



**SİYAH HAVUÇ VE YABAN MERSİNİ İLE BELİRLİ
ORANLARDA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ MAKARNANIN
KALİTE PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Nazmiye ÇEKİM

Danışman: Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR

Yüksek Lisans Tezi

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

2024

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**SİYAH HAVUÇ VE YABAN MERSİNİ İLE BELİRLİ ORANLARDA
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ MAKARNANIN KALİTE PARAMETRELERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

(Investigation of The Quality Parameters of Pasta Enriched With Black Carrot And
Blueberries In Certain Proportions)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nazmiye ÇEKİM

Danışman: Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR

Erzurum
Mayıs, 2024

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Nazmiye ÇEKİM tarafından hazırlanan “Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilmiş Makarnanın Kalite Parametrelerinin Araştırılması” başlıklı çalışması 03 /05 / 2024 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında, yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:	Prof. Dr. Mustafa Fatih ERTUGAY <i>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Danışman:	Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi:	Prof. Dr. M. Murat KARAOĞLU <i>Atatürk Üniversitesi</i>	Aslı ıslak imzalıdır

Enstitü Yönetim Kurulunun
.../.../.... tarih ve sayılı
kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Saltuk Buğrahan CEYHUN
Enstitü Müdürü

Aslı ıslak imzalıdır

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR danışmanlığında sunulan “Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilmiş Makarnanın Kalite Parametrelerinin Araştırılması” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	4	30
Kuramsal Temeller	21	30
Materyal ve Metot	10	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	16	20
Sonuçlar ve Öneriler	0	20
Tezin Geneli	18	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Sunulan bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ettiğimizi beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Nazmiye ÇEKİM	Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR
6.5.2024	6.5.2024
İmza: Aslı ıslak imzalıdır	İmza: Aslı ıslak imzalıdır

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim boyunca, tez çalışmamın projeye dönüştürölüp düzenlenmesi, sonuçlandırılması ve değeriendirilmesinde her adımda değeri görüş ve katkılarıyla beni yönlendiren, destekleyen ve bana yol gösteren, her daim beni motive eden, engin bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR’a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmamızda, ‘Siyah Havuç ve Yaban Mersini İle Belirli Oranlarda Zenginleştirilmiş Makarnanın Kalite Parametrelerinin Araştırılması’ başlıklı projemizi maddi olarak destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarımnda, destek ve yardımlarını her an hissettiğim, beni her daim motive eden ve destekleyen değeri dostum Fatma ÖZDEMİR’e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım boyunca beni her zaman destekleyen ve anlayış gösteren sayın müdürüm Metin YİĞİT’e teşekkürlerimi sunarım. Bu süreçte İsa Arslan KARAKÜTÜK, Seyyithan ÖZDEMİR ve Selma KULPU’ya rehberlikleri ve destekleri için minnettarlığımı sunarım.

Son söz olarak bugünlere gelmemde büyük emek ve fedakârlık göstermiş olan aileme, bu süreçte beni yalnız bırakmayan ve desteğini esirgemeyen değeri eşim Özgür ÇEKİM ve oğlum Yusuf Ali ÇEKİM’e sevgilerimi sunarım.

Nazmiye ÇEKİM

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİYAH HAVUÇ VE YABAN MERSİNİ İLE BELİRLİ ORANLARDA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ MAKARNANIN KALİTE PARAMETRELERİNİN ARAŞTIRILMASI

Nazmiye ÇEKİM

Danışman: Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR

Amaç: Siyah havuç (SH) ve yaban mersini (YM) ile belirli oranlarda zenginleştirilmiş makarnaların kalite parametrelerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Yaban mersini ve siyah havuç ilavesiyle zenginleştirilen makarnanın piyasadaki makarnalara sağlıklı bir alternatif ürün çalışması olması hedeflenmiştir.

Yöntem: Bu çalışma 2 farklı katkı (siyah havuç tozu, yaban mersini tozu), 4 farklı seviyede (%0, %5, %10 ve %15) 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Makarna örneklerinin fiziksel, kimyasal ve duyu analizi yapılmıştır. Bu çalışmada makarnaların pişme öncesi ve sonrası antioksidan aktiviteleri TEAC yöntemi ile belirlenmiştir. Sonuçlar ABTS IC₅₀ (mg/mL) değeri ile ifade edilmiştir.

Bulgular: Araştırmalar sonucunda makarnaların nem (%) değerleri 7,36-8,91, kül (%) değerleri 0,88-0,99, protein (% km'de) değerleri 11,32-13,73, toplam organik madde (%) değerleri 1,19-4,23 aralığında bulunmuştur. Renk analizlerinde YM ve SH ilave oranı arttıkça makarnaların pişme öncesi ve sonrası L* değerlerinde çok önemli (p<0,01) derecede düşüş tespit edilmiştir. Makarnaların pişme öncesi ve sonrasında a* değerleri çok önemli (p<0,01) derecede artmıştır. Pişme öncesi ve sonrası b* değerleri YM ve SH katkı çeşitlerinde katkı seviyesi artışıyla çok önemli (p<0,01) derecede düşmüştür. En yüksek antioksidan aktiviteyi % 15 SH ilaveli makarnalar göstermiştir. Makarnaların antioksidan aktivite sıralaması % 15-10-5 SH ve % 15-10-5 YM şeklindedir. Makarnaların katkı ilave oranı arttıkça antioksidan aktiviteleri artmıştır. Pişirilme işlemine bağlı olarak tüm makarnalarda antioksidan aktivite azalmıştır. En yüksek antioksidan aktivite %15 SH ilaveli makarnalara aittir.

Sonuç: Makarnalara SH ve YM ilavesi makarnaların antioksidan aktivitelerini arttırmıştır. Pişirilme işlemine bağlı olarak makarnaların antioksidan aktiviteleri azalmıştır. SH ilaveli makarnaların antioksidan aktivitesinin YM ilaveli makarnalardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. YM ve SH ilaveli makarnaların fiziksel, kimyasal ve duyu analiz sonuçlarına göre SH ilaveli makarnaların YM ilaveli makarnalara göre daha yüksek kalitede olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Makarna, Antioksidan, Yaban Mersini, Siyah Havuç, TEAC Yöntemi

Mayıs 2024, 86 sayfa

ABSTRACT

MASTER THESIS

" INVESTIGATION OF THE QUALITY PARAMETERS OF PASTA ENRICHED WITH BLACK CARROT AND BLUEBERRIES IN CERTAIN PROPORTIONS "

Nazmiye ÇEKİM

Supervisor: Prof. Dr. Halis Gürbüz KOTANCILAR

Purpose: It was aimed to examine the quality parameters of pasta enriched with black carrot (SH) and blueberry (YM) in certain proportions. Enriched with the addition of blueberries and black carrots, the pasta is aimed to be a healthy alternative product to the pasta in the market.

Method: This study was carried out with 2 different additives (black carrot powder, blueberry powder) at 4 different levels (0%, 5%, 10% and 15%) in 2 iterations. Physical, chemical and sensory analyses of pasta samples were performed. In this study, the antioxidant activities of pasta before and after cooking were determined by TEAC method. The results were expressed in ABTS IC50 (mg/mL) value.

Findings: As a result of the researches, the moisture (%) values of the pasta were found to be in the range of 7.36-8.91, ash (%) values were found to be in the range of 0.88-0.99, protein (% per db) values were found to be in the range of 11.32-13.73 and total organic matter (%) values were found to be in the range of 1.19-4.23. In the color analysis, as the YM and SH addition ratio increased, a very significant ($p<0,01$) decrease was detected in the L^* values of the pasta before and after cooking. The a^* values of the pasta before and after cooking increased significantly ($p<0,01$). Pre- and post-cooking b^* values decreased significantly ($p<0,01$) with the increase in the additive level in YM and SH additive types. Pasta with the addition of 15% SH showed the highest antioxidant activity. The antioxidant activity order of pasta is 15-10-5% SH and 15-10-5% YM. As the additive addition rate of pasta increased, their antioxidant activity increased. Depending on the cooking process, antioxidant activity decreased in all pastas. The highest antioxidant activity belongs to pasta with the addition of 15% SH.

Results: The addition of SH and YM to the pasta increased the antioxidant activities of the pastas. Depending on the cooking process, the antioxidant activities of the pasta decreased. It has been determined that the antioxidant activity of pasta with added SH is higher than pasta with addition of YM. According to the results of physical, chemical and sensory analysis of pasta with YM and SH addition, it was determined that pasta with added SH was of higher quality than pasta with YM addition.

Keywords: Pasta, Antioxidant, Blueberry, Black Carrot, TEAC Method

May 2024, 86 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xii
GİRİŞ.....	1
KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
Yaban Mersini.....	5
Siyah Havuç	7
Makarna.....	10
Makarna Üretimi	19
Yoğurma.....	20
Ekstrüzyon	21
Kurutma.....	21
Soğutma	22
Ambalajlama	22
MATERYAL VE METOT	30
Materyal	30
Yöntem.....	30
Deneme planı	30
Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilmiş makarnaların üretimi	30
Makarna analizleri.....	32
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	36
Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Üretiminde Kullanılan Ham Maddelerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	36

Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnanın Nem, Kül, Protein ve TOM Değerleri	37
Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Özellikleri; Suya Geçen Madde Miktarı, Hacim Artışı, Su Absorpsiyonu ve Pişme Süresi Değerleri	40
Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi ve Sonrası L*, a* ve b* Değerleri	44
Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Duyusal Test Sonuçları (Yapışkanlık, Sertlik, Kümeleşme, Tat ve Koku, Renk ve Görünüş ve Genel Beğeni Değerleri)	51
Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi ve Sonrası ABTS IC50 (mg/mL) Değerleri	55
SONUÇLAR.....	59
KAYNAKÇA	61
ÖZGEÇMİŞ.....	71

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Ülkelerin Makarna Üretim Miktarları	13
Tablo 2. 2022 Yılı Dünya Makarna İhracatçı Ülkeleri ve İhracat Verileri.....	14
Tablo 3. 2022 Yılı Dünya Makarna İthalatçı Ülkeleri ve İthalat Verileri	15
Tablo 4. Ülkelere Göre Kişi Başı Yıllık Makarna Tüketim Miktarı.....	16
Tablo 5. Üretilen Makarnaların Formülasyonları	31
Tablo 6. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnanın Ham Maddelerinin Fiziksel ve Kimyasal Değerleri	36
Tablo 7. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnanın Ham Maddelerinin Renk Değerleri.....	36
Tablo 8. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Nem, Kül, Protein (kuru maddede) ve TOM Değerleri Ortalamaları	37
Tablo 9. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Nem, Kül, Protein ve TOM Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları	37
Tablo 10. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Çeşidine Ait Nem, Kül, Protein (kuru maddede) ve TOM Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	38
Tablo 11. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Seviyelerine Ait Nem, Kül, Protein (kuru maddede) ve TOM Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları..	38
Tablo 12. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Özellikleri değerleri; Suya Geçen Madde Miktarı (%), Hacim Artışı (%), Su Absorpsiyonu (%) ve Pişme Süresi (dk) Değerleri Ortalamaları	41
Tablo 13. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Özellikleri değerleri; Suya Geçen Madde Miktarı, Hacim Artışı, Su Absorpsiyonu ve Pişme Süresi Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları	41
Tablo 14. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Çeşidinde Suya Geçen Madde, Hacim Artışı, Su	

Absorpsiyonu ve Pişme Süresi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	42
Tablo 15. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Seviyesinde Suya Geçen Madde, Hacim Artışı, Su Absorpsiyonu ve Pişme Süresi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	42
Tablo 16. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi ve Sonrası L^* , a^* ve b^* değerleri ortalamaları	45
Tablo 17. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi L^* , a^* ve b^* Değerlerine ait Varyasyon Analiz Sonuçları	45
Tablo 18. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Sonrası L^* , a^* ve b^* Değerlerine ait Varyasyon Analiz Sonuçları	45
Tablo 19. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Çeşidinde Pişme Öncesi L^* , a^* ve b^* Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	46
Tablo 20. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Çeşidinde Pişme Sonrası L^* , a^* ve b^* Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	46
Tablo 21. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Seviyelerinde Pişme Öncesi L^* , a^* ve b^* Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	47
Tablo 22. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Seviyelerinde Pişme Sonrası L^* , a^* ve b^* Değerlerine Ait Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	47
Tablo 23. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Duyusal Test Sonuçları (Yapışkanlık, Sertlik, Kümeleşme, Tat ve Koku, Renk ve Görünüş ve Genel Beğeni) ortalamaları.....	51
Tablo 24. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Yapışkanlık, Sertlik, Kümeleşme Değerlerine ait Varyasyon Analiz Sonuçları.....	51
Tablo 25. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Tat ve Koku, Renk ve Görünüş ve Genel Beğeni Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları	52

Tablo 26. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Çeşidinde Yapışkanlık, Sertlik, Kümeleşme Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	52
Tablo 27. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Çeşidinde Tat ve Koku, Renk ve Görünüş ve Genel Beğeni Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	52
Tablo 28. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Seviyesinde Yapışkanlık, Sertlik, Kümeleşme Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	53
Tablo 29. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Seviyesinde Tat ve Koku, Renk ve Görünüş ve Genel Beğeni Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	53
Tablo 30. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi ve Sonrası ABTS IC ₅₀ (mg/mL) Değerleri Ortalamaları	55
Tablo 31. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi ABTS IC ₅₀ (mg/mL) Değerleri Varyasyon Analiz Sonuçları	56
Tablo 32. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Sonrası ABTS IC ₅₀ (mg/mL) Değerleri Varyasyon Analiz Sonuçları	56
Tablo 33. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi Farklı Katkı Çeşidinde ABTS IC ₅₀ (mg/mL) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	56
Tablo 34. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Sonrası Farklı Katkı Çeşidinde ABTS IC ₅₀ (mg/mL) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	57
Tablo 35. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi Farklı Katkı Seviyelerinde ABTS IC ₅₀ (mg/mL) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	57
Tablo 36. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Sonrası Farklı Katkı Seviyelerinde ABTS IC ₅₀ (mg/mL) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları	57
Tablo 37. Duyusal Analiz Formu	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. YM ve SH ilaveli makarnaların üretim şeması	31
Şekil 2. Üretilen YM ilaveli makarnalara ait görseller	32
Şekil 3. Üretilen SH ilaveli makarnalara ait görseller	32
Şekil 4. TOM değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu	40
Şekil 5. Suya geçen madde (%) değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu	43
Şekil 6. Hacim artışı (%) değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu	44
Şekil 7. Pişme Öncesi L* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu	48
Şekil 8. Pişme Öncesi a* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu	48
Şekil 9. Pişme öncesi b* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu	49
Şekil 10. Pişme sonrası L* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu	49
Şekil 11. Pişme sonrası a* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu	49
Şekil 12. Pişme sonrası b* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu	50
Şekil 13. Kümeleşme değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu...	54
Şekil 14. Tat ve Koku değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu ..	54
Şekil 15. Genel Beğeni değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu	55
Şekil 16. Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların pişme öncesi ABTS IC ₅₀ (mg/mL) değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu	58
Şekil 17. Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların Pişme Sonrası ABTS IC ₅₀ (mg/mL) değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu	58

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

A	: Katkı Çeşidi
a*	: Kırmızı
-a*	: Yeşil
AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devleti
ABTS	: 2,2-azinobis (3-etilbenzothiazollin-6-sulfonik asit
AOAC	: Resmi Analitik Kimyagerler Derneği
B	: Katkı Seviyesi
b*	: Sarı
- b*	: Mavi
C	: Pişme Süresi
°C	: Santigrat Derece
Dk	: Dakika
EN	: Avrupa Normları
FDA	: Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi
g	: Gram
GTİP	: Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonu
HMW-GS	: Yüksek Moleküler Ağırlıklı Glutenin Alt Birimi
HPLC-MS	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
IC₅₀	: ABTS çözeltisinin %50'sinin indirgenmesi için gerekli olan bitki miktarı
IPO	: Uluslararası Makarna Örgütü
ISO	: Kalite Yönetim Sistemi Standardı
kg	: Kilogram
KO	: Kareler Ortalaması
L	: Litre
L*	: Açıklık-Koyuluk
LMW-GS	: Düşük Moleküler Ağırlıklı Glutenin Alt Birimi
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm²	: Milimetrekare
µm	: Mikrometre

MÖ : Milattan Önce
N : Örnek Sayısı
ORAC : Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi
TEAC : Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite Yöntemi



GİRİŞ

Makarna kolay hazırlanabilen, lezzetli, ucuz ve uzun süre saklanabilen bir gıdadır. Yüksek karbonhidrat içeriği, düşük glisemik indeksi ile yüksek enerji kaynağı olarak tüketilen bir üründür (Jenkins *et al.* 1994). Makarna yalnızca zengin kompleks karbonhidrat içeriği, düşük sodyum ve yağ içeriği gibi besinsel avantajları için değil duyuusal özellikleri için de dünya üzerinde geniş çaplı bir şekilde tüketilmektedir.

Makarna; kendine has tadı, tüketiminin ve ulaşımının kolaylığı dolayısıyla çokca tercih edilen temel gıda ürünüdür. Makarna, temelde irmik ve su karışımından oluşan hamurla hazırlanır. Gluten, makarnanın elastik yapısını ve istenilen kıvamda (al dente) olmasını sağlayan gliadin ve glutenin birleşiminden oluşur. Araştırmalar, glutenin makarnanın pişme sürecini doğrudan etkileyen en kritik faktör olduğunu göstermektedir (Sozer, 2009). Yüksek kaliteli makarnanın temel özellikleri arasında düşük pişirme kaybı, az yapışkanlık ve sağlam bir yapı bulunmaktadır. Ayrıca, makarnanın buğday içindeki doğal renk pigmentlerinin bozulmasına yol açan lipoksigenaz enzim aktivitesinin yoğurma sırasında vakum altında çalışılarak ve oksijensiz bir ortamda engellenmesi de kalite için önemlidir.

Makarna üretiminde en uygun ham madde olarak kabul edilen buğday irmiği (*Triticum durum*), spagetti ve erişte gibi çeşitli makarna ürünlerinin benzersiz rengine, aromasına ve pişme kalitesine katkıda bulunmaktadır (Feillet ve Dexter, 1996). İrmik ve suyun eklenmesiyle oluşturulan hamur, istenen şekle getirilir ve çatlakların oluşmasını engellemek için dikkatlice kontrol edilen koşullarda kurutulur (Guinea *et al.* 2004).

Makarna geleneksel olarak yalnızca durum buğdayı irmiği kullanılarak üretilir ancak geleneksel makarnaya besin değerini artırmak için farklı unları veya malzemeleri makarnaya dahil etmek mümkündür. Günümüzde üreticiler, lifli tahıllar veya antioksidanlarla destekleyerek makarnaya yeni özellikler katmaya çalışmaktadırlar. Son yıllarda, makarnanın besin değerini arttırmak ve fonksiyonel özelliklerini desteklemek için çeşitli sağlıklı katkı maddeleri kullanılmaya başlanmıştır (Chillo *et al.* 2008).

Antioksidatif maddeler olarak tanımlanan bileşiklerden en sık bilinenleri E ve C vitaminleri, fenolik bileşikler ve karotenoidlerdir (Yıldız 2012). Bitkilerde doğal olarak meydana gelen ikincil metabolitler arasında bulunan fenolik bileşikler; genellikle meyve, sebze, yaprak, çekirdek, çiçek ve kabuklarda yaygın olarak bulunur. Bu bileşikler normal beslenme düzenimizde doğal yollardan tüketilmektedir. Ancak bunlar, takviye edici, sağlıklı içerik olarak

da dışarıdan vücuda alınabilmektedir. Son yıllarda gerçekleştirilen araştırmalar, bu tür bileşiklerin sağlığı düzenleme ve hastalıkları önleme konusundaki önemini ortaya koymuştur (Shahidi and Nacz 1995).

Yapılan bilimsel çalışmalar fenolik bileşik içeren antioksidatif maddelerin; alerji, enfeksiyon, diyabet gibi birçok hastalığa iyi geldiğini tespit etmiştir. Aynı zamanda bu maddeler, antiviral, antimikrobiyal ve antipatojenik olarak tanımlanmaktadır. Kanseri, kardiyovasküler hastalıklar, osteoporoz ve nörodejeneratif hastalıklarda da koruyucu, önleyici etki göstermektedir (Prakash 2001; Meziti *et al.* 2012).

Siyah havuç ve yaban mersini, içerdiği proantosiyanın ve antosiyanin gibi biyolojik olarak aktif bileşiklerden dolayı sağlığa faydalı olma niteliğindedirler (Smith *et al.* 2000). Kalp ve damar hastalıkları (Kalt ve Dufour 1997) ile idrar yolu enfeksiyonları (Howell 2002) gibi rahatsızlıklar için önerilen birçok besin destek ürünü ve farmakolojik ürün, biyoaktif bileşikleri içermektedir. Genellikle kanser oluşumunu azaltmaya yönelik diyetler, antioksidanlarca zenginleştirilmiş diyetlerdir. Bunun nedeni vücuttaki oksijeni tutup hastalığa sebebiyet veren serbest radikalleri azaltmasıdır (Lee ve Lee 2006). Bitkisel gıdaların içinde doğal olarak bulunan biyoaktif bileşiklerin, insan sağlığına olumlu katkılarından dolayı tüketici isteklerinin de bu tür gıdalara olan talebin arttığı ifade edilmektedir (Seeram 2008).

Havuç, maydanozgiller ailesinden çok yönlü kullanıma sahip iki yıllık önemli bir kök sebzesidir. Türkiye’de yer otu, yere batan, kıvılcık ot gibi değişik isimlerle adlandırılmaktadır. Havuç nutrasötik etkileri ve sağlığa yararı ile bilinen bir sebzedir. Havuç sebzesi içerdiği aktif maddenin çeşidine göre turuncu, mor, siyah ve sarı gibi farklı renklerde olabilmektedir.

Siyah havuç yoğunlukla Ortadoğu ve Türkiye’de bulunan önemli bir antioksidan kaynağıdır. Siyah havuç kendine has kırmızı-mor rengini içerdiği antosiyaninlerden almaktadır. Siyah havuçta siyanidin türevi 5 temel antosiyanin pigmenti bulunmaktadır. Siyah havuçtaki antosiyaninler gıdaların asitlik seviyelerinde yüksek renk stabilitesindedirler. Asidik pH’da parlak bir kırmızı renk tonuna sahiptir. Bu sebeplerden siyah havuç başta alkolsüz içecekler, meyve suları, konserve, jöleler ve şekerlemeler gibi farklı gıda maddelerinde doğal renklendirici olarak kullanılmaktadır. Gıda sanayisindeki doğal renk verici maddelere olan yoğun ilgi nedeniyle antosiyanince zengin siyah havuç konsantresi üretimi yıllar içerisinde artmaktadır.

Yaban mersini, gıda teknolojisinde kullanılan çok önemli bir boyar madde adayıdır. Gıda sanayisine katkı potansiyeli yüksek bir üründür. Sanayide farklı amaçlarda kullanılabilmektedir. Meyvesi çiğ olarak satılmaktadır. Kökleri, çiçekleri ve yaprakları ilaç sanayisinde hammadde olarak tercih edilmektedir. Süt teknolojisinde dondurma ve yoğurtlara

renk, aroma ve tat verici olarak eklenmektedir. Baharat sanayisinde de tercih edilmektedir. Reçel, marmelat gibi ürünlerin yapımında da kullanılmaktadır. Kullanım alanı giderek genişlemekte olan bir üründür.

Yaban mersini, besin değeri açısından meyveler arasında ön plana çıkmaktadır ve son yıllarda giderek artan bir şekilde tanınmakta ve tüketilmektedir. Bu artan talep, yaban mersini üretiminde de bir artışa neden olmaktadır. Tüketicilerin bu ürünü tercih etme eğiliminin en önemli nedeni, zengin fitokimyasalları içermesidir. Yapılan araştırmalar, günlük diyetle alınan bu fitokimyasalların (fenolik bileşikler, flavonoidler, antosiyaninler) sağlık üzerinde olumlu etkilerini kanıtlamıştır. Yaban mersini, meyveler arasında en yüksek antioksidan aktiviteyi sergileyen özelliğe sahiptir. Bu durum yüksek fenolik bileşik içeriğiyle ilişkilidir (Brambilla *et al.* 2008). Ayrıca, çeşitli biyolojik özellikleri içeren yaban mersini; kardiyoprotektif, antiinflamatuvar, antikarsinogenik (Zhang *et al.* 2016) ve antimikrobiyal (Moze *et al.* 2011) özellikler de göstermektedir.

Antosiyaninlerin biyolojik etkileri arasında antioksidan ve anti-enflamatuvar özellikler bulunmaktadır (Latti *et al.* 2009). Bunun yanı sıra flavonoidler, antialerjik, anti-kanserojen, antibiyotik ve anti-karsinogenik etkileri ile bilinmektedir (Cho *et al.* 2004).

Antosiyaninlerin kalp damar hastalıkları, diyabet (şeker hastalığı), görme fonksiyonlarını iyileştirme ve dejeneratif beyin fonksiyonlarını düzeltme gibi pozitif etkiler sağladığı gözlemlenmiştir (Moze *et al.*, 2011). Flavonoidlerin de benzer şekilde koroner kalp hastalıkları, inme ve kanserli hücrelerinin azaltılması gibi olumlu etkileri olduğu görülmüştür (Cho *et al.*, 2004; Su, 2012).

Yaban mersinindeki fenolik içerikler kalp rahatsızlıklarının riskini önemli ölçüde azaltmaktadır (Michalska and Lysiak 2015). Pankreas hücrelerini serbest radikallerin neden olduğu oksidasyon kaynaklı strese karşı korumaktadır (Norberto *et al.* 2013). Kolesterolü dengeler (Nile and Park 2014). Kolesterolle bağlı hastalıkların riskini azaltır (Michalska and Lysiak 2015).

Düzenli yaban mersini tüketiminin kilo vermede yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Yağ yakımını artırarak vücuttaki yağın oransal olarak düşürülmesine yardımcı olup insülin direncini azaltmaktadır. Yaban mersini meyvesinin fenolik içeriğinin antimikrobiyal etkide olduğu ve yapılan çalışmalarla *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enteritidis* (Shen *et al.* 2014) ve *Escherichia coli* (Lacombe *et al.* 2012) bakterilerine karşı etkili olduğu belirtilmiştir.

Yaban mersini tüketimi alzheimer gibi yaşlanmaya bağlı hastalıklara karşı etkilidir. Yaşlanmaya bağlı hafıza kayıplarını azaltmaktadır (Krikorian *et al.* 2010).

Belirtildiği gibi yaban mersini ve siyah havuç insan sağlığına katkıları fazla olan antioksidanlardır. Bu alışmamızda makarnanın antioksidan seviyesini arttırarak daha sağlıklı bir içerik elde etmek amaçlanmıştır. Aynı zamanda makarnaların pişme sürecinin antioksidan seviyesi üzerindeki etkisi incelenecektir. Çalışma sonucu elde edilen verilerin üreticilere tavsiye niteliğinde olması beklenmektedir. Piyasadaki sağlıklı ürünlere alternatif bir ürün olması hedeflenmektedir.



KAYNAK ÖZETLERİ

Yaban Mersini

Yaban mersini meyvesi, botanik familyası olarak Ericaceae'ye (Michalska and Lysiak 2015) yani fundagiller familyasına ve *Vaccinium* cinsine aittir. Dünya genelinde 450'den fazla türü bulunmaktadır (Su 2012). Yaban mersini, Kuzey Amerika (Skupien 2006) ve Avrupa'da (Zhang *et al.* 2016) yaygın bir şekilde yetiştirilmektedir.

Yaban mersini türleri, morfolojik özelliklerine ve yetiştirme ortamlarına göre çeşitlilik gösterir. Bu türler arasında yüksek boylu yaban mersini (blueberry- *Vaccinium corymbosum*) (Zorenc *et al.* 2016), güney yüksek boylu yaban mersini (*Vaccinium virgatum*, *V. corymbosum* ve *Vaccinium darrowii* melezleri), düşük boylu yaban mersini (*Vaccinium angustifolium*) (Kalt and McDonald 1996), tavşangözü (*Vaccinium ashei*) (Du *et al.* 2011), turnayemişi (cranberry- *Vaccinium macrocarpon*), çay üzümü (caucasian whortlenberry- *Vaccinium arctostaphylos*), çoban üzümü (bilberry- *Vaccinium myrtillus*) ve kekreyemiş (lingonberry- *Vaccinium vitisidaea*) bulunmaktadır (Çelik 2013).

Yaban mersini (*Vaccinium* spp.) meyvesi, üzümsü meyveler grubuna ait bir bitki türüdür ve genellikle ılıman iklimlerde yetişir (Çelik 2004). Bu üzümsü meyvenin yüksek boylu formu (*Vaccinium corymbosum* L.), alçak boylu çalı formu (*Vaccinium angustifolium*) ile tavşangözü formu (*Vaccinium ashei*) kültürü yapılmaktadır (Austin 1994; Gough 1994, 1996; Strik *et al.* 2007).

Yaban mersini; Türkiye'de likapa, maviyemiş, morsivit, çalı çileği, ligarba, ayı üzümü, Trabzon çayı gibi farklı adlarla anılmaktadır. Uluslararası alanda ise genellikle blueberry olarak bilinir (Çelik 2006).

Yaban mersini (*Vaccinium*), dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Toplam küresel üretim miktarı yaklaşık 210 bin ton civarındadır. Üretimin büyük bir bölümü ABD tarafından karşılanmakta olup bu miktar 115 bin tonu bulmaktadır. Bunu sırasıyla Kanada (60 bin ton) ve Polonya (16 bin ton) izlemektedir. Aynı zamanda, Hollanda, Özbekistan, Litvanya, Şili, Yeni Zelanda, İtalya, Romanya ve İsveç gibi birçok ülkede de yaban mersini yetiştiriciliği gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde genellikle doğal bir şekilde yetişen yaban mersini, son yıllarda özellikle Karadeniz bölgesinde ekonomik boyutta kültürü için adımlar atılmaya başlanmıştır (Turkben ve ark. 2008).

Ülkemizde; Karadeniz Bölgesi'nde Artvin, Rize, Trabzon, Giresun, Ordu ve Samsun illerinde, nemli ve yüksek kesimlerde doğal olarak yetişen yaban mersini türleri (*V. vitis-idea*, *V. myrtillus* ve *V. arctostaphylos*) bulunmaktadır. Islah çalışmaları sonucunda Amerika'da üretilen kültür çeşitleri, yabani olanlara göre daha büyük taneli, dayanıklı ve sert meyvelere sahiptir (Çelik 2005).

Avrupa ve Amerika'da yaban mersini meyveleri; reçel, marmelat, pasta, pekmez, meyve suyu, meyveli yoğurt, dondurma, meyveli çörek, şarap gibi çeşitli gıda ürünlerinin hazırlanmasında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yaban mersini yaprakları çay üretiminde kullanılırken kökleri, meyveleri, çiçekleri tıbbi endüstride değerlendirilebilmektedir. Kurutulmuş meyveleri öğütülerek şeker hastaları için tatlandırıcı olarak kullanılabilir. Sağlık açısından pek çok avantajı bulunan yaban mersini, bahçe bitkileri arasında en yüksek antioksidan madde içeriğine sahip olanlardan biridir (Çelik 2005; Çelik 2008a, Çelik 2008b). Taze olarak tüketildiği gibi yaban mersini meyveleri şoklanarak veya konserve edilerek depolanabilir. Mineraller ve vitaminler açısından zengin olan bu meyveler sodyum içermezken kalp sağlığı ve ritmi için önemli olan potasyum içeriği son derece yüksektir. Ayrıca sakkaroz içeriği %3 iken glikoz (%48) ve fruktoz (%49) içeriği son derece yüksektir. Bu nedenle kan şekerini düşürebilme özelliği taşır. Kurutularak toz haline getirilen yaban mersini şeker hastaları için antosiyanin açısından zengin olan üzüksü meyvelerle ilgili antioksidan aktiviteleri belirleme amacıyla yapılan araştırmalar bulunmaktadır.

Zheng ve Wang (2003) tarafından yürütülen araştırma, yaban mersini ve diğer üzüksü meyvelerde bulunan fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitelerini ve bu aktivitelerin flavonoid ve fenolik asitlerle olan ilişkisini incelemiştir. Bu çalışmada, Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi (ORAC) yöntemi kullanılmıştır. Elde ettikleri sonuçlara göre yüksek konsantrasyonlardaki klorojenik asidin yaban mersinindeki antioksidan aktiviteye önemli katkı sağlayan ana bileşen olduğu belirtilmiştir. Doğal bir tatlandırıcı olarak kullanılabilir (Çelik 2008a).

Gürcistan kökenli böğürtlen ve yaban mersinindeki fenolik bileşenler ve antioksidan kapasiteyi araştırmak amacıyla Sellappan ve ekibi (2002), tavşangözü (*Vaccinium ashei*) ve yüksek çalı formundaki (*Vaccinium corymbosum*) yaban mersinlerini kullanmışlardır. Antioksidan kapasiteyi belirlemek için Troloks Eşdeğeri Antioksidan Kapasite (TEAC) yöntemini uygulamışlardır. Yaptıkları çalışmada, tavşangözünün en yüksek galik asit (258,90 mg/100g) ve ferulik asit (16,97 mg/100 g) konsantrasyonlarına sahip olduğu belirlenmiştir.

Moyer ve diğerleri (2002); *Vaccinium*, *Rubus* ve *Ribes* türlerine ait çeşitli küçük meyvelerin antosiyanin, fenolik madde ve antioksidan kapasitesini belirlemek amacıyla

gerçekleştirdikleri araştırmada meyve büyüklüğü ile antosiyanin içeriği arasında pozitif bir korelasyon tespit etmişlerdir.

Howard ve meslektaşları (2003), aynı coğrafi bölgede iki sezon boyunca yetişen 18 yaban mersini genotipini inceleyerek genotip ile büyüme mevsiminin yaban mersini antioksidan kapasitesi ve fenolik madde içeriği üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Yaptıkları araştırmada; toplam fenol, toplam antosiyanin, toplam hidroksisinamik asit, toplam flavonol, antioksidan aktivite (ORAC) ve meyve ağırlığı parametrelerinin büyük ölçüde genotipten etkilendiğini ancak bazı genotiplerin antioksidan aktivite ve fenolik içeriğinin çevresel yetiştirme koşullarına bağlı olarak iki sezon arasında değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra doğal olarak yetişen yaban mersininin genellikle kültüre alınan meyvelere kıyasla daha yüksek besleyici değere sahip olduğu öne sürülmüştür (Prior *et al.*, 1998; Kalt *et al.*, 2001).

Amerika'da sebzeler, kuruyemişler, kurutulmuş meyveler, baharatlar, tahıllar, diğer gıdalar ve bazı meyvelerin, yaban mersini de dahil olmak üzere lipofilik ve hidrofilik antioksidan kapasitelerini inceleyen bir çalışmada, tüm incelenen gıda örnekleri hidrofilik ORAC değerlerine göre dört gruba ayrıldığında yaban mersininin antioksidan kapasitesinin en yüksek olduğu grup içinde yer aldığı belirtilmiştir (Wu *et al.* 2004). Üzümsü meyvelerin yüksek antioksidan içerikleri nedeniyle sebze ve meyveler arasında ayrı bir öneme sahip olduğu vurgulanmaktadır (Tosun ve Yüksel 2002).

Siyah Havuç

Sağlıklı beslenme yönergeleri, genel olarak insanları daha fazla taze meyve ve sebze tüketmeye teşvik etmiştir. Bu bağlamda havuç; zengin vitamin, mineral, lif içeriği ve hoş lezzeti nedeniyle tercih edilen bir sebze haline gelmiştir (Alasavar *et al.* 2001). Havuç (*Daucus carota* L.), dünya tarımında en yaygın yetiştirilen kök sebzelerden biridir. *Daucus* cinsi; beyazdan sarıya, turuncu, açık mor, koyu kırmızı veya menekşeye kadar değişen renklerde altmış türü içermektedir (Rodriguez *et al.* 1975).

Havuç, şemsiyegiller (*Apiaceae*) familyasına aittir. Kültür havucu, *Daucus* L. cinsine bağlıdır. Anavatanının Asya, Avrupa ve Kuzey Afrika olduğuna inanılan havuç, günümüzde dünya genelinde ve Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilmektedir (Rubatzky *et al.* 1999). Bu iki yıllık sebze, içerdiği renk pigmentlerine göre karoten grubu (*Daucus carota* ssp. *sativus*) ve antosiyanin grubu (*Daucus carota* subsp. *sativus* var. *atrorubans*) olmak üzere iki gruba ayrılabilir (Rodriguez-Sevilla *et al.* 1999; Utuş 2008). Antosiyanin grubu, doğu ülkeleri

arasında Türkiye, Hindistan, Mısır ve Afganistan'da yetiştirilirken karoten grubu dünya çapında yaygın bir üründür (Kammerer *et al.* 2003).

Siyah havuçlar, Türkiye ile Orta ve Uzak Doğu kökenli olup en az 3000 yıldır yetiştirilmektedir (Kamiloglu ve ark. 2015). Portakal rengi havuçlar ise 16. yüzyılda Hollandalı bahçıvanlar tarafından yetiştirilmiş ve farklı yabani türlerin melezlenmesiyle ortaya çıkmıştır (Navazio *et al.* 2010; Wivel *et al.* 2012). Havuçlar genellikle portakal rengine olsa da son zamanlarda yüksek düzeyde antosiyanin içeren mavi-mor renkleri nedeniyle siyah havuçlar dikkat çekmektedir (1750 mg/kg). Antosiyaninlerin renklendirici özelliklerinin yanı sıra ateroskleroz, kanser riskini azaltma, iltihabı önleme ve antioksidan olarak önemli bir rol oynayabilecekleri bilinmektedir. Antosiyaninlere ek olarak, siyah havuçlar hidroksisinnamatlar ve kafeik asit de dahil olmak üzere önemli miktarda fenolik asit içeren polifenoller içerirler (Utus 2008; Khandare *et al.* 2011; Kamiloglu ve ark. 2015).

Havuç; karbonhidrat, mineraller (kalsiyum, fosfor, demir ve magnezyum), vitaminler (tiamin, riboflavin, niasin, folik asit, C vitamini ve alfa-tokoferol) ve fenolik bileşikler bakımından zengin bir sebzedir ve %86 ila %89 arasında yüksek su içeriğine sahiptir. Ancak bu içerik; iklim, toprak koşulları ve genetik faktörlere bağlı olarak değişebilir. Ayrıca siyah havuçların turuncu veya sarı çeşitlere göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve fenolik bileşiklerin çoğunlukla antosiyaninlerden oluştuğu bilinmektedir. Bu fenolik bileşikler genellikle kökün dış kısmında bulunur (Smeriglio *et al.* 2018).

Kırca ve arkadaşları (2006) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, siyah havucun antosiyanin içeriğinin 1750 mg/kg olduğu belirlenmiştir. Antosiyanin bakımından zengin içeriğe sahip olan siyah havuç; insan sağlığı üzerinde kanseri önleme, hipertansiyon, koroner kalp rahatsızlıkları, diyabet riskini azaltma ve anti-inflamatuvar etki gösterme potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir (Khandare *et al.* 2011).

Siyah havuçların toplam şeker içeriği, kültüre bağlı olarak geniş bir ölçüde değişebilir ve genellikle 142.0 ila 424.9 g/kg aralığında bulunabilir. Bu şeker içeriğinin %60 ila %90'ının genellikle sakarozdan oluştuğu, glukoz ve fruktozun ise daha düşük oranlarda (%3 ila %30) bulunduğu ifade edilmiştir. Türkiye'de yetiştirilen siyah havuçların içerdikleri şeker miktarları; glukoz (1.10-5.60 g/100g), fruktoz (1.0-4.36 g/100g) ve sukroz (1.20-3.31 g/100g) olarak ölçülmüştür. Siyah havuçlar, zengin şeker kaynağı olmalarına rağmen renklendirme amaçlı kullanıldıklarında yüksek şeker konsantrasyonları viskoziteyi artırabilir ve bazı uygulama zorluklarına neden olabilir (Kammerer *et al.* 2004a).

Siyah havuç, turuncu havuca kıyasla 2,3 kat daha fazla karotenoid ve 2,9 kat daha fazla toplam fenolik madde içermektedir. Bu nedenle antioksidan aktivitesi yüksektir. Siyah havucun toplam monomerik antosiyanin içeriği, kuru maddede 45,4 mg/kg ile 17,4 g/kg arasında değişmektedir (Ağcam ve ark. 2015).

Siyah havucun içerdiği antosiyaninler, sıcaklık ve pH değişimlerine karşı kararlılık gösterirler. Siyah havuç antosiyaninlerinden p-kumarik, ferulik, p-hidroksibenzoik ve sinapik asit ile asillenmiş olanlar yüksek ışık, ısı ve pH stabilitesine sahip olmaktadır (Khandare *et al.* 2011).

Siyah havucun son yıllarda değer kazanmasında en önemli etkenler, yüksek antosiyanin seviyelerine ve bu antosiyaninlerin yüksek stabilitesine sahip olmasıdır. Türkyılmaz (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, siyah havuç ham suyunun 488 mg/L düzeyinde toplam monomerik antosiyanin içerdiği ve yapılan HPLC-MS analizleriyle %84'nn mono açillenmiş yapıda antosiyaninlerden oluştuğu ifade edilmiştir. Aillenmiş antosiyaninlerin stabilitesinin aillenmemiş olanlara göre çok daha yüksek olduğu bilinmektedir (Stintzing *et al.* 2002). Yüksek stabil antosiyanin içeriğine ek olarak siyah havucun önemli antioksidan aktivite gösterdiği de rapor edilmiştir. Siyah havuç suyunun antioksidan kapasitesinin normal turuncu havuç suyuna kıyasla yaklaşık olarak 13-14 kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir (zkan ve ark. 2005).

Siyah havuç antosiyaninleri, düşük pH seviyelerinde parlak ilek kırmızısı rengini mükemmel bir şekilde sağladığı için siyah havuç suyu veya konsantreleri; meyve suları, nektarlar, içecekler, reçeller, marmelatlar ve şekerlemelerin renklendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Downham and Collins 2000). Kırca ve ekibinin (2006) yaptığı çalışmada, elma, beyaz üzüm, portakal, greyfurt, mandalina, limon suyu, şeftali, kayısı ve ananas nektarı gibi birçok meyve suyu ile ilek marmelatının siyah havuç suyu kullanılarak renklendirilmesi durumunda, siyah havuç antosiyaninlerinin bu ürünlerde yüksek bir stabilite sergilediği ve bu nedenle siyah havuç suyu konsantresinin gıda boyası olarak uygun olduğu vurgulanmıştır.

Siyah havucun ticari kalitesini belirlemede en kritik etken, içerdiği antosiyanin pigmentleridir. Siyah havucun özgün kırmızı rengi, antosiyaninlerin kimyasal yapısına ve konsantrasyonuna bağlı olarak değişim gösterir. Delfinidin ve benzer türevleri mavi ve mor renk tonlarını sağlarken pelargonidin kırmızı-turuncu renge katkıda bulunur (Hernandez *et al.* 1999). Siyah havuç suyundaki baskın antosiyaninler siyanidinlerdir (Kamerer *et al.* 2004b). Türkyılmaz (2009), siyah havuç sularında HPLC-MS yöntemiyle tanımlanan 5 temel antosiyanini belirlemiştir. Bu alışma, siyah havuç suyunun en baskın antosiyaninin siyanidin-3-galaktozid-ksilozid-glukozid-ferulik asit olduğunu (%45) ve bunu sırasıyla siyanidin-3-

galaktozid-ksilozid-glukozid-kumarik asit (22%), siyanidin-3-galaktozid-ksilozid-glukozid-sinapik asit (17%), siyanidin-3-galaktozid-ksilozid-glukozid (10%) ve siyanidin-3-galaktozid-ksilozid (6%) takip ettiğini belirtmiştir.

Elma sularını renklendirmek amacıyla siyah havuçtan elde edilen antosiyaninlerin kullanımıyla örneklerin toplam fenolik madde içeriğinde ve antiradikal kapasitelerinde belirgin bir artış tespit edilmiştir. Bu durum, antioksidan aktivitelerinde bir artış olduğunu göstermektedir. Siyah havuç antosiyaninlerinin gıdaları renklendirmek amacıyla kullanılması yalnızca renk artışına değil aynı zamanda gıdalara fonksiyonel özellikler kazandırma potansiyeline de sahiptir (Ekici 2011).

Sadilova ve ekibinin (2006) yaptığı çalışmada, siyah havuç konsantresinde antosiyanin stabilitesini araştırmayı amaçlamışlardır. 95 °C'de 1 ila 7 saat arasında yapılan ısıtma sonucunda oluşan bozunma ürünlerini belirlemişler ve siyah havuç pigmentinin mürver meyvesinden iki kat daha uzun bir yarı ömre sahip olduğunu tespit etmişlerdir. L (aydınlık) değerindeki artış siyah havuçta diğer örneklerden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca siyah havuçta antosiyanin miktarındaki azalma en düşük olarak gözlemlenmiştir. Isıtma süresinin artmasıyla kroma değerindeki azalma, renk saflığında bir azalmaya işaret etmektedir. Bu bağlamda, pigment bozunumunun kromatik ölçümle kolaylıkla değerlendirilebileceği vurgulanmaktadır.

Makarna

'Makarna' kelimesi İtalyanca'da 'hamur' anlamına gelir ve genellikle spagetti veya lazanya gibi ekstrüde edilmiş gıdaların 'İtalyan' tarzında ürünleri tanımlamak için kullanılır. Makarna, dünya genelinde popülerdir ve birçok ülkede temel bir gıda maddesi olarak kabul edilir. 600'den fazla makarna şekli bulunmakta olup en yaygın olanları spagetti ve lazanyadır. Yüksek karbonhidrat içeriği nedeniyle genellikle enerji kaynağı olarak tüketilir. Bununla birlikte makarna düşük seviyede protein içerir (ek takviye olmaksızın) ve protein içeriği esansiyel amino asit olan lizin açısından düşüktür. Araştırmacılar; makarnanın mineraller, proteinler ve diğer birçok sağlıklı bileşenle desteklenebileceğini belirtmiştir. Aslında sağlıklı bileşenler eklenerek formüle edilirse, makarna uygun bir şekilde tasarlanabilir ve fonksiyonel bir gıda olarak rol oynayabilir (Borneo and Aguirre 2008).

Türk Gıda Kodeksi-Makarna Tebliği'nin "Tanımlar" başlıklı 4'üncü maddesine göre; makarna, triticum durum buğdayından elde edilen irmik ile suyun birleştirilerek uygun tekniklerle yoğrulup şekillendirilerek kurutulmasıyla elde edilen bir gıda maddesidir. Temel olarak sade olan bu ürün; tam buğday, çeşnili, zenginleştirilmiş veya vitamin ve mineral ilaveli makarna gibi farklı türlerde üretilebilir.

Sade Makarna, *Triticum durum* buğdayından elde edilen irmik ve suyun uygun tekniklerle yoğrularak şekillendirilip kurutulmasıyla elde edilen bir üründür.

Tam Buğday Makarnası, tam buğday irmiği ve suyun uygun tekniklerle yoğrularak elde edilen hamurun şekillendirilip kurutulmasıyla üretilen bir üründür.

Çeşnili Makarna, *Triticum durum* buğdayı irmiğinden uygun tekniklerle hazırlanan makarna hamuruna veya kurutulmuş makarnaya et ve et ürünleri, su ürünleri, yumurta ve yumurta ürünleri, süt ve süt ürünleri, sebzeler, baklagiller, unlar, meyve ve sebze lifleri, *Triticum aestivum* ve *Triticum compactum* buğday ürünleri dışında diğer tahıl ürünleri ve lifleri, baharatlar, tatlandırıcılar ve benzerleri ilave edilerek elde edilen bir üründür.

Zenginleştirilmiş Makarna, *Triticum durum* buğdayı irmiğinden uygun tekniklerle üretilen makarna hamuruna tiamin, riboflavin, niasin, folik asit, demir gibi içeriğe sahip karışımların yanı sıra vitamin D ve/veya kalsiyum ilavesi yapılarak şekillendirilip kurutulan bir üründür.

Güçlendirilmiş Makarna, zenginleştirilmiş makarnadaki belirli vitamin ve mineral üst sınırlarına protein eklenerek oluşturulan hamurun şekillendirilip kurutulmasıyla elde edilen bir üründür.

Vitamin ve mineral katkılı makarna, *Triticum durum* buğdayı irmiğinden uygun tekniklerle hazırlanan makarna hamuruna vitamin ve mineral ilavesi yapılarak elde edilen bir üründür.

Makarnanın kökeniyle ilgili çeşitli teoriler bulunmaktadır. Birinci teori, Marco Polo'nun on üçüncü yüzyılın sonunda Çin'e yaptığı ziyaret sonrasında İtalya'ya unla yapılan makarna hakkında bilgi getirdiğini öne sürer (Giacco *et al.* 2015). Bu, farklı makarna çeşitlerinin bu dönemden önce zaten Çin'de tüketildiği fikrini ortaya koyar. Diğer bir görüş, makarnanın tarihini İtalya'dan daha da öncesine dayandırarak "makarna" kelimesinin M.Ö. 1. yüzyıldan beri Roma İmparatorluğu kaynaklarında bulunduğunu iddia eder (Giacco *et al.* 2015). Serventi ve Sabban'ın (2002) verilerine göre Araplar kuru makarnayı İtalyanlardan önce icat etmiş ve göçebe yaşamları sayesinde makarnayı birçok kültüre tanıtmışlardır. Makarna, onlar için kolay ulaşılabilir ve doyurucu bir besin olduğundan farklı coğrafyalarda da popülerlik kazanmıştır. Bu farklı teorilere bakıldığında makarnanın popülerliğinin geçmişten günümüze kadar yüksek olduğunu söylemek mümkündür.

Makarnanın endüstriyel üretimi ilk defa 15. yüzyılda Napoli'de gerçekleştirilmiştir. Ancak, bu dönemde makarnanın dayanıklılığı konusunda başarısızlık yaşanmıştır. Daha sonraki dönemde makarnanın başarılı bir şekilde üretilmesi için kurutma işleminin önemli olduğu

keşfedilmiştir. 1800'lerin ortalarında Napoli, makarna üretimini tam kapasiteyle gerçekleştirmeye başlamıştır (Anonim 2016a). Makarna üretimi İtalya'da geliştikçe diğer Avrupa ülkelerine de yayılmaya başlamıştır. Amerika'ya makarnanın ilk kez götürülmesi İtalya'dan göç edenlerin yanlarında makarnayı getirmesiyle gerçekleşmiştir. İlk makarna fabrikası ise Amerika'da 1848 yılında açılmıştır (Köten 2010).

1917'de, Fereol Sandragne makarnanın sürekli üretimine yönelik ilk sistem patentini almıştır. 1993 yılında ise ilk sürekli ve tam otomatik pres sistemi devreye alınmıştır. Bu sistem, iki İtalyan mühendis tarafından tasarlanmıştır. Bu gelişmelerle birlikte İtalya makarna üretimi konusunda öncü bir ülke haline gelmiştir (Anonim 2019). 1780'li yıllarda İtalya'dan Osmanlı İmparatorluğu'na gelerek Osmanlı saray mutfağında "makaronya" olarak adlandırılan makarna, 1830 yılında ordu için kritik bir gıda maddesi olarak görülerek Selimiye Kışlası'nda bir fabrika kurulmuştur (Öztürk 2007; Anonim 2013).

Türkiye Cumhuriyeti'nde ilk makarna fabrikası, 1922 yılında İzmir'de Hasan Tahsin Bey tarafından "Türk Makarna Fabrikası" adıyla kurulmuştur. Fabrikada on kişi çalışmakta olup günlük 850 kilo makarna "el presi" kullanılarak üretilmiştir. Makarna üretimindeki kapasite artışı 1970'li yıllarda başlamış ve 1980'li yıllarda hızla artmıştır. Bu dönemde, ihracattaki artışla birlikte sektöre yönelik yatırımlar da hızla artarak devam etmiştir (Tosun 2001).

Makarna ürünlerine olan küresel talep, istikrarlı bir şekilde artmaya devam etmektedir. Bu eğilimle paralel olarak dünya genelinde makarna üretimi yıllar içinde artış göstermektedir. Uluslararası Makarna Örgütü (IPO) tarafından yapılan araştırmalara göre 2021'de küresel kuru makarna üretimi 16,9 milyon tona yükselmiştir. Bu üretimde en yüksek kapasiteye sahip olan ülke 3,89 milyon tonla İtalya olurken ABD (2,00 milyon ton), Türkiye (1,90 milyon ton), Brezilya (1,18 milyon ton) ve Rusya (1,09 milyon ton) gibi ülkeler de milyonlarca tonluk üretim kapasiteleriyle sıralamada yer almaktadır. Kıtalar bazında incelendiğinde Avrupa Birliği %31,0 ile en yüksek üretim yüzdesine sahipken Orta ve Güney Amerika %19, Kuzey Amerika %12,9, diğer Avrupa ülkeleri %17,5, Afrika %14,1 ve Orta Doğu küresel üretimin %3,6'sını oluşturmaktadır.

Tüketim istatistikleri analiz edildiğinde kişi başına yıllık ortalama makarna tüketimi İtalya'da 23,5 kg ile öne çıkmaktadır. Tunus (17,0 kg), Venezuela (15,0 kg), Yunanistan (12,2 kg), Peru (9,9 kg), Şili (9,6 kg) ve ABD (8,8 kg) gibi ülkeler de bu sıralamada yer almaktadır (Anonim 2022a). Türkiye'de ise bu değer 7,3 kg civarındadır. Türkiye'de de her geçen yıl makarna tüketimi artış göstermektedir (Anonim 2024a).

İtalya, ABD ve Türkiye gibi öncü ülkeler üretimde ön sıralarda yer alarak ihracat odaklı üretim yapmaktadır. Diğer ülkeler genellikle kendi piyasa taleplerini karşılamaya yöneliktir. AB ülkeleri, dünya üretiminin %38,9'unu oluşturmaktadırlar (Tablo 1).

Tablo 1. Ülkelerin Makarna Üretim Miktarları

Ülke	Makarna Üretimi (ton)	Ülke	Makarna Üretimi (ton)
İtalya	3,890,467	Kanada	136,000
ABD	2,000,000	Kolombiya	118,647
Türkiye	1,902,423	Hindistan	100,000
Mısır	1,200,000	Güney Afrika	91,000
Brezilya	1,182,000	Belçika	77,500
Rusya	1,096,912	Portekiz	76,000
Nijerya	700,000	Çek Cumhuriyeti	70,000
İran	560,000	Macaristan	66,000
Arjantin	407,336	Ekvator	64,777
Peru	358,519	Guatemala	59,524
Tunus	345,000	Avusturya	54,778
Almanya	334,390	Romanya	52,600
Meksika	302,456	Avustralya	50,000
Fransa	258,101	İsviçre	43,140
Şili	216,481	Birleşik Krallık	35,000
Yunanistan	195,000	Kosta Rika	29,224
İspanya	192,517	Hollanda	23,335
Polonya	160,000	Slovakya	22,000
Japonya	144,500	İsveç	20,200
Venezuela	132,000	Diğerleri	182,635

(Kaynak: Anonim 2022a)

2000'li yılların başından itibaren özellikle Çin, Japonya, Güney Kore ve Hindistan gibi Asya Pasifik ülkeleri makarna üretimini artırma konusunda çeşitli çalışmalar yapmaktadırlar. 2001 yılında 9,3 milyon ton olan makarna üretimi 2003 yılında 10,446 milyon tona, 2005 yılında 10.654 milyon tona ve 2006 yılında da 11.883 milyon tona yükselmiştir. Bu durum, dünya genelinde makarna talebinin arttığını göstermektedir.

Makarna ticaretinin dünya genelinde yaklaşık 23 milyon tonluk bir hacmi bulunmaktadır. Bu alanda özellikle İtalya, Türkiye, İspanya ve ABD gibi ülkeler önemli rol oynamaktadır. 2022 itibarıyla Türkiye, makarna ticaretinde ihracat yapan ülkeler arasında ikinci sırada yer almaktadır.

Trademap (Anonim 2023) verilerine göre 1902.19 GTİP'li makarna ihracatında, 2022 yılında %26,6'lık bir payla Türkiye, İtalya'nın ardından ikinci sıradadır. Ancak 25 bin tonun

üzerinde ihracat yapan ülkeler arasında birim ihracat değeri 699 dolar/ton ile en düşük sıralarda yer almaktadır.

Tablo 2 incelendiğinde, Türkiye'nin 2022 yılında dünya piyasasında miktar açısından İtalya'dan sonra ikinci büyük ihracatçı ülke olmasına rağmen değer açısından oldukça geride kaldığı görülmektedir. Makarna piyasasında ton başına ortalama 1.3112 dolar fiyatla işlem gören Türkiye, ortalama 699 dolar fiyatla ürünlerini pazarlamıştır. AB ve ABD pazarlarındaki kota engelleri nedeniyle Türkiye, Orta Doğu ve Afrika ülkelerine yönelmiş ve bu pazarlardaki ucuz ürün talebine uygun olarak dünya fiyat ortalamasından daha düşük fiyatlarla ürünlerini pazarlamaktadır.

Tablo 2. 2022 Yılı Dünya Makarna İhracatçı Ülkeleri ve İhracat Verileri

ÜLKE	İHRACAT (TON)	İHRACAT PAYI (%)	BİRİM DEĞER (\$/TON)
İtalya	2,024,236	43,0	1,460
Türkiye	1,251,698	26,6	699
İspanya	134,796	2,9	1,227
Tayland	99,138	2,1	1,918
ABD	98,350	2,1	1,708
Belçika	88,483	1,9	1,326
Yunanistan	74,824	1,6	1,061
Vietnam	56,301	1,2	2,020
Kotdivuar	48,886	1,0	734
Çek Cumhuriyeti	46,953	1,0	1,087
Mısır	43,614	0,9	1,429
Almanya	40,615	0,9	1,816
Peru	29,534	0,6	964
Letonya	29,325	0,6	952
Guatemala	29,015	0,6	1,099
Endonezya	28,109	0,6	1,170
Çin Halk Cumhuriyeti	25,523	0,5	1,620

(Kaynak: Anonim 2023)

Türkiye'nin makarna ihracatı, 2023 yılı ekim ayında bir önceki yılın aynı dönemine göre miktar açısından %4.91 azalarak 117.14 bin ton, değer açısından ise %10.17 azalarak 76.77 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. 2023 yılı ocak-ekim döneminde makarna ihracatı, bir önceki yılın aynı dönemine göre miktar açısından %0.46 azalarak 1.11 milyon tona düşerken değer açısından %5.71 azalarak 749.59 milyon dolara gerilemiştir.

Dünya makarna ticaretinde en büyük beş ithalatçı ülke arasında ABD, Almanya, Fransa, İngiltere ve Japonya bulunmaktadır (Tablo 3). Bu ülkeler arasında en önemli ithalatçı

konumunda olan ABD, sadece makarna üretiminde kullanılan buğdayı işleyip ihraç etmekle kalmayıp aynı zamanda makarna ithalatı da yapmaktadır. Bu durum, ABD'nin Dünya piyasalarındaki dalgalanmalardan etkilenecek makarna ticaretinden gelir elde etmeye çalıştığını göstermektedir. Başka bir deyişle ABD makarnada re-export yapan bir ülkedir. Türkiye, genel olarak bir ihracatçı ülke konumunda olmakla birlikte makarna ithalatını genellikle lüks tüketim segmentine yönlendirmiştir. Bu kapsamda ithal edilen ürünler genellikle belirli markalar tarafından sunulmakta olup lüks otel ve restoranlarda tüketilmektedir.

Tablo 3. 2022 Yılı Dünya Makarna İthalatçı Ülkeleri ve İthalat Verileri

ÜLKE	İTHALAT (TON)	İTHALAT PAYI (%)	BİRİM DEĞER (\$/TON)
ABD	486,201	11,2	2,038
Almanya	379,968	8,7	1,371
Fransa	324,756	7,5	1,311
Birleşik Krallık	282,392	6,5	1,496
Japonya	190,067	4,4	1,623
Venezuela	182,389	4,2	664
Somali	154,889	3,6	615
Kanada	129,734	3,0	1,926
Güney Kore	129,622	3,0	1,438
Hollanda	99,040	2,3	1,657
Gana	81,208	1,9	672
Belçika	72,326	1,7	1,575
Polonya	64,277	1,5	1,239
G. Afrika	63,970	1,5	1,088
İsveç	61,564	1,4	1,410
İspanya	54,804	1,3	1,879
Çin Halk Cumhuriyeti	53,621	1,2	1,186

(Kaynak: Anonim 2023)

Dünya genelinde kişi başına makarna tüketiminde İtalya, 23.5 kg ile lider konumda bulunmaktadır. İtalya'yı 17 kg ile Tunus ve 15 kg ile Venezuela takip etmektedir (Tablo 4). Türkiye'nin kişi başına makarna tüketimi 2005 yılında 6.1 kg iken 2017 yılında 7.3 kg'a yükselmiş ve 2022'de yıllık tüketim 7.5 kg'a ulaşmıştır.

Tablo 4. Ülkelere Göre Kişi Başı Yıllık Makarna Tüketim Miktarı

Ülkeler	Makarna Tüketimi (kg)
İtalya	23,2
Tunus	17
Venezuela	13,6
Yunanistan	12,2
Peru	9,9
Şili	9,6
Birleşik Krallık	8,8
Fransa	8,6
İran	8,5
Almanya	7,9
Türkiye	7,5

(Kaynak: Anonim 2022b)

Ev yapımı olarak başlayan makarna tüketimi, Türkiye'ye sanayi olarak girişini 1922 yılında yapmıştır. Makarna üretim tesisleri, Cumhuriyet Dönemi'nin ilk gıda sanayi kuruluşlarından biri olma özelliğine sahiptir. İzmir-Bayraklı'da kurulan ilk makarna tesisi, Türkiye'de üretimin 1950'lere kadar küçük kapasiteli tesislerde gerçekleştiği dönemi başlatmıştır. 1960 yılından itibaren ülkedeki makarna fabrikası sayısı ve üretim kapasitesi artmaya başlamıştır. 1962 yılında 33.000 ton/yıl olan kurulu kapasite, 1970'li yıllarda büyük fabrikaların faaliyete geçmesiyle birlikte 100 bin ton/yıla, 1980 ve 1990'lı yıllarda yeni tesislerin kurulması ve mevcut fabrikaların kapasitelerinin artırılması sonucu 1998 yılında 818 bin ton/yıla ulaşmıştır. 2022 yılı sonu itibariyle yıllık makarna üretimi 1 milyon tonun üzerine çıkarak Türkiye dünya makarna üretiminde önde gelen ilk beş ülkeden biri konumuna yükselmiştir.

Üretim tesisleri, coğrafi olarak makarnalık durum buğdayının yetiştiği bölgeler olan Orta Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Batı Anadolu'da yoğunluk göstermektedir. Bu bölgelerin iklimi, durum buğdayının tam uyum sağladığı yerlerden biridir. Bu durum, birim alan verimi ve üretici eline geçen fiyatları artırdığından sektöre makarna fabrikalarının yatırım yapmasına öncülük etmiş ve çiftçilere sürekli durum buğdayı üretme konusunda teşvik sağlamıştır.

Gaziantep ili, Türkiye'de önemli bir makarna üretim bölgesidir ve mevcut üretim kapasitesinin %35'ini kapsar. Toplam üretim kapasitesinin %43'ünü oluşturan Orta Anadolu, en geniş makarna üretim bölgesidir. Ege Bölgesi'nin üretimdeki payı %8, Akdeniz Bölgesi %8 ve Marmara Bölgesi ise %6 düzeyindedir.

Son yıllarda; yerel özelliklere uygun üretim tesisleri ile bilgisayar destekli modern üretim tesisleri, dünya genelinde makarna üretiminde söz sahibi olan firmalarla rekabet edebilecek seviyede faaliyet göstermektedir. Türkiye'nin makarna üretiminde temel hammadde olan durum buğdayı üretiminde sayılı ülkelerden biri olması ve makarna fabrikalarının ihtiyacı olan irmiğin yerel olarak üretilmesi Türk üreticilere düşük maliyet ve yüksek kalite gibi önemli avantajlar sağlamaktadır (Anonim 2007).

Dünya genelinde farklı bölgelerde çok çeşitli makarna tüketim alışkanlıkları bulunmaktadır. Makarna ana yemek olarak tercih edildiği gibi atıştırmalık olarak da tüketilebilir. İçerik ve şekil açısından esnek bir yapıya sahip olan makarna, çeşitli malzemeler eklenerek kolayca çeşitlendirilebilir. Bu çeşitlilik hem sağlık hem de görsel açıdan tüketicilerin dikkatini çekmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), 1949'da makarnanın vitaminlerle zenginleştirilmesine izin vermesinin ardından (Brennan and Zealand 2013), makarnanın zenginleştirilmesi ve güçlendirilmesi konusunda birçok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalar, tam buğday ununun yanı sıra protein kaynaklarının (Kalinina *et al.* 2015; Padalino *et al.* 2015), vitaminlerin (Jayasena ve Nasar-Abbas 2012), makarnaya lif eklenmesinin sağlık üzerindeki olumlu etkilerini incelediği için önemli bir konu haline gelmiştir. Bu alanda yapılan araştırmalar, lif eklemenin sağlık üzerinde olumlu etkilerini göstermektedir (Chater *et al.* 2015; Dreher 2018; Gao ve Yue 2012; Kritchevsk, 1974; Mirmiran *et al.* 2018).

Fast food ürünlerine olan talebin artmasıyla birlikte hazır yemek/önceden pişirilmiş makarna üzerine yapılan araştırmalar da gelişmeye başlamıştır (Wojtowicz 2005; Wójtowicz and Mościcki 2009; Wójtowicz and Mościcki 2014). Önceden pişirilmiş makarna hazırlamanın farklı yöntemleri bulunmaktadır: kızartma (Ding and Yang 2013), buharda pişirme (Ding and Yang 2013; Kaur *et al.* 2013) ve ekstrüzyon pişirme (Wojtowicz 2005; Wójtowicz and Mościcki 2009; Wójtowicz and Mościcki 2014). Kızartma yönteminde, taze makarna genellikle 140 ila 160°C arasında 30 ila 70 saniye veya 148°C'de 120 saniye kadar kızartılır. Buharda pişirme yönteminde ise taze makarna genellikle 95 ila 98°C arasında 180 saniye boyunca buharda pişirilir. Bunların arasında gıda endüstrisinde en çok tercih edilen yöntemlerden biri olan ekstrüzyon pişirme; düşük maliyeti, enerji verimliliği ve atık problemlerinin azlığı nedeniyle öne çıkmaktadır (Chuang and Yeh 2004).

Makarna kalitesi, üretim süreci parametrelerinin yanı sıra hammadde özelliklerine de bağlıdır. Makarna yapımında genellikle ekmek veya erişte için kullanılan standart buğday yerine makarna için tercih edilen durum buğdayı (*Triticum durum*) unu; yoğun sarı rengi, lezzetli tadı ve sağlam yapısıyla öne çıkar. Bazı ülkeler, özellikle Yunanistan, İtalya (özel

makarnalar için) veya Fransa gibi makarna üretiminde sadece durum buğdayı irmiği kullanımına izin veren yasal düzenlemelere sahiptir (Anonim 2001a). Türkiye'de de makarna üretimi genellikle durum buğdayı irmiği kullanımıyla sınırlıdır (Anonim 2002). Durum buğdayı proteini; %20 albümin (suda çözünür), globulin (tuzda çözünür), ve %80 monomerik gliadin (sulu etanol çözeltisinde ekstrakte edilebilir) ve polimerik gluteninden (seyreltik asitte çözünür) oluşur (Sicignano *et al.* 2015). Bu proteinler, makarna yapısını güçlendiren kompleks bir ağ oluştururken durum buğdayı irmiğindeki nişasta, bu protein ağı içinde dağılmış granüller halinde bulunmaktadır (Giacco *et al.* 2015). İrmik, yüksek protein içeriğine sahip durum buğdayından üretildiğinde ayrıca nişastalı parçacıklar minimum düzeyde ve eşit büyüklükteki granüllere sahip olduğunda homojen bir şekilde nemlendirilebilir. Bu durum, makarnanın daha sağlam ve esnek bir yapıya sahip olmasını sağlar. Ayrıca, pişirme sırasında makarnadan suya geçen organik kalıntıların azalmasına da katkıda bulunur (Sissons 2008).

Sicignano ve ekibi (2015), glutenin ve gliadinin bir araya gelerek makarna kalitesini belirleyen gluten kalitesini etkileyen önemli etkileşimlere sahip olduğunu belirtmiştir. Gluten, elastikiyetinden sorumlu olan bir bileşenken gliadin genişletilebilirlik ile ilgilidir. Glutenin iki ana alt birime sahip olduğu bilinmektedir: düşük moleküler ağırlıklı glutenin alt birimi (LMW-GS) ve yüksek moleküler ağırlıklı glutenin alt birimi (HMW-GS) (Subira *et al.* 2014). Bu alt birimlerin glutenin kuvveti üzerinde önemli bir etkisi bulunmaktadır. Kükürt açısından zengin olan LMW-GS, bir veya iki serbest sistein kalıntısına sahipken kükürt açısından daha fakir olan HMW-GS, iki ila beş serbest sistein kalıntısına sahip olabilir (D'Ovidio and Masci 2004).

Shewry ve ekibi (2001) tarafından önerilen mevcut gluten ağ yapısına göre HMW-GS, disülfür bağları aracılığıyla ana omurgayı oluşturarak HMW-GS zincirleri arasında bağlar kurar. Diğer yandan LMW-GS, serbest sülfhidril grupları sayesinde zincirleri birbirine bağlar. Bu ağ yapısını tamamlamak için gliadin, HMW-GS zincirlerine kovalent olmayan bağlar ile bağlanır. Gluten ağ yapısının sıkı ve tok özellikleri, polimerik glutenin monomerik gliadine oranı ile ilişkilidir.

Durum buğdayı irmiğinin protein içeriği kadar nişastanın da makarnanın reolojik özellikleri üzerinde önemli etkileri vardır. İki farklı boyuttaki nişasta granülleri (küçük küresel ve büyük mercek şeklinde olanlar); sertlik, yapışkanlık, pişirme kaybı gibi pek çok pişirme özelliğinde rol oynar. Soh *et al.* (2006) çalışmalarında, küçük küresel nişasta granüllerinin sayısının artmasıyla birlikte makarnanın su emiliminin ve sıkılığının arttığı ancak yapışkanlığın bir miktar azaldığı görülmüştür. Ayrıca, nişastadaki amiloz içeriğinin artmasıyla hamurun daha genişlediği, pişmiş makarnanın sıkılığının arttığı ve makarnanın su alımının azaldığı incelenmiştir.

Makarnanın geçmişten günümüze uzanan sürecinde kalite, içerik, üretim yöntemleri ve çeşitleri gibi alanlarda pek çok araştırma gerçekleştirilmiştir. Kimi araştırmacılar hammaddenin makarna kalitesi üzerindeki etkilerine odaklanmıştır (Padalino *et al.* 2015; Soh *et al.* 2006). Diğerleri ise makarnayı fonksiyonel gıda olarak nitelendiren bileşenlerin makarna kalitesi üzerindeki etkisini araştırmıştır (Bustos *et al.* 2011; Aravind *et al.* 2012a; Aravind *et al.* 2012b). Farklı üretim yöntemleri üzerine yapılmış araştırmalar da mevcuttur (Piwińska *et al.* 2015; Piwińska *et al.* 2016a). Bu makarna araştırmalarında genellikle makarnanın kalitesi, pişirme kaybı, şişlik indeksi, su emilimi, renk ve doku gibi parametreler açısından değerlendirilir. Türkiye'de yasal olarak sadece "pişirme kaybı" için bir sınır belirlenmiştir (Anonim 2002). Diğer parametreler için net bir yasal kısıtlama olmamasına rağmen bu ölçütler genellikle tüketicilerin kabulü açısından dikkate alınır.

Makarna Üretimi

Makarna, dünya genelinde hem garnitür olarak sıkça tercih edilen hem de ana yemekler arasında sevilen bir lezzettir. Son dönemde, ABD'de kişi başına makarna tüketimi artmıştır. Bu artışın arkasındaki sebepler arasında, makarnanın sağlıklı bir seçenek olması, kolay saklanabilir olması ve hazırlanmasının pratik olması gibi faktörler öne çıkmaktadır (Kill 2001). Makarnalar; dünya genelinde spagetti, makarna, lazanya ve farfalle (papyon) gibi çeşitli şekil ve boyutlarda sunulmaktadır. Taze ve kuru makarnalar olmak üzere iki temel kategoriye ayrılabilirler. Farklı şekil ve boyutlarda olsalar da taze veya kurutulmuş tüm makarnalar genellikle benzer bir yaklaşımla hazırlanır. Temel malzemeler durum buğdayı unu (veya irmik) ve sudur. Bu nedenle makarna; protein, bazı vitaminler ve minerallerle birlikte düşük buğday unu içeren bir üründür. Makarnanın besin kalitesini artırmak için genellikle yumurta, vitaminler ve doğal renklendiriciler olarak ıspanak ve domatesten elde edilen bileşenler eklenir (Kill 2001).

Makarna üretimi üç ana aşamada gerçekleşir. İlk aşamada; durum buğdayı irmiği, ekstrüzyon sürecinden önce uygun bir neme ulaşması için suyla karıştırılır. Su sıcaklığı ve irmik partikül boyutu bu aşamada önemli parametrelerdir. Karışım süresini azaltmak ve homojen bir hidrasyon elde etmek için genellikle sürekli bir işlemde oda sıcaklığının (yaklaşık 40°C) üzerinde bir su sıcaklığı ve daha küçük partikül boyutları tercih edilir (genellikle 250-350 µm) (Sicignano *et al.* 2015). İrmik ve su ilk olarak yüksek hızlı bir ön karıştırma ünitesinde karıştırılır. Bu, su damlacıklarının ve irmik parçacıklarının birbirleriyle temas etmesini sağlayarak homojen bir hamur elde edilmesini destekler. Bu aşamadan sonra irmik-su karışımı ana karıştırma ünitesine aktarılır. Bu ünite genellikle vakum altında çalışır ve hava kabarcıklarını gidermek için kullanılır. Hava kabarcıkları; makarnada istenmeyen renk değişiklikleri, çatlama riski gibi sorunlara yol açabilir (Bustos *et al.* 2015).

Makarna üretiminde ikinci aşamada, hazırlanan hamur ekstrüder ünitesine gelir. Bu ünite, nişasta granüllerini saran gluten ağının gelişmesine yardımcı olan mekanik bir işleve sahiptir. Bu ağ, makarnanın pişirme sırasında yapısını korumasına yardımcı olur. Ekstrüder ünitesinde vida(lar) tarafından taşınan hamur, şekillendirilmek üzere yüksek basınç altında kalıptan geçer. Makarna kalıptan geçtikten hemen sonra kesilir ve üretimin üçüncü adımı olan kurutmaya yönlendirilir.

Nihai ürün kalitesi için renk, pişirme özellikleri, yüzey dokusu gibi faktörler incelendiğinde makarna üretiminde en kritik ve zorlu aşamanın kurutma olduğu söylenebilir (Giacco *et al.* 2015; Piwińska *et al.* 2016b). Kurutmanın temel amacı, en son teknolojiyi kullanarak makarnanın nem içeriğini yaklaşık %31-32'den %12-13'e düşürmek için 60-90°C yüksek/çok yüksek sıcaklık kullanmaktır (Bustos *et al.* 2015; Giacco *et al.* 2015; Güler ve ark. 2002). Geleneksel kurutma sistemlerinde ise sıcaklık genellikle 40°C ile 60°C arasında değişir. Ancak bazı araştırmacılar; yüksek/çok yüksek sıcaklığın kuruma süresini kısalttığını, pişmiş makarnanın sertliğini arttırdığını, nihai ürün rengini iyileştirdiğini ve mikroorganizmaları azalttığını savunmaktadır (Güler ve ark. 2002; Sicignano *et al.* 2015). Kurutulmuş makarna, şeklini uzun yıllar koruyarak oda sıcaklığında bozulmadan saklanabilir.

Makarna üretimine yönelik teknolojilerde sürekli bir gelişme gözlenmiş olup modern ve etkili sistemler geliştirilmiştir. Önceki kesintili sistemlerin yerine günümüzde sürekli sistemler daha fazla tercih edilmektedir. Bu sürekli sistemlerde, karıştırma ve yoğurma aşamaları otomatik olarak gerçekleştirilmektedir. Otomatik kontinu preslerde, irmik ve su karıştırılarak makarna hamuru el değmeden otomatik bir şekilde kesintisiz olarak kurutma ünitesine iletilebilmektedir. Farklı marka ve şekillerde üretilen preslerin çalışma prensipleri genellikle benzerdir. İrmiğin beslendiği tekne sistemleri, su verme sistemleri, karıştırma ve yoğurma sistemleri arasında üretim kapasitelerinde çeşitlilik bulunmaktadır (Yaralı 2017).

Yoğurma

Makarna yapımındaki yoğurma aşamasının amacı; homojen, makarna üretimi için uygun yapıda bir hamur hazırlamaktır. Yapılan yoğurma işlemi sırasında karıştırma kısmına ilk önce irmik, takiben su eklenir. Bu yöntem ile yoğurma teknesinin cidarlarına ve kollarına hamurun yapışması engellenir. Karıştırıcı kollar, yüksek devirde ve hızlı bir biçimde irmiği suyla harmanlar. Yoğurma işlemi sırasında genellikle ideal sıcaklık 25 °C olarak tercih edilir. Bu sıcaklıkta irmik suyu tamamen absorbe ederek şişer. Homojen bir kıvamı ulaşan hamur, makarna üretimi için gerekli olan ideal yapıyı oluşturmak amacıyla ikinci bir yoğurma işlemine tabi tutulur. Buradaki temel hedef, makarna üretimi için en uygun homojen hamuru oluşturmaktır. Günümüzde üretilen makinelerde birinci ve ikinci yoğurma işlemleri genellikle

bir arada gerçekleştirilir. İkinci yoğurma aşamasının ardından vakum altında yoğurmaya geçilir. Bu süreçler toplamda 15-20 dakika sürerken en son teknolojiye sahip makinelerde bu süre 2-3 dakikaya kadar düşebilir.

Vakumla yoğurmanın amacı, makarna hamurundaki havayı uzaklaştırmaktır. Bu sayede hava boşlukları içermeyen, karakteristik sarı renge ve pürüzsüz bir yapıya sahip homojen bir makarna üretmek mümkün olur. Aksi halde üretilen makarnada hava boşlukları oluşabilir. Böylelikle makarna homojen olmayan bir yapıya sahip olur ve rengi beyaz olur. Ürün renginin beyaz olmasının nedeni, hamurun içindeki havanın alınmamasıdır. Bu durum, hamur içinde bulunan oksijenin enzimatik aktiviteyi artırmasından kaynaklanır (Anonim 2024b).

Ekstrüzyon

Ekstrüzyon aşamasında hamur, yoğurma işlemi bittikten sonra ekstrüder bölümüne alınır. Bu aşamada ekstrüzyon sıcaklığı en önemli faktördür. Genellikle 51°C sıcaklık istenmektedir. Yüksek sıcaklık, makarnanın yapısında bozulmalara neden olabilir. Bu sebepler göz önünde bulundurularak ekstrüder bölümünde sıcaklığı dengeleyebilmek için soğutucu bir kılıf kullanılmaktadır. Aynı zamanda ekstrüderden geçen makarna hamurunun geçiş hızı da kritiktir. Hamurun farklı hızlarda geçmesi, ekstrüderden çıkan makarnanın farklı boyutlarda olmasına neden olabilir. Ekstrüzyon aşamasında bir diğer önemli faktör de kalıp malzemesidir çünkü makarnanın görünümü açısından kritik bir rol oynar. Yakın zamana kadar genellikle bronz malzemeden yapılmış olan makarna kalıpları kullanılmaktaydı. Ancak dayanma süresi sınırlı olan bronz kalıpların belirli aralıklarla yenilenmesi gerekmekteydi. Böylelikle hem kalıpların dayanıklılığını artırmak ve hem de kullanım süresini uzatmak amacıyla teflon parçalar kalıp içlerine konumlandırılmıştır. Bu yöntem sayesinde kalıp kullanım süresi uzatılmış ve daha pürüzsüz makarna üretimi gerçekleştirilebilmiştir (Büyükbeşe 2008).

Kurutma

Makarna üretimi sırasında yapılan kurutma işleminin amacı, hamurun makarna haline gelmesi esnasında rutubetin %30-32 oranından %12-13'e düşürülmesidir. Bu şekilde makarna sertleşerek yapısını koruyabilir ve depolama süresi uzar (Hallaç 2016). Ekstrüder bölümünden çıkan makarnaların birbirlerine yapışmasını engellemek amacıyla ön kurutma işlemi uygulanır. Ön kurutucu, ürünün dış yüzeyini sertleştirirken iç kısmını yumuşak ve plastik yapıda bırakır. Daha sonra makarnalar, nem miktarlarının düşürülmesi için son kurutma işleminin olduğu üniteye alınır (Yıldız 2008). Kurutma esnasında karbonhidratlar tarafından bir miktar alkol üretilir ve bu alkol, hamurun asidik özellikleri ile birleşerek makarnaya karakteristik bir lezzet kazandırır. Günümüzde makarnanın kurutulmasında tercih edilen sıcaklıklar genellikle

60°C'nin üzerindedir ve kurutma işlemi genellikle 8 ile 12 saat arasında gerçekleştirilir. Yüksek sıcaklıkların kullanılması kurutma süresini kısaltır, mikrobiyolojik kontaminasyonu engeller, makarnanın şişmesine neden olmadan protein yapısının koagülasyonunu sağlar ve pişirme niteliklerini iyileştirir. Ancak makarnanın rutubetinin hızlı bir şekilde uzaklaştırılması, çatlama, kırılma ve bükülmeye neden olabilir. Ayrıca spagetti gibi uzun makarna türlerinin yavaş bir şekilde kurutulması; askılarda sarkmasına, ekşimesine ve mikrobiyal büyümeye yol açabilir. Yapılan çalışmalar, kurutma işleminin verimli bir şekilde yapılabilmesi için kurutma hızı, sıcaklık, rutubet ve hava dolaşımının uygun bir şekilde düzenlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Yaralı 2017).

Soğutma

Kurutma işleminden sonra üretilen makarnalar, soğutmanın olduğu bölümüne yönlendirilir. Makarnanın yapısı açısından soğutmanın gerçekleştiği aşama oldukça kritiktir zira bu aşama çatlama ihtimalini azaltarak makarnanın kalite özelliklerini artırır. Soğutma işleminin yapıldığı bölümlerinde çoğunlukla soğuk su kanalları bulunur. Fakat bazı soğutma sistemlerinde ise oda sıcaklığına sahip hava üflenerek makarnaların soğuması sağlanır. Soğutma süresi genellikle ortalama 30 dakikadır ancak kullanılan ekipmanlar ve makarnanın çeşidine bağlı olarak soğutma için gereken süre değişebilir (Kurt 2018).

Ambalajlama

Ambalaj, makarnanın mikrobiyolojik kontaminasyondan korunmasını sağlar. Ayrıca taşınma sürecinde ve raf ömrü boyunca ürünün tazeliğini korur ve tüketicinin satın alma kararını olumlu yönde etkiler. Genellikle kullanılan temel ambalaj malzemesi selofan ambalajdır. Bu tür ambalaj, ürünün rutubet almasını engeller ancak istiflemesi zordur. Bu nedenle bazı üretici firmalar, makarnalarını paketlemek için kutu ambalajlarına yönelmeyi seçmişlerdir. Kutu ambalajların istiflenmesi daha kolaydır. Özellikle kırılma yapısındaki makarna türlerini daha iyi korur, selofan ambalaja göre ambalajın üzeri daha okunaklıdır ve daha etkili bir reklam yapma fırsatını sağlar (Yıldız 2008).

Makarna; besleyici, ekonomik, hızlı ve kolay pişirilen bir unlu mamul grubudur ve tüketiciler tarafından sevilerek tüketilmektedir ve popülerliği gün geçtikçe artmaktadır. Bu bağlamda makarna ve erişte, zenginleştirmeye uygun bir gıda olarak değerlendirilmiştir (Köten ve Ünsal 2021). Buğday unu temelinde üretilen eriştenin besinsel değeri düşük olabilir. Bundan dolayı diyet lif, mineraller ve vitaminler açısından zenginleştirilmesine yönelik birçok çalışma bulunmaktadır (Koca ve ark. 2018; Yaver ve Bilgiçli 2020).

Petitot ve ekibi (2010), durum buğdayı irmiğine (%35) yüksek oranda baklagil unu (bölünmüş bezelye veya faba fasulyesi) ilavesiyle besinsel açıdan zenginleştirilmiş spagetti üretmiştir. Güçlendirilmiş makarnanın üretiminde, parçacıkların karışımı sırasında birikmeyi önlemek için makarna yapım sürecini (daha yüksek nem seviyesi ve karıştırma hızı gibi) ayarlamışlardır. Baklagil unu eklenmesi bazı makarna kalite özelliklerinde düşüşe sebep olmuştur (örneğin daha fazla pişirme kaybı, düşük kırılma enerjisi). Bu durum, gluten dışı proteinlerin ve çözünmeyen liflerin kullanımıyla makarnanın genel yapısının zayıflamasıyla ilişkilendirilmiştir. Duyusal özelliklerde (daha yüksek sertlik ve kırılmalık gibi) bazı değişiklikler gözlemlenmiştir. Güçlendirilmiş makarnanın bazı kalite özellikleri (örneğin daha az pişirme kaybı), protein ağının kurutma sırasında güçlendirilmesine yansıyan yüksek sıcaklıklar kullanılarak geliştirilmiştir. Panelistler tarafından aşırı sert ve elastik olarak değerlendirilmiştir. Optimizasyon gerektiği belirtilmiştir.

Başka bir çalışmada, buğday unu yerine soya unu ve keçiyoynuzu ununun kullanıldığı altı farklı makarna formülasyonu incelenmiştir. Soya unu ve keçiyoynuzu ununun zenginleştirilmiş makarnanın kalite özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Soya unu ve keçiyoynuzu unu oranlarındaki artış makarnanın kül, protein ve diyet lifi içeriğini artırırken nem, yağ ve karbonhidrat içeriğini azaltmıştır. Keçiyoynuzu unu oranındaki artış L* (parlaklık) değerinde anlamlı bir azalmaya soya unu ilavesiyle ise b* değerinde artışa neden olmuştur. Soya unu ve keçiyoynuzu unu eklemesi su emilimini azaltarak makarnanın kalitesini artırmıştır. Duyusal analizler, genel olarak en yüksek değerlerin D (80 buğday unu: 0 soya unu: 20 keçiyoynuzu unu) ve E (80 buğday unu: 20 soya unu: 0 keçiyoynuzu unu) örneklerinde olduğunu göstermiş ve %20'ye kadar soya unu ve keçiyoynuzu ununun kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Bu çalışma, soya unu ve keçiyoynuzu ununun farklı gıda formülasyonlarında gıda ürünlerinin fonksiyonel ve besinsel özelliklerini geliştirmek için potansiyel birer fonksiyonel gıda katkı maddesi olarak kullanılabileceğini önermektedir (Altınar ve Hallaç 2020).

Gallegos-Infante ve ekibi (2010), makarnalık irmiğin %15 ve %30 oranlarında fasulye unuyla değiştirilmesinin makarnanın pişirme kalitesi ve toplam fenolik içeriği üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Üç farklı sıcaklıkta (60, 70 ve 80 °C) ve iki farklı düzeyde ilave edilmiş fasulye unu (%15 ve %30) ile elde edilen makarnalar incelenmiş; kontrol grubu olarak ise sadece makarnalık irmik (%100) kullanılmıştır. Nem, ideal pişirme süresi, pişirme kaybı, su emme kapasitesi, renk değişimi, dokusal sıklık ve toplam fenolik ve furozin içeriği ölçülmüştür. Spagetti makarnalarda fasulye unu ilavesiyle birlikte pişirme süresi ve su emilimi azalmış, pişirme kaybı artmış ve fasulye unu ilavesiyle sıklık azalmıştır. Fasulye unu içeriği

ile makarnadaki renk değişimi arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca fasulye unu ilavesinin makarnadaki furozin ve fenolik içeriklerde artışa neden olduğu gözlenmiştir.

Giuberti ve meslektaşları (2015), glutensiz spagetti hazırlamak için pirinç ununun beyaz tohumlu, dşuk fitik asit içeren ve lektin içermeyen yeni bir fasulye türü olan *Phaseolus vulgaris* L.'den türetilen farklı konsantrasyonlardaki fasulye unu ile (%0, %20 ve %40, g/g) değiştirilmesini incelemişlerdir. Fasulye unu ilavesi protein, kül ve diyet lifi içeriğini doğrusal olarak artırmıştır ($P<0.05$). Spagettinin rengi, fasulye ilavesinden etkilenmiştir ($P<0.05$). Fasulye ilavesi, %0 spagettinin optimum pişirme süresini ve su emme kapasitesini doğrusal olarak ($P<0.05$) arttırırken pişirme kaybı ve doku özelliklerini etkilememiştir. Ayrıca fasulye ilavesi, spagettinin dirençli nişasta içeriğini ikinci dereceden ($P<0.05$) arttırırken in vitro glisemik indeksini ikinci dereceden ($P<0.05$) azaltmıştır. Genel olarak pirinç ununun kısmen fasulye unu ile değiştirilmesinin glutensiz spagetti formülasyonunda olumlu bir etki gösterdiği belirlenmiştir.

Merlino ve ekibi (2022), kenevir yağı üretiminin bir yan ürünü olan kenevir tohumu ununu kullanarak sürdürülebilir gıda üretimi ve döngüsel ekonomi perspektifinde İtalyan mutfağına özgü bir gnocchi olan taze makarna üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışma, kenevir tohumu ununun kaliteyi artırıcı bileşen olarak kullanımının zenginleştirilmiş ürünlerin besin değeri ve tüketicisi kabul üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi hedeflemiştir. Buğday ununun %5 ila %20 arasında değişen oranlarda kenevir tohumu unu ile üç farklı formülasyon oluşturulmuştur. Kenevir tohumu ununun eklenmesi gnocchi'nin besin değerini arttırmıştır. Özellikle %10 ve üzeri kenevir tohumu unu içeren formülasyonlar, "lif kaynağı" iddiasını desteklemiştir. Güçlendirilmiş gnocchi; pişirme kaybı, pişirme direnci ve doku özellikleri ile ortalama duysal kalite açısından yüksek teknolojik kalitede bulunmuştur. Ancak sebze ve kenevir kokusu ile acı tat gibi unsurlar tüketicilerin memnuniyetini etkilemiş ve kenevir tohumu ununun duysal kalitesini iyileştirmeye yönelik bir ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır.

Sobota ve ekibi (2015) tarafından yürütülen çalışma; tipik durum buğdayı makarnasına yaygın olarak eklenen buğday kepeğinin kimyasal bileşimine, fiziksel özelliklerine, pişirme kalitesine ve duysal özelliklerine olan etkisini incelemiştir. Bu araştırmada endüstriyel ekte %20 ila %40 aralığında değişen oranlarda buğday kepeği makarnaya eklenmiştir. Elde edilen ürünler ticari olarak temin edilebilen tam tahıllı durum buğdayı unundan yapılan makarna ile karşılaştırılmıştır. Buğday kepeği ilavesi makarnadaki protein, lipit, kl ve toplam diyet lifi (TDF) içeriğinde belirgin artışlara yol açmıştır (Duncan testi, $P \leq 0.05$). %25-30 oranındaki buğday kepeği ilavesi, tam tahıllı durum buğdayından üretilen makarnalarla benzer diyet lifi zenginliği sunmuştur. %30'a kadar kepek ilavesi tam tahıllı durumdan yapılan makarnaya

kıyasla daha az kuru kütle kaybı ve aşırı pişirme karşısında daha fazla dayanıklılık göstermiştir. Ayrıca yapılan duyusal değerlendirmeler sonucunda ürünlerin oldukça yüksek kaliteli olduğu belirlenmiştir.

Pınarlı ve ekibinin (2004) çalışmasında, %15 oranında ham buğday tohumu ile harmanlanmış ırmikten makarna üretilmiş ve bu numuneler mikrodalga ile işlenerek oda sıcaklığında saklanmıştır. Depolama süresince numuneler; duyusal özellikler, pişirme kalitesi, renk ve sıkıştırılabilirlik açısından incelenmiştir. Ayrıca makarnanın pişirme süresinin (10, 20, 30 dakika) pişme kalitesi üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, buğday tohumu ilavesinin makarnanın protein içeriğini beklenildiği gibi %17'ye kadar artırdığını göstermiştir. Ham ve mikrodalga işlemine tabi tutulmuş buğday tohumunun eklenmesi pişirme kayıplarını artırmış ve pişmiş makarnanın hacmini artırmış ancak pişirme sonrası ağırlığını azaltmıştır. Pişirme süresinin artması, makarnaların hacmi, asitliği ve sıkıştırılabilirliği ile birlikte pişmiş ağırlık ve pişirme kaybında da önemli artışlara yol açmıştır. Ancak 20 dakikalık pişirme sonrasında makarnanın hacminde bir azalma gözlenmiştir. Depolamanın ölçülen parametreler üzerinde asitlik dışında anlamlı bir etkisi olmadığı belirlenmiştir.

Herken ve arkadaşları (2007); çimlenmiş, fermente edilmiş, pişirilmiş ve işlenmemiş börülce ununu farklı oranlarda (%10, %15, %20 g/g) makarnaya katmış ve bu numuneleri altı ay boyunca oda sıcaklığında saklamıştır. Altı aylık süre boyunca numunelerin fitik asit içeriği ve toplam antioksidan kapasitesindeki değişiklikler gözlemlenmiştir. Börülce unu eklemesi, makarnanın protein içeriğini %11.73'ten %13.98'e (kuru maddede) yükseltmiştir. Makarna örnekler; yapışkanlık, hacim, sıklık ve durulama suyundaki toplam organik madde (TOM) açısından iyi pişirme kalitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Börülce unu eklenmiş makarna numuneleri, kontrol makarnasına kıyasla daha koyu renkte bulunmuştur. Börülce unu ilaveli numuneler arasında pişmiş börülce unu ilaveli örnekler, diğerlerine göre daha düşük duyusal değerlere sahipken fermente börülce unu eklenmiş numuneler daha düşük TOM değerlerine sahip çıkmıştır. Pişirme işlemi, börülce unlarının toplam antioksidan kapasitesi (TAC) üzerinde olumsuz bir etki gösterirken çimlenme numuneleri TAC'ini olumlu yönde etkilemiştir. Börülce unu katkısının fitik asit içeriğini artırdığı ve saklama süresince önemli bir değişiklik olmadığı gözlemlenmiştir.

Lorusso ve ekibinin (2017) çalışmalarında, ırmığın %20'sinin yerli ve fermente kinoa unu ile değiştirilmesiyle makarna üretilmiş ve bu ikamenin teknolojik ve besinsel özellikler üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Kinoa ilavesi normalden daha yüksek lif, protein ve serbest amino asit içeriği gibi kimyasal özellikler elde edilmesine olanak sağlamıştır. Özellikle seçilmiş laktik asit bakterileriyle fermente edilmiş kinoa unu içeren makarnalarda bu değerler

belirgin bir şekilde yüksek bulunmuştur. Ayrıca fermente kinoa unuyla hazırlanan makarnanın serbest amino asitleri, toplam fenolik bileşikleri ve antioksidan aktivitesi diğer makarna çeşitlerinden iki kat daha yüksek bulunmuştur. Fermente kinoa unu kullanımı, pişirme kaybına rağmen pişirme sırasında su emiliminin en düşük olduğu tespit edilmiştir. Kinoa unu kullanımı, makarnanın dokusal özelliklerini etkilemiş ve dayanıklılığı artırarak fermente un kullanımıyla elastikiyeti yükseltmiştir. Kinoa fermantasyonunun etkileri, güçlendirilmiş makarnanın beslenme kalitesi üzerinde belirgin bir şekilde görülmüştür; yüksek in vitro protein sindirilebilirliği ve düşük glisemik indeks gibi sonuçlar fermente kinoa ununun makarnanın besleyici özelliklerini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir.

Bustos ve ekibinin (2011) çalışması; ekmeklik buğday ununun yerine dirençli nişasta II, dirençli nişasta IV, yulaf kepeği ve inülin ile değiştirilerek elde edilen makarnaların kalitesini ve beslenme değerlerini artırmayı amaçlamıştır. Dirençli nişasta II, dirençli nişasta IV, yulaf kepeği ve inülin ekmeklik buğday ununun %2,5, %5,0, %7,5 ve %10,0'ına karşılık gelecek şekilde kullanılmıştır. Pişirme özellikleri, amiloz ve inülin kayıpları, renk ve doku analiz edilmiştir. Zenginleştirilmiş makarnaların beslenme kalitesi, pişirme sırasında protein kaybı ve toplam diyet lifi açısından değerlendirilmiştir. Makarnanın mikroyapısı taramalı elektron mikroskobu ile incelenmiştir. Dirençli nişasta II 'nin makarna formülasyonuna eklenmesi, nihai ürünün kalitesini artırmıştır. Dirençli nişasta IV ile zenginleştirilmiş makarna, dokusal özelliklerde iyileşme göstermiş ve % 5'e kadar olan oranlarda pişirme özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. İnülin, pişirme sırasında kayba uğramıştır ve eklenmesi makarnanın teknolojik kalitesini olumsuz etkilemiştir.

Yapılan bir araştırma, taze makarnaya dondurularak kurutulmuş sığır eti kalbinin eklenmesinin pişmiş makarnanın doku profili, sıklığı, rengi ve bileşimi üzerindeki etkisini incelemektedir. Taze makarna, farklı oranlarda (%0, %10, %30 veya %50) dondurularak kurutulmuş sığır eti kalbiyle hazırlanmıştır. Ancak makarna hamurunun %50'si dondurularak kurutulmuş sığır eti kalbi ile ikame edilmedi. %30 oranında sığır eti kalbi eklenmesi makarnanın sertliği, yapışkanlığı, çiğnenmesi ve sıklığını önemli ölçüde artırmıştır. Durum buğdayı ununun kısmen dondurularak kurutulmuş sığır eti kalbi ile değiştirilmesi pişmiş taze makarnanın hafifliği, kızarıklığı ve sarılığı üzerinde önemli değişikliklere yol açmıştır. Bununla birlikte makarnanın protein içeriği, dondurularak kurutulmuş sığır eti kalbinin kısmen eklenmesiyle önemli ölçüde artmıştır. Dondurularak kurutulmuş sığır eti kalbinin makarnaya eklenmesi, makarnanın besin değerini artırma potansiyeline sahipken aynı zamanda sığır eti üretiminin yan ürünü olan sığır eti kalbinin değerini artırabilir (Dhanasettakorn 2008).

Liu ve ekibinin (2016) araştırmasında, daha zengin bir besin profiline sahip bir makarna geliştirmek amacıyla irmik ununu %15, %30 ve %45 seviyelerinde üç farklı sığır eti emülsiyonu ile değiştirerek makarna üretmişlerdir. Bu değişim protein, yağ ve su içeriğinde belirgin bir artışa yol açmıştır. Et ilavesi makarnanın gluten ağını güçlendirmiştir. Kontrol numunesindeki 0,018 N/mm² olan çekme dayanıklılığı %45 sığır eti emülsiyonu numunesinde 0,046 N/mm²'ye çıkmıştır. Bu durum, makarna örneklerinin yüksek dayanıklılık sergilediğini göstermiştir. Et içeren tüm numuneler, kontrol grubuna göre belirgin bir şekilde daha yüksek elastikiyete sahip olmuştur (0,039 N/mm²). Ayrıca makarnanın sindirimi sırasında beş temel amino asit türü (lösin, lizin, metiyonin, treonin, triptofan) artan et ilavesiyle belirgin bir biçimde artmıştır.

Bir başka araştırma, erişte ürünlerinin besin değerini ve kalitesini artırmak amacıyla eksojen proteinlerin- özellikle yumurta sarısı tozu ve tavuk kıyması gibi-farklı seviyelerde (%5, %10 ve %15, g/g) erişte içine katılmasının etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu protein kaynaklarının erişte üzerindeki etkileri pişirme özelliklerinden duyuşal niteliklere kadar geniş bir yelpazede değerlendirilmiştir. Bulgular, kümes hayvanlarına dayalı bileşenlerin ve bu bileşenlerin miktarlarının erişte ürünlerinin besin içeriğini belirgin şekilde etkilediğini göstermiştir. Ayrıca, bu bileşenlerin eriştenin kabul edilebilir sıklık ve renk profili sergilemesine yardımcı olduğu görülmüştür. Mikroskopik incelemeler, eklenen erişte örneklerinde protein matrisi tarafından çevrelenmiş ve jelatinize olmuş nişasta granüllerini göstermiş ve kontrol örneklerine kıyasla daha iyi bir yapıya işaret etmiştir. Birleştirilmiş erişte örnekleri, duyuşal analizlerde anlamlı ($p \leq 0.05$) şekilde daha yüksek genel kalite sergilemiştir. Araştırma sonuçları, %10 (g/g) yumurta sarısı tozu ve %15 (g/g) tavuk kıyması içeren eriştelerin daha üstün bir kaliteye (doku, renk, duyuşal ve mikroyapı) sahip olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, daha zengin bir duyuşal ve besin profiline sahip uygun kanatlı hayvan bazlı bileşenlerin (yumurta sarısı tozu ve tavuk kıyması gibi) eklenmesinin yararlı olabileceğini göstermektedir. Bu çalışma, gıda endüstrisi için kanatlı hayvan bazlı içerikli erişte ürünlerinin üretiminde gelişmiş kalite özelliklerine sahip olma konusunda faydalı bir yol haritası sunabilir (Pal et al. 2017).

Soğan tozu, makarnaların antioksidan kapasitesini arttırmak amacıyla kullanılan iyi bir kaynak olarak bilinir. Bir çalışmada, soğan tozu %5, %10 ve %15 oranlarında makarna üretiminde kullanılmıştır. Duyuşal özellikler karşılaştırıldığında, %10 soğan tozu ilavesi yapılan örneklerin kontrol örneğine en yakın duyuşal özelliklere sahip olduğu saptanmıştır. Kontrol örneğindeki pişme kaybı %2.6 olarak tespit edilirken %5, %10 ve %15 soğan tozu ilavesi yapılan örneklerde sırasıyla %5.42, %5.74 ve %8.16 pişme kaybı oranları belirlenmiştir.

Ayrıca gluten miktarının azalmasının makarna örneklerinin pişme kaybını artırdığı belirtilmiştir (Rajeswari *et al.* 2013).

Kurutulmuş Hindistan kahverengi deniz yosunu (*Sargassum marginatum*) ilavesi yapılan makarnaların kalite özelliklerini araştıran bir çalışmada, toz halindeki yosunlar buğday irmiğine %1, %2.5 ve %5 oranlarında eklenmiştir. Hazırlanan hamurlardan üretilen makarnalar, 75°C'de 3 saat boyunca hava akımlı bir kurutucuda kurutulmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre pişmiş ağırlığın en yüksek ve pişme kaybının en düşük olduğu makarna örneği, %2.5 oranında toz halindeki deniz yosunu ilavesi yapılan örnek olmuştur. Kontrol örneğinde toplam fenolik madde içeriği 0.09 mg gallik asit eşdeğeri/g olarak belirlenmiştir. %1 ve %2.5 oranında deniz yosunu eklenen örneklerin toplam fenolik madde içeriği sırasıyla 0.11 mg gallik asit eşdeğeri/g ve 0.13 mg gallik asit eşdeğeri/g olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın bir sonucu olarak %2.5 oranındaki toz halindeki deniz yosunu ilavesi ile üretilen makarnanın biyoyararlılık ve kabul edilebilirlik açısından en iyi örnek olduğu vurgulanmıştır. Ancak %2.5'ten daha yüksek oranlarda deniz yosunu eklenen örneklerde yosun tadının baskın olduğu belirtilmiştir (Prabhasankar *et al.* 2009).

Sant'Anna ve ekibi (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, makarnalar üzüm posası tozu ile zenginleştirilmiştir. Bu uygulamada %2.5, %5 ve %7.5 oranlarında üzüm posası tozu makarnalara eklenmiş ve ardından pişirme özellikleri, kimyasal özellikler ve duyu özellikler incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, %2.5 oranında üzüm posası tozu eklenen örnek, kontrol örneğine ve diğer örneklerine göre ağırlık artışının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu örnekte pişme kaybının diğer örneklerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Üzüm posası tozu eklenen örneklerin toplam fenolik madde miktarları, ilave edilen orana paralel olarak artmıştır. Bu da üzüm posası tozunun makarnalara eklenerek fenolik madde içeriğini artırabileceğini göstermektedir. Duyusal analiz sonuçlarına göre, %2.5 üzüm posası tozu eklenen örneğin kontrol örneği ile benzer özelliklere sahip olduğu ifade edilmiştir. Bu, üzüm posası tozunun makarnalara eklenmesinin ürünün duyu özelliklerini olumsuz etkilemeden kimyasal özelliklerini iyileştirebileceğini göstermektedir.

Aranibar ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan bir araştırmada, makarna üretiminde kısmen yağı alınmış chia tohumunun farklı oranlardaki kullanımının makarnanın özelliklerine etkisi incelenmiştir. Chia tohumu, özellikle içeriğinde bulunan kafeik asit nedeniyle önemli bir antioksidan kaynağı olarak bilinir. Araştırma sonuçlarına göre kısmen yağı alınmış chia tohumunun makarna örneklerine eklenmesi antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarlarında artışa neden olmuştur. Bu, chia tohumunun makarna ürünlerine antioksidan özellikler kazandırabileceğini göstermektedir. Ayrıca kısmen yağı alınmış chia tohumu ilavesi ile

makarna örneklerinin toplam diyet lifi içeriğinde de artış tespit edilmiştir. Kontrol örneğinde toplam diyet lifi oranı %2.86 iken %10 kısmen yağı alınmış chia tohumu ilave edilen örneklerde bu oranın %9.08'e yükseldiği görülmüştür. Bu, chia tohumunun makarna ürünlerine eklenerek lif içeriğini artırmanın bir yolunu temsil etmektedir. Bu bulgular, kısmen yağı alınmış chia tohumunun makarna üretiminde kullanımının ürünlerin antioksidan aktivitesini artırmanın yanı sıra lif içeriğini zenginleştirmek için potansiyel olarak etkili bir yol olabileceğini göstermektedir.

Karabuğday; rutin, kuersetin, kaempferol, orientin/izoorientin ve viteksin/izoviteksin birçok farklı flavonoid içeren bir bitki olarak bilinir. Ancak, en fazla ve en önemli flavonoid bileşeni genellikle rutin olarak belirtilir. Rutin aynı zamanda P vitamini olarak da adlandırılır. Karabuğdayın bu zengin rutin içeriği sağlık açısından önemli bir özelliktir. Yapılan bir çalışmada, erişte (noodle) üretiminde buğday irmiğinin bir kısmının karabuğday unu ile değiştirilmesi incelenmiştir. Bu çalışma sonucunda, karabuğday unu ilavesi ile erişte ürünlerinin rutin miktarının önemli ölçüde arttığı tespit edilmiştir. Karabuğday unu oranının artması, erişte ürünlerinin sertlik ve yapışkanlık değerlerinin azaldığını, optimum pişirme süresinin kısaldığını ve pişirme kaybının arttığını göstermektedir. Karabuğday ununun eklenmesi, ürünlerin besin değerini artırmanın yanı sıra farklı tat ve tekstür özellikleri sunabilir (Choy *et al.* 2013).

MATERYAL VE METOT

Materyal

Makarnaların üretimi için Dola marka durum buğdayı irmiği (No:0), Dola Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti. firmasından temin edilmiştir. Makarnaya katkı olarak eklenecek olan gıda maddelerinden yerel menşeli yaban mersini, Pomona Gıda San. ve Tic. A.Ş. 'nden dondurularak kurutulmuş toz formda alınmıştır. Siyah havuç ise İngro Gıda Bilişim Pazarlama şirketinden toz formda temin edilmiş ve makarna üretimi için La Monferrina, Dolly makinesi kullanılmıştır.

Yöntem

Deneme planı

Bu çalışma 2 farklı katkı (siyah havuç tozu, yaban mersini tozu), 4 farklı seviyede (% 0, 5, 10, 15) 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada makarna örneklerinin fiziksel, kimyasal ve duyu analizleri yapılmıştır. Ayrıca makarnaların pişirilme işleminin antioksidan kapasitesi üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Bu çalışmada makarnaların optimum pişme sürelerinde pişirilmeleri sonucu antioksidan aktiviteleri TEAC yöntemi ile belirlenmiştir. Sonuçlar ABTS IC₅₀ (mg/mL) değeri ile ifade edilmiştir.

Makarnaların üretimi ve analizleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri İşleme Laboratuvarlarında yapılmıştır.

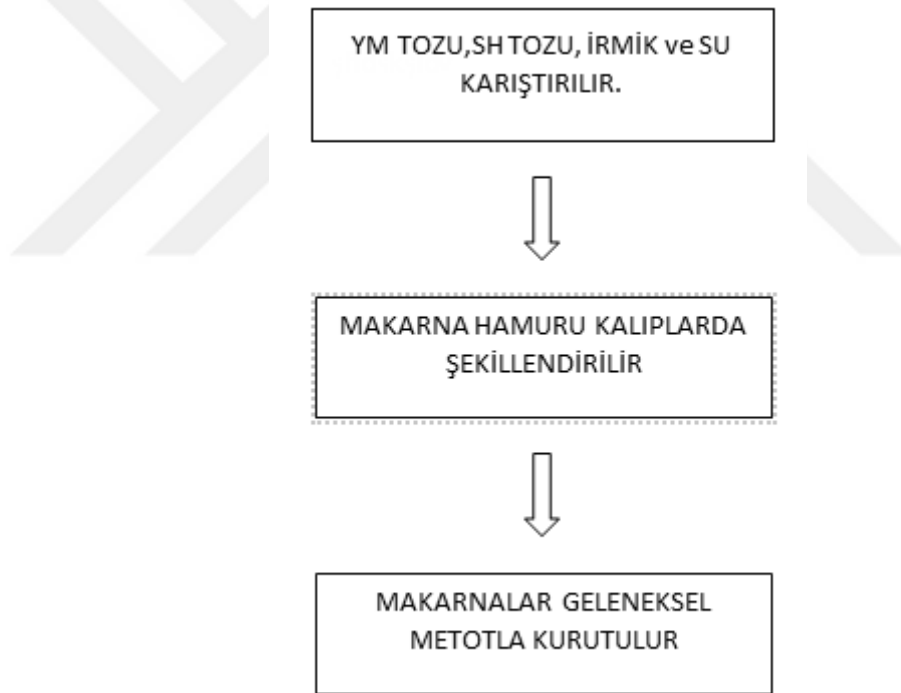
Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilmiş makarnaların üretimi

Siyah havuç tozu (SH), yaban mersini tozu (YM) ve irmik karışımları yapılan ön denemeler sonucunda belirlenen oranlara göre hazırlanmıştır. Verilen oranlar %30 civarında su eklenip karıştırıldıktan sonra laboratuvar tipi bir makine (Dolly Makarna Makinası) ile extruderden geçirilip şekillendirilerek oda sıcaklığında (%55-60 nisbi nem aralığında ve 25 °C'de) kurutulmuştur. Kurutulan makarna örnekleri analizler için ağzı kapatılmış naylon poşetlerde muhafaza edilmiştir. Deneme deseni olarak, 2 farklı katkı (yaban mersini ve siyah havuç), 4 farklı seviyede (%0,5,10,15) ve 2 tekerrürlü çalışılmıştır. Makarna formülasyonunda kullanılan irmik, katkısız kontrollerde yüz (100) birimdir. İlave edilen katkılar yüz birimin üzerine tamamlanmıştır.

Tablo 5. Üretilen Makarnaların Formülasyonları

Katkı Maddeleri(g)	Makarna Örnekleri (%)							
	0	5 YM	YM	YM	0	5 SH	SH	SH
İrmik	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
YM Tozu	0	50	100	150	0	0	0	0
SH Tozu	0	0	0	0	0	50	100	150
Toplam	1000	1050	1100	1150	1000	1050	1100	1150

Makarna üretimi için Şekil 2'deki üretim prosedürü takip edilerek mixerde (extruder) karıştırılan hamur kalıplara gönderilip kalıplardan geçtikten sonra kurutmaya bırakılmıştır. Kurutulduktan sonra elde edilen ürünler analiz edilmiştir. Üretilen bu makarnalar, gerekli analizler yapıp elde edilen datalarda en verimli siyah havuç ve yaban mersini konsantrasyonu belirlenmek üzere hazırlanmıştır. Makarna formülasyonları örnek çizelgede (Tablo 5) verilmiştir.

**Şekil 1.** YM ve SH ilaveli makarnaların üretim şeması

			
KONTROL	% 5 YM	% 10 YM	% 15 YM

Şekil 2. Üretilen YM ilaveli makarnalara ait görseller

			
KONTROL	% 5 SH	% 10 SH	% 15 SH

Şekil 3. Üretilen SH ilaveli makarnalara ait görseller

Makarnalara verilecek su miktarı yapılan ön denemeler neticesinde tespit edilmiş ve La Monferrina, Dolly makinesi ile makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. Makarna üretiminde kısa kesme fusuli kalıbı kullanılmıştır. Üretimde kullanılan bileşenler yoğurucu bölümünde 20 dakika boyunca yoğurulmuş ve ardından ekstrüdere verilmiştir. Daha sonra üretilen yaş makarnalar geleneksel yöntemlerle kurutulmuş ve analizlerde kullanmak üzere uygun sıcaklık ve nem ortamında depolanmıştır. Labotatuvar ortamının koşulları hava sirkülasyonu altında %55-60 nisbi nem aralığında ve 25 °C' dir.

Makarna analizleri

Renk analizi

Renk parametreleri Minolta CR 400 (Konica, Minolta, Japonya) cihazı kullanılarak tespit edilmiştir (Francis 1998; Kotancılar 2013).

L* değeri; [(0) siyah-(100) beyaz]

a* değeri; [(+) kırmızı, (-) yeşil]

b* değeri; [(+) sarı, (-) mavi] olarak ifade edilmiştir.

Nem miktarı tayini

Makarnada rutubet tayini, makarna örnekleri öğütücü cihazında öğütüldükten sonra analiz edilmiştir. Ham makarna örneklerindeki nem içeriği Haziran 2012, TS EN ISO 712' ye göre belirlenmiştir (Anonim 2012).

Kül miktarı tayini

Kül miktarı; TS 1620, Şubat 2016 standartlarına göre belirlenmiştir (Anonim 2016b).

Duyusal analiz

Makarna örneklerinin duysal analizi, Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde bulunan 10 panelist tarafından yapılmıştır. Duyusal analiz, kontrol grubu ve farklı oranlarda yaban mersini ile siyah havuç eklenen makarna örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Panelistler makarna örneklerini; renk ve görünüş, kümeleşme, sertlik, tat ve koku, yapışkanlık ve genel beğeni kriterlerine göre değerlendirmiştir. Analizde, 5'li hedonik skala puanlama testi uygulanmıştır. Panelistlerin, kontrol grubu ve farklı oranlarda siyah havuç ve yaban mersini ile zenginleştirilen makarna örneklerine verdikleri puanların ortalaması alınarak istatistiksel analiz uygulandıktan sonra veriler değerlendirilmiştir.

Protein miktarı tayini

Bu bölümdeki amacımız üretilen makarnadaki toplam (ham) protein miktarının tayini ve eldesidir. Toplam protein tayini AACC 46-12 ye göre Kjeldahl methodu (AACC, 1990) uygulanmıştır. Analizler Atatürk Üniversitesi Özel Gıda Kontrol Laboratuvarı'nda yaptırılmıştır (Anonim 1990).

Makarna pişirme testleri

Üretilen makarnaların TSE (Türk Standartları Enstitüsü)'de belirtilen standartlara uygun olup olmadığını test etmek amacıyla pişirme testleri uygulanmıştır. Makarnaların hacim artışı (%), su absorpsiyonu (%), suya geçen madde miktarı (%) ve pişme süresi analizleri için TS- 1620 (Şubat 2016) prosedürleri takip edilmiştir (Anonim 2016b).

Pişme testlerinin ilk aşamasında optimum pişme süresi analizi için kaynamakta olan su, su banyosunda bulunan 400 mL' lik behere aktarıldıktan sonra 25 g makarna içerisine eklenmiştir. Beherin ağzı saat camıyla kapatılmıştır. Makarnaların pişme durumu her dakika karıştırılarak kontrol edilmiştir. Pişmeye yakın 1 dakika aralıklarla pens yardımıyla alınan makarna örneği cam iki levha arasında sıkıştırılarak damarlı yapının kaybolduğu dakika optimum pişme süresi olarak kaydedilmiştir. Makarna örnekleri süzülüp tartılmıştır. Aynı

miktarda pişmemiş makarnanın ağırlık değeri bu analizden elde edilen pişmiş makarna örneklerinin ağırlığından çıkarılarak elde edilen ağırlıklar arasındaki farkın yüzde değeri makarnanın su absorpsiyon değeri olarak kaydedilmiştir. Hacim artışı analizinde ise pişmemiş 25g kuru makarna, içerisindeki su miktarı belirli olan bir ölçü silindire atılıp suyun seviyesindeki değişim kaydedilmiştir. Su seviyesindeki değişim değeri pişme süresi analizinden elde edilen pişmiş makarna örneklerinin su seviyesindeki değişim değerinden çıkarılarak elde edilen hacimler arasındaki farkın yüzde değeri makarnanın hacim artış değeri olarak kaydedilmiştir. Suyu geçen madde miktarı analizinde, 400 ml'lik bir behere 250 ml damıtılmış su konulup kaynatılmıştır. Daha sonra 25 g makarna örneği eklenerek pişirilmiştir. Pişirme sonunda elde edilen süzüntü, daha önce sabit bir ağırlıkta darası alınmış cam petri kaplarına/behere yerleştirilmiştir. Beherdeki süzüntü 93 °C evapore edilip fırında kurutulduktan sonra bir desikatöre aktarılmış, soğutulmuş ve tartılmıştır. Standartta belirtilen formülasyona göre hesaplanmış ve % olarak belirtilmiştir.

Toplam organik madde tayini

Toplam organik madde miktarı Elgün ve ekibinin (2012) uyguladığı yöntemle göre tespit edilmiştir.

TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) yöntemi ile antioksidan aktivite tayini

TEAC yöntemi ile antioksidan aktivite tayininde, ABST⁺ (2,2-azinobis-(3- etilbenzotialin-6-sulfonyl asit)) ve potasyum persülfat arasında gerçekleşen reaksiyon sonucu ABST⁺ radikal katyonu tarafından tutulan antioksidatif maddelerin oranı, Troloxun standart miktarları ile kıyaslanarak bağıl ölçümü gerçekleştirilmiştir (Köksal ve ark. 2009).

Çalışmamızda üretilen kuru makarnalarda ve optimum pişirme sürelerinde pişirilmiş makarnalarda antioksidan aktivite ölçülmüştür. Amaç makarnanın pişirme işleminin antioksidan aktivite üzerindeki etkisini gözlemlemektir. Numunelerin öncelikle % inhibisyon değerleri hesaplanmış ve bu verilerle ABTSIC₅₀ (mg/mL) değerleri elde edilmiştir. % inhibisyon formülü aşağıda verilmiştir (Zor ve ark 2023).

$$\% \text{ İnhibisyon} = [(AABTS - A\ddot{O}) / AABTS] \times 100$$

AABTS= ABTS⁺ çözeltisinin absorbansı (nm)

AÖ = Numunenin absorbansı (nm)

Örneklerin IC₅₀ (mg/mL) değerleri, Zor ve ekibi (2023) takip edilerek hesaplanmıştır.

İstatiksel analiz

Araştırma tam şansa bağlı deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak kurulup yürütülmüştür. Makarna üretimi, 4 farklı oranda (%0, 5, 10 ve 15) ilave edilen siyah havuç tozu ve yaban mersini tozu ile gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada, makarnalar Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Tahıl Ürünleri İşleme Laboratuvarları'nda üretilmiştir. Analizler ise Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Araştırma Laboratuvarları ve Meyve Sebze Araştırma Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Analizler sonucu alınan ham değerler, IBM SPSS Statistlik 25 programında varyans analiz testi ile değerlendirilmiştir. Anlamlı bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalama değerlerine ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Üretiminde Kullanılan Ham Maddelerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Makarna üretiminde kullanılan yaban mersini unu, siyah havuç unu ve durum buğdayı irmiğine ait nem, kül ve protein miktarları Tablo 6’da, L*, a*, b* renk değerleri ise Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 6. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnanın Ham Maddelerinin Fiziksel ve Kimyasal Değerleri

Ham Madde	Nem (%)	Kül (%)	Protein (kuru maddede %)
İrmik	10,00	0,85	12,55
Yaban Mersini Unu	8,18	1,44	4,68
Siyah Havuç Unu	5,35	1,49	1,69

Durum buğdayına ait nem değeri diğer ham maddelere göre daha yüksek (%10) değere sahip olup bu değeri sırasıyla yaban mersini unu (%8,18) ve siyah havuç ununa (%5,35) ait değerler takip etmektedir (Tablo 6). Kül miktarlarına bakıldığında siyah havuç ununun (%1,49) diğer ham maddelerden daha fazla miktarda kül içerdiği ve en düşük kül miktarına durum buğdayı irmiğinin (%0,85) sahip olduğu görülmektedir. Yaban mersini (%4,68) ve siyah havuç (%1,69) unlarının protein miktarları durum buğdayı irmiğinin (%12,55) protein miktarından daha düşük değerlere sahiptir.

Tablo 7. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnanın Ham Maddelerinin Renk Değerleri

Ham Madde	L*	a*	b *
İrmik	77,67	- 2,02	37,25
Yaban Mersini Unu	23,34	20,75	6,27
Siyah Havuç Unu	9,65	22,39	6,08

Koyuluk ve açıklık yoğunluğunun bir ölçütü olan L* renk değeri en yüksek irmikte en düşük ise siyah havuç ununda tespit edilmiştir (Tablo 7). Kırmızı/yeşil renk yoğunluğunun göstergesi olan a* renk değeri en yüksek siyah havuç ununda en düşük ise irmikte belirlenirken sarı/mavi renk yoğunluğunu ifade eden b* renk değeri en yüksek irmikte en düşük ise siyah havuç ununda tespit edilmiştir.

Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnanın Nem, Kül, Protein ve TOM Değerleri

Siyah havuç (SH) ve yaban mersini (YM) ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların nem, kül, protein (kuru maddede) ve toplam organik madde (TOM) değerlerine ait ortalamalar Tablo 8’de varyasyon analiz sonuçları ise Tablo 9’da sunulmuştur.

Tablo 8. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Nem, Kül, Protein (kuru maddede) ve TOM Değerleri Ortalamaları

Katkı Çeşidi	Katkı Seviyesi (%)	Nem (%)	Kül (%)	Protein (kuru maddede %)	TOM (%)
YM	0	7,56	0,88	13,17	1,19
	5	8,34	0,91	13,73	1,94
	10	8,00	0,92	13,05	3,84
	15	7,56	0,96	11,57	4,23
SH	0	7,36	0,88	13,17	1,33
	5	8,91	0,91	12,83	2,04
	10	8,45	0,96	12,54	2,49
	15	8,39	0,99	11,32	3,23

Tablo 9. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Nem, Kül, Protein ve TOM Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyans kaynakları	SD	Nem (%)		Kül (%)		Protein (kuru maddede %)		TOM (%)	
		KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	0,67	10,56*	0,00	8,91*	0,69	3,11	1,12	41,12**
Katkı Seviyesi (B)	3	0,95	15,05**	0,01	49,82**	2,86	12,93**	4,99	183,57**
A X B	3	0,19	2,99	0,00	3,94	0,15	0,66	0,58	21,24**
Hata	8	0,51		0,00		1,77		0,22	

* p<0,05 düzeyinde önemli

** p<0,01 düzeyinde çok önemli

Tabloya göre, katkı çeşidinin makarnanın nem içeriği ve kül değerleri üzerine istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu (p<0,05) belirlenirken TOM değeri üzerine ise çok anlamlı etkisinin olduğu belirlenmiştir (p<0,01). Öte yandan katkı seviyesinin tüm örnekler için istatistiksel olarak çok önemli etkisinin olduğu saptanmıştır (p<0,01). Katkı çeşidi ile katkı seviyesi interaksiyonunun sadece TOM değeri için istatistiksel olarak çok önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir (p<0,01).

Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların farklı katkı çeşidi ve seviyesine ait nem, kül, protein (kuru maddede) ve TOM değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Çeşidine Ait Nem, Kül, Protein (kuru maddede) ve TOM Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	N	Nem (%)		Kül (%)		Protein (kuru maddede %)		TOM (%)	
		Ortalama	SD	Ortalama ^a	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
YM	8	7,87 ^b	±0,39	0,91 ^b	±0,03	12,88	±0,95	2,80 ^a	±1,36
SH	8	8,28 ^a	±0,64	0,93 ^a	±0,05	12,46	±0,80	2,27 ^b	±0,76

*Aynı harf ile gösterilen istatistikler birbirinden farklıdır p<0,05

Tablo 10’da belirtildiği gibi siyah havuç katkılı makarnaların nem ve kül değerleri yaban mersini katkılı makarnalardan daha yüksek; protein ve TOM değerleri ise daha düşük bulunmuştur.

Tablo 11. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Seviyelerine Ait Nem, Kül, Protein (kuru maddede) ve TOM Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Seviyesi (%)	N	Nem (%)		Kül (%)		Protein (kuru maddede %)		TOM (%)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	4	7,46 ^c	±0,31	0,88 ^d	±0,01	13,17 ^a	±0,34	1,26 ^d	±0,25
5	4	8,63 ^a	±0,42	0,91 ^c	±0,01	13,28 ^a	±0,69	1,99 ^c	±0,07
10	4	8,23 ^{ab}	±0,28	0,94 ^b	±0,02	12,79 ^a	±0,3	3,16 ^b	±0,79
15	4	7,98 ^b	±0,48	0,97 ^a	±0,03	11,44 ^b	±0,54	3,73 ^a	±0,58

*Aynı harf ile gösterilen istatistikler birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 11’de görüldüğü gibi katkı seviyesi arttıkça nem ve protein değerleri azalmış, kül ve TOM değerleri artmıştır. En yüksek nem ve protein değerleri %5 katkı seviyesinde; kül ve TOM değerleri %15 katkı seviyesinde görülmüştür.

Nem değeri analiz sonuçları incelendiğinde % 0 ilaveli kontrol grubu makarnaların nem (%) değerleri ortalamaları 7,56 ve 7,36 ‘dır. 5–10 ve %15 YM ilaveli makarnaların nem (%) değerleri sırasıyla 8,34, 8,00 ve 7,56 ‘dır. 5–10 ve %15 SH ilaveli makarnaların nem (%) değerleri sırasıyla 8,91, 8,45 ve 8,39 ‘dur. Sonuçlar incelendiğinde tüm örneklerin nem değerlerinin Türk Gıda Kodeksine uygun olduğu görülmüştür. YM ilaveli makarna örneklerinin nem değerlerinin SH ilaveli makarna örneklerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Nem (%) değerleri arasındaki farklılık hammaddelerin farklı olmasından kaynaklanabilmektedir.

TOM (%) değerleri incelendiğinde, %0 ilaveli kontrol grubu makarnaların değerleri ortalamaları 1,19 ve 1,33’ tür. 5–10 ve %15 YM ilaveli makarnaların TOM (%) değerleri sırasıyla 1,94, 3,84, 4,23 ‘tür. 5–10 ve %15 SH ilaveli makarnaların TOM (%) değerleri

sırasıyla 2,04, 2,49 ve 3,23 ‘tür. En yüksek TOM değeri %15 katkı seviyesi ve YM katkı çeşidinde görülmüştür. En düşük değerler ise %0 katkı seviyesinde (kontrol grubu) bulunmuştur.

Yapılan analizler sonucunda makarna örneklerinin kül miktarları ortalamaları, % 0 ilaveli kontrol grubu makarnalarda 0,88; 5–10 ve %15 YM ilaveli makarnalarda sırasıyla 0,91, 0,92 ve 0,96’dır. 5–10 ve %15 SH ilaveli makarnalarda kül miktarı (%) sırasıyla 0,91, 0,96 ve 0,99 ‘dur. Makarna örneklerinin tümünün kül (%) değerleri Türk Gıda Kodeksine uygun bulunmuştur. Organik maddelerin yakılması sonucunda elde edilen inorganik maddelerin miktarını veren ve tahıl ürünlerinde oldukça önemli bir kalite kriteri olan kül değeri YM ve SH ilavesi ile artmıştır. Bu artış ilave edilen YM ve SH tozlarının inorganik madde içeriğini yükseltmesinden kaynaklanmaktadır.

Organik maddelerin yakılması sonucunda elde edilen inorganik maddelerin miktarını veren ve tahıl ürünlerinde oldukça önemli bir kalite kriteri olan kül değeri yaban mersini ve siyah havuç ilavesi ile artmıştır. Bu artış, ilave edilen katkı tozlarının makarnada bulunan inorganik madde içeriğini yükseltmesinden kaynaklanmaktadır. Türk Gıda Kodeksi’nde kül değerinin sade makarnada en fazla %1 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2022a).

Altınar ve Mete (2020) tarafından yapılan çalışmada, farklı seviyelerde kestane unu (5, 10, 20, 30 ve 40) ile buğday unu karışımı kullanılarak erişte üretilmiştir. Kestane unu kullanımının artışına bağlı olarak örneklerin kül içeriklerinin arttığı belirlenmiştir.

Gull ve arkadaşları (2015) irmikten ürettikleri makarnanın kül değerinin %0.71 olduğunu belirtmiştir. Biernacka ve ekibi (2018) ise ürettikleri 16 spagetti örneklerinin kül değerinin %0.46-1.66 arasında değiştiğini bildirmiştir.

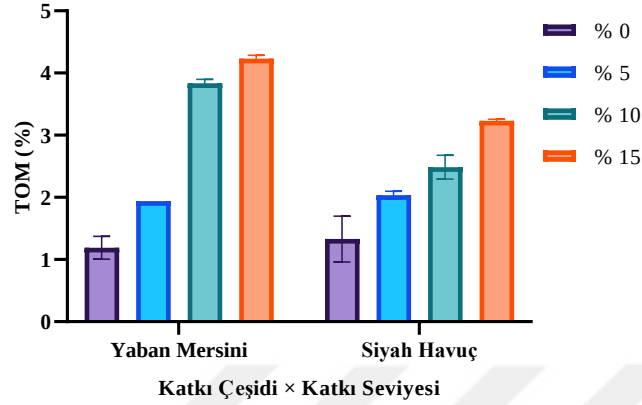
Protein içeriği makarnanın kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. TSE 1620 ve Türk Gıda Kodeksi’nde sade makarnanın sahip olması gereken minimum protein oranının kuru maddede en az %10.5 olması gerektiği bildirilmiştir. Buna göre üretilen tüm makarna örnekleri protein değeri bakımından TSE ve Türk Gıda Kodeksi’ne uygundur. YM ve SH ilaveli makarnalarda katkı seviyesi arttıkça protein oranı düşmüştür. Bu durum eklenen katkı çeşitlerinin protein oranlarının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Düşük proteinli katkı çeşitleri (YM ve SH) makarnaların protein oranlarını nisbi olarak düşürmüştür.

Köten ve ark. (2014) inceledikleri on beş makarna örneğinin protein değerlerinin %9.53-11.73 arasında değiştiğini bildirmiştir (Anonim 2016b).

Kemahlioğlu ve Demirağ (2018) ise erişte ve erişte (noodle) örneklerinde protein oranının sırayla %11.45-13.55 ve % 9.65-10.95 arasında değiştiğini rapor etmiştir. Kullanılan

hammadde özelliğine göre protein oranı değişiklik göstermektedir. Çalışmamızda örneklerinin protein değerleri önceki çalışmalar ile benzerlik göstermiştir.

Tablo 7 incelendiğinde; TOM değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 4. TOM değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu

Şekil 4'te TOM değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek TOM değeri %15 katkı seviyesi ve yaban mersini katkı çeşidinde görülmüştür. En düşük değerler ise %0 katkı seviyesinde (kontrol grubu) bulunmuştur. Şekil 4'e göre yaban mersini ilaveli makarnaların TOM değerleri siyah havuç ilaveli makarnalara göre daha yüksektir. Her iki katkı çeşidinde katkı seviyesi arttıkça TOM değerleri artmıştır. Sonuç olarak yaban mersini ilaveli makarnalarda TOM değeri daha yüksek bulunmuştur. TOM analizi pişmiş makarnanın yüzeyinde bulunan ve makarnanın yıkama suyuna geçen nişasta gibi organik maddelerin belirlenmesi temeline dayanır. Yüksek TOM değeri makarna yüzeyinde daha fazla nişasta gibi organik maddelerin bulunduğu anlamına gelmektedir (D'egidio and Nardi 1996). Buna göre yapışkanlık oranı TOM değeri ile ilişkilendirilebilir. Yaban mersini katkılı makarnaların siyah havuç katkılı makarnalara göre daha yüksek TOM ve yapışkanlık değeri gösterdiği Tablo 10 ve 26'da görülmektedir.

Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Özellikleri; Suya Geçen Madde Miktarı, Hacim Artışı, Su Absorpsiyonu ve Pişme Süresi Değerleri

Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnanın pişme özellikleri değerleri; suya geçen madde miktarı, hacim artışı, su absorpsiyonu ve pişme süresi değerleri ortalamaları Tablo 12'de varyasyon analiz sonuçları da Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 12. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Özellikleri değerleri; Suya Geçen Madde Miktarı (%), Hacim Artışı (%), Su Absorpsiyonu (%) ve Pişme Süresi (dk) Değerleri Ortalamaları

Katkı Çeşidi	Katkı Seviyesi (%)	Suya Geçen Madde Miktarı (%)	Hacim Artışı (%)	Su Absorpsiyonu (%)	Pişme Süresi (dk)
YM	0	5,00	150,00	137,50	9,05
	5	10,00	132,50	105,50	7,05
	10	13,50	112,50	107,50	6,05
	15	16,00	107,50	111,50	5,05
SH	0	5,00	150,00	137,50	9,10
	5	9,00	125,00	114,00	7,10
	10	10,00	120,00	108,00	6,10
	15	13,00	115,00	108,00	5,10

Tablo 13. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Özellikleri değerleri; Suya Geçen Madde Miktarı, Hacim Artışı, Su Absorpsiyonu ve Pişme Süresi Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyans Kaynakları	Suya Geçen Madde Miktarı (%)			Hacim Artışı (%)		Su Absorpsiyonu (%)		Pişme Süresi (dk)	
	SD	KO	F	KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	14,06	225,00**	14,06	3,00	7,56	0,29	0,01	0,80
Katkı Seviyesi (B)	3	64,56	1033,00**	1193,23	254,56**	811,06	30,53**	11,67	933,33**
A X B	3	2,73	43,67**	51,56	11,00**	25,73	0,97	0,00	0,00
Hata	8	0,50		37,50		212,50		0,01	

* p<0,05 düzeyinde önemli

** p<0,01 düzeyinde çok önemli

Tablo 13'teki veriler, katkı çeşidinin suya geçen madde miktarı üzerindeki etkisi ile katkı seviyesinin suya geçen madde miktarı, hacim artışı, su absorpsiyonu ve pişme süresi üzerindeki etkisinin çok önemli ($p<0,01$) olduğunu göstermektedir. Katkı çeşidi ile katkı seviyelerinin interaksiyonları suya geçen madde miktarı ve hacim artışı değerleri üzerinde çok önemli etkiye sahiptir ($p<0,01$).

Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların farklı katkı çeşidinde ve farklı katkı seviyesinde suya geçen madde miktarı, hacim artışı, su absorpsiyonu ve pişme süresi değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ait veriler Tablo 14 ve 15'te sunulmuştur.

Tablo 14. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Çeşidinde Suya Geçen Madde, Hacim Artışı, Su Absorpsiyonu ve Pişme Süresi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	N	Suya Geçen Madde (%)		Hacim Artışı (%)		Su Absorpsiyonu (%)		Pişme Süresi (dk)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
YM	8	11,13 ^a	±4,42	125,62	±18,21	115,5	±14,78	6,80	±1,58
SH	8	9,25 ^b	±3,06	127,5	±14,39	116,88	±13,05	6,85	±1,58

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

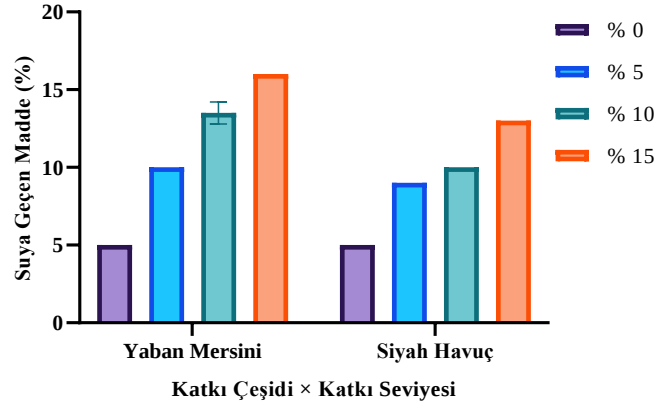
Tablo 15. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Seviyesinde Suya Geçen Madde, Hacim Artışı, Su Absorpsiyonu ve Pişme Süresi Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Seviyesi	N	Suya Geçen Madde (%)		Hacim Artışı (%)		Su Absorpsiyonu (%)		Pişme Süresi (dk)	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
% 0	4	5,00 ^d	±0,00	150,00 ^a	±0,00	137,50 ^a	±0,58	9,08 ^a	±0,10
% 5	4	9,50 ^c	±0,58	128,75 ^b	±4,79	109,75 ^b	±8,02	7,07 ^b	±0,10
% 10	4	11,75 ^b	±2,06	116,25 ^c	±4,79	107,75 ^b	±1,50	6,07 ^c	±0,10
% 15	4	14,50 ^a	±1,73	111,25 ^d	±4,79	109,75 ^b	±5,68	5,07 ^d	±0,10

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Yaban mersini katkılı makarnaların suya geçen madde değeri siyah havuç katkılı makarna çeşidine göre daha fazladır (Tablo 14). Tablo 15 incelendiğinde; en yüksek suya geçen madde değeri %15 katkı seviyesinde görülmüştür. Hacim artışı, su absorpsiyonu ve pişme sürelerinin en yüksek değerleri %0 katkı seviyesinde (kontrol örneğinde) bulunmuştur. Tablo incelendiğinde katkı seviyesi arttıkça suya geçen madde miktarının arttığı görülmektedir. Hacim artışı değerleri incelendiğinde katkı seviyesinin artmasının hacim artışı seviyesini azalttığı görülmüştür. Su absorpsiyonu değerleri incelendiğinde katkı seviyesindeki artışın absorpsiyon değerlerini benzer oranda etkilediği görülmüştür. İyi bir makarnada su absorpsiyon değerinin %254-267 arasında olması istenmektedir (Serin ve ark. 2020). Pişme süresi katkı seviyesinin artmasıyla azalmıştır. Protein oranı azaldıkça pişme süresi de azalmıştır. Protein içeriği yüksek olan makarnaların pişme süresinin uzun olduğu ve hacim artışının daha fazla olduğu belirtilmiştir. Suyu daha fazla temas edebilen nişasta hızla çirşilenecek pişme süresinin kısılmasına neden olabilmektedir (Sözer ve Kaya 2002).

Tablo 13 incelendiğinde; suya geçen madde değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi etkileşimi Şekil 5'te verilmiştir.

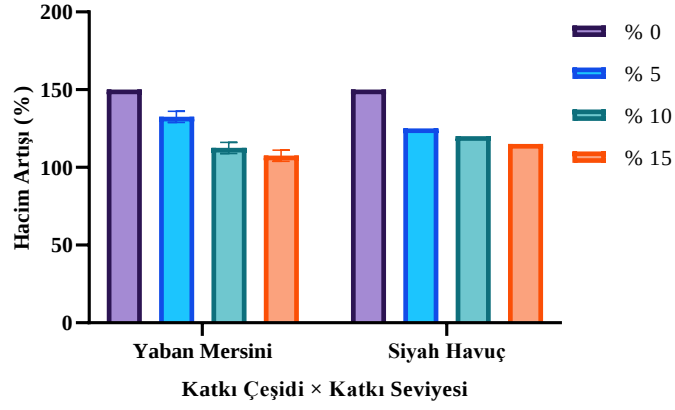


Şekil 5. Suya geçen madde (%) değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu

Şekil 5'te suya geçen madde değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu gösterilmiştir. Şekil 5 incelendiğinde; 2 makarna çeşidi içinde en yüksek suya geçen madde (%) oranlarının % 15 katkı seviyesinde olduğu görülmektedir. İki makarna çeşidinde de katkı seviyesi artışı ile suya geçen madde (%) orantılı olarak artmıştır. Suya geçen madde miktarı (%), yaban mersini ilaveli makarnalarda siyah havuç ilaveli makarnalara göre daha yüksek bulunmuştur.

Makarna kalite kriterlerinden biri olan suya geçen madde miktarı, Türk Gıda Kodeksi'ne göre en fazla %10 olmalıdır. Yapılan analizler sonucunda %0 ilaveli kontrol grubu makarnaların değerleri ortalamaları 5 bulunmuştur. %5- %10-%15 YM ilaveli makarnaların suya geçen madde miktarı (%) değerleri sırasıyla 10, 13,5 ve 16 'dır. % 5- %10-%15 SH ilaveli makarnaların Suya Geçen Madde Miktarı (%) değerleri sırasıyla 9, 10 ve 13'tür. Su absorpsiyon değerleri sonuçları incelendiğinde; TKG' ya göre Kontrol grupları (%0), %5 YM, %5 SH, %10 SH ilaveli makarnalar kaliteli ve % 10YM, %15YM, %15 SH ilaveli makarnalar ise düşük kaliteli bulunmuştur.

Tablo 13 incelendiğinde; hacim artışı (%) değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Hacim artışı (%) değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksiyonu

Şekil 6 incelendiğinde; hacim artışı (%) değeri en yüksek %0 ilaveli kontrol makarnalarında görülürken en düşük değer %15 yaban mersini ilaveli makarnalarda görülmüştür. Genel olarak siyah havuç ilaveli makarnaların hacim artış değerleri yaban mersini ilaveli makarnalara göre daha yüksektir. Her iki katkı çeşidinde de katkı seviyesi arttıkça hacim artışı değerleri azalmıştır. Bu durum katkı çeşitlerinin protein kalitesinden veya irmiğin tane boyutundan kaynaklanabilmektedir.

Altınır ve Mete (2020) tarafından yapılan çalışmada, farklı seviyelerde kestane unu (5, 10, 20, 30 ve 40) ile buğday unu karışımı kullanılarak erişte üretilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kestane unu kullanımının artışına bağlı olarak pişirme sırasında suya geçen madde miktarı artmış, hacimde ve ağırlıkta görülen artışın ise azaldığı rapor edilmiştir.

Optimum pişme süresi temel olarak suya geçiş ve nişasta jelatinizasyonuna dayanır. Dolayısıyla protein oranının az olması ve zayıf protein ağı suyun nişastaya nüfuzunu kolaylaştırarak pişme süresini azaltır. Pişme Süreleri incelendiğinde pişme süresi her iki katkı çeşidinde de katkı seviyesinin artmasıyla azalmıştır. Protein oranı azaldıkça pişme süresi de azalmıştır. Optimum pişme süresi %0 ilaveli kontrol grubu makarnalar için 9 dk olarak belirlenmiştir. 5–10 ve %15 YM ve SH ilaveli makarnaların pişme süreleri sırasıyla 7,6 ve 5 ‘tir. Bu durum protein miktarının kontrol grubuna göre daha düşük olmasından veya eklenen katkı çeşitlerinin protein ağını zayıflatmasından kaynaklanıyor olabilir.

Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi ve Sonrası L^* , a^* ve b^* Değerleri

Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların pişme öncesi ve sonrası L^* (koyuluk-açıklık), a^* (kırmızı-yeşil) ve b^* (sarı-mavi) değerleri ortalamaları Tablo 14’te, varyasyon analiz sonuçları da Tablo 16 ve 17’de verilmiştir.

Tablo 16. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi ve Sonrası L*, a* ve b* değerleri ortalamaları

Katkı Çeşidi	Katkı Seviyesi (%)	Pişme Öncesi			Pişme Sonrası		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
YM	0	88,36	-1,65	21,31	79,85	-3,84	22,72
	5	54,2	6,37	2,96	42,94	3,55	4,59
	10	50,91	10,63	-1,34	34,67	6,51	0,87
	15	43,49	12,9	-3,24	28,24	8,86	-1,05
SH	0	83,91	-1,42	22,56	80,65	-3,82	23,62
	5	42,69	13,93	-3,9	27,75	11,08	-4,54
	10	34,56	16,42	-3,84	23,14	9,84	-2,25
	15	29,72	17,85	-2,7	21,28	5,98	-1,25

Tablo 17. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi L*, a* ve b* Değerlerine ait Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	L*		a*		b*	
		KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	530,61	219,50**	85,84	815,78**	14,35	154,72**
Katkı Seviyesi (B)	3	1989,41	822,98**	230,47	2190,24**	577,92	6233,01**
A X B	3	26,1	10,80**	9,85	93,58**	13,6	146,73**
Hata	8	19,34		0,84		0,74	

* p<0,05 düzeyinde önemli

** p<0,01 düzeyinde çok önemli

Tablo 17 incelendiğinde; makarnaların katkı çeşidi, katkı seviyesi ve katkı çeşidi x katkı seviyesi etkileşimlerinin pişme öncesi L*, a* ve b* değerleri üzerindeki etkilerinin çok anlamlı (p<0,01); olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 18. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Sonrası L*, a* ve b* Değerlerine ait Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	L*		a*		b*	
		KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	270,11	506,11**	16,02	56,16**	33,32	161,99**
Katkı Seviyesi (B)	3	2634,16	4935,65**	131,91	462,37**	566,06	2751,81**
A X B	3	47,53	89,06**	20,05	70,27**	20,13	97,87**
Hata	8	4,27		2,28		1,65	

* p<0,05 düzeyinde önemli

** p<0,01 düzeyinde çok önemli

Tablo 18 incelendiğinde; makarlara eklenen katkı çeşidinin, katkı seviyelerinin ve bunların interaksiyonlarının pişme sonrasındaki L*, a* ve b* değerleri üzerindeki etkisinin istatistiki olarak çok önemli ($p<0,01$) olduğu görülmektedir.

Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların pişme öncesi ve sonrası renk değerlerine ait ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları aşağıda sunulmuştur (Tablo 19,20,21 ve 22).

Tablo 19. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Çeşidinde Pişme Öncesi L*, a* ve b* Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	N	L*		a*		b*	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
YM	8	59,24 ^a	±18,51	7,06 ^b	±5,93	4,92 ^a	±10,39
SH	8	47,72 ^b	±22,89	11,69 ^a	±8,24	3,03 ^b	±12,07

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Tablo 19 incelendiğinde; pişme öncesi en yüksek L* ve b* değerleri yaban mersini katkı çeşidinde görülmüştür. Pişme öncesi en yüksek a* değerleri ise siyah havuç katkı çeşidine aittir.

Tablo 20. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Çeşidinde Pişme Sonrası L*, a* ve b* Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	N	L*		a*		b*	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
YM	8	46,42 ^a	±21,38	3,77 ^b	±5,12	6,78 ^a	±10,08
SH	8	38,20 ^b	±26,32	5,77 ^a	±6,27	3,89 ^b	±12,24

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Tablo 20 incelendiğinde; pişme sonrası en yüksek L* değeri yaban mersini katkı çeşidine ait makarna örneklerinde bulunmuştur. Pişme sonrası en yüksek a* değeri siyah havuç katkı çeşidinde bulunmuştur. Pişme sonrası en yüksek b* değeri yaban mersini katkı çeşidinde bulunmuştur.

Tablo 21. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Seviyelerinde Pişme Öncesi L*, a* ve b* Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Seviyesi	N	L*		a*		b*	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0%	4	86,14 ^a	±2,58	-1,54 ^d	±0,14	21,93 ^a	±0,83
5%	4	48,45 ^b	±6,67	10,15 ^c	±4,37	-0,47 ^b	±3,96
10%	4	42,73 ^c	±9,46	13,52 ^b	±3,36	-2,59 ^c	±1,45
15%	4	36,60 ^d	±8,29	15,38 ^a	±2,88	-2,97 ^c	±0,38

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 21 incelendiğinde; pişme öncesi en yüksek L* değerinin %0 katkı seviyesine ait olduğu görülmektedir. Katkı seviyesi arttıkça L* değeri azalmıştır. Pişme öncesi a* değeri en yüksek katkı seviyesinde (%15) en yüksek sonucu vermiştir. Pişme öncesi b* değeri % 0 katkı seviyesinde en yüksektir. %5 seviyesinden %10 katkı seviyesine geçerken pişme öncesi b* değeri azalmıştır ancak %10 ile %15 katkı seviyelerinde bu değer benzerlik göstermiştir.

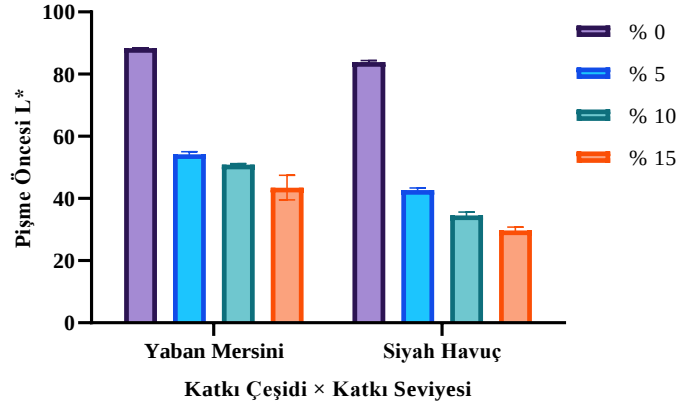
Tablo 22. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Seviyelerinde Pişme Sonrası L*, a* ve b* Değerlerine Ait Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Seviyesi	N	L*		a*		b*	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0%	4	80,25 ^a	±0,71	-3,83 ^b	±0,07	23,17 ^a	±0,75
5%	4	35,34 ^b	±8,78	7,31 ^a	±4,36	0,03 ^b	±5,28
10%	4	28,91 ^c	±6,66	8,17 ^a	±2,05	-0,69 ^{bc}	±1,83
15%	4	24,76 ^d	±4,13	7,42 ^a	±1,73	-1,15 ^c	±0,23

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

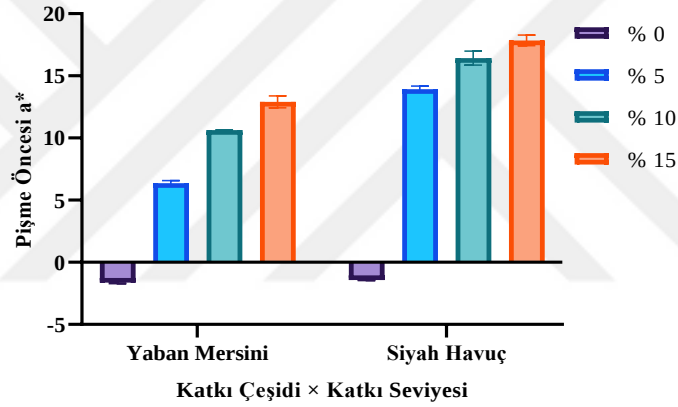
Tablo 22 incelendiğinde; pişme sonrası en yüksek L* değerinin %0 katkı seviyesine ait olduğu görülmektedir. Katkı seviyesi arttıkça L* değeri azalmıştır. Pişme sonrası a* değeri %5-10-15 katkı seviyelerinde aynıdır ve en yüksek sonucu vermiştir. Pişme sonrası b* değeri % 0 katkı seviyesinde en yüksektir. %5 seviyesinden %15 katkı seviyesine geçerken pişme sonrası b* değeri giderek azalmıştır ancak %5 ile %10 katkı seviyelerinde bu değer benzerlik göstermiştir.

Tablo 18 incelendiğinde; pişme öncesi L*, a*, b* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu sırasıyla Şekil 7,8 ve 9'da verilmiştir. Burada L* (0-100= koyuluk-açıklık), a* (a+= kırmızı, a-= yeşil) ve b* (b+= sarı, b-= mavi) renk değerlerini vermektedir.



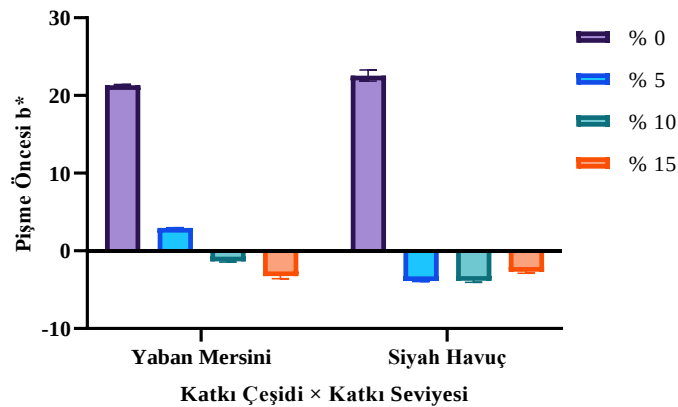
Şekil 7. Pişme Öncesi L* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu

Şekil 7 incelendiğinde; L* değerleri yaban mersini katkı çeşidinde daha yüksek sonuçlar vermiştir. Buna göre yaban mersini ilaveli makarnaların L* değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 8. Pişme Öncesi a* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu

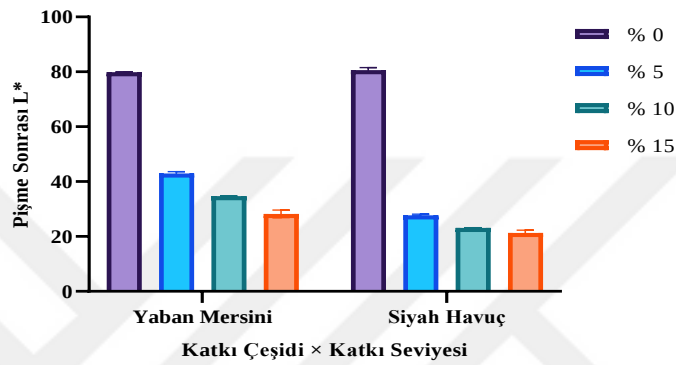
Şekil 8 incelendiğinde; kontrol örneklerinde a* değeri negatif sonuç vermiştir. Yaban mersini ve siyah havuç katkı çeşitlerinin ilavesi ile a* değerlerinde önemli artışlar gözlenmiştir. En yüksek a* değerleri %15 katkı seviyesindeki örneklere aittir. Katkı seviyesi arttıkça a* değerleri artmıştır. Katkı seviyeleri arttıkça rengin kırmızıya yaklaştığı söylenebilir.



Şekil 9. Pişme öncesi b* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu

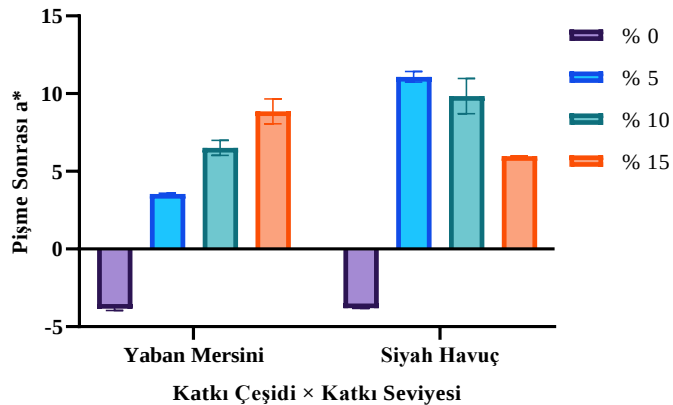
Şekil 9 incelendiğinde; pişme öncesi b* değerleri %0 ilaveli kontrol örnekleri ve %5 yaban mersini ilaveli makarna örneklerinde pozitif değer verirken %10 yaban mersini, %15 yaban mersini ve 5–10 ve %15 siyah havuç için katkı çeşidine ait seviyeler arttıkça b* değerleri negatif sonuçlar vermiştir. Buna göre kontrol makarna örneği sarı renktedir. YM ve SH ilaveli makarnalar mavi renk özellikleri göstermişlerdir.

Tablo 18 incelendiğinde; pişme sonrası L*, a*, b* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu sırasıyla Şekil 10, 11 ve 12’ de verilmiştir.



Şekil 10. Pişme sonrası L* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu

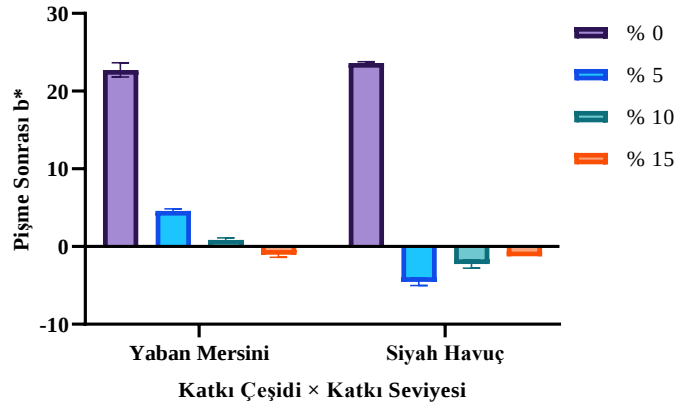
Şekil 10 incelendiğinde; L* değerleri yaban mersini katkı çeşidinde daha yüksek sonuçlar vermiştir. Buna göre %5 yaban mersini ilaveli makarnaların L* değerlerinin en yüksek olduğu görülmektedir. Katkı seviyesi yükseldikçe makarna örnekleri koyulaşmaktadır.



Şekil 11. Pişme sonrası a* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu

Şekil 11 incelendiğinde; kontrol örneklerinde a* değeri negatif sonuç vermiştir. Yaban mersini ve siyah havuç katkı çeşitlerinin ilavesi ile a* değerlerinde önemli artışlar gözlemlenmiştir. En yüksek a* değerleri %15 katkı seviyesindeki örneklere aittir. Katkı

seviyesi arttıkça a^* değerleri artmıştır. Katkı seviyeleri arttıkça rengin kırmızıya yaklaştığı söylenebilir.



Şekil 12. Pişme sonrası b^* değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu

Şekil 12 incelendiğinde; pişme sonrası b^* değerleri %0 kontrol grubu, %5 ve %10 yaban mersini ilaveli makarna örnekleri pozitif değer verirken %15 yaban mersini ve siyah havuç ilaveli makarnalar negatif sonuçlar vermiştir. Buna göre %0 (kontrol grubu) ilaveli makarnalar sarı renk değerindedir %5 ve %10 yaban mersini ilaveli makarnalar mavilik rengine yakınlaşmışlardır ancak %15 yaban mersini ve siyah havuç ilaveli makarnalar mavi renk değerindedirler.

Renk değerlerinde pişme öncesi ve sonrasına ait sonuçları incelendiğinde pişme işleminin L^* , a^* ve b^* değerlerinin değişimini olumsuz etkilemediği görülmektedir. L^* ve b^* değerleri yaban mersini ve siyah havuç katkı çeşitlerinde pişme öncesi ve sonrasında anlamlı ($p<0,01$) derecede düşmüştür. Makarnaların a^* değerlerinde pişme öncesi ve sonrasında anlamlı ($p<0,01$) derecede bir yükseliş meydana gelmiştir.

Wagner and Warthesen (1995) tarafından yapılan çalışmada, havuç unu kullanımının makarna örneklerinin a^* değerini önemli düzeyde artırdığını belirlemişlerdir ($p<0,05$). Nitekim siyah havucun antosiyanin pigmentleri bakımından oldukça zengin oldukları ifade edilmektedir (Wrolstad 2004).

Işık ve arkadaşları (2017) yaptıkları çalışmada, kek hamuruna ilave edilen yaban mersini oranı artmasıyla L^* ve b^* önemli düzeyde azaltırken, a^* değerini ise önemli düzeyde artırdığını rapor etmişlerdir ($p<0,05$).

Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Duyusal Test Sonuçları (Yapışkanlık, Sertlik, Kümeleşme, Tat ve Koku, Renk ve Görünüş ve Genel Beğeni Değerleri)

Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların duyuşal test sonuçları (yapışkanlık, sertlik, kümeleşme, tat ve koku, renk ve görünüş ve genel beğeni ortalamaları) Tablo 23'te varyasyon analiz sonuçları da Tablo 24 ve 25'te verilmiştir.

Tablo 23. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Duyusal Test Sonuçları (Yapışkanlık, Sertlik, Kümeleşme, Tat ve Koku, Renk ve Görünüş ve Genel Beğeni) ortalamaları

Katkı Çeşidi	Katkı Seviyesi (%)	Yapışkanlık	Sertlik	Kümeleşme	Tat ve Koku	Renk ve Görünüş	Genel Beğeni
YM	0	4,80	4,70	4,85	4,30	4,60	4,60
	5	4,35	4,40	4,60	3,65	3,45	3,55
	10	4,00	4,15	4,15	3,80	3,70	3,75
	15	3,95	3,95	4,05	3,65	3,60	3,60
SH	0	4,80	4,70	4,85	4,30	4,60	4,60
	5	4,40	4,10	4,60	4,20	4,10	4,20
	10	4,35	4,05	4,50	4,35	4,75	4,25
	15	3,70	3,35	4,00	3,95	4,45	3,70

Tablo 24. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Yapışkanlık, Sertlik, Kümeleşme Değerlerine ait Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	Yapışkanlık		Sertlik		Kümeleşme	
		KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	0,01	0,09	0,25	3,70	0,02	3,00
Katkı Seviyesi (B)	3	0,66	10,29**	0,75	11,11**	0,51	67,33**
A X B	3	0,06	0,94	0,07	1,04	0,03	4,56*
Hata	8	0,52		0,54		0,06	

* p<0,05 düzeyinde önemli

** p<0,01 düzeyinde çok önemli

Tablo 24 incelendiğinde; makarnaların yapışkanlık, sertlik ve kümeleşme değerleri üzerine katkı seviyesi faktörü istatistiki olarak çok önemli (p<0,01) bulunmuştur. Katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonlarının kümeleşme değeri üzerindeki etkisi ise önemli (p<0,05) bulunmuştur.

Tablo 25. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Tat ve Koku, Renk ve Görünüş ve Genel Beğeni Değerlerine Ait Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	Tat ve Koku		Renk ve Görünüş		Genel Beğeni	
		KO	F	KO	F	KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	0,49	65,33**	1,63	17,69**	0,39	41,67**
Katkı Seviyesi (B)	3	0,19	24,67**	0,49	5,29*	0,66	70,29**
A X B	3	0,07	9,11**	0,21	2,26	0,1	10,38**
Hata	8	0,06		0,74		0,08	

* p<0,05 düzeyinde önemli

** p<0,01 düzeyinde çok önemli

Tablo 25 incelendiğinde; katkı çeşidinin tat ve koku, renk ve görünüş ve genel beğeni değerleri üzerindeki etkisi çok önemlidir (p<0,01). Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların duyu test (yapışkanlık, sertlik, kümeleşme, tat ve koku, renk ve görünüş ve genel beğeni) değerlerine ait varyasyon analiz sonuçlarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 26, 27, 28 ve 29 ‘da verilmiştir.

Tablo 26. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Çeşidinde Yapışkanlık, Sertlik, Kümeleşme Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	N	Yapışkanlık		Sertlik		Kümeleşme	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
YB	2	4,28 ^a	±0,41	4,3 ^a	±0,31	4,41 ^a	±0,36
SH	2	4,31 ^a	±0,46	4,05 ^a	±0,58	4,49 ^a	±0,34

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır

Tablo 27. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Çeşidinde Tat ve Koku, Renk ve Görünüş ve Genel Beğeni Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	N	Tat ve Koku		Renk ve Görünüş		Genel Beğeni	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
YB	2	3,85 ^b	±0,29	3,84 ^b	±0,55	3,88 ^b	±0,46
SH	2	4,20 ^a	±0,18	4,48 ^a	±0,32	4,19 ^a	±0,35

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır p<0,05

Tablo 26 incelendiğinde; katkı çeşidinin yapışkanlık, sertlik ve kümeleşme değerleri ortalamaları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişikliğe neden olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 27 incelendiğinde; siyah havuç katkı çeşidine ait tat ve koku, renk ve görünüş ve genel beğeni değerleri yaban mersini katkı çeşidine göre daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 28. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Seviyesinde Yapışkanlık, Sertlik, Kümeleşme Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Seviyesi (%)	N	Yapışkanlık		Sertlik		Kümeleşme	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	4	4,80 ^a	±0,12	4,70 ^a	±0,12	4,85 ^a	±0,06
5	4	4,38 ^b	±0,10	4,25 ^b	±0,17	4,60 ^b	±0,08
10	4	4,18 ^{bc}	±0,34	4,10 ^b	±0,29	4,33 ^c	±0,22
15	4	3,83 ^c	±0,31	3,65 ^c	±0,45	4,03 ^d	±0,05

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tablo 28 incelendiğinde; yapışkanlık değeri, en yüksek sonucu %0 katkı seviyesinde alırken katkı seviyesi arttıkça yapışkanlık puan değeri azalmış dolayısıyla yapışkanlık artmıştır. %10 ve %15 seviyelerinde benzer sonuçlar görülmektedir. Sertlik değerinin en yüksek sonucu, %0 katkı seviyesinde görülmüştür. Sertlik değeri de katkı seviyesi arttıkça azalmıştır. %5 ve %10 seviyelerinde benzer sonuçlar göstermiştir. Ayrıca kümeleşme değeri katkı seviyesi arttıkça azalmıştır. Katkı seviyesi arttıkça kümeleşme artmıştır.

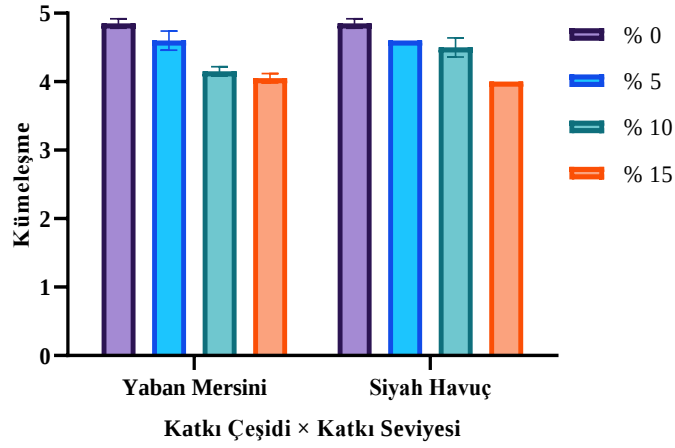
Tablo 29. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Farklı Katkı Seviyesinde Tat ve Koku, Renk ve Görünüş ve Genel Beğeni Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Seviyesi (%)	N	Tat ve Koku		Renk ve Görünüş		Genel Beğeni	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	4	4,30 ^a	±0,12	4,60 ^a	±0,23	4,60 ^a	±0,12
5	4	3,93 ^c	±0,32	3,78 ^b	±0,53	3,88 ^b	±0,38
10	4	4,08 ^b	±0,32	4,23 ^{ab}	±0,61	4,00 ^b	±0,29
15	4	3,80 ^c	±0,18	4,03 ^b	±0,53	3,65 ^c	±0,10

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

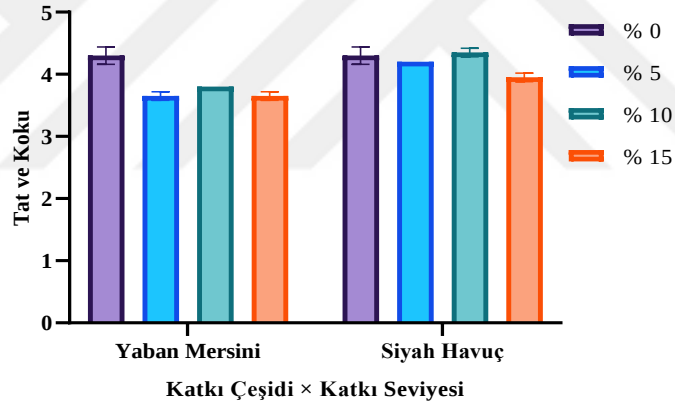
Tablo 29 incelendiğinde; tat ve koku değerinde %5 ve %15 katkı seviyesi değerleri benzer bulunmuştur. En yüksek puanı %0 ilaveli kontrol makarnaları alırken en düşük puanı %5 ve %15 katkı seviyesindeki makarnalar almıştır; renk ve görünüş değerlerinde en yüksek sonuç %0 (Kontrol) katkı seviyesinde görülmüştür. En düşük değer %15 katkı seviyesine ait bulunmuştur; genel beğeni değerlerinde %0 katkı seviyesi en yüksek değeri almıştır. %5 ve %10 katkı seviyesi aynı sonuçları verirken en düşük değeri ise %15 katkı seviyesi göstermiştir.

Tablo 23 incelendiğinde; kümeleşme, tat ve koku ve genel beğeni değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi etkileşimini sırasıyla Şekil 13, 14 ve 15’ te verilmiştir.



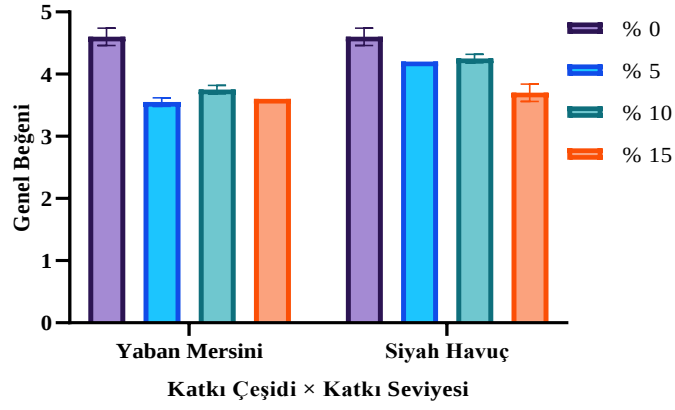
Şekil 13. Kümeleşme değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu

Duyusal Analiz Formu (Tablo 37) incelendiğinde 5 puanın Kümeleşme için kümeleşme yok anlamına geldiği görülmektedir. Buna göre hem yaban mersini ilaveli makarnalar hem de siyah havuç ilaveli makarnalarda kümeleşme en yüksek % 15 ilave oranlarında görülmüştür. Katkı seviyesi arttıkça kümeleşme artmıştır. Ayrıca siyah havuç ilaveli makarnaların yaban mersini ilaveli makarnalara göre daha az kümeleşme özelliğine sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 14. Tat ve Koku değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu

Şekil 14 incelendiğinde; tat ve koku değerleri için duyusal testlerde her iki katkı seviyesinde de en yüksek puanları %0 katkı seviyesindeki kontrol makarnaları almıştır. Katkı seviyeleri arttıkça tat ve koku değerleri azalmıştır. Siyah havuç ilaveli makarnaların tat ve koku değerleri yaban mersini ilaveli makarnalara göre yüksektir. Buna göre SH ilaveli makarnaların daha iyi bir tat ve kokuya sahip olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 15. Genel Beğeni değerleri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksyonu

Şekil 15 incelendiğinde; her iki katkı çeşidi için de katkı seviyesi arttıkça genel beğeni değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Ayrıca siyah havuç ilaveli makarnaların yaban mersini ilaveli makarnalara göre daha çok beğenildiği görülmüştür.

Genel olarak sonuçlara bakıldığında makarna irmiğine, yaban mersini ve siyah havuç tozlarının %15 oranına kadar ilave edilmesinin makarnanın duyu özellikleri açısından olumsuz bir etki oluşturmadığı gözlemlenmiştir. Yaban mersini ve siyah havuç tozlarının eklenmesi ile elde edilen makarnaların tat ve koku, kümeleşme ve genel beğeni bakımından kabul edilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir. Siyah havuç ilaveli makarnaların yaban mersini ilaveli makarnalara göre daha yüksek duyu puanlamalar aldığı görülmektedir.

Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi ve Sonrası ABTS IC₅₀ (mg/mL) Değerleri

Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların pişme öncesi ABTS IC₅₀ (mg/mL) değerleri ortalamaları Tablo 30’da varyasyon analiz sonuçları da Tablo 31 ve 32’de verilmiştir.

Tablo 30. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi ve Sonrası ABTS IC₅₀ (mg/mL) Değerleri Ortalamaları

Katkı Çeşidi	Katkı Seviyesi (%)	Pişme Öncesi ABTS IC ₅₀ (mg/mL)	Pişme Sonrası ABTS IC ₅₀ (mg/mL)
YM	0	6,52	20,50
	5	5,08	11,92
	10	3,64	8,72
	15	2,43	5,90
SH	0	6,52	20,50
	5	2,37	5,00
	10	1,40	3,19
	15	1,03	1,79

Tablo 31. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi ABTS IC₅₀ (mg/mL) Değerleri Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	ABTS IC ₅₀ (mg/mL)	
		KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	10,05	745,74**
Katkı Seviyesi (B)	3	17,57	1304,06**
A X B	3	1,41	104,47**
Hata	8	0,11	

* p<0,05 düzeyinde önemli

** p<0,01 düzeyinde çok önemli

Tablo 31 incelendiğinde; siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların pişme öncesi ABTS IC₅₀ (mg/mL) değeri üzerine, katkı, katkı seviyesi ve katkı x katkı seviyesi interaksyonu istatistiki olarak çok önemli (p<0,01) bulunmuştur.

Tablo 32. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Sonrası ABTS IC₅₀ (mg/mL) Değerleri Varyasyon Analiz Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	ABTS IC ₅₀ (mg/mL)	
		KO	F
Katkı Çeşidi (A)	1	68,64	409,40**
Katkı Seviyesi (B)	3	222,01	1324,15**
A X B	3	8,95	53,37**
Hata	8	0,17	

* p<0,05 düzeyinde önemli

** p<0,01 düzeyinde çok önemli

Tablo 32 incelendiğinde; siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların pişme sonrası ABTS IC₅₀ (mg/mL) değeri üzerine, katkı, katkı seviyesi ve katkı x katkı seviyesi interaksyonu istatistiki olarak çok önemli (p<0,01) bulunmuştur.

Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların pişme öncesi ve sonrası ABTS IC₅₀ (mg/mL) değerlerine ait varyasyon analiz sonuçlarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Tablo 33,34,35 ve 36’da verilmiştir.

Tablo 33. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi Farklı Katkı Çeşidinde ABTS IC₅₀ (mg/mL) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	N	ABTS IC ₅₀ (mg/mL)	
		Ortalama	SD
YM	2	4,41 ^a	±1,64
SH	2	2,83 ^b	±2,34

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır p<0,05

Tablo 34. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Sonrası Farklı Katkı Çeşidinde ABTS IC₅₀ (mg/mL) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Çeşidi	N	ABTS IC ₅₀ (mg/mL)	
		Ortalama	SD
YM	2	11,76 ^a	±5,87
SH	2	7,62 ^b	±8,05

* Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır p<0,05

Tablo 33 ve 34 incelendiğinde; pişme öncesi ve sonrası makarnalarda yaban mersini ilaveli katkı çeşidi rakamsal olarak daha yüksek değer vermiştir. Ancak ABTS IC₅₀ (mg/mL) değeri ile antioksidan aktivite arasında ters orantılı bir ilişki olduğu bilinmektedir. Buna göre en düşük antioksidan aktivitenin bu makarnalarda olduğunu söylenebilmektedir (Zor ve ark. 2023). Siyah havuç ilaveli makarnaların yaban mersini ilaveli makarnalara göre daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği görülmektedir.

Tablo 35. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Öncesi Farklı Katkı Seviyelerinde ABTS IC₅₀ (mg/mL) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

Katkı Seviyesi (%)	N	ABTS IC ₅₀ (mg/mL)	
		Ortalama	SD
0	4	6,52 ^a	±0,10
5	4	3,72 ^b	±1,57
10	4	2,52 ^c	±1,30
15	4	1,73 ^d	±0,81

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır p<0,05

Tablo 36. Siyah Havuç ve Yaban Mersini ile Belirli Oranlarda Zenginleştirilen Makarnaların Pişme Sonrası Farklı Katkı Seviyelerinde ABTS IC₅₀ (mg/mL) Değerleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Test Sonuçları

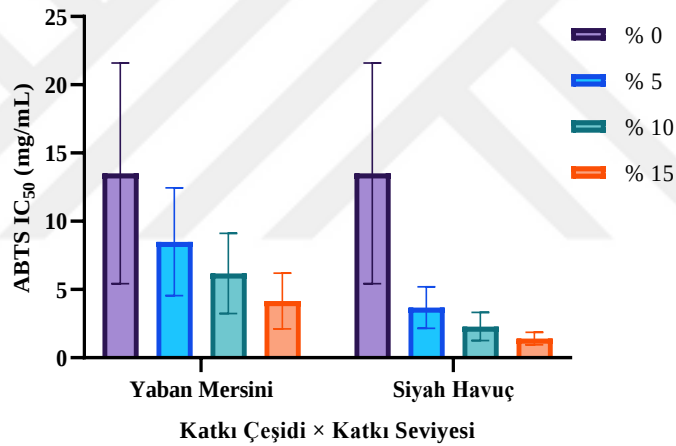
Katkı Seviyesi (%)	N	ABTS IC ₅₀ (mg/mL)	
		Ortalama	SD
0	4	20,50 ^a	±0,53
5	4	8,46 ^b	±4,00
10	4	5,95 ^c	±3,20
15	4	3,85 ^d	±2,41

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır p<0,05

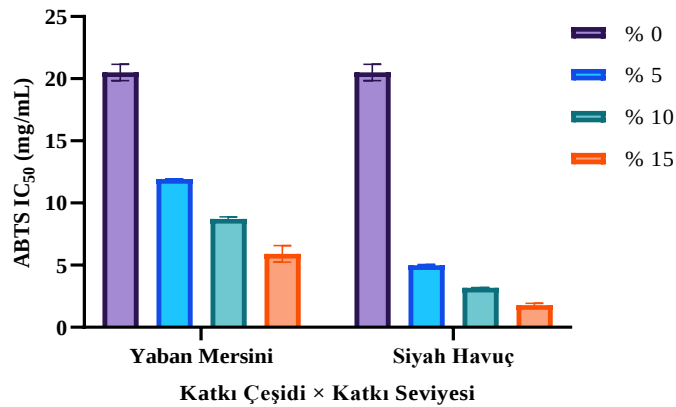
Tablo 35 ve 36 incelendiğinde; katkı seviyesi arttıkça ABTS IC₅₀ (mg/mL) değeri azalmıştır. Ancak ABTS IC₅₀ (mg/mL) değeri ve antioksidan aktivite arasında ters orantılı bir ilişki olduğu bilinmektedir. Buna göre en yüksek antioksidan aktivitenin en düşük katkı seviyesindeki makarnalarda olduğunu söylenebilmektedir (Zor ve ark. 2023). Sonuç olarak katkı seviyesi arttıkça antioksidan aktivite artmıştır.

Tablo 31 ve 32 incelendiğinde; siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların pişme öncesi ve sonrası ABTS IC₅₀ değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksiyonu sırasıyla Şekil 16 ve 17’de gösterilmiştir.

Şekil 16 ve 17 incelendiğinde; yaban mersini ve siyah havuç ilaveli makarna örneklerinde katkı seviyesi arttıkça ABTS IC₅₀ (mg/mL) değerinin azaldığı görülmektedir. En yüksek ABTS IC₅₀ (mg/mL) değeri %0 ilaveli kontrol örneğine aittir. Ayrıca yaban mersini ilaveli makarna örneklerinde ABTS IC₅₀ (mg/mL) değerlerinin siyah havuç ilaveli makarna örneklerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak ABTS IC₅₀ (mg/mL) değeri ile antioksidan aktivite arasında ters orantılı bir ilişki olduğu bilinmektedir. Buna göre en yüksek antioksidan aktivitenin siyah havuç ilaveli ve %15 katkı seviyelerindeki makarnalarda olduğu belirlenmiştir (Zor ve ark. 2023). Sonuç olarak en yüksek antioksidan aktivitenin %15 siyah havuç makarna örneğinde, en düşük antioksidan aktivitenin de %0 kontrol makarna örneğinde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 16. Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların pişme öncesi ABTS IC₅₀ (mg/mL) değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksiyonu



Şekil 17. Siyah havuç ve yaban mersini ile belirli oranlarda zenginleştirilen makarnaların Pişme Sonrası ABTS IC₅₀ (mg/mL) değeri üzerine etkili olan katkı çeşidi x katkı seviyesi interaksiyonu

SONUÇLAR

Bu çalışmada dünya genelinde tercih edilen gıda maddelerinden biri olan ve yaygın bir şekilde tüketilen makarnaya siyah havuç ve yaban mersini ilavesinin kalite parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla; çalışmamızda, dondurularak kurutulmuş toz formda temin edilen iki farklı katkı çeşidi (YM, SH), 4 farklı seviyede (%0-5-10-15) makarnalık durum buğdayı irmiğine eklenerek 8 farklı makarna çeşidi elde edilmiştir. Bu makarnaların pişme öncesi-sonrası renk (L^* , a^* , b^*) ve ABTS IC_{50} (mg/mL), nem (%), kül (%), protein (% kuru maddede) ve TOM (%) değerleri analiz edilmiştir.

Makarna örnekleri fonksiyonel özellikler bakımından değerlendirildiğinde; antioksidan aktivite açısından %15 seviyesinde siyah havuç içeren örneklerin, duyuşal özellikler bakımından değerlendirildiğinde ise %5 ve %10 oranında siyah havuç tozu içeren örneklerin daha iyi nitelikte olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca makarna üretiminde her iki katkı çeşidinin de %10 seviyesine kadar kullanılabileceği ve çeşide bağılı olmaksızın kuru ve pişmiş makarnanın antioksidan seviyesini arttırdığı belirlenmiştir. Genel olarak yaban mersini ve siyah havuç tozlarının sahip olduğu antioksidatif özelliklerin olumlu etkilerinin makarnaya aktarılması nedeniyle besinsel kalitesi geliştirilerek fonksiyonel özellik kazandırılmış ve duyuşal testlerden olumlu sonuçlar alan kaliteli makarna üretiminin gerçekleştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Meyve ve sebzelerin tozlarının çeşitli ürünlere diyet lifler, fitokimyasallar, vitaminler, mineraller ve antioksidan maddeler gibi değerli besin bileşenleri bakımından iyi bir kaynak olmaları nedeniyle makarna gibi geleneksel ve yaygın bir şekilde tüketilen bir ürünün bileşimine dahil edilmesi ürünün daha sağlıklı bir hale gelmesine katkı sağlayacaktır.

Tablo 37. Duyusal Analiz Formu

1	Panelistin Adı-Soyadı:	PANELİST FORMU							
	Tarih/01/2024	ÖRNEK NO							
Özellik	Nitelik	PUAN	1	2	3	4	5	6	7
RENK VE GÖRÜNÜŞ	ÇOK İYİ	5							
	Parlak renk ve görünüşte, kırıldığında kesit homojen görünüşte, lapalaşmamış, kaygan, dağılmamış.								
	İYİ	4							
	Hafif parlak görünümde, kırıldığında kesit homojen görünüşte, lapalaşmamış, kaygan, dağılmamış.								
	AZ KUSURLU	3							
	Hafif mat görünümde, kırıldığında kesit homojen görünüşte, hafif lapalaşma, kayganlıkta azalma, dağılmamış.								
KUSURLU	2								
Mat görünümde, kırıldığında kesit homojenlikten uzak, kayganlık yok, hafif dağılma mevcut									
ÇOK KUSURLU	1								
Mat görünüm, dağılmış yapı									
		ÖRNEK NO							
		PUAN	1	2	3	4	5	6	7
YAPISKANLIK	ÇOK İYİ	5							
	Sıkı tekstüre sahip, dille damak arasında kolay dağılan, homojen özellikte, çok kaliteli								
	İYİ	4							
	Hafif sertçe veya hafif yumuşak, yapışkanlık yok.								
	AZ KUSURLU	3							
	Kabul edilebilir düzeyde yumuşaklık, hafif yapışkanlık, ezilmeye orta dirençli								
KUSURLU	2								
Su salma, yumuşak yapı.									
ÇOK KUSURLU	1								
Su salma, unumsu yapı, parçalanmış yapı, yapışkan yapı.									
2	Panelistin Adı-Soyadı:	ÖRNEK NO							
		PUAN	1	2	3	4	5	6	7
KÜMELEŞME	ÇOK İYİ	5							
	Kümeleşme yok								
	İYİ	4							
	Yok denecek kadar az kümeleşme mevcut.								
	AZ KUSURLU	3							
	Kabul edilebilir düzeyde kümeleşme mevcut.								
KUSURLU	2								
Kümeleşme çok									
ÇOK KUSURLU	1								
Aşırı derecede çok kümeleşme mevcut									
		ÖRNEK NO							
		PUAN	1	2	3	4	5	6	7
SERTLİK	ÇOK İYİ	5							
	Arzu edilen düzeyde, mükemmel								
	İYİ	4							
	Kabul edilebilir düzeyde								
	AZ KUSURLU	3							
	Ezilmeye orta dirençli								
KUSURLU	2								
Ezilmeye çok az dirençli									
ÇOK KUSURLU	1								
Çok yumuşak dağılıyor									
3	Panelistin Adı-Soyadı:	ÖRNEK NO							
		PUAN	1	2	3	4	5	6	7
TAT VE KOKU (LEZZET)	ÇOK İYİ	5							
	Çok lezzetli, hafif aromatik, hoş kokulu								
	İYİ	4							
	Lezzetli, aroması hafif fazla/eksik, kokusu rahatsız etmiyor.								
	AZ KUSURLU	3							
	Lezzetli, hafif rahatsız edici koku mevcut.								
KUSURLU	2								
Lezzetsiz, rahatsız edici tat ve aroma									
ÇOK KUSURLU	1								
Kötü tat, kötü aroma, rahatsız edici koku mevcut.									
		ÖRNEK NO							
		PUAN	1	2	3	4	5	6	7
GENEL KABUL EDİLEBİLİRLİK	ÇOK İYİ	5							
	İYİ	4							
	AZ KUSURLU	3							
	KUSURLU	2							
	ÇOK KUSURLU	1							
NOT	Ekleme istediğiniz hususlar, görüş ve önerileriniz varsa lütfen belirtiniz.								
	Katılımınız için çok teşekkür ederiz.								
	Yüksek Lisans Öğrencisi (Gıda Müh. Nazmiye ÇEKİM)								
	Prof.Dr.H.Gürbüz KOTANCILAR								

KAYNAKÇA

- Ağcam, E. ve Akyıldız, A., 2015. Siyah Havuç Posasından Antosiyaninlerin Ekstraksiyonuna Farklı Çözgen ve Asit Konsantrasyonlarının Etkileri. *Gıda*, 40(3), 149-156.
- 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(3), 1410-1416.
- Altınar, D. D., Hallaç, Ş., 2020. The effect of soy flour and carob flour addition on the physicochemical, quality, and sensory properties of pasta formulations. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 4(4), 406-417.
- Altınar, D. D., Mete, M., 2020. An investigation of the effect of chestnut flour additive on the nutritional and quality properties of noodle. *Gıda*, 45(6), 1061-1072.
- Anonim 1990. American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC (1990). 8th Edition, Saint Paul, Minnesota, USA.
- Anonim 2001a. AB'de Makarna Mevzuatı" 2001. <https://abmevzuat.com/mevzuatlar/>
- Anonim 2001b. Pasta Legislation In The EU. (2001). Retrieved from <http://www.pasta-unafpa.org/ing-documents1.htm>
- Anonim 2002. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı. Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliğ. Retrieved from <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2002/03/20020305.htm#10>
- Anonim 2007. Makarna Sektör Raporu. Makarna Sanayicileri Derneği. Ankara.
- Anonim 2012. TS EN ISO 712. Türk Standardı. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- Anonim 2013. Milliyet-Haberler, Son Dakika Haberleri ve Güncel Haber, (2013). Makarnanın tarihi. <http://www.milliyet.com.tr/cadde/sureyya uzmez/makarnanintarihi->
- Anonim 2016a. Pasta D'Alfredo, 2016. Makarnanın tarihteki yolculuğu. 10.06.2016 tarihinde <http://www.dalfredo.com/makarnanın-tarihteki-yolculugu/> adresinden alınmıştır. <http://www.dalfredo.com>
- Anonim 2016b. Türk Standardı. Makarna Standardı. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- Anonim 2019. E.Ü. Mühendislik Fakültesi- Ege Üniversitesi, 15.06.2019 tarihinde <http://eng.ege.edu.tr/~otles/GidaTarihi/Makarna.htm> adresinden alınmıştır.
- Anonim 2022a. IPO ve UN. AFPA <https://www.pasta-unafpa.org/newt/unafpa/default.aspx?IDCONTENT=102>
- Anonim 2022b. Makarna sektör raporu. Ağustos 2022. <https://musad.org/wp-content/uploads/2022/10/Makarna-Sektor-Raporu-Agustos-2022.pdf>
- Anonim 2023. https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS_Map.aspx
- Anonim 2024a. <https://internationalpasta.org/>
- Anonim 2024b. Milli Eğitim Bakanlığı (2024). Makarna hamuru hazırlama. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Aranibar, C., Pigni, N. B., Martinez, M., Aguirre, A., Ribotta, P., Wunderlin, D. and Borneo, R., 2018. Utilization of a partially-deoiled chia flour to improve the nutritional and antioxidant properties of wheat pasta. *Lwt*, 89, 381-387.

- Aravind, N., Sissons, M. and Fellows, C. M., 2012a. Effect of soluble fibre (guar gum and carboxymethylcellulose) addition on technological, sensory and structural properties of durum wheat spaghetti. *Food Chemistry*, 131(3), 893-900.
- Aravind, N., Sissons, M. J., Fellows, C. M., Blazek, J. and Gilbert, E. P., 2012b. Effect of inulin soluble dietary fibre addition on technological, sensory, and structural properties of durum wheat spaghetti. *Food Chemistry*, 132, 993-1002.
- Austin, M. E., 1994. Rabbiteye blueberries: development, production and marketing. (No Title).
- Biernacka, B., Dziki, D., Rozylo, R., Mis, A., Romankiewicz, D. and Krzysiak, Z., 2018. Relationship between the properties of raw and cooked spaghetti—new indices for pasta quality evaluation. *International agrophysics*, 32(2).
- Borneo, R. and Aguirre, A., 2008. Chemical composition, cooking quality, and consumer acceptance of pasta made with dried amaranth leaves flour. *LWT-Food Science and Technology*, 41(10), 1748-1751.
- Brambilla, A., Lo Scalzo, R., Bertolo, G. and Torreggiani, D., 2008. Steam-blanching highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) juice: phenolic profile and antioxidant capacity in relation to cultivar selection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(8), 2643-2648.
- Brennan, C. S. and Zealand, N., 2013. Fibre- enriched and wholewheat pasta. In *Fibre-rich and wholegrain foods: Improving quality*. Woodhead Publishing Limited.
- Bustos, M. C., Perez, G. T. and León, A. E., 2011. Sensory and nutritional attributes of fibre-enriched pasta. *LWT-Food Science and Technology*, 44(6), 1429-1434.
- Bustos, M. C., Perez, G. T. and Leon, A. E., 2015. Structure and quality of pasta enriched with functional ingredients. *Rsc Advances*, 5(39), 30780-30792.
- Büyükbeşe, D., 2008. Pirinç-mısır bazlı glütensiz makarnaların viskoelastik özellikleri (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Gaziantep).
- Chater, P. I., Wilcox, M. D., Pearson, J. P. and Brownlee, I. A., 2015. The impact of dietary fibres on the physiological processes governing small intestinal digestive processes. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 6(2), 117-132.
- Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P. M. and Del Nobile, M. A., 2008. Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chick pea. *Journal of Food Engineering*, 84(1), 101-107.
- Cho, M. J., Howard, L. R., Prior, R. L. and Clark, J. R., 2004. Flavonoid glycosides and antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(13), 1771-1782.
- Choy, A. L., Morrison, P. D., Hughes, J. G., Marriott, P. J. and Small, D. M., 2013. Quality and antioxidant properties of instant noodles enhanced with common buckwheat flour. *Journal of Cereal Science*, 57(3), 281-287.
- Chuang, G. C. C. and Yeh, A. I., 2004. Effect of screw profile on residence time distribution and starch gelatinization of rice flour during single screw extrusion cooking. *Journal of Food Engineering*, 63(1), 21-31.
- Çelik, H., 2004. Türkiye İçin Yeni ve Harika Bir Meyve, Likapa (Yabanmersini), Üzümsü Meyvelerin Kralıdır. *HASAD Aylık Gıda Tarım ve Hayvancılık Dergisi*, Yıl, 20, 42-51.
- Çelik, H., 2005. *Yaban mersini (Likapa) yetiştiriciliği*. Hasad Yayıncılık.

- Çelik, H., 2006. Karadeniz Bölgesi için yeni bir meyve türü yabanmersini (Likapa). II. *Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 14-16.
- Çelik, H., 2008a. Yaban Mersini (Likapa) Yetiştiriciliği. Artvin’de Yaban Mersini (Likapa) Yetiştiriciliği Eğitimi Projesi, AÇÜ Orman Fakültesi Dekanlığı, Ders Notu, DOKAP LDI-172, Artvin, 103s.
- Çelik, H., 2008b. Maviyemiş (Yaban Mersini, Likapa) Yetiştiriciliği El Kitabı. Artvin’de Yaban Mersini (Likapa) Yetiştiriciliği Eğitimi Projesi, AÇÜ Orman Fakültesi Dekanlığı, DOKAP LDI-172, Artvin, 67 s.
- Çelik, H. 2013. Maviyemiş. *Bahçe Haber*, 2 (1).
- D’egidio MG and Nardi S., 1996. Textural Measurement of Cooked Spaghetti. Pasta and Noodle Technology: Edited by James E. Kruger, Robert B. Matsuo and Joel W. Dick. AACC St. Paul Minnesota, U.S.A: AACC Inc., 133-157.
- Dhanasettakorn, K., 2008. *Coenzyme Q10 content, composition, texture and physiochemical characteristics of pasta fortified with freeze-dried beef heart*. University of Missouri-Columbia.
- Ding, S. and Yang, J. 2013. The influence of emulsifiers on the rheological properties of wheat flour dough and quality of fried instant noodles. *LWT-Food Science and Technology*, 53(1), 61-69.
- D’Ovidio, R. and Masci, S., 2004. The low-molecular-weight glutenin subunits of wheat gluten. *Journal of cereal science*, 39(3), 321-339.
- Downham, A. and Collins, P., 2000. Colouring our foods in the last and next millennium. *International journal of food science & technology*, 35(1), 5-22.
- Dreher, M. L., 2018. Whole fruits and fruit fiber emerging health effects. *Nutrients*, 10(12), 1833.
- Du, X., Plotto, A., Song, M., Olmstead, J. and Rouseff, R., 2011. Volatile composition of four southern highbush blueberry cultivars and effect of growing location and harvest date. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(15), 8347-8357.
- Ekici, L., 2011. Üzüm kabuğu, siyah havuç ve kırmızı lahanadan ekstrakte edilen antosiyanin bazlı renk maddelerinin biyolojik özelliklerinin belirlenmesi ve bazı gıda maddelerinde renklendirici olarak kullanımı.
- Elgün A., Ertugay, Z., Certel, M., ve Kotancılar, H.G., 2012. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum.
- Feillet, P. and Dexter, J.E., 1996. Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production. *Pasta and noodle technology*, 95-131.
- Francis F. J., 1998. Colour analysis, in: nielsen s s (eds), food analysis, an aspen publishers, Gaithersnurg, pp. 599-612, USA.
- Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzman, N. E., Gonzalez-Laredo, R. F., Ochoa-Martínez, L. A., Corzo, N., Bello-Perez, L. A., Medina-Torres, L. and Peralta-Alvarez, L. E. (2010). Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 119(4), 1544-1549.
- Gao, Y. and Yue, J., 2012. Dietary Fiber and Human Health. *Cereals and Pulses: Nutraceutical Properties and Health Benefits*, 25, 261–271.

- Giacco, R., Vitale, M. and Riccardi, G., 2015. Pasta: Role in Diet. In *Encyclopedia of Food and Health* (1st ed.). Elsevier Ltd.
- Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Fortunati, P. and Masoero, F., 2015. Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour. *Food chemistry*, 175, 43-49.
- Gough, R.E. 1994. The highbush blueberry and its management. Haworth press, New York.
- Gough, R.E. 1996. Blueberries, North and South. In: Small Fruits In The Home garden (Eds., Gough, R.E. and Poling, E.B) The Haworth Pres Inc. 71:106.
- Guinea, G. V., Rojo, F. J. and Elices, M., 2004. Brittle failure of dry spaghetti. *Engineering Failure Analysis*, 11(5), 705-714.
- Gull, A., Prasad, K. and 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(1), 470-474.
- Güler, S., Köksel, H. and Ng, P. K. W., 2002. Effects of industrial pasta drying temperatures on starch properties and pasta quality. *Food Research International*, 35, 421-427.
- Hallaç, Ş., 2016. *Keçiboynuzu Unu ve Soya Unu Katkılarının Makarnanın Kalite Kriterlerine Etkisi* (Doctoral dissertation, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Halvorsen, B. L., Holte, K., Myhrstad, M. C., Barikmo, I., Hvattum, E., Remberg, S. F., Wold, A.B., Haffner, K., Baugerod, H., Andersen, L.F., Moskaug, J.O., Jacobs, D.R and Blomhoff, R., 2002. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *The Journal of nutrition*, 132(3), 461-471.
- Herken, E. N., İbanoğlu, Ş., Öner, M. D., Bilgiçli, N. and Güzel, S., 2007. Effect of storage on the phytic acid content, total antioxidant capacity and organoleptic properties of macaroni enriched with cowpea flour. *Journal of Food Engineering*, 78(1), 366-372.
- Hernandez, F., Melgarejo, P., Tomas-Barberan, F. A. and Artes, F., 1999. Evolution of juice anthocyanins during ripening of new selected pomegranate (*Punica granatum*) clones. *European Food Research and Technology*, 210, 39-42.
- Howard, L. R., Clark, J. R. and Brownmiller, C., 2003. Antioxidant capacity and phenolic content in blueberries as affected by genotype and growing season. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(12), 1238-1247.
- Howell, A. B., 2002. Cranberry proanthocyanidins and the maintenance of urinary tract health. *Critical reviews in food science and nutrition*, 42(S3), 273-278.
- Işık, F., Urgancı, Ü. ve Turan, F., 2017. Yaban mersini ilaveli muffin keklerin bazı kimyasal, fiziksel ve duyuşal özellikleri. *Akademik Gıda*, 15(2), 130-138.
- Jayasena, V. and NASAR-ABBAS, S. M. 2012. Development and quality evaluation of high-protein and high-dietary-fiber pasta using lupin flour. *Journal of Texture Studies*, 43(2), 153-163.
- Jenkins, D. J., Jenkins, A. L., Wolever, T. M., Vuksan, V., Rao, A. V., Thompson, L. U. and Josse, R. G., 1994. Low glycemic index: lente carbohydrates and physiological effects of altered food frequency. *The American journal of clinical nutrition*, 59(3), 706S-709S.
- Kalnina, S., Rakcejeva, T., Kunkulberga, D. and Galoburda, R., 2015. Rheological properties of whole wheat and whole triticale flour blends for pasta production. *Agronomy Research*, 13(4), 948-955.
- Kalt, W. and McDonald, J. E., 1996. Chemical composition of lowbush blueberry cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(1), 142-146.

- Kalt, W. and Dufour, D., 1997. Health functionality of blueberries. *HortTechnology*, 7(3), 216-221.
- Kalt, W., Ryan, D. A., Duy, J. C., Prior, R. L., Ehlenfeldt, M. K. and Vander Kloet, S. P., 2001. Interspecific variation in anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity among genotypes of highbush and lowbush blueberries (*Vaccinium* section *cyanococcus* spp.). *Journal of agricultural and food chemistry*, 49(10), 4761-4767.
- Kamiloglu, S., Pasli, A. A., Ozcelik, B., Van Camp, J. and 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.
- Kammerer, D., Carle, R. and Schieber, A. 2003. Detection of peonidin and pelargonidin glycosides in black carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid communications in mass spectrometry*, 17(21), 2407-2412.
- Kammerer, D., Carle, R. and Schieber, A., 2004a. Quantification of anthocyanins in black carrot extracts (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) and evaluation of their color properties. *European Food Research and Technology*, 219, 479-486.
- Kammerer, D., Carle, R. and Schieber, A., 2004b. Characterization of phenolic acids in black carrots (*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 18(12), 1331-1340.
- Kaur, G., Sharma, S., Nagi, H. P. S. and Ranote, P. S., 2013. Enrichment of pasta with different plant proteins. *Journal of food science and technology*, 50, 1000-1005.
- Kemahlioğlu, K. ve Demirağ, K., 2018. İzmir’de tüketime sunulan çeşitli firmalara ait erişte ve noodle ürünlerinin bazı kimyasal ve fiziksel kalite nitelikleri. *Akademik Gıda*, 16(1), 60-66.
- Khandare, V., Walia, S., Singh, M. and Kaur, C., 2011. Black carrot (*Daucus carota* ssp. *sativus*) juice: processing effects on antioxidant composition and color. *Food and bioproducts processing*, 89(4), 482-486.
- Kırca, A., Özkan, M. and Cemeroglu, B., 2006. Stability of black carrot anthocyanins in various fruit juices and nectars. *Food Chemistry*, 97(4), 598-605.
- Kill R.C., 2001. Introduction. In: Kill RC, Turnbull K, editors. *Pasta and semolina technology*. Iowa: Blackwell Science Company. p 1–10.
- Koca, I., Tekguler, B., Yilmaz, V. A., Hasbay, I. and Koca, A. F., 2018. The use of grape, pomegranate and rosehip seed flours in Turkish noodle (erişte) production. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13343.
- Kotancılar, H.G., 2013. *Laboratuvar Teknikleri ve Enstrümental Analiz Uygulama Klavuzu-1* (Düzeltilmiş 2. Baskı). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:245, Erzurum. s:462
- Köksal, E., Gülçin, İ., Beyza, S., Sarikaya, O., Bursal, E., 2009. In vitro antioxidant activity of silymarin. *Journal Of Enzyme Inhibition And Medicinal Chemistry*, vol.24, no.2, 395-405.
- Köten, M., 2010. Arpa unu ile zenginleştirmenin makarnanın bazı besinsel ve kalite özelliklerine etkisi/The effect of barley flour enrichment of pasta on its some nutritional and ouality properties (Doctoral dissertation).
- Köten, M., Ünsal, S. and Atlı, A., 2014. Türkiye’de Üretilen Makarnaların Bazı Kimyasal

- Bileşimlerinin ve Pişme Kalitelerinin Belirlenmesi. *Gıda*, 39(1), 33-40.
- Köten, M. ve Ünsal, A. S., 2021. Mısır unu ilavesinin pandispanya tipi keklerin morfojeometrik, fonksiyonel ve tekstürel özelliklerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2), 172-184.
- Krikorian, R., Shidler, M. D., Nash, T. A., Kalt, W., Vinqvist-Tymchuk, M. R., Shukitt-Hale, B. and Joseph, J. A., 2010. Blueberry supplementation improves memory in older adults. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(7), 3996-4000.
- Kritchevsky, D., 1974. Dietary Fiber and Disease. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 229, 1068–1074.
- Kurt Gökhisar, Ö., 2018. *Kırmızı mercimek (Lens culinaris) makarnası üretiminin araştırılması* (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin).
- Lacombe, A., Wu, V. C., White, J., Tadepalli, S. and Andre, E. E., 2012. The antimicrobial properties of the lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium*) fractional components against foodborne pathogens and the conservation of probiotic *Lactobacillus rhamnosus*. *Food microbiology*, 30(1), 124-131.
- Latti, A. K., Kainulainen, P. S., Hayirlioglu-Ayaz, S., Ayaz, F. A. and Riihinen, K. R., 2009. Characterization of anthocyanins in Caucasian blueberries (*Vaccinium arctostaphylos* L.) native to Turkey. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(12), 5244-5249.
- Lee, K. W. and Lee, H. J., 2006. The roles of polyphenols in cancer chemoprevention. *Biofactors*, 26(2), 105-121.
- Liu, T., Hamid, N., Kantono, K., Pereira, L., Farouk, M. M. and Knowles, S. O., 2016. Effects of meat addition on pasta structure, nutrition and in vitro digestibility. *Food Chemistry*, 213, 108-114.
- Lorusso, A., Verni, M., Montemurro, M., Coda, R., Gobbetti, M. and Rizzello, C. G., 2017. Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features. *LWT*, 78, 215-221.
- Merlino, M., Tripodi, G., Cincotta, F., Prestia, O., Miller, A., Gattuso, A., Verzera A. and Conduro, C., 2022. Technological, nutritional, and sensory characteristics of gnocchi enriched with hemp seed flour. *Foods*, 11(18), 2783.
- Meziti, A., Meziti, H., Boudiaf, K., Mustapha, B. and Bouriche, H., 2012. Polyphenolic profile and antioxidant activities of *Nigella sativa* seed extracts in vitro and in vivo. *International Journal of Biotechnology and Bioengineering*, 6(4), 109-117.
- Michalska, A. and Łysiak, G., 2015. Bioactive compounds of blueberries: Post-harvest factors influencing the nutritional value of products. *International journal of molecular sciences*, 16(8), 18642-18663.
- Mirmiran, P., Yuzbashian, E., Asghari, G., Sarverzadeh, S. and Azizi, F., 2018. Dietary fibre intake in relation to the risk of incident chronic kidney disease. *British Journal of Nutrition*, 119(5), 479-485.
- Moyer, R. A., Hummer, K. E., Finn, C. E., Frei, B. and Wrolstad, R. E., 2002. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(3), 519-525.
- Moze, S., Polak, T., Gasperlin, L., Koron, D., Vanzo, A., Poklar Ulrih, N. and Abram, V., 2011. Phenolics in Slovenian bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(13), 6998-7004.

- Navazio, J., 2010. Principles and practices of organic carrot seed production in the pacific northwest. Organic Seed Alliance, 3-10.
- Navazio, J., Colley, M. and Reiten, J., 2010. Principle and practices of Organic Carrot Seed Production in the Pacific Northwest. Organic Seed Alliance.
- Nile, S. H. and Park, S. W., 2014. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. *Nutrition*, 30(2), 134-144.
- Norberto, S., Silva, S., Meireles, M., Faria, A., Pintado, M. and Calhau, C., 2013. Blueberry anthocyanins in health promotion: A metabolic overview. *Journal of Functional Foods*, 5(4), 1518-1528.
- Özkan, M., Cemeroğlu, B. ve Kırca, A., 2005 Berrak siyah havuç suyu konsantresi üretimi ve antosiyaninlerin ısıl stabilitesi. Proje kesin raporu (Proje No: 20020711065). Ankara Üniversitesi Bilimsel Projeler Koordinatörlüğü, 41 s., Ankara.
- Öztürk, B., 2007. *Çiğ ve pişmiş koyun, keçi ve inek sütü ile üretilen ev eriştelerinin kalite kriterlerinin belirlenmesi* (Master's thesis).
- Padalino, L., Mastromatteo, M., Lecce, L., Spinelli, S., Conte, A., and Del Nobile, M. A., 2015. Effect of raw material on cooking quality and nutritional composition of durum wheat spaghetti. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66(3), 266-274.
- Pal, G. K., Kumar, S. B., Prabhasankar, P. and Suresh, P. V., 2017. Inclusion of poultry based food ingredients in the formulation of noodles and their effects on noodle quality characteristics. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11, 939-947.
- Petitot, M., Boyer, L., Minier, C. and Micard, V., 2010. Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. *Food Research International*, 43(2), 634-641.
- Pınarlı, İ., İbanoğlu, Ş. and Öner, M. D., 2004. Effect of storage on the selected properties of macaroni enriched with wheat germ. *Journal of Food Engineering*, 64(2), 249-256.
- Pistrick, K., 2001. Umbelliferae (Apiaceae). (HARELT, P. editor), Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops.
- Piwińska, M., Wyrwisz, J., Kurek, M. and Wierzbicka, A., 2015. Hydration and physical properties of vacuum-dried durum wheat semolina pasta with high-fiber oat powder. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 647-653.
- Piwińska, M., Wyrwisz, J., Kurek, M. and Wierzbicka, A., 2016a. Effect of oat β -glucan fiber powder and vacuum-drying on cooking quality and physical properties of pasta. *CyTA-Journal of Food*, 14(1), 101-108.
- Piwińska, M., Wyrwisz, J., Kurek, M. A. and Wierzbicka, A., 2016b. Effect of drying methods on the physical properties of durum wheat pasta. *CyTA-Journal of Food*, 14(4), 523-528.
- Prabhasankar, P., Ganesan, P., Bhaskar, N., Hirose, A., Stephen, N., Gowda, L. R., Hosokawa, M. and Miyashita, K. J. F. C., 2009. Edible Japanese seaweed, wakame (*Undaria pinnatifida*) as an ingredient in pasta: Chemical, functional and structural evaluation. *Food Chemistry*, 115(2), 501-508.
- Prakash A., 2001. Antioxidant Activity. Medallion Laboratories Analytical Progress. 2001.19: 1-6., t.y.
- Prior, R. L., Cao, G., Martin, A., Sofic, E., McEwen, J., O'Brien, C., Lischner, N., Ehlenfeldt, M., Kalt, W., Krewer, G. and Mainland, C. M., 1998. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium*

- species. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(7), 2686-2693.
- Rajeswari, G., Susanna, S., Prabhasankar, P. and Rao, G. V., 2013. Influence of onion powder and its hydrocolloid blends on pasta dough, pasting, microstructure, cooking and sensory characteristics. *Food Bioscience*, 4, 13-20.
- Rawat, N. and Indrani, D., 2015. Functional ingredients of wheat-based bakery, traditional, pasta, and other food products. *Food Reviews International*, 31(2), 125-146.
- Rodriguez, R., Raina, B. L., Pantastico, E. B. and Bhatti, M. B., 1975. Quality of raw materials for processing. *Postharvest Physiol, Handling and Util of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables*. EB Pantastico, ed.
- Rodríguez-Sevilla, M. D., Villanueva-Suárez, M. J. and Redondo-Cuenca, A., 1999. Effects of processing conditions on soluble sugars content of carrot, beetroot and turnip. *Food Chemistry*, 66(1), 81-85.
- Rubatzky, V. E., Quiros, C. F. and Simon, P. W., 1999. *Carrots and related vegetable Umbelliferae*. CABI publishing.
- Sadilova, E., Stintzing, F. C. and Carle, R., 2006. Thermal degradation of acylated and nonacylated anthocyanins. *Journal of food science*, 71(8), C504-C512.
- Sant'Anna, V., Christiano, F. D. P., Marczak, L. D. F., Tessaro, I. C. and Thys, R. C. S., 2014. The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties. *LWT-Food Science and Technology*, 58(2), 497-501.
- Seeram, N. P., 2008. Berry fruits: compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease. *Journal of agricultural and food chemistry*, 56(3), 627-629.
- Sellappan, S., Akoh, C. C. and Krewer, G., 2002. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(8), 2432-2438.
- Serin, S., Yarım, K. and Sayar, S., 2020. Relationship between spaghetti prices and quality parameters in pasta market. *Akademik Gıda*, 18(2), 135-142.
- Serventi, S. and Sabban, F., 2002. *Pasta: The story of a universal food*. Columbia University Press.
- Shahidi, F. and Naczki, M., 1995. Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects, Applications. Technomic Publishing Company, Inc.: Lancaster, PA., t.y.
- Shen, X., Sun, X., Xie, Q., Liu, H., Zhao, Y., Pan, Y., Hwang, C. A. and Wu, V. C., 2014. Antimicrobial effect of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) extracts against the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis*. *Food control*, 35(1), 159-165.
- Shewry, P. R., Popineau, Y., Lafiandra, D. and Belton, P. (2001). Wheat glutenin subunits and dough elasticity: Findings of the EUROWHEAT project. *Trends in Food Science and Technology*, 11, 433-441.
- Shipp, J. and Abdel-Aal, E. S. M., 2010. Food applications and physiological effects of anthocyanins as functional food ingredients. *The open food science journal*, 4(1).
- Sicignano, A., Di Monaco, R., Masi, P. and Cavella, S., 2015. From raw material to dish: Pasta quality step by step. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(13), 2579-2587.
- Sissons, M., 2008. Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. *Food*, 2(2), 75-90.

- Skupień, K., 2006. Evaluation of chemical composition of fresh and frozen blueberry fruit (*Vaccinium corymbosum* L.). *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 5(1), 19-25.
- Smeriglio, A., Denaro, M., Barreca, D., D'Angelo, V., Germanò, M. P. and Trombetta, D., 2018. Polyphenolic profile and biological activities of black carrot crude extract (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.). *Fitoterapia*, 124, 49-57.
- Smith, M. A. L., Marley, K. A., Seigler, D., Singletary, K. W. and Meline, B., 2000. Bioactive properties of wild blueberry fruits. *Journal of Food Science*, 65(2), 352-356.
- Sobota, A., Rzedzicki, Z., Zarzycki, P. and Kuzawińska, E., 2015. Application of common wheat bran for the industrial production of high fibre pasta. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(1), 111-119.
- Soh, H. N., Sissons, M. J. and Turner, M. A., 2006. Effect of starch granule size distribution and elevated amylose content on durum dough rheology and spaghetti cooking quality. *Cereal Chemistry*, 83(5), 513-519.
- Solta Civelek, S., 2019. *Effects of fiber content and extrusion conditions on quality of pasta* (Master's thesis, Middle East Technical University).
- Sozer, N., 2009. Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums. *Food Hydrocolloids*, 23(3), 849-855.
- Sözer, N., Kaya, A., 2002. Spagettinin dokusal ve pişme özellikleri. In *cereal products technology congress and exhibition, Gaziantep, Turkey* (pp. 339-351).
- Stintzing, F. C., Stintzing, A. S., Carle, R., Frei, B. and Wrolstad, R. E. 2002. Color and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(21), 6172-6181.
- Strik, B. C., Clark, J. R., Finn, C. E. and Bañados, M. P., 2007. Worldwide blackberry production. *HortTechnology*, 17(2), 205-213.
- Su, M. S. and Chien, P. J., 2010. Aroma impact components of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) vinegars. *Food Chemistry*, 119(3), 923-928.
- Su, Z., 2012. Anthocyanins and flavonoids of *Vaccinium* L. *Pharmaceutical Crops*, 3:7-37.
- Subira, J., Peña, R. J., Álvaro, F., Ammar, K., Ramdani, A., and Royo, C., 2014. Breeding progress in the pasta-making quality of durum wheat cultivars released in Italy and Spain during the 20th Century. *Crop and Pasture Science*, 65(1), 16-26.
- Tatoğlu, Ö., 2014. *Siyah havuç posasının fermente siyah havuç suyu üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması* (Master's thesis, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Tosun, M., 2001. Makarna sektör araştırması. Ankara: Türkiye Kalkınma Bankası A. Ş.
- Tosun, İ. ve Yüksel, S., 2002. Üzümsü Meyvelerin Antioksidan Kapasitesi. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 40-46.
- Turkben, C., Barut, E. and Incedayi, B., 2008. Investigations on population of blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in Uludag (Mount Olympus) in Bursa, Turkey. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg*, 21, 41-44.
- Türkyılmaz, M., 2009. Siyah havuç suyu konsantresi üretim ve depolama sürecinde antosiyaninlerdeki değişimler. *Doktora hazırlık çalışması (basılmamış)*, Ankara Üniversitesi, 119.
- Utuş, D., 2008. Şalgam suyu üretiminde kullanılan siyah havuç (*Daucus Carota*) boyutunun şalgam suyu kalitesi üzerine etkisi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana*.

- Vinson, J. A., 1999. The functional food properties of figs. *Cereal foods world*, 44(2), 82-87.
- Wagner, L. A. and Warthesen, J. J., 1995. Stability of spray dried encapsulated carrot carotenes. *Journal of food Science*, 60(5), 1048-1053.
- Wivel, M., Wivel, M., Norredam, M. and Clarke, P., 2012. Black carrot cultivation in Turkey carrot aid study report from southern Anatolia. Carrot Aid, Vilvordevej 8, 2920 Charlottenlund, Denmark.
- Wójtowicz, A., 2005. Influence of some functional components addition on the microstructure of precooked pasta. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 14(4), 417.
- Wójtowicz, A. and Mościcki, L. 2009. Influence of extrusion cooking parameters on some quality aspects of precooked pasta like products. *Journal of Food Science*, 74(5), E226-E233.
- Wójtowicz, A. and Mościcki, L., 2011. Effect of wheat bran addition and screw speed on microstructure and textural characteristics of common wheat precooked pasta-like products. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 61(2).
- Wójtowicz, A. and Mościcki, L., 2014. Influence of legume type and addition level on quality characteristics, texture and microstructure of enriched precooked pasta. *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), 1175-1185.
- Wrolstad, R. E., 2004. Anthocyanin pigments—Bioactivity and coloring properties. *Journal of Food Science*, 69(5), C419-C425.
- Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E. and Prior, R. L., 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of agricultural and food chemistry*, 52(12), 4026-4037.
- Yaralı, E., 2017. Tahıl teknolojisi ders notları, Adnan Menderes Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Aydın.
- Yaver, E. and Bilgiçli, N., 2020. Effect of transglutaminase on quality attributes of noodle enriched with germinated mung bean flour. *Gıda*, 45(6), 1097-1108.
- Yıldız, F., 2008. Bilimsel Yönleriyle Makarna (Scientific Pasta) TMSD (Turkish Association of Pasta Producers, Ankara/Turkey)
- Yıldız, S., 2012. *Ülkemizde doğal olarak yetişen ve kültüre alınan Vaccinium spp. türlerinin fenolik bileşiklerinin ve antioksidan kapasitelerinin araştırılması* (Doctoral dissertation, Bursa Uludag University (Turkey)).
- Zhang, L., Yue, P., Jiang, J., Fan, J. and Gao, X., 2016. Effect of phenolic compounds on antioxidant activity in 8 Blueberry (*Vaccinium* spp.) Juices. *Carpathian Journal of Food Science & Technology*, 8(2), 178-186.
- Zheng, W. and Wang, S. Y., 2003. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, 51(2), 502-509.
- Zor, M., Şengül, M., Karakütük, İ. A. and Aksoy, S., 2023. Investigation about Various Infusion Conditions on Physical, Chemical and Antioxidant Properties of *Clitoria ternatea* L. Tea. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(3), 1738-1752.
- Zorenc, Z., Veberic, R., Stampar, F., Koron, D. and Mikulic-Petkovsek, M., 2016. Changes in berry quality of northern highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during the harvest season. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(6), 855-864.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Nazmiye ÇEKİM
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	
Lisans:	Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
Yüksek lisans:	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Doktora:	-
Yabancı Dil Bilgisi	
İngilizce:	İyi
Almanca:	-
Rusça:	-
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	