

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

**BALIK ETİ KULLANIMININ MAKARNANIN KALİTE
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

EZGİ ÖZGÖREN

DENİZLİ, MART - 2019

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



**BALIK ETİ KULLANIMININ MAKARNANIN KALİTE
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

EZGİ ÖZGÖREN

DENİZLİ, MART - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

EZGİ ÖZGÖREN tarafından hazırlanan “**BALIK ETİ KULLANIMININ MAKARNANIN KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 29.03.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Aydın YAPAR
(Pamukkale Üniversitesi)
Üye
Prof. Dr. Nuray ERKAN ÖZDEN
(İstanbul Üniversitesi)
Üye
Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ
(Akdeniz Üniversitesi)
Üye
Doç Dr. İlyas ÇELİK
(Pamukkale Üniversitesi)
Üye
Doç. Dr. Fatma IŞIK
(Pamukkale Üniversitesi)


.....

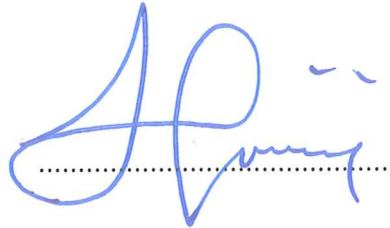
.....

.....

.....

.....

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
17/04/2019 tarih ve 17/07 sayılı kararıyla onaylanmıştır.


.....

Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinasyon Birimi tarafından 2014 FBE 052 nolu proje ile desteklenmiştir.**

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



Ezgi ÖZGÖREN

ÖZET

**BALIK ETİ KULLANIMININ MAKARNANIN KALİTE
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ
DOKTORA TEZİ
EZGİ ÖZGÖREN
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. AYDIN YAPAR)**

DENİZLİ, MART - 2019

Bu çalışmada bileşimine farklı oranlarda (%5, 10, 15, 20, 25) işlem görmemiş toz haldeki balık eti (İTBE) ve tütsülenmiş toz haldeki balık eti (TTBE) ilave edilerek üretilen makarnaların kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik, pişirme ve duyuşal özellikleri ile mikroyapı özellikleri araştırıldı. Toz halde balık eti (TBE) ilavesi ile makarna özellikle protein, yağ ve mineral madde açısından daha zengin bir kaynak haline geldi. Üretilen makarnaların beslenme açısından önemli olan mineral madde ve amino asit içeriklerinin, her iki formdaki TBE ilavesi ile arttığı saptandı. İn-vitro protein sindirilebilirliği TBE ilave edilme oranına bağlı olarak kontrol örneğine göre arttı. Diğer taraftan özellikle TTBE ilave edilen örneklerin kontrol örneğine kıyasla antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarlarının önemli düzeyde arttığı belirlendi. Makarna örneklerinin renk analizleri sonucunda TBE ilavesi ile L^* değeri azaldı, a^* ve b^* değerleri ise arttı. Örnekler mikrobiyolojik açıdan değerlendirildiğinde, TBE ilavesi ile toplam maya küf sayısının istatistiksel olarak değişmediği, toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında ise artışın meydana geldiği belirlendi. Pişirme analizleri sonucunda örneklere TBE ilave edilmesi ile suya geçen madde miktarı, toplam organik madde miktarı ve optimum pişme süresinde artış, hacim artışı, şişme derecesi ve su tutma kapasitesinde azalma meydana geldi. Tekstür analiz sonuçlarına göre TBE ilavesi ile makarnaların sertlik değerlerinin, pişmiş makarnaların sertlik, elastikiyet ve yapışkanlık değerlerinin azaldığı saptandı. Makarnaların taramalı elektron mikroskopu yüzey görüntüleri değerlendirildiğinde kontrol örneğinde farklı büyüklüklerde nişasta granülleri görülürken, TBE ilavesi ile nişasta granüllerinin etrafının protein tabakası ile sarıldığı görüldü. %15'e kadar TBE ilavesi ile üretilen makarna örneklerinin duyuşal özellikler açısından kabul edilebilir nitelikler taşıdığı belirlendi.

ANAHTAR KELİMELEER: Makarna, balık eti, zenginleştirme, fonksiyonel gıda

ABSTRACT

EFFECT OF THE ADDITION OF FISH MEAT TO THE QUALITY PROPERTIES OF PASTA

PH.D THESIS

EZGİ ÖZGÖREN

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR:PROF. DR. AYDIN YAPAR)

DENIZLI, MARCH 2019

In this study, chemical, physical, microbiological, cooking, sensory and microstructural properties of pastas that supplemented with various ratios (5, 10, 15, 20, 25%) of raw fish meat powder and smoked fish meat powder (SFMP) were investigated. By the addition of fish meat powder (FMP), pasta samples became an excellent nutritional source, especially in terms of protein, lipid and mineral content. Mineral and amino acid content which were nutritionally important components, increased with the addition of FMP in the pasta formulations. In-vitro protein digestibility of the samples increased with the inclusion of FMP in the pasta formulation. On the other hand, the antioxidant activity and total phenolic contents of SFMP added samples, were significantly higher than control sample. Color analyses showed that L^* value was decreased, a^* and b^* values were increased with the supplementation of FMP. When the samples were evaluated for microbiological aspects, total yeast and mold count were statistically similar, but total mesophilic aerobic bacteria count was increased by the addition of FMP. According to the cooking analyses, cooking loss, total organic matter and optimum cooking time were increased; volume expansion, swelling index and water absorption capacity were decreased by FMP supplementation. Textural analyses showed that hardness values of raw pastas and hardness, elasticity and adhesiveness values of cooked pastas were decreased with increasing FMP level in the pasta formulation. Surface scanning electron microscopy (SEM) images of the control pasta sample showed numerous starch granules that appear to vary in both size and shape. With the addition of FMP to the pasta formulation, the starch molecules were coated with a protein network. It was determined that pastas produced up to 15% FMP supplementation had acceptable sensory properties.

KEYWORDS: Pasta, fish meat, fortification, functional food

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	5
1.1.1 Makarnanın Bitkisel Kaynaklarla Zenginleştirilmesi	5
1.1.2 Makarnanın Hayvansal Kaynaklarla Zenginleştirilmesi.....	11
1.1.3 Makarnanın Doğrudan Eksik Olan Bileşen ile Zenginleştirilmesi ..	16
1.2 Tezin Amacı	19
2. YÖNTEM	21
2.1 Materyal.....	21
2.1.1 Makarna Üretiminde Kullanılacak Toz Haldeki Balık Etinin Hazırlanması	21
2.1.2 Makarnaların Üretilmesi	22
2.2 Metot	28
2.2.1 Kimyasal Analizler	28
2.2.1.1 Nem Tayini.....	28
2.2.1.2 Kül Tayini	28
2.2.1.3 Ham Yağ Tayini	28
2.2.1.4 Ham Protein Tayini	29
2.2.1.5 Karbonhidrat Miktarının Hesaplanması.....	29
2.2.1.6 Kalori Değerinin Hesaplanması	29
2.2.1.7 pH Tayini	29
2.2.1.8 Tuz Tayini	29
2.2.1.9 Su Aktivitesi Tayini	30
2.2.1.10 Amino Asit Kompozisyonu Tayini	30
2.2.1.11 Mineral Madde Kompozisyonu Tayini	31
2.2.1.12 In-Vitro Protein Sindirilebilirliği	32
2.2.1.13 Toplam Fenolik Madde Tayini.....	32
2.2.1.14 Antioksidan Aktivite Tayini.....	33
2.2.2 Fiziksel Analizler	33
2.2.2.1 Renk Analizi.....	33
2.2.2.2 Tekstür Analizi.....	34
2.2.3 Mikrobiyolojik Analizler	35
2.2.3.1 Toplam Maya Küf Sayımı.....	36
2.2.3.2 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı	36
2.2.4 Pişirme Analizleri	36
2.2.4.1 Optimum Pişme Süresi.....	36
2.2.4.2 Suya Geçen Madde Miktarı	37
2.2.4.3 Hacim Artışı	37
2.2.4.4 Şişme Derecesi	38

2.2.4.5	Su Tutma Kapasitesi	38
2.2.4.6	Toplam Organik Madde Miktarı Tayini.....	38
2.2.5	Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntülemesi	39
2.2.6	Duyusal Analiz	39
2.2.7	Deneme Deseni ve İstatistiksel Analiz	40
3.	BULGULAR	41
3.1	Kimyasal Analiz Bulguları	41
3.1.1	Üretimde Kullanılan Temel Hammaddelerin Genel Kimyasal Bileşimi	41
3.1.2	Makarna Örneklerinin Genel Kimyasal Bileşimi	43
3.1.3	pH Değerleri	49
3.1.4	Tuz Miktarları	51
3.1.5	Su Aktivitesi Değerleri	52
3.1.6	Amino Asit Kompozisyonları	54
3.1.7	Mineral Madde Bulguları.....	61
3.1.8	In-Vitro Protein Sindirilebilirliği	70
3.1.9	Toplam Fenolik Madde Miktarları	72
3.1.10	Antioksidan Aktivite Bulguları.....	74
3.2	Fiziksel Analiz Bulguları.....	76
3.2.1	Renk Değerleri	76
3.2.2	Tekstürel Özellikler	81
3.3	Mikrobiyolojik Bulgular.....	85
3.3.1	Toplam Maya Küf Sayısı	86
3.3.2	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı.....	88
3.4	Pişirme Analizleri Bulguları.....	90
3.4.1	Suya Geçen Madde Miktarı	90
3.4.2	Hacim Artışı.....	93
3.4.3	Optimum Pişme Süresi	94
3.4.4	Şişme Derecesi.....	95
3.4.5	Su Tutma Kapasitesi	96
3.4.6	Toplam Organik Madde Miktarları.....	98
3.5	Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüleri Analizi.....	99
3.6	Duyusal Özellikler.....	103
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER	111
5.	KAYNAKLAR.....	123
6.	EKLER.....	139
7.	ÖZGEÇMİŞ.....	140

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1: Kurutulan ve toz hale getirilen balık eti örnekleri.....	22
Şekil 2.2: Kurutulmuş makarna örneklerine ait görüntüler	24
Şekil 2.3: Pişmiş makarna örneklerine ait görüntüler.....	26
Şekil 3.1: Makarna örneklerinin SEM görüntüleri.....	99

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin bileşimleri.....	23
Tablo 3.1 : Makarna üretiminde kullanılan temel hammaddelerin genel kimyasal bileşimi.....	41
Tablo 3.2 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin genel kimyasal bileşimi.....	44
Tablo 3.3 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin pH değerleri.....	50
Tablo 3.4 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin tuz miktarları.....	51
Tablo 3.5 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin su aktivitesi değerleri.....	53
Tablo 3.6 : Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerin amino asit kompozisyonları (mg/100g)*.....	55
Tablo 3.7 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin esansiyel amino asit kompozisyonları (mg/100g)*.....	57
Tablo 3.8 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin esansiyel olmayan amino asit kompozisyonları (mg/100g)*.....	59
Tablo 3.9 : Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerin mineral madde kompozisyonları (mg/kg)*.....	62
Tablo 3.10 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin mineral madde kompozisyonları (mg/kg)*.....	64
Tablo 3.11 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin in-vitro protein sindirilebilirlikleri.....	71
Tablo 3.12 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100g)*.....	73
Tablo 3.13 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin antioksidan aktivite değerleri (mg TE/100g)*.....	75
Tablo 3.14 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin renk değerleri.....	77
Tablo 3.15 : Üretimi gerçekleştirilen pişmiş makarna örneklerinin renk değerleri.....	79
Tablo 3.16 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin tekstürel özellikleri..	82
Tablo 3.17 : Makarna üretiminde kullanılan temel hammaddelerin mikrobiyolojik özellikleri (log kob/g).....	86
Tablo 3.18 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin depolama sırasındaki toplam maya-küf sayıları (log kob/g).....	87
Tablo 3.19 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin depolama sırasındaki TMAB sayıları (log kob/g).....	89
Tablo 3.20 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin pişirme özellikleri....	91
Tablo 3.21 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin çeşit ve depolama süresine göre renk puanları.....	104
Tablo 3.22 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin çeşit ve depolama süresine göre koku puanları.....	105
Tablo 3.23 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin çeşit ve depolama süresine göre lezzet puanları.....	106
Tablo 3.24 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin çeşit ve depolama süresine göre tekstür puanları.....	108
Tablo 3.25 : Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin çeşit ve depolama süresine göre genel beğeni puanları.....	109

SEMBOL LİSTESİ

g	:	Gram
dk.	:	Dakika
mg	:	Miligram
µg	:	Mikrogram
gf	:	Gram Kuvvet
µm	:	Mikrometre
kcal	:	Kilokalori
a_w	:	Su Aktivitesi
M	:	Molarite
L	:	Litre
mL	:	Mililitre
µL	:	Mikrolitre
sn.	:	Saniye
α	:	Alfa
rpm	:	Dakikadaki Devir Sayısı
µM	:	Mikromolar
log	:	Logaritma
kob	:	Koloni Oluşturan Birim
cm	:	Santimetre
kg	:	Kilogram
µmol	:	Mikromol
mm	:	Milimetre
N	:	Newton
β	:	Beta

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve sonuçların yorumlanmasında bana yol gösteren değerli hocam sayın Prof. Dr. Aydın YAPAR'a içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışma süresi boyunca yardımlarını esirgemeyen Tez İzleme Komitesi'nde üye olarak görev alan sayı değer hocalarım Prof. Dr. Nuray ERKAN ÖZDEN ve Doç Dr. İlyas ÇELİK'e teşekkürü borç bilirim.

Çalışmanın gerçekleştirildiği Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde görev alan başta Bölüm Başkanım Sayın Prof. Dr. Yahya TÜLEK olmak üzere tüm bölüm hocalarım ile araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Çalışmamın tüm aşamalarında bana bedenen ve fikren destek olan kıymetli hocam Doç. Dr. Fatma IŞIK'a içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma esnasında laboratuvar çalışmalarım sırasında bana destek veren Arş. Gör. Hatice Betül YELER ve bölümümüz lisansüstü öğretimi öğrencileri Ufuk Gökçe AYRANCI, Ünkan URGANCI ve Fatmanur BÜYÜKSARAÇ'a teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen annem-babam Eser ve Süreyya ÖZGÖREN'e ve abim Ozan ÖZGÖREN'e içten teşekkürlerimi sunarım.

Ezgi ÖZGÖREN
Gıda Yüksek Mühendisi

1. GİRİŞ

Bireylerin büyüme ve gelişme için ihtiyaç duydukları gıda bileşenlerinin karşılanması, sağlıklarının korunabilmesi ve kaliteli bir hayat sürebilmeleri için temel gereksinimin, yeterli ve dengeli beslenme olduğu bildirilmiştir (Dursun ve diğ. 2009).

Her gıda bileşeninin metabolizmada birbirinden farklı görevleri vardır. Karbonhidratlar gıdalarda enerji sağlayan bileşen olmalarının yanında, antiketojenik (keton- aseton cisimcikleri oluşumunu engelleyen) olmaları ve birçok önemli fizyolojik işlevlerinin olması açısından önem arz etmektedirler. Yağlar ise en çok enerji veren gıda bileşeni olmasının yanında esansiyel yağ asitlerinin ve yağda çözünen vitaminlerin vücuda alınmasını sağlamaları nedeniyle de önem taşımaktadırlar. Proteinler “Yaşayan varlıklar için elzem azotlu bileşen” şeklinde tanımlanmıştır. Proteinler; bitkiler tarafından su, karbondioksit ve inorganik azottan amino asitler üzerinden sentezlenmektedirler. Hayvansal dokularda bu sentez gerçekleştirilememektedir. Bunlar hücrelerin temel ögesidir ve büyüme, gelişme, yıpranan hücrelerin yenilenmesi gibi fonksiyonlara sahip olmalarının yanında bazı hormonların ve enzimlerin de yapısını oluşturmaktadır. Tüm bu nedenlerle gıda bileşenlerinin dengeli bir şekilde vücuda alınması gerekmektedir. Yetişkin bir kişi, alması gereken günlük enerjinin %55-60’ını karbonhidratlardan, %10-12 sini proteinlerden, %25-30’unu ise yağlardan sağlaması gerektiği ifade edilmektedir (Baysal 2009; Bilişli 2012; Saldamlı 2014).

Beslenme, hem hastalıkların tedavisi hem de sağlığın korunması açısından önemlidir. Bireylerdeki sağlık sorunlarının birçoğuna yetersiz ve dengesiz beslenmenin neden olduğu bilinmektedir. Yetersiz ve dengesiz beslenme vücut direncini azaltmakta ve bu nedenle hastalıklara yakalanma riskini arttırmaktadır. Toplumlarda görülen beslenme sorunlarının nedenleri gıdaların üretim, dağıtım, muhafaza ve bunların teknolojilerindeki yetersizlikler, satın alma gücü yetersizliği ve dengesizliği, kültürel etmenler ve eğitim yetersizliği şeklinde

tanımlanmaktadır. Bu sorunları çözmek için alınan toplumsal ve bireysel önlemlerden bazıları; dengeli gıda tüketimi konusundaki eğitimlerin yaygınlaştırılması, bazı gıdalara karşı duyarlı olan bireylere yönelik özel eğitim programlarının yaygınlaştırılması ve toplumda görülme sıklığı yüksek olan beslenme problemlerinin çözümü için gıdaların zenginleştirilmesidir (Aslan ve Köksel 2003; Yılmaz ve Özkan 2007; Baysal 2009).

Son yıllarda toplumun dengeli beslenme konusunda bilinçlenmesi ile birlikte gıdaların yalnızca açlık gidermek için tüketimi sona ermiştir. Bunun yanı sıra gıdaların besleyici öğeler açısından da zengin bir kaynak olma gerekliliği ortaya çıkmıştır (Bigliardi ve Galati 2013). Bu amaçla çeşitli kaynaklarla gıdaların zenginleştirilmesi yönündeki çalışmalara ağırlık verilmiştir.

Gıdaları zenginleştirmenin genel olarak dört amacı vardır. Bunlar;

- Gıdaların işlenmesi, taşınması ve depolanması sırasında kaybolan gıda bileşenlerini yerine koymak,
- Gıdada az miktarda mevcut olan gıda bileşenlerini takviye etmek,
- Geleneksel gıdaların taklidi olan ürünlere, eksik olan gıda bileşenini ilave etmek
- Toplumda görülme sıklığı yüksek olan vitamin ve mineral madde eksikliklerini engellemektir (Kahraman 2011; Kınık ve diğ. 2003).

Gıdaların zenginleştirilmesi iki şekilde yapılmaktadır. Birincisi ilave edilmesi istenen gıda bileşenini, fazla miktarda bulunduran gıda maddesinin, oluşturulacak gıdaya eklenmesi, ikincisi ise doğrudan eksik olan gıda bileşeninin eklenmesidir. Yapılan çalışmalarda zenginleştirme ile gıdanın vitamin ve mineral madde içeriğinin artırılması, protein miktarı ve amino asit çeşitliliğinin artırılması, diyet lifi miktarının artırılması, antioksidan kapasitesinin artırılması ve yağ asitleri çeşitliliğinin artırılması gibi bir veya birkaç amaç hedeflenmektedir. Ayrıca gıdaya renk kazandırılması ve/veya tekstürel özelliklerinin iyileştirilmesi ile fonksiyonellik kazandırma benzeri uygulamalar da yapılabilmektedir. Süt ve süt ürünleri, et ve et ürünleri ve tahıl ürünleri gibi çok çeşitli gıda gruplarının zenginleştirilmesi yönünde çeşitli çalışmalar literatürde yer almaktadır (Markey ve diğ. 2017; Park ve diğ. 2018; Vanegas-Azuero ve

Gutierrez 2018; Jaster ve diğ. 2018; Kurt ve Gençcelep 2018; Cofrades ve diğ. 2017, Abuelfatah ve diğ. 2016, Turfani ve diğ. 2017; Benjakul ve Karnjanapratum 2018; Pasqualone ve diğ. 2014). Özellikle tahıl ürünlerinden ekmek, kek, kraker, bisküvi, galeta ve makarna ile ilgili yapılmış zenginleştirme çalışmaları bulunmaktadır (Rubel ve diğ. 2015; Psimouli ve Oreopoulou, 2017; Isık ve Topkaya, 2016; Umesha ve diğ. 2015; Özgören ve diğ. 2018; Pongpichaiudom ve Songsermpong 2018). Ancak uzun süre depolanabilmesi, ucuz olması gibi nedenlerle makarna ile ilgili yapılan zenginleştirme çalışmaları bu konuda farklı yaklaşımları kapsayacak şekilde gün geçtikçe artış göstermektedir.

Makarna uzun yıllardır tüketilen bir gıda maddesidir ve tarihçesi incelendiğinde iki farklı süreçten bahsedilmektedir. Birincisi ilk kez çinliler tarafından yapıldığı ve 1292 yılında Marco Polo tarafından İtalya'ya götürüldüğüdür. İkincisi ise Ortadoğu ile ticaret yapan İtalyanların o zamanlar “el-rišta” olarak adlandırılan günümüzde ise “erişte” olarak bilinen yiyeceği kendi ülkelerine götürdükleri yönündedir (Anonim 2017).

TS 1620 Makarna Standardına (Anonim 2016) göre makarna; makarnalık sert buğdaydan (*Triticum durum* L.) elde edilen irmiğe su katılarak tekniğine uygun yoğurularak hazırlanan hamurun şekillendirilip kurutulması suretiyle üretilen mamul olarak tanımlanmaktadır. Makarna içine ilave edilen maddelere göre; sade, tam buğday, çeşnili, zenginleştirilmiş ve güçlendirilmiş makarna olarak 5 çeşide ayrılır. Çeşnili makarna; *Triticum durum* buğday irmiğinden tekniğine uygun olarak hazırlanan makarna hamuruna ve/veya kurutulmuş makarnaya et ve et ürünleri, yumurta ve yumurta ürünleri, süt ve süt ürünleri, sebze, baklagil ve unları, *Triticum aestivum* ve *Triticum compactum* buğday ürünleri dışında diğer tahıl ürünleri ve lifleri, baharat ile tat vericiler ve benzerlerinin ilave edilmesi ile elde edilen bir mamuldür. Zenginleştirilmiş makarna; *Triticum durum* buğday irmiğinden tekniğine uygun olarak hazırlanan makarna hamuruna vitamin ve/veya mineral katılmasıyla elde edilen bir üründür. Güçlendirilmiş makarna ise zenginleştirilmiş makarna için belirlenen vitamin ve minerallerin sınır değerlerine ilave olarak protein katılarak hazırlanan hamurun şekillendirilip kurutulmasıyla elde edilen bir mamuldür.

Uluslararası Makarna Örgütü (International Pasta Organisation-IPO) ve Birleşmiş Milletler Makarna Ürünleri İmalat Kuruluşları Birliği (Union des Associations de Fabricants de Pates Alimentaires de L'U.E.-UNAFPA) verilerine göre 2015 yılında Dünya'daki makarna üretiminin 14.3 milyon ton olduğu belirtilmiştir. Makarna üretiminde 1. sırada İtalya (3.2 milyon ton) yer alırken onu ABD (2 milyon ton) ve Türkiye (1.3 milyon ton)'nin izlediği bildirilmektedir. Türkiye'de makarna üretimi 2004 yılında 500000 ton iken 2015 yılında 1315690 tona yükseldiği ifade edilmektedir. Kişi başına düşen makarna tüketim oranları dikkate alındığında ise 1. sırada İtalya (23.5 kg) yer alırken, onu Tunus (16 kg), Venezuela (12.0 kg) ve Yunanistan'ın (11.2 kg) takip ettiği, Türkiye'nin (7.5 kg) ise ancak 15. sırada yer aldığı belirtilmektedir (Anonim 2015; Anonim 2017).

Her yaş grubundan bireylerin severek tükettiği makarnaya olan talep, batı tarzı yeme alışkanlıklarına yönelen tüketicilerin tercihi olması ve bu ürünlerin lezzetli, ucuz, hazırlanması kolay, raf ömrünün uzun olması gibi pek çok özelliği nedeniyle artış göstermektedir (Anonim 2002a; Anonim 2017). Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (U. S. Food and Drug Administration-FDA) ile Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization- WHO) makarnayı gıda bileşenleri bakımından zenginleştirilebilecek iyi bir araç olarak tanımlamışlardır (Beleggia ve diğ. 2011). Yetişkinlerin yanı sıra özellikle çocukların makarnayı severek tüketmeleri bu gıdanın zenginleştirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Makarnanın zenginleştirilmesi ve fonksiyonelliğinin artırılmasıyla ilgili yapılan birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar bitkisel kaynaklarla zenginleştirme, hayvansal kaynaklarla zenginleştirme ve doğrudan eksik olan bileşen ile zenginleştirme olarak üç grupta incelenebilir. Bu çalışmalarda makarnadaki eksik olan gıda bileşenlerinin yerine koyulmaya çalışılmasının yanında özel beslenme durumu (çölyak hastaları vb.) olan bireyler için alternatif ürünler de geliştirilmeye çalışılmıştır.

1.1 Literatür Özeti

1.1.1 Makarnanın Bitkisel Kaynaklarla Zenginleştirilmesi

Makarna iyi bir karbonhidrat kaynağı olmasına karşılık protein ve özellikle lizin ve treonin gibi bazı amino asitler açısından fakirdir. Makarnanın besleyici değerini arttırmak için farklı bitkisel kaynaklarla zenginleştirilmesi yoluna gidilmiştir (Petitot ve diğ. 2010). Protein bakımından zengin olduğu bilinen baklagiller, bunun yanında içerdikleri lif, vitamin ve mineral maddeler nedeniyle de iyi bir zenginleştirme kaynağı olarak çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır.

Shogren ve diğ. (2006) yaptıkları bir çalışmada, makarna bileşimine %25, %35 ve %50 oranında soya fasulyesi unu ilave ederek ucuz ve yüksek beslenme değerine sahip ürün elde edilmesini amaçlamışlardır. Soya fasülyesi unu ilavesi ile ham protein miktarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artışın meydana geldiğini bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmada örnekler bazı amino asitler açısından da incelenmiştir. Lizin amino asitinin kontrol örneğinde 0.41 g/100 g olduğunu, %25, %35 ve %50 soya fasulyesi ilave edilen örneklerde ise sırasıyla 1.07, 1.51, 1.75 g/100g'a yükseldiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda kontrol örneği ile %35'e kadar soya fasulyesi ilave edilmiş örneklerin tekstürel özellikleri ve lezzetinde önemli bir fark olmadığını ifade etmişlerdir.

Yapılan diğer bir çalışmada meksika fasülyesi unu buğday irmiğine %15 ve %30 oranlarında ikame edilip makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. Meksika fasülyesi unu ilavesi ile makarnada protein miktarının istatistiksel olarak anlamlı seviyede arttığı belirlenmiştir. Ayrıca makarnaların pişme zamanında azalma, pişme kaybında artma, sertliğinde ise azalma meydana gelmiştir. Meksika fasülyesi ilavesi ile renk değişimi arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda toplam fenolik madde miktarı da meksika fasülyesi ilavesi ile artış göstermiştir (Gallegos-Infante ve diğ. 2010).

Petitot ve diğ. (2010)'nin yaptıkları çalışmada, içeriğe %35 oranında bakla unu ve bezelye unu ilavesi ile makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. Her iki baklagil ununun kullanımı ile kontrol grubu makarna örneğine kıyasla pişme

kaybının arttığı, optimum pişme süresinin ve su tutma kapasitesinin azaldığı belirlenmiştir. Örneklerin protein miktarları incelendiğinde kontrol örneğinin protein miktarı %13.3 olarak tespit edilirken, %35 oranında bakla unu ilave edilen örneğin %18.8, bezelye unu ilave edilen örneğin ise %16.1 olduğu tespit edilmiştir. Üretilen makarnalar toplam lif içerikleri bakımından değerlendirildiğinde, kontrol örneğinin %2.4, bakla unu ilave edilen örneğin %4.1 ve bezelye unu ilave edilen örneğin ise %6.2 toplam lif oranına sahip olduğu belirlenmiştir.

Giuberti ve diğ. (2015)'nin yaptıkları çalışmada pirinç ununa düşük fitik asitli ve lektin içermeyen bir tür fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) unu ikamesi ile glutensiz makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. Fasulye unu %20 ve %40 oranlarında formülasyona ilave edilmiştir. İlave edilme oranıyla paralel olarak diyet lifi ve protein miktarının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca optimum pişme süresinin ve su absorpsiyon kapasitesinin arttığı, buna karşın pişme kaybının ve tekstürel özelliklerin etkilenmediği tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda baklagillerin glutensiz gıdaları zenginleştirmek için çok iyi bir kaynak olduğu belirtilmiştir.

Gıdaları zenginleştirme amacıyla kullanılan diğer bir kaynak olan diyet lifi, sindirim enzimlerine dirençli gıda bileşenleridir. İnce bağırsakta sindirilmeyen buna karşın kalın bağırsakta tamamen ya da kısmen fermente olan diyet lifleri, suda çözünür ve suda çözünür olmayan diyet lifi olarak iki gruba ayrılmaktadır. Çözünür diyet lifi kandaki kolesterolün düşürülmesi ve glikozun bağırsaktaki absorpsiyonun azaltılmasına yardımcı olurken, çözünür olmayan diyet lifi bağırsak sağlığı ile ilişkilidir (Dülger ve Şahan 2011). Makarnanın diyet lifi bakımından zenginleştirilmesi amacıyla yapılan araştırmalarda genellikle kepek kullanılmıştır.

Yapılan bir çalışmada makarnanın ruşeym ve kepek kullanılarak zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada makarna ruşeym ile %10, %20, %30, %40, %50 ve %60 oranında zenginleştirilirken, kepek ile %10, %20 ve %30 oranında zenginleştirilmiştir. Ruşeym ve kepek ile zenginleştirme oranına paralel olarak diyet lifi miktarında artış meydana gelmiştir. %10 ruşeym ile zenginleştirilmiş makarna örneğinin kalite özellikleri minimum düzeyde

etkilenirken bunların yüksek antioksidan kapasitesine ve yüksek diyet lifi miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Ruşeym miktarı %30'un üzerine çıktığında makarna örneklerinin arzu edilmeyen renk ve duyuşal özelliklere sahip olduğu saptanmıştır. Kepek ile zenginleştirilen örneklerin renklerinin koyulaştığı belirlenmiştir. %10 kepek ilave edilen örneğin kontrol örneğiyle benzer duyuşal özelliklere sahip olduğu görülmüştür (Aravind ve diğ. 2012).

Krishnan ve diğ. (2012) tatlı patates ununa ikame olarak %10 ve %20 oranlarında yulaf, buğday ve pirinç kepeği ilavesi ile makarna üretimi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada iki farklı çeşitte tatlı patates kullanılmıştır. Diyet lifi oranı kontrol örneklerinde %2.67 ve %3.64 olarak tespit edilirken, tüm kepek ilaveli örneklerin diyet lifi miktarlarında artışın meydana geldiği ve en yüksek diyet lifi içeriğine sahip örneğin %20 oranında buğday kepeği ilave edilmiş örneğin (%14.98 ve %16.92) olduğu saptanmıştır. Bunun yanında pişirme analizleri sonucunda kepek ilave edilen örneklerde şişme derecesi ve pişme kaybında azalma meydana geldiği bunun sebebinin ise daha sıkı bir protein-nişasta ağından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Ayrıca kepek ilavesi ile nişasta sindirilebilirliğinin azaldığı tespit edilmiştir.

Yapılan diğeri bir çalışmada, buğday kepeği ilavesi ile yüksek lif içeriğine sahip makarna üretiminin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Makarna üretiminde irmiğe %20, %25, %30, %35 ve %40 oranlarında buğday kepeği ikame edilmiş ve makarnaların bazı fiziksel, kimyasal, duyuşal ve pişirme özellikleri incelenmiştir. Kepek ilave oranı arttıkça protein, yağ, kül ve toplam diyet lifi miktarında artışın yanında makarnanın renginde koyulaşma meydana gelmiştir. Optimum pişme süresi kontrol örneğinde 10 dk., %40 kepek ilaveli örnekte 9.5 dk. olarak belirlenirken, diğeri örneklerin optimum pişme sürelerinin kontrol örneğine göre daha uzun olduğu belirlenmiştir. Pişme kaybının %20, %25 ve %30 oranında buğday kepeği ile zenginleştirilen örneklerde kontrol örneğinden daha az olduğu belirlenmiştir. Duyuşal olarak tat, sertlik, yapışkanlık, çignenebilirlik ve esneklik açısından örnekler değerlendirilmiştir. Lif oranı artışı ile orantılı olarak sertlikte, çignenebilirlikte ve yapışkanlıkta artma, esneklikte azalma, tatta ise arzu edilmeyen değışim meydana gelmiştir (Sobota ve diğ. 2015).

Reaktif oksijen türleri öncelikle buldukları ortamda mevcut olan antioksidanları okside ederler. Antioksidanlar oksidasyon sürecinin farklı aşamalarında rol oynayabilirler (Çaklı 2010, Cemeroğlu 2013). Makarnaların antioksidan kapasitenin artırılması amacıyla da çeşitli kaynaklarla zenginleştirme çalışmaları yapılmıştır. Soğanın yapısında bulunan flavanoidlerin antioksidan özellikleri sayesinde zenginleştirme için iyi bir kaynak olduğu vurgulanmaktadır. Yapılan bir çalışmada soğan tozu %5, %10 ve %15 oranlarında makarna üretiminde kullanılmıştır. Örnekler kıyaslandığında %10 soğan tozu ilave edilen örneklerin kontrole en yakın duyuşal özellikleri gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol örneğinde pişme kaybı %2.6 olarak belirlenirken, %5, %10 ve %15 soğan tozu ilave edilen örneklerde sırasıyla %5.42, %5.74 ve %8.16 olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan gluten miktarının azalmasıyla makarna örneklerinin pişme kaybının arttığı ifade edilmiştir (Rajeswari ve diğ. 2013).

Bileşimine kurutulmuş Hindistan kahverengi deniz yosunu (*Sargassum marginatum*) ilavesi yapılan makarnaların kalite özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada toz haldeki ($38\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulmuş ve öğütölmüş) yosunlar, buğday irmiğine %1, %2.5 ve %5 oranında ilave edilmiştir. Karışımlardan hazırlanan hamurlardan üretilen makarnalar 75°C 'de 3 saat hava akımlı kurutucuda kurutulmuştur. Pişmiş ağırlığın en yüksek ve pişme kaybının en düşük olduğu makarna örneğinin, %2.5 oranında toz haldeki deniz yosunu ilave edilen örnek olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneğinde toplam fenolik madde içeriği 0.09 mg Gallik Asit Eşdeğeri (GAE)/g olarak tespit edilirken, %1 ve %2.5 oranında deniz yosunu ilave edilen örneklerin 0.11 mg GAE/g, %5 deniz yosunu kullanılan örnekte ise 0.13 mg GAE/g toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. %2.5'den daha fazla deniz yosunu ilave edilen örneklerde yosun tadının baskın olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda %2.5 toz haldeki deniz yosunu ilavesi ile üretilen örneğin biyoyararlılık ve kabul edilebilirlik açısından en iyi örnek olduğu vurgulanmıştır (Prabhasankar ve diğ. 2009a).

Sant'Anna ve diğ. (2014)'nin yaptıkları çalışmada, makarna üzüm posası tozu ile zenginleştirilmiştir. Bu uygulamada %2.5, %5 ve %7.5 oranında üzüm posası tozu ilave edilen makarnaların pişirme özellikleri, kimyasal özellikleri ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. %2.5 oranında üzüm posası tozu ilave edilen

örneğin kontrol örneğine ve diğer örneklere göre ağırlık artışının daha yüksek, pişme kaybının ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarlarının ilave edilme oranına paralel olarak arttığı saptanmıştır. Duyusal analizler sonucunda %2.5 üzüm posası tozu ilave edilen örneğin kontrol örneğiyle benzer özellikler gösterdiği ifade edilmiştir.

Aranibar ve diğ. (2018) makarna üretiminde %2.5, %5 ve %10 oranlarında kısmen yağı alınmış chia tohumu (KYCT) kullanımının makarna özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Chia tohumu özellikle içerdiği kafeik asit sayesinde iyi bir antioksidan madde kaynağı olarak bilinmektedir. Dolayısıyla bileşime KYCT ilave edildiğinde makarna örneklerinin antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarlarında artışın meydana geldiği tespit edilmiştir. Bunun yanında toplam diyet lifi, kontrol örneğinde %2.86 iken, artan KYCT ilavesi ile diyet lifi içeriğinde artış meydana geldiği ve %10 KYCT ilave edilen örneğin toplam diyet lifi miktarının %9.08'e yükseldiği belirlenmiştir.

Karabuğdayda rutin, kuersetin, kaempferol, orientin/izoorientin, ve viteksin/izoviteksin gibi birçok flavonoidin olduğu belirtilmiştir. Ancak karabuğdayda en fazla bulunan ve en önemli olan flavonoid bileşenin rutin (P vitamini) olduğu ifade edilmektedir. Yapılan bir çalışmada erişte (noodle) üretiminde buğday irmiğine ikame olarak %10, %20, %30 ve %40 oranlarında karabuğday unu kullanılmıştır. Karabuğday unu ilavesiyle rutin miktarının önemli ölçüde arttığı saptanmıştır. Karabuğday unu ilave oranı arttıkça erişteletin sertlik ve yapışkanlık değerlerinin azaldığı, optimum pişme zamanının azaldığı ve pişme kaybının arttığı belirlenmiştir (Choy ve diğ. 2013).

Vücut proteinlerinin oluşumu için temel kaynak, yiyeceklerin içinde bulunan proteinlerdir. İnsan vücudu bazı amino asitleri (esansiyel) sentezleyemediği gibi, amino asitleri birinden diğerine çevirmekte de sınırlı bir yeteneğe sahiptir. Proteinin yapısında bulunan esansiyel amino asitlerin çeşidi ve sindirilebilirlik özelliği proteinin biyolojik değerini belirler (Baysal 2009; Bilişli 2012). Gıdalarda eksikliği bulunan bu esansiyel amino asitlerin, zenginleştirme ile giderilmeye çalışılması araştırmalara konu olmuştur. Yapılan bir çalışmada kinoa ununun özellikle histidin ve lizin amino asitleri bakımından zengin olması nedeniyle makarna zenginleştirilmesinde kullanımı araştırılmıştır. Bu çalışmada

kontrol örneği ile %20 oranında kinoa unu ve %20 oranında fermente edilmiş kinoa unu ilave edilen makarna örneklerinin amino asit miktarları incelendiğinde, kinoa unu ilave edilmiş örneklerde kontrol örneğine kıyasla özellikle histidin, lösin, lisin ve metionin amino asit içeriklerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yükseldiği belirlenmiştir (Lorusso ve diğ. 2017).

Baklagillerin de iyi bir protein kaynağı olduğu bilinmektedir. Ancak bunların metionin, sistein ve triptofan gibi kükürt içeren amino asitler bakımından fakir olduğu, bunun yanında lisin amino asiti bakımından ise oldukça zengin olduğu belirtilmiştir (Petitot ve diğ. 2010). Yapılan bir çalışmada glutamik asit, prolin, lisin, sistein ve metionin amino asitleri, tamamı buğday irmiğinden üretilen makarnada sırasıyla 4.81, 1.67, 0.22, 0.33 ve 0.21 g/100g olarak tespit edilirken, %30 nohut unu ilave edilmiş örnekte sırasıyla 4.22, 1.51, 0.62, 0.33 ve 0.20 g/100g olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla %30 nohut unu kullanılması durumunda makarnanın belirtilen amino asitler bakımından belirgin bir değişime uğramadığı ortaya konmuştur (Wood 2009).

Yağ asitleri moleküldeki karbon sayısına ve karbonlar arasında çift bağ bulunup bulunmamasına göre sınıflandırılırlar. 6'dan az karbon bulunduranlar kısa, 6-10 karbon bulunduranlar orta, 10'dan fazla karbon bulunduranlar ise uzun zincirli yağ asitleri olarak tanımlanmışlardır. Diğer bir sınıflandırmada ise yapısında çift bağ içermeyen yağ asitleri doymuş yağ asitleri, çift bağ içeren yağ asitleri ise çift bağ sayısına göre tekli ya da çoklu doymamış yağ asitleri olarak isimlendirilirler. Doymuş yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitleri insan vücudunda sentezlenebilirler. Yağ dışarıdan vücuda alınmadığında bile karbonhidrat ve protein metabolizması ile oluşan asetil-CoA'dan sentezlenebilirler. Çoklu doymamış yağ asitlerinin bazıları ise vücutta sentezlenemez ve dışarıdan alınması gerekir. Bunlara esansiyel yağ asitleri denilmektedir. Birçok yağın bileşiminde yer alan linoleik ve α -linoleik asitin esansiyel yağ asidi olduğu bilinmektedir. α -linoleik asitin elongaz ve desaturaz enzimleri yardımıyla eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokozaheksaenoik asite (DHA) dönüşebildiği ancak bu sentezin vücutta sınırlı düzeyde yapıldığı belirtilmiştir. Bu nedenle hamilelik süresince bebeğin gelişimde olumlu etkilerinin olması, yetişkin bireylerde birçok kardiyovasküler rahatsızlığı azaltma ve

alzheimer'ı önlemede etkilerinin olması nedeniyle EPA ve DHA'nın gıdalar ile vücuda doğrudan alınmasının faydalı olacağı bildirilmiştir (Baysal 2009; Swanson ve diğ. 2012). Yapılan bilimsel araştırmalarda *Nannochloropsis* mikroalginin yüksek miktarda EPA içerdiği bildirilmiştir. Bu algin sahip olduğu yüksek EPA bileşeninin özellikle makarna gibi bir gıdaya aktarılabilmesi konusunda yapılan bir çalışmada %10, %20, %30 ve %40 oranlarında *Nannochloropsis* sp. mikroalgini makarna formülasyonuna ilave edilmiştir. EPA kontrol grubu makarna örneğinde tespit edilemezken, %10, %20, %30 ve %40 mikroalg ilave edilen örneklerde sırasıyla 39.2 mg/100g, 127.7 mg/100g, 236.7 mg/100g, 309.8 mg/100g (kuru maddede) olarak tespit edilmiştir. Omega-3 grubu yağ asitleri toplamı ise kontrol örneğinde 5.3 mg/100g, %10, %20, %30 ve %40 oranında zenginleştirilmiş örneklerde sırasıyla 45 mg/100g, 141.1 mg/100g, 250.9 mg/100g ve 324.6 mg/100g (kuru maddede) olarak belirlenmiştir. Ayrıca mikroalg ilave edilme oranı arttıkça omega-6 grubu yağ asitleri açısından da örneklerin zenginleştiği bildirilmiştir (Rodriguez De Marco ve diğ. 2018).

1.1.2 Makarnanın Hayvansal Kaynaklarla Zenginleştirilmesi

Vücut gelişiminin sağlanması ve dokuların onarılması için gerekli olan proteinlerin hayvansal ve bitkisel kaynaklardan sağlanabileceği, günlük alınması gereken proteinin üçte birinin hayvansal kaynaklı olması gerektiği ve bunun için de kırmızı et, kanatlı eti, balık, süt ve yumurtanın düzenli şekilde tüketilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Bilişli 2012, Dursun 2006).

Makarnanın, özellikle protein bakımından zenginleştirilmesi amacıyla hayvansal kaynakların kullanımına ilişkin yapılan çalışmalarda, çeşitli su ürünleri, bazı et çeşitleri, süt ve süt ürünleri gibi farklı kaynakların kullanımı üzerinde durulmuştur.

Dhanasettakorn (2008)'un yaptığı bir çalışmada dondurularak kurutulan (liyofilize) sığır kalbi makarna üretiminde %10 ve %30 oranında kullanılmıştır. Örneklerin koenzim Q₁₀ içeriği ve fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Sığır kalbi ilavesi ile makarnadaki nem ve toplam karbonhidrat miktarında azalma, ham yağ, kül, kolesterol ve ham protein miktarında artış meydana geldiği tespit

edilmiştir. Koenzim Q₁₀ bileşiği kontrol örneğinde mevcut değilken, %10 liyofillize sığır kalbi kullanılan pişmiş makarna örneğinde 4.26 µg/g kuru ağırlık, %30 oranında aynı materyalin ilave edildiği pişmiş makarna örneğinde ise 11.29 µg/g kuru ağırlık olarak tespit edilmiştir.

Baskaran ve diğ. (2011) araştırmalarında, erişte (noodle) bileşimine peynir altı suyu protein konsantresi ve yağsız süt tozu ilave ederek besleyici değerini arttırmayı amaçlamışlardır. Örneklere %5, %7.5 ve %10 oranında peynir altı suyu protein konsantresi, yağsız süt tozu ve bunların kombinasyonu (1:1) ilave edilmiştir. Hazırlanan erişte örnekleri hacim artışı, ağırlık artışı, şişme oranı ve pişme kaybı açısından incelenmiştir. Hacim artışı, ağırlık artışı ve şişme oranının kullanılan tüm maddelerin (yağsız süt tozu, peynir altı suyu proteini konsantresi ve ikisinin kombinasyonu) konsantrasyonlarının artmasıyla azaldığı tespit edilmiştir. Pişme kaybının ise ilave edilen madde konsantrasyonunun artmasıyla paralel olarak artış gösterdiği belirlenmiştir.

Kırmızı et yüksek biyolojik değere sahip proteinleri içermesinin yanında demir, selenyum, A vitamini, B₁₂ vitamini ve folik asit gibi önemli mikro gıda bileşenlerini içermesi nedeniyle, gıdaların zenginleştirilmesinde iyi bir kaynak olarak görülmektedir. Bu amaçla Liu ve diğ. (2016) yaptıkları çalışmada, farklı oranlarda (%0, %15, %30, %45) sığır eti emülsiyonu ilavesiyle makarna üretimi gerçekleştirmişler ve makarnaların bazı özelliklerinde meydana gelen değişimi incelemişlerdir. Sığır eti emülsiyon oranı arttıkça makarnaların gıda bileşenleri bakımından daha zengin bir kaynak haline geldiği tespit edilmiştir. Bunun yanında makarnaların pişme kaybında artış, şişme derecesinde azalma meydana geldiği gözlenmiştir. Ayrıca çekme direncinde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artmanın meydana geldiği tespit edilmiştir. Diğer bir ifadeyle, makarnaların kırılması için daha fazla güce ihtiyaç duyulması gerektiğidir. Bu da yapısal bakımdan makarnaların daha dayanıklı hale geldiğini göstermektedir. Duyusal analizlerin sonucuna göre ise tüm parametreler bakımından en yüksek puanlara %30 oranında sığır eti emülsiyonu ilave edilmiş örneklerin sahip olduğu belirlenmiştir.

Pal ve diğ. (2017) tavuk eti ve yumurta sarısı tozunu erişte (noodle) zenginleştirmesinde kullanmışlardır. Erişte formülasyonlarına zenginleştirme

kaynaklarının %5, %10 ve %15 oranlarında ilaveleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda örneklerin protein miktarlarında artışın meydana geldiği belirlenmiştir. Yumurta sarısı tozu ilave edilen örneklerin sertliklerinin hem kontrol örneğinden hem de tavuk eti ilaveli örneklerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. 15 puanlık kantitatif tanımlayıcı analiz tekniğiyle yapılan duyu analizi sonucuna göre, yumurta sarısı tozu ilave edilen örneklerin tümünün toplam kalite puanlarının 6.9'dan yüksek olduğu, tavuk eti ilave edilen örneklerin toplam kalite puanlarının ise 9.2'den yüksek olduğu saptanmıştır.

Yapılan diğer bir çalışmada tavuk etinden elde edilen kıyma %30, %40 ve %50 oranlarında erişte (noodle) formülasyonuna ilave edilmiştir. Pişme süresi kontrol örneğinde yaklaşık 9 dk. olarak belirlenirken, tavuk kıyması ilave edilmesi ile bu sürenin uzadığı ve %50 tavuk kıyması ilaveli örnekte yaklaşık 13.5 dk. olduğu tespit edilmiştir. Kontrol örneğinde protein miktarı ortalama %15.325 olarak saptanırken, %30, %40 ve %50 tavuk kıyması ilave edilen örneklerde sırasıyla %24.113, %30.608, %34.108 olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda örneklere tavuk kıyması ilave oranı arttıkça yağ ve kül miktarında artış meydana gelirken, ham lif oranında azalma meydana geldiği, ayrıca hacim artışı ve pişme kaybının da belirgin olarak azaldığı belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda ise %30 oranında zenginleştirilen örneğin en çok beğenilen örnek olduğu ifade edilmiştir (Verma ve diğ. 2014).

Su ürünleri, protein ve omega-3 grubu doymamış yağ asitleri bakımından iyi bir kaynaktır. Su ürünlerindeki protein miktarı genel olarak %11-25 arasında değişmektedir. Bu proteinleri önemli yapan esansiyel amino asitleri yüksek ve dengeli oranda içermeleri ve yüksek sindirilebilirlik özelliğine sahip olmalarıdır. 200 g balık etinin günlük ihtiyaç duyulan valin, treonin, lösin, izolösin ve lisin amino asitlerini karşılayabileceği belirtilmiştir. Su ürünlerindeki temel bileşenlerden bir diğeri ise yağlardır. Yağ miktarı balık türüne ve biyolojik duruma göre %1'in altında olabildiği gibi %30'un üzerine kadar çıkabilir. Kabuklu su ürünlerindeki yağ miktarının ise %1-2 arasında değiştiği belirtilmiştir. Balık yağları yaklaşık olarak %20 oranında doymuş yağ asitlerinden %80 oranında doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır. Ayrıca omega-3 grubu yağ asitlerinden eikosapentanoik asit ve dekasoheksanoik asitlerin en önemli

potansiyel kaynağıdır (Varlık ve diğ. 2004; Çaklı 2010). Bu nedenle gıda zenginleştirmesinde su ürünleri önemli bir kaynak olarak görülmektedir.

Monteiro ve diğ. (2016) makarna üretiminde buğday irmiğine ikame olarak %6, %12, %17 ve %23 oranlarında tatlısu çipurası (*Oreochromis niloticus*) etinin toz halini kullanmışlardır. Toz halde balık eti ilavesiyle makarnaların yağ, protein ve kül içeriklerinde artış meydana gelirken, nem ve karbonhidrat miktarında azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir. Yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde doymuş yağ asidi bakımından örnekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı, ancak kontrol örneğine kıyasla balık eti tozu ilave edilen örneklerde tekli doymamış yağ asitlerinde azalma, çoklu doymamış yağ asitlerinde ise anlamlı düzeyde artışın meydana geldiği saptanmıştır. Ayrıca balık eti tozu ilave oranı arttıkça esansiyel amino asitlerden histidin, lizin, treonin, metionin, valin ve lösin ile esansiyel olmayan amino asitlerden arjinin, serin, glutamin, glisin, aspartik asit, glutamik asit, alanin ve tirosinde artışın meydana geldiği belirlenmiştir.

Desai ve diğ (2018a) makarna zenginleştirmesinde farklı oranlarda (%5, %10, %15, %20) balık (*Pseudophycis bachus*) eti tozu kullanmışlardır. Protein miktarının kontrol örneğinde %12.20, %20 balık eti tozu ilave edilmiş örnekte %30.12 olduğu belirlenmiştir. Balık eti tozu ilave oranı arttıkça in-vitro protein sindirilebilirliğinin ise azaldığı, bunun kontrol örneğinde %84.60 iken, %20 balık eti tozu ilave edilen örnekte %80.80'e kadar düştüğü tespit edilmiştir. Ancak protein yararlanabilirliği kontrol örneğinde %10.68 olarak tespit edilirken %5, %10, %15 ve %20 oranlarında balık eti ilave edilen örneklerde sırasıyla %13.63, %16.84, %20.50 ve %24.09 olarak belirlenmiştir.

Desai ve diğ. (2018b) yaptıkları diğer bir çalışmada %5, %10, %15 ve %20 oranlarında balık (*Oncorhynchus tshawytscha*) eti tozu ile zenginleştirdikleri makarnalarda zenginleştirme oranı arttıkça protein, yağ ve kül miktarında artışın meydana geldiği belirlenmiştir. Yağ asidi kompozisyonu analizi sonucunda balık eti tozu ilavesi ile palmitoleik asit (9c-16:1), paullinik asit (13c-20:1) ve vaksenik asit (11t-18:1) miktarında kontrol örneğine kıyasla artışın meydana geldiği, böylece toplam tekli doymamış yağ asitleri miktarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir artışın meydana geldiği belirlenmiştir. Kontrol örneğinde en çok

bulunan çoklu doymamış yağ asidinin linoleik asit olduğu bildirilmiştir. Makarna bileşimindeki balık eti tozu ilave oranı arttıkça örneklerin eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit miktarının da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığı belirlenmiştir.

Diğer bir çalışmada makarna içeriğine balık eti (BE), balık yağı (BY), hem balık eti hem de balık yağı (BEBY) ilave edilerek üretim gerçekleştirilmiştir. Balık eti %20 oranında, balık yağı %1 oranında, hem balık eti hem balık yağı ilave edilen örnekte balık eti %20, balık yağı %1 oranında ilave edilmiştir. Kontrol, BE, BY, BEBY örneklerinin protein miktarları sırasıyla %2.30, %4.82, %2.30 ve %4.84, yağ miktarları ise sırasıyla %1.42, %9.78, %2.31 ve %10.44 olarak bulunmuştur. Yağ asitleri kompozisyonu incelendiğinde örneklerin EPA miktarları sırasıyla %0.47, %1.06, %1.26, %1.64 olarak tespit edilirken DHA miktarları %0.19, %0.79, %1.15, %1.17 olarak belirlenmiştir (Anbudhasan ve diğ. 2014).

Dondurularak kurutulmuş (liyofilize) karides etinin makarna üretiminde irmik yerine %2.5, %5 ve %10 oranlarında kullanıldığı bir çalışmada, kontrol örneğinin protein miktarı %11.1 iken %2.5, %5, %10 kurutulmuş karides eti ilaveli makarna örneklerinin protein miktarları sırasıyla %12.3 %13.0 ve %15.9 olarak bulunmuştur. Kurutulmuş karides eti ilave oranı arttıkça makarnanın optimum pişme süresi ve sertliğinde artışın meydana geldiği belirlenmiştir. Ayrıca %5 kurutulmuş karides eti ilave edilen örneğin kontrol örneği kadar duyuşal olarak kabul edilebilir olduğu saptanmıştır. Taramalı elektron mikroskobu görüntüleri sonucuna göre %2.5 kurutulmuş karides eti ilavesinin protein matrisi ile nişasta granüllerinin etkileşimini arttırarak makarnanın yapısını kuvvetlendirdiği vurgulanmıştır (Ramya ve diğ. 2015).

Kadam ve Prabhasankar (2012) makarna formülasyonuna %10, %20 ve %30 oranında karides eti ilave etmişlerdir. Karides eti ilavesiyle üretilen makarnaların pişme zamanının ve pişme kaybının arttığı, pişmiş ağırlığının ise azaldığı belirlenmiştir. %20 karides eti ilavesine kadar, örneklerin duyuşal özellikleri çok etkilenmeden makarnanın besleyici değerinin arttığı saptanmıştır. Karides eti ilavesi ile makarnanın protein sindirilebilirliği ve yağ miktarında artış sağlandığı gözlenmiştir.

1.1.3 Makarnanın Doğrudan Eksik Olan Bileşen ile Zenginleştirilmesi

Gıda zenginleştirilmesi ile yeme alışkanlıklarında bir değişim meydana getirilmeden ve zenginleştirilmemiş gıdaya göre genelde %2'den az bir maliyetle üretiminin gerçekleştirilebileceği ifade edilmektedir (Dary ve Mora 2002). Bu işlem farklı şekillerde gerçekleştirilebilmekle beraber gıda zenginleştirilmesinde kullanılan yöntemlerden birisi de doğrudan eksik olan bileşenin gıda içeriğine ilave edilmesidir. Bu kapsamda özellikle vitamin, mineral maddeler, yağ asitleri, protein ve diyet lifi ile makarnanın zenginleştirilmesine yönelik farklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Protein içeriğinin artırılması amacıyla yapılan bir çalışmada, hardal protein izolatlarıyla (HPİ) %2.5, %5, %10 oranlarında zenginleştirilen makarnalar incelenmiştir. Protein miktarı kontrol örneğinde %11.5 iken %10 oranında zenginleştirilen örnekte bu oran %20.6'ya yükselmiştir. Pişirme özellikleri incelendiğinde, 10 g örneğin pişmiş ağırlığı kontrol örneğinde 31.4 g iken HPİ ilavesiyle azalarak %10 ilaveli örneklerde 26.5 g'a kadar düşmüştür. Pişirme özelliklerinin bir parametresi olan pişme kaybının ise HPİ ilavesiyle azaldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde yapışkanlık da HPİ ilavesiyle azalma göstermiştir. Sertlik değerleri kontrol örneğinde 77 gf iken %2.5, %5 ve %10 HPİ ilaveli örneklerde 90 gf'ye yükselmiştir. İn vitro protein sindirilebilirliği ise kontrol örneğinde %83 iken %10 HPİ ilaveli örneklerde %88.6'ya yükselmiştir (Alireza Sadeghi ve Bhagya 2008).

Yapılan bir başka çalışmada peynir altı suyu protein konsantresi (PASP), yumurta albümini (YA), pirinç kepeği protein konsantresi (PKP) ve soya protein konsantresi (SP) glutensiz makarna üretiminde kullanılmıştır. Makarnaların pişirme özellikleri incelendiğinde, optimum pişme süresi en yüksek PKP, en düşük PASP ilaveli örneklerde, pişme kaybı en yüksek PKP, en düşük YA ilaveli örneklerde ve su tutma kapasitesi en yüksek YA, en düşük PKP ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. Tekstürel özelliklerinden sertliğin en yüksek PASP, en düşük SP ilavesi ile üretilmiş örneğin sahip olduğu belirlenmiştir (Phongthai ve diğ. 2017).

Marti ve diğ. (2014) glutensiz makarnayı zenginleştirmede protein kaynağı olarak sıvı yumurta albümini ve kurutulmuş peynir altı suyu proteinini

kullanmışlardır. Sıvı yumurta albümini 15 g/100g pirinç unu, kurutulmuş peynir altı suyu proteini 3 g/100g pirinç unu olacak şekilde makarna formülasyonuna ilave edilmiştir. Örneklerin furosin miktarı araştırılmıştır. Furosinin asit hidrolizi sonucu meydana gelen formu maillard reaksiyonlarının başlangıcında oluşan amadori bileşiklerinden en fazla bulunanıdır. Bu nedenle son zamanlarda bir kalite göstergesi olarak kabul edilmiştir. Furosin miktarı sadece pirinç unundan üretilen kontrol örneğinde (K) 148 mg/100g protein, yumurta albümini ilave edilen örnekte (YA) 284 mg/100g protein, kurutulmuş peynir altı suyu proteini ilave edilmiş örnekte (PASP) ise 458 mg/100g protein olarak tespit edilmiştir. Örneklerin pişirme özellikleri incelendiğinde ise pişme kaybının en yüksek K örneğinde olduğu, en düşük ise YA örneğinde olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında örneklerin su absorpsiyon miktarlarında istatistiksel olarak bir farkın tespit edilemediği belirtilmiştir. Sertlik değerleri K, YA ve PASP örneklerinde sırasıyla 275 N, 308 N ve 245 N olarak bulunmuştur. Pişmiş makarnaların mikroyapıları incelendiğinde K örneğinin birçok küçük gözenekten oluşan bal peteği görümlü bir yüzeye sahip olduğu görülürken, YA örneğinde kolayca ayırt edilebilen ince bir protein tabakasının olduğu, gözenekli nişasta yapısının kaybolduğu ve protein ile nişasta granüllerinin sıkı bir şekilde dizilmiş olduğu görülmüştür. YA örneğindeki sertlik değerinin bu nedenle diğerlerinden yüksek olduğu belirtilmiştir. PASP örneğinde jelanize nişastalar bir araya toplanarak uzun protein iplikçiklerinden ayrıldığı görülmüştür. Bu durumun da protein-nişasta ağının yapısında birçok kusurun oluşmasına neden olduğu belirtilmiştir.

Makarnada tekstürden sorumlu olan ve pişirme özelliklerini etkileyen en önemli bileşen glutendir. Yapılan çalışmalarda makarnanın gıda bileşenleri bakımından zenginleştirilmesi için birçok gıda maddesi kullanılmıştır. Bunun yanı sıra ilave edilen gıdalara karşılık azalan glutenin makarna yapısını en az seviyede etkilemesi amaçlanmıştır. Yapılan bir çalışmada %5, %10, %15 ve %20 oranlarında soya protein konsantresi ilave ederek erişte (noodle) üretimi gerçekleştirmişlerdir. Soya protein konsantresi oranı erişte formülasyonunda arttıkça optimum pişme süresinin, pişme kaybının ve sertliğin arttığı, pişmiş ağırlığın ise azaldığı belirlenmiştir. Taramalı elektron mikroskobu görüntüleri incelendiğinde kontrol örneğinin daha sıkı bir jelanize nişasta ve gluten ağına sahip olduğu, soya protein konsantresi ilavesi ile nişasta-gluten ağının zayıfladığı

belirlenmiştir. Duyusal analizler sonucunda en yüksek puanı %10 soya protein konsantresi ilave edilmiş örneğin aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca soya protein konsantresi ilavesi arttıkça in-vitro protein sindirilebilirliğinin de arttığı görülmüştür (Khatkar ve Kaur 2018).

Sindirilemeyen frukto-oligosakkaritlerden olan inülin gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Brennan ve diğ. (2004)'nin yaptıkları bir çalışmada makarnaya %2.5, %5, %7.5 ve %10 oranında inülin ilave etmişlerdir. İnülin ilavesi arttıkça kuru madde miktarında ve pişme kaybında artma, su absorpsiyonunda ve şişme derecesinde azalma meydana gelmiştir. Tekstürel analiz sonucunda inülin ilavesiyle yapışkanlık ve esneklikte bir değişim meydana gelmezken sertlik değerinde azalma meydana gelmiştir. Örneklerin glisemik indeks değeri de incelenmiştir. İnülin ilavesiyle glisemik indeksin azaldığı gözlenirken, kontrol örneğiyle kıyaslandığında %2.5, %5, %7.5 ve %10 inülin ilavesiyle sırasıyla %2.3, %6.2, %7.4 ve %15 oranında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Nişasta tabiatında olmayan polisakkaritlerin nişasta degradasyonunu engellediği bu yüzden karbonhidratça zengin gıdaların sindirimi sırasında açığa çıkan şeker miktarını değiştirdiği vurgulanmıştır.

Beslenme uzmanları doymuş yağlardan elde edilen kaloringin %10'dan az olmasını, yağlardan elde edilen günlük kaloringin ise %30'dan fazla olmamasını önermişlerdir. Bu miktarlardan daha fazla yağ tüketiminin kalp hastalıklarına, bazı kansellere ve diyabet hastalıklarına yakalanma riskini arttırdığını ifade etmişlerdir. Bunun yanında diyetdeki kaloringin %6'sının omega-6 grubu yağ asitlerinden %1.5'unun ise omega-3 grubu yağ asitlerinden sağlanmasının gerektiği bildirilmiştir. En zengin omega-3 grubu yağ asidi kaynaklarının başında balık yağının geldiği belirtilmiştir (Arıman Karabulut ve Yandı 2006). Yapılan bir çalışmada toz halde mikroenkapsüle edilmiş rafine balık yağı (MRBY) ile makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. MRBY'nin toplam yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde %19 EPA ve %26 DHA içerdiği saptanmıştır. Bu çalışmada MRBY ilavesi ile makarnaların omega-3 grubu yağ asitleri bakımından zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. Makarna formülasyonuna %0.6, %1.2 ve %1.8 oranlarında MRBY ilave edilmiştir. Makarnalar yüksek sıcaklık ve düşük sıcaklıkta kurutulmuştur. Kurutma sıcaklığının yağ miktarına ve yağ asidi

kompozisyonuna etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Yüksek sıcaklıkta kurutulmuş makarnalardaki EPA ve DHA toplamı %0.6, %1.2 ve %1.8 MRBY ilave edilmiş örneklerde sırasıyla 74.2 mg/100g, 134.4 mg/100g ve 229.3 mg/100g olarak bulunmuştur. Yüksek sıcaklıkta kurutulmuş makarnaların duyu analizleri sonucunda kontrol örneği ile %0.6 ve %1.2 MRBY ilave edilen örneklerin arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. %1.8 MRBY ilave edilen örnekte ise alışılmamış bir aromanın olduğu belirtilmiştir (Iafelice ve diğ. 2008).

Özellikle nişasta ile zenginleştirilen makarnaların tekstür ve pişme kalitesi gibi fonksiyonel karakteristiklerini geliştirmek için nişasta modifikasyonları gerçekleştirilmektedir. Chandla ve diğ. (2017)'nin yaptıkları çalışmada amaranttan elde edilen nişasta, ısı-nem uygulaması ile modifiye edilmiştir. Amarant nişastası (AN), modifiye edilmiş amarant nişastası (MAN) ve mısır nişastası (MN) ilave edilerek erişte (noodle) üretimi gerçekleştirilmiştir. Pişme zamanı, pişmiş ağırlığı ve su absorpsiyon kapasitesinin en yüksek olduğu örneğin MN ilave edilen erişte örneklerinin olduğu belirlenmiştir. Su absorpsiyon kapasitesi ve pişmiş ağırlığın MAN ilave edilen örnekte, AN ilave edilen örneğe kıyasla oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Tüketici kabul edilebilirliğinde en önemli parametrelerden bir tanesinin duyu değerlendirme olduğu vurgulanarak, duyu analiz sonucuna göre en yüksek aroma ve tat puanlarını MAN ilave edilmiş erişte örneklerinin aldığı belirlenmiştir. Tekstür analizi sonucunda en yüksek sertlik değerine MN ilave edilmiş örneğin (21.90 N) sahip olduğu onu MAN (16.33 N) ve AN (14.42 N) ilave edilmiş örneklerin takip ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca nişasta modifikasyonunun örneklerin esneklik ve çiğnenebilirlik özelliklerini de geliştirdiği belirlenmiştir.

1.2 Tezin Amacı

Dünya genelinde hayvansal protein ihtiyacının yaklaşık ¼'ü su ürünleri aracılığıyla karşılanmaktadır. Bunun önemli bir kısmını ise balıklar oluşturmaktadır (Çaklı 2010). TÜİK verilerine göre Türkiye'de kişi başı ortalama balık tüketimi 2016 yılında 5.4 kg iken 2017 yılında 5.5 kg'a yükselmiştir (Anonim 2018). Balık eti yaklaşık %17-20 oranında protein içerir. Bu proteinleri

önemli yapan ise yüksek sindirilebilme özellikleri ile içerdikleri esansiyel amino asitlerdir. Bu özellikler sayesinde yüksek biyolojik değere sahiptirler (Çaklı 2010). Ayrıca balıkların mineral maddeler bakımından da zengin olduğu belirtilmiştir. İnsan vücudu ağırlığının %4'ünü mineraller oluşturmaktadır. Kalsiyum, fosfor, sodyum, potasyum, magnezyum, iyot, demir, bakır, flor, kobalt ve çinko su ürünlerinin içerdği önemli minerallerdendir (Turan ve diğ. 2006).

Balıklar insan beslenmesinde büyük öneme sahiptirler. Taze olarak tüketilmelerinin yanında, daha uzun süre muhafaza edilebilmeleri amacıyla çeşitli işlemlerden geçirilebilmektedirler. Dondurma, kurutma, tuzlama, marine etme, tütsüleme ve konserve yapma bu işlemlerden bazılarıdır. Özellikle tütsülemeye duman bileşenlerinin ürüne verdiği aroma ile değişik bir lezzet meydana gelmektedir. Tütsülenmiş balık genellikle fileto şeklinde ambalajlanarak satılmaktadır. Temizlenen ve tütsülen balık filetolarının standart bir ağırlıkta paketlenmesi için filetoların kenar kısımları kesilmekte ve üretim artığı olarak ortaya çıkmaktadır. Kırıntı ismi verilen ve tütsülenmiş fileto ile birebir aynı özellikleri taşıyan bu parçaların katma değeri yüksek ürünlere işlenebilmesi üretim artığı değerlendirme açısından önem taşımaktadır.

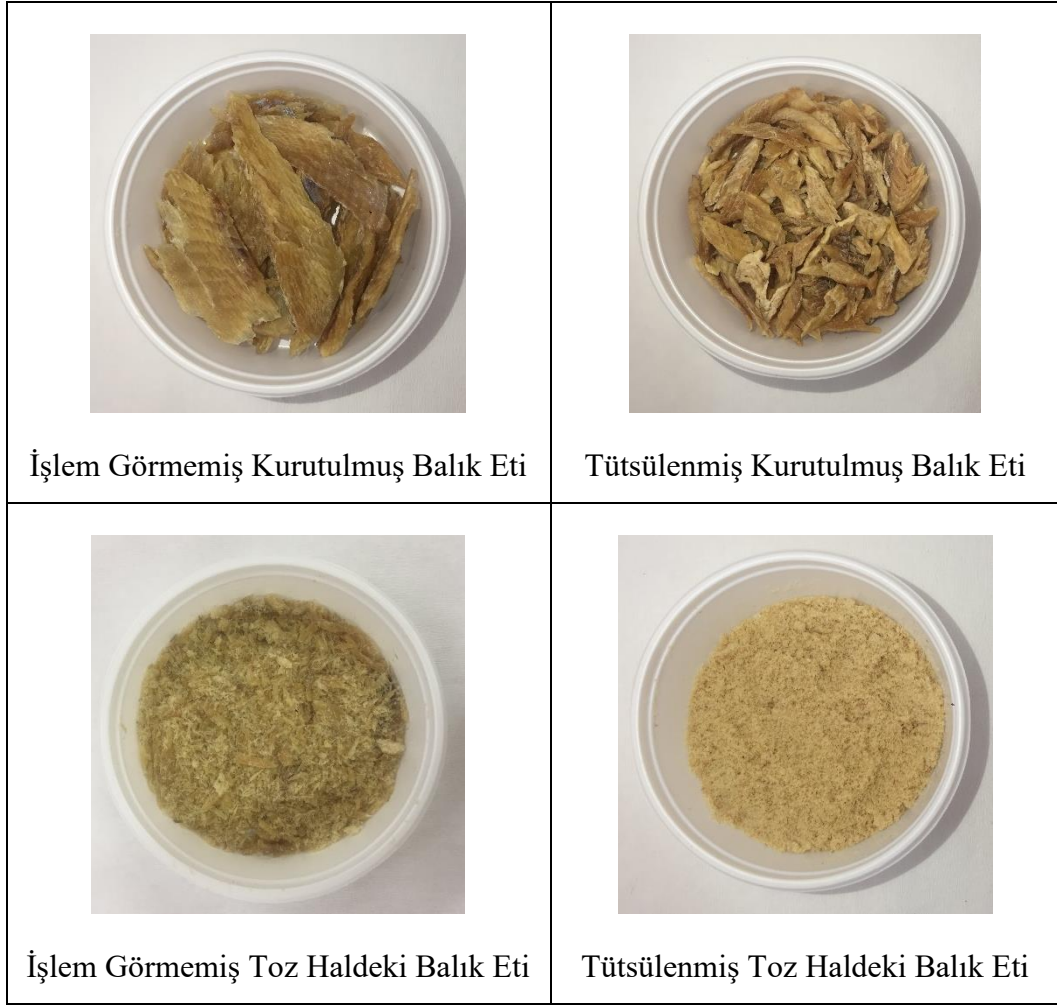
Bu çalışmada, birçok gıda bileşeni açısından zengin olan balık etinin makarna üretiminde kullanımının, ürün bileşimi ve ürünün teknolojik, duyu ve diğer bazı özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bunun ortaya konulabilmesi için işlem görmemiş balık etleri ve tütsülenmiş balık etleri kurutulup öğütülerek toz haline getirilmek suretiyle makarna formülasyonuna %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında ilave edilmiştir. Böylece besleyicilik özelliklerinin artırılıp makarnaya fonksiyonellik kazandırılması amaçlanmıştır. Diğer taraftan özellikle balığın tat koku gibi duyu özelliklerinden hoşlanmayan bireyler için alternatif bir ürün geliştirilmesi ve tütsülenmiş balık üretiminde üretim artığı olarak ortaya çıkan parçaların (kırıntı) değerlendirilmesi için alternatif bir yaklaşım oluşturulması amaçlanmıştır.

2. YÖNTEM

2.1 Materyal

2.1.1 Makarna Üretiminde Kullanılacak Toz Haldeki Balık Etinin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) etleri Denizli ilinde faaliyet gösteren özel bir su ürünleri işleme tesisinden temin edildi. İşlem görmemiş balıklar temizlenmiş, deri ve kemiksi yapılarından arındırılmış halde filetolar şeklinde temin edilirken, tütsülenmiş haldekiler tütsüleme sonrası standart ağırlıktaki ambalajlara yerleştirme esnasında fileto haline getirilen tütsülenmiş alabalıkların fazlalıklarının alınması aşamasında ortaya çıkan artıkların biriktirilmesi ile temin edildi. Materyaller 3-4 kez ağırlığının 2-3 katı soğuk suyla (5-8 °C) yıkandı. Yıkama suyu olarak %0.8 tuz ihtiva eden çözelti kullanıldı. Son yıkamada tuzun da uzaklaştırılabilmesi için belirtilen sıcaklıktaki soğuk suyla yıkama gerçekleştirildi. Fazla suyu giderilen yıkanmış materyaller 50±2 °C sıcaklıkta kabin tipi kurutucuda (Yücebaş Makine Tic. Ltd. Şti., İzmir, Türkiye) nem oranı %10'un altına düşünceye kadar kurutuldu. Kurutulan örnekler öğütücüde (Waring Blender, Torrington, CT., USA) <1000 µm tanecik boyutuna getirilerek makarna bileşimine ilave edilecek forma (toz haline) dönüştürüldü. Kurutulan ve toz hale getirilen balık eti örnekleri Şekil 2.1'de görülmektedir.



Şekil 2.1: Kurutulan ve toz hale getirilen balık eti örnekleri

2.1.2 Makarnaların Üretilmesi

Araştırmada:

1) Toz haldeki balık eti ilavesi yapılmadan sadece *Triticum durum* buğdayından elde edilen irmik kullanılarak (kontrol grubu) üretilen makarna,

2) İrmik yerine %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında işlem görmemiş toz haldeki balık eti (İTBE) ilave edilerek üretilen makarna,

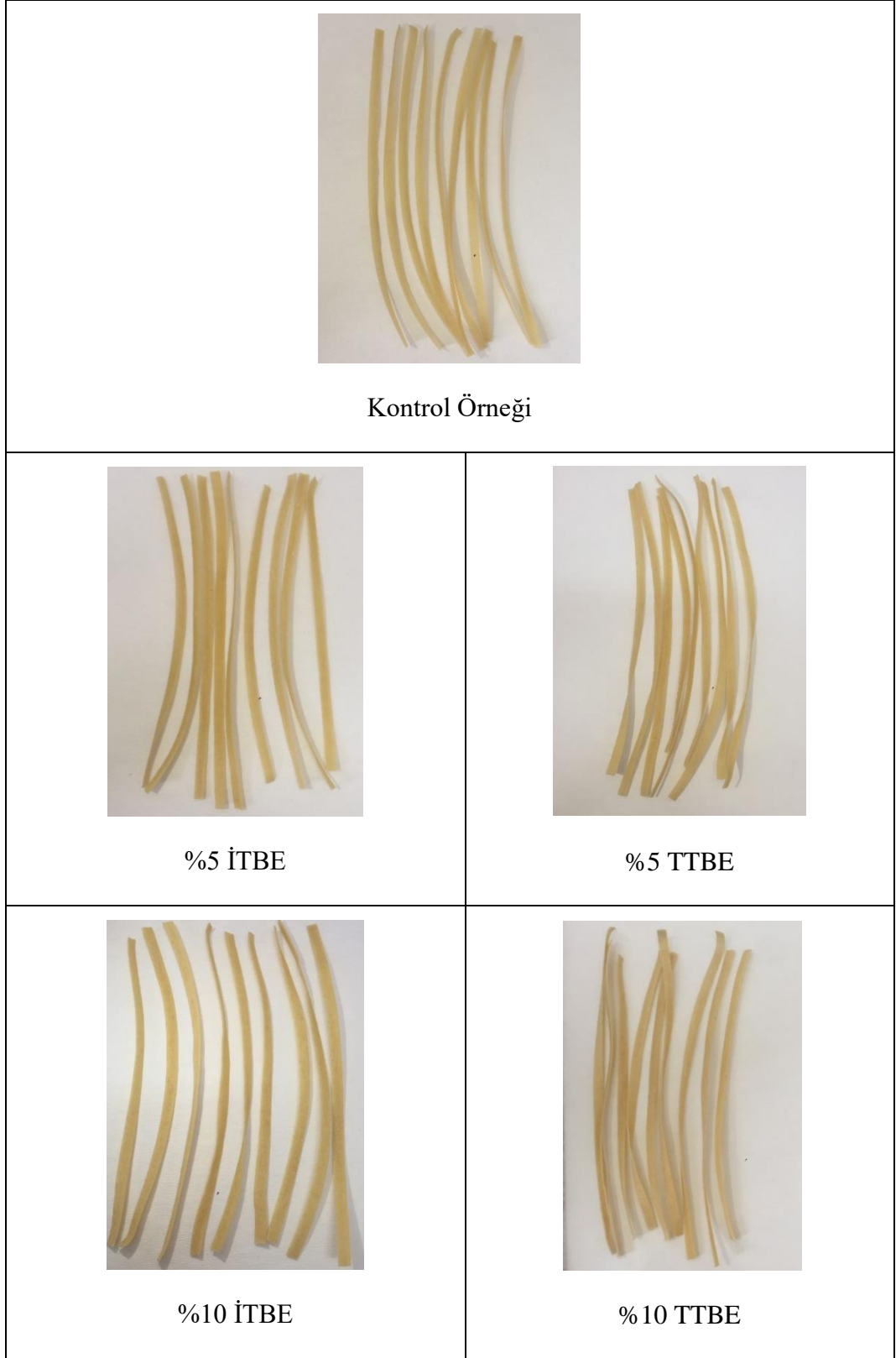
3) İrmik yerine %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında tütsülenmiş toz haldeki balık eti (TTBE) ilave edilerek üretilen makarna olmak üzere toplam 11 farklı formülasyonda üretim gerçekleştirildi (Tablo 2.1).

Makarna formülasyonları belirlenirken örneklerin tuz içerikleri İTBE ilave edilerek üretilen makarnalarda %1, TTBE ilave edilerek üretilen makarnalarda %1.5 olacak şekilde ayarlandı. TTBE'nin tuz içeriği %6.3 olduğundan, TTBE ikame edilen her bir makarna formülasyonuna ilave edilecek TTBE'nin içerdiği tuz miktarına göre eklenecek tuz miktarı ayarlandı. Ayrıca üretim sırasında kullanılacak su miktarı ön denemelerle belirlendi.

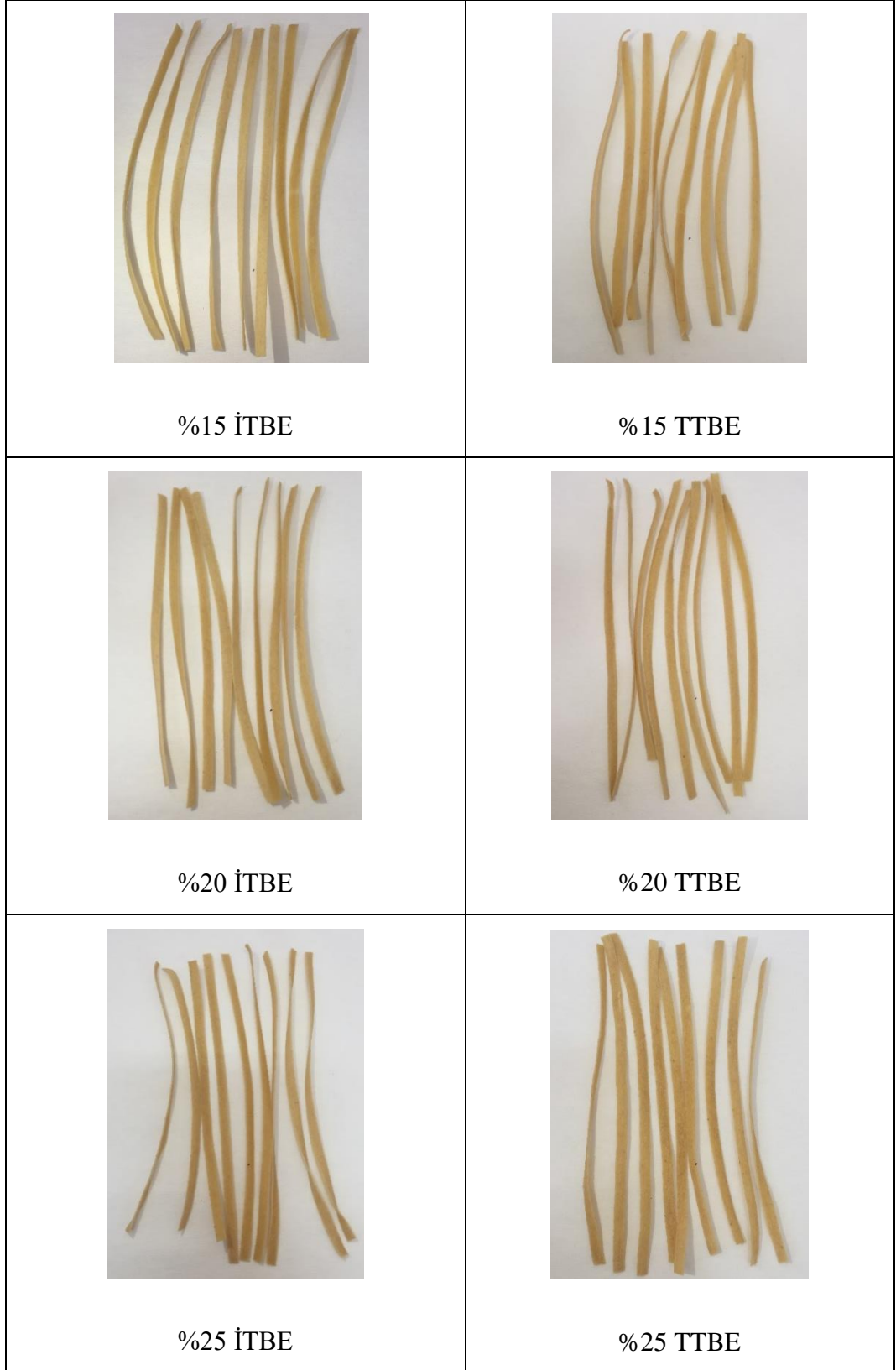
Tablo 2.1: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin bileşimleri

Makarna Örnekleri	Toz haldeki balık eti (%)	İrmik (%)	Tuz (%)	Su (Ön denemelerle belirlenen oran, %)
Kontrol	-	100	1.0	34
%5 İTBE	5	95	1.0	34
%10 İTBE	10	90	1.0	36
%15 İTBE	15	85	1.0	37
%20 İTBE	20	80	1.0	39
%25 İTBE	25	75	1.0	40
%5 TTBE	5	95	1.2	34
%10 TTBE	10	90	0.9	36
%15 TTBE	15	85	0.5	39
%20 TTBE	20	80	0.2	39
%25 TTBE	25	75	0.0	41

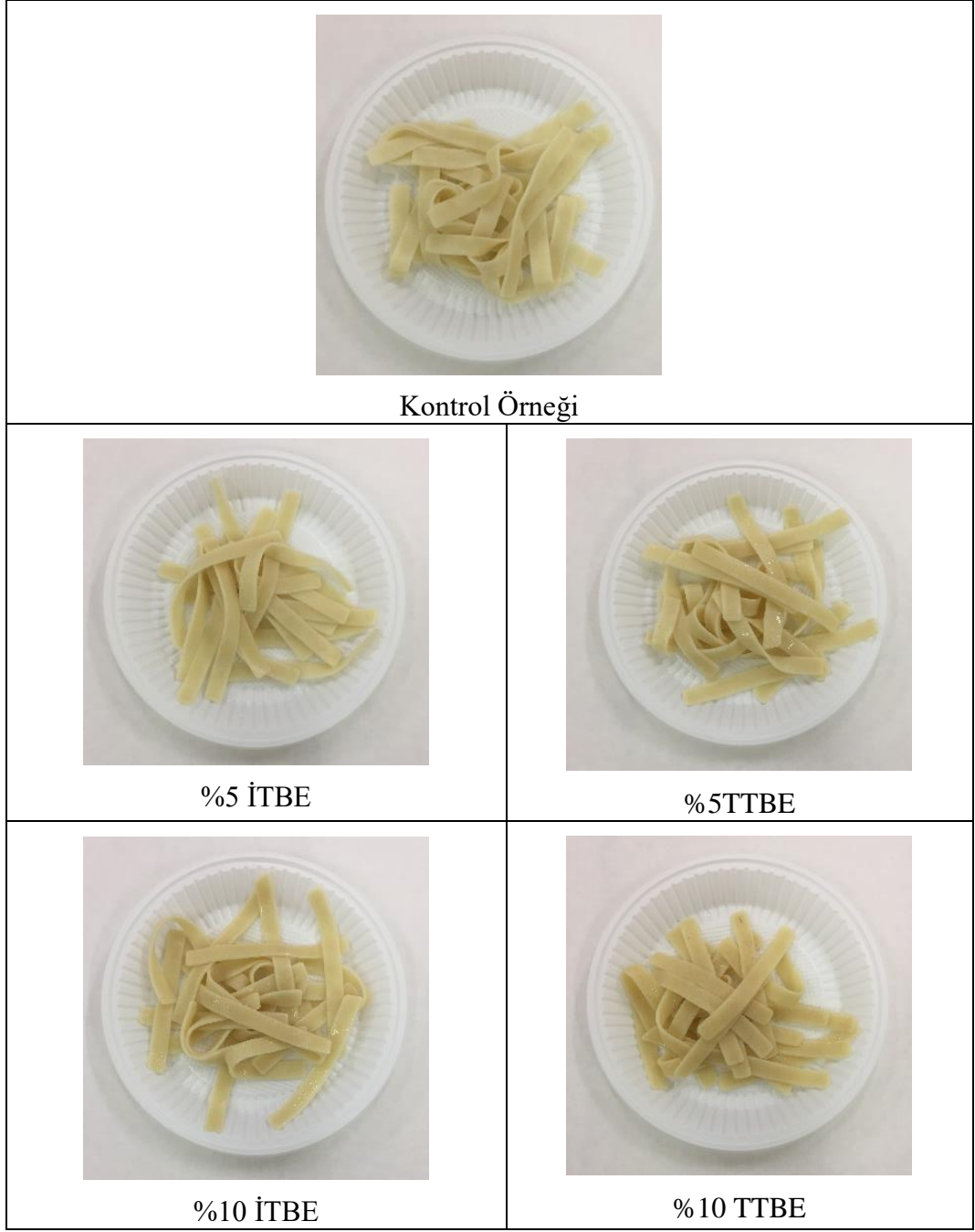
Formülasyona göre hazırlanan bileşenler makarna üretim makinesinin (Dolly, La Monferrina, İtalya) yoğurma haznesine koyularak 10 dk. boyunca karıştırılıp hamurun oluşması sağlandı. Bu hamurlar makarna makinesinin 28 numaralı başlığı ile 6 mm genişliğinde ve 0.85 mm kalınlığında şekil verilerek 10 cm uzunluğunda kesildi. Böylece yassı uzun makarna üretimi gerçekleştirildi. Şekil verilen makarnalar daha sonra nem içeriği %10'un altına ininceye kadar oda sıcaklığında kurutuldu (20-25 °C'de, ~20 saat). Örnekler kuru şekilde nem geçirmez ambalajlarda (PET+COEX PA) paketlenip, analizler gerçekleşinceye kadar oda sıcaklığında muhafaza edildi. Kurutulmuş ve kurutulduktan sonra pişirilmiş makarna örnekleri sırasıyla Şekil 2.2 ve Şekil 2.3'de gösterilmiştir.



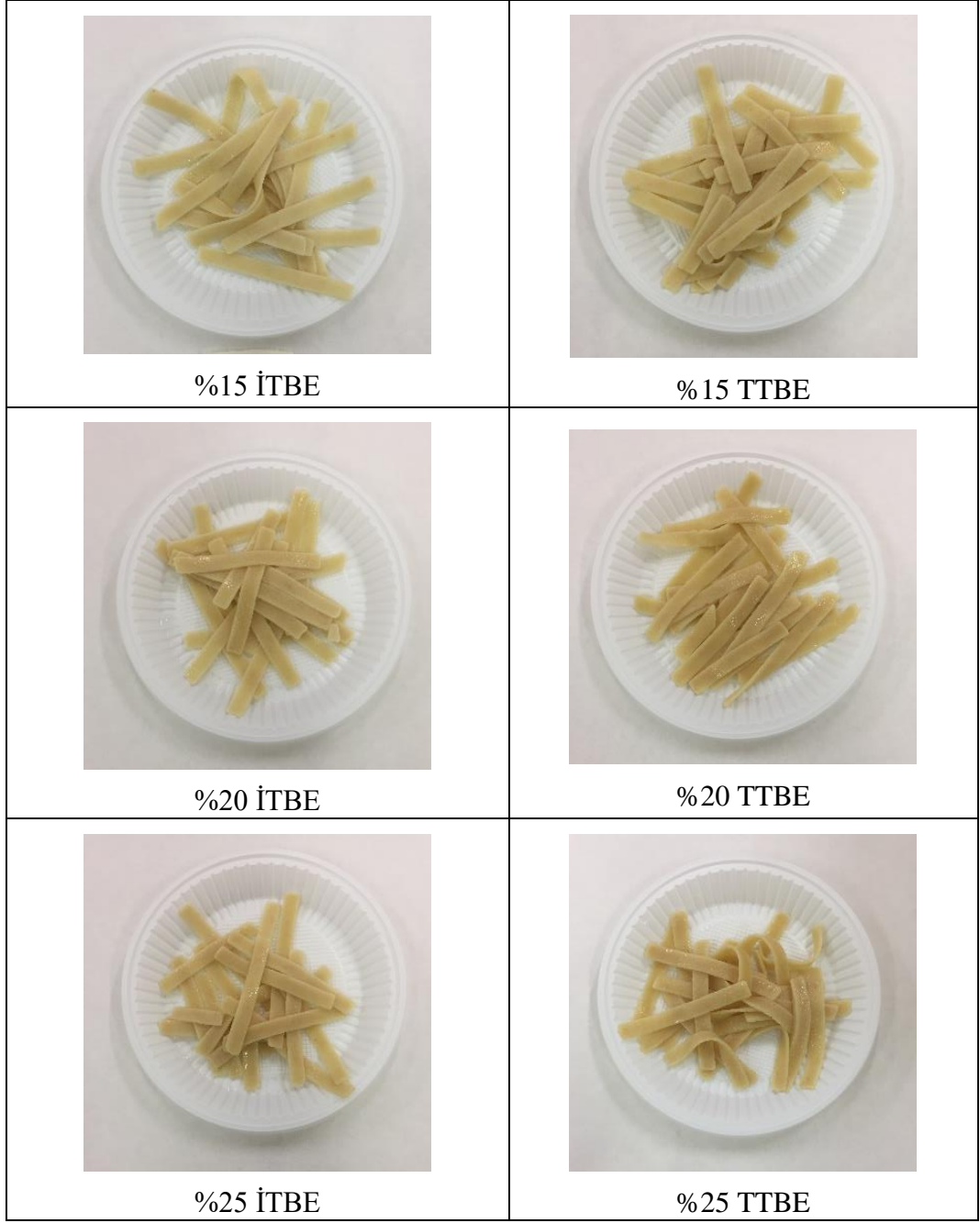
Şekil 2.2: Kurutulmuş makarna örneklerine ait görüntüler



Şekil 2.3: Kurutulmuş makarna örneklerine ait görüntüler (devam)



Şekil 2.4: Pişmiş makarna örneklerine ait görüntüler



Şekil 2.5: Pişmiş makarna örneklerine ait görüntüler (devam)

2.2 Metot

2.2.1 Kimyasal Analizler

2.2.1.1 Nem Tayini

Analizde kullanılacak kurutma kapları 105 ± 2 °C'deki etüvde (UNB 400, Memmert GmbH+Co. KG, Schwabach, Almanya) sabit tartıma getirildi. Kurutma kaplarına örneklerden 5 g tartıldı ve 105 ± 2 °C'deki etüvde sabit tartıma gelene kadar kurutma işlemi gerçekleştirildi. Kurutmayla uzaklaştırılan nem miktarı örneklerin başlangıçtaki ağırlıklarına oranlanarak nem içerikleri hesaplandı (AOAC 1990).

2.2.1.2 Kül Tayini

Porselen krozeler sabit tartıma getirilip desikatörde soğutulduktan sonra darası alındı. Homojen hale getirilen örneklerden yaklaşık 1 g krozelere tartıldı. Örnekler tamamen beyaz kül elde edilinceye kadar kül fırınında (Select-Horn, JP Selecta, Barselona, İspanya) 650 ± 5 °C'de yakıldı ve desikatörde soğutulup tartımı gerçekleştirildi. İşlem sonunda krozelerdeki kalıntının ağırlığı başlangıçtaki örnek ağırlığına oranlanarak kül miktarı hesaplandı (AOAC 1990).

2.2.1.3 Ham Yağ Tayini

Örneklerin yağ tayini Soxhlet Yöntemi'ne göre yapıldı (AOAC 1990). Ekstraksiyon işleminde çözücü olarak petrol eteri kullanıldı ve yağ miktarı yüzde olarak hesaplandı.

2.2.1.4 Ham Protein Tayini

Örneklerin protein tayini Dumas Yöntemi'ne göre Dumatherm analiz cihazı (Gerhardt GmbH & Co. KG, Königswinter, Almanya) kullanılarak gerçekleştirildi. Hammaddelerin ve makarna örneklerinin protein miktarları 6.25 faktörü kullanılarak hesaplandı (Shea ve Watts 1939).

2.2.1.5 Karbonhidrat Miktarının Hesaplanması

Makarna örneklerinin ve hammaddelerin karbonhidrat (%) miktarları nem, ham protein, ham yağ ve kül miktarlarının toplamının 100'den çıkartılması ile hesaplandı (Cardenas-Hernandez ve diğ. 2016).

2.2.1.6 Kalori Değerinin Hesaplanması

Makarna örneklerinin ve hammaddelerin kalori değerleri; içeriklerinde bulunan protein ve karbonhidrat miktarları için 4 kcal/g, yağ miktarı için 9 kcal/g katsayısı ile çarpımı sonucunda bulunan değerlerin toplanması suretiyle hesaplandı. Sonuçlar kcal/100g olarak verildi (Souci ve diğ. 2000).

2.2.1.7 pH Tayini

Saf su ile 1:10 oranında karıştırılan örnekler homojenizatörde (Ultra Turrax, T18 IKA, Wilmington, USA) homojen hale getirildi ve dijital pH metre (Basic 20+ model, Crison Instruments, Barselona, İspanya)'nin elektrodunun doğrudan bu karışıma daldırılması ile pH ölçümleri yapıldı.

2.2.1.8 Tuz Tayini

Örneklerin tuz analizleri Mohr Yöntemi'ne göre gerçekleştirildi (AOAC 1990). Öğütülen örneklerden 5 gram tartıldı ve 100 mL'lik balon jöjeye

aktarılarak üzeri saf su ile tamamlandı. Karışım iyice çalkalandı ve kaba filtre kağıdından geçirilerek süzüldü. Filtrattan 10 mL alınarak fenolfitaleyn indikatörlüğünde 0.1 N NaOH ile nötrale edildi. Daha sonra indikatör olarak 2 mL %5'lik potasyum kromat çözeltisi kullanılarak 0.1N AgNO₃ çözeltisiyle titrasyon gerçekleştirildi.

$$\text{Tuz (\%)} = V(f)(0.005844)(Sf)(100)$$

V: Titrasyonda harcanan 0.1N AgNO₃ miktarı (mL)

f: 0.1 N AgNO₃ çözeltisi faktörü

Sf: Seyreltme faktörü

0.005844: 1 mL AgNO₃ çözeltisinin eşdeğeri 0.005844 g NaCl'dür.

2.2.1.9 Su Aktivitesi Tayini

Örneklerin su aktivitesi (a_w) değerleri su aktivitesi tayin cihazı (Gbx FA-st Lab, Fransa) kullanılarak gerçekleştirildi. Örnekler a_w tayin cihazının haznesine yerleştirilerek değerlerin sabitlenmesi beklendi. Değer sabitlendikten sonra kaydedildi.

2.2.1.10 Amino Asit Kompozisyonu Tayini

Amino asit kompozisyonu tayini HPLC (Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi) cihazıyla Erkan ve diğ. (2010)'nin belirttiği yonteme göre gerçekleştirildi. Makarna örnekleri ve kullanılan hammaddeler için önce hidroliz işlemi uygulandı. Bu amaçla sızdırmaz kapaklı ve ısıya dayanıklı cam şişelerin içine, öğütölmüş örneklerden 1 g tartıldı. Üzerine 1g/L fenol içeren 6 M'lık HCl çözeltisinden 25 mL ilave edildi. Şişelerin kapakları sıkıca kapatıldıktan sonra 120±1 °C'de 24 saat etüvde (UNB 400, Memmert GmbH+Co. KG, Schwabach, Almanya) tutularak hidroliz işlemi gerçekleştirildi. Süre sonunda oda sıcaklığına kadar soğuması beklenen şişe içindeki örnekler balon jöjeye aktarıldı ve ilave

edilen HCl miktarında azalma olduğu tespit edilenlerin hacmi 25 mL'ye 6 M'lık HCl çözeltisi ile tamamlandı. Hidroliz işlemi tamamlanan örneklerden 0.1 mL alınarak üzerlerine 30 mL ultra saf su ilave edildi ve membran filtre (Sartorius, 0.20 µm) kullanılarak süzüldü.

Hazırlanan her bir membran filtre süzüntüsünden 20 µL alınarak deney tüpüne aktarıldı ve üzerine 60 µL tampon çözelti (AccQ·Fluor Borate Buffer, Waters, USA), 20 µL ayıraç çözelti (AccQ·Fluor, Reagent, Waters, USA) ilave edilerek 30 sn. vorteksle karıştırıldı. Vortekslenen örnekler 1 dk. oda sıcaklığında bekletildikten sonra 10 dk. 55°C'de ısıtma işlemine tabi tutuldu. Bu şekilde derivatize edilmiş örnekten 5 µL alınarak Shimadzu LC-10 VP (Kyoto, Japonya) model HPLC cihazında, floresan dedektör ve C₁₈ kolonu (AccQ.Tag™, Waters, Milford, USA) kullanılarak analizi gerçekleştirildi. Analizde Eluent A olarak AccQ.Tag™ Eluent A (WAT 052890, Waters, Milford, USA)/ Ultra saf su (10:100) ve Eluent B olarak Asetonitril/ ultra saf su (60:40) kullanıldı. Akış hızı 1 mL/dk., kolon fırın sıcaklığı 37°C olarak ayarlandı. Her bir amino asitin miktarı kalibrasyon eğrisinden hesaplandı. Kalibrasyon eğrisinin hazırlanmasında standart amino asit çözeltisi olarak 100 pmol/µL, 300 pmol/µL, 500 pmol/µL ve 700 pmol/µL konsantrasyonlarda amino asit karışımı kullanıldı.

2.2.1.11 Mineral Madde Kompozisyonu Tayini

Hammaddeler ve makarna örnekleri 0.5 mm elek çapına sahip değirmende (IKA A11 Basic, IKA-Werke GmbH, Staufen, Almanya) öğütüldü. Analiz için 0.5 g homojen örnek alınarak üzerine 10 mL HNO₃ eklendi ve 280 °C'de mikrodalgada yaş yakma işlemi gerçekleştirildi. Yaş yakmanın ardından bu örnekler filtre kağıdı (Whatman No:42) kullanılarak 50 mL'lik balon jöjelere süzüldü ve geri kalan hacim saf su ile tamamlandı. Elde edilen süzüntüler Perkin Elmer Optima 2100 DV (Massachusetts, USA) model Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spektrometresi (ICP-OES) kullanılarak element (mineral madde) miktarları tespit edildi (Kaçar ve İnal, 2008; Boss ve Fredeen 2004).

2.2.1.12 In-Vitro Protein Sindirilebilirliği

Üretimi gerçekleştirilen makarnaların in-vitro protein sindirilebilirliği Akeson ve Stahmann (1964)'ın belirlediği yöntemle göre gerçekleştirildi. 2 g örneğin üzerine 15 mL 0.1 N HCl (1.5 mg pepsin içeren) ilave edildi ve 3 saat 37°C'de inkübasyona bırakıldı. Süre sonunda 0.5 N NaOH ile nötrale edildi. 0.2 M fosfat tampon çözeltisi (4mg pankreatin enzimi içeren, pH 8) ve 0.005 M sodyum azit ilave edilerek 37°C'de 1 gece inkübasyona bırakıldı. İnkübasyon sonrası %10'luk trikloroasetik asit ilave edilerek 3000 rpm'de 20 dk. santrifüjlendi. Üst fazdan 1mL alınarak protein tayini gerçekleştirildi (P1).

$$\text{Protein sindirilebilirliği(\%)} = \frac{P1}{P2} \times 100$$

P1: Enzim muamelesi yapılmış makarnadaki toplam protein

P2: Enzim muamelesi yapılmamış makarnadaki toplam protein

2.2.1.13 Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite tayininde kullanılmak üzere tüm örneklerden ve hammaddelerden ekstraktlar hazırlandı. Ekstraktların hazırlanması için 1 g örnek tartıldı ve 10 mL %70'lik sulu metanolla homojenize edildi. 10 dk. ultrasonik su banyosunda (E 60 H Model, Elma Co., Almanya), ardından 15 dk. mekanik çalkalayıcıda (WiseShake SHO-1D, Wertheim, Almanya) karıştırıldıktan sonra 4°C'de 8500 devir /dk.'da 20 dk. santrifüj (NF 1200 R, Nüve, Türkiye) edildi. Santrifüjleme işleminin sonrası üstteki berrak kısım pastör pipeti ile amber renkli şişelere alındı. Santrifüj tüplerinin dibinde kalan çökeltide aynı işlemler bir kez daha tekrarlandı.

Toplam fenolik madde tayini Folin- Ciocalteu (FC) metoduna göre gerçekleştirildi (Singleton ve diğ. 1999). Kalibrasyon eğrisinin çizimi için 25-100 µM aralığındaki gallik asit çözeltileri kullanıldı.

1mL örnek ekstraktı üzerine 5 mL Folin-Ciocalteu/saf su (1:10) çözeltisi ve 4 mL Na₂CO₃ (75 g/L) ilave edilip vortekslendi. 2 saat oda sıcaklığında karanlıkta bekletilen örneklerin spektrofotometrede (T80 UV/VIS model, PG Instruments Ltd., İngiltere) 760 nm'de absorbans değerleri okundu. Sonuçlar kalibrasyon eğrisi üzerinden mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100g kuru madde olarak hesaplandı.

2.2.1.14 Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivite tayini 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) metoduna göre yapıldı (Thaipong ve diğ. 2006). Kalibrasyon eğrisinin çizimi için 10-50 µM aralığındaki trolox çözeltileri kullanıldı.

DPPH stok çözeltisi 24 mg DPPH/ 100 mL metanol şeklinde hazırlandı ve kullanılıncaya kadar -20 °C'de saklandı. DPPH çalışma çözeltisinin hazırlanması için DPPH stok çözeltisi 515 nm dalga boyunda absorbans değeri 1.1±0.02 olacak şekilde methanol ile karıştırıldı. Analizde 150 µL örnek ekstaktı (Bölüm 2.2.1.13'de belirtildiği şekilde hazırlanan) üzerine 2850 µL DPPH çalışma çözeltisi ilave edildi ve karışımlar 1 saat oda sıcaklığında karanlık bir ortamda bekletildi. Her bir örneğin absorbansı 515 nm dalga boyunda spektrofotometrede (T80 UV/VIS model, PG Instruments Ltd., İngiltere) okundu ve sonuçlar kalibrasyon eğrisi üzerinden µmol trolox eşdeğeri (TE)/ 100g kuru madde olarak hesaplandı.

2.2.2 Fiziksel Analizler

2.2.2.1 Renk Analizi

Makarna üretiminde kullanılacak hammaddelerin, makarna örneklerinin ve optimum pişme süresince pişirilmiş makarna örneklerinin yüzey renk değerleri (L^* , a^* , b^*) Hunter-Lab Mini Scan XE (Hunter Associates Laboratory, Reston, VA) kolorimetresi kullanılarak tespit edildi.

Ayrıca kontrol örneği ile toz haldeki balık eti ilave edilmiş örnekler arasında farkın belirlenmesi amacıyla toplam renk değişim (ΔE) değerleri aşağıdaki formülasyona göre hesaplandı.

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

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

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

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

Yamauchi (1989)'e göre ΔE değerlerinin görsel renk farklılıkları aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

(0-0.5, iz miktardaki fark); (0.5-1.5, insan gözüyle fark edilmesi zor); (1.5-3.0, eğitim almış panelistler tarafından saptanabilir); (3.0-6.0, toplumun çoğu tarafından algılanabilir); (6.0-12.0, aynı renk grubundaki büyük farklılık); (12'den fazla; başka bir renk grubu).

2.2.2.2 Tekstür Analizi

Üretilen makarna örneklerinde Brookfield marka CT3 tekstür analiz cihazı (Brookfield Engineering Laboratories Inc., USA) kullanılarak tekstür analizi gerçekleştirildi.

Makarna örneklerinin kırılmalılığının belirlenmesi amacıyla 3 nokta kırılma testi uygulandı. Bu testte iki tanesi tekstür analiz cihazının alt tablasına bir tanesi ise yük hücresine adapte edilmiş prob (TA-TPB) kullanıldı. Makarna örneği alt tabladaki donanım üzerine yerleştirildi ve yük hücresindeki donanım aşağıya doğru hareket ederek örneğin merkezine kuvvet uygulaması sonucu makarnanın kırılması sağlandı. Yöntemdeki parametrelerden test öncesi, test anı ve test sonrası hızları sırasıyla 2 mm/s, 1 mm/s ve 1 mm/s, tetikleyici kuvvet 1 N, kırılma mesafesi 1 mm olarak belirlendi.

Piştirilen makarna örneklerinde makarnanın elastikiyetini belirlemek için gerilme testi uygulandı. Bu testte probu (NA-NTF) oluşturan silindirlere bir tanesi alt tablaya bir tanesi ise tekstür analiz cihazının yük hücresine bağlıdır. Test sırasında makarna silindirlere iki ucundan gergin bir şekilde sarılarak sabitlendi. Yük hücresine bağlı olan silindir yukarı doğru hareket ederek makarnanın kopması sağlandı. Elde edilen maksimum gerilme kuvveti kopmaya karşı direnci (elastikiyeti) gösterdi. Metotta test öncesi, test anı ve test sonrası hızları sırasıyla 2 mm/s, 3 mm/s ve 4.5 mm/s, tetikleyici kuvvet 0.05 N, çekme mesafesi 50 mm olarak belirlendi.

Piştirilmiş makarnanın yüzey yapışkanlığının belirlenmesi için adezyon testi uygulandı. Bu metotta 6 cm x 5 cm boyutlarında plaka şeklindeki prob (TA-PFS) kullanılarak piştirilmiş makarnaya sıkıştırma kuvveti uygulandı ve makarna serbest kalana kadar plaka kaldırıldı. Yapışkanlık, bu plakayı örnek yüzeyinden ayırmak için gerekli olan maksimum kuvvet olarak belirlendi. Metot parametreleri test öncesi, test anı ve test sonrası hızları sırası ile 2mm/s, 0.5 mm/s ve 0.5 mm/s, bekleme süresi 2 saniye, tetikleyici kuvvet 0.2 N, sıkıştırma miktarı 0.2 mm olarak belirlendi.

Ayrıca piştirilmiş makarnanın sertliğinin belirlenmesi için kesme testi uygulandı. Makarna örnekleri tekstür analiz cihazının alt tablasına yerleştirilerek bıçak benzeri bir prob (TA-PFS-C) ile örneğin ikiye bölünmesi sağlandı. Metotta kullanılan test öncesi, test anı ve test sonrası hızları sırası ile 2 mm/s, 1 mm/s ve 1 mm/s, tetikleyici kuvvet 2 N, kesme kalınlığı 0.8 mm olarak belirlendi (Edwards ve diğ. 1993; Tudorica ve diğ. 2002; Yeyinli 2006).

2.2.3 Mikrobiyolojik Analizler

Makarna üretiminde kullanılacak olan toz haline getirilen balık etilerinde, irmikte ve üretilen her bir makarna örneğinde maya-küf sayımı ve toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımı yapıldı (Halkman 2005). Ayrıca makarna örneklerinde depolama sırasında mikrobiyolojik olarak meydana gelebilecek değişimin ortaya koyulması amacıyla depolamanın 4., 8. ve 12. aylarında bu analizler tekrarlandı.

2.2.3.1 Toplam Maya Küf Sayımı

Uygun şekilde alınan örneklerden dilüsyonlar hazırlandı. Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBC, Merck 100466) besiyerine dökme plaka yöntemine göre ekimler yapıldı. Petri kapları 30°C'de 5 gün inkübasyona bırakıldı. Oluşan koloniler sayılarak, sonuçlar log kob/g olarak ifade edildi (Halkman 2005).

2.2.3.2 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı

TMAB sayımı için homojen şekilde örnekler alındı ve bunlardan uygun şekilde dilüsyonlar hazırlandı. Halkman (2005)'a göre Plate Count Agar (PCA, Merck 105463) besiyerine dökme plaka yöntemine göre ekimler yapıldı. Ekim sonrası petri kapları 30°C'deki etüvde 48 saat inkübasyona bırakıldı. Oluşan koloniler sayıldı ve sonuçlar log kob/g olarak hesaplandı.

2.2.4 Pişirme Analizleri

Kontrol örneği ile %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında tütülenmiş ve tütülenmemiş toz haldeki balık eti ilave edilerek üretilen makarna örneklerinde optimum pişme süresi, suya geçen madde miktarı, hacim artışı, şişme derecesi, su tutma kapasitesi ve toplam organik madde miktarı belirlendi.

2.2.4.1 Optimum Pişme Süresi

Makarna örneklerinin optimum pişme süresinin belirlenmesi için öncelikle örnekler 5 cm uzunluğunda kesildi. Daha sonra 25 g makarna örneği 300 mL kaynayan saf suda pişirilmeye başlandı ve 5 dk. sonra bir parça makarna alınıp cam levhalar arasında sıkıştırılarak ezildi. Cam levhalar arasında ezilen makarnanın ortasında açık renkli pişmemiş kısım görülmeyinceye kadar bu işleme 30 saniye ara ile devam edildi. Pişirme işlemine başlandığı andan itibaren cam

levhalar arasında açık renkli kısım görülmeyinceye kadar geçen süre dk. olarak tespit edildi (AACC 2000).

2.2.4.2 Suya Geçen Madde Miktarı

10 g makarna (M1) 250 mL saf su içerisinde optimum pişme süresince pişirildi. Pişirme süresi sonunda, daha önce sabit tartıma getirilerek darası alınmış bir beherin (D) içine bühner hunisi kullanılarak süzüldü. Su damlalarının akması bittikten sonra pişme kabına 50 mL oda sıcaklığında saf su ilave edildi ve kap çalkalanarak bühner hunisi üzerindeki makarna bu su ile yıkandı. Beher içerisinde toplanan tüm süzüntü kuruyuncaya kadar su banyosunda (NB9, Nüve, Ankara, Türkiye) su uzaklaştırıldı. Etüvde (UNB 400, Memmert GmbH+Co. KG, Schwabach, Almanya) 105 ± 2 °C 'de sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletildi ve soğutulularak tartıldı (M2). Sonuçlar aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplandı (AACC 2000).

$$\text{Suya Geçen Madde Miktarı (\%)} = \frac{M2 - D}{M1} \times 100$$

2.2.4.3 Hacim Artışı

250 mL'lik bir ölçü silindirine belli miktar (koyulacak makarnanın üstünü kaplayacak kadar) su koyuldu. Makarnalar 5 cm boyunda kesilerek ölçü silindirindeki suyun içerisine atıldı. Su seviyesindeki artıştan makarnanın hacmi (V1) belirlendi. Aynı işlem optimum pişme süresince pişirilmiş ve bühner hunisinden süzölmüş makarna için de tekrarlandı (V2). Aşağıdaki eşitlik yoluyla hacim artışı (%) hesaplandı (Kaur ve diğ. 2012).

$$\text{Hacim Artışı (\%)} = \frac{V1 - V2}{V1} \times 100$$

2.2.4.4 Şişme Derecesi

Optimum pişme süresince makarna örnekleri pişirildi ve süzülerek tartıldı (M1). Daha sonra tartımı gerçekleştirilen bu örnekler 105±2 °C’de etüvde (UNB 400, Memmert GmbH+Co. KG, Schwabach, Almanya) kurutularak tartımı gerçekleştirildi (M2). Aşağıdaki eşitlik kullanılarak şişme derecesi hesaplandı (Cleary ve Brennan 2006).

$$\text{Şişme Derecesi} = \frac{M1 - M2}{M2}$$

2.2.4.5 Su Tutma Kapasitesi

Makarna örneklerinden 10 g (M1) alınarak optimum pişme sürelerince pişirildi. Pişme süresi sonunda örnekler süzüldü ve tartımı gerçekleştirildi (M2). Aşağıdaki eşitlik kullanılarak su tutma kapasitesi hesaplandı (Marti ve diğ. 2011).

$$\text{Su Tutma Kapasitesi (\%)} = \frac{M2 - M1}{M1} \times 100$$

2.2.4.6 Toplam Organik Madde Miktarı Tayini

Toplam organik madde (TOM) miktarı tayini D’Egidio ve diğ. (1982)’ne göre yapıldı. 250 mL kaynayan su içerisine koyulan 25 g örnek 13 dk. süreyle pişirildi. Buhner hunisinden süzülerek 10 dk. kendi haline bırakıldı. Bu sürenin sonunda örnek başka bir erlendeki 125 mL saf su içerisine koyularak 12 dk. boyunca 4 dk.’da bir karıştırıldı. Örnek süzülerek ayrıldı. Kalan süzüntüden 5 mL alınarak 80°C’deki etüvde suyu tamamen uzaklaştırıldı. Kalıntının üzerine 10 mL 1 N K₂Cr₂O₇ ilave edildi ve kalıntının tamamen ıslanması sağlandı. Üzerine 20 mL derişik H₂SO₄ ilave edildi ve 1 dk. karıştırıldı. Karıştırma işleminden sonra 30 dk. kendi haline bırakıldı. Daha sonra 200 mL saf su ilave edildi. 1 mL %0.5’lik difenilamin indikatörü kullanılarak 0.5 N Fe(NH₄)(SO₄)₂ çözeltisi ile renk menekşeden yeşile dönene kadar titrasyon gerçekleştirildi. Bir de örnek ilave

edilmeden kör deneme yapıldı ve toplam organik madde miktarı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplandı.

$$TOM(g \text{ nişasta}/100g) = [(B - S) * \left(\frac{20}{B}\right) * 3.75 * 400 * 0.9 * 1.0283]/1000$$

B: Kör denemede harcanan 0.5 N Fe(NH)₄(SO₄)₂ çözeltisi

S: Örnekte harcanan 0.5 N Fe(NH)₄(SO₄)₂ çözeltisi

20: 10 mL 1N K₂Cr₂O₇ çözeltisine karşılık gelen 0.5 N Fe(NH)₄(SO₄)₂ çözeltisi (mL)

3.75: 1 mL 0.5 N Fe(NH)₄(SO₄)₂ çözeltisine karşılık gelen glikoz miktarı (mg)

400: Seyreltme faktörü

0.9: Glikozu nişastaya çevirme faktörü

1.0283: Nişastanın oksitlenmeyen miktarı için düzeltme faktörü

1000: mg'ı g'a çevirme faktörü

TOM miktarı 2.1'den büyük ise pişme kalitesi “düşük”, 2.1-1.4 arasında ise “iyi”, 1.4'den küçük ise “çok iyi” şeklinde tanımlanmıştır.

2.2.5 Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntülemesi

Makarna örnekleri dondurarak kurutma yöntemiyle Savant Modulyod-230 (Thermo Electron Corporation, USA) marka liyofilizatör kullanılarak kurutuldu. Kurutulan örnekler altınla kaplandıktan sonra FEI Quanta 250 FEG marka (Hillsboro, Oregon, USA) taramalı elektron mikroskobuyla yüzey görüntüleri 100X ve 2500X büyütme oranlarında alındı (Anonim 2007a).

2.2.6 Duyusal Analiz

Üretilen makarna örnekleri optimum pişme sürelerince pişirildi. Pişirme suyuna %1 tuz ve %1 mısırözü yağı ilave edildi. Duyusal analiz sırasında makarna örnekleri sıcak bir şekilde ve her bir örnek ayrı ayrı kaplarda olacak biçimde sunuldu. Örnekler rastgele seçilen 3 basamaklı sayılar ile kodlandı. Duyusal

değerlendirmeye başlamadan önce ve her bir örnek değerlendirmesi arasında ağız tadını nötrlemek amacıyla tuzsuz ekme ve su kullanılması önerildi.

Makarna örnekleri renk, koku, lezzet, tekstür ve genel beğeni özellikleri açısından 7 puanlık hedonik skalayla (1: çok kötü, 7:çok iyi) değerlendirildi (Ek A). Örnek sayısının çok olması nedeniyle duyu analizi 2 parti şeklinde gerçekleştirildi. Her iki partide de kontrol örneği bulunmakla birlikte bir partide İTBE ilave edilen örnekler bulunurken, diğer partide TTBE ilave edilen örnekler bulunmaktaydı. Her bir panele Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi öğrencileri ve akademik personelinden oluşan 44 panelist katıldı.

2.2.7 Deneme Deseni ve İstatistiksel Analiz

Bu araştırmada 2 farklı toz halde balık eti (İTBE ve TTBE) kullanılarak 5 farklı oranda (%5, %10, %15, %20 ve %25) makarna formülasyonuna ilave edilerek örneklerin üretimleri gerçekleştirildi. Hiç toz halde balık eti ilave edilmeden sadece *Triticum durum* irmiği kullanılarak üretilen kontrol grubu makarna örneği ile birlikte toplam 11 farklı makarna örneğinin 2 tekerrürlü üretimleri gerçekleştirildi. Makarna örneklerinin 1 yıllık depolama süreleri boyunca başlangıç, 4, 8 ve 12. aylarda mikrobiyolojik ve duyu analizleri tekrarlanarak değişimi incelendi. Tekstür ve renk analizleri 4 paralelli, su aktivitesi ve pH analizleri 3 paralelli, diğer tüm analizler 2 paralelli olacak şekilde gerçekleştirildi.

Üretilen makarna örneklerinde ilave edilen toz haldeki balık etlerinin etkisinin anlaşılması için gerçekleştirilen tüm analizlerin SPSS® 22 (IBM Corp, Armonk, NY, USA) programı kullanılarak istatistiksel analizi gerçekleştirildi. Elde edilen veriler Duncan çoklu karşılaştırma modeli kullanılarak $\alpha=0.05$ güven aralığında karşılaştırıldı ve sonuçlar ortalama \pm standart hata şeklinde verildi.

3. BULGULAR

3.1 Kimyasal Analiz Bulguları

3.1.1 Üretimde Kullanılan Temel Hammaddelerin Genel Kimyasal Bileşimi

Hammaddelerin tüm özellikleri, bunların kullanılması ile üretilecek olan gıda maddelerinin özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Makarna üretiminde kullanılan temel hammaddelerin yapılan analizler sonucunda belirlenen nem, protein, yağ, kül, karbonhidrat, kalori değeri, tuz, pH, antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarı Tablo 3.1’de gösterildi.

Tablo 3.1: Makarna üretiminde kullanılan temel hammaddelerin genel kimyasal bileşimi

Kimyasal Parametreler	Hammaddeler		
	İrmik	İTBE	TTBE
Nem (%)	13.41±0.07	9.28±0.26	7.61±0.45
Protein (%)	10.91±0.02	71.44±0.93	72.49±0.82
Yağ (%)	1.79±0.37	16.01±0.71	14.29±0.74
Kül (%)	0.899±0.029	3.215±0.021	5.027±0.221
Karbonhidrat (%)	73.00±0.40	0.07±0.03	0.59±0.31
Kalori Değeri (kcal/100g)	351.69 ±1.71	430.07±2.61	420.92 ±4.57
Tuz (%)	0.40±0.08	0.45±0.03	6.21±0.16
pH	6.30±0.01	5.92±0.03	6.35±0.01
Antioksidan Aktivite (mg TE/100 g)*	2.54±0.11	5.66±0.01	10.89±0.42
Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/ 100g)*	38.46±0.53	45.95±0.94	55.44±0.99

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verildi.

Hammaddeler içerisinde en yüksek nem içeriğine irmiğin sahip olduğu ancak Türk Gıda Kodeksi İrmik Tebliği’nde (Anonim 2002b) belirtilen maksimum nem değeri olan %14.5’den düşük olduğu belirlendi. Makarna

retiminde irmik yerine kullanılmak amacıyla toz haline getirilen balık etlerinin tamamında nem miktarlarının başlangıçta hedeflenen değer olan %10'un altında olduğu belirlendi.

Üretimde kullanılan irmiğin protein miktarı %10.91 iken toz balık etlerinin protein miktarlarının irmiğe göre yaklaşık 6.5 kat daha fazla olduğu belirlendi. Bunun yanında irmiğin protein miktarı Türk Gıda Kodeksi (Anonim 2002b)'nde belirtilen minimum değer olan kuru maddede %10.5'un üzerinde olduğu görüldü. Ayrıca İTBE'nin yağ miktarı irmiğe kıyasla yaklaşık 9 kat, TTBE'nin yağ miktarı ise 8 kat daha fazla olduğu belirlendi. Kl içeriği bakımından en yüksek değerin TTBE, en düşük değerin irmikte olduğu tespit edildi. Ayrıca irmiğin %73.00 oranında karbonhidrat içerdiği, diğer bir ifadeyle zengin bir karbonhidrat kaynağı olduğu belirlendi. Bununla birlikte toz haldeki balık etlerinin kalori değerlerinin irmikten daha yüksek olduğu tespit edildi. Bunun asıl nedeninin materyallerin yağ ve protein içeriği ile ilişkili olduğu söylenebilir. Çünkü toz haldeki balık etinin hem yağ hem de protein içeriği bakımından irmiğe kıyasla daha zengin olduğu tespit edildi. Bu nedenle makarnanın özellikle bu gıda bileşenleri açısından zenginleştirilmesinde iyi bir kaynak olabileceği belirlendi.

İrmik, İTBE ve TTBE'nin pH değerleri incelendiğinde, sırasıyla 6.30, 5.92 ve 6.35 olduğu saptandı. Tütsüleme işlemi ile balık etinin pH değerinde kısmen yükselme olabileceği görüldü. Bununla birlikte tütsüleme n işleminde kullanılan tuzun, balık etinin tuz içeriğini %0.45'den %6.21'e yükselttiği belirlendi.

Toplam fenolik madde miktarı irmikte 38.46 mg GAE/100g iken, İTBE'de 45.95 mg GAE/100g, TTBE'de ise 55.44 mg GAE/100g olduğu saptandı. Antioksidan aktivite değeri ise en yüksek TTBE'de (10.89 mg TE/100g) belirlenirken, onu sırasıyla İTBE (5.66 mg TE/100g) ve irmik (2.54 mg TE/100g) takip etti. Tts bileşiminde bulunan çeşitli bileşiklerin, toz balık etinin fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivite değerlerinin yükselmesine neden olduğu dşnld.

3.1.2 Makarna Örneklerinin Genel Kimyasal Bileşimi

Üretilen makarna örneklerinin genel kimyasal bileşimi Tablo 3.2’de gösterildi. TS 1620 makarna standardına (Anonim 2016) göre makarnalarda nem miktarının en fazla %13 olması gerektiği belirtilmiştir. Bu çalışmada üretimi gerçekleştirilen örneklerin nem içeriklerinin %9.44 ile %10.44 arasında değiştiği ve hepsinin makarna standardına uygun olduğu belirlendi. Ayrıca en düşük ve en yüksek nem içeriğine sahip makarnaların sırasıyla kontrol örneği ve %25 TTBE ilave edilen örneğin olduğu belirlendi.

Daha önce bu konuda yapılan bazı çalışmalarda üretilen makarnaların nem miktarları, bu çalışmadaki değerlerle farklılık göstermektedir. Prabhasankar ve diğ. (2009b)’nin yaptıkları çalışmada deniz yosunu (*Undaria pinnatifida*) ilave edilerek üretilen makarna örneklerinin nem içeriklerinin %7.07 ile %10.82 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada amarant unu ilave ederek üretilen makarna örneklerinde nem içeriklerinin %6.4 ile %7.0 arasında değiştiği bildirilmiştir (Islas-Rubio ve diğ. 2014).

Nem miktarı özellikle mikrobiyolojik problemlerin oluşmaması açısından önemlidir. Nem miktarını mikrobiyolojik aktivitenin olmayacağı seviyelere düşürmek makarnanın raf ömrünü uzatmaktadır. Makarna üretimden sonra nem içeriğini arttıracak şartlarda depolanırsa, kısmen bakterilerin ve özellikle de küflerin neden olduğu bozulmalar meydana gelebilir ve raf ömrü kısalmabilir (Demirkol ve İçöz 2002). Kurutulmuş halde üretilen makarnaların haricinde, bir de kurutulmadan üretildiği haliyle tüketilen makarnalar üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda üretilen makarnaların nem miktarlarının %36.03 ile %64.65 arasında değiştiği belirtilmiştir (Chin ve diğ. 2012; Goes ve diğ. 2016). Bu tür makarnaların yüksek nem içerikleri nedeniyle daha kısa raf ömrüne sahip olduğu bildirilmiştir.

Tablo 3.2: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin genel kimyasal bileşimi

Makarna Çeşidi	Nem (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Karbonhidrat (%)	Kalori Değeri (kcal/100g)
Kontrol	9.44±0.15 ^b	13.87±0.28 ^d	1.70±0.19 ^g	1.337±0.028 ^d	73.66±0.59 ^a	365.39±0.47 ^e
%5 İTBE	10.16±0.23 ^{ab}	15.56±0.14 ^{cd}	3.81±0.31 ^f	1.389±0.072 ^{cd}	69.09±0.13 ^b	372.88±2.78 ^{de}
%10 İTBE	10.17±0.01 ^{ab}	16.40±0.21 ^{bcd}	4.58±0.42 ^{ef}	1.506±0.129 ^{bcd}	67.36±0.08 ^{bc}	376.19±2.57 ^{cd}
%15 İTBE	10.35±0.02 ^a	19.44±0.01 ^b	6.57±0.96 ^{bcd}	1.639±0.141 ^{bc}	62.01±1.10 ^d	384.92±4.33 ^{bc}
%20 İTBE	10.32±0.56 ^a	24.16±1.31 ^a	7.46±0.64 ^{bc}	1.755±0.086 ^b	56.32±0.04 ^e	389.02±0.61 ^b
%25 İTBE	10.08±0.30 ^{ab}	25.91±1.25 ^a	9.98±0.16 ^a	2.054±0.171 ^a	51.99±0.94 ^f	401.36±2.65 ^a
%5 TTBE	10.12±0.06 ^{ab}	14.29±0.21 ^d	3.61±0.73 ^f	1.396±0.167 ^{cd}	70.59±0.41 ^{ab}	371.96±4.08 ^{de}
%10 TTBE	10.32±0.26 ^a	17.97±0.18 ^{bc}	5.52±0.71 ^{de}	1.459±0.196 ^{cd}	64.74±0.96 ^{cd}	380.51±3.27 ^{bcd}
%15 TTBE	10.06±0.55 ^{ab}	19.72±2.40 ^b	5.79±1.54 ^{cde}	1.559±0.084 ^{bcd}	62.87±4.41 ^d	382.48±5.84 ^{bc}
%20 TTBE	10.15±0.18 ^{ab}	23.27±2.93 ^a	7.22±0.42 ^{bcd}	2.207±0.042 ^a	57.16±2.73 ^e	386.69±3.00 ^b
%25 TTBE	10.44±0.45 ^a	25.76±2.51 ^a	7.88±0.88 ^b	2.304±0.107 ^a	53.63±2.19 ^{ef}	388.40±6.66 ^b

-Her bir sütundaki farklı harfler (a, b,...) istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

Vücutun bazı proteinleri sentezleyebilmesi mümkün olmadığı için, bir kısım hayati fonksiyonların eksiksiz yerine getirilebilmesi amacıyla bu önemli proteinler gıdalar ile alınmak zorundadır (Baysal 2009). Bu nedenle protein içeriği bakımından zengin gıdaların tüketimini arttırmak amacıyla, bazı yaygın tüketilen gıdaların protein bakımından zenginleştirilme çalışmaları öne çıkmaktadır. Bu amaçla üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin protein miktarları, toz haldeki balık eti ilave edilme oranına bağlı olarak artış gösterdi ($p<0.05$). Kontrol grubu örneğin protein miktarı %13.87 iken, artan toz haldeki balık eti oranına bağlı olarak, en yüksek ilave edilme oranları dikkate alındığında %25 İTBE ilave edilmiş örnekte %25.91 ve %25 TTBE ilave edilmiş örnekte ise %25.76'ya yükseldiği tespit edildi. Hammaddelerin protein miktarları dikkate alındığında bu artışın hedeflenen amaca uygun olduğu görüldü.

Konuya ilişkin olarak daha önce yapılan çalışmalarda; protein bakımından zengin kaynaklar ilave edilerek üretilen makarnalarda da benzer artışların meydana geldiği tespit edilmiştir. Kadam ve Prabhasankar (2012) yaptıkları çalışmada makarnayı protein oranı %18.8 olan karides eti ile zenginleştirmişlerdir ve %30 oranında karides eti ile zenginleştirilen makarna örneğinin protein oranını %15.7 olarak tespit etmişlerdir. Hayvansal kaynakların yanında proteince zengin bitkisel kaynaklarla yapılan çalışmalar da dikkati çekmektedir. Lemes ve diğ. (2012)'nin yaptıkları bir çalışmada makarna formülasyonuna alg (*Spirulina platensis*) ilave edilmiştir. Kontrol örneğinde protein miktarı %8.91 iken, %5 ve %10 oranında alg ilave edilen örneklerin protein miktarlarının sırasıyla %10.32 ve %14.50 olduğu tespit edilmiştir. Pop ve diğ. (2014)'nin çalışmasında ise kinoa unu ile zenginleştirilen makarna örneklerinin protein miktarının %12'den (kontrol) %14.76'ya (%50 kinoa ilaveli örnek) yükseldiği belirlenmiştir. Diğer bir çalışmada glutensiz makarna üretiminde pirinç unundan makarna üretimi gerçekleştirilmiş ve bu makarnalar sarı bezelye, nohut ve mercimek unu ile zenginleştirilmiştir. Kontrol örneğinde protein miktarı %8.25 olarak tespit edilirken, %30 sarı bezelye, nohut ve mercimek unu ilaveli örneklerde sırasıyla %12.78, %10.97, %13.95 olarak belirlenmiştir (Bouasla ve diğ. 2017). Söz konusu çalışmalarda elde edilen bulgular, yapılan bu çalışmadaki protein içeriğinde meydana gelen değişmeyi desteklemektedir.

Yağlar insan beslenmesinde temel bileşen olarak yer alan bileşiklerdendir. Yetişkin bir bireyin günlük yağ gereksinimi yaklaşık 50-70 g civarındadır. Vücuda alınan yağın çoğu, enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılır. Karbonhidrat ve proteinlere kıyasla daha az sayıda oksijen atomu bulunmasına karşın, yüksek sayıda karbon atomu içeren yağların 1 gramının yanması sonucu açığa çıkan enerji değeri ortalama 9.3 kcal'dir. Yağlar, gıda maddelerini oluşturan çeşitli grup bileşikler içerisinde enerjice en konsantre olanıdır. Katı ve sıvı yağlar değişik kaynaklarda ve farklı miktarlarda bulunabilmektedir (Kayahan 2014; Tayar ve Çıbık 2013; Nas ve diğ. 2001).

Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerindeki yağ miktarlarının, toz haldeki balık etlerinin ilavesiyle istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) seviyede arttığı belirlendi. Her iki halde (işlem görmemiş ve tütülenmiş) toz balık eti ilave edilen örneklerin ilave edilme oranları dikkate alındığında yağ içeriğinin artarak %25 İTBE kullanılan örnekte %9.98, %25 TTBE kullanılan örnekte %7.88 olduğu belirlendi. Aynı oranda İTBE ilave edilen örneklerde meydana gelen artışın TTBE ilave edilen örneklere göre daha fazla olduğu görüldü. Bunun nedeninin tütüleme esnasında uygulanan ısı işlemin etkisiyle balık etinde meydana gelen yağ kaybından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim üretimde kullanılan hammadde analizlerinin sonuçlarına bakıldığında (bkz. Tablo 3.1) genel olarak İTBE'nin TTBE'den daha yüksek yağ içerdiği görülmektedir. Bu konuda yapılan benzer araştırmalarda da ifade edilen durumu destekleyen sonuçlar elde edilmiştir. Formülasyonuna kısmen yağı alınmış (%12 yağ içeren) fıstık unu %30, %40 ve %50 oranında ilave edilerek üretilen makarna örneklerinin yağ miktarlarının sırasıyla %4.93, %6.05 ve %7.17 olduğu tespit edilmiştir (Howard ve diğ. 2011). Diğer bir çalışmada ise kontrol makarna örneğinde %1.15 olan yağ miktarı, %5, %10, %15 ve %20 oranlarında toz halde balık eti ilave edildiğinde artarak sırasıyla %3.65, %5.20, %7.25 ve %9.16'ya yükseldiği belirlenmiştir (Desai ve diğ. 2018c).

Hayvansal ve bitkisel dokular 650°C 'ye kadar ısıtıldığında organik karakterdeki bileşeler yanarak karbondioksit ve suyu oluştururlar. Geriye kalanlar ise mineral maddelerden oluşur ve kül olarak adlandırılır. Bu nedenle kül miktarı, analizi yapılan ürünlerdeki mineral maddeler hakkında genel bir bilgi vermesi

bakımından önemlidir (Baysal 2009). Kül miktarı üretimi yapılan kontrol makarna örneğinde %1.337 iken, ilave edilme oranıyla ilişkili olarak artarak, en yüksek ilave edilme oranları olan %25 İTBE ilave edilen örnekte %2.054, %25 TTBE ilave edilen örnekte ise %2.304 olarak tespit edildi. Kül miktarının toz haldeki balık etlerinin ilavesi ile önemli düzeyde arttığı belirlendi ($p<0.05$).

Mineral madde bakımından zengin gıdalarla yapılan makarna zenginleştirme çalışmalarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Aydın ve Gocmen (2011)'in yaptıkları çalışmada, erişte (noodle) üretiminde buğday ununa %10, %20, %30 ve %40 oranlarında yulaf unu ikame edilmiştir. Örneklerin kül miktarının %7.3'ten (kontrol), ilave edilme oranına bağlı olarak artarak %40 yulaf unu kullanılan örneklerde %12.2'ye yükseldiği saptanmıştır. Bir başka çalışmada %5, %10, %20, %30 ve %50 oranında nohut unu ilave edilmiş makarnaların kül miktarlarının sırasıyla %1.06, %1.14, %1.32, %1.40 ve %1.68 olduğu belirlenmiştir (Sabanis ve diğ. 2006). Prabhasankar ve diğ. (2009b)'nin yaptıkları çalışmada ise deniz yosunu (*Undaria pinnatifida*) ilave edilerek üretilen makarna örneklerinin kül miktarlarının, deniz yosunu ilave edilme oranı arttıkça arttığı belirlenmiştir. Kontrol örneğinde kül miktarı %0.89 olarak tespit edilirken, %30 oranında *Undaria pinnatifida* ile zenginleştirilen makarna örneğinde kül miktarının %4.82'ye yükseldiği belirlenmiştir.

Makarnanın, kompleks karbonhidratları önemli miktarda bulduran bir gıda maddesi olduğu bilinmektedir. Makarnadaki en önemli kompleks karbonhidrat olan nişasta, moleküler yapı olarak birbirine bağlı amiloz ve amilopektin birimlerinden oluşmaktadır. Sindirim enzimlerinin bu birimlerdeki zincirleri kopartıp bağırsaklar tarafından emilebilecek glikoz moleküllerine dönüştürmeleri zor olduğu için kompleks karbonhidratların sindirilmesi uzun zaman almaktadır. Dolayısıyla bu tür karbonhidratların yavaş sindirilmesi vücuda düzenli olarak enerji sağlanmasının yanında yağa dönüştürülen ve depolanan şeker miktarının da sınırlandırılmasını sağlaması açısından önemlidir (Anonim 2008).

Makarna örneklerinde karbonhidrat miktarının, kontrol örneği ile kıyaslandığında toz haldeki balık etinin ilavesiyle azaldığı tespit edildi ($p<0.05$). Karbonhidrat miktarı kontrol örneğinde %73.66 iken, ilave edilen toz haldeki

balık eti oranıyla ters ilişkili olarak azaldı ve %25 İTBE ilave edilen örnekte %51.99, %25 TTBE ilave edilen örnekte ise %53.63 olarak belirlendi. Konuyla ilgili daha önce yapılan çalışmalarda özellikle protein içeriği bakımından zengin maddelerle makarnanın zenginleştirilmesi sırasında üretimi gerçekleştirilen son üründe karbonhidrat miktarında azalma meydana geldiği gözlenmiştir (Goes ve diğ. 2016; Liu ve diğ. 2016). Başka bir çalışmada %0, %25, %75, %100 oranlarında amarant unu kullanılarak üretilen makarnaların karbonhidrat miktarları sırasıyla %75.9, %74.0, %72.4, %71.8, %69.1 olarak tespit edilmiştir (Islas-Rubio ve diğ. 2014). Bir diğer çalışmada ise bezelye unu makarna formülasyonuna %5, %10 ve %15 oranında ilave edilmiştir. Üretimi yapılan makarnalar analiz edildiğinde kontrol örneğinde karbonhidrat miktarı %72.00 olarak belirlenirken, %15 bezelye unu ilave edilen örnekte bu değer %67.57 olarak tespit edilmiştir (Padalino ve diğ. 2014).

Vücuda alınan gıdalar sindirildikten sonra, gıda bileşenlerinin temel molekülleri olarak kan dolaşımı yoluyla hücrelere taşınırlar ve orada yine kan dolaşımı ile taşınan oksijen varlığında okside olarak enerjiye dönüşürler. Bu enerji, vücudun büyümesi ve çalışması için kullanılır (Baysal 2009).

Formülasyona toz haldeki balık etlerinin ilavesi ile üretimi gerçekleştirilen makarnaların kalori değerleri, balık eti ilave edilme oranındaki artışa bağlı olarak istatistiksel olarak belirgin seviyede artış gösterdi. Tüm ikame oranlarında sürekli artarak değişim gösteren kalori değerinin en yüksek olduğu örneğin %25 İTBE ilave edilen grup olduğu ve tüm örneklerin kalori değerleri dikkate alındığında 365.39 kcal/100g ile 401.36 kcal/100g arasında değiştiği belirlendi. Bu artışın makarnaların protein ve yağ miktarı ile yakından ilişkili olduğu kuşkusuzdur. Zira makarna içeriğinde yer alan protein ve yağın oransal artışı bu durumu desteklemektedir (bkz. Tablo 3.2). Literatür araştırmasında tespit edilen balık eti ile zenginleştirme çalışmalarında da benzer sonuçlar ifade edilmiştir. Goes ve diğ. (2016) %0, %10, %20, %30 oranlarında tatlı su çipurası protein konsantresi ile zenginleştirdikleri makarnaların kalori değerlerini sırasıyla 252.71, 245.10, 233.14, 236.58 kcal/100g olarak belirlemişlerdir. Diğer bir çalışmada %0, %5, %10, %15 ve %20 oranlarında balık eti tozu ile zenginleştirilen makarnaların

kalori değerleri sırasıyla 269, 267, 265, 264 ve 268 kcal/100g olarak tespit edilmiştir (Desai ve diğ. 2018d).

3.1.3 pH Değerleri

pH birçok kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonları etkileyen önemli bir faktör olmasının yanı sıra, mikrobiyal gelişme üzerinde de etkilerinin olduğu bilinmektedir (Coşansu 2015).

Makarna üretiminde kullanılan temel hammaddelerden irmiğin pH değeri 6.30 olarak tespit edilirken, İTBE ve TTBE'nin pH değerleri sırasıyla 5.92 ve 6.35 olarak ölçüldü (bkz. Tablo 3.1). Toz haldeki balık etleri kendi aralarında karşılaştırıldığında, tütsüleme işleminin pH değerinde kısmen bir artışa neden olduğu tespit edildi. Tütsüleme işleminin uygulandığı şartlara bağlı olarak tütsüleme sonucunda asidik ya da bazik karakterli bileşenlerin oluşması ile ürünün pH'ında azalma ya da artma meydana gelebilmektedir. Ahmad ve diğ. (2005)'nin yaptıkları bir çalışmada bufalo etinin 50-60°C'de 9 saat süreyle tütsülenmesi sırasında, tütsülemeden önce 5.89 olarak tespit edilen pH değeri, tütsüleme işlemi sonrasında 6.25 olarak belirlenmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada ise, tatlı su çipurasına mikroenkapsüle sıvı tütsünün belirli oranlarda (%1 ve %1.5) ilave edilmesi sonucu pH değerinin azaldığı belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada tütsülenmemiş balık etlerinin pH değeri ortalama 6.44 iken, %1 mikroenkapsüle tütsü ilave edilen örneklerde ortalama 6.27, %1.5 mikroenkapsüle tütsü ilave edilen örneklerde ise bu değer 6.09 olarak belirlenmiştir (Ariestya ve diğ. 2016).

Üretilen makarna örneklerinin pH değerleri Tablo 3.3'de gösterilmiştir. Artan İTBE ilavesiyle örneklerin pH değerlerinde azalma meydana gelirken, diğer uygulamada artan TTBE ilavesinin pH değerinde yükselmeye neden olduğu belirlendi. Bu değişimin içeriğe ilave edilen toz balık etlerinin başlangıçtaki pH değerlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu değişimin istatistiksel olarak karşılaştırması yapıldığında, kontrol örneği ile %5 TTBE ilave edilen örneğin benzer olduğu ve ayrıca %10, %15, %20 ve %25 TTBE ilave edilen örneklerin birbiri ile benzer olduğu belirlendi ($p>0.05$).

Tablo 3.3: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin pH değerleri

Makarna Çeşidi	pH
Kontrol	6.28±0.035 ^b
%5 İTBE	6.17±0.004 ^c
%10 İTBE	6.13±0.011 ^d
%15 İTBE	6.12±0.007 ^{d,e}
%20 İTBE	6.07±0.039 ^{e,f}
%25 İTBE	6.03±0.018 ^f
%5 TTBE	6.28±0.004 ^b
%10 TTBE	6.33±0.028 ^a
%15 TTBE	6.36±0.012 ^a
%20 TTBE	6.36±0.007 ^a
%25 TTBE	6.37±0.004 ^a

-Her bir sütundaki harfler (a, b,...) istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

Bu konuda daha önce yapılan çalışmalarda, çeşitli hayvansal kaynakların makarnaya ilave edilmesi sonucu son ürünün pH değerinde ilave edilen kaynağın pH değerine bağlı olarak değişimler meydana geldiği ifade edilmiştir. Yapılan bir çalışmada toz haldeki surimi ilavesi ile üretilen erişte (noodle) örneklerinin pH değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Söz konusu çalışmada toz haldeki surimi ilave edilmeden üretilen (kontrol grubu) pişmiş erişte örneğinin pH değeri 8.08 olarak tespit edilirken, %5, %10, %15 ve %20 oranında toz haldeki surimi ilave edilerek üretilen pişmiş erişte örneklerinin pH değerleri sırası ile 8.03, 7.94, 7.88 ve 7.76 olarak ölçülmüştür (Chin ve diğ. 2012). Diğer bir çalışmada ise %15 toz balık eti ilavesi ile makarnanın pH değerinin 6.45'den 6.56'ya yükseldiği saptanmıştır (Kımura ve diğ. 2017). Verma ve diğ. (2014)'nin yaptıkları çalışmada ise erişte (noodle) formülasyonuna tavuk kıyması ilave edilme oranı arttıkça örneklerin pH değerlerinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

Bu ifadeler doğrultusunda, yapılan bu çalışmadaki İTBE ilavesinin pH değerini azaltıcı etkisi Chin ve diğ. (2012) ile Verma ve diğ. (2014)'nin çalışmaları ile benzerlik gösterirken, TTBE ilave edilen örneklerde gözlenen artış Kımura ve diğ. (2017)'nin çalışması ile benzerlik göstermektedir.

3.1.4 Tuz Miktarları

Gıdaların üretiminde kullanılan tuz miktarı tüketici tercihlerini etkileyen parametrelerden biri olması nedeniyle önem taşımaktadır. Öncelikle üretimde kullanılan hammaddelerin tuz miktarları belirlendi ve irmik, işlem görmemiş toz haldeki balık eti ve tütsülenmiş toz haldeki balık etinin tuz miktarları sırasıyla %0.40, %0.45 ve %6.21 olarak tespit edildi (bkz. Tablo 3.1). Üretim yapılırken hammaddelerin tuz miktarları göz önünde bulundurularak makarna formülasyonuna tuz ilavesi gerçekleştirildi. Üretilen makarna örneklerinin tuz miktarları Tablo 3.4'te gösterildi.

Tablo 3.4: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin tuz miktarları

Makarna Çeşidi	Tuz (%)*
Kontrol	1.19±0.09 ^b
%5 İTBE	1.15±0.20 ^b
%10 İTBE	1.19±0.08 ^b
%15 İTBE	1.19±0.25 ^b
%20 İTBE	1.18±0.24 ^b
%25 İTBE	1.19±0.25 ^b
%5 TTBE	1.57±0.01 ^a
%10 TTBE	1.57±0.01 ^a
%15 TTBE	1.57±0.01 ^a
%20 TTBE	1.59±0.03 ^a
%25 TTBE	1.63±0.08 ^a

-Her bir sütündeki harfler (a, b,...) istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verildi.

Yapılan analizler sonucunda kontrol örneğinde tuz miktarı ortalama %1.19 iken, İTBE kullanılan makarna örneklerinin tuz miktarının %1.15-1.19 arasında, TTBE kullanılan makarna örneklerinde ise tuz miktarının %1.57-1.63 arasında değiştiği belirlendi. Üretim öncesinde hedeflenen tuz miktarlarına uygun makarna üretiminin gerçekleştirildiği tespit edildi.

Genel olarak, kontrol örneği İTBE ilave edilen örneklerle benzer (p>0.05) tuz içeriğine sahip iken, TTBE ilave edilen örneklerin hem kontrol örneğinden hem de İTBE ilave edilen örneklerden daha yüksek (p<0.05) tuz içerdiği görüldü (Tablo 3.4).

Daha önce yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde, domates, havuç, kırmızı biber, kırmızı pancar, ıspanak ve ısırgan otu püreleri ilave edilerek üretilen kuskus örnekleri ile hiçbir püre ilave edilmeden hazırlanan kontrol kuskus örneğinin tuz miktarları sırasıyla %0.81, %0.88, %0.74, %0.82, %0.78, %0.78 ve %0.81, olarak belirlenmiştir (Tarım 2012). Diğer bir çalışmada ise piyasada satışa sunulan eriştelerin tuz içerikleri araştırılmış ve örneklerinin tuz miktarlarının %0.06-0.61 arasında değiştiği belirlenmiştir (Kemahlıoğlu ve Demirağ 2018).

Elbette makarnaların tuz içeriği formülasyona ilave edilen tuz miktarı ile, ya da içerikte yer alan bileşenlerin sahip olduğu tuz miktarları ile yakın ilişki içinde olmak zorundadır. Bu nedenle TTBE ilave edilen örneklerin hem kontrol grubu örnekten hem de İTBE ilave edilen örneklerden daha fazla tuz ihtiva etmesi bu iki hammaddenin tuz içeriklerinin başlangıçta TTBE'deki tuz içeriğinden daha düşük olmasıyla ilişkilidir (bkz. Tablo 3.1).

3.1.5 Su Aktivitesi Değerleri

Su aktivitesi, özellikle gıdalarda mikrobiyal ve enzimatik aktivitelerin gerçekleşmesi için önemlidir. Tüm mikroorganizmalar $a_w=0.98-1.00$ aralığında çoğalma yeteneklerinde herhangi bir azalma olmadan gelişebilirler. En düşük a_w 'de gelişebilen mikroorganizmalar genellikle küfler ve mayalardır. Bazı küf ve mayalar $0.60 a_w$ değerinde dahi gelişebilirler. Ancak genel olarak a_w değerinin 0.60 'ın altında olduğu ortamlarda mikroorganizmaların gelişim göstermesi mümkün değildir (Sekin ve Karagözlü 2004). Bu nedenle gıdaların güvenle depolanması için en önemli parametrelerden biri a_w değeridir.

Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin a_w değerleri Tablo 3.5'de gösterildi. Tüm örneklerin a_w değerlerinin $0.480-0.487$ arasında değiştiği, diğer bir ifadeyle tamamının hemen hemen tüm mikroorganizma türlerinin gelişmesi için gerekli olan a_w değerlerinin altında değerlere sahip oldukları belirlendi ve örnekler arasında a_w değerleri bakımından istatistiksel olarak fark tespit edilemedi ($p>0.05$).

Tablo 3.5: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin su aktivitesi değerleri

Makarna Çeşidi	a_w
Kontrol	0.480±0.009 ^a
%5 İTBE	0.487±0.006 ^a
%10 İTBE	0.487±0.009 ^a
%15 İTBE	0.484±0.015 ^a
%20 İTBE	0.486±0.016 ^a
%25 İTBE	0.482±0.011 ^a
%5 TTBE	0.484±0.007 ^a
%10 TTBE	0.484±0.008 ^a
%15 TTBE	0.486±0.011 ^a
%20 TTBE	0.483±0.004 ^a
%25 TTBE	0.484±0.008 ^a

-Her bir sütundaki harfler (a, b,...) istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

Daha önce makarnaların zenginleştirilmesi ya da farklı amaçlarla yapılan bilimsel çalışmalarda, mikrobiyolojik olarak güvenliği sağlamak adına a_w değerleri de incelenen parametreler arasında yer almıştır. Monteiro ve diğ. (2016) yaptıkları çalışmada, toz halde balık eti ilave edilme oranı arttıkça makarna örneklerinin a_w değerlerinde azalma meydana geldiğini ve örneklerin tamamının a_w değerlerinin 0.6'nın altında olduğunu belirlemişlerdir. Bunun nedeninin örneklerin eşit süre kurutulmasından ve üretimde kullanılan toz haldeki balık etindeki ve irmikteki proteinlerin su tutma kapasitelerinin birbirlerinden farklı olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Kımura ve diğ. (2017) yaptıkları çalışmada tatlı su çipurası (%70) ve tuna balığı (%30) eti karışımını %5, %10 ve %15 oranlarında makarna formülasyonuna ilave etmişlerdir. Üretim sonrası kurutulan makarna örneklerinde a_w değerlerinin 0.420-0.537 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada ise bileşime antioksidan kaynağı olarak mürver suyu konsantresi (MSK) ile diyet lifi kaynağı olarak yüksek lif içeriğine sahip mısır nişastası (MN), yüksek metoksilli elma pektini (YEP) veya düşük metoksilli elma pektini (DEP) ilave edilerek makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. Örnekler sadece MN, YEP ve DEP ilavesi ile üretildikleri gibi MSK-MN, MSK-YEP ve MSK-DEP kombinasyonu şeklinde de ilave edilerek üretilmişlerdir. Üretilen tüm makarna örneklerinin a_w değerlerinin 0.57-0.69 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ancak en yüksek su aktivitesi değerine sahip örneğin YEP ilave edilen grup olduğu saptanmıştır (Sun-Waterhouse ve diğ. 2013).

Bu ifadeler ışığında üretimde kullanılan hammadde ve diğer bileşenlerin makarnanın a_w değerlerinde değişkenlik oluşturabileceği söylenebilir. Ancak bu çalışma kapsamında kullanılan temel hammaddelerin, üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin a_w değerlerinin değişiminde etkili olmadığı belirlenmiştir.

3.1.6 Amino Asit Kompozisyonları

Gıdaların amino asit kompozisyonu, protein kalitesinin belirlenmesi açısından önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle de esansiyel amino asitlerin varlığı protein kalitesinin belirlenmesi için oldukça fazla dikkate alınmaktadır (Desai ve diğ 2018b).

Makarna üretimi için kullanılan hammaddelerin her birine ait amino asit kompozisyonları Tablo 3.6'da gösterildi. Bu veriler karşılaştırıldığında İTBE ile TTBE'nin irmiğe göre tüm amino asitler bakımından daha zengin bir kaynak olduğu ($p<0.05$) belirlendi.

Toz haldeki balık etlerinin irmikten yaklaşık 7 kat daha fazla toplam esansiyel amino asitleri (EAA) içeriğinde bulundurduğu tespit edildi. Analiz sonucu belirlenen esansiyel olmayan amino asitlerin (EOAA), yine hem TTBE hem de İTBE'de bulunma oranlarının, irmikte bulunma oranına göre yaklaşık 3.8 kat daha yüksek olduğu görüldü (Tablo 3.6).

İTBE ve TTBE'nin FAO/WHO/UNU (Anonim 2007b) raporunda belirtilen yetişkin bir kişinin günlük esansiyel amino asit ihtiyacını karşılamada yeterli olabileceği belirlendi. Bu konuda yapılan benzer bir çalışmada da toz haldeki morina balığı etinin bu ihtiyacı karşılayabileceği belirtilmiştir (Desai ve diğ. 2018a). Balık protein hidrolizatlarının amino asit kompozisyonlarının incelendiği bir çalışmada, hem amino asit kompozisyonlarının hem de bulunma oranlarının balığın çeşidine göre değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Chalamaiah ve diğ. 2012).

Tablo 3.6: Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerin amino asit kompozisyonları (mg/100g)*

Amino Asitler	Hammadde Çeşidi		
	İrmik	İTBE	TTBE
EAA			
Lisin	366.47±24.43 ^b	6330.17±170.76 ^a	6529.17±92.50 ^a
Valin	760.41±76.73 ^b	3990.67±145.72 ^a	4044.69±88.26 ^a
Metionin	211.55±1.50 ^b	2258.40±134.23 ^a	2287.93±33.89 ^a
İzolösin	584.67±61.72 ^b	3497.92±90.37 ^a	3677.47±52.70 ^a
Lösin	983.19±152.77 ^b	5083.87±136.59 ^a	5309.60±98.27 ^a
Fenilalanin	629.76±64.55 ^b	2798.25±135.42 ^a	2849.45±85.04 ^a
Treonin	374.83±44.69 ^b	3295.69±68.23 ^a	3215.52±122.37 ^a
Toplam EAA	3910.88	27254.97	27913.83
EOAA			
Serin	559.51±94.34 ^b	2506.37±77.44 ^a	2584.45±91.03 ^a
Sistein	153.34±9.49 ^b	347.47±11.04 ^a	328.69±9.93 ^a
Tirosin	454.12±0.28 ^b	2179.15±68.86 ^a	2201.58±51.03 ^a
Prolin	1476.02±14.83 ^b	2521.25±68.58 ^a	2462.83±57.61 ^a
Glisin	519.65±42.77 ^b	3117.93±12.03 ^a	3219.81±127.63 ^a
Glutamik Asit	4209.00±88.70 ^c	9581.31±84.67 ^b	9893.34±86.93 ^a
Aspartik Asit	551.70±26.27 ^b	7152.43±167.57 ^a	7098.76±162.43 ^a
Alanin	535.11±49.65 ^b	1361.70±161.79 ^a	1483.95±76.01 ^a
Histidin	281.54±7.14 ^b	1887.42±102.25 ^a	1939.81±91.16 ^a
Arginin	514.68±22.43 ^b	4314.31±57.75 ^a	4487.60±109.50 ^a
Toplam EOAA	9254.67	34969.34	35700.52

-Her bir sütundaki harfler (a, b,...) istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verildi.

Bu ifadeler ışığında üretilen makarna örneklerinin, ikame edilen her iki formdaki toz haldeki balık eti ile gereksinim duyulan protein ihtiyacını karşılayabileceği ve dolayısıyla da amino asitler bakımından bireylerin günlük ihtiyacını karşılayabilme potansiyeline sahip olduğu söylenebilir.

Üretilen tüm makarna örneklerinin esansiyel amino asit kompozisyonları Tablo 3.7'de gösterildi. Toplam esansiyel amino asit miktarlarının 4226.30 mg/100g (kontrol grubu) ile 10298.30 mg/100g (%25 TTBE) arasında değiştiği belirlendi. Tüm esansiyel amino asitler açısından en fakir örneğin kontrol grubu olduğu tespit edildi. Genel olarak buğdayda ve dolayısıyla da makarnada eksik olduğu bilinen lisin amino asitinin toz haldeki balık eti ilave edilme oranıyla ilişkili olarak balık eti ilave edilen tüm makarnalarda arttığı belirlendi. Özellikle %25 İTBE, %20 TTBE ve %25 TTBE ilave edilen makarna örneklerinin diğer

örneklere kıyasla daha fazla ($p<0.05$) lizin amino asitini içerdiği saptandı. Kontrol grubu makarna örneğinde lizin amino asiti 384.28 mg/100g olarak tespit edilirken, %25 İTBE ilave edilen örnekte 1738.51 mg/100g, %20 TTBE ilave edilen örnekte 1787.20 mg/100g ve %25 TTBE ilave edilen örnekte ise 1922.93 mg/100g olarak belirlendi.

Buğdayda eksik olduğu bilinen diğer bir amino asit de treonin amino asitidir. Makarna formülasyonuna toz halde balık eti ilave edilmesine paralel olarak treonin amino asitinin önemli düzeyde arttığı ($p<0.05$) tespit edildi. Treonin amino asiti kontrol örneğinde 390.60 mg/100g olarak belirlenirken, %25 İTBE ilave edilen örnekte 1050.82 mg/100g, %25 TTBE ilave edilen örnekte ise 1074.95 mg/100g olduğu saptandı. En yüksek treonin amino asitine %25 TTBE, %20 TTBE ve %25 İTBE ilave edilen örneklerin sahip olduğu belirlendi ($p>0.05$).

Diğer esansiyel amino asitlerden valin en düşük kontrol grubu örnekte (878.07 mg/100g) tespit edilirken, en yüksek %25 TTBE ilave edilen örnekte (1639.31 mg/100g) belirlendi. Bunu %20 TTBE (1573.76 mg/100g) ve %25 İTBE (1573.29 mg/100g) ilave edilen örneklerin izlediği ve bu üç grubun benzer olduğu ($p>0.05$), bunların diğer örneklerden daha fazla valin içerdikleri belirlendi ($p<0.05$). Metionin amino asitinin en yüksek %20 ve %25 TTBE ile %25 İTBE ilave edilen örneklerde belirlenirken, bunların diğer örneklerden belirgin olarak ($p<0.05$) yüksek olduğu saptandı. İzolösin amino asidi en yüksek %25 TTBE (1424.58 mg/100g) ve %25 İTBE (1351.89 mg/100g) örneklerinde tespit edildi ve %20 TTBE örneğinin (1323.00 mg/100g) bunlar ile benzer ($p>0.05$) olduğu gözlemlendi.

Lösin amino asidini en fazla içeren örneğin %25 TTBE ilave edilen grup (2268.60 mg/100g) olduğu tespit edildi. Lösin içerikleri açısından %20 TTBE (2149.53 mg/100g) ilave edilen örnek ile %25 İTBE (2181.43 mg/100g) ve %20 İTBE (2001.03 mg/100g) ilave edilen örneklerin %25 TTBE ilave edilen örnek ile benzer ($p>0.05$) olduğu görüldü. Fenilalanin amino asidini en fazla %25 İTBE (1256.12 mg/100g) örneğinin içerdiği, bu örneğin %25 TTBE (1214.69 mg/100g) ile benzer ($p>0.05$) diğer örneklerden ise istatistiksel olarak farklı ($p<0.05$) olduğu belirlendi.

Tablo 3.7: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin esansiyel amino asit kompozisyonları (mg/100g)*

Makarna Çeşidi	Esansiyel Amino Asitler							Toplam EAA
	Lisin	Valin	Metionin	İzolösin	Lösin	Fenilalanin	Treonin	
Kontrol	384.28±28.69 ^e	878.07±38.94 ^e	279.89±2.50 ^f	609.40±81.40 ^f	1043.96±205.27 ^g	640.10±26.29 ^f	390.60±61.86 ^g	4226.30
%5 İTBE	760.40±114.35 ^d	1081.65±70.24 ^d	398.46±35.39 ^e	815.06±93.10 ^e	1362.65±172.74 ^{ef}	812.28±69.23 ^e	553.02±55.40 ^f	5783.52
%10 İTBE	1073.47±58.11 ^c	1281.75±133.18 ^c	434.76±5.66 ^{de}	986.72±16.62 ^d	1620.44±31.32 ^{de}	933.63±54.21 ^d	712.45±3.15 ^d	7043.22
%15 İTBE	1168.32±208.04 ^{bc}	1328.01±102.66 ^c	504.41±22.34 ^d	1170.36±6.07 ^c	1721.39±186.56 ^{cd}	1011.91±2.21 ^{cd}	806.52±20.17 ^c	7710.92
%20 İTBE	1393.38±141.88 ^b	1417.91±23.99 ^{bc}	599.62±64.09 ^{bc}	1221.50±14.14 ^{bc}	2001.03±141.42 ^{abc}	1040.63±74.86 ^{cd}	825.75±8.24 ^{bc}	8499.82
%25 İTBE	1738.51±60.26 ^a	1573.29±32.57 ^{ab}	786.70±29.85 ^a	1351.89±17.86 ^a	2181.43±22.51 ^{ab}	1256.12±0.85 ^a	1050.82±20.46 ^a	9938.76
%5 TTBE	716.73±46.08 ^d	932.08±36.67 ^{de}	306.28±34.97 ^f	719.00±12.39 ^e	1289.46±11.60 ^{fg}	714.15±27.08 ^{ef}	527.07±7.39 ^f	5204.77
%10 TTBE	832.47±3.05 ^d	1069.76±103.81 ^d	519.58±70.99 ^{cd}	762.97±9.11 ^e	1317.45±5.53 ^{efg}	743.30±19.18 ^{ef}	621.90±13.72 ^e	5867.43
%15 TTBE	1331.31±77.34 ^b	1371.06±60.63 ^c	623.32±46.08 ^b	1136.87±7.13 ^c	1881.24±8.34 ^{bcd}	1071.40±28.27 ^c	880.12±7.28 ^b	8295.32
%20 TTBE	1787.20±4.75 ^a	1573.76±62.85 ^{ab}	721.56±24.10 ^a	1323.00±76.73 ^{ab}	2149.53±109.64 ^{ab}	1112.41±47.23 ^{bc}	1018.26±29.75 ^a	9685.72
%25 TTBE	1922.93±116.22 ^a	1639.31±86.85 ^a	753.21±34.91 ^a	1424.58±46.97 ^a	2268.60±239.88 ^a	1214.69±103.96 ^{ab}	1074.95±32.84 ^a	10298.30

-Her bir sütundaki farklı harfler (a,b,...) istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

*Sonaçlar kuru madde üzerinden verildi.

Prabhasankar ve diğ. (2009b)'nin yaptıkları çalışmada %10 deniz yosunu (*Undaria pinnatifida*) ilave edilen makarna örneğinin kontrol örneğine kıyasla daha yüksek treonin, izolösin, lisin ve metionin amino asitlerini içerdiğini belirtmişlerdir.

Makarnaların protein açısından zenginleştirilmesi amacıyla bezelye protein ekstraktının kullanıldığı çalışmada, pişirilmeden önce ve pişirildikten sonra makarna örneklerin amino asit kompozisyonları incelendiğinde, pişme ile birlikte amino asit miktarlarında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Zenginleştirme işlemi uygulanan örneklerin amino asit miktarları buğday irmiği ile kıyaslandığında özellikle esansiyel amino asitlerden treonin, valin, izolösin ve lisin amino asitlerinin miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı seviyede artış meydana geldiği ifade edilmiştir (Filip ve Vidrih 2015).

Yapılan bu çalışma kapsamında üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin esansiyel olmayan amino asit kompozisyonlarına ilişkin bulgular Tablo 3.8'de gösterildi. Esansiyel olmayan amino asitlerin toplam miktarı, kontrol örneğinde 7593.01 mg/100g olarak belirlenirken, her iki toz haldeki balık etinin ilave edilme oranındaki artışa paralel olarak artış göstererek, %25 İTBE ilave edilen örnekte 12720.13 mg/100g, %25 TTBE ilave edilen örnekte ise 13165.93 mg/100g'a yükseldiği belirlendi.

Toz haldeki balık eti ilave edilerek üretilen makarna örneklerinde analizi gerçekleştirilen EOAA içerikleri incelendiğinde serin miktarı kontrol örneğinde 613.12 mg/100g iken, ilave edilme oranına bağlı olarak bu amino asit miktarı İTBE kullanılan örneklerde 756.86- 1080.09 mg/100g, TTBE kullanılan örneklerde ise 681.44- 1074.91 mg/100g arasında değişim gösterdi.

Tablo 3.8: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin esansiyel olmayan amino asit kompozisyonları (mg/100g)*

Makarna Çeşidi	Esansiyel Olmayan Amino Asitler								
	Serin	Sistein	Tirosin	Glutamik asit	Aspartik Asit	Alanin	Histidin	Arginin	Toplam EOAA
Kontrol	613.12±63.72 ^d	157.33±44.75 ^d	466.64±13.23 ^g	4352.58±175.40 ^e	560.67±72.15 ^g	533.67±32.26 ^e	303.34±52.30 ^h	605.66±69.26 ^e	7593.01
%5 İTBE	756.86±65.23 ^c	184.87±14.14 ^{cd}	592.29±55.40 ^{ef}	5011.26±100.56 ^d	982.25±11.77 ^f	543.77±3.85 ^e	428.69±27.80 ^f	822.36±30.05 ^d	9322.35
%10 İTBE	874.23±39.18 ^b	198.83±5.29 ^{bcd}	611.61±44.98 ^{def}	5269.35±11.31 ^c	1401.96±30.60 ^d	560.17±17.57 ^{de}	492.95±1.46 ^e	1021.33±18.04 ^c	10430.43
%15 İTBE	889.00±39.47 ^b	221.73±4.76 ^{abc}	641.17±25.14 ^{cde}	5353.54±151.02 ^{bc}	1628.54±52.88 ^c	585.26±2.00 ^{bcde}	560.55±4.68 ^d	1103.14±31.73 ^c	10982.93
%20 İTBE	931.07±15.02 ^b	239.65±13.02 ^{abc}	683.84±39.97 ^{bcd}	5518.58±10.91 ^b	1639.26±48.15 ^c	622.65±13.65 ^b	604.46±32.92 ^{cd}	1215.68±84.48 ^b	11455.19
%25 İTBE	1080.09±31.83 ^a	259.90±1.69 ^a	855.51±14.02 ^a	5534.61±7.78 ^b	2077.74±43.63 ^b	641.50±40.31 ^b	716.06±0.23 ^a	1554.72±18.87 ^a	12720.13
%5 TTBE	681.44±13.51 ^{cd}	217.62±24.32 ^{abc}	459.94±15.97 ^g	4253.66±42.43 ^e	1026.20±2.09 ^f	546.13±14.53 ^e	362.22±1.54 ^g	732.51±46.85 ^d	8279.72
%10 TTBE	692.25±2.10 ^{cd}	231.93±13.82 ^{abc}	532.83±28.45 ^{fg}	4291.34±33.92 ^e	1154.81±8.12 ^e	564.29±44.00 ^{cde}	406.28±8.55 ^{fg}	796.86±4.31 ^d	8670.59
%15 TTBE	985.32±10.17 ^{ab}	247.76±42.38 ^{ab}	729.65±12.12 ^{bc}	5376.64±62.72 ^{bc}	1594.03±4.95 ^c	613.47±10.54 ^{bcd}	608.10±7.95 ^{cd}	1290.27±42.99 ^b	11445.24
%20 TTBE	1042.14±7.07 ^a	258.15±20.97 ^{ab}	742.66±43.96 ^b	5766.36±42.24 ^a	2108.82±58.20 ^{ab}	620.42±31.39 ^{bc}	652.22±15.27 ^{bc}	1465.62±36.66 ^a	12656.39
%25 TTBE	1074.91±108.63 ^a	264.53±35.09 ^a	772.79±73.84 ^{ab}	5884.58±4.24 ^a	2221.72±136.41 ^a	706.75±8.27 ^a	694.09±33.38 ^{ab}	1546.56±72.40 ^a	13165.93

-Her bir sütundaki farklı harfler (a,b,...) istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

* Sonuçlar kuru madde üzerinden verildi.

Benzer şekilde diğ er EOAA açısından değerlendirme yapıldığında, sistein kontrol örneğinde 157.33 mg/100g iken, İTBE ilave edilen örnekl erde 184.87-259.90 mg/100g, TTBE ilave edilenler de ise 217.62-264.53 mg/100g arasında, tirosin kontrol grubunda 466.64 mg/100g, İTBE kullanılanlarda 592.29-855.51 mg/100g, TTBE kullanılanlarda 459.94-772.79 mg/100g arasında, glutamik asit kontrol örneğinde 4352.58 mg/100g, İTBE içeren örnekl erde 5011.26-5534.61 mg/100g, TTBE içeren örnekl erde 4253.66- 5884.58 mg/100g arasında, aspartik asit kontrol grubunda 560.67 mg/100g, İTBE içeren örnekl erde 982.25-2077.74 mg/100g, TTBE içeren örnekl erde 1026.20- 2221.72 mg/100g arasında, alanin kontrol örneğinde 533.67 mg/100g, İTBE ilave edilen örnekl erde 543.77-641.50 mg/100g, TTBE ilave edilen örnekl erde 546.13- 706.75 mg/100g arasında, histidin kontrol grubu makarnada 303.34 mg/100g, İTBE kullanılan grupta 428.69-716.06 mg/100g, TTBE kullanılan grupta 362.22-694.09 mg/100g arasında, arginin amino asidi ise kontrol örneğinde 605.66 mg/100g iken, İTBE ilave edilen örnekl erde 822.36-1554.72 mg/100g, TTBE ilave edilen örnekl erde 732.51- 1546.56 mg/100g arasında değişim gösterdi. Toz halde balık eti ilave edilen örnekl erde tüm EOAA'da meydana gelen değişim, hem kontrol örneğine göre hem de ilave edilme oranlarına göre belirgin ($p<0.05$) oldu.

Ramya ve diğ (2015)'nin yaptıkları çalışmada %5 oranında dondurularak kurutulmuş (liyofilize) karides eti ilavesi ile üretilen makarnadaki serin, alanin ve arginin amino asidi miktarlarının arttığı, sistein ve histidin amino asidi miktarlarının ise azaldığı belirlenmiştir. Başka bir çalışmada ise %23 oranında tatlı su çipurası etinin makarna bileşimine ilave edilmesi ile örnekl erdeki serin amino asitinin 2.9 kat, aspartik asitin 4.1 kat, glutamik asitin 2.8 kat, alaninin 2.6 kat, tirosinin 2.5 kat, histidinin 5.8 kat ve argininin ise 2.6 kat arttığı tespit edilmiştir (Monteiro ve diğ. 2016). Diğ er bir çalışmada ise toz haldeki balık eti (*Oncorhynchus tshawytscha*) ilavesi ile makarna üretimi gerçekleştirilmiş ve sistein, glutamik asit, aspartik asit, alanin, tirosin, histidin ve arginin amino asitleri kontrol örneğinde sırasıyla 14.98 mg/g protein, 544.57 mg/g protein, 33.53 mg/g protein, 29.58 mg/g protein, 22.71 mg/g protein, 25.44 mg/g protein ve 38.92 mg/g protein olarak tespit edilirken, %20 oranında toz halde balık eti ile zenginleştirilen makarna örneğinde aynı amino asitler sırasıyla 11.78 mg/g protein, 243.98 mg/g protein, 68.68 mg/g protein, 51.94 mg/g

protein, 29.15 mg/g protein, 29.60 mg/g protein ve 60.67 mg/g protein olarak belirlenmiştir (Desai ve diğ. 2018b).

Toz haldeki balık etlerinin makarna formülasyonuna ilave edilmesi ile örneklerin amino asit içeriklerinin zenginleşmesi, üretimde kullanılan hammaddelerin içerdiği amino asit miktarları ile yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum hedeflenen amaca ulaşmak için uygulamanın doğru bir alternatif olabileceğini göstermektedir.

3.1.7 Mineral Madde Bulguları

Gıdalarda mineral maddeler, inorganik veya organik tuzlar halinde ya da organik maddelerle bileşik oluşturmuş şekilde bulunabilmektedir (Bilişli 2012). Gıdaların mineral madde içeriği çevresel, genetik birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Topcu ve diğ. 2014).

Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerin mineral madde kompozisyonları Tablo 3.9'da gösterildi. Toz haldeki balık etlerinin kalsiyum (Ca), fosfor (P), potasyum (K) ve magnezyum (Mg) miktarlarının irmiğe göre daha yüksek olduğu ($p<0.05$), mangan (Mn) ve bakır (Cu) miktarlarının ise daha düşük olduğu ($p<0.05$) tespit edildi. Çinko (Zn) miktarı açısından hammaddeler kıyaslandığında ise irmikle TTBE arasında anlamlı bir fark tespit edilmezken ($p>0.05$), İTBE'nin irmikten daha fazla ($p<0.05$) Zn içerdiği belirlendi.

Yapılan bir çalışmada, 6 farklı yetiştirme çiftliğinden temin edilen alabalıkların mineral madde içerikleri belirlenmiştir. Balıkların Ca miktarlarının 188.4-517.4 mg/kg arasında, P miktarının 2485.7-2823.6 mg/kg arasında, K miktarının 4261.2-4615.4 mg/kg arasında, Mg miktarlarının 306.9-338.1 mg/kg arasında, Zn miktarlarının 4.5-6.9 mg/kg arasında, Cu miktarlarının ise 0.09-0.70 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir (Siemianowska ve diğ. 2016). Alabalıkta yapılan diğer bir çalışmada Ca, P, K, Mg, Mn, Zn ve Cu miktarları sırasıyla 632 mg/kg, 3378.78 mg/kg, 3060 mg/kg, 409 mg/kg, 0.78 mg/kg, 9.68 mg/kg ve 0.33 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Gokoglu ve diğ. 2004). İncelenen çalışmalardaki alabalıkların mineral madde içeriklerinin yapılan bu çalışmadaki toz haldeki balık

etlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeninin ise bu çalışmada kullanılan balıkların ön işlemlerden geçirilmesi ve kurutulmuş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 3.9: Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerin mineral madde kompozisyonları (mg/kg)*

Mineral Madde	Hammadde Çeşidi		
	İrmik	İTBE	TTBE
Ca	769.9±16.3 ^c	1043.9±51.0 ^b	1866.4±122.7 ^a
P	2114.0±6.4 ^c	9565.3±75.9 ^a	7672.4±68.6 ^b
K	3251.5±80.6 ^c	11667.9±140.1 ^b	14113.6±149.2 ^a
Mg	717.0±8.6 ^c	1142.1±0.9 ^a	804.6±0.2 ^b
Mn	16.9±0.1 ^a	0.9±0.1 ^b	0.6±0.1 ^c
Zn	22.5±0.1 ^b	24.1±0.4 ^a	23.4±0.3 ^{ab}
Cu	4.9±0.1 ^a	2.7±0.2 ^b	2.5±0.2 ^b

-Her bir satırdaki farklı harfler (a,b,...) istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

*Sonaçlar kuru madde üzerinden verildi.

Farklı balık türlerinde mineral madde dağılımının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada 5 farklı balık türünün (*Pangasius pangasius*, *Oreochromis mossambicus*, *Hypophthalmichthys moritrix*, *Amblypharyngodon mola*, *Tenualosa ilisha*) mineral madde kompozisyonu incelenmiş ve P'un 234.4-2786.6 mg/kg, Ca'un 50.3-8544.2 mg/kg, Mg'un 91.9-324.3 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir (Begum ve diğ. 2017). Mineral madde kompozisyonlarındaki bu geniş değişim aralığının araştırılan balık türlerinin farklı olmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Sissons ve diğ. (2012) araştırmalarında durum buğdayının, 3200-4700 mg/kg arasında Ca, 1800-5200 mg/kg arasında P, 3800-5500 mg/kg arasında K, 1000-1500 mg/kg arasında Mg, 17-60 mg/kg arasında Mn, 11-85 mg/kg arasında Zn, 3.7-14.0 mg/kg arasında Cu bulundurduğunu belirlemişlerdir. Bu konuda Türkiye'de yapılan bir çalışmada ise farklı genotipte 31 durum buğdayı örneği iki farklı yılda incelenmiştir. Buğdaylarda ilk yıl Ca, Mg, Zn, Cu ve Mn miktarlarının sırasıyla 1400-3300 mg/kg, 1600-2800 mg/kg, 18.4-32.6 mg/kg, 4.03-9.79 mg/kg ve 37.3-47.5 mg/kg arasında değiştiği, ikinci yıl ise aynı mineral maddelerin sırasıyla 1300-3100 mg/kg, 1600-2700 mg/kg, 16.5- 29.4 mg/kg, 4.26-9.65 mg/kg ve 39.6-47.1 mg/kg arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu farklılıkların buğdayın yetiştiği toprağın

mineral madde içeriği ile ilişkili olduğu vurgulanmıştır (Oktem ve Gulgun Oktem 2009).

Genel olarak hem irmiğin elde edildiği buğday, hem de toz balık etinin elde edildiği balıkların diğer gıda bileşenlerinde olduğu gibi mineral madde kompozisyonları bakımından da birçok faktöre bağlı olarak değişebileceği gerçeği, bu çalışmada sunulan rakamsal değerler için de geçerlidir.

Bu çalışma kapsamında üretilen makarna örneklerinin mineral madde kompozisyonları Tablo 3.10'da gösterilmiştir. Sadece irmik kullanılarak üretilen kontrol örneği ile kıyaslandığında, toz haldeki balık eti ilavesi ile üretilen makarna örneklerinin Ca, P, K, Mg miktarlarında istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) düzeyde bir artış meydana gelirken, Mn miktarında belirgin ($p<0.05$) bir azalma meydana geldiği belirlendi. Zn ve Cu miktarlarında ise örnekler arasında kayda değer bir değişim tespit edilmedi ($p>0.05$).

Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin Ca miktarı kontrol grubunda 702.8 mg/kg iken, her iki toz haldeki balık eti uygulamalarında, artan ilave edilme oranlarına bağlı olarak yükseldi ve en yüksek değer 959.8 mg/kg olarak %25 TTBE ilave edilen grupta belirlendi. %25 TTBE ilave edilen örneğin diğer örneklere kıyasla istatistiksel anlamda daha fazla ($p<0.05$) Ca içerdiği belirlendi.

Yetişkin bir bireyin vücudunda yaklaşık 1200-1500 g arasında değişen miktarlarda Ca bulunmaktadır. Bunun %99'u iskelet sisteminde kalan %1'lik kısmı da ekstrasellüler sıvılar, intrasellüler yapılar ve hücre membranlarında yer almaktadır. Ca'un en önemli işlevi kemik ve dişlerin gelişimini ve sağlığını korumaktır. Bunun yanında sinir iletimi, kas kontraksiyonu, kanın pıhtılaşması ve hücre zarında sıvı geçişinin kontrolü için gerekli bir mineral maddedir (Topcu ve diğ. 2014). Değişik yaş gruplarının günlük almaları gereken Ca miktarları; 1-3 yaş grubunda 500 mg, 4-8 yaş grubunda 800 mg, 9-18 yaş grubunda 1300 mg, 19-50 yaş grubunda 1000 mg, 51 yaş ve üstü grupta 1200 mg'dır (Baysal 2009).

Tablo 3.10: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin mineral madde kompozisyonları (mg/kg)*

Makarna Çeşidi	Ca	P	K	Mg	Mn	Zn	Cu
Kontrol	702.8±21.9 ^d	1920.0±17.3 ¹	3312.9±4.8 ^g	611.1±18.8 ^e	15.3±0.1 ^a	17.5±1.9 ^a	4.4±0.1 ^a
%5 İTBE	713.5±9.9 ^d	2329.3±51.6 ^h	3909.4±166.8 ^f	645.6±3.0 ^d	15.1±0.4 ^{ab}	17.3±0.2 ^a	4.3±0.1 ^a
%10 İTBE	729.7±12.3 ^{cd}	2581.1±34.8 ^g	4216.8±31.7 ^e	658.2±18.1 ^{cd}	13.7±0.1 ^d	16.2±0.1 ^a	4.1±0.1 ^a
%15 İTBE	739.3±35.8 ^{cd}	3104.4±0.3 ^d	5047.0±76.6 ^c	729.8±0.3 ^b	13.7±0.1 ^d	17.5±0.1 ^a	4.1±0.3 ^a
%20 İTBE	747.7±3.0 ^{cd}	3355.6±79.4 ^{bc}	5322.6±52.7 ^b	747.5±3.5 ^{ab}	12.6±0.5 ^e	17.5±0.6 ^a	4.1±0.1 ^a
%25 İTBE	800.0±74.2 ^{bc}	3812.9±21.4 ^a	5934.9±194.5 ^a	763.5±2.2 ^a	12.2±0.1 ^{ef}	18.0±0.1 ^a	4.0±0.1 ^a
%5 TTBE	740.7±52.2 ^{cd}	2265.1±34.5 ^h	3977.0±58.2 ^{ef}	620.4±0.01 ^e	14.5±0.2 ^{bc}	18.4±3.2 ^a	4.2±0.1 ^a
%10 TTBE	796.8±7.2 ^{bc}	2750.7±89.3 ^f	4753.7±131.8 ^d	650.5±13.9 ^d	14.2±0.6 ^{cd}	17.4±0.1 ^a	4.0±0.3 ^a
%15 TTBE	840.0±19.2 ^b	2915.6±60.4 ^e	5018.6±85.4 ^c	661.2±22.4 ^{cd}	13.5±0.4 ^d	17.1±0.7 ^a	4.0±0.1 ^a
%20 TTBE	860.9±4.0 ^b	3254.1±69.5 ^c	5408.2±73.0 ^b	669.6±0.4 ^{cd}	12.5±0.1 ^e	17.2±0.1 ^a	3.9±0.1 ^a
%25 TTBE	959.8±14.4 ^a	3473.1±64.2 ^b	5776.9±195.1 ^a	678.7±1.3 ^c	11.8±0.1 ^f	17.7±0.6 ^a	3.9±0.1 ^a

-Her bir sütundaki farklı harfler (a,b,...) istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

* Sonuçlar kuru madde üzerinden verildi.

1 porsiyon makarnanın 100 g makarna olarak kabul edildiği (Anonim 2008) düşünüldüğünde, bu çalışma kapsamında üretilen makarna örneklerinin 1 porsiyonunun 70.28 mg ile 95.98 mg arasında Ca içerdiği belirlendi. Dolayısıyla 1 porsiyon kontrol grubu makarnanın tüketilmesi ile bu yaş gruplarının günlük Ca ihtiyaçlarının sırasıyla yaklaşık %14, %9, %5.5, %7 ve %6'sının karşılanacağı söylenebilir. Bir başka bakış açısıyla %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında İTBE ilave edilen makarnaların tüketilmesi ile 19-50 yaş arası yetişkin bir bireyin günlük Ca ihtiyacının sırasıyla yaklaşık olarak %7, %7.5, %7.5, %7.5 ve %8'inin karşılanacağı, TTBE ilave edilen makarnaların tüketilmesi ile ise sırasıyla yaklaşık %7.5, %8, %8.5, %8.5, %9.5'inin karşılanabileceği ifade edilebilir.

Gerçekleştirilen bu çalışmada üretilen makarna örneklerinde P içeriği kontrol grubunda 1920.0 mg/kg iken, toz halde balık eti ilave edilen diğer tüm örneklerde ilave edilme oranına paralel olarak anlamlı düzeyde ($p < 0.05$) arttı ve %25 İTBE ilave edilen örnekte 3812.9 mg/kg, %25 TTBE ilave edilen örnekte ise 3473.1 mg/kg düzeyine yükseldi. Dolayısıyla balık eti ilavesi ile makarnaların P bakımından zenginleşmesi ve bireylerin P ihtiyacını karşılama potansiyelinin arttırılabilmesinin mümkün olduğu söylenebilir.

P, Ca'dan sonra insan vücudunda en çok bulunan mineraldir. P'un %80'i kalsiyum fosfat kristalleri şeklinde kemik ve dişte bulunurken, kalanı hücrelerde ve hücre dışı sıvılarda bulunur (Baysal 2009). P'un kemik ve dişlerin gelişimi dışında çeşitli kimyasal reaksiyonlarda rol oynadığı bilinmektedir. P nükleik asitlerin temel bileşenidir. Özellikle de fosfolipidlerin yapısında yer alarak hücre zarının oluşumunda ve görevlerini yerine getirmesinde önemli rol oynamaktadır. Çeşitli moleküllerin sentezi ve kas kontraksiyonu için gerekli enerji molekülü olan ATP'nin oluşumu için gereklidir (Varlık ve diğ. 2004). Genelde proteince zengin gıdalar P bakımından da zengindir. En iyi kaynaklarından birinin de balık olduğu bilinmektedir ve günlük gereksinim 800-1200 mg arasında değişmektedir (Topcu ve diğ. 2014). Üretilen makarna örnekleri dikkate alındığında, 100 g kontrol örneğinin tüketilmesi ile 192 mg, içeriğine %25 İTBE ilave edilen makarna örneğinin tüketimi ile 381.29 mg ve içeriğine %25 TTBE ilave edilen örneğin tüketimi sonucu ise 347.31 mg P'un vücuda alınabileceği söylenebilir.

Bu çalışma kapsamında üretilen makarnaların K içeriğinde meydana gelen değişim incelendiğinde, kontrol grubu olarak nitelendirilen ve sadece irmik kullanılarak üretilen makarnanın 3312.9 mg/kg K içermesine karşılık, makarna formülasyonuna eklenen toz halde balık etinin ilave edilme oranına bağlı olarak K miktarının arttığı gözlemlendi. Hem işlem görmemiş hem de tütülenmiş materyallerden elde edilen toz haldeki balık etlerinin en yüksek ilave edilme oranı dikkate alındığında, K içeriği %25 İTBE ilave edilen örnekte 5934.9 mg/kg'a, %25 TTBE ilave edilen makarnada ise 5776.9 mg/kg'a yükseldi. Tüm uygulamalar dikkate alındığında toz halde balık etinin ilave edilmesi ile makarnaların K içeriğinde belirgin ($p<0.05$) bir artış olduğu tespit edildi (bkz. Tablo 3.10).

K genellikle kırmızı kan hücrelerinde bulunan ve vücut sıvılarının ozmotik basıncı ile asit-baz dengesi için gerekli olan bir mineraldir. Bunun yanında potasyum iyonları sinirlerin uyarımı ve kas dokuların çalışması için de gereklidir. Yetişkin bir bireyin günlük potasyum gereksinimi yaklaşık 2000 mg'dır (Baysal 2009, Topcu ve diğ. 2014). Günlük gereksinim miktarı dikkate alındığında, çalışma kapsamında üretilen 100 g kontrol grubu makarna tüketimi ile ihtiyacın yaklaşık %16.5'i karşılanabilirken, aynı şekilde 100 g toz halde balık eti ile zenginleştirilen makarnaların tüketilmesi ile bu gereksinimin en fazla yaklaşık %29.5'inin karşılanması muhtemeldir. Bu sonuçlar ışığında, makarnaların toz halde balık eti ile zenginleştirilmesinin K ihtiyacını karşılama açısından kısmen de olsa katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Üretilen makarna örneklerinde Mg miktarı 611.1 mg/kg (kontrol) ile 763.5 mg/kg (%25 İTBE grubu) arasında değişim gösterdi. Tüm uygulama grupları değerlendirildiğinde, ilave edilen toz haldeki balık eti makarnanın Mg içeriğini ilave edilme oranına bağlı olarak arttırdı ($p<0.05$). Ancak bu artış genel olarak İTBE ilave edilen grupta TTBE ilave edilen gruba göre daha fazla oldu. Bunun nedeni başlangıçta hammadde olarak kullanılan toz haldeki balık etlerinden İTBE'nin TTBE'ye göre nispeten daha fazla Mg içermesinden kaynaklandığı (bkz. Tablo 3.9) düşünülmektedir.

Yetişkin bir insan vücudunda ortalama 25 g Mg vardır. Bunun yaklaşık %60'ı kemik ve dişlerde, %26'sı kaslarda, kalanı yumuşak dokularda ve vücut sıvılarında bulunur (Baysal 2009). Mg gıda bileşenlerinin metabolize edildiği pek çok

biyokimyasal ve enzimatik reaksiyonda görev alır. Mg görev aldığı reaksiyonlar arasında; glikolizis, yağ asitlerinin sentezi, amino asitlerin aktivasyonu ve protein sentezi gibi reaksiyonlar yer almaktadır. Bunun yanında kas aktivitesi ve sinir uyarılarının iletiminde de etkindir. Ayrıca kemik ve dişlerin yapısında Ca ve P ile birlikte bulunur. Vücut sıvılarındaki Mg ise hücre osmotik basıncının ve asit-baz dengesinin sağlanmasına yardımcı olur (Topcu ve diğ. 2014). Bireylerin günlük Mg gereksiniminin 1-3 yaş grubu için 80 mg, 4-8 yaş grubu için 130 mg, 9-13 yaş grubu için 240 mg olarak belirlenirken, 14-18 yaş arası erkek ve kız bireyler için bu değerler sırasıyla 410 mg ve 360 mg'dır. 19-30 yaş arası erkek için 400 mg, kadın için 310 ve 31 yaş üstü erkek için 420 mg, kadın için 320 mg olduğu bildirilmiştir (Baysal 2009). Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında 1-3 yaş grubundaki bireylerin yaklaşık 1 porsiyon balık eti ile zenginleştirilmiş makarna tüketmeleri durumunda Mg ihtiyaçlarının önemli ölçüde karşılayabilmeleri muhtemeldir. Ancak daha yüksek yaş grupları için bu ihtiyacı karşılama durumu oldukça sınırlıdır.

Mn bağ dokunun oluşumu, büyüme, lipid ve karbonhidrat metabolizmasında görevli enzimlerin yapısında bulunur (Varlık ve diğ. 2004). Dolayısıyla metabolizmada önemli görevleri vardır. Toz haldeki balık eti kullanılarak üretilen ve analiz edilen makarnalarda Mn miktarı 11.8 mg/kg ile 15.3 mg/kg arasında değişti. İlave edilme oranı arttıkça makarnaların Mn içeriği azaldı ve bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu ($p < 0.05$) belirlendi. Genel olarak TTBE ilave edilen makarna örneklerinde meydana gelen azalma İTBE ilave edilenlerden daha fazla oldu. Nitekim kontrol grubunda 15.3 mg/kg olan Mn miktarı en fazla ilave edilme oranı olan %25 İTBE kullanılan örnekte 12.2 mg/kg'a, %25 TTBE kullanılan örnekte ise 11.8 mg/kg'a azaldı (bkz. Tablo 3.10). Bunun temel nedeninin irmiğin toz haldeki balık etinden daha yüksek Mn içermesiyle (bkz. Tablo 3.9) alakalı olduğu düşünülmektedir. İnsanların günlük Mn gereksiniminin 1-3 yaş grubu bireyler için 1.2 mg, 4-8 yaş grubu bireyler için 1.5 mg, 9-14 yaş grubu bireyler için 1.9-2.2 mg, yetişkin bireyler için ise 1.8-2.2 mg olduğu ifade edilmektedir. Fazla Mn alımının solunum sistemi hastalıkları, nörolojik ve tiroid hormonlarında bozukluklara neden olabileceği belirtilmiştir (Baysal 2009).

Zn biyolojik sistemlerde bulunan yaklaşık 100 enzimin aktivitesi için kofaktördür. Bunların başlıcaları; RNA polimerazlar, alkol dehidrogenaz, karbonik

anhidraz ve alkalın fosfatazdır. Bu enzimler nükleik asit, protein ve bağışıklık hücrelerinin sentezleriyle ilişkilidir (Baysal 2009). Zn'nun en iyi kaynaklarından biri de su ürünleridir (Topcu ve diğ. 2014). Toz haldeki balık eti kullanılarak üretimi yapılan makarnalarda Zn içeriği 16.2-18.4 mg/kg arasında değişim gösterdi. Makarna örneklerinin Zn içerikleri toz halde balık eti ilavesi ile dikkate değer bir değişim göstermedi ($p>0.05$). Kontrol grubu ile diğer tüm uygulamaların benzer olmasının temel nedeni, irmiğin içerdiği Zn miktarı ile hem İTBE hem de TTBE'nin Zn içeriklerinin yakın olmasıdır (bkz. Tablo 3.9). Günlük Zn gereksinimi yetişkin bir erkek birey için 11 mg, kadın birey için 8 mg olarak kabul edilmektedir. Gereğinden fazla Zn alımı toksik etkiler yaratmaktadır (Baysal 2009). Üretimi gerçekleştirilen makarna örnekleri dikkate alındığında, 100 g kontrol grubu makarna tüketimi ile günlük Zn gereksiniminin erkeklerde yaklaşık %16'sının, kadınlarda yaklaşık %22'sinin karşılanabileceği, toz halde balık eti ilavesi ile de bu ihtiyacın erkeklerde en çok yaklaşık %16.5'inin, kadınlarda en çok yaklaşık %23'ünün karşılanabileceği söylenebilir.

Cu, kritik reaksiyonlardaki enzimler için aktivatör rolü nedeniyle önemlidir. Cu bakımından zengin gıdalar; çeşitli hayvansal ve bitkisel kaynaklı olmakla birlikte balıklar da bakır ihtiyacını karşılamada yeterli kabul edilen gıdalar arasındadır (Topcu ve diğ. 2014; Gökalp ve diğ. 2002). Bu çalışma kapsamında bireylerin beslenme ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla üretilen makarna örneklerindeki Cu miktarı 3.9-4.4 mg/kg arasında değişim gösterdi. Sadece irmik kullanılarak üretilen kontrol grubunda 4.4 mg/kg olan Cu miktarı, diğer tüm uygulamalarda ilave edilen toz haldeki balık eti oranına bağlı olarak azalma eğilimi gösterdi. Ancak bu azalma istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulundu. Farklı yaş grupları için günlük Cu gereksiniminin çocuklarda 0.34- 0.70 mg arasında değiştiiği, yetişkin bir bireyde ise 0.90 mg olduğu bildirilmiştir. Tolare edilebilir en üst alım düzeyi çocuklar için 1-5 mg/gün, yetişkinler için ise 8-10 mg/gün arasında değişebilmektedir. Bu mineralin gereğinden fazla alımı toksik etki yapmaktadır (Baysal 2009). Bir porsiyon kontrol örneğinin tüketilmesi ile günlük Cu gereksiniminin yaklaşık %49'unun, %25 İTBE ve %25 TTBE tüketimi ile ise yaklaşık %43'ünün karşılanabileceğini ifade etmek mümkündür.

Makarnanın mineral madde içeriğinin artırılması amacıyla çeşitli kaynakların kullanımını üzerine bazı araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Goes ve diğ. (2016), irmik kullanılarak üretilen kontrol makarna örneğinin yanında, irmik yerine ikame edilen %10, %20 ve %30 oranlarındaki tatlı su çipurası protein konsantresinin, örneklerin mineral madde içeriğine etkisini belirlemiştir. Kontrol örneği ile %30 oranında tatlı su çipurası protein konsantresi ilave edilen örnek karşılaştırıldığında, tatlı su çipurası protein konsantresinin ilavesiyle makarnanın Ca miktarının 140 mg/kg'dan 13080 mg/kg'a, P miktarının 1220 mg/kg'dan 8330 mg/kg'a, Mg miktarının 170 mg/kg'dan 320 mg/kg'a, K miktarının 1200 mg/kg'dan 1560 mg/kg'a, Zn miktarının ise 9.00 mg/kg'dan 12.05 mg/kg'a yükseldiği belirlenmiştir.

Yapılan bir başka çalışmada, makarna formülasyonunda irmiğe ikame olarak amarant çekirdeği unu ve kurutulmuş amarant yaprağı kullanılmıştır. Kurutulmuş amarant yaprağı ilave edilen örneklerin kontrol örneğine kıyasla daha yüksek miktarlarda Fe, Zn, Mg ve K içerdiği belirlenmiştir (Cardenas-Hernandez ve diğ. 2016).

Başka bir çalışmada, erişte ve kuskus üretiminde nohut unu kullanımının makarna özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Erişte üretiminde irmiğe %10, %20, %30, %40 ve %50 oranlarında çiğ ve pişmiş nohut unu ikame edilmiştir. Bununla birlikte aynı erişte yumurtalı ve yumurtasız olmak üzere 2 şekilde hazırlanmıştır. Kuskus üretiminde ise çiğ nohut unu %25, %50, %75 ve %100 oranlarında irmiğe ikame edilmiştir. Hem erişte hem de kuskus örneklerinde, nohut unlarının ilavesi ile Ca, Mg, K, P, Fe ve Zn içeriklerinde artış meydana gelmiştir. Tamamı irmikten yapılan kuskus örneğinin Ca, Mg, K, P, Fe ve Zn içerikleri sırasıyla 623, 265, 3310, 2500, 21.0, 11.9 mg/kg olarak belirlenirken, tamamı çiğ nohut unundan yapılan örneğin aynı mineral madde içeriklerinin sırasıyla 1415, 654, 9540, 3420, 39.5, 21.3 mg/kg olduğu belirlenmiştir. Yumurtalı erişte örneklerinde ise Ca, Mg, K, P, Fe ve Zn içerikleri kontrol örneğinde sırasıyla 370, 250, 3140, 2600, 25, 13.1 mg/kg, %50 nohut unu ilave edilmiş yumurtalı erişte örneğinde sırasıyla 850, 490, 6870, 3070, 35.6, 19.5 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Demir 2008).

Aydin ve Gocmen (2011) erişte (noodle) üretiminde buğday irmiğine ikame olarak %10, %20, %30 ve %40 oranlarında yulaf unu kullanmışlardır. Örneklere %40 oranında yulaf unu ilave edilmesi ile kontrol grubuna göre Mn, Fe, Zn, Mg, K

ve Ca miktarlarının sırasıyla 2.7, 1.8, 1.8, 1.7, 1.2 ve 1.3 kat artış gösterdiği belirlenmiştir.

Nedeljkovic ve diğ. (2014) tam buğday ununa %20 oranında karabuğday unu ilave ederek makarna üretimi gerçekleştirmişlerdir. P, Mg, K, Zn, Mn miktarları tamamı tam buğday unundan üretilen makarnada sırasıyla 2680, 945, 2770, 20.3 ve 35.3 mg/kg kuru madde, karabuğday unu kullanılan makarnada ise sırasıyla 3450, 1250, 4020, 23.2 ve 28.2 mg/kg kuru madde olarak tespit edilmiştir. Makarna üretiminde karabuğday unu kullanımı ile P, Mg, K, Zn miktarlarında artma meydana gelirken, Mn miktarında ise belirgin bir azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir.

Bu bilgilere göre makarnada mineral madde içeriğini arttırmaya yönelik değişik alternatif yaklaşımlarda bulunulabileceğini söylemek mümkündür. Dolayısıyla balık eti de makarna içeriğine dahil edildiğinde bazı mineral maddelerin karşılanmasına katkı sağlayabilecektir.

3.1.8 In-Vitro Protein Sindirilebilirliği

In-vitro protein sindirilebilirliği, toplam proteinin enzim hidrolizi sonrasında parçalanabilen kısmını ifade etmektedir (Lorusso ve diğ. 2017).

Üretimi gerçekleştirilen pişmiş makarna örneklerinin in-vitro protein sindirilebilirlik değerleri Tablo 3.11’de gösterildi. Makarna içeriğine toz haldeki balık eti ilave edildiğinde ilave edilme oranıyla paralel olarak in-vitro protein sindirilebilirliğinin arttığı belirlendi. TTBE ilavesinin İTBE ilavesine göre in-vitro protein sindirilebilirliğini daha fazla arttırdığı tespit edildi. Bunun nedeninin tütsüleme esnasında uygulanan ısı işlem sonucu proteinlerin denatürasyona uğraması olduğu düşünülmektedir.

Sadece irmik kullanılarak üretilen kontrol grubu makarnanın in-vitro protein sindirilebilirliğinin %5 İTBE ilave edilen grup hariç diğer tüm örneklerden daha düşük ($p<0.05$) olduğu belirlendi. TTBE ilave edilen tüm örneklerin kontrol örneğinden belirgin ($p<0.05$) olarak yüksek in-vitro protein sindirilebilirliğine sahip olduğu görülürken, TTBE ilave edilen örnekler arasında in-vitro protein sindirilebilirliği

açısından ciddi oranda fark tespit edilmedi ($p>0.05$). En düşük in-vitro protein sindirilebilirliği %84.21 olarak kontrol örneğinde saptanırken, en yüksek in-vitro protein sindirilebilirliği %91.87 oranıyla %25 TTBE ilave edilmiş örnekte tespit edildi. Balık eti proteinleri güçlü kollajen lif ve tendonlara sahip olmamaları, diğer bir ifadeyle daha az bağ dokuya sahip olmaları nedeniyle sindirilebilirlikleri yüksek kabul edilmektedir (Desai ve diğ. 2018a). Bu sebeple makarna örneklerinin toz halde balık eti ilavesiyle in-vitro protein sindirilebilirliklerinin arttığı düşünülmektedir.

Tablo 3.11: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin in-vitro protein sindirilebilirlikleri

Makarna Çeşidi	In-vitro protein sindirilebilirliği (%)
Kontrol	84.21±0.11 ^d
%5 İTBE	87.07±3.85 ^{cd}
%10 İTBE	87.81±0.43 ^{bc}
%15 İTBE	89.63±0.81 ^{abc}
%20 İTBE	90.64±0.99 ^{abc}
%25 İTBE	90.93±2.02 ^{ab}
%5 TTBE	88.22±0.16 ^{abc}
%10 TTBE	89.65±1.46 ^{abc}
%15 TTBE	90.98±0.55 ^{ab}
%20 TTBE	91.32±1.60 ^{ab}
%25 TTBE	91.87±0.69 ^a

-Her bir sütundaki farklı harfler (a,b,...) istatistiksel farkları göstermektedir ($p<0.05$).

Konuyla ilgili daha önce yapılmış bazı çalışmalarda, makarna içeriğine hayvansal kaynaklı protein ilavesi ile in-vitro protein sindirilebilirliğinin, bu çalışmadaki değişime benzer şekilde arttığı belirlenmiştir. Kadam ve Prabhasankar (2012)'ın yaptıkları çalışmada, makarnaya karides eti ilave edilme oranı arttıkça in-vitro protein sindirilebilirliğinin arttığı belirlenmiştir. Bu değer kontrol örneğinde %83.99 iken %10, %20 ve %30 karides eti ilaveli örneklerde sırasıyla %84.57, %85.02 ve %87.61 olarak tespit edilmiştir. Yapılan diğer bir çalışmada makarnaya %15, %30 ve %45 oranlarında et emülsiyonu ilave edilmesi ile in-vitro protein sindirilebilirliğinin kontrol örneğinde %80.8, et emülsiyonu ilave edilen örneklerde ise sırasıyla %81.9, %84.4 ve %87.5'e yükseldiği belirlenmiştir (Liu ve diğ. 2016).

Konuyla ilgili diğer bazı literatür bulguları incelendiğinde, makarnanın bitkisel proteinlerle zenginleştirilmesi sonucu in-vitro protein sindirilebilirliğinin

ilave edilen bitkisel kaynağa göre farklı şekillerde değiştiği belirlenmiştir. Rayas-Duarte ve diğ. (1996) yaptıkları çalışmada makarna üretiminde irmiğe ikame olarak %5, %15, %25 ve %30 oranlarında karabuğday, amarant ve acı bakla ununu kullanmışlardır. Karabuğday unu ve amarant unu ilave edilme oranı arttıkça örneklerin in-vitro protein sindirilebilirliklerinin azaldığı, buna karşın acı bakla unu ilavesi ile ise çok fazla değişmediği belirlenmiştir. Seczyk ve diğ. (2016a)'nin yaptıkları çalışmada kurutulmuş maydanoz yaprağının %4 oranında makarna formülasyonuna ilave edilmesi ile in-vitro protein sindirilebilirliğinin %16.14 azaldığı tespit edilmiştir. Tazart ve diğ. (2016)'nin çalışmasında sadece buğday irmiğinden üretilen kontrol örneğinde in-vitro protein sindirilebilirliği %69.8 olarak tespit edilirken, bakla unu ilavesi ile in-vitro protein sindirilebilirliğinin artış gösterdiği ve %50 oranında bakla unu ilave edilen makarnada bu oranın %71.5 olduğu belirlenmiştir. Djeukeu ve diğ. (2017) bileşimine tatlı patates unu ilave edilen makarna örneklerinde ilave oranı arttıkça in-vitro protein sindirilebilirliğinin azaldığını belirlemişlerdir. Bunun nedeninin ise protein ağı, nişasta ve lif içeriği ile alakalı olabileceği belirtilmiştir.

3.1.9 Toplam Fenolik Madde Miktarları

Fenolik bileşikler; insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyel ve antioksidan etki göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları gibi birçok özellikleri nedeniyle önem taşımaktadırlar (Acar ve Gökmen 2014).

Öncelikle makarnaların üretiminde kullanılan hammaddelerin toplam fenolik madde miktarları (TFM) araştırıldı ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak verildi. TTBE, İTBE ve irmiğin ortalama TFM miktarları sırasıyla 55.44 mg GAE/100g, 45.95 mg GAE/100g ve 38.46 mg GAE/100g olarak tespit edildi (bkz. Tablo 3.1).

Çalışma kapsamında üretilen örneklerin TFM miktarları Tablo 3.12'de gösterildi. Formülasyonuna balık etinin ilave edilmesi ile hazırlanan tüm makarnaların TFM miktarlarında ilave edilme oranıyla paralel olarak artış meydana geldi.

İTBE ilave edilen örneklerin TFM miktarlarının 39.74-41.98 mg GAE/100 g arasında, TTBE ilave edilen örneklerin TFM miktarlarının ise 40.46-47.13 mg GAE/100 g arasında değiştiği belirlendi. Kontrol grubu örnek ile İTBE ilave edilen örneklerin fenolik madde içeriğinde anlamlı bir fark gözlenmezken ($p>0.05$), bileşime %20 ve %25 oranında TTBE ilave edilen örneklerin fenolik madde içeriklerinin kontrol örneğinden daha yüksek ($p<0.05$) olduğu belirlendi.

Tablo 3.12: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin toplam fenolik madde miktarları (mg GAE/100g)*

Makarna Çeşidi	Toplam Fenolik Madde Miktarı
Kontrol	39.68±1.93 ^c
%5 İTBE	39.74±1.07 ^c
%10 İTBE	40.09±0.81 ^c
%15 İTBE	41.52±1.21 ^{bc}
%20 İTBE	41.75±0.94 ^{bc}
%25 İTBE	41.98±0.95 ^{bc}
%5 TTBE	40.46±2.11 ^c
%10 TTBE	43.24±3.05 ^{abc}
%15 TTBE	43.17±1.10 ^{abc}
%20 TTBE	45.55±2.71 ^{ab}
%25 TTBE	47.13±0.34 ^a

-Her bir sütundaki farklı harfler (a,b,...) istatistiksel farkları göstermektedir ($p<0.05$).

*Sonaçlar kuru madde üzerinden verildi.

Değişik gıdalarda fenolik madde miktarının artırılması amacıyla yapılan zenginleştirme çalışmaları bulunmaktadır. Bu gıdalar arasında makarnalar da yer almaktadır. Yapılan bir çalışmada, belirtilen amaca yönelik olarak makarna üretiminde üzüm posası tozu kullanılmıştır. Makarna formülasyonlarına %25, %50 ve %75 oranlarında üzüm posası tozu ilave edilmesi ile TFM miktarında artış meydana geldiği belirlenmiştir. Kontrol grubunda TFM miktarı 69.5 mg GAE/100g iken, en yüksek ilave edilme oranı olan %75 üzüm posası tozu kullanılan grupta bu değer 295 mg GAE/100g olduğu bildirilmiştir (Sant'Anna ve diğ. 2014). Cardenas-Hernandez ve diğ. (2016) ise makarna formülasyonuna amarant çekirdeği unu ve amarant yaprağı tozu ilave etmişlerdir. Son üründe TFM miktarı, her iki amarant bitki kısmı ilave edilmiş örneklerde kontrol örneğine kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Yine yapılan bir başka çalışmada beyaz ve kırmızı sorgum unu %20, %30 ve %40 oranlarında makarna formülasyonuna ilave edilmiştir. Sorgum unlarının

kullanımı ile makarnaların TFM miktarının arttığı belirlenmiştir. Kontrol örneğinde 77 mg GAE/100g olarak tespit edilen TFM miktarı, %40 oranında kırmızı sorgum unu ilave edilen örnekte 322 mg GAE/100g, aynı oranda beyaz sorgum unu ilave edilen örnekte ise 146 mg GAE/100g olarak tespit edilmiştir (Khan ve diğ. 2013). Diğer bir çalışmada ise kurutulmuş maydanoz yaprağı farklı oranlarda (%1, %2, %3, %4) makarna üretiminde kullanılmıştır. TFM miktarı kontrol örneğinde 24 mg GAE/100g kuru madde olarak tespit edilirken, %4 oranında kurutulmuş maydanoz yaprağı ilave edilen örnekte 67 mg GAE/100g kuru madde olarak tespit edilmiştir (Seczyk ve diğ. 2016a). Bahsi geçen tüm bu çalışmalarda makarna formülasyonuna ilave edilen biyolojik materyallerin başlangıçtaki TFM miktarlarıyla ilişkili olarak, son ürünlerin TFM miktarlarında değişim meydana getirmede etkili oldukları vurgulanmıştır. Dolayısıyla makarna üretiminde doğal bir zenginleştirme kaynağı olarak ilave edilen balık etinin de başlangıçta içeriğinde yer alan fenolik madde oranlarına bağlı olarak makarnaların fenolik madde içeriklerinde artışa neden olabileceği söylenebilir.

3.1.10 Antioksidan Aktivite Bulguları

Reaktif oksijen türleri ve serbest radikaller, insanlarda ve diğer aerobik organizmalarda hücre solunumu sırasında meydana gelen bileşiklerdir. Bu bileşiklerin nörolojik dejenerasyon, hipertansiyon, kanser, diyabet, alzheimer, parkinson gibi hastalıkların oluşmasında önemli rol oynadıkları bildirilmiştir. Reaktif oksijen türleri ve serbest radikaller, eşleşmemiş elektron bulundurdukları için kararsız yapıdadırlar ve bu yapıları hücre ve dokularda hasara yol açan oksidatif stresin oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle gıdalarda bulunan antioksidan maddeler vücudu oksidatif stresten koruyan sağlığa yararlı faktörler olarak önemli bir rol oynamaktadır (Chalamaiah ve diğ. 2012). Gıdaların antioksidan özellikleri içerdikleri fenolik bileşikler, C ve E vitaminleri, karotenoidler ve flavonoidlere bağlı olarak değişmektedir (Lu ve diğ. 2018).

Hammaddelerde ve üretilen makarna örneklerinde belirlenen antioksidan aktivite değerleri trolox eşdeğeri (TE) olarak verildi. Makarna üretiminde kullanılan hammaddelerden TTBE, İTBE ve irmiğin antioksidan aktiviteleri sırasıyla 10.89 mg

TE/100g, 5.66 mg TE/100g ve 2.54 mg TE/100g olarak tespit edildi (bkz. Tablo 3.1). Çalışma kapsamında üretimi yapılan makarna örneklerinin antioksidan aktiviteleri Tablo 3.13’de gösterildi.

TTBE ilavesiyle üretilen örneklerin antioksidan aktivite değerlerinin, İTBE ilave edilen örneklere göre daha yüksek olduğu tespit edildi. İTBE ilave edilen örneklerin antioksidan aktivitelerinin 2.14-2.93 mg TE/100g arasında değişim gösterdiği saptanırken, TTBE ilave edilen örneklerin antioksidan aktivitelerinin 5.28-5.72 mg TE/100g arasında değiştiği belirlendi. Kontrol örneği ile İTBE ilave edilen örneklerin antioksidan aktiviteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilemedi ($p>0.05$). TTBE ilave edilen örneklerin antioksidan aktivitelerinin ise kontrol ve İTBE ilave edilen örneklere kıyasla belirgin ($p<0.05$) seviyede yüksek olduğu belirlendi.

Tablo 3.13: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin antioksidan aktivite değerleri (mg TE/100g)*

Makarna Çeşidi	Antioksidan Aktivite
Kontrol	1.97±0.33 ^b
%5 İTBE	2.14±0.33 ^b
%10 İTBE	2.14±0.01 ^b
%15 İTBE	2.22±0.11 ^b
%20 İTBE	2.84±0.07 ^b
%25 İTBE	2.93±0.06 ^b
%5 TTBE	5.28±0.98 ^a
%10 TTBE	5.31±1.03 ^a
%15 TTBE	5.55±0.84 ^a
%20 TTBE	5.68±1.24 ^a
%25 TTBE	5.72±0.45 ^a

-Her bir sütundaki farklı harfler (a,b,...) istatistiksel farkları göstermektedir ($p<0.05$).

*Sonuçlar kuru madde üzerinden verildi.

Literatürde, makarna içeriğinin değişik doğal kaynaklarla zenginleştirilmesine yönelik çalışmalarda antioksidan aktivite değerlerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır. Bu kapsamda yapılan bir çalışmada enginar konservesi yan ürününden ultrasonik yolla elde edilen özüt makarnaya ilave edilmiştir. Kontrol örneğine göre zenginleştirilmiş örneğin antioksidan aktivite değerinin %49 oranında artış gösterdiği belirlenmiştir (Pasqualone ve diğ. 2017). Djeukeu ve diğ. (2017) yaptıkları çalışmada içeriğine belirli oranlarda (%10, %20, %30 ve %60) tatlı patates unu ilave edilmiş

makarna örneklerinin farklı yöntemlerle (ABTS, RSA ve FRAP) antioksidan aktivite özelliklerini belirlemişlerdir. Tatlı patates unu ilavesiyle birlikte örneklerin antioksidan aktivite değerlerinin ABTS yöntemine göre 125'den 176 mg TE/100g kuru madde'ye, RSA yöntemine göre 184'den 317 mg TE/100g kuru madde'ye, FRAP yöntemine göre 27'den 303 mg TE/100g kuru madde'ye yükseldiği belirlenmiştir. Formülasyona farklı oranlarda (%1, %2, %3, %4 ve %5) keçiyoynuzu unu ilavesi ile üretilen makarnalarda antioksidan aktivitenin, keçiyoynuzu unu ilavesiyle arttığı saptanmıştır. ABTS ve FRAP yöntemlerine göre antioksidan aktivite değeri kontrol örneğinde sırasıyla 7 mg TE/100g kuru madde, 162 mg TE/100g kuru madde, %5 keçiyoynuzu ilave edilen örnekte sırasıyla 135 mg TE/100g kuru madde, 687 mg TE/100g kuru madde olarak belirlenmiştir (Seczyk ve diğ. 2016b).

Literatürdeki araştırmalarda belirtildiği gibi, yapılan bu çalışmada da ilave edilen zenginleştirme kaynağının sahip olduğu antioksidan etkili bileşiklerin, ilave edildiği ürüne aktarılabilirdiği sonucuna varıldı.

3.2 Fiziksel Analiz Bulguları

3.2.1 Renk Değerleri

Renk bir gıdanın tüketici tarafından tercihinde rol oynayan en önemli özelliklerden birisidir ve ışığın spektral dağılımından oluşan görsel bir özelliktir. Işığın maksimum yansımaları, 400-500 nm arasındaki dalga boylarında mavi, 500-600 nm arasındaki dalga boylarında yeşil ve sarı, 600-800 nm arasındaki dalga boylarında ise kırmızı renk olarak algılanmaktadır (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2011).

Hammaddelerin renk parametrelerinden L^* değeri incelendiğinde en yüksek değere diğer bir ifadeyle en açık (parlak) renge irmiğin (85.61) sahip olduğu tespit edilirken onu sırasıyla TTBE (53.33) ve İTBE (52.58)'nin takip ettiği saptandı. İrmik, İTBE ve TTBE'nin a^* değerlerinin ise sırasıyla 0.04, 4.69 ve 6.27 olduğu belirlendi. b^* değeri ise en yüksek TTBE'de (27.40) saptanırken, onu sırasıyla İTBE (25.69) ve irmiğin (18.45) izlediği tespit edildi.

Bu hammaddeler kullanılarak üretilen makarna örneklerinin pişmeden önceki renk değerleri Tablo 3.14'te gösterildi.

Tablo 3.14: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin renk değerleri

Makarna Çeşidi	L^*	a^*	b^*	ΔE
Kontrol	65.99±0.01 ^a	1.22±0.13 ^f	27.31±0.35 ^d	
%5 İTBE	64.45±0.05 ^{ab}	2.31±0.66 ^{ef}	29.57±1.36 ^{bcd}	3.03±0.07 ^d
%10 İTBE	64.11±0.26 ^{ab}	3.11±0.66 ^{de}	29.98±2.43 ^{bcd}	3.97±0.82 ^d
%15 İTBE	64.26±0.52 ^{ab}	3.56±0.45 ^{cde}	29.90±0.06 ^{bcd}	3.90±0.61 ^d
%20 İTBE	62.67±1.58 ^{bc}	4.15±1.16 ^{bcd}	30.37±0.25 ^{bc}	5.43±1.57 ^{cd}
%25 İTBE	61.11±1.74 ^c	5.32±1.21 ^{ab}	32.31±1.39 ^{ab}	8.11±1.24 ^{ab}
%5 TTBE	63.57±0.74 ^b	2.31±0.01 ^{ef}	29.35±0.13 ^{cd}	3.38±0.45 ^d
%10 TTBE	63.83±0.10 ^b	3.22±0.25 ^{cde}	30.99±1.65 ^{abc}	4.75±1.14 ^{cd}
%15 TTBE	63.43±0.18 ^b	4.00±0.31 ^{bcd}	31.45±0.14 ^{abc}	5.62±0.36 ^{bcd}
%20 TTBE	62.34±0.06 ^{bc}	4.69±0.11 ^{abc}	31.81±0.76 ^{abc}	6.76±0.25 ^{abc}
%25 TTBE	61.15±1.45 ^c	5.95±0.66 ^a	33.28±1.40 ^a	9.05±2.20 ^a

-Her bir sütundaki farklı harfler (a,b,...) istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

Renk parametrelerinden L^* değeri, rengin koyuluğunu ve açıklığını ifade etmekte ve sayısal olarak 0 ile 100 arasında değişmektedir (Gull ve diğ. 2015). Makarna örneklerinin L^* değerlerinin toz haldeki balık etinin ilavesi ile azaldığı, diğer bir ifadeyle renklerinin koyulaştığı belirlendi (p<0.05). İTBE ilaveli örneklerin L^* değerlerinin 64.45'den 61.11'e azaldığı, TTBE ilaveli örneklerin L^* değerlerinin 63.57'den 61.15'e azaldığı saptandı. Aynı oranda toz haldeki balık eti ilave edilen örneklerin L^* değerleri kıyaslandığında İTBE ile TTBE ilaveli örnekler arasında herhangi bir fark tespit edilemedi (p>0.05).

Yapılan çalışmalarda makarna formülasyonuna karides eti (Kadam ve Prabhasankar 2012), mercimek (Wojtowicz ve Moscicki 2014), havuç püresi, ıspanak püresi, domates püresi, pancar püresi (Rekha ve diğ. 2013) ve nohut (Bouasla ve diğ 2017) ilave edilmesi ile makarna örneklerinin L^* değerinin azaldığı, kuru fasülye unu (Wojtowicz ve Moscicki 2014) ilavesi ile L^* değerinin değişmediği, acı bakla unu (Jayasena ve Nasar-Abbas 2012) ve yumurta sarısı (Pongpichaiudom ve Songsermpong 2018) ilave edilmesi ile makarna örneklerinin L^* değerinin yükseldiği belirlenmiştir.

Renk parametrelerinden a^* değeri, rengin kırmızılık ve yeşillik değerlerini göstermekte ve $+a$ kırmızılığı, $-a$ yeşilliği ifade etmektedir (Mirhosseini ve diğ. 2015). Makarna örneklerinin a^* değerlerinde, toz haldeki balık etlerinin ilave edilmesi ile artma meydana geldiği diğer bir ifadeyle kırmızılığın arttığı saptandı ($p<0.05$). Üretilen makarnalarda a^* değerlerinin İTBE ilave edilen örneklerde 2.31-5.32 arasında, TTBE ilave edilen örneklerde 2.31-5.95 arasında değiştiği tespit edildi. Kontrol örneği ile %5 oranında toz haldeki balık eti ilave edilen örneklerin a^* değerinin benzer olduğu ($p>0.05$) belirlendi.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde makarna formülasyonuna yeşil deniz yosunu (*Ulva reticulata*) (Debbarna ve diğ. 2017), keçiyoynuzu lifi (Biernacka ve diğ. 2017), kuru fasülye unu (Wojtowicz ve Moscicki 2014) ve karabuğday unu (Jambrec ve diğ. 2011) ilave edilmesi ile a^* değerinin azaldığı, amarant unu (Islas-Rubio ve diğ. 2014), kırmızı sorgum unu (Khan ve diğ. 2014), karides eti (Kadam ve Prabhasankar 2012), toz halde balık eti (Desai ve diğ. 2018c) ilave edilmesi ile makarna örneklerinin a^* değerinin yükseldiği belirlenmiştir.

Renk parametresi olarak b^* değeri, rengin sarılık ve mavilik özelliklerini göstermektedir. $+b$ sarılığı ve $-b$ maviliği ifade etmektedir (Mirhosseini ve diğ. 2015). Makarna örneklerinin b^* değerlerinde toz haldeki balık etlerinin ilave oranı arttıkça yükselmenin meydana geldiği, diğer bir ifadeyle sarılıklarının arttığı ($p<0.05$) tespit edildi. Kontrol örneği ile %5, %10, %15 oranında İTBE ilave edilen örnekler ve %5 TTBE ilave edilen örneğin b^* değerlerinin benzer olduğu ($p>0.05$) saptandı.

Bu konuda daha önce yapılan çalışmalarda liyofilize karides eti (Ramya ve diğ. 2015), üzüm posası tozu (Sant'Anna ve diğ. 2014), kırmızı sorgum unu ve beyaz sorgum unu (Khan ve diğ. 2014) ilave edilmesi ile makarnaların b^* değerinde azalma meydana geldiği, nohut unu, mercimek unu (Bouasla ve diğ. 2017), havuç püresi (Rekha ve diğ. 2013) ve acı bakla unu (Jayasena ve Nasar-Abbas, 2012) ilave edilmesi ile ise b^* değerinde yükselme meydana geldiği saptanmıştır.

Toplam renk değişimi (ΔE) kontrol örneğine göre diğer örneklerin renk değişimlerini göstermektedir (Yamauchi 1989). Oransal olarak artan toz halde balık eti ilavesi ile makarna örneklerinin ΔE değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı

düzeyde ($p < 0.05$) bir artışın meydana geldiği belirlendi (bkz. Tablo 3.14). Yamauchi (1989)'ye göre ΔE değerleri 3.0-6.0 arasında olan gıdalar “toplumun çoğu tarafından algılanabilir” kategorisinde sınıflandırılmıştır. %5, %10, %15 ve %20 İTBE ile %5, %10 ve %15 TTBE ilave edilen örneklerin bu kategoriye girdiği saptandı. Makarna örnekleri içerisinde ΔE değerleri 6.0-12.0 arasında olanlar ise “aynı renk grubundaki büyük farklılık” kategorisinde sınıflandırılmıştır. Sonuçlar değerlendirildiğinde %25 İTBE, %20 TTBE ve %25 TTBE ilave edilen örneklerin ise bu kategoriye girdiği belirlendi.

Daha önce belirlenen optimum pişme süresi sonunda, pişirilen makarna örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerleri Tablo 3.15’de gösterildi. Makarna örneklerinin renk değerlerine bakıldığında, toz haldeki balık eti ilavesi ile tüm uygulamalarda L^* değerinin kontrol grubuna göre ilave edilme oranıyla ilişkili olarak azaldığı saptandı. Kontrol grubu örneğin L^* değeri 68.01 olarak tespit edilirken, İTBE ilave edilen örneklerde bu değer 67.20’den başlayarak 63.06’ya kadar azaldığı, TTBE ilave edilen örneklerde ise ilave edilme oranıyla ilişkili olarak 67.00’den 61.87’ye kadar değişen düzenli bir azalmanın meydana geldiği tespit edildi.

Tablo 3.15: Üretimi gerçekleştirilen pişmiş makarna örneklerinin renk değerleri

Makarna Çeşidi	L^*	a^*	b^*	ΔE
Kontrol	68.01±0.45 ^a	-3.06±0.02 ^e	14.81±1.10 ^g	
%5 İTBE	67.20±0.52 ^{ab}	-2.15±0.11 ^{de}	17.99±1.04 ^f	3.41±0.01 ^g
%10 İTBE	66.37±0.13 ^b	-1.50±0.01 ^d	19.46±0.61 ^{ef}	5.18±0.54 ^f
%15 İTBE	64.57±0.50 ^{cd}	-0.32±0.37 ^c	21.59±0.60 ^{cd}	8.09±0.27 ^d
%20 İTBE	63.93±1.47 ^{de}	0.08±1.23 ^{bc}	22.10±0.83 ^{cd}	8.99±0.69 ^{cd}
%25 İTBE	63.06±1.03 ^{def}	1.01±0.68 ^{ab}	22.69±0.78 ^{bc}	10.18±0.30 ^{bc}
%5 TTBE	67.00±0.34 ^{ab}	-2.30±0.10 ^{de}	18.63±0.01 ^f	4.04±1.05 ^{fg}
%10 TTBE	65.79±0.47 ^{bc}	-1.55±0.10 ^d	20.62±0.33 ^{de}	6.40±0.66 ^e
%15 TTBE	64.49±0.52 ^{cd}	-0.42±0.27 ^c	22.76±0.64 ^{bc}	9.09±0.30 ^{cd}
%20 TTBE	62.84±0.59 ^{ef}	0.45±0.13 ^{abc}	24.26±0.95 ^{ab}	11.32±0.01 ^b
%25 TTBE	61.87±0.35 ^f	1.24±0.11 ^a	25.25±0.66 ^a	12.85±0.45 ^a

-Her bir sütundaki farklı harfler (a,b,...) istatistiksel farkları göstermektedir ($p < 0.05$).

Yapılan çalışmalarda balık eti (Desai ve diğ. 2018c), üzüm posası tozu (Sant’Anna ve diğ. 2014), nohut unu (Demir 2008), bezelye unu, bakla unu (Petitot ve diğ. 2010), chia unu (Aranibar ve diğ. 2018) ve fıstık unu (Howard ve diğ. 2011)

ile değişik amaçlarla zenginleştirilen makarna rneklerinin L^* değerinde azalma, surimi (Chin ve diğ. 2012) ile zenginleştirilen makarna örneklerinin ise L^* değerinde yükselme meydana geldiği belirlenmiştir.

Pişmiş örneklerin a^* ve b^* değerlerinin toz haldeki balık eti ilavesi ile arttığı tespit edildi ($p < 0.05$). a^* değeri kontrol örneğinde -3.06 olarak tespit edilirken, İTBE ilave edilen örneklerde artan İTBE oranına bağlı olarak -2.15'den 1.01'e yükseldiği, TTBE ilave edilen örneklerde ise yine artan TTBE oranıyla ilişkili olarak -2.30'dan 1.24'e yükseldiği belirlendi. Benzer şekilde b^* değerinin ise kontrol örneğinde 14.81 olduğu, İTBE ilave edilen örneklerde 17.99'dan 22.69'a, TTBE ilave edilen örneklerde 18.63'den 25.25'e yükseldiği belirlendi.

Benzer konudaki literatür çalışmaları incelendiğinde, yeşil deniz yosunu (Debbarma ve diğ. 2017) ve mavi yeşil alg (Zouari ve diğ. 2011) ilavesi ile a^* değerinin azaldığı, tatlı patates unu (Djeukeu ve diğ. 2017), kestane unu (Kosovic ve diğ. 2016), amarant unu (Islas-Rubio ve diğ. 2014), toz halde balık eti (Desai ve diğ. 2018c) ve nohut unu (Wood 2009) ilavesi ile a^* değerinin yükseldiği saptanırken, ıspanak püresi (Rekha ve diğ. 2013), zmm posası tozu (Sant'Anna ve diğ. 2014), bezelye unu, bakla unu (Petitot ve diğ. 2010) ve chia unu (Araninbar ve diğ. 2018) ilavesi ile b^* değerinin azaldığı, sığır eti emülsiyonu (Liu ve diğ. 2016), surimi (Chin ve diğ. 2012), soya protein konsantresi (Khatkar ve Kaur 2018) ve nohut unu (Demir 2008) ilavesi ile b^* değerinin yükseldiği belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada pişirilmeden önce ve pişirildikten sonra örneklerin renk değerleri kıyaslandığında (bkz. Tablo 3.14 ve Tablo 3.15) İTBE ve TTBE ilave edilen örneklerin pişirme işlemi ile L^* değerlerinin sırasıyla ortalama 1.7 ve 1.5 birim arttığı, a^* değerlerinin 4.3 ve 4.6 birim azaldığı, b^* değerlerinin ise 9.7 ve 9.1 birim azaldığı belirlendi. Daha önce yapılan çalışmalarda pişirme işlemi sonucunda L^* değerinin ortalama 3.0 birim arttığı, a^* değerinin 3.4 birim, b^* değerinin ise 8.7 birim azaldığı belirlenmiştir. Pişirme işleminin makarnanın rengi zzerindeki etkisinin, pişmiş makarnanın su içeriğinin artmasından, renk pigmentlerinin farklı nedenlerle (sıcaklık, oksidasyon, vb.) bozulmasından (degradasyonundan) ya da renk pigmentlerinin pişirme suyuna geçmesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Mercier ve diğ. 2016).

Pişmiş makarna örneklerinin ΔE değerlerinin hem işlem görmemiş toz haldeki balık eti hem de tütülenmiş toz haldeki balık eti ilavesi ile belirgin olarak ($p<0.05$) arttığı belirlendi. Yamauchi (1989)'nin belirlediği sınıflandırmaya göre %5 İTBE, %10 İTBE ve %5 TTBE ilave edilen örneklerin “toplumun çoğu tarafından algılanabilir” kategorisinde, %15 İTBE, %20 İTBE, %25 İTBE, %10 TTBE, %15 TTBE ve %20 TTBE ilave edilen örneklerin “aynı renk grubundaki büyük farklılık” kategorisinde, %25 TTBE ilave edilen örneğin ise “başka bir renk grubu” kategorisinde yer aldığı belirlendi. Yapılan bir çalışmada belirli oranlarda (%20, %30, %40) kırmızı ve beyaz sorgum unu ilave edilen makarna örneklerinin tamamının ΔE değerlerinin 12'den yüksek olduğu yani “başka bir renk grubu” kategorisine girdiği belirtilmiştir (Khan ve diğ. 2014).

Tüketicilerin makarnada parlak ve sarı rengi tercih ettikleri bildirilmiştir (Islas-Rubio ve diğ. 2014). Toz halde balık eti ilavesi ile makarnaların sarılık değerlerinin arttığı ancak renklerinin parlaklıklarının azaldığı (koyulaştığı) belirlendi. Tüm örneklerde meydana gelen renk değişimlerinin toz haldeki balık etlerinin kendi renkleri ile yakından ilişkili olduğu belirlendi.

3.2.2 Tekstürel Özellikler

Tüketiciler için gıdaların tekstür özellikleri ürün kabul edilebilirliğinin sağlanması açısından kritik bir parametredir (Desai ve diğ. 2018d). Makarna örneklerinde gerçekleştirilen tekstür analiz sonuçları Tablo 3.16'da gösterilmiştir.

Kurutulmuş makarnaların uzun raf ömrüne sahip olması nedeniyle, paketlenme, taşıma ve depolama esnasında kırılmadan korunabilmesi ve dayanıklı olması gerekmektedir (Jayasena ve Nasar-Abbas 2012). Bu nedenle makarnada yapılan kırılma testi sonucu hesaplanan kırılma kuvveti değeri diğer bir ifadeyle sertlik değeri önem taşımaktadır. Bu çalışma kapsamında üretilen makarna örneklerinin kırılması için gerekli olan kuvvetin toz haldeki balık eti ilavesiyle istatistiksel olarak anlamlı seviyede ($p<0.05$) azaldığı görüldü.

Tablo 3.16: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin tekstürel özellikleri (N)

Makarna Çeşidi	Makarna	Pişmiş Makarna		
	Sertlik	Sertlik	Elastikiyet	Yapışkanlık
Kontrol	1.541±0.008 ^a	4.822±0.255 ^a	0.486±0.006 ^a	1.659±0.211 ^a
%5 İTBE	1.456±0.005 ^b	4.666±0.115 ^{ab}	0.485±0.018 ^a	1.208±0.008 ^b
%10 İTBE	1.330±0.064 ^c	4.295±0.134 ^c	0.444±0.025 ^b	0.948±0.027 ^c
%15 İTBE	1.242±0.015 ^d	3.880±0.123 ^{de}	0.408±0.011 ^c	0.688±0.088 ^d
%20 İTBE	1.142±0.042 ^e	3.702±0.016 ^e	0.375±0.007 ^d	0.501±0.047 ^{de}
%25 İTBE	1.083±0.012 ^e	3.594±0.033 ^e	0.366±0.001 ^d	0.473±0.028 ^e
%5 TTBE	1.437±0.020 ^b	4.405±0.093 ^{bc}	0.468±0.004 ^a	1.218±0.054 ^b
%10 TTBE	1.291±0.045 ^{cd}	4.021±0.105 ^d	0.414±0.001 ^c	1.063±0.119 ^{bc}
%15 TTBE	1.222±0.047 ^d	3.785±0.127 ^{de}	0.381±0.004 ^d	0.712±0.018 ^d
%20 TTBE	1.116±0.013 ^e	3.599±0.138 ^e	0.373±0.001 ^d	0.647±0.072 ^{de}
%25 TTBE	1.076±0.037 ^e	3.305±0.030 ^f	0.331±0.006 ^e	0.531±0.089 ^{de}

-Her bir sütündeki farklı harfler (a,b,...) istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

Kontrol grubu olarak üretilen makarna örneğinin kırılması için ihtiyaç duyulan kuvvet (sertlik) 1.541 N olarak belirlenirken, %25 İTBE ilave edilen örneğin sertlik değeri 1.083 N, %25 TTBE ilave edilen örneğin sertlik değeri ise 1.076 N olarak tespit edildi (Tablo 3.16). Sertlik değerindeki bu azalmanın, Silva ve diğ. (2013)'nin belirttiği gibi gluten tarafından oluşturulan yapının zayıflaması sonucu esnek yapının bozulması ve daha kırılğan bir yapının meydana gelmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Nitekim formülasyonuna acı bakla unu ilave edilen makarnaların, ilave edilme oranı arttıkça daha kırılğan bir yapıya sahip oldukları belirlenmiştir (Jayasena ve Nasar-Abbas 2012). Diğer bir çalışmada makarnaya %20 oranında mikroalg (*Nannochloropsis* sp.) ilave edildiğinde sertlik değerinin 5.35 N'dan 3.08 N'a düştüğü belirlenmiştir (Rodriguez De Marco ve diğ. 2014). Wojtowicz ve Moscicki (2014) ise içeriğe %40 oranında kuru fasulye, sarı bezelye ve mercimek ilavesi yapıldığında, makarnanın sertlik değerlerinin sırasıyla %63.3, %70.7 ve %66.5 oranında azaldığını tespit etmişlerdir.

Pişmiş makarnalara uygulanan tekstür analizleri, makarnaların tüketilmesi sırasındaki çiğneme özellikleri ile ilişkili olarak fikir vermektedir. Pişmiş makarna örneklerinde gerçekleştirilen kesme, gerilme ve yapışkanlık testlerinin sonuçlarına göre tekstür özellikleri belirlendi. Bu testler sonucunda elde edilen sertlik ve elastikiyet, parçacıklar arasında dağılmaya karşı koyan kuvvet ile ilgili, yapışkanlık ise yüzey özellikleri ile ilgili parametrelerdir (D'Egidio ve Nardi 1996).

Sertlik, duyuşsal olarak makarnayı ısırarak için gerekli kuvvet, enstrümental olarak ise pişmiş makarnayı özel bir bıçakla bölmek için gerekli iş olarak tanımlanır (Yeyinli 2006) ve bunun belirlenmesi kesme testi ile yapılır.

Toz haldeki balık eti ilavesiyle üretimi gerçekleştirilen pişmiş makarna örneklerinin sertlik değerlerinin ilave edilme oranının artışıyla ilişkili olarak belirgin şekilde azaldığı ($p < 0.05$) belirlendi. İTBE ilave edilen örneklerin aynı oranda TTBE ilave edilen örneklere kıyasla daha yüksek sertlik değerine sahip olduğu saptandı. Kontrol grubu makarna örneğinin sertlik değeri 4.822 N iken, İTBE ilave edilen örneklerin sertlik değerlerinin 4.666-3.594 N arasında, TTBE ilave edilen örneklerin ise sertlik değerlerinin 4.405-3.305 N arasında değiştiği tespit edildi (Tablo 3.16).

Yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Desai ve diğ. (2018c) %20 oranında toz halde balık eti ilavesinin makarnanın sertlik değerlerini 3.13 N'dan 1.52 N'a düşürdüğünü belirlemiştir. Islas-Rubio ve diğ. (2014) makarnalara amarant unu ilave edildiğinde sertlik değerlerinin azaldığını, %100 buğday irmiğinden üretilen makarna örneğinde sertlik değeri 1.49 N iken, %100 amarant unu ilave edilen örnekte sertlik değerinin 0.84 N'a düştüğünü bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise inülin ilavesi ile makarnaların sertlik değerinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Sertlik değeri tamamen buğday irmiğinden üretilen örnekte 1.61 N, %10 inülin ilave edilen örnekte ise 1.08 N olarak saptanmıştır (Brennan ve diğ. 2004). Diğer bir çalışmada içeriğe %60 tatlı patates unu ilave edilmesi durumunda makarnanın sertliğinin 1.74 N'dan 1.30 N 'a azaldığı belirlenmiştir (Djeukeu ve diğ. 2017). Choy ve diğ. (2013) ise karabuğday unu ilavesinin makarnanın sertlik değerinde azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Pişmiş makarnadaki sertliğin asıl sorumlusunun makarnanın protein (gluten) yapısının bütünlüğü ve bağ kuvvetiyle ilişkili olduğu ifade edilmektedir (Desai ve diğ. 2018c). Gluten ağının kuvvetini etkileyecek birçok faktörün mevcut olduğu vurgulanarak, yapılan çalışmalarda surimi gibi bazı kaynakların fazla su absorbe etmesi, ya da yağ miktarı fazla kaynaklarda nişastada bulunan amilozun yağlar ile reaksiyona girerek protein ağının oluşumunu engelleyecek inklüzyon komplekslerinin oluşumuna neden olması, karabuğday ununda olduğu gibi farklı bir proteinin hakim olması ve bu proteinin gluten ağına yeterince katkı sağlayamaması gibi etkenlerden bahsedilmiştir (Desai ve diğ. 2018c, Choy ve diğ. 2013, Chin ve diğ.

2012). Bu ifadeler ışığında, balık etindeki proteinlerin karakterinin glutenden farklı olması, makarnanın sertlik değerinde meydana gelen azalmayı açıklamaktadır.

Gerilme testi, pişmiş makarnaların elastikiyetini ve kopmaya karşı direncini gösteren gerilme kuvvetini değerlendirmek için uygulanır. Makarnada elastikiyetin gluten miktar ve kalitesi ile yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir (Yeyinli 2006). Üretimi yapılan makarnalardan kontrol örneğinin elastikiyet değeri 0.486 N olarak tespit edilirken, tüm uygulamalarda içeriğe ilave edilen balık etinin ilave edilme oranı ile ters orantılı olarak değişim gösterdi ve %25 İTBE ilave edilen örnekte 0.366 N, %25 TTBE ilave edilen örnekte ise 0.331 N olarak tespit edildi (bkz. Tablo 3.16). Elastikiyet değerleri kontrol örneği ile %5 İTBE ve %5 TTBE ilave edilen örnekler arasında istatistiksel olarak belirgin bir fark göstermezken ($p>0.05$), diğer uygulamaların elastikiyet değerleri toz haldeki balık etinin ilavesi ile belirgin olarak ($p<0.05$) azalma gösterdi. Bunun da azalan gluten miktarı ile ilişkili olduğu kanaatine varıldı. Yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bununla ilişkili olarak Chin ve diğ. (2012)'nin yaptıkları bir çalışmada, içeriğine %20 oranında surimi ilave edilmiş eriştelere (noodle) elastikiyet değerlerinin kontrol örneğine kıyasla yaklaşık 1.5 kat azaldığı belirlenmiştir. Diğer bir çalışmada, arpa unu ilavesi ile makarnanın elastikiyet değerlerinin azaldığı ancak istatistiksel olarak örnekler arasında fark olmadığı bildirilmiştir (Sinesio ve diğ. 2008). Agama-Acevedo ve diğ. (2009) yaptıkları çalışmada, %45 oranında olgunlaşmamış muz unu ilavesi ile makarnanın elastikiyet değerinin yükseldiği ancak bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığını vurgulamıştır. Bunun yanında sığır eti emülsiyonu ilavesinin makarnanın elastikiyetini arttığı belirtilmiştir. Sığır eti emülsiyonundaki proteinlerin protein-nişasta ağında kuvvetli bir yapı oluşmasına neden olması ile böyle bir sonuca yol açtığı bildirilmiştir (Liu ve diğ. 2016). İlave edilen materyalin yapısına bağlı olarak bazı kaynakların gluten ile beraber elastikiyeti arttırdığı, bazılarının ise elastikiyeti azalttığı belirlenmiştir.

Adezyon testi ile makarna örneklerinin yapışkanlık değerleri belirlendi. Tekstür özelliği olarak yapışkanlık, pişmiş makarna yüzeyinin dil, diş, damak veya ellere yapışma durumunu ifade etmekte olup, bu özellik pişirilmiş örneğin süzülmesinden sonra örnek yüzeyinde kalan absorbe edilmemiş suya, süzme işleminden analiz gerçekleştirilene kadar geçen zamana, ortamın bağıl nemine ve

jelatinize nişasta granüllerinden ayrılan amiloz miktarına bağlı olarak değişmektedir (D'Egidio ve Nardi 1996, Del Nobile ve diğ. 2005). Toz haldeki balık eti ilavesiyle tüm örneklerde yapışkanlık değerlerinin ilave edilme oranının artışına bağlı olarak azaldığı belirlendi. En düşük yapışkanlık değeri 0.473 N (%25 İTBE), en yüksek yapışkanlık değeri ise 1.659 N (kontrol) olarak tespit edildi. Yapışkanlıktaki bu azalmanın ilave edilen toz haldeki balık eti miktarı arttıkça makarna örneklerindeki protein oranının artmasından ve nişasta oranının azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (bkz. Tablo 3.2). Çünkü yapılan önceki çalışmalarda da makarnada protein oranının artması ile yapışkanlık değerlerinin azaldığı bildirilmiştir. Nohut ununun makarna formülasyona ilave edilme oranının artması ile yapışkanlık değerinin azaldığı belirtilmiştir (Wood 2009). Alireza Sadeghi ve Bhagya (2008)'in bildirdiğine göre bileşime %10 oranlarında hardal proteini izolatu ilave edilen makarna örneklerinin, sadece irmikten üretilen örneğe göre yapışkanlık değerlerinin %13.5 azaldığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte nişasta bakımından zengin olan olgunlaşmamış muz ununun makarna formülasyonuna %45 oranında ilave edilmesi ile yapışkanlık değerinin %29.6 arttığı bildirilmiştir (Agama-Acevedo ve diğ. 2009).

3.3 Mikrobiyolojik Bulgular

Hammadde kaynaklı mikroorganizmalar, üretim süreçleri ile ilişkili olarak makarnaya geçebilmektedir. Makarnanın üretimi sırasında pişirme işlemi gibi gelişimi sınırlayıcı uygulamaların olmaması nedeniyle, karıştırma ve yoğurma aşamalarında hammadde kaynaklı mikroorganizmaların çoğalabildiği belirtilmiştir. Makarna genelde kuru olarak saklanan bir gıdadır. Bu nedenle mikrobiyal bozulmanın çok nadir olduğu, ancak depolama sırasındaki son ürün nemine bağlı olarak bakteri ya da küf üremesinin söz konusu olabileceği bildirilmektedir (Demirkol ve İçöz 2002).

Bu çalışmada öncelikle hammaddelerin mikrobiyolojik yükleri belirlendi. Makarna üretiminde ana hammadde olarak kullanılan irmiğin TMAB ve toplam maya-küf sayılarının sırasıyla 2.14 log kob/g ve 1.54 log kob/g olduğu saptandı (Tablo 3.17). Mikrobiyolojik kriterler tebliğine (Anonim 2009) göre irmikte toplam mezofilik aerobik bakterinin en fazla bulunabileceği sınır değer 5 log kob/g olarak

belirtilirken, toplam maya-küf sayısının 4 log kob/g'ı geçmemesi gerektiği bildirilmiştir. Makarna üretiminde kullanılan irmiğin hem toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının hem de toplam maya küf sayısının mikrobiyolojik kriterler tebliğine uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Bu konuda yapılan bir çalışmada 142 un örneği incelenmiş ve örneklerin 32 tanesinin TMAB sayısının 5 log kob/g'ı aştığı tespit edilmiştir (Aydın ve diğ. 2009).

Formülasyonda irmiğe ikame edilerek kullanılacak olan İTBE ve TTBE'nin toplam maya-küf sayıları sırasıyla 1.95 log kob/g, 1.81 log kob/g, TMAB sayıları ise sırasıyla 4.93 log kob/g, 3.84 log kob/g olarak tespit edildi (Tablo 3.17). Balıklarda bulunabilecek en yüksek TMAB sayısı 7 log kob/g olarak belirtilmiştir (Anonim 1986). Toz haldeki balık etlerinin iki formunun da bu sınır değere uyduğu belirlendi.

Tablo 3.17: Makarna üretiminde kullanılan temel hammaddelerin mikrobiyolojik özellikleri (log kob/g)

Hammadde Çeşidi	Toplam Maya-Küf	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri
İrmik	1.54±0.33 ^a	2.14±0.13 ^c
İTBE	1.95±0.07 ^a	4.93±0.04 ^a
TTBE	1.81±0.05 ^a	3.84±0.09 ^b

-Her bir sütundaki farklı harfler (a,b,...) istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

Kaba ve diğ. (2013)'nin yaptıkları çalışmada taze palamut balığında TMAB sayısı 4.45 log kob/g, toplam maya-küf sayısı ise 4.08 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Bu balıkların tütsülenmesinden sonra üretilen balık köftelerinin TMAB sayılarının ve toplam maya- küf sayılarının sırasıyla 4.60 log kob/g ve 4.32 log kob/g olduğu belirtilmiştir.

Bu hammaddeler kullanılarak üretilen makarna örneklerinin 12 aylık depolama süresi boyunca toplam maya küf ve TMAB sayımları yapılarak mikrobiyal yüklerinin değişimi periyodik olarak takip edildi.

3.3.1 Toplam Maya Küf Sayısı

Örneklere ait depolama başlangıcı, 4, 8 ve 12. aylarda gerçekleştirilen toplam maya-küf sayımlarının sonuçları Tablo 3.18'de gösterildi.

Tablo 3.18: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin depolama sırasındaki toplam maya-küf sayıları (log kob/g)

Makarna Çeşidi	0.ay	4.ay	8.ay	12.ay
Kontrol	1.88±0.04 ^{Aa}	1.88±0.39 ^{Aa}	1.91±0.04 ^{Aa}	2.05±0.14 ^{Aa}
%5 İTBE	1.97±0.13 ^{Aa}	2.01±0.28 ^{Aa}	2.01±0.11 ^{Aa}	2.09±0.13 ^{Aa}
%10 İTBE	2.00±0.21 ^{Aa}	2.05±0.21 ^{Aa}	2.08±0.14 ^{Aa}	2.10±0.13 ^{Aa}
%15 İTBE	2.02±0.13 ^{Aa}	2.07±0.19 ^{Aa}	2.09±0.06 ^{Aa}	2.11±0.10 ^{Aa}
%20 İTBE	2.03±0.11 ^{Aa}	2.09±0.06 ^{Aa}	2.08±0.05 ^{Aa}	2.14±0.08 ^{Aa}
%25 İTBE	2.06±0.08 ^{Aa}	2.10±0.28 ^{Aa}	2.08±0.14 ^{Aa}	2.11±0.10 ^{Aa}
%5 TTBE	1.90±0.30 ^{Aa}	1.91±0.01 ^{Aa}	1.95±0.19 ^{Aa}	2.07±0.13 ^{Aa}
%10 TTBE	1.91±0.18 ^{Aa}	1.93±0.04 ^{Aa}	2.02±0.23 ^{Aa}	2.08±0.14 ^{Aa}
%15 TTBE	2.03±0.11 ^{Aa}	2.07±0.17 ^{Aa}	2.08±0.14 ^{Aa}	2.09±0.15 ^{Aa}
%20 TTBE	2.02±0.23 ^{Aa}	2.07±0.12 ^{Aa}	2.08±0.14 ^{Aa}	2.12±0.05 ^{Aa}
%25 TTBE	2.03±0.18 ^{Aa}	2.08±0.11 ^{Aa}	2.07±0.16 ^{Aa}	2.11±0.10 ^{Aa}

-Büyük harfler (A,B,...) her bir satırdaki, küçük harfler (a,b,...) her bir sütundaki istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

Toz haldeki balık etinin ilave edilme oranı arttıkça örneklerdeki maya-küf sayısının genel olarak çok az da olsa arttığı, ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı (p>0.05) belirlendi. Benzer şekilde depolama süresi boyunca da kısmen bir artışın meydana geldiği belirlendi. Ancak depolama süresi boyunca örneklerin maya-küf sayılarında meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulundu (p>0.05). TS 1620 makarna standardına (Anonim 2016) göre makarnadaki maya-küf sayısının 3 log kob/g'ı aşmaması gerektiği bildirilmiştir. Depolama süresi boyunca bu çalışmadaki tüm örneklerin belirtilen standarda uyduğu belirlendi.

Daha önce makarna içeriğine irmiğin haricinde değişik zenginleştirme kaynaklarının ilavesi ile yapılan çalışmalardan, chia tohumu ilave edilerek üretilen makarnalarda maya-küf sayısının kontrol örneğinden daha yüksek olduğu ve 30 “günlük depolama süresi içinde toplam maya-küf miktarının arttığı belirlenmiştir (Naumova ve diğ. 2017). Yapılan diğer bir çalışmada ise çiğ ve pişmiş koyun, keçi ve inek sütleri ilave edilerek hazırlanan erişte örneklerinde en yüksek ve en düşük toplam maya-küf sayıları sırasıyla çiğ inek sütü (2.28 log kob/g) ve pişmiş keçi sütü (1.34 log kob/g) ilave edilen örneklerde olduğu tespit edilmiştir (Öztürk 2007).

Ülkemizde daha çok kurutulmuş halde üretilen ve pazarlanan makarna tüketimi yaygın olsa da, bazı ülkelerde kurutulmuş makarna kadar yaş makarnaların

da tüketimi yaygındır. Yaş makarnaların raf ömrü, su aktivitesinin yüksek olması ve bu nedenle mikrobiyolojik bozulmaya karşı daha hassas olması nedeniyle kurutulmuş makarnalar kadar uzun değildir. Bu amaçla yaş makarnaların raf ömrünü uzatmaya yönelik çalışmalar da gerçekleştirilmiştir. Bu konuda yapılan bir çalışmada muhafaza sıcaklığının raf ömrü üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla makarnalar (ravioli) 0, 4, 8 ve 10°C'de depolanmıştır. Toplam maya küf sayısının depolama sıcaklığının yükselmesi ile ilişkili olarak arttığı belirlenmiştir (Giannuzzi 1998). İfade edilen bu durum, sıcaklığın belirli koşullarda makarnaların sahip olduğu özelliklere bağlı olarak maya-küf gelişimi için teşvik edici olduğu söylenebilir.

3.3.2 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı

Deneysel olarak üretilen makarna örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayıları Tablo 3.19'da gösterilmiştir. En düşük TMAB sayısı depolamanın başlangıcında kontrol örneğinde (3.05 log kob/g) tespit edildi. Depolamanın başlangıcında İTBE ilave edilen örneklerin TTBE ilave edilen örneklere göre daha yüksek TMAB sayısına sahip olduğu ancak bu örnekler arasında belirgin bir fark olmadığı ($p>0.05$) saptandı. Toz halde balık eti ilave edilen örneklerin tamamının kontrol örneğinden anlamlı seviyede yüksek ($p<0.05$) TMAB sayısına sahip olduğu görüldü. Depolamanın başlangıcındaki bu farkın hammaddelerin bakteriyel yükleri ile yakından ilişkili olduğu belirlendi (Tablo 3.17).

Kontrol grubu makarna örneklerinin depolamanın 4., 8. ve 12. aylarındaki TMAB sayıları sırasıyla 2.86, 2.45 ve 2.47 log kob/g iken, İTBE ilavesi ile üretilen örneklerin TMAB sayıları depolamanın 4. ayında 3.30-3.78 log kob/g arasında, 8. ayında 2.54-3.00 log kob/g arasında, 12. ayında 2.57-3.00 log kob/g arasında değişti, TTBE ilaveli örneklerin TMAB sayıları ise 4., 8. ve 12. aylarda sırasıyla 3.27-3.61 log kob/g arasında, 2.45-3.01 log kob/g arasında ve 2.57-3.01 log kob/g arasında değiştiği belirlendi.

Tablo 3.19: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin depolama sırasındaki TMAB sayıları (log kob/g)

Makarna Çeşidi	0.ay	4.ay	8.ay	12.ay
Kontrol	3.05±0.30 ^{Ab}	2.86±0.02 ^{ABb}	2.45±0.08 ^{Ba}	2.47±0.10 ^{Bc}
%5 İTBE	3.59±0.19 ^{Aa}	3.30±0.13 ^{Aab}	2.54±0.21 ^{Ba}	2.57±0.05 ^{Bc}
%10 İTBE	3.60±0.17 ^{Aa}	3.47±0.10 ^{Aa}	2.69±0.21 ^{Ba}	2.78±0.01 ^{Bb}
%15 İTBE	3.75±0.04 ^{Aa}	3.51±0.04 ^{Aa}	2.74±0.21 ^{Ba}	2.82±0.05 ^{Bb}
%20 İTBE	3.81±0.01 ^{Aa}	3.59±0.19 ^{Aa}	2.88±0.11 ^{Ba}	2.87±0.12 ^{Bab}
%25 İTBE	3.82±0.03 ^{Aa}	3.78±0.08 ^{Aa}	3.00±0.06 ^{Ba}	3.00±0.07 ^{Ba}
%5 TTBE	3.56±0.10 ^{Aa}	3.27±0.35 ^{ABab}	2.45±0.42 ^{Ca}	2.57±0.04 ^{BCc}
%10 TTBE	3.59±0.20 ^{Aa}	3.32±0.30 ^{ABab}	2.63±0.34 ^{Ba}	2.73±0.11 ^{Bb}
%15 TTBE	3.67±0.12 ^{Aa}	3.43±0.33 ^{ABa}	2.59±0.41 ^{Ca}	2.78±0.05 ^{BCb}
%20 TTBE	3.68±0.13 ^{Aa}	3.48±0.26 ^{ABa}	2.69±0.42 ^{Ca}	2.80±0.02 ^{BCb}
%25 TTBE	3.80±0.01 ^{Aa}	3.61±0.27 ^{Aa}	3.01±0.08 ^{Ba}	3.01±0.04 ^{Ba}

-Büyük harfler (A,B,...) her bir satırdaki, küçük harfler (a,b,...) her bir sütundaki istatistiksel farkları göstermektedir (p <0.05).

Depolamanın ilk 8 ayında TMAB sayısında genel olarak bir azalmanın meydana geldiği gözlemlendi. Bu azalma, makarnanın su aktivitesinin bazı bakterilerinin gelişmesi için uygun olmamasıyla ilişkilendirilebilir. Depolamanın 8. ayından sonra TMAB sayısı nisbeten sabit kaldı. Bunun nedeninin ise makarnanın düşük su aktivitesine dirençli mikroorganizmaların canlılığına devam etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Depolama süresi boyunca gerçekleştirilen analizler sonucunda elde edilen veriler ışığında, üretimi gerçekleştirilen tüm örneklerin TMAB sayılarının mikrobiyolojik kriterler tebliğinde (Anonim 2009) belirtilen maksimum değer olan 4 log kob/g 'ın altında olduğu belirlendi.

Chia tohumu unu kullanılarak üretilen makarnaların özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, %10 oranında chia tohumu unu ilave edilen makarna ile kontrol grubu makarna örnekleri karşılaştırıldığında, hem TMAB sayısının hem de fakültatif anaerob bakteri sayısının 30 günlük depolama süresi boyunca azaldığı belirlenmiştir (Naumova ve diğ. 2017).

Diğer bir çalışmada bir çeşit makarna olan erişte üretiminde keçi, koyun ve inek sütleri içeriğe çığ ve pişmiş şekilde ilave edilmiştir. Üretilen eriştelerin bazı

özelliklerinin incelendiği bu çalışmada, çiğ süt ilave edilerek üretilen örneklerde en yüksek TMAB sayısı (2.59 log kob/g) keçi sütü ilave edilen eriştelerde tespit edilirken, onu inek sütü (2.41 log kob/g) ve koyun sütü (2.40 kob/g) ilave edilen eriştelerin izlediği belirlenmiştir. Pişmiş süt ilave edilen örneklerde ise en yüksek TMAB sayısı (2.06 log kob/g) inek sütü ilave edilen örneklerde tespit edilmiş onu keçi sütü (1.98 log kob/g) ve koyun sütü (1.74 log kob/g) ilave edilen örneklerin takip ettiği saptanmıştır (Öztürk 2007).

Bu bilgiler makarna içeriğine ilave edilen doğal kaynakların ürünün mikrobiyolojik özelliklerini etkileyebileceğini göstermektedir.

3.4 Pişirme Analizleri Bulguları

Pişirme özellikleri, makarna kalitesinin belirlenmesi ve tüketici tercihlerini etkilemesi bakımından önemli parametrelerdir (Silva ve diğ. 2013).

Örneklerin pişirme özelliklerine ait analizler olan; suya geçen madde miktarı, hacim artışı, optimum pişme süresi, şişme derecesi, su tutma kapasitesi ve toplam organik madde miktarı sonuçları Tablo 3.20'de gösterildi.

3.4.1 Suya Geçen Madde Miktarı

Suya geçen madde miktarı optimum pişme süresince pişirme işlemi uygulanan makarnalardan pişirme suyuna geçen katı maddelerin toplamı olarak tanımlanır (Sozer ve diğ. 2007).

Suya geçen madde miktarının, toz halde balık eti ilave oranıyla ilişkili olarak arttığı belirlendi. Kontrol grubu makarna örneğinde suya geçen madde miktarı %5.87 iken, İTBE ilave edilen malarna örneklerinde %7.14-9.15 arasında, TTBE ilaveli örneklerde ise %7.50-8.42 arasında değiştiği belirlendi (Tablo 3.20).

Tablo 3.20: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin pişirme özellikleri

Makarna Çeşidi	Suya geçen madde miktarı (%)	Hacim artışı (%)	Optimum pişme süresi (dk.)	Şişme derecesi	Su tutma kapasitesi (%)	TOM miktarı (%)
Kontrol	5.87±0.04 ^d	276.96±7.62 ^a	9.50±0.01 ^d	2.74±0.03 ^a	208.32±1.62 ^a	1.16±0.01 ^f
%5 İTBE	7.14±0.97 ^c	255.07±11.09 ^{bcd}	10.00±0.01 ^{bcd}	2.71±0.09 ^a	206.07±8.10 ^a	1.33±0.15 ^{ef}
%10 İTBE	7.16±0.53 ^c	249.67±15.25 ^{bcd}	10.50±0.71 ^{abcd}	2.62±0.01 ^{ab}	197.18±0.33 ^{bc}	1.54±0.05 ^{cde}
%15 İTBE	7.67±0.08 ^{bc}	243.06±5.90 ^{bcde}	10.75±0.35 ^{abc}	2.52±0.04 ^{bc}	189.62±1.66 ^{cd}	1.74±0.05 ^{abc}
%20 İTBE	8.48±0.42 ^{ab}	238.89±3.93 ^{de}	11.25±0.35 ^{5a}	2.42±0.03 ^{cd}	180.59±1.98 ^{ef}	1.77±0.10 ^{ab}
%25 İTBE	9.15±0.30 ^a	226.39±1.97 ^e	11.50±0.71 ^a	2.38±0.04 ^d	173.90±0.78 ^f	1.88±0.05 ^a
%5 TTBE	7.50±0.01 ^{bc}	262.17±9.36 ^{ab}	9.75±0.35 ^{cd}	2.72±0.05 ^a	204.76±3.21 ^{ab}	1.19±0.04 ^f
%10 TTBE	7.57±0.23 ^{bc}	260.13±8.32 ^{abc}	10.00±0.01 ^{bcd}	2.62±0.07 ^{ab}	197.48±5.08 ^{bc}	1.24±0.07 ^f
%15 TTBE	7.82±0.69 ^{bc}	253.68±9.13 ^{bcd}	10.50±0.71 ^{abcd}	2.63±0.01 ^{ab}	197.80±2.84 ^{bc}	1.47±0.15 ^{de}
%20 TTBE	8.15±0.50 ^{abc}	243.79±0.92 ^{bcde}	10.75±0.35 ^{abc}	2.55±0.04 ^b	190.20±1.65 ^{cd}	1.60±0.14 ^{bcd}
%25 TTBE	8.42±0.15 ^{ab}	240.28±9.82 ^{cde}	11.00±0.01 ^{ab}	2.51±0.08 ^{bc}	182.85±2.53 ^{de}	1.84±0.10 ^a

-Her bir sütundaki harfler (a,b,...) istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

Kontrol grubu makarna örneğinde suya geçen madde miktarının, toz haldeki balık eti ilave edilen örneklerle kıyasla daha düşük ($p < 0.05$) olduğu görüldü. Suya geçen madde miktarının %25 İTBE ilave edilen makarna örneğinde (%9.15) diğer tüm uygulamalardan daha fazla olduğu belirlendi (Tablo 3.20). %25 İTBE ilave edilen örnek dışındaki tüm örneklerin suya geçen madde miktarlarının, AACC (2000)'de sınır değeri olarak bildirilen %9'un altında olduğu belirlendi. Bir çalışmada da (Rayas-Duarte ve diğ. 1996) belirtildiği gibi, ilave edilen toz haldeki balık etinin, irmikte bulunan gluten yapısını zayıflatması sonucu nişasta granüllerinin suya geçişini kolaylaştırdığı bilgisi, bu çalışmadaki suya geçen madde miktarının artışının nedeni olduğu düşünülmektedir.

Makarna formülasyonuna farklı kaynakların ilave edilmesi ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kaur ve diğ. (2013) makarna içeriğine nohut, soya fasülyesi ve mantar ununu zenginleştirme kaynağı olarak eklemişlerdir. Her bir kaynağın ilave edilme oranı arttıkça tüm örneklerde suya geçen madde miktarlarının da arttığı belirlenmiştir. Diğer bir çalışmada %15, %30 ve %45 oranlarında toz haldeki olgunlaşmamış muz makarna formülasyonuna ilave edilmiştir. Kontrol örneğinde suya geçen madde miktarı %4.73 olarak belirlenirken, toz haldeki olgunlaşmamış muz ilave edilme oranı arttıkça suya geçen madde miktarları artarak uygulama oranlarına göre sırasıyla %5.28, %6.08, %6.17 olarak belirlenmiştir (Ovando-Martinez ve diğ. 2009). Bhise ve diğ. (2015) deneysel olarak ürettikleri erişte (noodle) örneklerine yağı alınmış ayçiçeği, soya fasülyesi ve keten tohumu ununu farklı oranlarda (%10, %20, %30, %40) ilave etmişlerdir. Kontrol grubu olan örnekte suya geçen madde miktarı oranı %6.55 olarak saptanırken, %40 oranında ayçiçeği, soya fasülyesi ve keten tohumu unu ilave edilen örneklerde suya geçen madde miktarı oranları sırasıyla %7.94, %7.59 ve %8.61 olarak belirlenmiştir.

Literatürdeki bazı çalışmalarda ise zenginleştirme ile pişme kaybının azaldığı belirlenmiştir. Jambrec ve diğ. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada makarna bileşimine %20 oranında karabuğday unu ilave edilmesi ile suya geçen madde miktarının kuru maddede %10.33'ten %7.83'e azaldığı belirlenmiştir. Alireza Sadeghi ve Bhagya (2008)'nin yaptıkları çalışmada, makarna formülasyonuna %10 oranında hardal protein izolatı ilave edilmesi sonucu suya geçen madde miktarının %14 azaldığı tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada ise makarna üretiminde %3

oranında kurutulmuş mavi yeşil alg (*Arthrospira platensis*) kullanıldığında suya geçen madde miktarlarının %9.76'dan (kontrol) %9'a azaldığı saptanmıştır. Suya geçen madde miktarlarının farklı bileşenlerin ilavesi ile azalmasının, ilave edilen kaynaklardaki proteinlerin nişasta ile daha kuvvetli bir yapı oluşturması nedeniyle gerçekleştiği belirtilmiştir (Zouari ve diğ. 2011).

3.4.2 Hacim Artışı

Üretilen makarna örneklerinin hacim artış oranlarının, hem işlem görmemiş toz haldeki balık eti hem de tütsülenmiş toz haldeki balık etinin artan ilave oranlarına zıt olarak azaldığı belirlendi. Kontrol grubu örneğin hacim artışı %276.96 iken, İTBE ilave edilen örneklerin hacim artışlarının %226.39-%255.07 arasında değiştiği, TTBE ilave edilen örneklerde ise bu oranların %240.28- %262.17 arasında değiştiği belirlendi. Bu azalmanın her iki uygulama şekli için de istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0.05$) tespit edildi (Tablo 3.20). İyi bir makarnanın pişirildiği zaman hacminin iki katı kadar şişmesi ve şeklini muhafaza etmesi gerektiği belirtilmiştir (Cubadda 1988). Üretilen örneklerin tamamının hacim artışının %200'ün üzerinde olması nedeniyle iyi bir makarna için arzu edilen özelliklere sahip olduğu belirlendi.

Makarnaların farklı kaynaklarla zengileştirilmesi çalışmalarında da yapılan bu çalışmada gözlemlenen bulgularla benzer sonuçlar alınmıştır. Zira konuyla ilgili olarak ekstrüde makarna üretiminde formülasyona kestane unu ilave edilmesi ile hacim artışının azaldığı belirlenmiştir (Kosovic ve diğ. 2016). Bir diğer çalışmada ise %50 oranında tavuk etinin erişte (noodle) içeriğine eklenmesi ile kontrol grubunda belirlenen %323.503 olan hacim artışının %249.449'a azaldığı ifade edilmiştir (Verma ve diğ. 2014). Her iki çalışmada da makarna bileşimine ilave edilen kaynakların hacim artışındaki azalmaya olan etkisini, makarnanın yapısında yer alan buğday nişastasının oransal olarak azalmasının bir sonucu olduğu vurgulanmıştır. İfade edilen durum bu çalışmada elde edilen bulgularla desteklenmektedir.

3.4.3 Optimum Pişme Süresi

Üretimi gerçekleştirilen tüm örneklerde kontrol örneğine kıyasla optimum pişme süresinin her iki toz haldeki balık etinin ilavesi ile arttığı belirlendi. Kontrol örneğinin optimum pişme süresi 9.50 dk. iken, İTBE ilave edilen örneklerin optimum pişme sürelerinin 10.00-11.50 dk. arasında, TTBE ilave edilen örneklerin optimum pişme sürelerinin ise 9.75-11.00 dk. arasında değiştiği saptandı. Kontrol örneğinin optimum pişme süresinin, %15, %20 ve %25 İTBE ile %20 ve %25 TTBE ilave edilen örneklerden istatistiksel olarak daha kısa ($p<0.05$) olduğu tespit edildi. Optimum pişme süresinin nişasta jelatinizasyonu ve suyun penetrasyon hızı ile ilişkili olduğu ve kompleks protein ağının nişasta granüllerinin içine suyun girişini engellemesi sonucu jelatinizasyonun başlamasının gecikmesine neden olabileceği belirtilmiştir (Liu ve diğ. 2016). Bu çalışmada benzer şekilde kompleks protein ağı içeren makarnalarda (bkz. Şekil 3.1) optimum pişme süresinin uzadığı görülmüştür.

Yapılan bir çalışmada karides eti ile zenginleştirilen makarna örneklerinde optimum pişme süresinin uzadığı tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasında optimum pişme süresi 8.5 dk. iken %30 karides eti ilave edilen örneğin optimum pişme süresi 14 dk. olarak belirlenmiştir (Kadam ve Prabhasankar 2012). Ramya ve diğ. (2015) çalışmalarında, bileşime %10 oranında liyofilize karides eti ilave edilen makarnanın optimum pişme süresinin 5 dk. uzadığını saptamıştır. Diğer bir çalışmada ise erişte (noodle) formülasyonuna tavuk eti ilave edilmesi ile optimum pişme süresinin istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) seviyede uzadığı belirlenmiştir (Pongpichaiudom ve Songsermpong 2018). Bu durum protein içeriğinin artışı ile makarnada pişme süresinin artacağını ortaya koymaktadır.

Kaynak araştırmalarında, daha önce belirtilenlerin aksine optimum pişme süresinde azalmanın meydana geldiği zenginleştirme çalışmalarına da rastlanmıştır. Makarna üretiminde kestane ununun kullanıldığı bir araştırmada, kontrol örneğinin optimum pişme süresi 6.3 dk. olarak belirlenirken, %20 kestane unu ikame edilerek üretilen makarna örneğinin optimum pişme süresinin 4.3 dk. olduğu belirlenmiştir (Kosovic ve diğ. 2016). Diğer bir çalışmada makarnaya %40 oranında kırmızı ve beyaz sorgum unu ilavesi ile optimum pişme süresinin 0.9 dk. azaldığı tespit edilmiştir (Khan ve diğ. 2014). Jayasena ve Nasar-Abbas (2012) yaptıkları

çalışmada makarna bileşimine %50 oranında acı bakla unu ilavesi ile optimum pişme süresinin 12.5 dk. 'dan 11 dk.'ya kısaldığını bildirmiştir. Lorusso ve diğ.(2017)'nin yaptıkları çalışmada makarna içeriğine %20 oranında kinoa unu ve %20 oranında fermente kinoa unu ilave edildiğinde, optimum pişme sürelerinin sırasıyla %21.8 ve %19.5 oranında kısaldığını belirlemiştir. İlave edilen maddelerin gluten matriksinde bozulmaya yol açması sonucu suyun makarnanın içine girişinin kolaylaşması ile optimum pişme süresinin kısabileceği belirtilmiştir (Padalino ve diğ. 2014).

3.4.4 Şişme Derecesi

Şişme derecesi, pişme sırasında nişasta ve protein tarafından absorbe edilen suyun bir göstergesi olarak tanımlanmaktadır (Gopalakrishnan ve diğ. 2011).

Makarna örneklerinin şişme derecesi tüm örneklerde toz haldeki balık etlerinin ilavesi ile ters orantılı olarak azalma gösterdi. Kontrol örneği ile %5 İTBE, %10 İTBE, %5 TTBE, %10 TTBE ve %15 TTBE ilave edilen örneklerin istatistiksel olarak benzer ($p < 0.05$) olduğu tespit edildi. Kontrol örneğinin şişme derecesi 2.74 iken, İTBE ilave edilen örneklerin şişme derecesi değerlerinin 2.38 (%25 İTBE)-2.71 (%5 İTBE) arasında değiştiği ve TTBE ilave edilen örneklerin şişme derecesi değerlerinin ise 2.51 (%25 TTBE)-2.72 (%5 TTBE) arasında değiştiği belirlendi. En düşük şişme derecesine %25 İTBE ilave edilen örneğin sahip olduğu tespit edildi. İTBE ilave edilen örneklerin aynı oranda TTBE ilave edilen örneklere göre daha düşük şişme derecesine sahip olduğu görüldü (bkz. Tablo 3.20). Toz haldeki balık etinin yapısında yer alan proteinlerin nişasta granüllerinin etrafını sarması (bkz. Şekil 3.1), bu durumun su geçişini engelleyerek iç kısımdaki nişasta granüllerine sınırlı miktarda suyun ulaşmasına yol açması sonucu şişme derecesinde azalma meydana gelmesi (Padalino ve diğ. 2014) ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Diğer bazı kaynaklar incelendiğinde, benzer sonuçların elde edildiği çalışmalara rastlanılmıştır. Desai ve diğ. (2018d) makarna üretiminde %20 oranında toz halde balık eti kullanılması ile şişme derecesinin 2.95'ten (kontrol), 1.81'e azaldığını tespit etmişlerdir. Yapılan diğer bir çalışmada buğday kepeği ilavesiyle makarna üretimi sonucu, şişme derecesinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir (Gatta ve diğ. 2017). Rekha ve diğ. (2013) havuç, ıspanak, domates ve pancar püreleri ilave edilen

makarna örneklerinin şişme derecelerinde, kontrol örneğine kıyasla azalmanın meydana geldiğini saptamıştır. Bunun tam tersine makarnanın bazı kaynaklarla zenginleştirilmesi sonucu şişme derecesinde artmanın meydana geldiği çalışmalar da mevcuttur. Baskaran ve diğ. (2011)'nin yaptıkları bir çalışmada erişte (noodle) formülasyonuna yağsız süt tozu, peynir altı suyu proteini konsantresi ve bunların 1:1 oranında karışımı ilave edilmiştir. Kontrol örneğinin şişme derecesi 3.23 iken, %10 oranlarında yağsız süt tozu, peynir altı suyu proteini konsantresi ve ikisinin karışımı ilave edilen örneklerde şişme derecesi sırasıyla 3.42, 3.48 ve 3.29 olarak tespit edilmiştir. Başka bir uygulamada kontrol örneğinde şişme derecesi 1.99 olarak belirlenirken, makarna bileşimine %40 kırmızı ve beyaz sorgum unu ilave edilen örneklerde bu değer 2.08'e yükseldiği belirlenmiştir (Khan ve diğ. 2014). Tudorica ve diğ. (2002)'nin çalışmasında ise guar gam ilavesinin şişme derecesini arttırdığı ifade edilmiştir.

Bu bilgiler ışığında makarnaların şişme derecesi, ilave edilen materyalde hakim olan bileşenlerin son ürünün kompozisyonunda meydana getirdiği değişim ile ilişkilendirilebilmektedir. Bu çalışma sonucuna göre protein bakımından zengin olan toz haldeki balık etinin örnek formülasyonuna ilave edilmesi ile makarnadaki nişasta miktarının %73.66 (kontrol)'dan %51.99 (%25 İTBE)'a (bkz. Tablo 3.2) düşmesinin şişme derecesinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir.

3.4.5 Su Tutma Kapasitesi

Çalışma kapsamında üretilen makarna örneklerinde su tutma kapasitesinin %173.90 (%25 İTBE) -%208.32 (kontrol) arasında değiştiği belirlendi. Kontrol örneği ile %5 İTBE ve %5 TTBE ilave edilen örnekler arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark tespit edilemedi ($p>0.05$). Diğer ikame edilme oranları dikkate alındığında, toz haldeki balık etinin bileşime ilave edilmesi ile örneklerin su tutma kapasitelerinde azalma meydana geldiği belirlendi (Tablo 3.20). Bunun nedeninin kuvvetli protein-nişasta ağı nedeniyle suyun nişasta granüllerine ulaşmasının engellenmesi ayrıca nişastanın balık etinin ilavesiyle oransal olarak azalması ve toz haldeki balık etinin yapısının nişastaya göre daha sınırlı su tutma kabiliyetine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Aravind ve diğ. (2012), Padalino ve diğ.

(2014), Padalino ve diğ. (2017) tarafından da benzer tespitler ve yorumlar yapılmıştır.

Yapılan diğ. bazı çalışmalarda da bu durumu destekleyen sonuçlar elde edilmiştir. Spagetti örneklerine %10 oranında direçli nişasta ve kepek ilave edilmiş ve farklı sürelerde pişirilmiştir. En yüksek su tutma kapasitesine yüksek amiloz içeriğinden dolayı dirençli nişasta ilave edilen örneğın sahip olduğu belirlenmiştir. Kepek ilave edilen örneklerin ise hem kontrol örneklerinden hem de dirençli nişasta ilave edilen örneklerden daha düşük su tutma kapasitesine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca pişme süresinin uzaması ile tüm örneklerin su tutma kapasitesinin arttığı saptanmıştır. Uzun pişme süresinin suyun nişasta ve glutene daha çok nüfuz etmesini ve aralarında daha fazla etkileşimin olmasını sağladığı bildirilmiştir (Sozer ve diğ. 2007). Diğ. bir çalışmada kontrol uygulamasına göre, %60 ruşeym ile zenginleştirilen makarna örneğının su tutma kapasitesinin %18.1 oranında, %30 kepek ile zenginleştirilen makarna örneğının su tutma kapasitesinin ise %15.4 oranında azaldığı belirlenmiştir (Aravind ve diğ. 2012). Padalino ve diğ. (2014) içeriğine %15 bezelye unu ilave edildiğında, makarnanın su tutma kapasitesinin %145'den %132'ye azaldığını belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada kontrol örneğında su tutma kapasitesi %156 olarak belirlenirken domates kabuğu ununun %15 oranında makarna formülasyonuna ilave edilmesi ile makarnanın su tutma kapasitesinin %140'a azaldığı saptanmıştır (Padalino ve diğ. 2017).

Diğ. taraftan değişik amaçlarla makarna bileşimine ilavesi yapılan bazı kaynakların makarnanın su tutma kapasitesini arttırdığı bildirilmiştir. Bouasla ve diğ. (2017) deneysel olarak üretimini yaptıkları glutensiz makarna örneğının su tutma kapasitesini %181.53 olarak belirlerlerken, içeriğe ayrı ayrı %30 oranında sarı bezelye, nohut ve mercimek unu ilave edildiğında su tutma kapasitelerinin sırasıyla %201.33, %206.13 ve %191.33'e yükseldiğini belirlemişlerdir. Bunun nedenini, pişirme sırasında baklagil proteinlerinin denatürasyonu sonucu proteinlerin polar amino asit gruplarına suyun daha kolay ulaşması olarak bildirmişlerdir. Aydın ve Gocmen (2011) kontrol örneği olarak üretilen eriştelerin (noodle) su tutma kapasitesini %148.70 olarak belirlenirken, içeriğe %40 oranında yulaf unu ilave edildiğında su tutma kapasitesinin %162.10'a yükseldiğini bildirmiştir. Diğ. bir çalışmada ise kontrol uygulaması olan makarna örneğında su tutma kapasitesi

%148.70 iken, formülasyona mikroalg (*Spirulina platensis*) ilave edildiğinde makarnanın su tutma kapasitesinin arttığı ve %20 oranında zenginleştirme ile bu değer %158.47'e ulaştığı belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak protein-nişasta ağının zayıf olması ve dolayısıyla nişasta granüllerine suyun daha kolay ulaşabilmesinden kaynaklandığı kanaatine varılmıştır (Rodriguez De Marco ve diğ. 2014).

3.4.6 Toplam Organik Madde Miktarları

Toplam organik madde (TOM) miktarı, pişmiş makarnaların yüzeyinde bulunan organik bileşenlerin yıkama suyu ile durulanarak belirlenmesi esasına dayanır (D'Egidio ve Nardi 1996).

Makarna örneklerinin TOM miktarları tüm uygulamalar esas alındığında %1.16 (kontrol) -1.88 (%25 İTBE) arasında değiştiği belirlendi. TTBE ilave edilen örneklerin aynı miktarda İTBE ilave edilen örneklere göre daha düşük TOM oranına sahip olduğu gözlemlendi (bkz. Tablo 3.20). TOM miktarına göre makarna örnekleri pişme kaliteleri bakımından sınıflandırıldığında, TOM miktarı %1.4'den düşük olduğunda pişme kalitesi çok iyi, %1.4-2.1 arasında olduğunda pişme kalitesi iyi, %2.1'den yüksek olduğunda ise pişme kalitesi düşük olarak nitelendirilmektedir (D'Egidio ve diğ. 1982). Bu sınıflandırmaya göre, kontrol grubu makarna örneği (%1.16) ile %5 İTBE (%1.33), %5 TTBE (%1.19) ve %10 TTBE (%1.24) ilave edilmiş örneklerin pişme kalitelerinin "çok iyi" olarak belirtilen kategoride, diğer örneklerin ise pişme kalitelerinin "iyi" olarak nitelendirilen kategoride yer aldığı belirlendi.

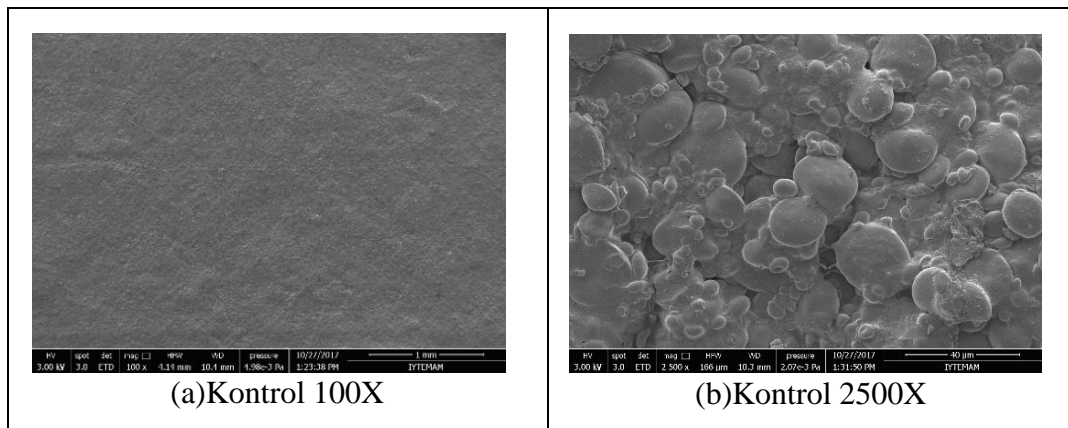
Köten ve diğ. (2014)'nin yaptıkları araştırmada ticari olarak satışa sunulan 15 farklı makarnada yapılan analizler sonucunda, örneklerin TOM miktarlarının %1.40- %2.63 arasında değiştiği belirlenmiştir. Larrosa ve diğ. (2016)'nin tarafından sadece buğday irmiğinden üretilen makarna örneğinde TOM miktarı 0.15 g (nişasta/100g makarna hamuru) olarak tespit edilirken, formülasyona farklı oranlarda yumurta tozu ilave edilmesi ile makarna üretiminin gerçekleştirilmesi sonucunda TOM miktarının örneklerde 0.18-0.56 g (nişasta/100g makarna hamuru) arasında değiştiği belirlenmiştir. Benzer şekilde makarna bileşimine %5, %10, %15 ve %20 oranlarında çığ nohut unu ve fırınlanmış nohut unu ilave edildiğinde, TOM miktarı kontrol

örneğinde % 0.97 olarak tespit edilirken, çiğ nohut unu ilaveli örneklerde % 1.85- %2.84 arasında, fırınlanmış nohut unu ilaveli örneklerde ise % 1.66- %2.97 arasında değiştiği belirlenmiştir (Fares ve Menga 2012). Bu bulgular ile glutensiz unların makarna formülasyonuna eklenmesi ile gluten ağının zayıflaması sonucu tüm yapının olumsuz etkilendiği rapor edilmiştir.

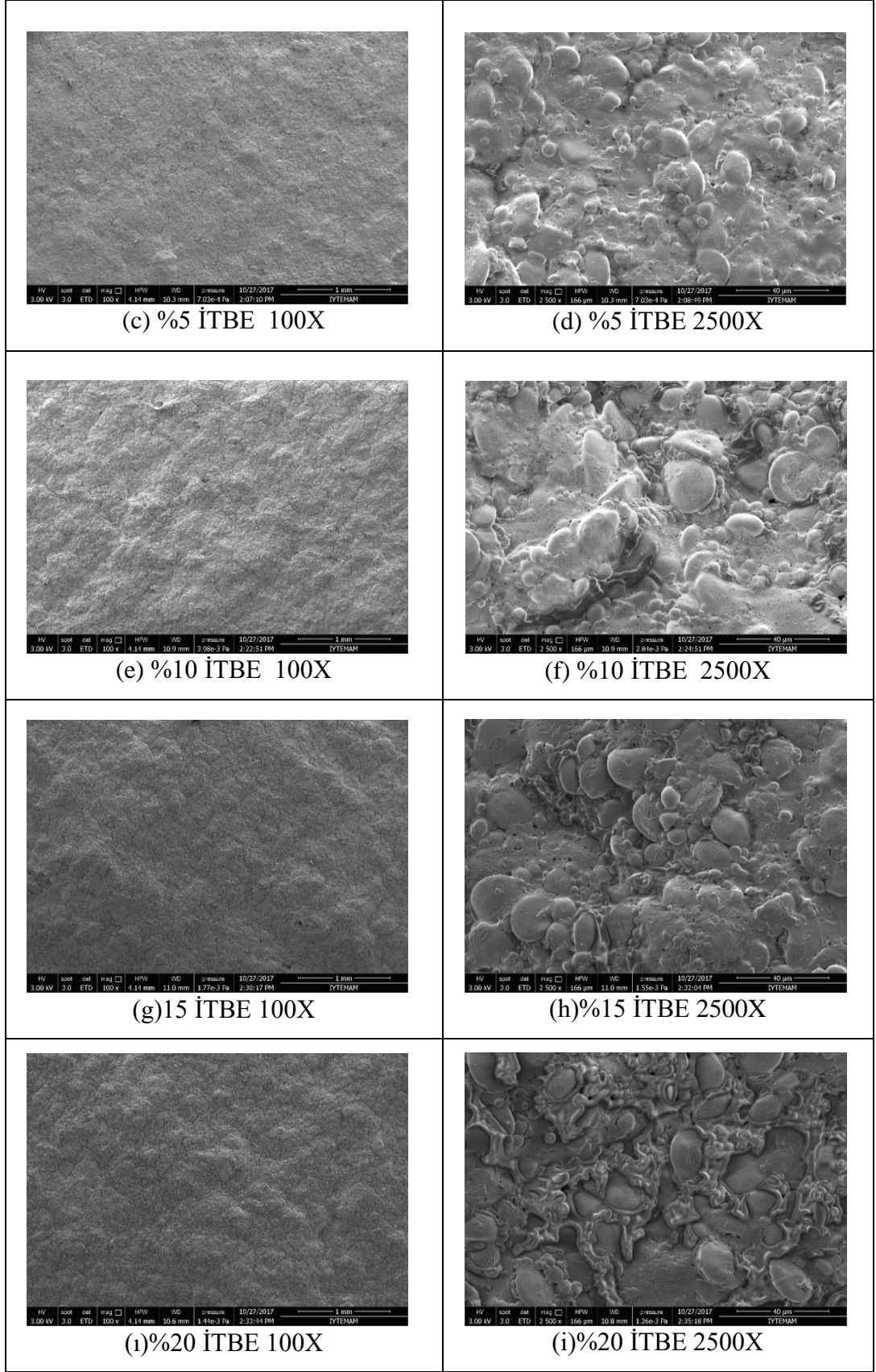
3.5 Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüleri Analizi

Makarnadaki taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri, nişasta granülleri ile gluten ağı arasındaki düzenlemeyi göstermektedir (Rajeswari ve diğ. 2013). Makarna örneklerinin yüzey SEM görüntüleri Şekil 3.1’de gösterilmiştir. SEM görüntülerine göre kontrol örneğinin pürüzsüz bir yüzeye sahip olduğu (Şekil 3.1 a), toz haldeki balık eti ilavesi ile yüzeyde dalgalanmaların meydana geldiği görüldü (Şekil 3.1 c,e,g,i,j,l,n,ö,r,t).

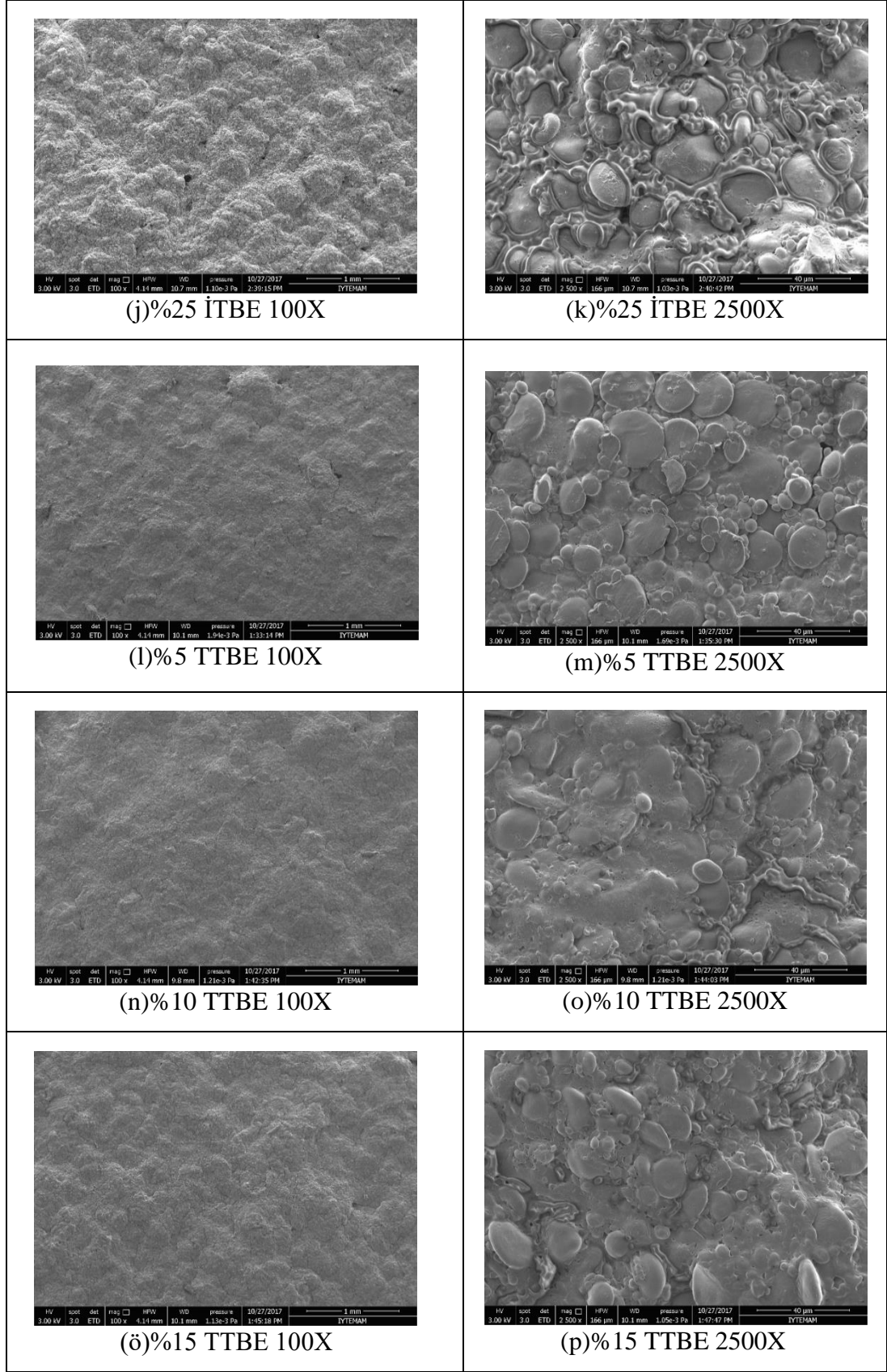
Özellikle 2500X büyütme oranına sahip görüntüler incelendiğinde, kontrol grubu makarna örneğinin literatürde de belirtildiği gibi (Cunin ve diğ. 1995), çeşitli büyüklüklerde nişasta granülleri ve bu nişasta granüllerinin etrafını saran ince bir protein tabakasına sahip olduğu görülürken, toz haldeki balık eti ilavesi ile nişasta granüllerinin etrafını kalın bir protein tabakasının sardığı görüldü. Özellikle %25 oranında İTBE ve TTBE ilave edilen örneklerde nişasta granüllerinin protein tabakasının içine tamamen gömüldüğü ve hapsedildiği tespit edildi (Şekil 3.1 k,u).



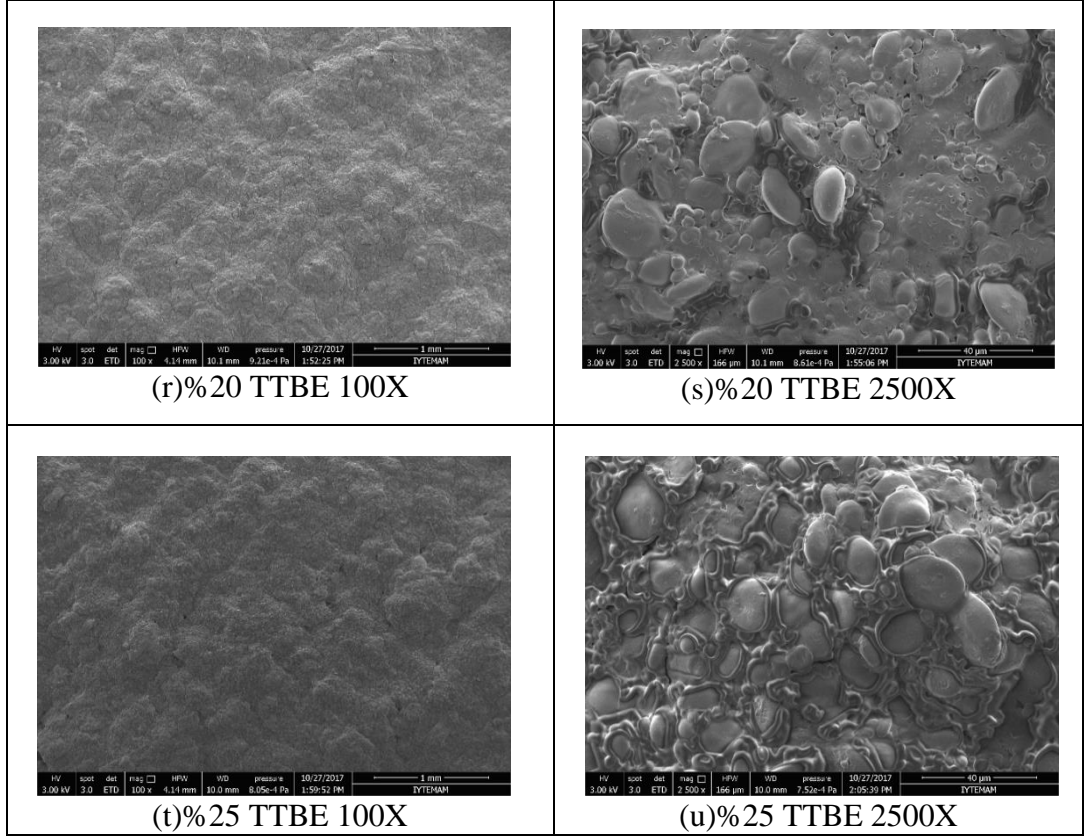
Şekil 3.1: Makarna örneklerinin SEM görüntüleri



Şekil 3.1: Makarna örneklerinin SEM görüntüleri (devam)



Şekil 3.1: Makarna örneklerinin SEM görüntüleri (devam)



Şekil 3.1: Makarna örneklerinin SEM görüntüleri (devam)

Konuyla ilgili yapılan benzer çalışmalarda nişasta granüllerinin etrafının kalın bir protein tabakası ile kaplanmasının nişasta granüllerine suyun girişini yavaştarak pişme zamanında uzamalara neden olabileceği belirtilmiştir (Resmini ve Pagani, 1983). Gerçekleştirilen pişirme analizleri sonucunda makarna örneklerine toz halde balık eti ilavesiyle optimum pişme sürelerinin uzadığı belirlendi. Dolayısıyla gerçekleşen bu durum literatürde belirtilen duruma uygunluk göstermekte ve sonuçlar desteklenmektedir.

Yapılan bir çalışmada bezelye lifi ve inülin ilavesinin makarnadaki protein matriksinin yapısını bozduğu ve bu nedenle nişasta granüllerinin üzerini protein tabakasının tam sarmamasından dolayı aralarında boşluklar kalmasına ve ayrıca aralarında boşluklar oluşan nişasta granüllerinin enzimatik reaksiyonlara maruz kalmasına neden olduğu belirtilmiştir. Bu durumu ortadan kaldırmak amacıyla içeriğe %3 oranında guar gam ilavesi ile kontrol örneği ile benzer bir yapının oluştuğu saptanmıştır (Tudorica ve diğ. 2002). Prabhasankar ve diğ. (2009a)'nin yaptıkları bir çalışmada kahverengi deniz yosunu (*Sargassum marginatum*) ilavesi ile

makarna üretimi gerçekleştirilmiştir. Makarnaların yüzey görüntüleri incelendiğinde deniz yosunu ilave edilen örneklerde protein yapısının üzerini ince bir film tabakasının kapladığı gözlenmiştir. Bu olayın deniz yosununun yapışkan (gamsı) yapısından kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu yapının makarnanın kalitesini iyileştirdiği tespit edilmiştir. Diğer bir çalışmada ise toz halde mantar ilavesi ile makarnadaki nişasta granüllerinin etrafını şekilsiz (amorf) bir maddenin kapladığı ve nişasta granüllerinin arasındaki boşlukların azaldığı belirlenmiştir. Özellikle protein içeriği yüksek materyaller ile zenginleştirmenin makarnada daha yoğun protein ağının oluşmasına ve bu protein ağının daha çok nişasta granülünün etrafını sarmasına neden olduğu belirlenmiştir (Lu ve diğ. 2018).

Çalışmada toz halde balık eti ilave edilerek üretilen tüm makarnalarda literatürlerde izah edilen durum açıkça görülmektedir (Şekil 3.1).

3.6 Duyusal Özellikler

Duyusal değerlendirme, gıdaların çeşitli karakteristiklerine görme, koklama, tatma, dokunma veya işitme duyularının tepkilerini oluşturan, ölçen, analiz eden ve yorumlayan bir disiplindir. Gıdaların kalitesinin belirlenmesinde özellikle tüketici kabulünü iyi bir şekilde ortaya koyması nedeniyle duysal analizler önem taşımaktadır (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2011).

Çalışma kapsamında üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin renk, koku, lezzet, tekstür ve genel beğeni özelliklerine ilişkin duysal değerlendirme puanları sırasıyla Tablo 3.21, Tablo 3.22, Tablo 3.23, Tablo 3.24 ve Tablo 3.25'te gösterildi. Örnekler hem uygulama çeşitleri arasında, hem de her bir örneğin oda koşullarında 1 yıl depolama süresi boyunca dört ayda bir olmak üzere zamana bağlı duysal değişimleri değerlendirildi.

Görünüş gıdanın tüketici tarafından değerlendirilmesinde ilk etkiyi oluşturan, bir ürünü satın alma ve tüketme kararını etkileyen en önemli duysal kalite özelliğidir. Bir gıdanın görünüşünü etkileyen başlıca özelliklerden biri de renk olarak tanımlanmıştır (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2011). Örneklerin depolama süresine bağlı renk puanı değişimleri incelendiğinde (Tablo 3.21), %15 ve %20 İTBE ilave edilen

örnekler ile %5, %15 ve %20 TTBE ilave edilen örneklerde zamana bağlı renk puanlarında azalma gözlenirken ($p<0.05$), diğer örneklerde zamana bağlı renk puanı değişimleri belirgin olmadı ($p>0.05$).

Başlangıç (0. ay) renk puanları dikkate alındığında en yüksek puana %5 TTBE ilave edilen örneğin (4.98) sahip olduğu belirlendi. Bu örnekten anlamlı derecede ($p<0.05$) düşük puana sahip olan sadece iki örneğin olduğu ve bunların en az puanlara sahip olan %25 İTBE (4.52) ve %25 TTBE (4.48) ilave edilen makarna örneklerinin olduğu belirlendi.

Tablo 3.21: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin çeşit ve depolama süresine göre renk puanları

Makarna Çeşidi	0. ay	4. ay	8. ay	12. ay
Kontrol	4.84±0.21 ^{Aab}	4.82±0.07 ^{Aa}	4.80±0.03 ^{Aa}	4.73±0.10 ^{Aa}
%5 İTBE	4.83±0.07 ^{Aab}	4.78±0.06 ^{Aa}	4.72±0.05 ^{Aab}	4.73±0.06 ^{Aa}
%10 İTBE	4.75±0.06 ^{Aab}	4.71±0.04 ^{Aab}	4.63±0.07 ^{Aabc}	4.55±0.13 ^{Aab}
%15 İTBE	4.75±0.01 ^{Aab}	4.71±0.04 ^{ABab}	4.64±0.01 ^{ABabc}	4.48±0.16 ^{Bab}
%20 İTBE	4.71±0.06 ^{Aab}	4.64±0.13 ^{Aab}	4.59±0.06 ^{ABbc}	4.41±0.01 ^{Babc}
%25 İTBE	4.52±0.03 ^{Ab}	4.50±0.25 ^{Abc}	4.48±0.22 ^{Acde}	4.12±0.29 ^{Ac}
%5 TTBE	4.98±0.03 ^{Aa}	4.84±0.10 ^{ABa}	4.81±0.02 ^{BCa}	4.64±0.06 ^{Cab}
%10 TTBE	4.75±0.11 ^{Aab}	4.71±0.04 ^{Aab}	4.70±0.10 ^{Aab}	4.55±0.19 ^{Aab}
%15 TTBE	4.84±0.18 ^{Aab}	4.66±0.10 ^{ABab}	4.54±0.06 ^{ABbcd}	4.34±0.11 ^{Bbc}
%20 TTBE	4.77±0.08 ^{Aab}	4.50±0.20 ^{ABbc}	4.37±0.07 ^{ABde}	4.11±0.23 ^{Bc}
%25 TTBE	4.48±0.44 ^{Ab}	4.39±0.04 ^{Ac}	4.33±0.08 ^{Ae}	4.09±0.20 ^{Ac}

-Büyük harfler (A, B,...) aynı satırdaki, küçük harfler (a, b,...) aynı sütundaki istatistiksel farkları göstermektedir ($p<0.05$).

Depolama periyodunun sonunda gerçekleştirilen duyusal analiz sonuçlarına göre, renk puanları en yüksek olan örneğin kontrol ve %5 İTBE ilave edilen makarna örneklerinin (4.73) olduğu belirlendi. Bu en yüksek puana sahip olan örnekler ile %10, %15 ve %20 İTBE ile %5 ve %10 TTBE ilave edilen makarna örneklerinin renk bakımından benzer ($p>0.05$) oldukları saptandı. Tüm makarnaların renk puanlarının, toz halde balık etinin ilave edilme oranı arttıkça azaldığı belirlendi. Daha önce yapılan çalışmalarda tüketicilerin makarnada sarı ve parlak rengi tercih ettikleri belirtilmiştir (Islas-Rubio ve diğ. 2014). Enstrümental renk analizi sonucunda toz halde balık eti ilavesi ile örneklerin sarılık değerlerinin arttığı ancak renklerinin koyulaştığı belirlenmişti. Sarılık değerinin artması istense de örnek renklerinin koyulaşmasının panelistleri daha çok etkilediği ve bu nedenle duyusal

analiz sonucunda toz halde balık etinin ilave edilmesinin tercih edilebilirliği azaltarak renk puanlarının düşmesine sebep olduğu düşünülmektedir. Sobota ve diğ. (2015)'nin yaptıkları çalışmada makarna formülasyonuna buğday kepeği ilave edilme oranı arttıkça renk puanlarının azaldığı belirlenmiştir. Bu azalmanın buğday kepeği ilavesinin makarnanın rengini koyulaştırmasından ve daha az parlak olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Bu durum toz halde balık eti ilave edilerek üretilen tüm makarna örnekleri için de geçerlidir.

Koku, burnun üst çatısında bulunan olfaktori epitelleri tarafından algılanan bir özellik olarak tanımlanmıştır (Karagül Yüceer 2015).

Makarna örneklerinin koku puanlarında zamana bağlı olarak %15 ve %20 TTBE ilave edilen örneklerde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) seviyede bir azalma meydana gelirken, diğer örneklerde meydana gelen değişimin önemsiz ($p>0.05$) olduğu görüldü (Tablo 3.22).

Tablo 3.22: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin çeşit ve depolama süresine göre koku puanları

Makarna Çeşidi	0. ay	4. ay	8. ay	12. ay
Kontrol	4.86±0.22 ^{Aa}	4.84±0.02 ^{Aa}	4.78±0.04 ^{Aa}	4.75±0.02 ^{Aa}
%5 İTBE	4.41±0.02 ^{Abc}	4.39±0.09 ^{Ab}	4.37±0.01 ^{Ab}	4.41±0.06 ^{Aab}
%10 İTBE	4.34±0.06 ^{Abc}	4.30±0.22 ^{Abc}	4.24±0.13 ^{Abc}	4.16±0.03 ^{Aabc}
%15 İTBE	4.25±0.11 ^{Abc}	4.18±0.01 ^{Abcd}	4.00±0.12 ^{Acde}	3.94±0.16 ^{Abcd}
%20 İTBE	3.92±0.12 ^{Ad}	3.82±0.06 ^{Ae}	3.83±0.01 ^{Ade}	3.73±0.19 ^{AcD}
%25 İTBE	3.90±0.03 ^{Ad}	3.84±0.16 ^{Ae}	3.90±0.44 ^{Ade}	3.71±0.16 ^{AcD}
%5 TTBE	4.88±0.23 ^{Aa}	4.77±0.01 ^{Aa}	4.74±0.01 ^{Aa}	4.59±0.25 ^{Aa}
%10 TTBE	4.50±0.06 ^{Ab}	4.37±0.06 ^{Abc}	4.33±0.01 ^{Ab}	3.91±0.51 ^{Abcd}
%15 TTBE	4.17±0.01 ^{AcD}	4.14±0.01 ^{AcD}	4.11±0.04 ^{Abcd}	3.59±0.25 ^{Bcd}
%20 TTBE	4.19±0.03 ^{Abcd}	4.00±0.20 ^{ABde}	3.85±0.11 ^{ABde}	3.48±0.42 ^{Bd}
%25 TTBE	3.90±0.03 ^{Ad}	3.80±0.09 ^{Ae}	3.76±0.11 ^{Ae}	3.44±0.54 ^{Ad}

-Büyük harfler (A, B,...) aynı satırdaki, küçük harfler (a, b,...) aynı sütundaki istatistiksel farkları göstermektedir ($p<0.05$).

Duyusal analizlerin gerçekleştirildiği tüm periyotlarda örnekler kıyaslandığında, hem İTBE hem de TTBE ilave edilme oranı arttıkça örneklerin koku puanlarında belirgin ($p<0.05$) bir azalmanın meydana geldiği tespit edildi. Depolamanın başlangıcında kontrol örneğinin (4.86) ve %5 TTBE ilave edilen örneğin (4.88) en yüksek koku puanlarını aldığı saptandı. 1 yıllık depolama süresinin

sonunda ise eşit oranlarda İTBE ilave edilen örnekler ile TTBE ilave edilen örneklerin koku puanlarının arasında belirgin bir fark olmadığı ($p<0.05$) belirlendi.

Benzer bir çalışmada karabuğday unu ilavesi ile makarna örneğinin koku puanının etkilenmediği belirlenmiştir (Jambrec ve diğ. 2011). Bunun yanında başka bir çalışmada keçiboynuzu lifi ilavesi ile makarnaların koku puanlarının azaldığı saptanmıştır (Biernacka ve diğ. 2017). Bu çalışmalar ışığında makarna içeriğine ilave edilen bileşenlerin algılanma şekillerine göre koku puanlarında değişiklikler olabileceği söylenebilir.

Lezzet; ağıza alınan bir gıda maddesinden çıkan uçucu bileşenlerin koklama yoluyla algılanması olarak tanımlanan koku ile ağızda çözünen maddelerin tatma yoluyla algılanması olarak tanımlanan tat ve kimyasal algı olarak tanımlanan ağız ve geniz boşluğundaki sinirlerin uyarılması sonucu algılanan acı hissi, burukluk gibi kavramların bütününden oluşmaktadır. Lezzetin değerlendirilmesinde nesnel yöntemlerin yetersizliği, gıda kalite kontrolünde duyu değerlendirmenin önemini ortaya koymaktadır (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2011). Makarna örneklerinin lezzet puanları incelendiğinde, örneklerin tamamında zamana bağlı olarak anlamlı bir değişimin meydana gelmediği ($p>0.05$) belirlendi (Tablo 3.23).

Tablo 3.23: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin örneklerinin çeşit ve depolama süresine göre lezzet puanları

Makarna Çeşidi	0. ay	4. ay	8. ay	12. ay
Kontrol	4.78±0.34 ^{Aa}	4.75±0.06 ^{Aa}	4.74±0.05 ^{Aa}	4.78±0.05 ^{Aa}
%5 İTBE	4.49±0.08 ^{Aab}	4.43±0.10 ^{Ab}	4.42±0.05 ^{Ab}	4.41±0.13 ^{Aab}
%10 İTBE	4.11±0.09 ^{Abcd}	4.09±0.01 ^{Ac}	4.07±0.02 ^{Ac}	3.93±0.23 ^{Abc}
%15 İTBE	4.00±0.06 ^{Abcde}	3.92±0.12 ^{Ad}	3.89±0.10 ^{Ac}	3.73±0.32 ^{Abc}
%20 İTBE	3.80±0.23 ^{Adef}	3.57±0.03 ^{Ae}	3.48±0.09 ^{Ad}	3.37±0.26 ^{Ac}
%25 İTBE	3.65±0.03 ^{Adef}	3.50±0.07 ^{Ae}	3.39±0.35 ^{Ad}	3.11±0.42 ^{Ac}
%5 TTBE	4.77±0.27 ^{Aa}	4.80±0.04 ^{Aa}	4.78±0.01 ^{Aa}	4.75±0.10 ^{Aa}
%10 TTBE	4.36±0.21 ^{Aabc}	4.34±0.03 ^{Ab}	4.33±0.01 ^{Ab}	3.84±0.74 ^{Abc}
%15 TTBE	3.94±0.33 ^{Acdef}	3.93±0.03 ^{Ad}	4.02±0.09 ^{Ac}	3.44±0.42 ^{Ac}
%20 TTBE	3.46±0.18 ^{Af}	3.48±0.04 ^{Ae}	3.53±0.04 ^{Ad}	3.16±0.61 ^{Ac}
%25 TTBE	3.48±0.08 ^{Af}	3.50±0.07 ^{Ae}	3.50±0.01 ^{Ad}	3.18±0.45 ^{Ac}

-Büyük harfler (A, B,...) aynı satırdaki, küçük harfler (a, b,...) aynı sütundaki istatistiksel farkları göstermektedir ($p<0.05$).

Genel olarak tüm uygulamalarda kontrol grubu olarak üretilen makarna örneği esas alındığında, toz haldeki balık eti ilave edilen makarna örneklerinin lezzet

puanlarında ilave edilme oranındaki artış ile azalma olduğu belirlendi. Depolamanın başlangıcında en yüksek lezzet puanına kontrol örneğinin (4.78) sahip olduğu, bunun %5 İTBE, %5 TTBE ve %10 TTBE ilave edilmiş örneklerin lezzet puanları ile belirgin farkının olmadığı ($p>0.05$) belirlendi. Depolamanın sonunda ise en yüksek lezzet puanına yine kontrol örneğinin (4.78) sahip olduğu ve bu periyotta da %5 İTBE ve %5 TTBE ilave edilmiş makarnaların lezzet puanları ile belirgin farkının olmadığı ($p>0.05$) belirlendi.

Panelistler özellikle %20 ve %25 oranlarında toz haldeki balık eti ilave edilen örneklerin belirgin balık koku ve aromasına sahip olduklarını panel formunda belirttiler. Balık etinin doğası gereği sahip olduğu koku ve aroma, özel uygulamalarla giderilmediği için içerikte belirli oranı aştığında hissedilebilmesi kaçınılmazdır. Dolayısıyla bu algılamanın olmaması için ya %15'den daha fazla balık eti ilave edilmemeli ya da özel koku giderme işlemi uygulanmış balık eti ilavesinin yapılması tercih edilmelidir.

Tekstür gıdaların yapısal, mekanik ve yüzey özelliklerinin belirlendiği çok değişkenli bir kalite kriteridir. Ağızda dişler, dil ve tükürük arasındaki interaksiyonlar sonucunda gıda maddesinin deformasyonunu içeren bir prosestir (Ertaş ve Doğruer 2010, Yeyinli 2006). Toz haldeki balık eti ilavesi ile üretilen makarna örneklerinin tekstür puanlarında ilave edilme oranı arttıkça belirgin seviyede ($p<0.05$) azalma meydana geldiği belirlendi (Tablo 3.24).

Depolamanın başlangıcında en yüksek tekstür puanı kontrol grubu makarna örneğinde (5.01) olduğu ve bu örneğin %5 İTBE, %10 İTBE ve %5 TTBE ilave edilen makarna örnekleriyle benzer tekstüre sahip olduğu tespit edildi ($p<0.05$). Depolama süresine bağlı tekstür puanlarının değişimi incelendiğinde %15 İTBE ve %20 İTBE ilave edilmiş örneklerin tekstür puanlarının depolama sonunda kayda değer seviyede azaldığı saptandı ($p<0.05$). Depolamanın sonunda kontrol (4.90), %5 İTBE (4.68) ve %5 TTBE (4.84) ilave edilen örneklerin diğerlerinden daha yüksek tekstür puanlarını aldığı belirlendi.

Tablo 3.24: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin örneklerinin çeşit ve depolama süresine göre tekstür puanları

Makarna Çeşidi	0. ay	4. ay	8. ay	12. ay
Kontrol	5.01±0.31 ^{Aa}	4.97±0.14 ^{Aa}	4.92±0.06 ^{Aa}	4.90±0.04 ^{Aa}
%5 İTBE	4.79±0.11 ^{Aab}	4.66±0.10 ^{Ab}	4.66±0.04 ^{Aa}	4.68±0.01 ^{Aab}
%10 İTBE	4.42±0.01 ^{Aabc}	4.41±0.13 ^{Abc}	4.33±0.08 ^{Ab}	4.11±0.23 ^{Abc}
%15 İTBE	4.25±0.01 ^{Abcd}	4.11±0.03 ^{ABde}	4.14±0.01 ^{ABbc}	3.96±0.13 ^{Bcd}
%20 İTBE	4.19±0.03 ^{Abcd}	3.87±0.26 ^{ABef}	3.78±0.14 ^{ABde}	3.73±0.01 ^{Bcde}
%25 İTBE	3.73±0.21 ^{Ad}	3.55±0.13 ^{Ag}	3.64±0.27 ^{Ae}	3.37±0.45 ^{Ade}
%5 TTBE	5.00±0.11 ^{Aa}	4.93±0.10 ^{Aa}	4.87±0.01 ^{Aa}	4.84±0.03 ^{Aa}
%10 TTBE	4.34±0.23 ^{Abcd}	4.39±0.04 ^{Ac}	4.37±0.01 ^{Ab}	4.12±0.42 ^{Abc}
%15 TTBE	4.25±0.41 ^{Abcd}	4.25±0.03 ^{Ac}	3.97±0.28 ^{Ac}	3.73±0.45 ^{Acde}
%20 TTBE	3.84±0.23 ^{Ac}	3.84±0.03 ^{Af}	3.63±0.06 ^{Ae}	3.30±0.54 ^{Ade}
%25 TTBE	3.73±0.57 ^{Ad}	3.80±0.04 ^{Afg}	3.54±0.13 ^{Ae}	3.23±0.39 ^{Ae}

-Büyük harfler (A, B,...) aynı satırdaki, küçük harfler (a, b,...) aynı sütündeki istatistiksel farkları göstermektedir (p<0.05).

Başlangıçta tüm örneklerin tekstürel özellikleri 7 puanlık hedonik skalanın orta değeri olan 3.5 puanın üzerinde puan alırken, 12 aylık depolama süresi sonunda %25 İTBE, %20 TTBE ve %25 TTBE ilave edilen örneklerin 3.5'in altında puanlar aldıkları görüldü (Tablo 3.24). Panelistler özellikle %20 ve %25 oranında toz haldeki balık eti ilave edilmiş örneklerde kopma (parçalanma) meydana geldiğini belirttiler. Enstrümental tekstür analizi ile makarna formülasyonuna toz halde balık eti ilavesinin artmasıyla, kopmaya karşı direnci gösteren gerilme kuvvetinde düşmenin meydana geldiği diğer bir deyişle elastikiyetinin azaldığı belirlenmişti (bkz. Tablo 3.16). Böylece enstrümental tekstürel analiz ile duyusal değerlendirme sonucunda elde edilen tekstür puanlarının birbiri ile uyumlu olduğu saptandı.

Yapılan benzer bir çalışmada en beğenilen tekstüre %20 oranında tatlı su çipurası protein konsantresi ilave edilen makarnaların sahip olduğu belirlenirken, makarna formülasyonundaki tatlı su çipurası oranının %30'a çıkarılması ile tekstürün olumsuz etkilendiği ve panelistler tarafından en düşük puanları almasına neden olduğu ifade edilmiştir (Goes ve diğ. 2016). Bhise ve diğ. (2015)'nin yaptıkları çalışmada erişte (noodle) örneklerine %40 oranında yağı alınmış ayçiçeği, soya fasülyesi ve keten tohumu unu ilave edilmesi ile tekstür puanlarının kontrol örneğine kıyasla %26.6, %1.2, %33.5 oranında azaldığı belirtilmiştir.

Duyusal olarak test edilen makarna örnekleri; tüm özellikleri açısından bir bütün olarak değerlendirilip genel beğeni puanları belirlendi (Tablo 3.25). Depolama süresine bağlı olarak %5 İTBE ilave edilen örnekte genel beğeni puanında azalma tespit edilirken ($p<0.05$), diğer örneklerin genel beğeni puanlarında herhangi bir fark tespit edilmedi ($p>0.05$).

Tablo 3.25: Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin örneklerinin çeşit ve depolama süresine göre genel beğeni puanları

Makarna Çeşidi	0. ay	4. ay	8. ay	12. ay
Kontrol	4.90±0.25 ^{Aa}	4.90±0.04 ^{Aa}	4.88±0.03 ^{Aa}	4.85±0.04 ^{Aa}
%5 İTBE	4.73±0.04 ^{Aab}	4.48±0.04 ^{Bb}	4.46±0.06 ^{Bb}	4.48±0.04 ^{Babc}
%10 İTBE	4.17±0.01 ^{Ac}	4.14±0.01 ^{Ac}	4.13±0.06 ^{Ac}	4.05±0.19 ^{Abcd}
%15 İTBE	4.06±0.03 ^{Acde}	4.01±0.19 ^{Ac}	4.00±0.06 ^{Ac}	3.94±0.16 ^{Acde}
%20 İTBE	3.78±0.15 ^{Adef}	3.73±0.06 ^{Ae}	3.61±0.03 ^{Ae}	3.46±0.26 ^{Adef}
%25 İTBE	3.69±0.08 ^{Aef}	3.59±0.01 ^{Aef}	3.54±0.30 ^{Ae}	3.25±0.42 ^{Aef}
%5 TTBE	4.86±0.26 ^{Aa}	4.87±0.06 ^{Aa}	4.83±0.01 ^{Aa}	4.64±0.13 ^{Aab}
%10 TTBE	4.38±0.23 ^{Abc}	4.34±0.03 ^{Ab}	4.35±0.02 ^{Ab}	3.89±0.48 ^{Acdef}
%15 TTBE	4.00±0.30 ^{Acdef}	3.98±0.04 ^{Ad}	3.91±0.13 ^{Ad}	3.50±0.38 ^{Adef}
%20 TTBE	3.63±0.12 ^{Aef}	3.62±0.04 ^{Aef}	3.61±0.03 ^{Ae}	3.27±0.45 ^{Aef}
%25 TTBE	3.56±0.33 ^{Af}	3.55±0.01 ^{Af}	3.54±0.06 ^{Ae}	3.23±0.45 ^{Af}

-Büyük harfler (A, B,...) aynı satırdaki, küçük harfler (a, b,...) aynı sütundaki istatistiksel farkları göstermektedir ($p<0.05$).

Başlangıçta en yüksek genel beğeni puanına kontrol grubu makarna (4.90) ile %5 İTBE (4.73) ve %5 TTBE (4.86) ilave edilen makarna örneklerinin sahip olduğu ve ayrıca toz haldeki balık eti ilavesi ile genel beğeni puanlarında azalmanın meydana geldiği belirlendi. Depolamanın sonunda en yüksek genel beğeni puanlarına depolamanın başlangıcında olduğu gibi kontrol örneği, %5 İTBE ve %5 TTBE ilave edilen örneklerin sahip olduğu tespit edildi. Deneysel olarak üretilen örneklerden en fazla %15 oranında toz halde balık eti ilave edilenlerin 7 puanlık hedonik skalanın orta değeri olan 3.5 puanın üzerinde puanlar aldığı belirlendi (Tablo 3. 25).

Konuyla ilgili yapılan bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Chin ve diğ. (2012) surimi ilave edilerek üretilen eriştelere (noodle) yaptıkları duyusal panelde, kontrol grubu olarak tanımladıkları sadece irmikten üretilen erişte örneğinde genel beğeni puanını 5.10/7 olarak belirlenirken, surimi ilave oranında yapılan artışın genel beğeniye azalttığını ve %20 oranında surimi ilave edilen

eriştenin genel beğeni puanının 3.52/7 olduğunu bildirmiştir. Diğer bir çalışmada makarnanın nohut unu ile zenginleştirilmesi uygulamasında, nohut unu ilave oranı arttıkça genel beğeni puanlarının azaldığı belirlenmiştir (Sabanis ve diğ. 2006). Rekha ve diğ. (2013)'nin yaptıkları çalışmada ise bileşime havuç, ıspanak, domates ve pancar püresi ilave edilerek üretilen makarna örneklerinde, toplam kabul edilebilirlik puanları en yüksek kontrol grubu makarna örneğinde (6.2/9) tespit edilirken, onu sırasıyla havuç püresi katkılı (6.1/9), pancar püresi katkılı (5.7/9), domates püresi katkılı (5.5/9) ve ıspanak püresi katkılı (5.4/9) makarnaların takip ettiği saptanmıştır.

Aranibar ve diğ. (2018) kısmen yağı alınmış chia tohumu (KYCT) ilavesiyle üretilen makarna örneklerinin duyuşal özelliklerinin 10 aylık depolama süresindeki değişimini incelemiştir. Depolamanın sonunda kontrol, %2.5, %5 ve %10 KYCT ilave edilmiş örneklerin renk, görünüş, lezzet ve koku değerlerinin istatistiksel olarak benzer olduğu ($p>0.05$) belirlenirken, örneklerin sertlik değerlerinin ise KYCT ilavesi ile azaldığı tespit edilmiştir.

Tüm bu ifadeler doğrultusunda, makarna içeriğine ilave edilen bileşenlerin yapısal özelliklerde meydana getirdiği değişiklikler genel olarak duyuşal anlamda kabul edilebilirliği azaltmaktadır denilebilir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Makarnanın uzun süre bozulmadan depolanabilmesi, kolay taşınması ve ucuz olması gibi özellikleri onun yaygın olarak tüketilen bir gıda olmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada, her yaş grubundaki bireylerin tüketebileceği bir gıda olması nedeniyle, makarnaya toz haldeki balık etinin ilave edilmesi ile fonksiyonellik kazandırılması amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinde yapılan analizler sonucunda, ilave edilen toz haldeki balık etlerinin makarnaya gıda bileşenleri açısından önemli oranda katkı sağladığı ve fonksiyonellik kazandırdığı belirlendi.

Toz haldeki balık etinin makarna bileşimine ilave edilmesi ile örneklerin protein bakımından zenginleştiği görüldü. Toz haldeki balık etlerinin protein miktarının, makarna üretiminde kullanılan irmiğe kıyasla yaklaşık 6.5 kat fazla olduğu belirlendi. Toz hale getirilen balık etlerinin makarna formülasyonuna ilave edilmesi ile makarnaların protein miktarlarının ilave edilme oranları ile paralel olarak önemli düzeyde arttığı ($p<0.05$) ve bunun hammaddelerim protein içerikleri ile ilişkili olduğu saptandı. Proteinlerin biyolojik değerini etkileyen faktörlerden birinin esansiyel amino asitlerin varlığı, diğerinin de in-vitro protein sindirilebilirliği olduğu bildirilmiştir (Baysal 2009; Bilişli 2012). Önemli hayvansal protein kaynaklarından biri olan balık etinin esansiyel amino asitleri yeterli ve dengeli oranda bulundurması, bu kaynağın makarna formülasyonuna ilave edilmesi ile örneklerin beslenme açısından önemli olduğu kabul edilen esansiyel amino asitler bakımından zengin bir gıda haline getirilebileceği ortaya kondu. Toplam esansiyel amino asit miktarı kontrol grubu makarna örneğinde 4226.30 mg/100g iken, toz halde balık etinin ilave edilmesi ile ilave edilme oranına bağlı olarak artış gösterdiği ve %25 oranında TTBE ilave edilen makarnada 10298.30 mg/100g'a, %25 oranında İTBE ilave edilen makarnada ise 9938.76 mg/100g'a yükseldiği tespit edildi. Makarnanın esansiyel amino asitlerden özellikle lizin ve treonin amino asiti bakımından fakir olduğu bilinmektedir (Shogren ve diğ. 2006). Lizin amino asiti kontrol grubu makarna örneğinde 384.28 mg/100g iken, %25 oranında İTBE ilave edilen makarnada

(1738.51 mg/100g) yaklaşık 4.5 kat, %25 oranında TTBE ilave edilen makarnada (1922.93 mg/100g) ise yaklaşık 5 kat arttığı saptandı. Treonin amino asitinin ise kontrol örneğinde 390.60 mg/100g olarak belirlenirken, %25 İTBE ilave edilen örnekte 1050.82 mg/100g, %25 TTBE ilave edilen örnekte 1074.95 mg/100g olduğu belirlendi (bkz. Tablo 3.7). Proteinlerin biyolojik değerini etkileyen diğer bir faktör olan in-vitro protein sindirilebilirliğinin de makarna formülasyonuna toz halde balık etinin ilave edilmesi ile doğru orantılı olarak önemli düzeyde arttığı ($p<0.05$) tespit edildi. Kontrol örneğinin in-vitro protein sindirilebilirliği %84.21 iken, içeriğine toz halde balık eti ilave edilen örnekler arasında en yüksek in-vitro protein sindirilebilirliği değerine sahip olanın %25 TTBE ilave edilen örnek olduğu (%91.87) belirlendi. Daha önce yapılan çalışmalarda balık proteinlerinin kollajenden oluşan güçlü lif ve tendonlara sahip olmamaları nedeniyle sindirilebilirliklerinin yüksek olduğu belirtilmiştir (Desai ve diğ. 2018a). Bu durum üretilen makarna örneklerinin beslenme açısından önemli katkılar sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Toz halde balık eti ilave edilmiş makarna örneklerinin yağ ve mineral madde içeriği bakımından zengin bir gıda haline geldiği tespit edildi. Makarna üretiminde kullanılan irmiğin yağ miktarı %1.79 olarak belirlenirken, irmiğe kıyasla İTBE'nin yaklaşık 9 kat (%16.01), TTBE'nin ise yaklaşık 8 kat (%14.29) fazla yağ içerdiği belirlendi (bkz. Tablo 3.1). Tütsüleme uygulanan ısıl işlemin etkisiyle balıkta bulunan yağın bir kısmının dokudan ayrılması sebebiyle TTBE'nin İTBE'ye kıyasla daha düşük yağ içeriğine sahip olduğu sonucuna varıldı. Her iki şekilde hazırlanan toz haldeki balık etlerinin makarna formülasyonuna ilave edilmesi ile yağ miktarlarında kayda değer düzeyde ($p<0.05$) artış meydana geldi (bkz. Tablo 3.2).

Mineral madde kompozisyonu analizleri sonucunda, toz haldeki balık etlerinin fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum miktarlarının irmiğe kıyasla daha yüksek, mangan ve bakır miktarlarının ise daha düşük olduğu belirlendi. İrmikteki çinko miktarı TTBE'de belirlenen değer ile benzer ($p>0.05$) bulunurken, İTBE'nin irmikten daha fazla ($p<0.05$) çinko içerdiği saptandı (bkz. Tablo 3.9). Makarna bileşimine toz halde balık eti ilavesi ile fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum miktarlarında dikkate değer seviyede ($p<0.05$) bir artışın meydana geldiği görüldü. Fosfor miktarı kontrol örneğinde 1920.0 mg/kg olarak belirlenirken, toz halde balık etinin en yüksek ilave edilme oranı olan %25 İTBE ve %25 TTBE

ilave edilen makarna örneklerinde sırasıyla 3812.9 mg/kg ve 3473.1 mg/kg olduğu saptandı. Potasyum miktarı, kontrol grubu makarna örneğinin sahip olduğu değere (3312.9 mg/kg) kıyasla %25 İTBE ve %25 TTBE ilave edilen makarna örneklerinde sırasıyla %80.4 ve %74.4 oranlarında artış gösterdi. Makarnalarda belirlenen kalsiyum içeriği kontrol örneğindeki değer ile kıyaslandığında, %10 ve daha fazla oranda TTBE ilave edilen örneklerde istatistiksel olarak anlamlı seviyede ($p<0.05$) artışa neden olurken, İTBE ilave edilen örneklerde ancak %25 ilave edilme oranının makarna içeriğindeki kalsiyum miktarına belirgin seviyede ($p<0.05$) bir artış sağladığı belirlendi. En düşük magnezyum miktarı kontrol grubu makarna örneğinde (611.1 mg/kg) tespit edilirken, en yüksek magnezyum miktarı %25 İTBE ilave edilen örnekte (763.5 mg/kg) belirlendi. Makarna bileşimine toz halde balık eti ilavesi ile son ürünün çinko ve bakır içeriğinde belirgin bir değişim gözlenmedi ($p>0.05$). Ancak mangan miktarında anlamlı düzeyde ($p<0.05$) bir azalmanın meydana geldiği belirlendi. Genel olarak gıdaların kül içeriği mineral maddeler açısından bilgi vermesi nedeniyle önem taşımaktadır (Baysal 2009). Üretimi gerçekleştirilen makarna örneklerinin kül miktarı, toz haldeki balık etinin ilave edilme oranına bağlı olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) artış gösterdi. Kontrol örneğinde %1.337 olan kül miktarı, en yüksek oran olan %25 İTBE ve %25 TTBE ilave edilen örneklerde sırasıyla %2.054 ve %2.304 olarak belirlendi (bkz. Tablo 3.2).

Üretim sonrasında tüketilebilecek forma getirmek amacıyla uygulanan kurutma işlemini takiben, makarna örneklerinde su aktivitesi değerlerinin 0.480-0.487 arasında değiştiği, ancak istatistiksel olarak tüm örneklerin benzer ($p>0.05$) su aktivitesine sahip olduğu saptandı. Makarna, üretimi sırasında uygulanan kurutma işlemi nedeniyle sahip olduğu düşük su aktivitesinin sayesinde mikrobiyolojik açıdan güvenli bir gıda olarak bilinmektedir. Ancak farklı amaçlara yönelik olarak uygulanan zenginleştirme çalışmalarında, ilave edilen kaynakların mikrobiyal yükleri doğrultusunda bazı mikrobiyolojik özelliklerin kontrol edilmesi gereken parametreler olduğu vurgulanmıştır. Formülasyona toz haldeki balık etinin ilave edilmesi ile makarna örneklerinin TMAB sayısında artış meydana geldiği ($p<0.05$) belirlendi. Depolama süresince gerçekleştirilen analizler doğrultusunda (başlangıç, 4., 8. ve 12. ay analizleri), örneklerin TMAB sayısında azalma meydana geldiği ($p<0.05$) tespit edildi. Kontrol örneğinde 0.58 log birim azalma meydana gelirken, İTBE ilave edilen örneklerde 0.82-1.02 log birim arasında değişen azalma, TTBE ilave edilen

örneklerde ise 0.79-0.99 log birim arasında değişen azalma meydana geldiği görüldü. Toz halde balık eti ilave edilmesinin toplam maya küf sayısında anlamlı düzeyde bir değişim meydana getirmediği ($p>0.05$) belirlendi. Bununla birlikte 12 aylık depolama süresi boyunca da toplam maya küf sayısında herhangi bir değişim saptanmadı ($p>0.05$).

Gıdaların bileşiminde yer alan antioksidatif etkiye sahip bileşiklerin sağlık üzerinde önemli etkileri vardır. Dolayısıyla makarna üretiminde kullanılan materyallerde bulunan antioksidan etkiye sahip maddeler de önem arz etmektedir. Bu maddeler sahip oldukları aktivite veya içerdikleri birtakım aktif grupların varlığı ile ifade edilebilmektedir. Bu nedenle üretimi gerçekleştirilen makarnaların fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktiviteleri takip edildi. Makarna bileşimine özellikle tütsülenmiş toz haldeki balık etinin ilave edilmesi ile örneklerin fenolik madde miktarında ve antioksidan aktivitelerinde artış meydana geldiği belirlendi. Fenolik madde miktarı sadece irmikten üretilen kontrol grubu makarna örneğinde 39.68 mg GAE/100g olarak tespit edilirken, İTBE ilave edilen örneklerde 39.74-41.98 GAE/100g arasında, TTBE ilave edilen örneklerde ise 40.46-47.13 GAE/100g arasında değiştiği belirlendi. Antioksidan aktivite değerleri incelendiğine kontrol örneği ile İTBE ilave edilen örneklerin benzer ($p>0.05$) antioksidan aktiviteye sahip olduğu, TTBE ilave edilen örneklerin ise kontrol ve İTBE ilave edilen örneklere kıyasla daha yüksek ($p<0.05$) antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirlendi. Tütsüleme esnasında tütsü elde etmek amacıyla kullanılan materyalin yanması sonucu oluşan ve antioksidan etki gösteren bazı bileşiklerin varlığı ile bunların balık dokusuna geçmesi neticesinde hem tütsülenmiş toz balık etinde hem de TTBE'nin kullanılması ile üretilen makarna örneklerinde antioksidan aktivitenin artışına neden olduğu söylenebilir.

Araştırma amacıyla üretimi yapılan makarna örneklerinin pişirilmeden önce ve pişirildikten sonraki yüzey renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) belirlendi. Pişirilmeden önce makarna örneklerinin L^* değerleri kontrol örneğinde 65.99 iken, İTBE ilave edilen örneklerde 61.11-64.45 arasında, TTBE ilave edilen örneklerde ise 61.15-63.57 arasında değişim gösterdi. Pişmiş makarna örneklerinden kontrol grubu makarna örneğinin L^* değerinin 68.01 olduğu, ancak azalarak İTBE ilave edilen örneklerde 63.06-67.20 arasında, TTBE ilave edilen örneklerde 61.87-67.00 arasında

değişim gösterdiği belirlendi. Makarna içeriğine toz halde balık eti ilave edilme oranı arttıkça tüm örneklerde L^* değerlerinin azaldığı, diğer bir ifadeyle makarnalarda rengin koyulaştığı görüldü. Başka bir renk parametresi olan a^* değerinin makarna örneklerinde İTBE ve TTBE ilave edilme oranı arttıkça yükseldiği görüldü. Makarnalarda pişirilmeden önce yapılan renk analizinde en düşük a^* değerinin 1.22 (kontrol) olduğu, diğer uygulamalarda ise ilave edilme oranları doğrultusunda arttığı ve İTBE ilavesiyle en fazla 5.32'ye (%25 İTBE), TTBE ilavesiyle ise en fazla 5.95'e (%25 TTBE) yükseldiği belirlendi. Pişmiş makarna örneklerinde a^* değeri kontrol örneğinde -3.06 olarak saptanırken, İTBE ilave edilen örneklerde -2.15 (%5 İTBE) ile 1.01 (%25 İTBE) aralığında, TTBE ilave edilen örneklerde -2.30 (%5 TTBE) ile 1.24 (%25 TTBE) aralığında değiştiği saptandı. Diğer bir renk parametresi olan b^* değeri, pişirme öncesinde makarnalardan kontrol örneğinde 27.31 iken, İTBE ilave edilen örneklerde 29.57-32.31 aralığında, TTBE ilave edilen örneklerde ise 29.35-33.28 aralığında değişim gösterdi. Pişmiş makarna örneklerinin b^* değeri kontrol örneğinde 14.81 olarak saptanırken, İTBE ilave edilen örneklerde 17.99-22.69 arasında, TTBE ilave edilen örneklerde ise 18.63-25.25 arasında değişim gösterdiği tespit edildi. Sonuç olarak tüm makarna örneklerine toz haldeki balık eti ilave edilme oranı arttıkça renklerinin koyulaştığı, daha kırmızı ve daha sarı bir renge sahip olduğu gözlemlendi. Bu değişimin ilave edilen toz haldeki balık etlerinin doğal renkleri ile ilişkili olduğu sonucuna varıldı (bkz. Tablo 3.1).

Pişirme işleminin renk üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla pişirme öncesi ve sonrası örneklerin renk değerleri kıyaslandı. İTBE ilave edilen örneklerin L^* değerlerinin ortalama 1.7 birim arttığı, a^* ve b^* değerlerinin ise sırasıyla ortalama 4.3 ve 9.7 birim azaldığı belirlenirken, TTBE ilave edilen örneklerin L^* değerlerinin ortalama 1.5 birim arttığı, a^* ve b^* değerlerinin ise sırasıyla yaklaşık 4.6 ve 9.1 birim azaldığı belirlendi. Bu renk değişimlerinin, pişmiş makarnanın su içeriğinin artması, renk pigmentlerinin degradasyonu, renk pigmentlerinin pişirme suyuna geçmesi gibi nedenlerle meydana gelebileceği sonucuna varıldı. Zira benzer vurgulamalar Mercier ve diğ. (2016) tarafından da yapılmıştır.

Pişirme öncesi gerçekleştirilen renk analizinde makarnalar için hesaplanan toplam renk değişim (ΔE) değerlerinin İTBE ilave edilen örneklerde en düşük 3.03 olduğu, en yüksek ise 8.11 olduğu belirlenirken, TTBE ilave edilen örneklerde bu

değişimler sırasıyla 3.38 ve 9.05 olarak saptandı. Yamauchi (1989) tarafından ΔE değerlerine göre yapılan sınıflandırmaya göre; %5, %10, %15 ve %20 İTBE ile %5, %10 ve %15 TTBE ilave edilen örneklerin “toplumun çoğu tarafından algılanabilir” kategorisine girdiği, %25 İTBE ile %20 ve %25 TTBE ilave edilen örneklerin ise “aynı renk grubundaki büyük farklılık” kategorisine girdiği belirlendi. Pişmiş makarna örneklerinde toplam renk değişim değerlerinin İTBE ilave edilen örneklerde 3.41-10.18 arasında değiştiği, TTBE ilave edilen örneklerde ise 4.04-12.85 arasında değiştiği belirlendi. Yamauchi (1989) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre; %5 İTBE, %10 İTBE ve %5 TTBE ilave edilen örneklerin “toplumun çoğu tarafından algılanabilir” kategorisinde yer aldığı, %15 İTBE, %20 İTBE, %25 İTBE, %10 TTBE, %15 TTBE ve %20 TTBE ilave edilen örneklerin “aynı renk grubundaki büyük farklılık” kategorisinde yer aldığı, %25 TTBE ilave edilen örneğin ise “başka bir renk grubu” kategorisinde yer aldığı sonucuna varıldı.

Makarnaların pişirme özellikleri, tekstürel özellikleri ve duyuşal özellikleri tüketici tercihlerini etkileyen önemli parametrelerdir. Toz halde balık etinin makarna içeriğine ilave edilmesiyle, makarnaların pişirme özelliklerine ait; suya geçen madde miktarı, hacim artışı, optimum pişme süresi, şişme derecesi, su tutma kapasitesi ve toplam organik madde miktarlarında meydana gelen değişimler değerlendirildi.

Buna göre kontrol uygulaması olarak üretilen makarna örneğinde suya geçen madde miktarı %5.87 iken, İTBE ilave edilen örneklerde en düşük %7.14 (%5 İTBE), en yüksek %9.15 (%25 İTBE) olduğu, TTBE ilave edilen örneklerde ise en düşük %7.50 (%5 TTBE), en yüksek 8.42 (%25 TTBE) olduğu saptandı (bkz. Tablo 3.20). Suya geçen madde miktarının toz halde balık eti ilave edilme oranı ile paralel olarak arttığı belirlendi. AACCC (2000)'de makarnada suya geçen madde miktarının en fazla %9 olması gerektiği bildirilmiştir. Buna göre %25 İTBE ilave edilen örneğin dışındaki örneklerin tamamının bu sınır değeri aşmadığı görüldü. Toz halde balık etinin formülasyona ilavesi ile makarnanın gluten yapısının zayıfladığı ve bu nedenle nişasta granüllerinin suya geçişinin kolaylaştığı ve bu durumun sonucu olarak da suya geçen madde miktarında artışın meydana geldiği söylenebilir. Rayas-Duarte ve diğ. (1996) tarafından yapılan benzer bir çalışmada da bu kanaati doğrulayan görüşler bildirilmiştir.

Üretilen makarna örneklerinin hacim artış oranlarının, hem İTBE hem de TTBE'nin içeriğe ilave edilmesi ile azaldığı belirlendi. Kontrol örneğinin hacim artış oranı %276.96 iken, İTBE ilave edilen örneklerin hacim artış oranları %255.07-%226.39 arasında, TTBE ilave edilen örneklerin hacim artış oranları ise %262.17-%240.28 arasında değişti. Cubadda (1988) iyi bir makarnanın pişirildiği zaman hacminin iki katı kadar şişmesi ve şeklini muhafaza etmesi gerektiğini bildirmiştir. Tüm örneklerin hacim artış oranlarının %200'ün üzerinde olduğu, diğer bir ifadeyle iyi bir makarnada olması gereken hacim artış özelliğine sahip oldukları belirlendi. Bu durum balık eti ilavesinin, makarnanın hacim artışına olumsuz etki yapmayacağını göstermektedir.

Makarnalarda diğer bir önemli parametre olan optimum pişme süresinin toz haldeki balık etinin ilave edilmesi ile arttığı belirlendi. Üretilen tüm makarna örneklerinde saptanan en düşük optimum pişme süresi 9.50 dk. (kontrol) iken, en yüksek optimum pişme süresinin 11.50 dk. (%25 İTBE) olduğu belirlendi. Nişasta jelatinizasyonu ve suyun penetrasyon hızının optimum pişme süresini etkilediği belirtilmiştir. Liu ve diğ. (2016)'nin çalışmasında bildirdiği gibi, bu çalışmada da kompleks protein ağının nişasta granüllerinin içine suyun girişini engellenmesi sonucu jelatinizasyonun başlamasının gecikmesine neden olduğu ve böylece optimum pişme süresinin uzadığı düşünülmektedir.

Makarnada pişme sırasında nişasta ve protein tarafından absorbe edilen suyun bir göstergesi olarak tanımlanan şişme derecesinin, toz balık eti ilavesi ile azaldığı görüldü. Aynı oranda İTBE ve TTBE içeren örneklerin şişme dereceleri incelendiğinde, işlem görmemiş formdakilerin ilave edildiği örneklerin, tütülenmiş formdakilerin ilave edildiği örneklere kıyasla daha düşük şişme derecesine sahip olduğu görüldü. Ancak her iki şekilde elde edilen toz haldeki balık etinin, makarna içeriğinde bulunan nişasta granüllerini sararak su geçişini yavaşlatması ile nişasta granüllerine sınırlı miktarda suyun ulaşmasına yol açması sonucu şişme derecesinde azalma meydana getirdiği düşünülmektedir. Nitekim Padalino ve diğ. (2014) tarafından yapılan çalışmada da nişasta granüllerinin etrafını saran protein tabakasının su geçişini sınırladığı, bu nedenle de şişme derecesinin azaldığı bildirilmiştir.

Su tutma kapasiteleri İTBE ilave edilerek üretilen örneklerde %173.90 ile %206.07 arasında değişirken, TTBE ilave edilerek üretilen örneklerde %182.85 ile %204.76 arasında değiştiği belirlendi. Bunun yanında en yüksek su tutma kapasitesine sahip örneğin kontrol örneği (%208.32) olduğu saptandı. Kontrol örneği ile %5 İTBE ve %5 TTBE ilave edilen örneklerin istatistiksel olarak benzer olduğu ($p>0.05$) ve toz haldeki balık etinin ilavesi ile örneklerin su tutma kapasitelerinde bir azalmanın meydana geldiği belirlendi. Bu azalmanın daha önce yapılan benzer çalışmalarda (Aravind ve diğ. 2012, Padalino ve diğ. 2014, Padalino ve diğ. 2017) vurgulandığı gibi, kuvvetli protein-nişasta ağı nedeniyle suyun nişasta granüllerine ulaşmasının engellenmesi, nişastanın balık etinin ilavesiyle oransal olarak azalması ve toz haldeki balık etinin yapısının nişastaya göre daha sınırlı su tutma kabiliyetine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışma kapsamında üretilen makarna örneklerinde TOM miktarının %1.16 - 1.88 arasında değiştiği belirlendi. D'Egidio ve diğ. (1982) tarafından, TOM miktarına göre makarna örneklerinin pişme kaliteleri açısından sınıflandırılması yapılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre kontrol örneğinin (%1.16), %5 İTBE (%1.33), %5 TTBE (%1.19) ve %10 TTBE (%1.24) ilave edilmiş örneklerin pişme kaliteleri “çok iyi” olarak belirtilen kategoride yer alırken, diğer örnekler “iyi” olarak belirtilen kategoride yer aldığı belirlendi.

Tekstür analizleri makarna örneklerine pişirilmeden önce ve pişirildikten sonra ayrı ayrı uygulandı. Makarna örneklerine uygulanan kırılma testi sonucu hesaplanan kırılma kuvveti (sertlik değeri), makarna örneklerinin depolama ve taşınması esnasındaki dayanıklılığı hakkında bilgi vermesi açısından önem taşıdığı bilinmektedir. Kontrol örneğinin sertlik değeri 1.541 N iken, İTBE ilave edilen örneklerin sertlik değerlerinin 1.083-1.456 N arasında, TTBE ilave edilen örneklerin sertlik değerlerinin ise 1.076-1.437 N arasında değiştiği belirlendi. Bu durum formülasyonuna toz haldeki balık eti ilave edilme oranı arttıkça makarnanın kırılması için gerekli kuvvetin azaldığını göstermektedir. Silva ve diğ. (2013)'nin bildirdiklerine göre, makarna ve buna benzer ürünlerde gluten miktarı azaldığında esneklik azalmakta ve kırılma artmaktadır. Dolayısıyla sertlik değerinde meydana gelen bu değişimin asıl nedeninin bütün ürünlerde gluten yapısının zayıflaması ile

birlikte makarnaların esnek yapısının bozulması ve daha kırılğan bir hal almasından kaynaklandığı söylenebilir.

Piştirilen makarna örneklerine kesme, gerilme ve yapışkanlık testleri uygulanarak, bunların tekstürel özellikleri belirlendi. Kesme testi ile duyuşsal olarak makarnayı ısırarak için gerekli olan kuvveti gösteren sertlik değeri belirlendi. Genel olarak toz haldeki balık eti ilavesiyle sertlik değeri azaldığı ($p < 0.05$) belirlenirken, İTBE ilave edilen örneklerin aynı oranda TTBE ilave edilen örneklere kıyasla daha yüksek sertlik değeri sahip olduğu gözlemlendi. Pişmiş makarnalarda sertliğin makarna içeriğinde mevcut protein (gluten) yapısının bütünlüğü ve bağ kuvvetiyle ilişkili olduğu bildirilmektedir (Desai ve diğ. 2018c). Bu nedenle toz haldeki balık etinin makarna içeriğine ilave edilmesi sonucu gluten varlığında azalma meydana gelmesi ile sertlik değeri azalma olduğu belirlendi. Ayrıca TTBE ilave edilen makarnaların İTBE ilave edilenlerden daha düşük sertliğe sahip olması, TTBE'nin elde edildiği materyalin daha önce tütüleme sırasında ısı işleme tabi tutulması ve bu sırada proteinlerin özelliklerinde değışiklik meydana gelmesi ile açıklanabilir.

Gerilme testi, pişmiş makarnaların elastikiyetini ve kopmaya karşı gösterdiği direnci ifade eder. Elastikiyetin gluten miktar ve kalitesi ile yakından ilişkili olduğu bilinmektedir (Yeyinli 2006). Kontrol grubu makarna örneğinin elastikiyet değeri 0.486 N olarak tespit edilirken, İTBE ilave edilerek üretilen makarna örneklerinde 0.366 N (%25 İTBE)- 0.485 N (%5 İTBE) arasında, TTBE ilave edilen makarna örneklerinde ise 0.331 N (%25 TTBE)- 0.468 N (%5 TTBE) arasında değıştiği belirlendi. Elastikiyet değeri açısından kontrol örneği ile %5 İTBE ve %5 TTBE ilave edilen örneklerin benzer olduğu ($p > 0.05$) görüldü. Belirtilen oranların üzerinde toz haldeki balık etinin ilave edilmesi ile bu değeri azaldığı belirlendi ($p < 0.05$). Bu durumun azalan gluten miktarı ile ilişkili olduğu sonucuna varıldı.

Adezyon testi, pişmiş makarna örneklerinin yapışkanlık değeri göstermektedir. Kontrol örneğinin en yüksek yapışkanlık değeri (1.659 N) sahip olduğu saptanırken, %25 İTBE ilave edilen örneğin en düşük yapışkanlık değeri (0.473 N) sahip olduğu görüldü. Makarna örneklerinin yapışkanlık değeri toz haldeki balık etinin ilave edilme oranı arttıkça azaldığı belirlendi. Yapışkanlıktaki bu azalmanın, ilave edilen toz haldeki balık eti miktarı arttıkça makarna örneklerindeki

protein oranının artmasından (bkz. Tablo 3.2) ve nişasta oranının azalmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Enstrümental tekstür analizleri ışığında, makarna içeriğine toz halde balık eti ilave edilmesi ile makarna örneklerinin daha kırılğan bir yapıya dönüştüğü, pişmiş makarna örneklerinin ise sertliklerinde, kopmaya karşı dirençlerinde (elastikiyet) ve yapışkanlıklarında azalma meydana geldiği belirlendi.

Tüm makarna örneklerinin mikroyapılarını gösteren SEM görüntüleri incelendiğinde, kontrol örneğinin daha pürüzsüz bir yüzeye sahip olduğu, toz haldeki balık eti ilave edilmesi sonucu yüzeyde dalgalanmaların meydana geldiği görüldü. Bunun yanında toz halde balık etinin ilave edilmesi ile birlikte nişasta granüllerinin etrafını kalın bir protein tabakasının sardığı saptandı. Bu durumun makarnanın tekstürel bakımdan daha zayıf, kırılğan bir yapıya sahip olmasının asıl nedeni olduğu sonucuna varıldı. Bu konuda gerçekleştirilen bir araştırmada nişasta granüllerinin etrafının kalın bir protein film ile kaplanmasının nişasta granüllerine suyun ulaşmasını geciktirerek makarnanın pişme zamanında uzamalara neden olabileceği bildirilmiştir (Resmini ve Pagani, 1983). Bu ifade edilen durum pişirme analizleri sonucunda saptanan toz halde balık eti ilavesiyle optimum pişme sürelerinin uzamasını desteklemektedir.

Üretimi yapılan makarna örnekleri duyuşsal özellikler olarak belirlenen, renk, koku, lezzet, tekstür ve genel beğeni açısından depolama süresince değerlendirildi. Duyusal renk puanlarının depolama süresince değişimleri incelendiğinde, %15 ve %20 İTBE ilave edilen örnekler ile %5, %15 ve %20 TTBE ilave edilen örneklerde azalma ($p<0.05$) meydana gelirken, diğer örneklerde belirgin bir değişimin olmadığı ($p>0.05$) belirlendi. Depolamanın sonunda %25 İTBE ile %15, %20 ve %25 TTBE ilave edilen örnekler kontrol örneğinden istatistiksel olarak daha düşük ($p<0.05$) renk puanları aldı. Genel olarak makarnalarda parlak ve sarı rengin arzu edildiği bildirilmiştir (Islas-Rubio ve diğ. 2014). Toz haldeki balık etinin kendi rengi ile ilişkili olarak ilave edilme oranı arttıkça örneklerin sarılık değerlerinin arttığı ancak parlak olan rengin koyulaştığı (matlaştığı) enstrümental renk ölçümüyle tespit edildi. Bu nedenle sarılık değerlerinin artması olumlu bir değişim olsa da, makarna renklerinde gözlenen koyulaşmanın panelistleri etkilediği ve bu nedenle duyuşsal analiz sonucunda toz halde balık etinin ilave edilmesi ile birlikte makarnaların

duyusal renk puanlarının düştüğü gözlemlendi. Tüm bu ifadeler ışığında, balık etinin renkte kabul edilebilir sınırı aşmayacak oranda makarna içeriğine ilave edilebileceği söylenebilir.

Duyusal olarak diğer önemli bir parametre olan koku puanlarının, depolama süresince %15 ve %20 TTBE ilave edilen örneklerde azaldığı ($p<0.05$) saptanırken, diğer örneklerde önemli bir değişim meydana gelmedi ($p>0.05$). Depolamanın başlangıcında kontrol örneği (4.86) ile %5 TTBE (4.88) ilave edilen örneğin diğer örneklerden daha yüksek koku puanlarını aldığı saptandı. Depolamanın 12. ayında gerçekleştirilen duyusal analiz sonuçlarına göre kontrol (4.75), %5 İTBE (4.41), %10 İTBE (4.16) ve %5 TTBE (4.59) ilave edilen örneklerin en yüksek koku puanlarını aldığı tespit edildi. Toz halde balık etinin makarna içeriğine ilave edilme oranının artmasıyla ters orantılı olarak koku puanlarının hissedilir derecede azaldığı gözlemlendi. Bu nedenle içeriğe toz halde balık eti ilave edilmesinde sınırlı bir oranın uygulanması gerektiği söylenebilir.

Lezzet; genel anlamda tat ve koku algılarının bileşimi olarak ifade edilmektedir. (Altuğ Onoğur ve Elmacı 2011). Örneklerin depolama süresince lezzet puanlarında meydana gelen değişimleri önemsiz ($p>0.05$) bulundu. Ancak toz haldeki balık etinin makarna formülasyonuna ilave edilmesi ile lezzet puanlarında azalma meydana geldiği görüldü. Depolamanın başlangıcında en yüksek lezzet puanına kontrol örneğinin sahip olduğu ve kontrol örneği ile %5 İTBE, %5 TTBE ve %10 TTBE ilave edilmiş örneklerin benzer ($p>0.05$) olduğu belirlendi. Muhafazanın sonlandırıldığı 12. ayda gerçekleştirilen duyusal analizde ise en yüksek lezzet puanına yine kontrol örneğinin sahip olduğu ve kontrol örneği ile %5 İTBE ve %5 TTBE ilave edilmiş örneklerin benzer ($p>0.05$) olduğu belirlendi. Duyusal analize katılan panelistler %20 ve %25 oranlarında toz balık eti katılan makarna örneklerinin hissedilir derecede balık koku ve aromasına sahip olduklarını panel formlarında belirttiler. Bu durumun önüne geçilmesi amacıyla, %15'den fazla toz halde balık etinin makarna formülasyonuna ilave edilmemesi gerektiği ya da balık etinin toz hale getirilmeden önce veya sonra koku giderme işlemine tabi tutulması gerektiği kanaatine varıldı.

Panelistlerin makarnaların tekstürel özelliklerine verdikleri puanların toz haldeki balık eti ilave oranı arttıkça azaldığı belirlendi. Depolama süresince %15

İTBE ve %20 İTBE ilave edilmiş makarna örneklerinin tekstür puanlarının düştüğü ($p<0.05$) belirlenirken, diğer örneklerde önemli bir fark meydana gelmedi ($p>0.05$). Panelistler %20 ve %25 oranında toz haldeki balık eti ilave edilmiş örneklerde parçalanma meydana geldiğini panel formlarında belirttiler. Tekstür analiz cihazı ile gerçekleştirilen gerilme testi sonucuna göre makarna formülasyonuna toz halde balık eti ilavesinin artmasıyla, kopmaya karşı direncin azaldığı, makarnaların elastikiyetini kaybettiği belirlenmişti. Dolayısıyla duyuşal değerlendirme sonucunda elde edilen tekstür puanlarının, tekstür analiz cihazında elde edilen sonuçlar ile uyumlu olduğu sonucuna varıldı.

Tüm duyuşal özellikleri yansıtan genel beğeni açısından, örneklerin depolama süresince değişimi incelendiğinde, %5 İTBE ilave edilen makarna örneğinin puanlarında azalma ($p<0.05$) saptanırken, diğer örneklerin puanlarında belirgin bir fark tespit edilmedi ($p>0.05$). Depolamanın başlangıcında en yüksek genel beğeni puanına kontrol (4.90) örneğinin sahip olduğu ve %5 İTBE (4.73) ile %5 TTBE (4.86) ilave edilen örneklerin kontrol örneği ile benzer ($p>0.05$) genel beğeni puanlarına sahip oldukları belirlendi. Bunun yanında makarna içeriğine toz halde balık eti ilave edilmesi ile genel beğeni puanlarında azalma meydana geldiği görüldü. Zenginleştirilen makarna örneklerinden en fazla %15 oranında toz halde balık eti ilave edilenlerin 7 puanlık hedonik skalanın orta değeri olan 3.5 puanın üzerinde puanlar aldığı tespit edildi. Bu nedenle makarna örneklerinden %15'e kadar toz haldeki balık eti ilavesi ile üretilenlerin duyuşal özellikler açısından kabul edilebilir nitelikler taşıdığı sonucuna varıldı.

Sonuç olarak; üretilen makarna örneklerinde meydana gelen tüm bu belirtilen özelliklerde gözlenen değişimler nedeniyle, %15 oranına kadar toz halde balık eti ilavesinin fonksiyonel makarna üretiminde alternatif bir kaynak olabileceği belirlendi.

5. KAYNAKLAR

AACC, *Approved Methods of the American Association Cereal Chemists*, St. Paul, Minnesota: AACC International, (2000).

Abuelfatah, K., Zuki, A. B. Z., Goh, Y. M. and Sazili, A. Q., "Effects of enriching goat milk with n-3 polyunsaturated fatty acids on meat quality and stability", *Small Ruminant Res*, 136, 36-42, (2016).

Acar, J. ve Gökmen V., "Fenolik bileşikler ve doğal renk maddeleri", (ed: İ. Saldamlı), *Gıda Kimyası*, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 557-590, (2014).

Agama-Acevedo, E., Islas-Hernandez, J. J., Osorio-Diaz, P., Rendon-Villalobos, R., Utrilla-Coello, R. G., Angulo, O. and Bello-Perez, L. A., "Pasta with unripe banana flour: Physical, texture, and preference study", *J Food Sci*, 74(6), 263-267, (2009).

Ahmad, S., Anzar, A., Srivastava A.K. and Srivastava P.K., "Effect of curing, antioxidant treatment, and smoking of buffalo meat on pH, total plate count, sensory characteristics, and shelf life during refrigerated storage", *Int J Food Prop*, 8, 139-150, (2005).

Akeson, W. R. and Stahmann, M. A., "A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation", *J Nutri*, 83, 257-261, (1964).

Alireza Sadeghi, M. and Bhagya, S., "Quality characterization of pasta enriched with mustard protein isolate", *J Food Sci*, 73 (5), 229-237, (2008).

Altuğ Onoğur, T. and Elmacı, Y., *Gıdalarda duyuşsal değerlendirme*, İzmir: Sidaş Medya, 1-14, (2011).

Anbudhasan, P., Asvini, G., Surendraraj, A., Ramasamy, D. and Sivakumar, T., "Development of functional pasta enriched with omega 3 fatty acids", *India/ Fish Technol Soc Fish Technol*, 51, 1-6, (2014).

Anonim, *Microorganisms in Foods*, The International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF), Oxford: Blackwell Scientific Publications, 181-196, (1986).

Anonim, Türk Gıda Kodeksi Makarna Tebliği, Tebliğ No: 2002/20, (2002a).

Anonim, Türk Gıda Kodeksi İrmik Tebliği, Tebliğ No: 2002/21, (2002b).

Anonim, FEI company, The quanta FEG user operation manual, 3rd Ed, 4022 290 22214 (2007a).

Anonim, FAO/WHO/UNU, Protein amino acid requirements in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation: Who technical report series no.935:FAO/WHO/UNU, Geneva, Switzerland, (2007b).

Anonim, *Bilimsel Yönleriyle Makarna*, Türkiye Makarna Sanayicileri Derneği, Ankara: Comart Kurumsal İletişim Hizmetleri Ltd. Şti., (2008).

Anonim, Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği, Tebliğ No: 2009/6, (2009).

Anonim, Union of Organizations of Manufactures of Pasta Products of the E.U. <http://www.pasta-unafpa.org/> (2015).

Anonim, Makarna Standardı (TS 1620). Ankara: Türk Standartları Enstitüsü, (2016).

Anonim, Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı, *Makarna Sektör Raporları*, Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı, (2017).

Anonim, *Su Ürünleri İstatistikleri*, Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, (2018).

AOAC, *Official Methods of Analysis*, Washington, D.C.: Association of Official Agricultural Chemists, (1990).

Aranibar, C., Pigni, N.B., Martinez, M., Aguirre, A., Ribotta, P., Wunderlin, D. and Borneo, R., “Utilization of a partially-deoiled chia flour to improve the nutritional and antioxidant properties of wheat pasta”, *LWT- Food Sci Technol*, 89, 381-387, (2018).

Aravind, N., Sissons, M., Egan, N. and Fellows, C., “Effect of insoluble dietary fibre addition on technological, sensory and structural properties of drum wheat spaghetti”, *Food Chem*, 130, 299-309, (2012).

Arıman Karabulut, H. ve Yandı, İ., “Su ürünlerindeki omega-3 yağ asitlerinin önemi ve sağlık üzerine etkisi”, *EgeJFAS*, 23, 339-342, (2006).

Ariestya, D. I., Swastawati, F. and Susanto, E., “ Antimicrobial activity of microencapsulation liquid smoke on tilapia [*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)] meat for preservatives in cold storage (± 5 °C)”, *Aquad Procedia*, 7, 19-27, (2016).

Aslan, D., Köksel, H., “Gıda zenginleştirilmesi ve bazı yaklaşımlar”, *Türk Tabipler Birliği Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 12(11), 418- 420, (2003).

Aydin, A., Paulsen, P. and Smulders, F. J. M., “The physico-chemical and microbiological properties of wheat flour in Thrace”, *Turk J Agric For*, 33, 445-454, (2009).

Aydin, E. and Gocmen, D., “Cooking quality and sensorial properties of noodle supplemented with oat flour”, *Food Sci Biotechnol*, 20(2), 507-511, (2011).

Baskaran, D., Muthupandian, K., Gnanalakshmi, K. S., Pugazenthi, T. R., Jothylingam, S. and Ayyadurai, K., “Physical properties of noodles enriched with whey protein concentrate (WPC) and skim milk powder (SMP)”, *J. Stored Prod Postharvest Res*, 2(6), 127-130, (2011).

Baysal, A., *Beslenme*, Ankara: Hatiboğlu Yayınevi, 9-264, (2009).

Begum, M., Bhowmik, S., Islam, S., Akter, F. and Hossain, N., “Development of a nutritionally enriched fish cake from mixed fish species”, *JNSTU*, 1(2), 43-48, (2017).

Beleggia, R., Platani, C., Papa, R., Di Chio, A., Barros, E., Mashaba, C., Wirth, J., Fammartino, A., Sautter, C., Conner, S., Rauscher, J., Stewart, D. and Cattivelli, L., “Metabolomics and food processing: from semolina to pasta”, *J Agric Food Chem*, 59, 9366-9377, (2011).

Benjakul, S. and Karnjanapratum, S., “Characteristics and nutritional value of whole wheat cracker fortified with tuna bone bio-calcium powder”, *Food Chem*, 259, 181-187, (2018).

Bhise, S., Kaur, A. and Aggarwal, P., “Development of protein enriched noodles using texturized defatted meal from sunflower, flaxseed and soybean”, *J Food Sci Technol*, 52(9), 5882-5889, (2015).

Biernacka, B., Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Rozylo, R. and Siastala, M., “Physical, sensorial, and antioxidant properties of common wheat pasta enriched with carob fiber”, *LWT- Food Sci Technol*, 77, 186-192, (2017).

Bigliardi, B. and Galati F., “Innovation trends in the food industry: The case of functional foods”, *Trends Food Sci Technol*, 31, 118-129, (2013).

Bilişli, A. *Gıda Kimyası*, Çanakkale: Sıdaş Medya Ltd. Şti., (2012).

Boss C. B. and Fredeen K. J., *Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*, USA: Perkin Elmer, Inc., (2004).

Bouasla, A., Wojtowicz, A. and Zidoune, M. N., “Gluten-free precooked rice pasta enriched with legumes flours: Physical properties, texture, sensory attributes and microstructure”, *LWT-Food Sci Technol*, 75, 569-577, (2017).

Brennan, C. S., Kuri, V. and Tudorica, C. M., “Inulin-enriched pasta: effects on textural properties and starch degradation”, *Food Chem*, 86, 189-193, (2004).

Cardenas-Hernandez, A., Beta, T., Loarca-Pina, G., Castano-Tostado, E., Nieto-Barrera, J. O. and Mendoza, S., “Improved functional properties of pasta: Enrichment with amaranth seed flour and dried amaranth leaves”, *J Cereal Sci*, 72, 84-90, (2016).

Cemeroğlu, B.S., *Meyve Sebze İşleme Teknolojisi I*, Ankara: Bizim Grup Basımevi, 182-188, (2013).

Chalamaiah, M., Dinesh Kumar, B., Hemalatha, R. and Jyothirmayi, T., “Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review”, *Food Chem*, 135, 3020-3038, (2012).

Chandla, N. K., Saxena, D. C., Singh, S., “Processing and evaluation of heat moisture treated (HMT) amaranth starch noodles; an inclusive comparison with corn starch noodles”, *J Cereal Sci*, 75, 306-313, (2017).

Chin, C. K., Huda, N. and Yang, T. A., “Incorporation of surimi powder in wet yollow noodles and its effects on the pyhsicochemical and sensory properties”, *Int Food Res. J*, 19 (2), 701-707, (2012).

Choy, A. L., Morrison, P. D., Hughes, J. G., Marriott, P. J. and Small D. M., “Quality and antioxidant properties of instant noodles enhanced with common buckwheat flour.”, *J Cereal Sci*, 57, 281-287, (2013).

Cleary, L. and Brennan, C., “The influence of a (1 → 3)(1 → 4)-β-D-glucan rich fraction from barley on the physico-chemical properties and in vitro reducing sugars release of durum wheat pasta”, *Int J of Food Sci Technol*, 41(8), 910-918, (2006).

Cofrades, S., Benedi, J., Garcimartin, A., Sanchez-Muniz, F. J. and Jimenez-Colmenero, F., “A comprehensive approach to formulation of seaweed-enriched meat products: From technological development to assessment of healty properties”, *Food Res Int*, 99(3), 1084-1094, (2017).

Coşansu, S., “Gıdalarda bozulma”, (eds: F. Durlu Özkaya, S. Coşansu ve K. Ayhan), *Her Yönüyle Gıda*, İzmir: Sidaş Medya, 267-308, (2015).

Cubadda, R., “Evaluation of durum wheat, semolina and pasta in Europe”, (Eds: G. Fabriani, C. Lintas), *Durum wheat: Chemistry and technology*, St. Paul, Minnesota: AACC, 217-228, (1988).

Cunin, C., Handschin, S., Walther, P. and Escher, F., “Structural changes of starch during cooking of durum wheat pasta”, *LWT-Food Sci Technol*, 28(3), 323-328, (1995).

Çaklı, Ş., *Su ürünleri işleme teknolojisi*, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi, 1-77, (2010).

Dary, O. and Mora, J. O., “Food fortification to reduce vitamin a deficiency: international vitamin a consultative group recommendations.” *J Nutr*, 132(9), 2927-2933, (2002).

Debbarma, J., Viji, P., Rao, B. M. and Prasad, M. M., ”Nutritional and physical characteristics of noodles incorporated with green seaweed (*Ulva reticulata*) and fish (*Pangasianodon hypophthalmus*) mince”, *Indian J Fish*, 64(2), 90-95, (2017).

D’Egidio, M.G., De Stefanis, E., Fortini, G., Galterio, S., Nardi, S., Sgrulletta, D. and Bozzini, A., “Standardization of cooking quality analysis in macaroni and pasta products”, *Cereal Food World*, 27(8), 367-368, (1982).

D’Egidio, M. G., and Nardi, S., “Textural measurement of cooked spaghetti”, (Eds: J. E. Kruger, R. B. Matsuo and J. W. Dick), *Pasta and noodles technology*, St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, 133-156, (1996).

Del Nobile, M. A., Baiano, A., Conte, A. and Mocci, G., “Influence of protein content on spaghetti cooking quality”, *J Cereal Sci*, 41, 347-356, (2005).

Demir, B., “Nohut ununun geleneksel erişte ve kuskus üretiminde kullanım imkanları üzerine bir araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Konya, (2008).

Demirkol, O. ve İçöz, A., “Makarnanın besin değeri ve mikrobiyal kalitesi”, *SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 115-118, (2002).

Desai, A., Brennan, M. A. and Brennan, C. S., “ Effect of fortification with fish (*Pseudophycis bachus*) powder on nutritional quality of durum wheat pasta”, *Foods*, 7(4), 62, (2018a).

Desai, A., Brennan, M. A. and Brennan, C. S., “Amino acid and fatty acid profile and digestible indispensable amino acid score of pasta fortified with salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) powder”, *Eur Food Res Technol*, 244, 1729-1739, (2018b).

Desai, A., Brennan, M. A. and Brennan, C. S., “Influence of semolina replacement with salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) powder on the physicochemical attributes of fresh pasta”, *Int J Food Sci Technol*, 54(3), 1-9, (2018c).

Desai, A., Brennan, M. A. and Brennan, C. S., “The effect of semolina replacement with protein powder from fish (*Pseudophycis bachus*) on the physicochemical characteristics of pasta”, *LWT - Food Sci Technol*, 89, 52-57, (2018d).

Dhanasettakorn, K., “Coenzyme Q10 content, composition, texture and physiochemical characteristics of pasta fortified with freeze-dried beef heart”, Ph.D. Thesis, *University of Missouri, Columbia*, (2008).

Djeukeu, W. A., Gouado, I., Leng, M. S., Vijaykrishnaraj, M. and Prabhasankar, P., “Effect of dried yam flour (*Dioscorea schimperiana*) on cooking quality, digestibility profile and antioxidant potential of wheat based pasta”, *J Food Meas Charact*, 11, 1421-1429, (2017).

Dursun, S., “Ekmek zenginleştirmede protein kaynağı olarak balık etinin kullanılması.”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli*, (2006).

Dursun, S., Yapar, A. ve Çelik, İ., “Kadife balığı (*Tinca tinca L.*,1758) etiyle zenginleştirmenin hamurun reolojik özellikleri ve ekmeğin duyu özellikleri üzerine etkisi”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3), 44-58, (2009).

Dülger, D. ve Şahan, Y., “Diyet lifinin özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri” *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 147-157, (2011).

Edwards, N. M., Izydorczyk, M. S., Dexter J. E. and Biliaderis C. G., “Cooked pasta texture: Comparison of dynamic viscoelastic properties to instrumental assessment of firmness”, *Cereal Chem*, 70(2), 122-126, (1993).

Erkan, N., Selçuk, A. and Özden, Ö., “Amino acid and vitamin composition of raw and cooked horse mackerel”, *Food Anal Methods*, 3, 269-275, (2010).

Ertaş, N., Doğruer, Y., “Besinlerde tekstür”, *Erciyes Üniv Vet Fak Derg*, 7(1), 35-42, (2010).

Fares, C. and Menga, V., “Effects of toasting on the carbohydrate profile and antioxidant properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour added to durum wheat pasta”, *Food Chem*, 1331, 1140-1148, (2012).

Filip, S. and Vidrih, R., “Amino acid composition of protein-enriched dried pasta: Is it suitable for a low-carbohydrate diet?”, *Food Technol Biotechnol*, 53(3), 298-306, (2015).

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., “Quality of spaghetti pasta containing mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.)”, *Food Chem*, 119, 1544-1549, (2010).

Gatta, B., Rutigliano, M., Padalino, L., Conte, A., Alessandro, M., Nobile, D. and Luccia, A. Di, “The role of hydration on the cooking quality of bran-enriched pasta” *LWT -Food Sci Technol*, 84, 489–496, (2017).

Giannuzzi, L. “Mathematical modeling of microbial growth in fresh filled pasta stored at different temperature”, *J Food Process Preserv*, 22, 433-447, (1998).

Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Fortunati, P. and Masoero, F., “Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour”, *Food Chem*, 175, 43-49, (2015).

Goes, E. S. dos R., Souza, M. L. R. de, Michka, J. M. G., Kimura, K. S., Lara, J. A. F. de, Delbem, A. C. B. and Gasparino, E., “Fresh pasta enrichment with protein concentrate of tilapia: nutritional and sensory characteristics”, *Food Sci Technol (Campinas)*, 36(1), 76-82, (2016).

Gokoglu, N., Yerlikaya, P. and Cengiz, E., “Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)”, *Food Chem*, 84, 19-22, (2004).

Gopalakrishnan, J., Menon, R., Padmaja, G., Sajeev, M. S. and Moorthy, S. N., “Nutritional and functional characteristics of protein-fortified pasta from sweet potato”, *Food Nutr Sci*, 2(9), 944-955, (2011).

Gökalp, H. Y., Nas, S. ve Certel, M., *Biyokimya I, Temel yapılar ve kavramlar*, Denizli: Mühendislik Fakültesi Matbaası, 334-342, (2002).

Gull, A., Prasad, K. and Kumar, P. “Effect of millet flours and carrot pomace on cooking qualities, color and texture of developed pasta.”, *LWT-Food Sci Tehcnol*, 63, 470- 474, (2015).

Halkman, K. (Ed.), *MERCK Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*, Ankara: Başak Matbaacılık Ltd. Şti., 135-238, (2005).

Howard, B. M., Hung, Y. C. and McWatters, K., “Analysis of ingredient functionality and formulation optimization of pasta supplemented with peanut flour”, *J Food Sci*, 76(1), E40-E47, (2011).

Iafelice, G., Caboni, M. F., Cubadda, R., Di Criscio, T., Trivisonno, M. C. and Marconi, E., “Development of functional spaghetti enriched with long chain omega-3 fatty acids”, *Cereal Chem*, 85(2), 146-151, (2008).

Isık, F. and Topkaya, C., “Effects of tomato pomace supplementation on chemical and nutritional properties of crackers”, *Ital J Food Sci*, 28(3), 525-535, (2016).

Islas-Rubio, A. R., Calderon de la Barca, A. M., Cabrera-Chavez, F., Cota-Gastelum, A. G. and Beta, T., “Effect of semolina replacement with a raw: popped amaranth flour blend on cooking quality and texture of pasta”, *LWT-Food Sci Technol*, 57, 217-222, (2014).

Jambrec, D. J., Pestoric, M. V., Psodorov, D. B., Sakac, M. B., Nedeljkovic, N. M., Mandic, A. I. and Sedej, I. J., “Instrumental and sensory properties of buckwheat flour pasta”, *Food Feed Res*, 38(2), 24-50, (2011).

Jaster, H., Arend, G. D., Rezzadori, K., Chaves, V. C., Reginatto, F. H. and Petrus, J. C. C., “Enhancement of antioxidant activity and physicochemical properties of yogurt enriched with concentrated strawberry pulp obtained by block freeze concentration”, *Food Res. Int*, 104,119-125, (2018).

Jayasena, V. and Nasar-Abbas, S. M., “Development and quality evaluation of high-protein and high-dietary-fiber pasta using lupin flour”, *J Texture Stud*, 43, 153-163, (2012).

Kaba, N., Çorapçı, B., Yücel, Ş., Özer, Ö. ve Eryaşar, K., “Dumanlanmış palamut balığından (*Sarda sarda*, Bloch 1793) elde edilen balık köftesinin duyuşal, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri”, *Akademik Gıda*, 11(2), 45-50, (2013).

Kaçar, B. ve İnal, A., *Bitki Analizleri*, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, (2008).

Kadam, S. U. and Prabhasankar P., “Evaluation of cooking, microstructure, texture and sensory quality characteristics of shrimp meat-based pasta”, *J Texture Stud*, 43, 268-274, (2012).

Kahraman, Ö., “Süt ve süt ürünlerinin çinko ile zenginleştirilmesine ilişkin yaklaşımlar”, *GIDA*, 36(4), 241-248, (2011).

Karagül Yüceer, Y., “Gıdalarda duyuşsal analiz”, (eds: F. Durlu Özkaya, S. Coşansu ve K. Ayhan), *Her Yönüyle Gıda*, İzmir: Sidaş Medya, 421-436, (2015).

Kaur, G., Sharma, S., Nagi, H. P. S. and Dar, B. N., “Functional properties of pasta enriched with variable cereal brans”, *J Food Sci Technol*, 40(4), 467-474, (2012).

Kaur, G., Sharma, S., Nagi, H. P. S. and Ranote, P. S., “Enrichment of pasta with different plant proteins”, *J Food Sci Technol*, 50 (5), 1000-1005, (2013).

Kayahan, M., “Lipitler”, (ed: İ. Saldamlı), *Gıda Kimyası*, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 135-226, (2014).

Kemahlıoğlu, K. ve Demirağ, K., “İzmir’de tüketime sunulan çeşitli firmalara ait erişte ve noodle ürünlerinin bazı kimyasal ve fiziksel kalite nitelikleri”, *Akademik Gıda*, 16(1), 60-66, (2018).

Khan, I., Yousif, A. M., Johnson, S. K. and Gamlath, S., “Effect of sorghum flour addition on resistant starch content, phenolic profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta”, *Food Res Int*, 54, 578-586, (2013).

Khan, I., Yousif, A. M., Johnson, S. K. and Gamlath, S., “Effect of sorghum flour addition on in vitro starch digestibility, cooking quality and consumer acceptability of durum wheat pasta”, *J Food Sci*, 79(8), 1560-1567, (2014).

Khatkar, A. B. and Kaur, A., “Effect of protein incorporation on functional, thermal, textural and overall quality characteristics of instant noodles”, *J Food Meas Charact*, 12, 2218-2229, (2018).

Kımura, K. S., de Souza, M. L. R., Gasparino, E., mikcha, J. M. G., Chambo, A. P. S., Verdi, R., Coradini, M. F., Marques, D. R., Feihrmann, A. and Goes E. S. dos R., “Preparation of lasagnas with dried mix of tuna and tilapia”, *Food Sci Technol*, 37(3), 507-514, (2017).

Kınık, Ö., Gürsoy, O., Gökçe, R., “Süt ürünlerinin demir ile zenginleştirilmesi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(3), 393-401, (2003).

Krishnan, J. G., Menon, R., Padmaja, G., Sajeev, M. S. and Moorthy, S. N., “Evaluation of nutritional and physico-mechanical characteristics of dietary-fiber enriched sweet potato pasta”, *Eur Food Res Technol*, 234, 467-476, (2012).

Kosovic, I., Jukic, M., Jozinovic, A., Ackar, D. and Koceva Komlenic, D., “Influence of chestnut flour addition on quality characteristics of pasta made on extruder and minipress”, *Czech J Food Sci*, 34(2), 166-172, (2016).

Köten, M., Ünsal, S. ve Atlı, A., “Türkiye’de üretilen makarnaların bazı kimyasal bileşimlerinin ve pişme kalitelerinin belirlenmesi”, *GIDA*, 39(1), 33-40, (2014).

Kurt, A. and Gençcelep, H., “Enrichment of meat emulsion with mushroom (*Agaricus bisporus*) powder: Impact on rheological and structural characteristics”, *J Food Eng*, 237, 128-136, (2018).

Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N. and Califano, A., “Improvement of the texture and quality of cooked gluten-free pasta”, *LWT-Food Sci. Technol*, 70, 96-103, (2016).

Lemes, A.C., Takeuchi, K. P., Carvalho, J. C. M. and Danesi, E. D. G., “Fresh pasta enriched with *Spirulina platensis* biomass”, *Braz Arch Biol Technol*, 55(5), 741-750, (2012).

Liu, T., Hamid, N., Kantono, K., Pereira, L., Farouk, M. M. and Knowles, S. O., “Effects of meat addition on pasta structure, nutrition and in vitro digestibility”, *Food Chem*, 213, 108–114, (2016).

Lorusso, A., Verni, M., Montemurro, M., Coda, R., Gobbetti, M. and Rizzello, C. G., “Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features”, *LWT- Food Sci. Technol*, 78, 215-221, (2017).

Lu, X., Brennan, M. A., Serventi, L., Liu, J., Guan, W. and Brennan C. S., “Addition of mushroom powder to pasta enhances the antioxidant content and modulates the predictive glycaemic response of pasta”, *Food Chem*, 24, 199-209, (2018).

Markey, O., Souroullas, K., Fagan, C. C., Kliem, K. E., Vasilopoulou, D., Jackson, K. G., Humphries, D. J., Grandison, A. S., Givens, D. I., Lovegrove, J. A. and Methven, L., “Consumer acceptance of dairy products with a saturated fatty acid-reduced, monounsaturated fatty acid-enriched content”, *J Dairy Sci*, 100(10), 7953-7966, (2017).

Marti, A., Barbiroli, A., Marengo, M., Fongaro, L., Iametti, S. and Pagani M.A., “Structuring and texturing gluten-free pasta: egg albumen or whey proteins?”, *Eur Food Res Technol*, 238, 217-224, (2014).

Marti, A., Fongaro, L., Rossi, M., Lucisano, M. and Pagani M. A., “Quality characteristics of dried pasta enriched with buckwheat flour”, *Int J Food Sci Technol*, 46, 2393-2400, (2011).

Mercier, S., Moresoli, C., Mondor, M., Villeneuve, S. and Marcos, B., “A meta-analysis of enriched pasta: What are the effects of enrichment and process specifications on the quality attributes of pasta?”, *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 15, 685-704, (2016).

Mirhosseini, H., Abdul Rashid, N. F., Tabatabaee Amid, B., Cheong, K. W., Kazemi, M. and Zulkurnain, M., “Effect of partial replacement of corn flour with durian seed flour and pumpkin flour on cooking yield, texture properties, and sensory attributes of gluten free pasta”, *LWT- Food Sci Technol*, 63, 184-190, (2015).

Monteiro, M. L. G., Marsico, E. T., Soares Junior, M. S., Magalhaes, A. O., Canto, A. C. V. C. S., Costa-Lima, B. R. C., Alvares, T. S. and Conte Junior, C. A. “Nutritional profile and chemical stability of pasta fortified with Tilapia (*Oreochromis niloticus*) flour” *Plos One*, doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168270>, (2016).

Nas, S., Gökalp, H. Y. ve Ünsal, M., *Bitkisel yağ teknolojisi*, Denizli: Mühendislik Fakültesi Matbaası, 1-14, (2001).

Naumova, N., Lukin, A. ve Erlikh, V., “Quality and nutritional value of pasta products with added ground chia seeds”, *Bulg J Agric Sci*, 23(5), 860-865, (2017).

Nedeljkovic, N., Sakac, M., Mandic, A., Psodorov, D., Jambrec, D., Pestoric, M., Tamara, I. S. and Hadnadev, D., “Rheological properties and mineral content of buckwheat enriched wholegrain wheat pasta”, *Chem Ind Chem Eng Q*, 20(1), 135-142, (2014).

Oktem, A. and Gulgun Oktem, A., “Mineral composition of some Turkish durum wheat genotypes”, *Asian J Chem*, 21(4), 2733-2738, (2009).

Ovando-Martinez, M., Sayago-Ayerdi, S., Agama-Acevedo, E., Goni, I. and Bello-Perez, L. A., “Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta”, *Food Chem*, 113, 121-126, (2009).

Özgören, E., Kaplan, H. B. ve Tüfekçi, S., “Chia tohumu kullanılarak zenginleştirilen galetelerin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri”, *Food and Health*, 4(2), 140-146, (2018).

Öztürk, B., “Çiğ ve pişmiş koyun, keçi ve inek sütü ile üretilen ev eriştelere kalite kriterlerinin belirlenmesi” Yüksek Lisans Tezi, *Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Tekirdağ, (2007).

Padalino, L., Conte, A., Lecce, L., Likyova, D., Sicari, V., Pellicano, T. M., Poiana, M. and Del Nobile, M. A., “Functional pasta with tomato by-product as a source of antioxidant compounds and dietary fibre”, *Czech J Food Sci*, 35(1), 48-56, (2017).

Padalino, L., Mastromatteo, M., Lecce, L., Spinelli, S., Conto, F. and Alessandro, M., “Chemical composition, sensory and cooking quality evaluation of durum wheat spaghetti enriched with pea flour”, *Int J Food Sci Technol*, 49, 1544-1556, (2014).

Pal, G. K., Kumar, S. B., Prabhasankar, P. and Suresh, P. V., “Inclusion of poultry based food ingredients in the formulation of noodles and their effects on noodle quality characteristics”, *J Food Meas Charact*, 11(3), 939-947, (2017).

Park, H., Lee, M., Kim, K. T., Park, E. and Paik, H. D., “Antioxidant and antigenotoxic effect of dairy products supplemented with red ginseng extract”, *J Dairy Sci*, 101(10), 8702-8710,(2018).

Pasqualone, A., Bianco, A. M., Paradiso, V. M., Summo, C., Gambacorta, G. and Caponio, F., “Physico-chemical, sensory and volatile profiles of biscuits enriched with grape marc extract”, *Food Res Int*, 65, 385-393, (2014).

Pasqualone, A., Punzi, R., Trani, A., Summo, C., Paradiso, V. M., Caponio, F. and Gambacorta, G., “Enrichment of fresh pasta with antioxidant extracts obtained from artichoke canning by-products by ultrasound- assisted technology and quality characterisation of the end product”, *Int J Food Sci Technol*, 52, 2078-2087, (2017).

Petitot, M., Boyer, L., Minier, C. and Micard, V., “Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation” *Food Res Int*, 43, 634-641, (2010).

Phongthai, S., D’Amico, S., Schoenlechner, R., Homthawornchoo, W. and Rawdkuen, S., “Effects of protein enrichment on the properties of rice flour based gluten-free pasta”, *LWT-Food Sci Technol*, 80, 378-385, (2017).

Pongpichaiudom, A. and Songsermpong, S.,”Evaluation of microstructure and quality characteristics of microwave-dried instant noodles enriched with chicken meat, egg yolk and seaweed”, *J Food Meas Charact*, 12(1), 22-34, (2018).

Pop, A., Muste, S., Man, S. and Mureşan, C., “Improvement of tagliatelle quality by addition of red quinoa flour”, *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 71(2), 225-226, (2014).

Prabhasankar, P., Ganesan, P., Bhaskar, N., “Influence of indian brown seaweed (*Sargassum marginatum*) as an ingredient on quality, biofunctional, and microstructure characteristics of pasta”, *Food Sci Tech Int*, 15(5), 471-479, (2009a).

Prabhasankar, P., Ganesan, P., Bhaskar, N., Hirose, A., Stephen, N., Gowda, L.R., Hosokawa, M. and Miyashita, K., “Edible Japanese seaweed, wakame (*Undaria pinnatifida*) as an ingredient in pasta: Chemical, functional and structural evaluation”, *Food Chem*, 115, 501-508, (2009b).

Psimouli, V. and Oreopoulou, V., “Carrot fibre enrichment of fat reduced cake”, *Qual Assur Saf Crop*, 9(3), 265-274, (2017).

Rajeswari, G., Susanna, S., Prabhasankar, P. and Venkateswara Rao, G., “Influence of onion powder and its hydrocolloid blends on pasta dough, pasting, microstructure, cooking and sensory characteristics” *Food Biosci*, 4, 13-20, (2013).

Ramya, N. S., Prabhasankar, P., Gowda, L. R., Modi, V. K. and Bhaskar, N., “Influence of freeze-dried shrimp meat in pasta processing qualities on indian *T. durum* wheat”, *J Aquat Food Prod T*, 24, 582-396, (2015).

Rayas-Duarte, P., Mock, C. M. and Satterlee, L. D., “Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth and lupin flours”, *Cereal Chem*, 73(3), 381-387, (1996).

Rekha, M. N., Chauhan, A. S., Prabhasankar, P., Ramteke, R. S. and Venkateswara Rao, G., “Influence of vegetable purees on quality attributes of pastas made from bread wheat (*T. aestivum*)”, *Cyta J Food*, 11(2), 142-149, (2013).

Resmini, P. and Pagani, M. A., “Ultrastructure studies of pasta. A review”, *Food Microstruct*, 2 (1) 1-12, (1983).

Rodriguez De Marco, E. R., Steffolani, M. E., Martinez, C. S. and Leon A. E., “Effect of spirulina biomass on the technological and nutritional quality of bread wheat pasta”, *LWT- Food Sci Technol*, 58, 102-108, (2014).

Rodriguez De Marco, E., Steffolani, M. E., Martinez, M. and Leon, A. E., “The use of *Nannochloropsis* sp. as a source of omega-3 fatty acids in dry pasta: chemical, technological and sensory evaluation.”, *Int J Food Sci Technol*, 53, 499-507, (2018).

Rubel, I. A., Perez, E. E., Manrique, G. D. and Genovese, D. B., “Fibre enrichment of wheat bread with jerusalem artichoke inulin: effect of dough rheology and bread quality”, *Food Struct*, 3, 21-29, (2015).

Sabanis, D., Makri, E. and Doxastakis, G., “Effect of durum flour enrichment with chickpea flour on the characteristics of dough and lasagna”, *J Sci Food Agric*, 86, 1938-1944, (2006).

Saldamlı, İ., *Gıda Kimyası*, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, (2014).

- Sant'Anna, V., Porta Christiano, F.D., Ferreira Marczak, L.D., Tessaro, I.C. and Silveira Thys, R. C., "The effect of the incorporation of grape marc powder in fettucini pasta properties", *LWT- Food Sci. Technol*, 58, 497-501, (2014).
- Seczyk, L., Swieca, M., Gawlik- Dziki, U., Luty, M. and Czyz, J., "Effect of fortification with parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) leaves on the nutraceutical and nutritional quality of wheat pasta", *Food Chem*, 190, 419-428, (2016a).
- Seczyk, L., Swieca, M. and Gawlik- Dziki, U., "Effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour on the antioxidant potential, nutritional quality, and sensory characteristics of fortified durum wheat pasta", *Food Chem*, 194, 637-642, (2016b).
- Sekin, Y. ve Karagözlü, N., *Gıda Mikrobiyolojisi; Gıda endüstrisi için temel esaslar ve uygulamalar*, İstanbul: Literatür yayıncılık, 206-210, (2004).
- Shea, F. and Watts, C. E., "Dumas method for organic nitrogen", *Ind Eng Chem Anal Ed*, 11(6), 333-334, (1939).
- Shogren, R. L., Hareland, G. A. and Wu, Y. V., "Sensory evaluation and composition of spaghetti fortified with soy flour", *J Food Sci*, 71(6), 428-432, (2006).
- Siemianowska, E., Barszcz, A.A., Skibniewska, K.A., Markowska, A., Polak-Juszczak, L., Zakrzewski, J., Wozniak, M., Szarek, J. and Dzwolak, W., "Mineral content of muscle tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus Mykiss Walbaum*)", *J Elem*, 21(3), 833-845, (2016).
- Silva, E., Birhenhake, M., Scholten, E., Sagis, L.M.C. and van der Linden E., "Controlling rheology and structure of sweet potato starch noodles with high broccoli powder content by hydrocolloids" *Food Hydrocoll*, 30, 42-52, (2013).
- Sinesio, F., Paoletti, F., D'Egidio, M. G., Moneta, E., Nardo, N., Peparaio, M. and Comendador, F. J., "Flavor and texture as critical sensory parameters of consumer acceptance of barley pasta", *Cereal Foods World*, 53(4), 206-213, (2008).
- Singleton, V. L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventós, R. M., "[14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent", *Methods Enzymol*, 299, 152-178, (1999).
- Sissons, M., Abecassis, J., Marchylo, B. and Carcea, M. (Eds.), *Durum wheat: Chemistry and technology*, St. Paul, Minnesota: AACC International Inc., 126-127, (2012).

Sobota, A., Rzedzicki, Z., Zarzycki, P. and Kuzawinska, E., “Application of common wheat bran for the industrial production of high-fibre pasta.”, *Int J Food Sci Technol*, 50, 111-119, (2015).

Souci, S. W., Fachman, H., and Kraut, E., *Foods composition and nutrition tables*, Stuttgart: Medpharm GmbH Scientific Publishers, (2000).

Sozer, N., Dalgıç, A.C. and Kaya, A., “Thermal, textural and cooking properties of spaghetti enriched with resistant starch”, *J Food Eng*, 81, 476-484, (2007).

Sun-Waterhouse, D., Jin, D. and Waterhouse, G. I. N., “Effect of adding elderberry juice concentrate on the quality attributes, polyphenol contents and antioxidant activity of three fibre-enriched pastas”, *Food Res Int*, 54, 781-789, (2013).

Swanson, D., Block, R. and Mousa, S. A., “Omega-3 fatty acids EPA and DHA: Health benefits throughout life”, *Adv Nutr*, 3, 1-7, (2012).

Tarım, S., “Çeşitli sebze püreleri kullanılarak renkli kuskus üretimi üzerine bir araştırma” Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Tekirdağ, (2012).

Tayar, M. ve Çıbık, R., *Gıda Kimyası*, Bursa: Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti., 101-122, (2013).

Tazart, K., Lamacchia, C., Zaidi, F. and Haros, M., “Nutrient composition and in vitro digestibility of fresh pasta enriched with *Vicia faba*”, *J Food Compost Anal*, 47, 8-15, (2016).

Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. and Hawkins Byrne, D., “Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts” *J Food Compost Anal*, 19(6-7), 669-675, (2006).

Topcu, A., Saldamlı, İ. ve Sağlam, F., “Vitaminler ve mineraller”, (ed: İ. Saldamlı), *Gıda Kimyası*, Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 411-478, (2014).

Tudorica, C. M., Kuri, V. and Brennan, C. S., “Nutritional and Physicochemical Characteristics of Dietary Fiber Enriched Pasta”, *J Agric Food Chem*, 50 (2), 347-356, (2002).

Turan, H., Kaya, Y. ve Sönmez, G., “Balık etinin besin değeri ve insan sağlığındaki yeri”, *EgeJFAS*, 23, 505-508, (2006).

Turfani, V., Narducci, V., Durazzo, A., Galli, V. and Carcea, M., “Technological, nutritional and functional properties of wheat bread enriched with lentil or carob flours”, *LWT-Food Sci Technol*, 78, 361-366, (2017).

Umesha, S. S., Monohar, R. S., Indiramma, A. R., Akshitha, S. and Naidu, K. A., “Enrichment of biscuits with microencapsulated omega-3 fatty acid (alpha- linolenic acid) rich garden cress (*Lepidium sativum*) seed oil: physical, sensory and storage quality characteristics of biscuit”, *LWT- Food Sci Technol*, 62, 654-661, (2015).

Vanegas-Azuero, A. M. and Gutierrez, L. F., “Physicochemical and sensory properties of yogurts containing sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and β -glucans from *Ganoderma lucidum*”, *J Dairy Sci*, 101(2), 1020-1033, (2018).

Varlık, C., Erkan, N. and Baygar, T., “Su ürünleri besin bileşimi”, (Ed: C. Varlık), *Su ürünleri işleme teknolojisi*, İstanbul: İstanbul Üniversitesi Basın ve Yayınevi, 1-45, (2004).

Verma, A. K., Pathak, V. and Singh V. P., “Quality characteristics of value added chicken meat noodles”, *J Nutr Food Sci*, 4(1), 255, doi: 10.4172/2155-9600.1000255, (2014).

Wojtowicz, A. and Moscicki, L., “Influence of legume type and addition level on quality characteristics, texture and microstructure of enriched precooked pasta”, *LWT- Food Sci Technol*, 59, 1175-1185, (2014).

Wood, J. A., “Texture, processing and organoleptic properties of chickpea-fortified spaghetti with insights to the underlying mechanisms of traditional durum pasta quality”, *J Cereal Sci*, 49, 128-133, (2009).

Yamauchi, J., *Handbook of color science*, Tokyo: Japanese Academy of Color Science, (1989).

Yeyinli, N., “Makarna kalitesinin belirlenmesinde tekstürel yöntemlerin kullanılabilirliği”, Yüksek Lisans Tezi, *Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı*, Manisa, (2006).

Yılmaz, E. ve Özkan, S., “Üniversite Öğrencilerinin Beslenme Alışkanlıklarının İncelenmesi”, *Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 2(6), 87-104, (2007).

Zouari, N., Abid, M., Fakhfakh, N., Ayadi, M. A., Zorgui, L., Ayadi, M. and Attia, H., “Blue-green algae (*Arthrospira platensis*) as an ingredient in pasta: free radical scavenging activity, sensory and cooking characteristics evaluation”, *Int J Food Sci Nutr*, 62(8), 811-813, (2011).

6. EKLER

Ek A:Duyusal Panel Formu

Sayın panelist,

Size, toplam 6 (altı) adet makarna örneği sunulacaktır. Lütfen makarnaları sunum sırasına göre inceleyiniz. Makarnaların özellikleri hakkındaki düşüncelerinizi işaretlemek için kutucuklardan birine çarpı işareti (X) koymanız yeterli olacaktır. Makarna örneklerini tatmaya başlamadan ve bir sonraki makarnanın tadına bakmadan önce bir lokma etimek yiyip, bir miktar su içiniz.

MAKARNA NUMARASI:

1.Makarnanın RENGİNİ inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü Çok kötü Kötü Orta İyi Çok iyi Mükemmel

2.Makarnanın KOKUSUNU inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü Çok kötü Kötü Orta İyi Çok iyi Mükemmel

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

Aşırı kötü Çok kötü Kötü Orta İyi Çok iyi Mükemmel

4. Makarnanın TEKSTÜRÜNÜ (*çiğnerken hissedilen doku özelliklerinin tümü*) inceleyip, düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü Çok kötü Kötü Orta İyi Çok iyi Mükemmel

5. Makarna ile ilgili olarak GENEL BEĞENİNİZ hakkındaki düşüncenizi işaretleyiniz.

Aşırı kötü Çok kötü Kötü Orta İyi Çok iyi Mükemmel

Yaş:

Cinsiyet:

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Ezgi ÖZGÖREN

Doğum Yeri ve Tarihi :Turgutlu/1986

Lisans Üniversite :Celal Bayar Üniversitesi

Y. Lisans Üniversite :Celal Bayar Üniversitesi

Elektronik posta :ezgio@pau.edu.tr

İletişim Adresi :Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü.

Yayın Listesi :

- Özgören E., Yapar A.,” Effect of the addition of smoked trout fillet powder on the quality properties of pasta.” Ital. J. Food Sci., 31(1), 110-124, (2019)
- Özgören, E., Kaplan, H. B., Tüfekçi, S., “Chia tohumu kullanılarak zenginleştirilen galetaların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri.”, J. Food Health Sci., 4(2), 140-146, (2018).
- Özgören, E., Seçkin, A.K., “Aflatoxin M₁ contaminations in moldy cheese.”, *Mljekarstvo*, 66(2), 154-159, (2016).
- Özgören, E., Yapar, A., “Makarnanın zenginleştirilmesine yönelik yaklaşımlar.” J. Food Health Sci., 1(2), 103-108, (2015).

Konferans listesi :

- Özgören, E., Işık, F., Yapar, A., “Couscous (Kuskus): Production methods and some enrichment studies ”, The 4rd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, 2018.

- Özgören, E., Yapar, A., “Pasta enrichment with seafood.”, IV. International Multidisciplinary Congress of Eurasia, 2017.
- Özgören, E., Yapar, A., “Nutritional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) and its usage in bakery products”, International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, 2017.
- Ozgoren, E., Celik, I., Yapar, A., “ Some properties of muffin incorporated with quinoa powder.”, 16th International Nutrition and Diagnostic Conference, 2016.
- Ozgoren, E., Celik, I., Yapar, A., “Some quality properties of breadstick (grissini) prepared with quinoa powder.”, 16th International Nutrition and Diagnostic Conference, 2016.
- Ozgoren, E., Isik, F., Yapar, A., “Cracker enrichment with jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus L.*) powder.”, The Food Factor I Barcelona Conference, 2016.
- Özgören, E., Yapar, A., Çelik, İ., “Some properties of erişte prepared with pumpkin (*Cucurbita moschata*) powder”, III. Traditional Foods From Adriatic to Caucasus, 2015.
- Tüfekçi, S., Özgören, E., “Genistein”, Balkan Agriculture Congress, 2014.
- Özgören, E., Karaca, H., Işık, F., “Changes in some properties of cezerye (a special Turkish dessert) packaged under vacuum or atmospheric pressure” II. Traditional Foods From Adriatic to Caucasus, 2013.