1398	0.73ns
AXBXC	6	0.00053	0.58ns	0.00012	0.11ns	0.00010	0.00ns	0.1701	0.89ns

**p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, TBL: Toplam besinsel lif miktarı, HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı

Çizelge 4.15. Makarna örneklerinin kül, protein, yağ ve TBL değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

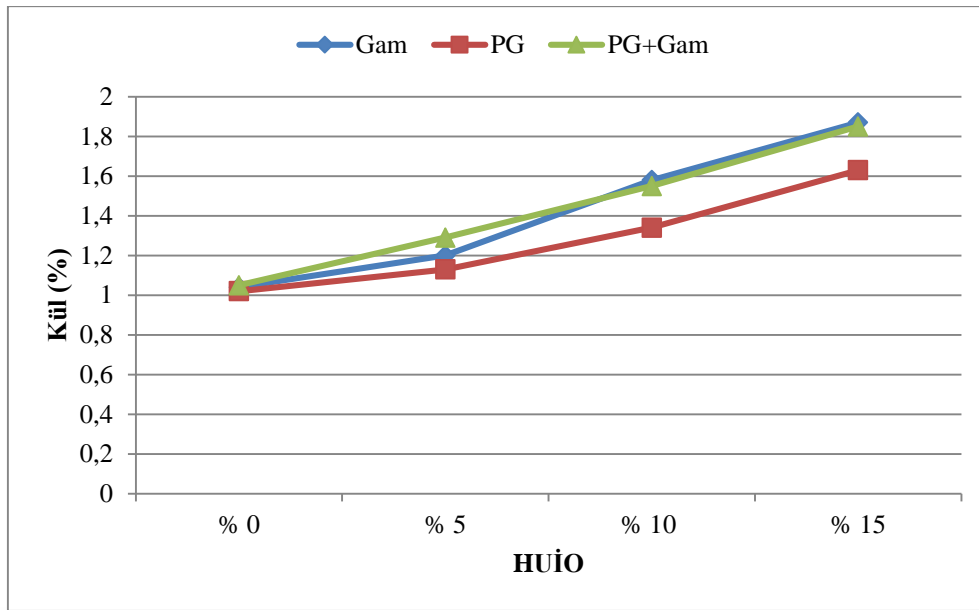
Faktör	n	Kül (%)	Protein (%)	Yağ (%)	TBL (%)
HUÇ					
Turuncu	24	1.37±0.30a	12.02±0.27a	1.96±0.19a	9.69±1.73b
Siyah	24	1.38±0.30a	12.04±0.26a	1.98±0.15a	10.60±2.44a
HUİO (%)					
0	12	1.03±0.01d	12.39±0.03a	1.92±0.16a	7.99±1.05d
5	12	1.21±0.08c	12.16±0.03b	1.96±0.16a	9.28±1.07c
10	12	1.49±0.12b	11.89±0.03c	1.99±0.16a	10.78±1.46b
15	12	1.78±0.11a	11.71±0.02d	2.02±0.21a	12.54±1.62a
Uygulama					
Gam	16	1.42±0.34a	12.03±0.27a	1.95±0.17a	10.79±1.98a
PG	16	1.28±0.24b	12.05±0.28a	2.00±0.17a	8.66±1.72b
PG+Gam	16	1.43±0.31a	12.03±0.26a	1.96±0.18a	10.99±1.99a

Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar birbirinden farklıdır ($p<0.05$). TBL: Toplam besinsel lif miktarı, HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması.

Makarna formulasyonunda HUİO artmasıyla makarna örneklerinin kül miktarında da artış gözlemlenmiştir. En yüksek HUİO'da (%15), en yüksek kül miktarı (%1.78) elde edilmiştir (Çizelge 4.15). Hiç havuç unu ilave edilmeyen örneklerin kül miktarı %1.03 olarak belirlenmiştir. Havuç unu ilavesiyle kül miktarında gerçekleşen bu artış oldukça dikkat çekici bulunmuştur. Örneklerin hazırlanmasında pirinç:mısır unu paçalı ile yer değiştirerek kullanılan havuç unlarının kül miktarının daha yüksek olması bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuş olabilir (Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.15).

Sonuçlar uygulama faktörü açısından değerlendirildiğinde, %3 oranında guar gam ilave edilerek hazırlanan örneklerin kül miktarı yalnızca PG uygulaması ile hazırlanan örneklerinin kül miktarından yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.15). Guar gamın toplam kül miktarını Kays ve ark. (2006), %3.05 ile 3.52 arasında, Ahmed ve ark. (2006), %4.5 ile 5.5 arasında tespit etmişlerdir. Gam kullanılan örneklerdeki kül miktarının, gam kullanılmayan örneklerin kül miktarından fazla bulunması guar gamın kül miktarınca zengin olmasından kaynaklanmış olabilir.

Şekil 4.13'de gösterilen "HUİO x uygulama" interaksiyonu makarna örneklerinin kül miktarı üzerinde önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Buna göre örneklerin tamamı için HUİO arttıkça kül miktarında artış gözlemlenmiştir. Yalnızca prejelatinizasyon uygulaması ile hazırlanan makarna örneklerinin kül miktarı Gam ve Pg+Gam uygulaması ile hazırlanan örneklere göre daha düşük kül miktarı vermiştir. %10 HUİO'dan sonra yalnızca PG ve PG+Gam kullanılarak üretilen makarna örneklerinin kül miktarları birbirine çok yakın bulunmuştur.



Şekil 4.13. Glutensiz makarna örneklerinin kül değerleri üzerinde etkili “HUİO x uygulama” interaksiyonu. (HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

Protein: Glutensiz makarna örneklerinin ortalama protein miktarı 12.03 ± 0.26 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13). Varyans analizi sonuçlarına göre HUİO faktörü makarna örneklerinin protein miktarı üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

HUÇ faktörünün örneklerin protein miktarı üzerinde etkili olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.15). Hammadde analizlerinde turuncu havuç unu ile siyah havuç ununun protein miktarı arasında istatistiki olarak önemli bir fark tespit edilmemiş (Çizelge 4.5) ve bu durum havuç unları ile hazırlanan makarna örneklerine de yansımıştır.

Glutensiz makarna formülasyonunda artan oranda havuç unu kullanılması örneklerin protein miktarında düşüşe sebep olmuştur. Hiç havuç unu kullanılmayan makarna örneklerinde 12.38 olan protein miktarı, 15 HUİO’nda 11.71 ’e düşmüştür (Çizelge 4.15). Havuç unları makarna formülasyonunda mısır:pirinç unu paçalı ile yer değiştirmiştir. Turuncu ve siyah havuç unlarının protein miktarının mısır ve pirinç unlarının protein miktarından az olması bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuş olabilir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları uygulama faktörü açısından değerlendirildiğinde makarna örneklerinin protein miktarı üzerinde etkili olmadığı ve üç

farklı uygulama metoduna göre üretilen makarnaların protein miktarlarının da aynı grupta yer aldığı görülmüştür.

Yağ: Makarna örneklerinin ortalama yağ miktarları %1.92 ile 2.02 arasında değişmiştir (Çizelge 4.13). Denemede kullanılan faktörler makarna örneklerinin yağ miktarı üzerinde istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Sonuçlar HUIO açısından değerlendirildiğinde; %0, 5, 10 ve 15 HUIO'nda örneklerin yağ miktarı sırasıyla %1.92, 1.96, 1.99 ve 2.02 olarak bulunmuş ve artan HUIO'nun yağ miktarında hafif bir artışa sebep olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15). Ancak bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

TBL: Farklı havuç unları ve üretim metotları kullanılarak hazırlanan makarna örneklerinin TBL miktarı ortalama 10.13 ± 2.12 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13). HUÇ, HUIO ve uygulama faktörleri ile "HUÇ x HUIO" interaksiyonu makarna örneklerinin TBL miktarı üzerinde önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.14).

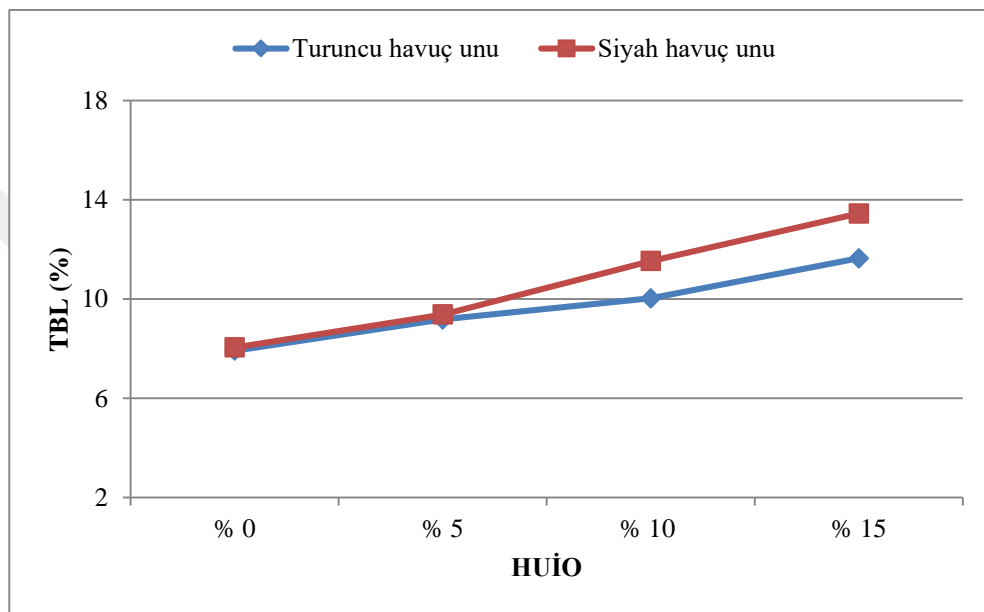
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre siyah havuç unu ilaveli makarna örnekleri turuncu havuç unlu makarna örneklerine göre daha yüksek TBL miktarı vermiştir (Çizelge 4.15). Siyah havuç ununun TBL miktarının (%42.92), turuncu havuç ununun TBL miktarına (%29.27) göre yaklaşık 1.5 kat yüksek olması bu sonuca neden olmuş olabilir (Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.15).

Sonuçlar HUIO açısından karşılaştırıldığında, beklenildiği gibi artan HUIO ile birlikte makarna örneklerinin TBL miktarı artmıştır. Hiç havuç unu kullanılmayan makarna örneklerinde %7.99 olan TBL miktarı, %15 HUIO'nda %12.54'e ulaşmıştır (Çizelge 4.15). Yaklaşık 1.5 katlık bir artış gerçekleşmiştir. Bu sonuç havuç ununun makarnanın besinsel lif açısından zenginleştirilmesi için alternatif bir kaynak olabileceğini ortaya koymaktadır.

Glutensiz makarna üretiminde sadece gam, sadece PG ve PG+Gam kombinasyonu uygulamaları kullanıldığında makarna örneklerinde sırasıyla %10.79, 8.66 ve 10.99 TBL miktarları belirlenmiştir (Çizelge 4.15). Gam içeren örneklerin TBL miktarı sadece PG uygulanan örneklerden tahmin edildiği gibi yüksek bulunmuştur. Guar gam; *Cyamopsis tetragonolobus L.*'un endosperm kısmının öğütülmesi ile elde edilen, besinsel liflerin en bilinenlerinden olan jel formunda bir galaktomandır (Goldstein ve ark., 1973). Guar tohumu endospermi, çeşitli gıda ürünlerinde stabilizatör, emülgatör ve koyulaştırıcı olarak kullanılan ve TBL'in çözünebilir besinsel lif bölümüne katkıda bulunan suda çözünür bir gam kaynağıdır. TBL ve çözünür besinsel lifin tohum kuru ağırlığının sırasıyla % 52-58 ve 26-32'sini oluşturduğu bildirilmiştir

(Kays ve ark., 2006). Robin ve ark. (2012); guar gamın TBL miktarının %80-90 civarında olduğunu bildirmişlerdir.

Makarna örneklerinin TBL miktarı üzerine önemli ($p<0.01$) bulunan “HUÇ x HUİO” interaksyonu Şekil 4.14’de verilmiştir. Buna göre turuncu ve siyah havuç kullanımı makarna örneklerinin TBL miktarlarında artışa neden olmuştur. HUİO artmasıyla birlikte TBL miktarlarında da artış gözlemlenmiş olup bu artış siyah havuç unu ile elde edilen makarna örneklerinde daha fazladır.



Şekil 4.14. Glutensiz makarna örneklerinin TBL değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUİO” interaksyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, TBL:Toplam besinsel lif)

TBL sonuçları tüm faktörler açısından birlikte değerlendirildiğinde, yüksek oranda siyah havuç unu kullanımı ile birlikte gam kullanımının en yüksek TBL miktarının elde edilmesini sağladığı görülmektedir. Besinsel lif, insan sindirim yolunun endojen salgıları tarafından parçalanmadan kaçan bitki polisakkaritleri ve ligninin toplamı olarak tanımlanmıştır (Trowell, 1976). Besinsel lifin eksikliği, ateroskleroz, diyabet, kolon kanseri ve divertikülit dahil olmak üzere çeşitli hastalıklar ile ilişkilendirilmiştir (Spiller, 1986; Vahouny ve Kritchevsky, 1982). Glutensiz diyetle ilişkili yaygın eksikliklerden biri de lif eksikliğidir, çünkü glutensiz ürünler genellikle zenginleştirilmemiş/takviye edilmemiş ve sıklıkla rafine edilmiş un veya nişastadan yapılırlar (Stojceska ve ark., 2010). Havuç ve kabak (besinsel lif ve karotenoidler) gibi bitkisel kökenli gıdalar, önemli kimyasal bileşenlerin ve fonksiyonel maddelerin iyi bir kaynağıdır (Holmes ve Kemble, 2009).

Giuberti ve ark. (2015), %20 fasulye unu kullanarak ürettikleri glutensiz makarna örneklerinde kül miktarını %1.4; yağ miktarını %1.5 ve protein miktarını %12.7 olarak tespit etmişlerdir.

Costa ve ark. (2016), %20 havuç unu ilave ederek ürettikleri makarna örneklerinin protein, yağ ve TBL miktarlarını sırasıyla %11.80, 2.71 ve 15.16 olarak belirlemişlerdir.

Nohut ununun farklı oranlarda (% 0, 30, 40 ve 50) kullanıldığı glutensiz erişte denemesinde; erişte örneklerinin kül miktarı %0.31 ile 1.92 arasında, protein miktarı %5.0 ile 15.37 arasında, TBL miktarı %3.84 ile 13.85 arasında değişmiştir (Hosta, 2012).

Havuç unu ilavesi (%10) ile üretilen tortillaların fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada; havuç unlu tortillaların kontrol örneğe göre %60-70 daha fazla kül, %35 daha fazla TBL içerdiği bildirilmiştir (Gálvez ve ark., 2016).

Parveen ve ark. (2017), %0, 5, 7.5 ve 10 oranında turuncu havuç posası tozu ile %1 oranında kırmızı pancar posası tozu ilave ederek ürettikleri bisküvi örneklerinin kül miktarlarının artan havuç oranı ile birlikte arttığını, protein miktarlarının ise azaldığını bildirmişlerdir.

Kausar ve ark. (2018), havuç posası tozunu farklı oranlarda (%4, 8, 12 ve 16) bisküvi üretiminde kullandıkları bir çalışmada, kontrol örneğin kül miktarını %0.42, %16 havuç tozu içeren örneğin kül miktarını ise %1.20 olarak belirlemişlerdir.

Kırbaş ve ark. (2019), pirinç unu ile %0, 5, 10 ve 15 oranlarında yer değiştiren turuncu havuç posası tozu kullanarak hazırladıkları glutensiz kek denemesinde, örneklerin protein miktarını %6.30 ile 7.27 arasında, kül miktarını ise %1.13 ile 1.23 arasında tespit etmişlerdir. Havuç unu ilave oranı arttıkça kek örneklerinin protein miktarının azaldığını, kül miktarının ise arttığını bildirmişlerdir.

4.3.4. Glutensiz makarna örneklerine ait mineral madde analizi sonuçları

Turuncu havuç unu ile üretilen glutensiz makarna örneklerine ait mineral madde analiz sonuçları Çizelge 4.16'da, siyah havuç unu ile üretilen makarna örneklerine ait mineral madde analizi sonuçları Çizelge 4.17'de verilmiştir. Örneklerin mineral madde miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18'de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları ise Çizelge 4.19'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.16. Turuncu havuç unu kullanılarak üretilen makarna örneklerine ait mineral madde (mg/100g) analizi sonuçları

HUÇ	Uygulama	HUİO (%)	Ca	Fe	K	Mg	P	Zn
Turuncu	Gam	0	295.00±2.83	2.18±0.08	359.46±0.20	81.53±0.09	281.40±2.12	2.15±0.18
		5	488.00±8.49	2.13±0.08	424.48±0.28	90.07±0.68	283.50±1.34	2.20±0.11
		10	718.90±23.8	2.20±0.21	523.61±0.89	98.40±0.10	285.50±1.34	2.29±0.18
		15	909.99±8.34	2.09±0.16	617.72±1.75	108.91±0.52	287.60±0.31	2.36±0.16
	PG	0	281.01±1.86	2.20±0.23	358.29±0.24	81.50±0.39	288.30±0.31	2.09±0.08
		5	471.01±5.68	2.09±0.11	420.40±1.30	90.20±0.68	289.80±1.37	2.00±0.04
		10	688.31±4.22	2.04±0.11	516.99±0.04	97.80±0.10	291.60±2.20	2.25±0.17
		15	895.00±7.07	2.01±0.13	614.90±0.53	108.50±0.82	293.40±0.31	2.39±0.44
	PG+Gam	0	296.62±2.47	2.21±0.16	359.52±0.57	80.72±0.09	282.23±1.34	2.23±0.11
		5	487.96±3.30	2.18±0.17	431.70±0.28	91.09±0.69	284.80±1.35	2.30±0.11
		10	726.50±7.18	2.13±0.16	526.70±2.63	99.00±0.47	286.30±0.30	2.37±0.16
		15	911.50±5.28	2.09±0.17	618.58±0.14	109.46±0.83	280.90±1.33	2.45±0.14

Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir. HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması.

Çizelge 4.17. Siyah havuç unu kullanılarak üretilen makarna örneklerine ait mineral madde analizi sonuçları

Havuç çeşidi	Uygulama	HUİO (%)	Ca	Fe	K	Mg	P	Zn	
Siyah	Gam	0	292.00±4.82	2.19±0.11	358.30±0.31	80.64±0.38	289.90±1.33	2.16±0.14	
		5	507.51±3.32	2.18±0.14	486.50±2.06	94.43±0.10	287.20±1.36	2.22±0.16	
		10	719.75±1.96	2.17±0.25	632.97±0.58	107.80±0.81	293.56±0.31	2.18±0.03	
		15	952.01±1.98	2.16±0.14	765.28±0.86	120.60±0.57	298.50±1.42	2.14±0.06	
		0	287.00±1.44	2.00±0.07	356.09±0.10	81.02±0.61	287.86±1.37	2.17±0.30	
	PG	5	487.01±1.95	2.04±0.01	470.20±0.96	99.71±0.11	294.10±2.22	1.99±0.00	
		10	715.00±1.44	2.03±0.01	623.68±0.43	105.60±0.50	299.60±1.42	1.96±1.16	
		15	938.00±1.77	2.02±0.03	752.88±1.25	120.10±0.91	305.60±0.32	1.92±0.10	
	PG+Gam	0	293.99±0.61	2.20±0.06	357.92±2.70	80.53±0.38	282.02±1.34	2.23±0.31	
		5	506.00±2.84	2.19±2.11	475.27±2.25	98.62±0.74	288.00±0.31	2.17±0.28	
		10	729.05±4.30	2.18±0.16	642.31±0.68	108.20±0.82	292.30±1.39	2.11±0.24	
		15	942.01±3.45	2.17±0.17	763.50±5.76	121.00±0.13	297.59±0.32	2.06±0.21	
	Minumum-maksimum			287.00-952.01	2.00-2.21	356.09-765.28	80.53-121.00	280.90-305.60	1.92-2.45
	Ortalama±std			614.11±254.70	2.13±0.07	519.05±136.71	98.14±13.30	289.65±6.33	2.18±0.14

Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. Sonuçlar mg/100g olarak verilmiştir. HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, Pg: Prejelatinizasyon uygulaması, Pg+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması.

Çizelge 4.18. Makarna örneklerinin mineral madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	Ca		Fe		K		Mg		P		Zn	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
HUÇ (A)	1	3317	77.63**	0.00003	0.00ns	69395	24685.65**	547.61	1775.43**	427.500	274.03**	0.26120	7.37*
HUİO (B)	3	904768	21177.09**	0.01100	0.55ns	250741	89195.11**	2436.34	7898.94**	235.158	150.74**	0.01169	0.33ns
Uygulama (C)	2	1331	31.16**	0.06691	3.35ns	288	102.51**	2.53	8.21**	243.695	156.21**	0.09297	2.62ns
AXB	3	796	18.64**	0.00730	0.37ns	12364	4398.22**	80.84	262.10**	100.207	64.23**	0.09343	2.64ns
AXC	2	126	2.96ns	0.01116	0.56ns	41	14.67**	1.15	3.73*	0.904	0.58ns	0.01577	0.45ns
BXC	6	66	1.55ns	0.00108	0.05ns	35	12.62**	4.02	13.04**	6.749	4.33**	0.00768	0.22ns
AXBXC	6	53	1.25ns	0.00266	0.13ns	31	10.98**	2.16	7.02**	3.282	2.10ns	0.00601	0.17ns

*p<0.05 düzeyinde önemli, **p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı.

Çizelge 4.19. Makarna örneklerinin mineral madde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Faktör	n	Ca	Fe	K	Mg	P	Zn
HUÇ							
Turuncu	24	597.5±237.2b	2.13±0.13a	481.0±99.8b	94.77±10.43b	286.30±4.02b	2.26±0.18a
Siyah	24	614.1±249.1a	2.13±0.12a	557.1±156.2a	101.52±14.89a	292.27±7.29a	2.11±0.17b
HUİO (%)							
0	12	290.94±5.95d	2.16±0.12a	358.26±1.46d	80.99±0.50d	283.79±3.37d	2.17±0.16a
5	12	491.25±13.48c	2.13±0.10a	451.42±27.75c	94.02±4.12c	287.90±3.76c	2.15±0.16a
10	12	716.26±15.96b	2.12±0.14a	577.70±58.1b	102.80±4.70b	291.53±4.95b	2.19±0.19a
15	12	924.75±21.69a	2.09±0.12a	688.80±75.1a	114.76±6.10a	293.93±8.34a	2.22±0.26a
Uygulama							
Gam	16	610.40±246.8a	2.16±0.12a	521.00±138.9a	97.80±13.54b	287.31±5.93b	2.21±0.12a
PG	16	595.30±245.3b	2.05±0.10a	514.20±136.2b	98.05±13.07ab	293.78±5.97a	2.10±0.22a
PG+Gam	16	611.70±245.7a	2.17±0.12a	521.90±139.4a	98.58±13.74a	286.77±5.60b	2.24±0.20a

Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05). HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması.

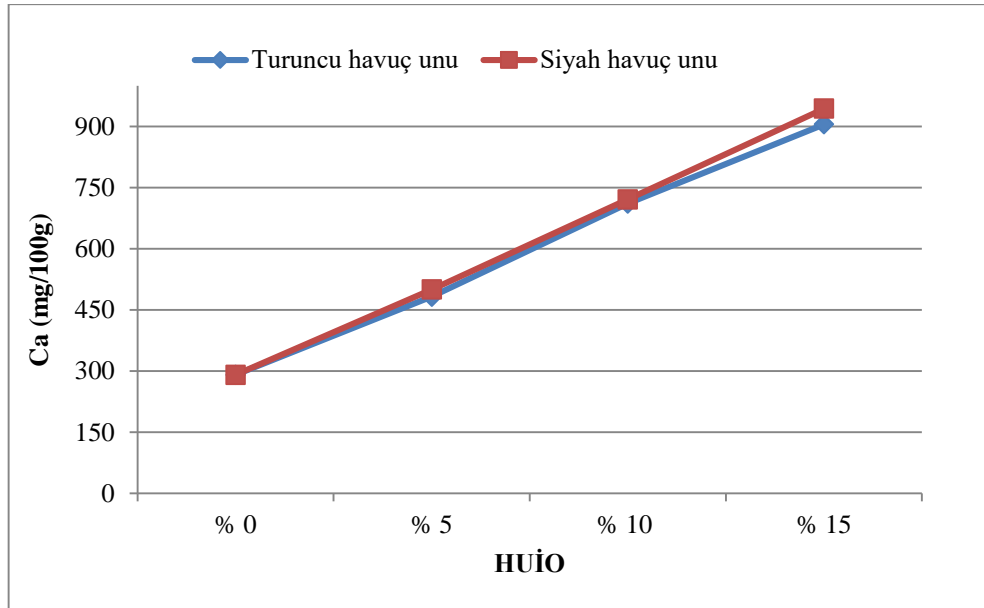
Kalsiyum: Glutensiz makarna örneklerinin Ca miktarı 281.01 mg/100g ile 952.01 mg/100g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.17). Örneklerin varyans analiz sonuçlarına göre; HUÇ, HUİO ve uygulama faktörleri Ca miktarı üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Ayrıca “HUÇ x HUİO” interaksyonu makarna örneklerinin Ca miktarı üzerinde önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.18).

Duncan çoklu karşılaştırılma testi sonuçlarına göre; siyah havuç unu ilave edilen makarna örneklerinin Ca miktarı (641.1 mg/100g), turuncu havuç unu ilave edilen örneklerin Ca miktarından (597.5 mg/100g) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Artan HUİO (%0, 5, 10 ve 15)’na göre sonuçlar değerlendirildiğinde, makarna örneklerinin Ca miktarlarında da artış (290.94, 491.25, 716.26 ve 924.75 mg/100g) gözlemlenmiştir (Çizelge 4.19). Havuç unlarının yüksek Ca miktarı ilave edildiği makarna örneklerine de yansiyarak bu sonucun elde edilmesine sebep olmuş olabilir.

Sonuçlar uygulama faktörü açısından değerlendirildiğinde, PG uygulaması ile üretilen örneklerin Ca miktarları 595.30 mg/100g olarak belirlenirken, sadece gam ve PG+Gam uygulaması ile elde edilen örneklerde bu değerler sırasıyla 610.40 mg/100g ve 611.70 mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.19). Guar gam kullanımı makarna örneklerinin Ca miktarında artışa sebep olmuştur. Cui ve Mazza (1996), keten tohumu gamı ile guar gamın özelliklerini karşılaştırdıkları bir çalışmada guar gamın Ca, Mg ve Zn değerlerini sırasıyla 125.8, 76, 1.21 mg/100g olarak bildirilmişlerdir. Guar gamın Ca miktarının fazla olması gam kullanılan makarna örneklerinde, gam kullanılmayan örneklerdekine göre daha yüksek miktarda Ca tespit edilmesini açıklamaktadır.

Varyans analizi sonuçlarına göre önemli ($p<0.01$) bulunan “HUÇ x HUİO” interaksyonuna ait grafik Şekil 4.15’de verilmiştir. HUİO artmasıyla örneklerin Ca miktarlarında da artış gözlemlenmiştir. Özellikle %10 HUİO’ndan sonra siyah havuç unu ile hazırlanan örneklerde daha yüksek Ca miktarı olduğu görülmektedir. Ca diyet kaynakları ile vücuda alınan esansiyel bir elementtir ve iskelet mineralizasyonu ile çok çeşitli biyolojik fonksiyonlarda önemli rol oynar. Mevcut diyet kalsiyum önerileri yaşa bağlı olarak 1000 ila 1500 mg/gün arasında değişmektedir (Peacock, 2010).



Şekil 4.15. Glutensiz makarna örneklerinin Ca değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUIO” interaksiyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUIO: Havuç unu ilave oranı)

Demir: Glutensiz makarna örneklerinin ortalama Fe miktarı 2.13 ± 0.07 mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.17). Makarnaların hazırlanmasında kullanılan faktörlerin hiçbiri örneklerin Fe miktarı üzerinde önemli bulunmamıştır. Sonuçlar uygulama faktörü açısından değerlendirildiğinde yalnızca PG uygulaması ile elde edilen örneklerin Fe miktarı (2.05 mg/100g), yalnızca gam ve PG+Gam uygulaması ile elde edilen örneklerin Fe miktarından (2.16 mg/100g ve 2.17 mg/100g) biraz daha düşük sonuç vermiştir (Çizelge 4.19). Ancak tüm uygulama metotları istatistiki olarak aynı grup içinde yer almıştır.

Potasyum: İki çeşit havuç unu ve üç farklı uygulama metodu kullanılarak hazırlanan glutensiz makarna örneklerinin ortalama K miktarı 519.05 ± 136.71 mg/100g olarak belirlenmiş (Çizelge 4.17); HUÇ, HUIO ve uygulama faktörleri ile “HUÇ x HUIO x uygulama” interaksiyonu makarna örneklerinin K miktarı üzerinde $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.18).

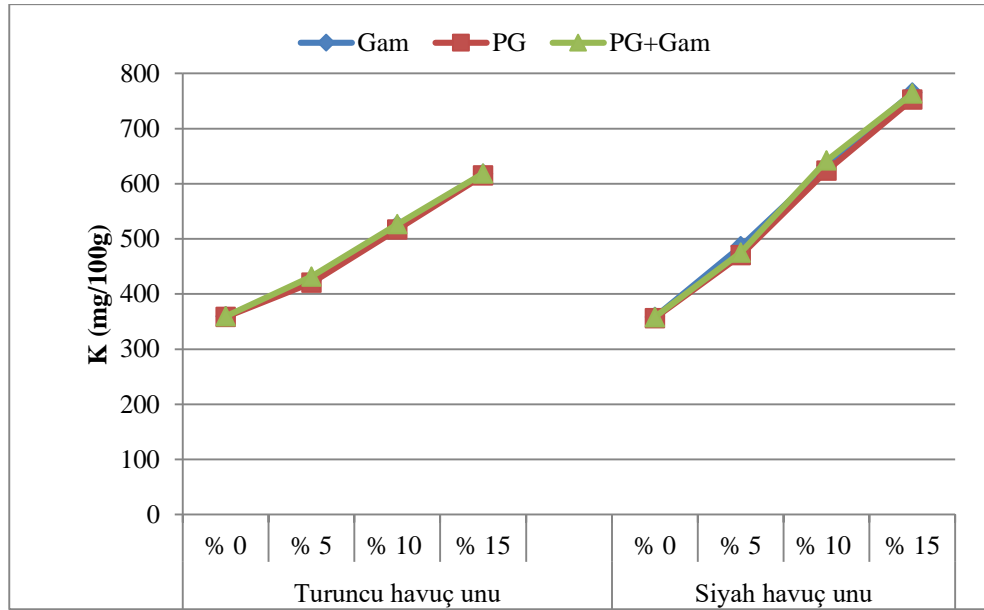
HUÇ faktörü açısından sonuçlar değerlendirildiğinde; siyah havuç unu kullanılarak hazırlanan glutensiz makarna örneklerinde K miktarı 557.1 mg/100g olarak, turuncu havuç unu kullanılarak hazırlanan örneklerde K miktarı 481.0 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Siyah havuç unu ilaveli örneklerin turuncu havuç unu ilaveli örneklere göre daha fazla miktarda K'a sahip oldukları görülmektedir.

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları HUIO faktörü açısından değerlendirildiğinde, makarna örneklerinin HUIO arttıkça örneklerin K miktarında da

önemli artış gözlemlenmiştir. Havuç unu kullanılmayan örneklerde K miktarı 358.26 mg/100g olarak belirlenirken, formulasyonda kullanılan en yüksek oran olan %15 HUİO'nda örneklerin K miktarı yaklaşık 2 kat artışla 688.80 mg/100g'a ulaşmıştır (Çizelge 4.19). Gennari (1998), K ca zengin gıdaları sınıflandırmış, kurutulmuş meyvelerin çok yüksek K içerdiğini ve havucun yüksek K miktarına sahip sebzelerden biri olduğunu bildirmiştir.

Glutensiz makarna örneklerinin K miktarı uygulama faktörü açısından değerlendirildiğinde; yalnızca gam uygulaması ile hazırlanan örneklerde K miktarı 521.00 mg/100g, yalnızca PG uygulaması ile hazırlanan örneklerde K miktarı 514.20 mg/100g ve PG+Gam uygulaması ile hazırlanan örneklerde K miktarı 521.90 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Gam kullanılarak hazırlanan örneklerin K miktarı yalnızca PG işleminden geçen örneklerin K miktarına göre daha yüksek bulunmuştur. Guar gamın kül miktarını Khatta ve ark. (1988) %3.2 ile 4.0 arasında, Kays ve ark. (2006) %3.02 ile 3.53 arasında belirlemişlerdir. Örneklerin hazırlanmasında kullanılan guar gamın yüksek mineral madde içermesi bu sonucun elde edilmesinde etkili olmuş olabilir.

Makarna örneklerinin K miktarı üzerinde etkisi önemli ($p < 0.01$) bulunan HUÇ x HUİO x uygulama" interaksiyon grafiği Şekil 4.16'da verilmiştir. Makarna örneklerinin hazırlanmasında kullanılan hem turuncu hem de siyah havuç unlarının artan oranları ile birlikte örneklerin K miktarlarında da artış gözlemlenmiştir. Siyah havuç unu ilaveli örneklerde bu artışın daha fazla olduğu görülmektedir. K'un ana kaynağı bitkisel orjinli gıdalardır. Taze ve kurutulmuş meyveler, taze sebzeler, süt ve et önde gelen K kaynaklarıdır. Meyve ve sebze tüketimi ile birlikte yüksek miktarda K alımı, hipertansiyonun ve koroner kalp hastalıkları ve serebrovasküler olaylar gibi başlıca halk sağlığı sorunlarının önlenmesinde önemlidir (Sica ve ark., 2002).



Şekil 4.16. Glutensiz makarna örneklerinin K değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

Magnezyum: Glutensiz makarna örneklerinin Mg miktarları 80.72 mg/100g ile 121.00 mg/100g arasında değişmiştir (Çizelge 4.17). Makarna örneklerinin Mg miktarı üzerinde; HUÇ, HUİO ve uygulama faktörleri ile “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.18).

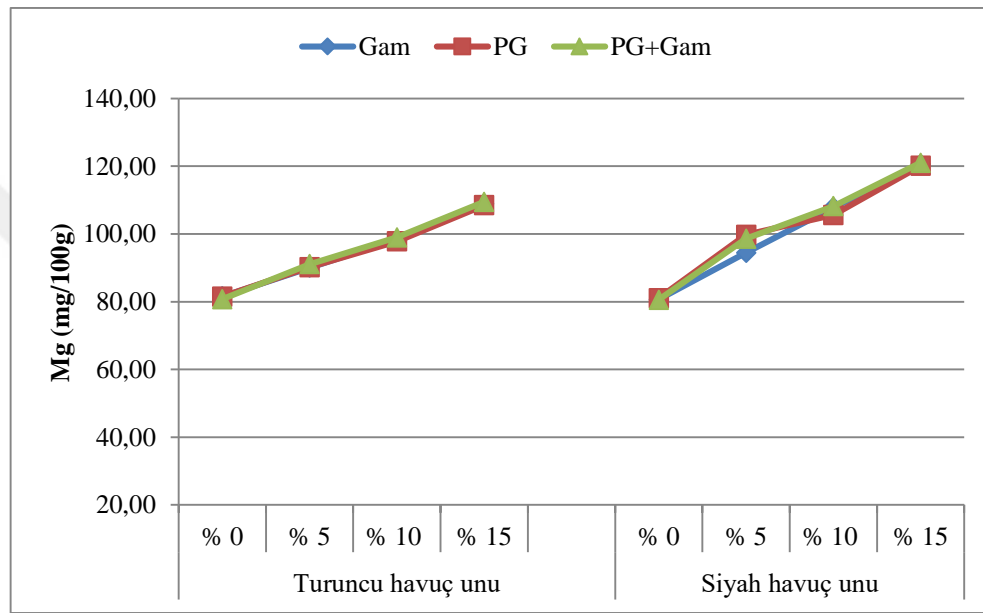
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; siyah havuç unu kullanılarak hazırlanan makarna örnekleri turuncu havuç unu kullanılan örneklere göre daha yüksek Mg miktarına sahip olmuştur. Turuncu havuç unu kullanılan makarna örneklerinde Mg miktarı 94.77 mg/100g şeklinde belirlenirken siyah havuç unu kullanılan örneklerde bu değer 101.52 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19’da verilen sonuçlara göre; HUİO’nun artmasıyla (%0, 5, 10 ve 15) glutensiz makarna örneklerinin Mg miktarlarında da artış gözlemlenmiştir (80.99, 94.02, 102.80 ve 114.76 mg/100g). Havuç unlarının glutensiz ürünlerin mineral madde miktarını artırmada iyi bir ingredient olacağı düşünülmektedir.

Yalnızca gam uygulaması ile hazırlanan makarna örneklerinde Mg miktarı 97.80 mg/100g, yalnızca PG uygulaması ile hazırlanan örneklerde Mg miktarı 98.05 mg/100g, PG+Gam uygulaması ile hazırlanan örneklerde ise Mg miktarı 98.58 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19). PG+Gam uygulaması ile hazırlanan örneklerin Mg miktarı yalnızca gam uygulaması ile hazırlanan örneklerin Mg miktarından fazla çıkmış, bu

artış istatistiki olarak önemli bulunsa da sayısal olarak düşük bir artış olduğu düşünülmektedir.

Varyans analizi sonuçlarına göre makarna örneklerinin Mg miktarı üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemli bulunan “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksyonu Şekil 4.17’de verilmiştir. Buna göre; hem turuncu havuç unu kullanımı hem de siyah havuç unu kullanımı makarna örneklerinin Mg miktarlarında artışa neden olmuştur. Siyah havuç unu kullanılan örneklerin Mg miktarları daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 4.17. Glutensiz makarna örneklerinin Mg değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUİO x uygulama” interaksyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

Fosfor: Glutensiz makarna örneklerinin P miktarları 280.90 mg/100g ile 305.60 mg/100g arasında değişmiştir (Çizelge 4.17). Örneklerin P miktarı üzerinde kullanılan faktörlerin tümü (HUÇ, HUİO ve uygulama) istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.18). Ayrıca “HUÇ x HUİO” interaksyonu ve “HUİO x uygulama” interaksyonu da makarna örneklerinin P miktarları üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemli olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.18).

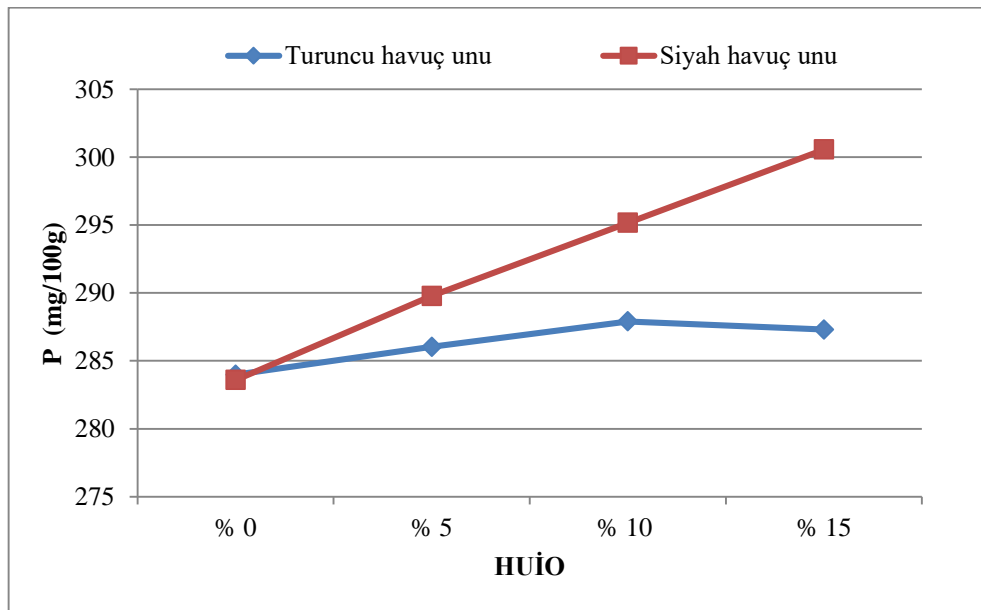
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları HUÇ faktörü açısından değerlendirildiğinde, siyah havuç unu ile hazırlanan glutensiz makarna örneklerinin P miktarı 101.52 mg/100g olarak bulunurken, turuncu havuç unu ile hazırlanan örneklerde bu değer 94.77 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Siyah havuç unu ilaveli makarna örnekleri Ca, K, Mg minerallerinde elde edilen sonuçlarda olduğu gibi P

miktarı açısından da turuncu havuç unu ilaveli örnekler göre daha yüksek sonuçlar vermiştir.

Sonuçlar HUİO faktörüne göre değerlendirildiğinde ise; artan HUİO, makarna örneklerinin P miktarında da artışa neden olmuştur. Hiç havuç unu kullanılmayan makarna örneklerinin P miktarı 283.79 mg/100g olarak bulunurken, en yüksek HUİO olan %15 oranında örneklerin P miktarı 293.93 mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.19).

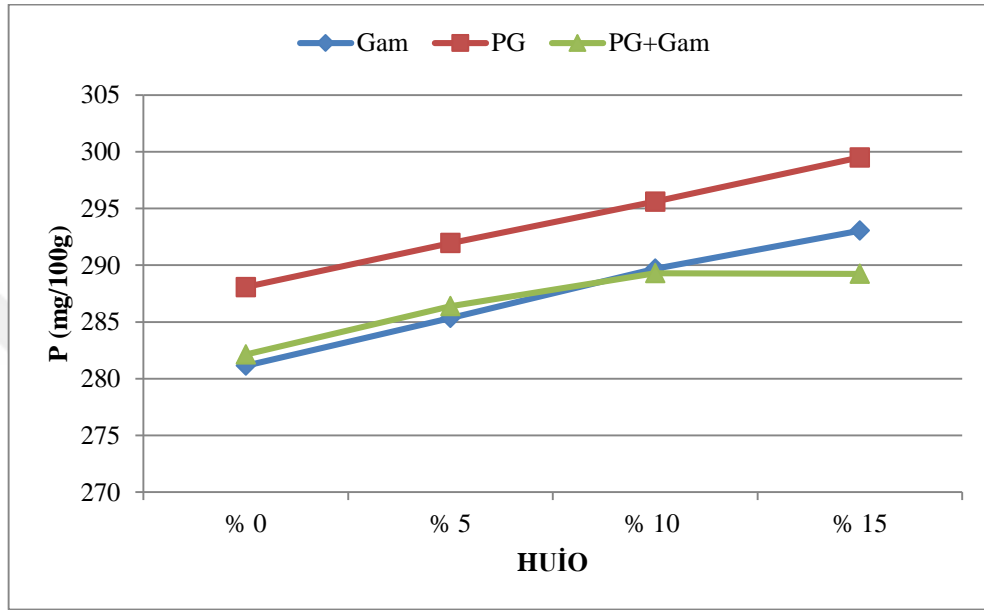
Yalnızca gam uygulaması ve PG+Gam uygulaması ile hazırlanan glutensiz makarna örneklerinin P miktarı istatistiki olarak birbirinden farksız bulunurken (287.31 mg/100g ve 286.77 mg/100g), yalnızca PG uygulamasından geçen makarna örneklerinde P miktarı daha yüksek (293.78 mg/100g) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Ancak bu farkın sayısal olarak büyük bir artışı göstermediği düşünülmektedir.

Varyans analizi sonuçlarında önemli ($p < 0.01$) bulunan “HUÇ x HUİO” interaksyonu Şekil 4.18’de gösterilmiştir. Hem turuncu hem de siyah havuç ununun formulasyona artan oranlarda ilavesi makarna örneklerinin P miktarlarında da artışa neden olmuştur. Bu artışın siyah havuç unu ilaveli örneklerde daha fazla olduğu görülmektedir. Turuncu havuç unu ilavesinde makarnaların P miktarındaki artış biraz kısıtlı kalmış ve %15 ilave oranında siyah ve turuncu havuç ilaveli makarnaların P miktarları arasındaki fark oldukça açılmıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.18. Glutensiz makarna örneklerinin P değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUİO” interaksyonu. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı)

“HUİO x uygulama” interaksyonu Şekil 4.19’da verilmiştir. Her üç uygulama metodunda da makarna formulasyonuna ilave edilen havuç unu oranının artması, P miktarını da artırmıştır. PG uygulaması, tüm HUİO için en yüksek P miktarını verirken, gam ve PG+Gam uygulamaları %15 HUİO hariç diğer ilave oranlarında yakın P miktarı vermiştir.



Şekil 4.19. Glutensiz makarna örneklerinin P değerleri üzerinde etkili “HUİO x uygulama” interaksyonu. (HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması)

Çinko: Çinko miktarları 1.92 mg/100g ile 2.45 mg/100g arasında değişen (Çizelge 4.17) makarna örneklerinin Zn miktarı üzerinde istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) bulunan tek faktör HUÇ faktörüdür (Çizelge 4.18). HUİO ve uygulama faktörü örneklerin Zn miktarı üzerinde etkili olmamıştır.

Duncan çoklu karşılaştırma testine göre turuncu havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinin Zn miktarı 2.26 mg/100g olarak bulunurken, siyah havuç unu ile hazırlanan örneklerde Zn miktarı 2.11 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Hammadde analizi sonuçlarında da görüleceği gibi turuncu havuç unları siyah havuç unlarına göre daha fazla Zn içermektedir. Turuncu havuç ununun Zn miktarı 2.92 mg/100g olarak belirlenmiş olup, bu değer siyah havuç ununda 1.42 mg/100g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6). Turuncu havuç unu siyah havuç unundan 2 kat daha fazla Zn içermektedir. HUÇ’nin makarna örneklerin Zn miktarı üzerindeki etkisi bu durumla açıklanabilir.

Analizi yapılan tüm mineral maddeler açısından sonuçlar değerlendirildiğinde; turuncu ve siyah havuç unu kullanımı genel olarak makarna örneklerinin mineral madde (Ca, K, Mg ve P) miktarında önemli artışlarla sonuçlanmıştır. Literatürde sebze lifleri veya sebze posaları veya sebze unları kullanılarak hazırlanan ürünlerin mineral madde miktarlarının arttığına dair çalışmalar mevcuttur. Sebzeler diyetle mineral, vitamin ve lif açısından katkı sağlamaktadır. Mineraller, belirli kimyasal bileşime ve düzenli bir atomik düzenlemeye sahip doğal olarak oluşan inorganik maddelerdir (O' Donoghue, 1990) Havuç (*Daucus carota*), taze, gevrek bir dokuya sahip, genellikle turuncu, mor, kırmızı, beyaz veya sarı renkli bir kök sebzedir ve önemli mineralleri içerir (Heinonen, 1990; Akubor ve Eze, 2012). Havuç değerli bir mikrobeyin kaynağı olduğundan, kurutulmuş havuç; gıdaların A vitamini ve mineral içeriğini arttırmak için un halinde işlenerek kullanılabilir (Akubor ve Eze, 2012).

Singh ve ark. (2016), çeşitli meyve sebzelerin kompozisyonlarını karşılaştırdıkları bir çalışmada siyah havucun turuncu havuca göre 2 kat daha fazla K, 7 kat fazla Ca içerdiğini bildirmişlerdir.

Yadav ve ark. (2014), farklı sebze posaları (havuç, domates, ıspanak ve turp) ilave ederek makarna denemesi yapmışlar ve %23.8 oranında havuç posası kullanarak ürettikleri makarna örneklerinin Ca, P ve K miktarının (sırasıyla 40.9, 244 ve 170 mg/100g) kontrol örneğe kıyasla daha yüksek (sırasıyla 23.5, 121 ve 130 mg/100g) olduğunu belirlemişlerdir. Yine bu çalışmada kullanılan domates, ıspanak, turp gibi sebzelerin posaları ile üretilen makarna örneklerinin mineral madde içeriklerinin de kontrol örneğe göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Makarna üretiminde %4 oranında havuç posasının kullanıldığı bir çalışmada; %100 durum irmiği ile üretilen kontrol makarna örneğinin Ca değeri 21.74 mg/100g olarak belirlenirken, havuç posası ilave edilen örnekte bu değer 42.33 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Gull ve ark., 2016).

Jalgaonkar ve ark. (2018), %5, 10 ve 15 oranlarında havuç tozu ilave ettikleri makarnaların mineral madde (Fe, Zn ve Ca) miktarlarında artış gözlemlemiştir.

Sule ve ark. (2019), %5, 10, 15, 20, 25 ve 30 oranında havuç tozunu buğday unu ile yer değiştirerek hazırladıkları makarna örneklerinin Ca, Fe, K ve Na miktarlarında kontrol örneğe göre önemli artışlar tespit etmişlerdir.

4.3.5. Glutensiz makarna örneklerinin antioksidan aktivite, toplam fenolik madde analizi sonuçları

Makarna örneklerinin antioksidan aktivite, TFM miktarı sonuçları Çizelge 4.20'de gösterilmiştir. Örneklere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21'de, Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Antioksidan Aktivite: Makarna örneklerinin Antioksidan aktivite değerleri %5.25 ile 60.05 arasında değişmiş olup; örneklerin antioksidan aktivite değerleri üzerine HUÇ ve HUİO faktörleri ile "HUÇ x HUİO" interaksyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.20 ve Çizelge 4.21).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre; siyah havuç unu kullanılan makarna örneklerinin antioksidan aktivite değeri (%36.90), turuncu havuç unu kullanılan makarna örneklerinin antioksidan aktivite değerinden (%28.87) daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.22). Siyah havuca rengini veren antosiyanin pigmentlerinin yüksek antioksidan özelliği bu duruma sebep olmuş olabilir. Siyah havuç, çoğunlukla (%64-77) asillenmiş antosiyaninlerden oluşan zengin bir antosiyanin kaynağıdır (1750 mg/kg) ve antosiyaninler aynı zamanda güçlü bir antioksidandır (Gizir ve ark., 2008; Kamiloglu ve ark., 2015).

Sonuçlar HUİO'na göre değerlendirildiğinde %0, 5, 10 ve 15 HUİO'nına sahip makarnaların antioksidan aktivite değerleri %5.72, 33.42, 41.30 ve 51.09 olarak belirlenmiş olup, HUİO arttıkça makarna örneklerinin antioksidan aktivite değerleri de önemli oranda artış göstermiştir. HUİO %15 olan makarna örneğinin antioksidan aktivite değerinin havuç unu kullanılmayan makarnanın antioksidan aktivite değerine göre yaklaşık 9 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.22). Havuç karotenoidler ve flavanoidler şeklinde farklı pigment türlerine sahip, renge ek olarak zengin antioksidan özelliklere sahip kök sebzelerdir (Kasale ve ark., 2019).

Çalışmada kullanılan uygulama metotları makarna örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinde anlamlı bir fark oluşturmamıştır.

Makarna örneklerinin antioksidan aktivite değerleri üzerinde önemli ($p < 0.01$) bulunan "HUÇ x HUİO" interaksyonu Şekil 4.20'de gösterilmiştir. Buna göre her iki HUÇ için de HUİO'nın artması ile örneklerin antioksidan aktivite değerlerinde hızlı bir artış olmuştur. Antioksidan aktivite değerlerindeki bu artış, siyah havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinde daha fazla gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.20. Glutensiz makarna örneklerine ait Antioksidan aktivite, Toplam Fenolik madde, β -karoten ve Toplam antosiyanin Miktarı Sonuçları

HUÇ	Uygulama	HUİO (%)	Antioksidan (%)	Aktivite	TFM (mgGAE/100g)
Turuncu	Gam	0	5.27±0.34		10.06±1.99
		5	30.53±2.23		24.81±4.29
		10	33.83±3.64		36.43±3.93
		15	42.06±4.93		49.67±2.42
	PG	0	5.84±0.17		9.58±0.65
		5	31.52±2.97		19.84±2.43
		10	35.88±3.15		31.02±2.64
		15	43.33±2.94		43.15±3.96
	PG+Gam	0	6.17±0.556		10.86±1.77
		5	32.59±3.31		27.86±0.18
		10	35.31±2.33		37.07±4.16
		15	44.08±3.57		44.07±4.29
Siyah	Gam	0	5.25±0.34		10.81±0.59
		5	34.07±1.16		32.32±5.50
		10	46.58±2.55		62.23±6.41
		15	57.20±2.52		90.46±4.68
	PG	0	5.75±0.89		9.84±0.55
		5	35.23±2.78		34.47±5.36
		10	47.30±3.38		60.64±4.50
		15	59.79±3.61		84.58±2.52
	PG+Gam	0	6.05±0.51		11.06±0.81
		5	36.58±3.30		38.70±5.46
		10	48.89±2.49		66.40±2.59
		15	60.05±2.73		95.89±5.43
Minumum-maksimum			5.25-60.05		9.58-95.89
Ortalama±std			32.88±18.05		39.24±26.07

Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması, TFM: Toplam fenolik madde, β -karoten: Beta karoten, ⁴TA: Toplam antosiyanin

Çizelge 4.21. Makarna örneklerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

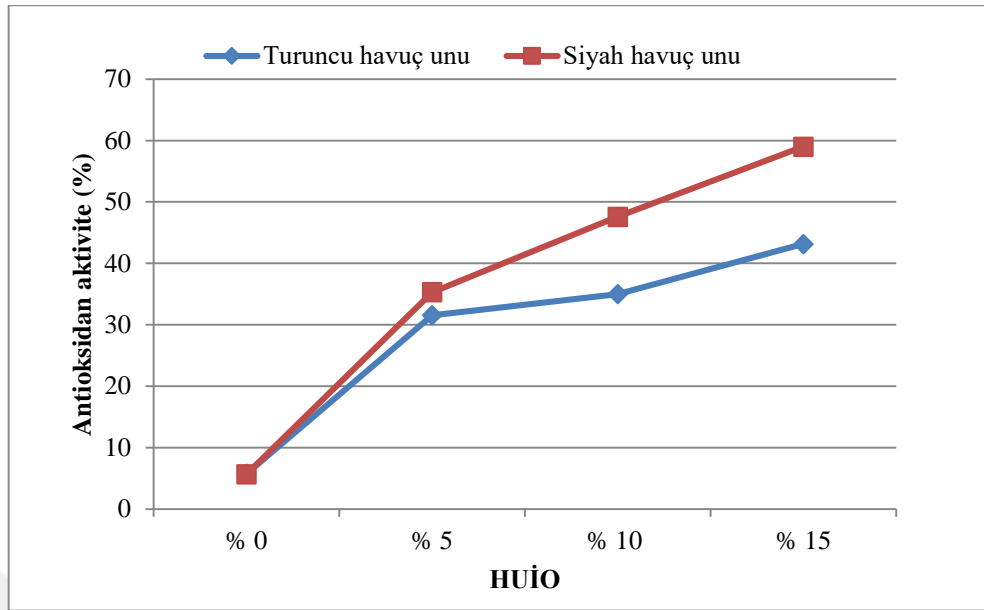
VK	SD	Antioksidan Aktivite (%)		TFM (mgGAE/100g)	
		KO	F	KO	F
HUÇ (A)	1	773.28	108.03**	5333.5	391.05**
HUİO (B)	3	4560.58	637.13**	7380.9	541.17**
Uygulama (C)	2	14.42	2.02ns	95.6	7.01**
AXB	3	166.10	23.21**	1137.6	83.41ns
AXC	2	0.32	0.04ns	19.3	1.41ns
BXC	6	0.67	0.09ns	11.0	0.81ns
AXBXC	6	0.46	0.06ns	12.1	0.89ns

**p<0.01 düzeyinde önemli, ns: önemsiz, HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, TFM: Toplam fenolik madde

Çizelge 4.22. Makarna örneklerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Faktör	n	Antioksidan Aktivite (%)	TFM (mgGAE/100g)
HUÇ			
Turuncu	24	28.87±14.46b	28.70±13.84b
Siyah	24	36.90±20.41a	49.78±30.82a
HUİO (%)			
0	12	5.72±0.55d	10.37±1.07d
5	12	33.42±2.97c	29.67±7.28c
10	12	41.30±6.99b	48.96±15.32b
15	12	51.09±8.74a	67.97±23.86a
Uygulama			
Gam	16	31.85±17.95a	39.60±26.46ab
PG	16	33.08±18.46a	36.64±25.11b
PG+Gam	16	33.72±18.60a	41.49±27.61a

Farklı harflerle işaretlenmiş aynı sütundaki ortalamalar birbirinden farklıdır (p<0.05). HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması, TFM: Toplam fenolik madde.



Şekil 4.20. Glutensiz makarna örneklerinin Antioksidan aktivite değerleri üzerinde etkili “HUÇ x HUİO” etkileşimini. (HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı)

Toplam fenolik madde (TFM): Glutensiz makarna örneklerine ait ortalama TFM miktarı 39.24 ± 26.07 mgGAE/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.20). Varyans analizi sonuçlarına göre; örneklerin TFM miktarı üzerinde HUÇ, HUİO ve uygulama faktörleri $p < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, siyah havuç unu ile hazırlanan makarnaların TFM miktarı (49.78 mgGAE/100g), turuncu havuç unu ile hazırlanan makarnaların TFM miktarından (28.70 mgGAE/100g) daha fazla olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.22). Siyah havucun turuncu havuca göre daha çok fenolik madde içermesi bu sonuçların elde edilmesini sağlamış olabilir.

Sonuçlar HUİO açısından değerlendirildiğinde; en yüksek oran olan %15 ilave oranına sahip makarna örneklerinin TFM miktarı (67.97 mgGAE/100g), havuç unu içermeyen makarna örneklerinin TFM miktarına (10.37 mgGAE/100g) göre 6 kat daha fazla olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.22). HUİO arttıkça örneklerin TFM miktarlarında önemli bir artış görülmüştür.

Uygulama faktörlerinden PG+Gam’lı makarna örnekleri Gam ve PG uygulamaları ile hazırlanan örneklere göre daha yüksek TFM miktarı vermiştir. Ancak uygulama metotları arasındaki bu farkın sayısal olarak büyük bir değişim olduğu düşünülmemektedir.

4.3.6. Glutensiz makarna örneklerinin toplam antosiyanin ve β -karoten analizi sonuçları

Makarna örneklerinin toplam antosiyanin ve β -karoten miktarı sonuçları Çizelge 4.23'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Glutensiz makarna örneklerine ait β -karoten ve Toplam antosiyanin Miktarı Sonuçları

HUÇ	Uygulama	HUİO (%)	β -karoten (mg/100g)	TA (mg CGE/100g)
		0	Te	Te
	Gam	5	3.08±0.03	Te
		10	3.33±0.03	Te
		15	4.42±0.06	Te
Turuncu		0	Te	Te
	PG	5	2.15±0.04	Te
		10	2.67±0.04	Te
		15	3.16±0.06	Te
		0	Te	Te
	PG+Gam	5	2.27±0.06	Te
		10	2.94±0.06	Te
		15	3.24±0.03	Te
		0	Te	Te
	Gam	5	Te	20.87±0.22
		10	Te	23.89±0.17
		15	Te	26.08±0.02
Siyah		0	Te	Te
	PG	5	Te	15.46±0.62
		10	Te	17.21±0.29
		15	Te	18.53±0.52
	PG+Gam	0	Te	Te
		5	Te	15.75±0.27
		10	Te	17.27±0.21
		15	Te	18.87±0.17
Minumum-maksimum			2.15-4.42	15.46-26.08
Ortalama±std			3.03±0.67	19.33±3.64

Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır. HUÇ: Havuç unu çeşidi, HUİO: Havuç unu ilave oranı, Gam: Yalnızca gam uygulaması, PG: Prejelatinizasyon uygulaması, PG+Gam: Prejelatinizasyon ve gam uygulaması, β -karoten: Beta karoten, TA: Toplam antosiyanin, Te: Tespit edilemedi

Beta karoten (β -karoten) ve Toplam Antosiyanin (TA): Kullanılan analiz metotlarının uygulanabilirliği nedeniyle; β -karoten analizi yalnızca turuncu havuç unu ile elde edilen makarna örnekleri; TA analizi ise yalnızca siyah havuç unu ile elde edilen makarna örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Turuncu havuç unu kullanılarak hazırlanan makarna örneklerinin β -karoten miktarı 2.15 ile 4.42 mg/100g arasında, siyah havuç unu kullanılarak hazırlanan makarna örneklerinin TA miktarı 15.46 ile 26.08 mgCGE/100g arasında değişmiştir (izelge 4.23).

Hiç havuç unu içermeyen makarna örneklerinin renksiz olması nedeniyle bu örneklerde β -karoten ve TA miktarı tespit edilememiştir. β -karoten miktarı sonuçları için; tüm uygulama metotlarında HUIO arttıkça makarna örneklerinin β -karoten miktarlarında da artış gözlemlenmiştir (izelge 4.23). Yalnızca PG ve PG+Gam uygulaması ile hazırlanan makarna örneklerinin β -karoten miktarı birbirine yakın değerler veririrken; yalnızca gam uygulaması ile hazırlanan örneklerin β -karoten miktarı daha fazla artış göstermiştir. TA miktarı için; siyah havuç unu ilave oranı arttıkça (%5, 10 ve 15), siyah havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinin de TA miktarında artış belirlenmiştir (izelge 4.23). Yalnızca gam uygulaması ile hazırlanan makarna örnekleri TA miktarı açısından en fazla artışa sahip örnek grubu olmuştur. Yalnızca PG ve PG+Gam uygulaması ile elde edilen örneklerin TA miktarlarının birbirine benzer şekilde artış gösterdiği görölmektedir.

Simões ve ark. (2009), kurutulmuş turuncu havuçta β -karoten miktarını 28.3 mg/100g olarak belirlemişlerdir. Siyah havuç posasının toplam antosiyanin miktarı 446.10 mgCGE/100g olarak bildirilmiştir (Kamiloglu ve ark., 2016).

Gálvez ve ark. (2016), tortilla formulasyonuna %10 oranında havuç unu eklemiş örneklerde yapılan fitokimyasal analiz sonuçlarına göre; havuç unu ilaveli örneklerde kontrol örneklerde olmayan yeni fenolik bileşikler belirlenmiştir. Hiç havuç unu içermeyen tortillalara göre %10 havuç unu içeren tortillalar %42 daha fazla toplam fenolik madde miktarı vermiştir. Kontrol örneklerde β -karoten tespit edilememiş, ancak %10 havuç unu içeren örneklerde yüksek β -karoten değeri elde edilmiştir.

Havuç tozunun %10 ve 20 oranlarında makarna hazırlamada kullanıldığı bir çalışmada, hiç havuç unu içermeyen kontrol örnekte β -karoten tespit edilememiş, havuç tozu ilave edilen makarnalarda fazla oranda β -karoten miktarı belirlenmiştir. Havuç tozu ilave oranının artmasıyla makarna örneklerindeki β -karoten miktarında da artış gözlemlenmiştir (Costa ve ark., 2016).

Salehi ve ark. (2016), kek denemesinde kullandıkları havuç tozunun artan oranları ile kek örneklerinin β -karoten miktarlarında da artış gözlemlenmiştir.

Balkabağı tozunun (β -karoten miktarı 58.2 mg/100g) %0, 2.5, 5 ve 10 oranlarında erişte üretiminde kullanıldığı bir çalışmada, erişte örneklerinin β -karoten miktarı (sırasıyla nd, 0.72 mg/100g, 2.35 mg/100g, 5.52 mg/100g) balkabağı tozu oranının artması ile artış göstermiştir (Lee ve ark., 2002).

Havuç posası tozunun %0, 2.5, 5, 7.5 ve 10 oranlarında bisküvi üretiminde kullanıldığı bir başka çalışmada; havuç posası tozu ilave oranı arttıkça bisküvi örneklerinin β -karoten miktarlarında lineer bir artış gözlemlenmiştir. İlave oranı %10 a yükseldiğinde β -karoten miktarında kontrol örneğe göre 6 kat kadar bir artış tespit edilmiştir (Gayas ve ark., 2012).

Kamiloglu ve ark. (2017), siyah havuç posası tozunu %0, 5, 10 ve 15 oranlarında ilave ettikleri kek örneklerinin toplam fenolik madde, antioksidan aktivite ve antosiyanin miktarlarında önemli artışlar belirlemişlerdir.

Singh ve ark. (2018), siyah havuç unu kullanarak erişte denemesi gerçekleştirmişler ve fonksiyonel, pişme ve duyu özellikleri açısından optimum katkı oranını %10 olarak belirlemişlerdir. % 10 siyah havuç unu ilaveli erişte örneklerinin antosiyanin miktarı 14.94 mg/100g; antioksidan aktivite değeri %35.47 olarak belirlenmiştir.

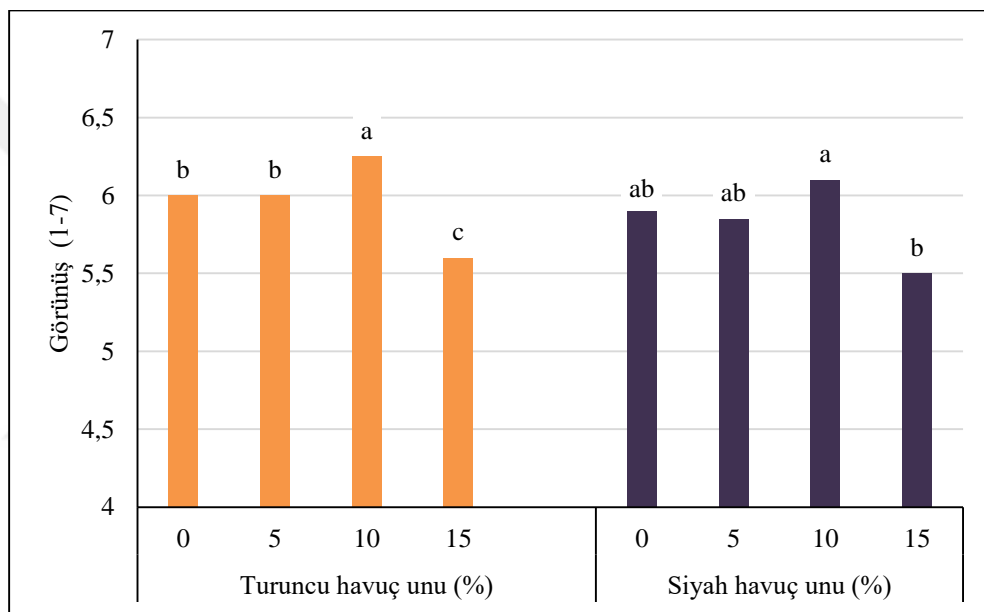
Pirinç unununun havuç, hurma, yağsız soya fasulyesi unları ile zenginleştirilip kimyasal ve fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği bir başka çalışmada; %100 pirinç ununun DPPH değeri %77.40 olarak belirlenirken, %15 havuç unu katkılı unda bu değer %83.50'ye yükselmiştir. Çalışmada tüm un karışımlarının güçlü antioksidan özellik gösterdiği ve unun besinsel, fonksiyonel kalitesini arttırdığı ancak bunların arasında havucun en yüksek potansiyeli gösterdiği belirtilmiştir (Awolu ve Olabiran, 2019).

Olawuyi ve Lee (2019), pirinç unu kullanarak yaptıkları kek örneklerine %5, 10, 15 oranında havuç unu ilave ederek fonksiyonel keklerin antioksidan ve kalite özelliklerini incelemişlerdir. Buna göre tamamen pirinç unu kullanılan kontrol örnekte toplam fenolik madde miktarı 12.27 mgGAE/100g bulunurken bu değer %15 oranında havuç unu ilave edilen örnekte 34.21 mgGAE/100g'a ulaşmıştır. Antioksidan aktivite değeri kontrol örnekte %9.71 iken havuç unu ilave oranı %15 olan örnekte %49.31 olmuş ve havuç unununun fonksiyonel kek elde etmede uygun bir ingredient olduğu belirtilmiştir.

4.3.7. Glutensiz makarna örneklerine ait duyu analizi sonuçları

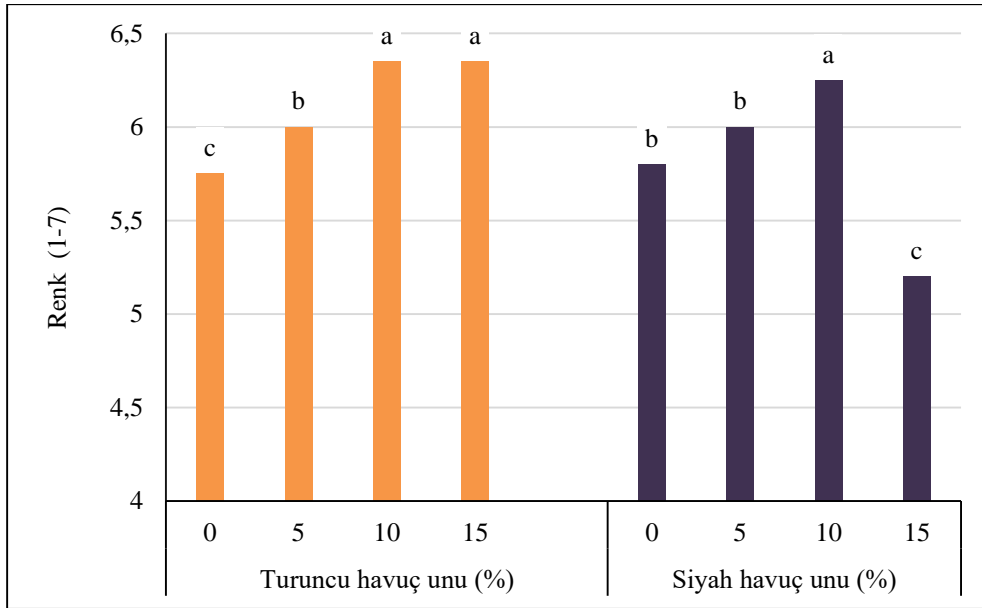
Gutensiz makarna örneklerinden PG+Gam uygulaması ile elde edilen örneklere duyu analizi testi uygulanmıştır.

Makarna örneklerinin görünüş skorlarına ait sonuçlar Şekil 4.21’de gösterilmiştir. Buna göre turuncu havuç unlu örneklerin 5.60 ile 6.25, siyah havuç unlu örneklerin görünüş skorları ise 5.50 ile 6.10 arasında değişmiştir. Hem turuncu hem de siyah havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinde %10 HUIO’nun kullanıldığı örnekler en yüksek görünüş skorunu elde etmiştir.



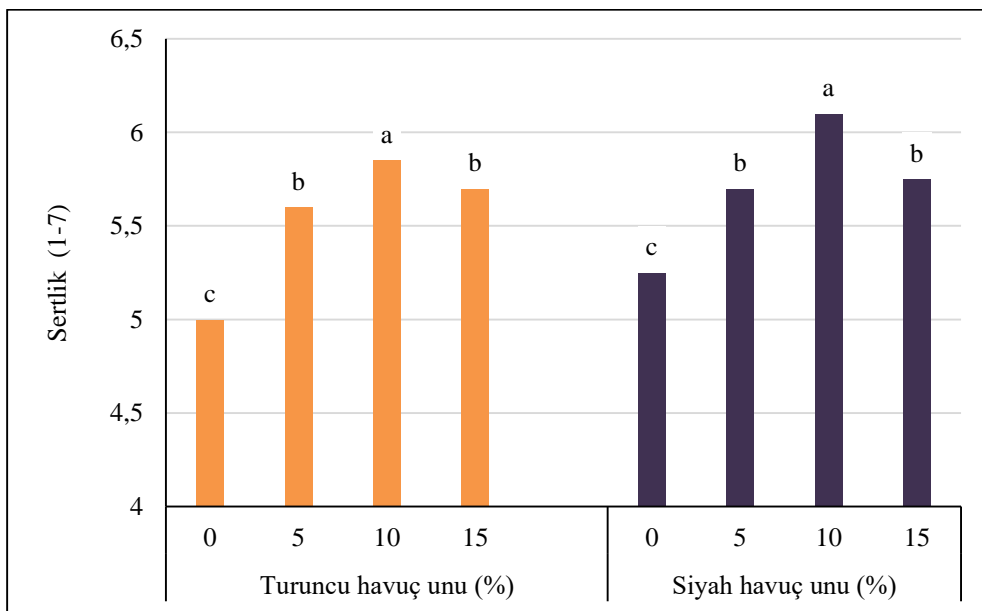
Şekil 4.21. Glutensiz makarna (PG+Gam) örneklerine ait görünüş değeri sonuçları

Turuncu havuç unu ile hazırlanan makarnalar tüm HUIO’larında (%0, 5, 10 ve 15) havuç unu kullanılmayan makarnaya göre renk özelliği açısından daha yüksek puanlar (sırasıyla 5.75, 6.00, 6.35, 6.35) almıştır. Siyah havuç unu kullanımı %5 ve 10 HUIO’nda (sırasıyla 6.00 ve 6.25 puan) havuç unu kullanılmayan örneğe göre (5.80) daha fazla beğenilmiş, ancak %15 HUIO’da renk skorunda düşüş gözlemlenmiştir (Şekil 4.22).



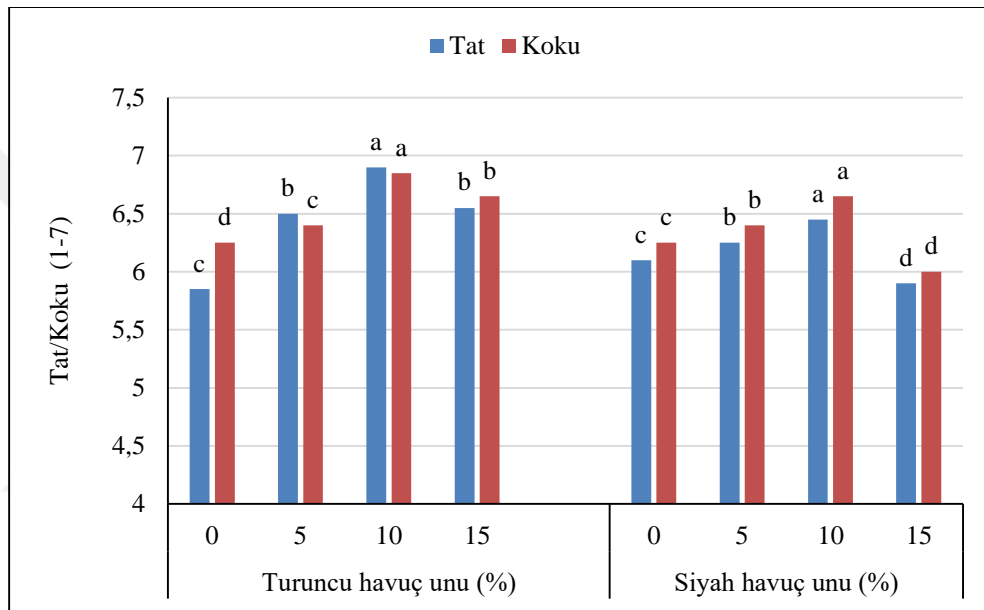
Şekil 4.22. Gulutensiz makarna (PG+Gam) örneklerine ait renk değeri sonuçları

Duyusal sonuçlar sertlik özelliği açısından değerlendirildiğinde, %0, 5, 10 ve 15 HUİÖ'lerinde sertlik skoru turuncu havuç unu ile üretilen makarna örnekleri için sırasıyla 5.00, 5.60, 5.85 ve 5.70 olarak; siyah havuç unu ile hazırlanan makarna örnekleri için ise sırasıyla 5.25, 5.70, 6.10, 5.75 olarak belirlenmiştir. Her iki HUÇ için de bütün HUİÖ'lerinde sertlik değeri havuç unu kullanılmayan makarna örneklerine göre daha yüksek sonuçlar vermiştir. %10 HUİÖ ile hazırlanan siyah ve turuncu havuç unlu makarna örneklerinin ikisinde de sertlik değeri en yüksek skora sahip olarak bulunmuştur (Şekil 4.23).



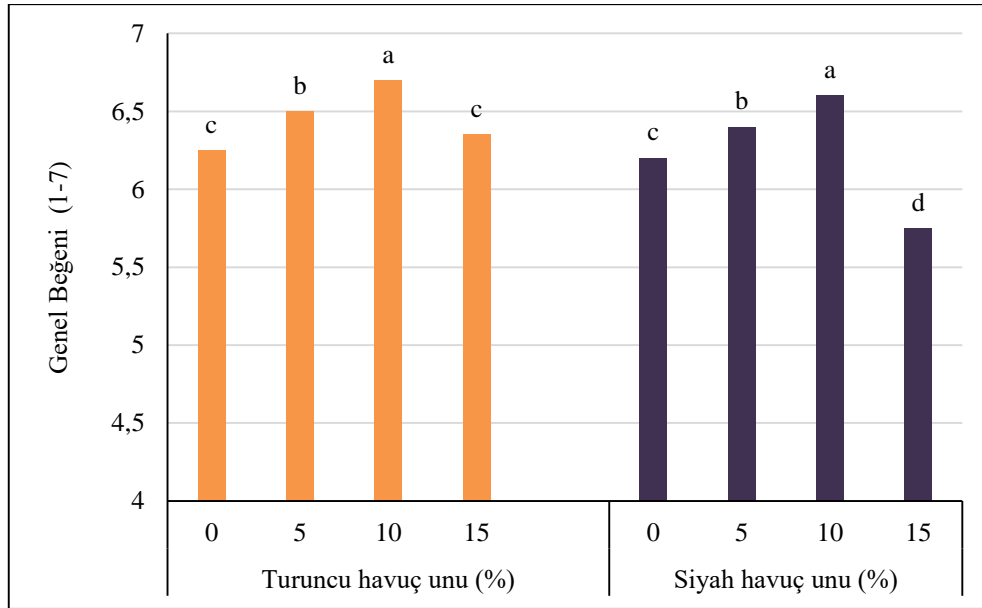
Şekil 4.23. Gulutensiz makarna (PG+Gam) örneklerine ait sertlik değeri sonuçları

Hem turuncu hem de siyah havuç unu kullanımı makarna örneklerinin tat ve koku özelliği açısından panelistlerin beğenisini kazanmıştır. Turuncu havuç unu ile hazırlanan makarna örneklerinde HUIO artıkça tat ve koku skorlarında da artış gözlemlenmiştir. Siyah havuç unu ile hazırlanan makarnalar tat ve koku özellikleri açısından %5 ve 10 HUIO'larında havuç unu kullanılmayan makarnaya göre daha fazla beğeni almıştır. Ancak %15 HUIO'nda tat ve koku puanlarında azalma görülmüştür. Her iki HU ile hazırlanan makarna örneklerinde de en yüksek tat ve koku skoru %10 HUIO'nda elde edilmiştir (şekil 4.24).



şekil 4.24. G glutensiz makarna (PG+Gam) rneklerine ait tat/koku değeri sonuçları

Makarna rneklerinin genel beğeni skorları 5.80 ile 6.70 arasında değişim göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre; havuç unu içeren makarnaların panelistlerin duyuusal kabul parametrelerinde olumsuz bir etkiye sebep olmadığı ve HUIO'nun %10'a kadar tüm parametrelerde kontrol örneğe göre daha fazla beğeni aldığı görülmüştür. Her iki havuç çeşidi ile elde edilen makarnalar için de en yüksek genel beğeni puanını %10 HUIO'nına sahip makarnalar almıştır (şekil 4.25).



Şekil 4.25. Glutensiz makarna (PG+Gam) örneklerine ait genel beğeni sonuçları

Jalgaonkar ve ark. (2018), %5, 10 ve 15 oranlarında havuç tozu kullanarak hazırladıkları makarnaların duyuşal değerlendirmesinde, havuç tozu katkısının her oranı için makarnanın renginin kontrol numunesinden daha üstün olduğunu, % 10 havuç tozuna sahip olan makarna örneğinin genel kabul edilebilirlik açısından daha üstün olduğunu bildirmişlerdir.

Singh ve ark. (2016)'nın siyah havuç posası tozu (%0, 3, 6 ve 9) ve ksantan gam kullanarak hazırladıkları glutensiz pirinç keklerinde en yüksek duyuşal skoru %6 siyah havuç tozu ve %0.5 ksantan gamın kullanıldığı örnekler almıştır.

Turuncu havuç unu (%5, 10 ve 15) kullanılarak glutensiz pirinç keki denemesi gerçekleştirilmiş ve tüm duyuşal parametrelerde (renk, tat, aroma, ağız hissiyatı, genel beğeni) %10 havuç unu ile hazırlanan kekler en yüksek skoru almıştır (Olawuyi ve Lee, 2019).

Nagarajaiiah ve Prakash (2015), farklı oranlarda (%4, 8 ve 12) kurutulmuş havuç posası ile hazırladıkları bisküvileri çeşitli duyuşal özellikleri için değerlendirmişlerdir. %4 ve 8 oranında havuç tozu bulunan bisküvilerin görünüş ve renk skorları istatistiksel olarak bir fark göstermese de diğer bisküvilere göre biraz daha yüksek bulunmuş ve elde edilen turuncu renk panelistler tarafından takdir edilmiştir. Havuç tozunun yüksek oranda (%12) eklenmesi, havucun lif içeriğinin fazlalığı sonucunda tadı ve tekstürü olumsuz yönde etkilemiştir. Genel kabul edilebilirlik açısından %4 ila 8 havuç tozu

içeren örnekler panelistler tarafından kontrole göre daha fazla puan almış ve %12 havuç tozu içeren ürün diğerlerinden daha az kabul edilebilir bulunmuştur.

Salehi ve ark. (2016), %0, 5, 10, 20 ve 30 oranlarında havuç tozu kullanarak kek denemesinde bulunmuşlar ve havuç katkılı ürünlerin duyusal değerlendirme skorları genel olarak kontrole göre yüksek bulunmuştur. Kek örneklerinin genel kabul edilebilirlik sonuçları artan oranlarda (%0, 5, 10, 20, 30) sırasıyla; 5.5, 6.8, 8.0, 7.3, 5.8 olarak tespit edilmiş ve %10 oranında havuç tozu ilavesinin en tatmin edici sonucu verdiği belirtilmiştir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Çalışmanın ilk aşamasında iki farklı havuç çeşidi (turuncu ve siyah), üç farklı kurutma metodu (sıcak hava, mikrodalga ve dondurarak kurutma) ile kurutulmuş ve elde edilen unların fiziksel, kimyasal ve besinsel özellikleri karşılaştırılmıştır. İkinci aşamada glutensiz makarna formülasyonlarında sıcak havada kurutma ile elde edilen havuç unları (mısır:pirinç unu paçalı (50:50) ile yer değiştirme esasına göre %0, 5, 10 ve 15 oranlarında) ve nohut unu (tüm örneklerde aynı olmak üzere %20 oranında) formülasyona ilave edilmiştir. Makarna örnekleri hazırlanırken yalnızca guar gam (Gam), prejelatinizasyon (PG) ve guar gam ile prejelatinizasyon (PG+Gam) uygulamalarının örneklerin teknolojik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Hazırlanan makarna örneklerinde de fiziksel, kimyasal, pişirme ile duyuşsal özellikleri değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Genel olarak turuncu havuç unları siyah havuç unlarından daha yüksek a^* ve b^* değeri göstermiştir. Turuncu havucun karotenoidlerce zengin oluşunun bu sonuçların elde edilmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Siyah havuç unlarının a^* ve b^* değeri kurutma metotlarından istatistiki olarak etkilenmezken turuncu havucun dondurarak kurutulması ile elde edilen unlar daha yüksek a^* ve b^* değeri göstermiştir. Turuncu ve siyah havuç unlarının kül, protein, yağ ve mineral madde miktarları sıcak hava, mikrodalga ve dondurarak kurutma metotlarından etkilenmemiştir. Turuncu havuç unlarının antioksidan aktivite değerleri ve TFM miktarları kurutma metotlarına göre istatistiki olarak bir fark göstermezken, siyah havuç unlarında dondurarak kurutma ile elde edilen unun TFM miktarı daha yüksek bulunmuştur. Kurutma metotlarından bağımsız olarak siyah havuç unları hem antioksidan aktivite hem de TFM miktarı açısından turuncu havuç unlarına göre daha yüksek değerler vermiştir. Dondurarak kurutma metodu ile elde edilen turuncu havuç unlarında en yüksek β -karoten (48.72 mg/100g), siyah havuç unlarında ise en yüksek TA (424.66 mgCGE/100g) miktarı belirlenmiştir. Dondurarak kurutma metodunun pahalı bir teknoloji olması, liyofilizasyon süresinin uzunluğu, mikrodalga ekipmanlarının dizayn ve yatırım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle makarna üretimi için sıcak hava kurutma metodu ile kurutulan havuç unlarının kullanımına karar verilmiştir.

Glutensiz makarna üretiminde kullanılan hammaddeler arasında mısır ve pirinç unu en yüksek L* değeri, turuncu havuç unu en yüksek a* ve b* değeri, siyah havuç unu ise en düşük b* değeri ile dikkat çekmiştir. Hammaddelerin renk özellikleri son ürün olan makarnaya da yansımıştır. Hammaddelerde yapılan kimyasal ve besinsel analiz sonuçlarına göre turuncu ve siyah havuç unları en yüksek kül, antioksidan aktivite, TFM ve TBL miktarına (sırasıyla %5.71 ile 5.88; %75.16 ile 87.52; 263.50 ile 596.10 mgGAE/100g ve %29.27 ile 42.92) ve nohut unu en yüksek protein (%24.29) ve yağ (%5.38) miktarına sahip olarak bulunmuştur. Yine turuncu ve siyah havuç unları hammaddeler arasında Ca, K ve Mg, nohut unu ise Fe, P ve Zn mineralleri açısından en yüksek sonuçları vermiştir. Mısır:pirinç unu karışımı ile hazırlanan makarnaya ilave edilmek üzere seçilen havuç unları ve nohut unu kimyasal ve besinsel özellikler açısından dikkat çekici sonuçlar sergilemiştir.

Glutensiz makarna örneklerine ait renk değerleri HUÇ faktörü açısından değerlendirildiğinde, siyah havuç unu kullanılarak hazırlanan makarna örneklerinin L*, a*, b* ve C* değerlerinin turuncu havuç unu kullanılarak hazırlananlardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum siyah ve turuncu havuçların karakteristik renk pigmentlerinden (antosiyenin ve karotenoid) kaynaklanmıştır. Makarna formülasyonunda artan HUİO, makarnaların L* değerini düşürürken a* değerini yükseltmiştir. Sonuçlar uygulama faktörü açısından değerlendirildiğinde PG uygulanmış makarna örneklerinin daha düşük L* ve daha yüksek a* ve b* değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Prejelatinizasyon esnasındaki ısı uygulaması sırasında meydana geldiği düşünülen maillard reaksiyonu bu sonuçlarda etkili olmuş olabilir.

Glutensiz makarna formülasyonunda siyah havuç unu kullanımı ile daha yüksek ağırlık artışı, hacim artışı, SGMM ve sıklık değerleri belirlenmiştir. Bu durum siyah havuç ununun turuncu havuç unundan daha yüksek lif içeriğine sahip olması sonucunda daha fazla su bağlamasına neden olduğu ve yüksek lif içeriğinin nişasta ağında zayıflamaya yol açarak makarnada SGMM miktarının artırdığı şeklinde yorumlanmıştır. Formülasyonda HUİO'nunun artması ile birlikte ağırlık artışı, hacim artışı ve sıklık değerlerinin de artmış olması da bu durumu desteklemektedir. PG+Gam uygulaması en düşük ağırlık artışı, hacim artışı ile en yüksek sıklık değerini vermiştir. PG tek başına ya da gam ile kombinasyon halinde kullanıldığında SGMM miktarını düşürerek makarna teknolojik kalitesi üzerinde etkide bulunmuştur.

Makarna üretiminde kullanılan HUÇ, örneklerin kül, protein ve yağ miktarları üzerinde etkili bir faktör olmamış, siyah havuç unu ile hazırlanan örneklerin turuncu

havuç unuyla hazırlananlardan daha fazla TBL miktarına sahip olduğu bulunmuştur. HUİO'nun artmasıyla beraber örneklerin kül ve TBL miktarları artarken protein miktarı düşmüştür. Uygulama metotları örneklerin yağ ve protein miktarları üzerinde etkili olmazken, gam kullanımı kl ve TBL miktarlarında artışa neden olmuştur. Gam kullanılan örneklerdeki kl ve TBL miktarının gam kullanılmayan örneklerin kül ve TBL miktarından fazla bulunması, guar gamın kl miktarınca zengin ve besinsel liflerin en bilinenlerinden olan jel formunda bir galaktomannan oluşundan kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Siyah havuç unları ile hazırlanan makarna örneklerinde Ca, K, Mg ve P miktarları siyah havucun aynı minerallerce turuncu havuca göre daha zengin olması nedeniyle turuncu havuç unuyla hazırlanan örneklere göre daha fazla bulunmuştur. Artan HUİO ile birlikte örneklerin Ca, K, Mg ve P miktarlarında da artış gözlemlenmiştir. Gam eklenen makarna örneklerinde de aynı mineral maddelerde artış gözlemlenmiş, havuç unlarının ve guar gamın yüksek mineral madde içeriğinin sonuçlarda etkili olduğu düşünülmüştür.

Makarna örneklerinde siyah havuç unu ile hazırlanan örneklerde daha fazla olmak üzere TFM miktarı ve antioksidan aktivite değerleri, havuç unu kullanımı ile birlikte yükselmiştir. Havuç unu kullanılmayan örneklere göre HUİO (%0, 5, 10 ve 15) artması ile örneklerin TFM miktarları (sırasıyla 10.37, 29.67, 48.96 ve 67.97 mgGAE/100g) ve antioksidan aktivite değerlerinde (%5.72, 33.42, 41.30 ve 51.09) oldukça yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Turuncu havuç unu ilave edilen makarna örnekleri zengin β -karoten, siyah havuç unu ilave edilen makarna örnekleri ise yüksek TA miktarı sergilemiştir. Turuncu ve siyah havuçların mikrobileşenlerce zengin olması onlardan hazırlanan makarna örneklerine de yansıyarak besinsel özellikleri zenginleştirmede havuç ununun iyi bir hammadde olarak kullanım imkanını desteklemiştir.

Duyusal değerlendirme için PG+Gam kullanılan örnekler seçilmiş, buna göre havuç unu kullanımı panelistlerin duyusal kabulünde olumsuz bir etkiye neden olmadan %5 ve 10 oranlarında birçok parametre için havuç unu kullanılmayan örneklere göre daha yüksek puan ile değerlendirilmiştir.

5.2 Öneriler

1. Havuç, ülkemizde ve dünyada yaygın bir şekilde tarımı yapılan, önemli vitamin ve mineralleri içeren lifçe zengin bir sebzedir. Taze havucun mikrobiyal bozulmaya karşı hassas olması, soğutma ve kontrollü atmosfer depolaması gibi pahalı muhafaza yöntemlerini gerektirmektedir. Havucun kurutularak toz haline getirilmesi raf ömrü uzun, depolama, ambalaj ve taşıma giderleri minimuma indirilmiş ve ürün çeşitliliği sağlamada besinsel (yüksek lif ve antosiyanin, β -karoten gibi mikrobileşenler) ve duyuşal özellikleri yüksek bir ürün elde edilmesine imkan sağlayabilir. Bu üstün özellikler havucun glutenli-glutensiz gıda formulasyonlarında kullanım imkanını artırabilir.

2. Glutensiz gıdaların düşük lif ve zayıf besinsel, duyuşal özellikleri nedeniyle çölyak hastalarının diyetinin çeşitlilik açısından kısıtlı olması son yıllarda daha sağlıklı ve besleyici özellikte glutensiz gıda üretimine olan ilgiyi arttırmıştır. Glutensiz gıdaların besin kalitesini artırmak amacıyla geleneksel glutensiz unlar ve nişastalar ile kombinasyon halinde baklagil ve meyve/sebze unları gibi zengin protein ve diyet lifli bileşenlerin kullanımı önerilebilir.

3. Bu çalışmada elde edilen makarnaların fiziksel, kimyasal ve duyuşal analiz sonuçlarına göre en uygun havuç ilave oranı %10 olarak belirlenmiştir. Ancak makarna üretim proseslerinin daha ileri çalışmalarla geliştirilmesiyle birlikte bu oranın daha da artırılarak kullanılabilceğı düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

- Agarwal, S., Rao, A.V., 2000, Carotenoids and chronic diseases, *Drug Metabolism and Personalized Therapy*, 2000;17(1-4), 189-210.
- Ahmed, M. B., Hamed, R. A., Ali, M. E., Hassan, A. B., Babiker, E. E., 2006, Proximate composition antinutritional factors and protein fractions of guar gum seeds as influenced by processing treatments, *Pakistan Journal of Nutrition*, 5 (5), 481-484.
- Akubor, P. H., John Ike, E.Z.E. 2012, Quality evaluation and cake making potential of sun and oven dried carrot fruit, *International Journal of Biosciences*, 2:10 (2), 19-27.
- Alain, M.M.M., Israël, M.L., René, M.S., 2007, Improving the Nutritional Quality of Cowpea and Bambara Bean Flours for Use in Infant Feeding, *Pakistan Journal of Nutrition*, 6 (6), 660-664.
- Alasalvar, C., Grigor, J. M., Zhang, D., Quantick, P. C. and Shahidi, F., 2001, Comparison of Volatiles, Phenolics, Sugars, Antioxidant Vitamins, and Sensory Quality of Different Colored Carrot Varieties, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 1410-1416.
- Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E. K., Gallagher, E., 2010, Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking, *Food Chemistry*, 119 (2), 770-778.
- Anonymous, 2019, T.C. Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Dairesi Başkanlığı, 2019 Nisan Ayı Çölyak Hasta Dağılımı, hsgm.saglik.gov.tr/tr/metabolizma-ve-colyak/colyak-ve-gorulme-sikligi.html, [Ziyaret Tarihi: 1 Şubat 2019].
- Anonymous, 2016, HAVUÇ Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele Dökümanları, *Çiftçi Eğitim Serisi-21*, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Eğitim Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı Matbaası, Ankara.
- Anonymous, 2017, Türkiye İstatistik Kurumu, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> [Ziyaret Tarihi: 5 Nisan 2018].
- Asami, D. K., Hong, Y. J., Barrett, D. M., Mitchell, A. E., 2003, Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practices, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51,1237-1241.
- Askar, A., 1993, Natural colors for the food industry – an overview, *Fruit Processing*, 3 (11), 400-403.

- Astrog, P., Gradelet, S., Berges, R., Suschetet, M., 1997, Dietary lycopene decreases initiation of liver preneoplastic foci by diethylnitrosamine in rat, *Nutrition and Cancer*, 29:60–8.
- Awolu, O. O., Olabiran, T. E., 2019, Supplementation of Rice Flour With Carrot, Date Palm and Defatted Soybean Flours for Enhanced Nutritional, Antioxidants and Physicochemical Properties, *Agriculture and Food Sciences Research*, 6(1),134-144.
- Avanza, M., Acevedo, B., Chaves, M., Añón, M., 2013, Nutritional and anti-nutritional components of four cowpea varieties under thermal treatments: Principal component analysis, *LWT-Food Science and Technology*, 51,148-157.
- Babic, I., Amiot, M. J., Ngugen-The, C., Aubert, S., 1993, Changes in phenolic content in fresh, ready-to-use and shredded carrots during storage, *Journal of Food Science*, 58, 351–356.
- Badwaik, L. S., Prasad, K., Seth, D., 2014, Optimization of ingredient levels for the development of peanut based fiber rich pasta, *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2713–2719.
- Bajaj, K. L., Kaur, G., Sukhija, B. S., 1980, Chemical Composition and some Plant Characteristics in Relation to Quantity of some Promising Cultivars of Carrot (*Daucus carota* L.), *Plant. Foods for Human Nutrition*, 30, 97-107.
- Balandrán-Quintana, R. R., Barbosa-Cánovas, G. V., Zazueta-Morales, J. J., Anzaldúa-Morales, A. and Quintero-Ramos, A., 1998, Functional and Nutritional Properties of Extruded Whole Pinto Bean Meal (*Phaseolus Vulgaris* L.), *Journal Of Food Science*, 63-1, 113-116.
- Baloch, A. K., Buckle, K. A., Edwards, R. A., 1977, Separation of carrot carotenoids on hyflo-super-cel-magnesium oxide-calcium sulfate thin layers, *Journal of Chromatography A.*, 139, 149-155.
- Banga, O., De Bruyn, J. W., 1964, Carotenogenesis in Carrot Roots, *Wageningen Journal of Life Sciences*, 12, 204-220.
- Banga, O., De Bruyn, J. W., Van Bennekom, J. L., Van Keulen, H. A., 1963, Selection of Carrots for Carotene Content, V. The Effect of the Soil Moisture Content. *Euphytica*, 12, 137-146.
- Barbiroli, A., Bonomi, F., Casiraghi, M. C., Iametti, S., Pagani, M. A., Marti, A., 2013, Process conditions affect starch structure and its interactions with proteins in rice pasta, *Carbohydrate Polymers*, 92,1865-1872.
- Bast, A., van den Berg, H., Van der Plas, R. M., Haenen, G. R., 1996, Beta-carotene as antioxidant, *European Journal of Clinical Nutrition*, 50, 554-556.

- Bazrafshan, M., Shafafizenoozian, M., Moghimi, M., 2015, Effect of soy protein isolate, guar gum and *Ocimum basilicum* seed powder as replacers of fat on porosity, color and texture of muffin cake, *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 4 (4), 23-29.
- Baysal, A., 1995, Havucun Beslenmedeki Önemi, *Standart Ekonomik ve Teknik Dergi*, Ankara, 55-58.
- Bendich, A., Shapiro, S. S., 1986, Effect of β -carotene and canthaxanthin on the rat, *The Journal of Nutrition*, 116, 2254-2262.
- Berrios, J. De J., 2012, Extrusion processing of main commercial legume pulses, In: *Advances in Food Extrusion Technology* (edited by M. Maskan & A. Altan). Ed. CRC Press, Pp. 209–236. Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., Sapirstein, H. D., 2005, Phenolic Content and Antioxidant Activity of Pearled Wheat and Roller-Milled Fractions, *Cereal Chemistry*, 82, 4, 390-393.
- Bhattacharya, K. R. and Ali, S. Z., 1985, Changes in rice during parboiling and properties of parboiled rice, In Y. Pomeranz (Ed.), *Advances in cereal science and technology*, pp: 105-167, St. Paul: The American Association of Cereal Chemist, Inc.
- Biernacka, B., Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Różyło, R., Siastała, M., 2017, Physical, sensorial, and antioxidant properties of common wheat pasta enriched with carob fiber, *LWT-Food Science and Technology*, 77:186-192.
- Bingley, P. J., Williams, A. J., Norcross, A. J., 2004, Undiagnosed coeliac disease at age seven: population based prospective birth cohort study, *BMJ*, 328, 322-3.
- Block, G., 1994, Nutrient source of pro-vitamin A carotenoids in American diet, *American Journal of Epidemiology*, 139, 290–293.
- Block, G., Langseth, L., 1994, Antioxidant vitamins and disease prevention, *Food Technology*, 48, 80-84.
- Bohm, V., Putpitawan-Nienaber, N. L., Ferruzzi, M. G., Schwartz, S. J., 2002, Trolox equivalent antioxidant capacity of different geometrical isomers of alfa-carotene, beta-carotene, lycopene and zeaxanthin, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 221–226.
- Bose, T. K., Som, M. G., 1986, Vegetable crops in India, Agricultural Science and Technology Information, agris.fao.org, Publisher:Naya Prokash, Calcutta.
- Bridle, P., Timberlake, C. F., 1997, Anthocyanins as natural food colours-selected aspects, *Food Chemistry*, 58 (12), 103–109.

- Brites, C., Trigo, M. J., Santos, C., Collar, C. and Rosell, C. M., 2010, Maize-Based Gluten-Free Bread: Influence of Processing Parameters on Sensory and Instrumental Quality, *Food and Bioprocess Technology*, 3, 707-715.
- Bushway, R. J., Wilson, A. M., 1982, Determination of α - and β -carotene in fruits and vegetables by high performance liquid chromatography, *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 15, 3, 165-169.
- Cabrera-Chávez, F., Calderón de la Barca, A. M., Islas-Rubio, A. R., Marti, A., Marengo, M., Pagani, M. A., 2012, Molecular rearrangements in extrusion processes for the production of amaranth-enriched, gluten-free rice pasta, *LWT Food Science and Technology*, 47, 421-426.
- Camelo-Méndez, G. A., Ferruzzi, M. G., González-Aguilar, G. A., Bello-Pérez, L. A., 2016, Carbohydrate and phytochemical digestibility in pasta, *Food Engineering Reviews*, 8, 76–89.
- Cao, G., Sofic, E., Prior, R. L., 1996, Antioxidant capacity of tea and common vegetables, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 3426- 3441.
- Caperuto, L. C., Amaya-Farfan, J., Camargo, R. O., 2001. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 95-101.
- Cardoso Sandiogo, A. R., Moreira-Araujo, R. S. R., Pinto e Silva, M. E. M. and Areas, G. A. J., 2001, The potential of extruded chickpea, corn and bovine lung for malnutrition programs, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2, 203–209.
- Carini, E., Curti, E., Spotti, E., Vittadini, E., 2012, Effect of Formulation on Physicochemical Properties and Water Status of Nutritionally Enriched Fresh Pasta, *Food and Bioprocess Technology*, 5, 1642–1652.
- Carle, R., Schiber, A., 2001, Recovery and characterization of functional compounds from by-products of fruit and vegetable processing—effect of processing on the nutritional quality of food, *Karlsruhe*, 75, 21–23.
- Carlsson, A., Agardh, D., Borulf, S., Grodzinsky, E., Axelsson, I., Ivarsson, S. A., 2006, Prevalence of celiac disease: before and after a national change in feeding recommendations, *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 41, 553-8.
- Catassi, C., Ratsch, I. M., Gandolfi, L., 1999, Why is coeliac disease endemic in the people of the Sahara?, *Lancet*, 354, 647-8.
- Cellier, C., Flobert, C., Cormier, C., Roux, C., Schmitz, J., 2000, Severe osteopenia in symptomfree adults with a childhood diagnosis of coeliac disease, *Lancet*, 355, 806.

- Chavan, J. K., Salunkhe, D. K., 1986, Biochemistry and technology of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds, *CRC Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 25, 107-158.
- Chen, B. H., Peng, H. Y., Chen, H. E., 1995, Changes of carotenoids, color, and vitamin A contents during processing of carrot juice, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 1912-1918.
- Chen, Q., Bi, J., Chen, R., Liu, X., Wu, X., Zhou, M., 2017, Comparative study on drying characteristic, moisture diffusivity, and some physical and nutritional attributes of blanched carrot slices, *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, e13201.
- Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P. M., Del Nobile, M. A., 2007, Effect of carboxymethylcellulose and pregelatinized corn starch on the quality of amaranthus spaghetti, *Journal of Food Engineering*, 83, 492-500.
- Chillo, S., Civica, V., Iannetti, M., Suriano, N., Mastromatteo, M., Del Nobile, M. A., 2009, Properties of quinoa and oat spaghetti loaded with carboxymethylcellulose sodium salt and pregelatinized starch as structuring agents, *Carbohydrate Polymers*, 78, 932-937.
- Collin, P., Reunala, T., Pukkala, E., Laippala, P., Keyrilainen, O., Pasternack, A., 1994, Coeliac disease-associated disorders and survival, *Gut*, 35, 1215-1218.
- Collins, J. R., Isselbacher, K. J., 1964, Treatment of adult celiac disease (nontropical sprue), *New England Journal of Medicine*, 271, 1153-6.
- Cook, N. C., Samman, S., 1996, Flavonoids-Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources, *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 7, 66-76.
- Cooper, B. T., Holmes, G. K. T., Cooke, W. T. , 1978, Coeliac disease and immunological disorders, *BMJ*, 1, 537-539.
- Costa, G. E. A., Queiroz-Monici, K. S., Reis, S. M. P. M., Oliveira, A. C., 2006, Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes, *Food Chemistry*, 94, 327-330.
- Costa, A. P. D., Thys, R. C. S., Rios, A. O., Flôres, S. H., 2016, Carrot flour from minimally processed residue as substitute of β -carotene commercial in dry pasta prepared with common wheat (*Triticum aestivum*), *Journal of Food Quality*, 39, 590-598.
- Criqui, M. H., Ringel, B. L., 1994, Does diet or alcohol explain the French paradox?, *Lancet*, 344, 1719-1723.
- Cui, W., Mazza, G., 1996, Physicochemical characteristics of flaxseed gum, *Food Research International*, 29, 397-402.

- Cui, W., Li, Y., Song, F., Song, Y., 2008, Combined Microwave-vacuum and freeze drying of carrot and apple chips, *Drying Technology*, 26, 1517-1523.
- Cunin, C., Handschin, S., Walther, P. and Escher, F., 1995, Structural changes of starch during cooking of durum wheat pasta, *LWT – Food Science and Technology*, 28, 323-328.
- D'Amico, M. A., Holmes, J., Stavropoulos, S. N., 2005, Presentation of pediatric celiac disease in the United States: prominent effect of breastfeeding. *Clinical Pediatrics (Phila)*, 44, 249-58.
- Del Nobile, M. A., Baiano, A., Conte, A., Mocci, G., 2005, Influence of protein content on spaghetti cooking quality, *Journal of Cereal Science*, 4, 337-356.
- Dendy, D. A.V., 2000, Rice, In A. V. Dendy, B. J. Dodraszezyk (Eds.), *Cereals and cereal products chemistry and technology*, pp: 276-314, Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc.
- Dexter, J. E. and Matsuo, R. R., 1978, The effect of gluten protein fractions on pasta dough rheology and spaghetti making quality, *Cereal Chemistry*, 55, 44–57.
- Dexter, J. E., Matsuo, R. R. and MacGregor, A. W., 1985, Relationship of instrumental assessment of spaghetti cooking quality to the type and amount of material rinsed from cooked spaghetti, *Journal of Cereal Science*, 39–53.
- Dietmar, E. B., Bamedi, A., 2001, Carotenoid esters in vegetables and fruits: a screening with emphasis on b-cryptoxanthin esters, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 2064–2067.
- Diezak, J. D., 1991, A focus on gums, *Food Technology*, 45, 116-132.
- Donatella, B. M. F., Vanessa, De S., Salvatore, A. C., Ivano, P., Cristiano, P., Franca, N., Franca, F., Roberto, P., Pasquale, De V., 2014, Genetic variability in anthocyanin composition and nutritional properties of blue, purple, and red bread (*triticum aestivum* l.) and durum (*triticum turgidum* l. ssp. *turgidum* convar. durum) wheats, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 8686-8695.
- Downham, A., Collins, P., 2000, Colouring our foods in the last and next millennium, *International Journal of Food Science and Technology*, 35 (1), 5–22.
- Eim, V. S., Simal, S., Rossello', C., Femenia, A., 2008, Effects of addition of carrot dietary fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada), *Meat Science*, 80, 173–182.
- Elliot, R., 2005, Mechanisms of genomic and non-genomic actions of carotenoids, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, 1740, 147–54.
- Enger, S. M., 1995, Questionnaire assessment of intake of specific carotenoids, *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 4, 201–205.

- Ersus, S., Yurdagel, U., 2007, Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus carota* L.) by spray drier, *Journal of Food Engineering*, 80,805-812.
- Evers, A. M., 1989, Effects of Different Fertilization Practices on the Carotene Content of Carrot, *Agricultural and Food Science*, 7-14.
- Fasano, A., Berti, I., Gerarduzzi, T., 2003, Prevalence of celiac disease in at-risk and not-at-risk groups in the United States: a large multicenter study, *Archives of Internal Medicine*, 163, 286-92.
- Feillet, P., 1984, Present knowledge on basis of pasta cooking quality:Consequence for wheat breeders, *Sciences des Aliments*, 4, 551-566.
- Ferreira, S. M. R., de Mello, A. P., Anjos, M. C. R., Krüger, C. C. H., Azoubel, P. M., Alves, M. A. O., 2016, Utilization of sorghum, rice, corn flours with potato starch for the preparation of gluten-free pasta, *Food Chemistry*, 191, 147–151.
- Filipčev, B., Lević, L., Solarov, M., Mišljenović, N., Koprivica, G., 2010, Quality characteristics and antioxidant properties of breads supplemented with sugar beet molasses-based ingredients, *International Journal of Food Properties*, 13, 1035-1053.
- Fiorda, F. A., Junior, M. S. S., da Silva, F. A., Souto, L. R. S., Grosman, M. V. E., 2013, Amaranth flour, cassava starch and cassava bagasse in the production of gluten-free pasta: technological and sensory aspects, *International Journal of Food Science and Technology*, 48, 1977–1984.
- Francis, J., 1994, Food colorants today, *The World Ingredients*, 1, 8–11.
- Fritz, D., Habben, J., 1977, The Quality of Different Carrot Cultivars as Affected by the Harvesting Date, *Gartenbauwissenschaft*, 42, 185-190.
- Gabelman, W. H., 1974, The Prospects for Genetic Engineering to Improve Nutritional Values. In *Nutrition Qualities of Fresh Fruits and Vegetables*, White, P., Selvey, N., Eds.; Academic Press: New York, 147-155.
- Gallagher, E., Gormley, T. R. and Arendt, E. K., 2004, Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products, *Trends in Food Science & Technology*, 15, 143-152.
- Gálvez, J. S., Carrillo, E. P., Reyes, H. H. V., Zevallos, L. C., Velázquez, D. A. J., 2016, Application of wounding stress to produce a nutraceutical-rich carrot powder ingredient and its incorporation to nixtamalized corn flour tortillas, *Journal of Functional Foods*, 27, 655–666.
- Gamez-Meza, N., Noriega-Rodriguez, J. A., Medina-Juarez, L. A., Ortega Garcia, J., Cazarez-Casanova, R. and Angulo-Guerrero, O., 1999, Antioxidant activity in soybean oil of extracts from Thompson grape bagasse, *Journal of the American Oil Chemists Society (JAOCS)*, 76, 1445-1447.

- Gao, L., Wang, S., Oomah, B. D., and Mazza, G. 2002, Wheat quality: Antioxidant activity of wheat millstreams. Pages 219-233 in: *Wheat Quality Elucidation*. P. Ng and C. W. Wrigley, eds. AACC International: St. Paul. MN.
- Gao, Y., Janes, M. E., Chaiye, B., Brennan, M. A., Brennan, C. S., Prinyawiwatkul, W., 2018, Gluten-free bakery and pasta products: prevalence and quality improvement, *International Journal of Food Science and Technology*, 53, 19-32.
- Gayas, B., Shukla, R. N., Khan, B. M., 2012, Physico-Chemical and Sensory Characteristics of Carrot Pomace Powder Enriched Defatted Soyflour Fortified Biscuits, *International Journal of Scientific and Research Publications*, 2 (8), 130-134.
- Gennari, F. J., 1998, Hypokalemia, *The New England Journal of Medicine*, 339, 7, 451-458.
- Gerster, H., 1997, The potential role of lycopene for human health, *Journal of the American College of Nutrition*, 16, 109–26.
- Giménez, M. A., González, R. J., Wagner, J., Torres, R., Lobo, M. O., Samman, N. C., 2013, Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of corn-broad beans (*Vicia faba*) spaghetti type pasta, *Food Chemistry*, 136, 538–545.
- Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Fortunati, P., Masoero, F., 2015, Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour, *Food Chemistry*, 175, 43–49.
- Gizir, A. M., Turker, N., Artuvan, E., 2008, Pressurized acidified water extraction of black carrot (*Daucus carota ssp. sativus var. atrorubens* Alef.) anthocyanins, *European Food Research and Technology*, 226 (3), 363-370.
- Glicksman, M., 1969, Gum technology in food industry, New York: Academic Press., pp. 140-148.
- Goldstein, A. M., Alter, E. N., Seaman, J. K., 1973. Guar gum, in *Industrial Gums*, 2nd ed., eds. By Whistler, R. L., BeMiller, J. N., Academic Press, New York, 303-321.
- Gomez, J. C., Selvaggio, G. S., Viola, M., 2001, Prevalence of celiac disease in Argentina: screening of an adult population in the La Plata area, *The American Journal of Gastroenterology*, 96, 2700-4.
- Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C., Pando, V., Fernandez, E., 2008, Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends, *Food Science and Technology*, 41, 1701-1709.
- Gonçalves, E. M., Abreu, M., Brandão, T. R. S., Silva, C. L. M., 2010, Carrot (*Daucus carota* L.) peroxidase inactivation, phenolic content and physical changes kinetics due to blanching, *Journal of Food Engineering*, 97, 574–581.

- Gong, Y., Deng, G., Han, C., Ning, X., 2015, Process optimization based on carrot powder color characteristics, *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 8, 137-142.
- Gopalan, C., Ramasastry, B. V., Balasubramanian, S. C., 1991, Nutritive value of Indian foods, National Institute of Nutrition, Hyderabad, p:47.
- Granato, D., Masson, M. L., 2010, Instrumental color and sensory acceptance of soy-based emulsions: a response surface approach, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30 (4), 1090–1096.
- Greco, L., Romino, R., Coto, I., 2002, The first large population based twin study of coeliac disease, *Gut*, 50, 624-8.
- Green, P. H., Jabri, B., 2003, Coeliac disease, *Lancet*, 362, 383-91.
- Green, P. H. R., Stavropoulos, S. N., Panagi, S. G., 2001, Characteristics of adult celiac disease in the USA: results of a national survey, *The American Journal of Gastroenterology*, 96, 126-31.
- Green, P. H. R., Cellier, C., 2007, Celiac Disease, *The New England Journal of Medicine*, 357, 1731-43.
- Gujiral, H. S., Rosell, C. M., 2004, Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase, *Journal of Cereal Science*, 39, 225-230.
- Gull, A., Prasad, K., Kumar, P., 2015, Effect of millet flours and carrot pomace on cooking qualities, color and texture of developed pasta, *LWT - Food Science and Technology*, 63, 470-474.
- Gull, A., Prasad, K., Kumar, P., 2016, Nutritional, antioxidant, microstructural and pasting properties of functional pasta, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17 (2), 147-153.
- Gwartz, J. A., Garcia-Casal, M. N., 2014, Processing maize flour and corn meal food products, *Annals of The New York Academy of Sciences*, 1312, 66-75.
- Gyamfi, M. A., Yonamine, M. and Aniya, Y., 1999, Free radical scavenging action of medical herbs from Ghana: *Thonningia sanguinea* on experimentally-induced liver injuries, *General Pharmacology: The Vascular System*, 32 (6), 661-667.
- Hager, T. J., Howard, L. R., 2006, Processing effects on carrot phytonutrients, *HortScience*, 41, 74–79.
- Hallert, C., Grant, C., Grehn, S., 2002, Evidence of poor vitamin status in coeliac patients on a gluten-free diet for 10 years, *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 16, 1333-9.
- Hamaker, B. R., 1994, The influence of rice proteins in rice quality. In: Marshall, W.E., Wadsworth, J.I. (Eds.), *Rice Science and Technology*, Marcel Dekker Inc, New York, pp. 177-194.

- Hansen, S. L., Purup, S., Christensen, L. P., 2003, Bioactivity of falcarinol and the influence of processing and storage on its content in carrots (*Daucus carota* L), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 1010–1017.
- Harborne, J. B., 1976, A unique pattern of anthocyanins in *Daucus carota* and other Umbelliferae, *Biochemical Systematics and Ecology*, 4, 31–35.
- Hashimoto, T., Nagayama, T., 2004, Chemical composition of ready-to-eat fresh carrot, *Journal of the Food Hygienic Society of Japan*, 39, 324–328.
- Heinonen, M. I., 1990, Carotenoids and Provitamin A Activity of Carrot (*Daucus carota* L.) Cultivars, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38, 609-612.
- Hertog, M. G. L., Feskens, E. J. M., Hollman, P. C. H., Katan, M. B., Kromhout, D., 1993, Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen elderly study, *Lancet*, 342, 1007-1011.
- Holland, B., Unwin, J. D., Buss, D. H., 1991, Vegetables, herbs and spices: Fifth supplement to McCance and Widdowson's, London.
- Holmes, G. J., Kemble, J. M., 2009, Vegetable Crop Handbook (Southeastern US).
- Hosta, H. G., 2012, Farklı baklagil unları ile zenginleştirilmiş glutensiz pirinç eriştelere kalite ve bazı besinsel özelliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 58.
- Howard, F. D., MacGillivray, J. H., Yamaguchi, M., 1962, Nutrient composition of fresh California grown vegetables, Bull Nr 788, Calif Agric Expt Stn, University of California, Berkeley.
- Hsu, S., Lu, S., Huang, C., 2000, Viscoelastic changes of rice starch suspensions during gelatinization. *Journal of Food Science*, 65, 215– 220.
- Huang, J. C., Knight, S., Goad, C., 2001, Model prediction for sensory attributes of nongluten pasta, *Journal of Food Quality*, 24, 495-511.
- Huang, M. T., Ho, C. T., Lee, C. Y., 1992, Phenolic Compounds in Food and Their Effects on Health, II. Antioxidants and Cancer Prevention; ACS Symposium Series 507; American Chemical Society: Washington, DC.
- Hussein, A. M. S., Kamil, M. M., Hegazy, N. A., Abo El-Nor, S. A. H., 2013, Effect of Wheat Flour Supplemented with Barely and/or Corn Flour on Balady Bread Quality, *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 63, 1, 11-18.
- Ivarsson, A., Hernell, O., Stenlund, H., Persson, L. A., 2002, Breast-feeding protects against celiac disease, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75, 914-21.

- Jalgaonkar, K., Jha, S. K., Mahawar, M. K., 2018, Influence of incorporating defatted soy flour, carrot powder, mango peel powder and moringa leaves powder on quality characteristics of wheat semolina-pearl millet pasta, *Journal of Food Processing and Preservation*, 42, 13575.
- Johnson, E. J., 2002, The role of carotenoids in human health, *Nutrition in Clinical Care*, 5 (2), 47–9.
- Kahkonen, M. P., Hopia, A. I., Vuorela, H. J., Rauha, J. P., Pihlaja, K., Kujala, T. S., Heinonen, M., 1999, Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 3954–3962.
- Kalra, C. L., Kulkarni, S. G., Berry, S. K., 1987, The carrot—a most popular root vegetable, *Indian Food Pack*, 41 (6), 46–73.
- Kalt, W., 2005, Effects of production and processing factor on major fruit and vegetable antioxidants, *Journal of Food Science*, 70, 11–19.
- Kalt, W., Forney, C. F., Martin, A., Prior, R. L., 1999, Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and anthocyanins after fresh storage of small fruits, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 4638–4644.
- Kamiloglu, S., Pasli, A. A., Ozcelik, J., Van Camp, J., Capanoglu, E., 2015, Colour retention, anthocyanin stability and antioxidant capacity in black carrot (*Daucus carota*) jams and marmalades: Effect of processing, storage conditions and *in vitro* gastrointestinal digestion, *Journal of Functional Foods*, 13, 1-10.
- Kamiloglu, S., Capanoglu, E., Bilen, D. F., Gonzales, G. B., Grootaert, C., Van de Wiele, T., Van Camp, J., 2016, Bioaccessibility of polyphenols from plant-processing byproducts of black carrot (*Daucus carota* L.), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64, 2450–2458.
- Kamiloglu, S., Ozkan, G., Isik, H., Horoz, O., Camp, J. V., Capanoglu, E., 2017, Black carrot pomace as a source of polyphenols for enhancing the nutritional value of cake: An *in vitro* digestion study with a standardized static model, *LWT-Food Science and Technology*, 77, 475-481.
- Kasale, K., Malagi, U., Naik, K. R., 2019, Nutrient composition and antioxidant components of newer carrot germplasm, *The Pharma Innovation Journal*, 8, 1, 23-28.
- Kaur, G., Jaiswal, S. P., Brar, K. S., Kumar, J. C., 1976, Physico-chemical characteristics of some important varieties of carrot, *Indian Food Pack*, 30(2), 5–8.
- Kausar, H., Parveen, S., Aziz, M. M., Saeed, S., 2018, Production of Carrot Pomace Powder and Its Utilization in Development of Wheat Flour Cookies, *Journal of Agricultural Research*, 56 (1), 49-56.

- Kays, S. E., Morris, J. B., Kim, Y., 2006, Total and soluble dietary fiber variation in *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub. (Guar) genotypes, *Journal of Food Quality*, 29, 383–391.
- Khandare, V., Waliab, S., Singh, M., Kaur, C., 2011, Black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus*) juice: Processing effects on antioxidant composition and color, *Food and Bioproducts Processing*, 89, 482–486.
- Khanum, F., Swamy, M. S., Krishna, K. R. S., Santhanam, K., Viswanathan, K.R., 2000, Dietary fiber content of commonly fresh and cooked vegetables consumed in India, *Plant Foods for Human Nutrition*, 55, 207–218.
- Kırbaş, Z., Kumcuoglu, S., Tavman, S., 2019, Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties, *Journal of Food Science and Technology*, 56, 914–926.
- Kidmose, U., Hansen, S. L., Christensen, L. P., Edelenbos, M., Larsen, M., Norback, R., 2004, Effects of genotypes, root size, storage and processing on bioactive compounds in organically grown carrots (*Daucus carota* L), *Journal of Food Science*, 69, 388–394.
- Kochar, G. K., Sharma, K. K., 1992, Fiber content and its composition in commonly consumed Indian vegetables and fruits, *Journal of Food Science and Technology*, 29, 187–190.
- Kreutzmann, S., Christensen, L. P., Edelenbos, M., 2008, Investigation of bitterness in carrots (*Daucus carota* L.) based on quantitative chemical and sensory analyses, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 41 (2), 193–205.
- Krinsky, N. I., 1989, Carotenoids and cancer in animal model, *The Journal of Nutrition*, 119, 123–126.
- Krishnan, M., Prabhasankar, P., 2012, Health based pasta: redefining the concept of the next generation convenience food, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52:9–20.
- Kurilich, A. C., Tsau, G. J., Brown, A., Howard, L., Klein, B. P., Jeffery, E. H., 1999, Carotene, tocopherol, and ascorbate contents in subspecies of *Brassica oleracea*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 1576–1581.
- Lai, H. M., 2001, Effects of rice properties and emulsifiers on the quality of rice pasta, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 203–216.
- Lai, H. M., Cheng, H. H., 2004, Properties of pregelatinized rice flour made by hot air org um puffing, *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 2, 201–212.
- Lamberts, L., Brijis, K., Mohamed, R., Verhelst, N., Delcour, J. A., 2006, Impact of browning reactions and bran pigments on color of parboiled rice, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 9924–9929.

- Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N., Califano, A., 2013, Optimization of rheological properties of gluten-free pasta dough using mixture design, *Journal of Cereal Science*, 57, 520-526.
- Lee, C. H., Cho, J. K., Lee, S. J., Koh, W., Park, W., Kim, C. H., 2002, Enhancing β -carotene content in asian noodles by adding pumpkin powder, *Cereal Chemistry*, 79(4), 593-595.
- Lee, J., Kim, M., Park, K., Choe, E., 2003, Lipid Oxidation and Carotenoids Content in Frying Oil and Fried Dough Containing Carrot Powder, *Food Chemistry and Toxicology*, 68, 1248-1253.
- Lehman, A., O'Rourke, N., Hatcher, L., Stepanski, E. J., 2003, JMP for basic univariate and multivariate statistics: Methods for researchers and social scientist, SAS Institute.
- Leon, K., Mery, D., Pedreschi, F., Leon, J., 2006, Color measurement in L* a* b* units from RGB digital images, *Food Research International*, 39 (10), 1084–1091.
- Lin, T. M., Durance, T. D. and Scaman, C. H., 1998, Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices, *Food Research International*, 31, 111–117.
- Liu, R. H., 2007, Whole grain phytochemicals and health, *Journal of Cereal Science*, 46, 207-219.
- Majzoobi, M., Poor, Z. V., Jamalian, J., Farahnaky, A., 2016, Improvement of the quality of gluten-free sponge cake using different levels and particle sizes of carrot pomace powder, *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 1369–1377.
- Maki, M., 1996, Coeliac disease and autoimmunity due to unmasking of cryptic epitopes, *Lancet*, 348, 1046–1047.
- Maki, M., Mustalahti, K., Kokkonen, J., 2003, Prevalence of celiac disease among children in Finland, *The New England Journal of Medicine*, 348, 2517-24.
- Mangels, A. R., Holden, J. M., Beecher, G. R., Forman, M. R., Lanza, E., 1993, Carotenoid contents of fruits and vegetables: an evaluation of analytical data, *Journal of the American Dietetic Association*, 93, 284–96.
- Manser, J., 1981, Optimale parameter für die teigwarenherstellung am beispiel von langwaren, *Getreide Mehl Brot*, 35, 75.
- Manthey, F. A., Clifford, A. H. I., 2007, Effect of processing and cooking on the content of minerals and protein in pasta containing buckwheat bran flour, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 2026-2033.
- Marti, A. and Pagani, M. A., 2013, What can play the role of gluten in gluten free pasta?, *Trends in Food Science and Technology*, 31, 63-71.

- Marti, A., Caramanico, R., Bottega, G., Pagani, M. A., 2013, Cooking behavior of rice pasta: Effect of thermal treatments and extrusion conditions, *LWT-Food Science and Technology*, 54, 229-235.
- Marti, A., Seetharaman, K., Pagani, M. A., 2010, Rice-based pasta: A comparison between conventional pasta-making and extrusion-cooking, *Journal of Cereal Science*, 52, 404-409.
- Mathews-Roth, M. M., 1985, Carotenoids and cancer prevention experimental and epidemiological studies, *Pure and Applied Chemistry*, 51, 649.
- Matsuo, R., Malcolmson, N., Edwards, N., Dexter, J., 1992, A calorimetric method for estimating spaghetti cooking losses, *Cereal Chemistry*, 69 (1), 27-29.
- Matthias, T., Neidhöfer, S., Pfeiffer, S., Prager, K., Reuter, S., Gershwin, M.E., 2011, Novel trends in celiac disease, *Cellular & Molecular Immunology*, 8:121-125.
- Mazza, G., Minizte, E., 1993, Roots, tubers and bulbs, In: Anthocyanins in fruits, vegetables and grains, Boca Raton: CRC Press, Florida, p 265.
- Mestres, C., Colonna, P., Alexandre, M. C. and Matencio, F., 1993, Comparison Of Various Processes For Making Maize Pasta, *Journal of Cereal Science*, 17, 277-290.
- Meyer, D., Stavropolous, S., Diamond, B., Shane, E., Green, P. H., 2001, Osteoporosis in a North American adult population with celiac disease, *The American Journal of Gastroenterology*, 96, 112-9.
- Munsch, M. H. and Simard, R. E., 1983, Relationship in color and carotene content of carrot juices, *Canadian Institute of Food Science and Technology Journal*, 16, 173-178.
- Murray, J. A., 1999, The widening spectrum of celiac disease, *American Journal of Clinical Nutrition*, 69, 354-365.
- Montilla, E. C., Arzaba, M. R., Hillebrand, S., Winterhalter, P., 2011, Anthocyanin Composition of Black Carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) Cultivars Antonina, Beta Sweet, Deep Purple, and Purple Haze, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 3385-3390.
- Naczki, M., Shahidi, F., 2003, Phenolic compounds in plant foods: chemistry and health benefits, *Nutraceuticals and Food*, 8 (2), 200-218.
- Nagarajaiah, S. B., Prakash, J., 2015, Nutritional composition, acceptability and shelf stability of carrot pomace-incorporated cookies with special reference to total and carotene retention, *Cogent Food & Agriculture*, 1, 1-10.
- Nawirska, A., Uklańska, C., 2008, Waste products from fruit and vegetable processing as potential sources for food enrichment in dietary fibre, *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 7 (2), 35-42.

- Nocolle, C., Cardinault, N., Aprikian, O., Busserolles, J., Grolier, P., Rock, E., Demigne, C., Mazur, A., Scalbert, A., Amouroux, P., Remesy, C., 2003, Effect of carrot intake on cholesterol metabolism and antioxidant status in cholesterol fed rats, *European Journal of Nutrition*, 42, 254–261.
- Norris, J. M., Barriga, K., Hoffenberg, E. J., 2005, Risk of celiac disease autoimmunity and timing of gluten introduction in the diet of infants at increased risk of disease, *JAMA*, 293, 2343-51.
- Norton, I. T., Foster, T. J., 2002, Hydrocolloids in real food systems, In Gums and stabilisers in the food industry II (pp. 187–200), Royal Society of Chemistry.
- O'Donoghue, B., 1990, "American Nature Guides-Rocks and Minerals", Gallery Boks, New York.
- Oh, N. H., Seib, P. A., Chung, D. S., 1985, Noodle III. Effects of processing variables on the quality of dry noodle, *Cereal Chemistry*, 62 (6), 437-440.
- Olaleke, A. M., Olorunfemi, O., Emmanuel, A. T., 2006, A Comparative Study on the Chemical and Amino Acid Composition of Some Nigerian Under-Utilized Legume Flours, *Pakistan Journal of Nutrition*, 5 (1), 34-38.
- Olawuyi, I. F., Lee, W. Y., 2019, Quality and Antioksidant Properties of Functional Rice Muffins Enriched with Shiitake Mushroom and Carrot Powder, *International Journal of Food Science and Technology*, 54, 2321-2328.
- Özkaya, H. ve Kahveci, B., 1990, Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri, *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, No:14, Ankara.
- Padalino, L., Conte, A., Del Nobile, M. A., 2016, Overview on the General Approaches to Improve Gluten-Free Pasta and Bread, *Foods*, 5, 87.
- Pagani, M. A., Lucisano, M., Mariotti, M., 2007, Traditional Italian products from wheat and other starchy flours, In: Hui, Y.H. (Ed.), *Handbook of Food Products Manufacturing*, John Wiley-Interscience of New York.
- Paiva, S., Russell, R., 1999, Beta carotene and other carotenoids as antioxidants, *Journal of the American College of Nutrition*, 18, 426–33.
- Panalaks, T., Murray, Y. K., 1970, Effect of processing on the content of carotene isomers in vegetables and peaches, *Canadian Institute of Food Technology Journal*, 3, 145–151.
- Paredes-Lopes, O., Ordorica-Falomir, C., Olivares-Vazquez, R. M., 1991, Chickpea protein isolates: physicochemical, functional and nutritional characterization. *Journal of Food Science*, 56, 726–729.

- Parveen, H., Bajpai, A., Bhatia, S., Singh, S., 2017, Analysis of biscuits enriched with fiber by incorporating carrot and beetroot pomace powder, *The Indian Journal of Nutrition and Dietetics*, 54 (4), 403-413.
- Peacock, M., 2010, Calcium metabolism in health and disease, *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, 5, 23-30.
- Peräaho, M., Kaukinen, K., Mustalahti, K., 2004, Effect of an oats-containing gluten-free diet on symptoms and quality of life in coeliac disease: a randomized study, *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 39, 27-31.
- Persson, L. A., Ivarsson, A., Hernell, O., 2002, Breast-feeding protects against celiac disease in childhood — epidemiological evidence, In: Davis M.K., Isaacs C.E., Hanson L.Å., Wright A.L. (eds) *Integrating Population Outcomes, Biological Mechanisms and Research Methods in the Study of Human Milk and Lactation. Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol 503. Springer, Boston, MA.
- Prabhala, R. H., Garewal, H. S., Meyskens, F. L., Watson, R. R., 1990, Immunomodulation in humans caused by pcarotene and vitamin A, *Nutrition Research*, 10, 1473-1486.
- Prakash, S., Jha, S. K., Datta, N., 2004, Performance evaluation of blanched carrots dried by three different driers, *Journal of Food Engineering*, 62, 305-313.
- Prior, R. L., 2004, Absorption and metabolism of anthocyanins: Potential health effects, In: Meskin, M., Bidlack, W.R., Davies, A.J., Lewis, D.S., Randolph, R.K., editors, *Phytochemicals: Mechanisms of action*, Boca Raton, FL: CRC Press; p 1–19.
- Raina, C. S., Singh, S., Bawa, A. S., Saxena, D. C., 2005, *Journal of Texture Studies*, 36, 402-420.
- Ramulu, P., Udayasekhara, R., 1997, Effect of processing on dietary fiber content of cereals and pulses, *Plant Foods for Human Nutrition*, 50, 249-257.
- Resmini, P., Pagani, M. A., 1983, Ultrastructure studies of pasta, *Food Microstructure*, 2, 1.
- Robards, K., Prenzler, P. D., Tucker, G., Swatsitang, P., Glower, W. 1999, Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits, *Food Chemistry*, 66, 401–436.
- Robertson, I. A., Eastwood, M. A., Yeomam, M. M., 1979, An investigation into the dietary fiber content of normal varieties of carrot at different development stages, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 39, 388–391.
- Robin, F., Schuchmann, H. P., Palzer, S., 2012, Dietary fiber in extruded cereals: Limitations and opportunities, *Trends in Food Science & Technology*, 28, 23-32.

- Rocchetti, G., Chiodelli, G., Giuberti, G., Masoero, F., Trevisan, M., Lucini, L., 2017, Evaluation of phenolic profile and antioxidant capacity in gluten-free flours, *Food Chemistry*, 228, 367–373.
- Rodriguez, G. R., Raina, B. L., Pantastico, E. B., Bhatti, M. B., 1975, Quality of raw material for processing-postharvest physiology: Harvest indices in Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables (E.B. Pantastico, Ed.), AVI, Westport, CT, p.56.
- Rodriguez-Sevilla, M. D., Villanueva-Suarez, M. J., Redondocuenca, A., 1999, Effects of processing conditions on soluble sugars content of carrot, beetroot and turnip, *Food Chemistry*, 66, 81-85.
- Rojas, J. A., Rosell, C. M., de Barber, C. B., 1999, Pasting properties of different wheat flour_hydrocolloid systems, *Food Hydrocolloids*, 13, 27-33.
- Rubatzky, V.E., Quiros, C. F., Simon, P. W., 1999, Carrots and related vegetable Umbelliferae, Wallingford, Oxon, UK : New York : CABI Pub.
- Sabanis, D., Tzia, C., 2009, Effect of Rice, Corn and Soy Flour Addition on Characteristics of Bread Produced from Different Wheat Cultivars, *Food and Bioprocess Technology*, 2, 68–79.
- Sakač, M., Torbica, A., Sedej, I., Hadnađev, M., 2011, Influence of breadmaking on antioxidant capacity of gluten free breads based on rice and buckwheat flours, *Food Research International*, 44, 2806–2813.
- Salehi, F., Kashannejad, M., Akbari, E., Sobhani, S.M., Asadi, F., 2016, Potential of Sponge Cake Making Using Infrared–Hot Air Dried Carrot, *Journal Of Texture Studies*, 47, 34–39.
- Santana-Gálvez, J., Pérez-Carrillo, E., Velázquez-Reyes, H. H., Cisneros-Zevallos, L., Jacobo-Velázquez, D. A., 2016, Application of wounding stress to produce a nutraceutical-rich carrot powder ingredient and its incorporation to nixtamalized corn flour tortillas, *Journal of Functional Foods*, 27, 655–666.
- Santo, M. S., Leka, L., Fotouhi, N., Meydani, M., Hennekens, G. H., Meydani, S. N., Wu, D., Gaziano, J. M., 1996, Natural killer cell activity in elderly men is enhanced by β -carotene supplementation, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 64, 772–777.
- Schmitz, H. H., Poor, C. L., Wellman, R. B., Erdman, J. W. Jr., 1991, Concentrations of selected carotenoids and vitamin A in human liver, kidney and lung tissue, *The Journal of Nutrition*, 121, 1613–1621.
- Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K. and Berghofer, E., 2010, Functional Properties of Gluten-Free Pasta Produced from Amaranth, Quinoa and Buckwheat, *Plant Foods Hum Nutr*, 65, 339–349.

- Seifert, R. M., Buttery, R. G., 1978, Characterization of some previously unidentified sesquiterpenes in carrot roots, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26, 161-163.
- Shahbazkhani, B., Malekzadeh, R., Sotoudeh, M., 2003, High prevalence of coeliac disease in apparently healthy Iranian blood donors, *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 15, 475-8.
- Shan, L., Molberg, O., Parrot, I., 2002, Structural basis for gluten intolerance in celiac sprue, *Science*, 297, 2275-9.
- Sharma, K. D., Karki, S., Thakur, N. S., Attri, S., 2012, Chemical composition, functional properties and processing of carrot-a review, *Journal of Food Science and Technology*, 49, 1, 22-32.
- Shyamala, B. N., Jamuna, P., 2010, Nutritional Content and Antioxidant Properties of Pulp Waste from *Daucus carota* and *Beta vulgaris*, *Malaysian Journal of Nutrition*, 16 (3), 397-408.
- Shere, P. D., Devkatte, A. N., Pawar, V. N., 2018, Cooking and textural qualities of carrot incorporated instant noodles, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7 (3), 3040-3045.
- Shipp, J., Abdel-Aal, El-S. M., 2010, Food applications and physiological effects of anthocyanins as functional food ingredients, *The Open Food Science Journal*, 4, 7-22.
- Sibakov, N. S., Heiniö, R. L., Cassan, D., Mantila, U. H., Micard, V., Lantto, R., Sozer, N., 2016, Effect of bioprocessing and fractionation on the structural, textural and sensory properties of gluten-free faba bean pasta, *LWT - Food Science and Technology*, 67, 27-36.
- Sica, D. A., Struthers, A. D., Cushman, W. C., Wood, M., Banas, J. S., Epstein, M., 2002, Importance of potassium in cardiovascular disease, *The Journal of Clinical Hypertension*, 4, 3, 198-206.
- Simões, A. D. N., Tudela, J. A., Allende, A., Puschmann, R., Gil, M. I., 2009, Edible coatings containing chitosan and moderate modified atmospheres maintain quality and enhance phytochemicals of carrot sticks, *Postharvest Biology and Technology*, 51, 364-370.
- Simon, P. W., Wolff, X. Y., 1987, Carotenes in Typical and Dark Orange Carrots, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 35, 1017-1022.
- Simpson, K. L., 1983, Relative value of carotenoids as precursors of vitamin A, *Proceedings of the Nutrition Society*, 42, 1, 7-17.
- Singh, S., Raina, C. S., Bawa, A. S., Saxena, C. D., 2004, Sweet potato based pasta product: optimization of ingredient levels using response surface methodology, *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 191-200.

- Singh, J. P., Kaur, A., Singh, N., 2016, Development of eggless gluten-free rice muffins utilizing black carrot dietary fibre concentrate and xanthan gum, *Journal of Food Sciences and Technology*, 53 (2), 1269–1278.
- Singh, J. P., Kaur, A., Shevkani, K., Singh, N., 2016, Composition, bioactive compounds and antioxidant activity of common Indian fruits and vegetables, *Journal Food Science and Technology*, 53 (11), 4056-4066.
- Singh, J., Kaur, S., Rasane, P., 2018, Evaluation of the Nutritional and Quality Characteristics of Black Carrot Fortified Instant Noodles, *Current Nutrition and Food Science*, 14 (5), 442-449.
- Skujins, S., 1998, Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista), a short guide to vista series ICP– AES operation, *Variant Int. AG, Zug, version 1.0*, Switzerland.
- Slinkard, K. and Singelton, V. L., 1977, Total phenolic analysis, automation and comparison with manual methods, *American Journal of Enology and Viticulture*, 28 (1), 49-55.
- Sollid, L. M., Lie, B. A., 2005, Celiac disease genetics: current concepts and practical applications, *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 3, 843-51.
- Sood, A., Midha, V., Sood, N., Malhotra, V., 2003, Adult celiac disease in northern India, *Indian Journal of Gastroenterology*, 22, 124-6.
- Sozer, N., 2009, Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums, *Food Hydrocolloids*, 23, 849–855.
- Spiller, G. A., 1986, Ed. CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition; CRC Press: Boca Raton, FL,.
- Stratil, P., Klejdus, B., Kubán, V., Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals, *Talanta*, 71 (4), 1741-1751.
- Stojceska, V., Ainsworth, P., Plunkett, A., İbanoğlu, Ş., 2010, The advantage of using extrusion processing for increasing dietary fibre level in gluten-free products, *Food Chemistry*, 121, 156–164.
- Sukhcharn, S., Charanjit, S. R., Amrinder, S. B. and Dharmesh, C. S., 2004, Sweet potato-based pasta product: optimization of ingredient levels using response surface methodology, *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 191–200.
- Sulaeman, A., Keeler, L., Giraud, D. W., Taylor, S. L., Wehling, R. L., Driskell, J. A., 2001, Carotenoids content and physiochemical and sensory characteristics of carrot chips deep-fried in different oils at several temperatures, *Journal of Food Science*, 66, 1257–1264.
- Sule, S., Oneh, A. J., Agba, I. M., 2019, Effect of carrot powder incorporation on the quality of pasta, *MOJ Food Processing & Technology*, 7, 3, 99-103.

- Sun, X., Li, W., Hu, Y., Zhou, X., Ji, M., Yu, D., Fujita, K., Tatsumi, E., Luan, G., 2018, Comparison of pregelatinization methods on physicochemical, functional and structural properties of tartary buckwheat flour and noodle quality, *Journal of Cereal Science*, 80, 63-71.
- Susanna,S., Prabhasankar, P., 2013, A study on development of Gluten free pasta and its biochemical and immunological validation, *LWT - Food Science and Technology*, 50, 613-621.
- Tańska, M., Zadernowski, R., Konopka, I., 2007, The Quality of Wheat Bread Supplemented With Dried Carrot Pomace, *Polish Journal of Natural Sciences*, 22 (1), 126-136.
- Tatar, G., Elsurer, R., Simsek, H., 2004, Screening of tissue transglutaminase antibody in healthy blood donors for celiac disease screening in the Turkish population, *Digestive Diseases and Sciences*, 49, 1479-84.
- Torres, A., Guerra, M., 2003, Sustitucion parcial de harina maiz precocida con harina de quinchoncho (*Cajanus canjas*) para la elaboracion de arepas, *Interciencia*, 28, 11.
- Trowell, H., 1976, Definition of Dietary Fiber and Hypothesis that it is a Protective Factor in Certain Diseases, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 2, 417-427.
- Turksoy, S. and Özkaya, B., 2011, Pumpkin and Carrot Pomace Powders as a Source of Dietary Fiber and Their Effects on the Mixing Properties of Wheat Flour Dough and Cookie Quality, *Food Science and Technology Research*, 17 (6), 545 – 553.
- Turksoy, S., Keskin, S., Ozkaya, B., Ozkaya, H., 2011, Effect of black carrot (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) fiber addition on the composition an quality characteristics of cookies, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 9 (3&4), 57-60.
- Utuş, D., 2008. Şalgam suyu üretiminde kullanılan siyah havuç (*Daucus carota*) boyutunun şalgam suyu kalitesi üzerine etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi*, Adana.
- Vahouny, G. V., Kritchevsky, D., 1982, Eds. Dietary Fiber in Health and Disease; Plenum Press: New York.
- Van, P. G., 1996, Review: epidemiological evidence for β -carotene in prevention of cancer and cardiovascular disease, *European Journal of Clinical Nutrition*, 50, 557–561.
- Velioglu, Y. S., Mazza, G., Gao, L., Oomah, B. D., 1998, Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4113–4117.

- Vichapong, J., Sookserm, M., Srijesdaruk, V., Swatsitang, P., Srijaranai, S., 2010, High performance liquid chromatographic analysis of phenolic compounds and their antioxidant activities in rice varieties, *LWT - Food Science and Technology*, 43, 1325-1330.
- Wagner, L. A., Warthesen, J. J., 1995, Stability of spray dried encapsulated carrot carotenes, *Journal of Food Science*, 60, 1048–1053.
- Wang, H., Cao, G., Prior, R. L., 1996, Total antioxidant capacity of fruits, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 701-705.
- Wang, J., Xi, Y. S., 2005, Drying characteristics and drying quality of carrot using a two-stage microwave process, *Journal of Food Engineering*, 68, 505–511.
- Wang, S. Y., Jiao, H., 2000, Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals, hydrogen peroxide, hydroxy radicals and singlet oxygen, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 5677-5684.
- Watson, S. A., 1987, Structure and composition, In S.A. Watson & P.E. Ramstad (Eds.), *Corn: Chemistry and technology*, 311-349, Saint Paul, MN, USA: AACC.
- West, J., Logan, R. F., Hill, P. G., 2003, Seroprevalence, correlates, and characteristics of undetected coeliac disease in England, *Gut*, 52, 960-5.
- Wojdyło, A., Figiel, A., Oszmiański, J., 2009, Effect of drying methods with the application of vacuum microwaves on the bioactive compounds, color and antioxidant activity of strawberry fruits, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 1337-1343.
- Wrolstad, R. E., 2004, Anthocyanin pigments – bioactivity and coloring properties, *Journal of Food Science*, 69(5), 419–421.
- Xiao, H., Gao, Z., Lin, H., Yang, W., 2010, Air impingement drying characteristics and quality of carrot cubes, *Journal of Food Process Engineering*, 33, 899–918.
- Yadav, D. N., Sharma, M., Chikara, N., Anand, T., Bansal, S., 2014, Quality Characteristics of Vegetable-Blended Wheat–Pearl Millet Composite Pasta, *Agricultural Research*, 3 (3), 263–270.
- Yalcın, S., Basman, A., 2008, Quality characteristics of corn noodles containing gelatinized starch, transgluteminase and gum, *Journal of Food Quality*, 31, 465-479.
- Yarpuz, D., 2011, Glutensiz Ekmek Üretimi Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Yaver, E., 2017, Tahıl-baklagil unu karışımlarının ticari ve geleneksel türk ekmeklerinde kullanımı , Yüksek Lisans Tezi, *Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.

- Yen, Y. H., Shih, C. H., Chang, C. H., 2008, Effect of adding ascorbic acid and glucose on the antioxidative properties during storage of dried carrot, *Food Chemistry*, 107, 265–272.
- Yeyinli, N., 2006, Makarna kalitesinin belirlenmesinde tekstürel yöntemlerin kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Manisa, 71 sayfa.
- Ylimaki, G., Hawrysh, Z. J., Thomson, A. B. R., 1991, Response surface methodology in the development of rice flour yeast breads: Sensory evaluation, *Journal of Food Science*, 56, 751-759.
- Yu, I. J., 2003, Noodle dough rheology and quality of instant fried noodles, MSc Thesis, Department of Bioresource Engineering Macdonald Campus, McGill University Montreal, Quebec.
- Zaman, Z., Roche, S., Fielden, P., Frost, P. G., Nerilla, D. C., Cayley, A. C. D., 1992, Plasma concentration of vitamin A and E and carotenoids in Alzheimer's disease, *Age and Ageing*, 21, 91–96.
- Zamora, R., Hidalgo, F. J., Tappel, A. L., 1991, Comparative antioxidant effectiveness of dietary p-carotene, vitamin E, selenium and coenzyme Q10 in rat erythrocytes and plasma, *The Journal of Nutrition*, 121, 50-56.
- Zandonadi, R. P., Botelho, R. B. A., Gandolfi, L., Ginani, J. S., Montenegro, F. M., Pratesi, R., 2012, Green Banana Pasta: An Alternative for Gluten-Free Diets, *Journal Of The Academy Of Nutrition and Dietetics*, 112 (7), 1068-1072.
- Zhang, Q., Tan, S., McKay, A., Yan, G., 2005, Carrot browning on simulated market shelf and during cold storage, *Journal of the Science of Food and Agricultural*, 85 (1), 16–20.
- Ziegler, R. G., 1989, A review of epidemiologic evidence that carotenoids reduce the risk of cancer, *The Journal of Nutrition*, 119, 116-122.

EKLER**EK-1 TURUNCU HAVUÇ UNU (THU) KULLANILARAK ÜRETİLEN MAKARNA ÖRNEKLERİ¹**

¹: PG+Gam metodu ile hazırlanan örnek grubu resmedilmiştir.

EK-2 SİYAH HAVUÇ UNU (SHU) KULLANILARAK ÜRETİLEN MAKARNA ÖRNEKLERİ¹



¹: PG+Gam metodu ile hazırlanan örnek grubu resmedilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hilal Arslan Bayrakcı
Uyruğu : Türkiye Cumhuriyeti
Doğum Yeri ve Tarihi : Antalya/1983
Telefon :
Faks :
e-mail : hilalbayrakci@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Tuna Lisesi/Bayrampaşa/İstanbul	2000
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi/Selçuklu/Konya	2005
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi/Selçuklu/Konya	2008
Doktora	: Necmettin Erbakan Üniversitesi/Meram/Konya	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2010-Halen	Selçuk Üniv./Karapınar MYO	Öğretim Görevlisi

UZMANLIK ALANI

Tahıl ve Tahıl Ürünleri

YABANCI DİLLER

İngilizce