



T.C.

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ MERCİMEK UNUNUN GLUTENSİZ
ERİŞTE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Eylem ODABAŞ

Çorum - 2021

ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ MERCİMEK UNUNUN GLUTENSİZ ERİŞTE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Eylem ODABAŞ

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

Yüksek Lisans Tezi

TEZ DANIŞMANI

Dr. Öğr. Üyesi Hülya ÇAKMAK

Çorum 2021

Eylem ODABAŞ tarafından hazırlanan “Isıl İşlem Görmüş Mercimek Ununun Glutensiz Erişte Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi” adlı tez çalışması 29/11/2021 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

(Unvanı, Adı ve Soyadı)

.....(imza).....

(Unvanı, Adı ve Soyadı)

.....(imza).....

(Unvanı, Adı ve Soyadı)

.....(imza).....

Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarihli ve sayılı kararı ile’ın Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Unvanı Adı Soyadı

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.

Eylem ODABAŞ

ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ MERCİMEK UNUNUN GLUTENSİZ ERİŞTE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Eylem ODABAŞ

ORCID: 0000-0001-5034-1370

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Yüksek Lisans Tezi

Kasım 2021

ÖZET

Bu tez çalışmasında, glutenle ilgili rahatsızlığı olan hastaların tüketimine uygun besinsel, teknolojik ve duyuşsal özellikleri iyileştirilmiş sarı mercimek unu (SM) ve ısıt işlem görmüş sarı mercimek unu (ISM) kullanılarak bitkisel proteinlerle zenginleştirilmiş glutensiz erişteleler üretilmiştir. Pirinç unu (PU) ve patates nişastası (PN) içeren eriştelelerin formülasyonuna benzer şekilde PU ve PN yerine 4 farklı oranda (ağırlıkça %20, 40, 60, 80, toplam un temelinde) ısıt işlem görmemiş ve ısıt işlem görmüş sarı mercimek unu ile zenginleştirme yapılmıştır. Uygulanan ısıtıl işlemin sarı mercimek ununun fizikokimyasal yapısına etkisi incelenmiş olup, üretilen erişte örneklerinin kalitesini değerlendirmek amacıyla; kimyasal analizler, pişme analizleri, renk, tekstür profil analizleri, duyuşsal analizler ve taramalı elektron mikroskopu (SEM) ile mikro yapı analizleri gerçekleştirilmiştir.

Sarı mercimeğe ısıtıl işlem uygulanması sonucunda unun, kül ve fitik asit miktarları önemli düzeyde azalırken ($p<0,05$), besinsel lif, nişasta ve amiloz miktarları önemli düzeyde artmış ($p<0,05$), protein ve toplam antioksidan aktivite değerlerinde ise önemli düzeyde bir fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). Erişte örneklerinin SM ve ISM ile zenginleştirilmesiyle, kontrol eriştesine kıyasla kül, suda çözünür protein, toplam besinsel lif ve antioksidan aktivite miktarlarında önemli düzeyde artış sağlanmıştır ($p<0,05$). Pişme özellikleri incelendiğinde, artan SM ve ISM oranlarının pişme süresi, pişme kaybı, su tutma kapasitesi ve şişme indeksi üzerindeki etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Sonuç olarak, eriştelelerin SM ve ISM ile zenginleştirilmesiyle kontrol eriştesine kıyasla eriştelelerin kül, suda çözünür protein, toplam besinsel lif ve antioksidan aktivite içeriklerinde önemli düzeyde bir artış

sağlandığı belirlenirken, %20 oranında ISM içeren eriştenin en iyi tekstürel ve duyuşal özelliklere sahip olduğı belirlenmiştir. Ayrıca bu tez çalışmasının ikinci aşamasında, glutensiz eriştelerin besinsel lif içeriğini arttırmak için %60 oranındaki SM ve ISM erişteleri 4 farklı oranda (ağırlıkça %0,5, 1,0, 2,5, 5,0, toplam un temelinde) mısıır püskülü tozu (MP) ilave edilmiştir. SM eriştesine %0,5-1,0-2,5 oranında MP ilavesiyle kontrol eriştesine kıyasla pişme kaybında önemli düzeyde bir fark gözlenmezken ($p>0,05$), %5 MP ilavesinin pişme kaybını önemli düzeyde azalttığı görülmüştür ($p<0,05$). ISM eriştesinde ise kontrol eriştesine kıyasla MP'nin %0,5 oranında ilavesi pişme kaybında önemli düzeyde bir farka neden olmazken ($p>0,05$), %1,0-2,5-5,0 oranlarında MP ilavesi pişme kaybının artmasına yol açmıştır. Ayrıca %5,0 MP içeren SM eriştesinin kül ve toplam besinsel lif içeriğı bakımından en zengin ve aynı zamanda en düşük pişme kaybına sahip olan örnek olduğı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler:, Çölyak, erişte, glutensiz, ısııl işlem görmüş sarı mercimek unu, sarı mercimek unu

Bilim Kodu: 90808

DETERMINATION OF THE EFFECTS OF HEAT-TREATED LENTIL FLOUR ON GLUTEN-FREE NOODLE QUALITY

Eylem ODABAŞ

ORCID: 0000-0001-5034-1370

HITIT UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL

Master of Science of Thesis

November 2021

ABSTRACT

In this thesis, gluten-free noodles enriched with plant proteins were produced by using yellow lentil flour (SM) and heat-treated yellow lentil flour (ISM) in order to improve of their nutritional, technological and sensory properties for the consumption of patients with gluten-related disorders. Similar to the formulation of noodles containing rice flour (PU) and potato starch (PN), enrichment was made with not heat-treated and heat-treated yellow lentil flour at 4 different rates (w:w, 20%, 40%, 60%, 80%, based on total flour). The effect of the applied heat treatment on the physicochemical properties of yellow lentil flour was investigated and chemical analyses, cooking quality, color, texture profile analyses, sensory analyses and microstructural analyses with scanning electron microscopy (SEM) were performed to evaluate the quality of the produced noodle samples.

The amounts of ash and phytic acid of yellow lentil flour decreased significantly ($p<0,05$), whereas the total dietary fiber, starch, and amylose increased significantly ($p<0,05$) and no significant difference of the protein and total antioxidant activity observed as a result of heat treatment application. By enrichment of the noodle samples with SM and ISM; the ash, water-soluble proteins, total dietary fiber and antioxidant activity were significantly increased compared to the control noodles ($p<0,05$), besides the noodles containing 20% ISM had the best textural and sensory properties. Also, in the second stage of this thesis, corn silk (MP) were added to the 60% SM and 60% ISM noodles at 4 different ratios (0,5, 1,0, 2,5, 5,0% by weight, on basis total flour) to increase the total dietary fiber content of gluten-free noodles. While the addition of 0,5-1,0-2-5,0% MP to SM noodles did not have significant effect on the

cooking loss since they were found in the same group with the control noodles ($p>0,05$), and it was observed that the addition of 5,0% MP significantly reduced the cooking loss ($p<0,05$). In ISM noodles, ISMP0,5 sample had a similar cooking loss with the control noodles ($p>0,05$), while the addition of 1,0-2,5-5,0% MP led to an increase in the cooking loss. In addition, it has been determined that the SM noodles containing 5% MP had the highest ash and total dietary fiber content with the lowest cooking loss.

Keywords: Celiac disease, gluten-free, noodle, heat-treated yellow lentil flour, yellow lentil flour,

Science Code: 90808



TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanmasından yazımına kadar her aşamasında yanımda olduğunu hissettiğim ve bu meslekte en iyisi olabilmem ve gelişebilmem için elinden geleni yapan her zaman öğrencisi olmaktan gurur duyacağım değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Hülya ÇAKMAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarında beni yönlendiren ve destek olan Arş. Gör. Dr. Eda AKTAŞ AKYILDIZ'a teşekkürü bir borç bilirim.

Bu tez çalışmasında desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan ailem ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



Bu tez çalışmasına, 19004.21.004 ve 19001.20.008 numaralı projeler kapsamında vermiş oldukları destekten dolayı, Hitit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	x
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvi
GİRİŞ.....	1

1. BÖLÜM

LİTERATÜR ÖZETİ

1.1. Gluten Proteini ve Özellikleri	3
1.2. Çölyak Hastalığı ve Tarihçesi.....	4
1.3. Glutensiz Ürünler	6
1.4. Glutensiz Erişte Yapımında Kullanılan Hammaddeler	11
1.4.1. Un ve nişasta türevleri.....	11
1.4.2. Yardımcı maddeler.....	18
1.5. Glutensiz Erişte ve Makarna ile İlgili Yapılan Çalışmalar	22

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal	26
2.2. Yöntem.....	26
2.2.1. Mercimek unu ve mısır püskülü tozu üretimi	26
2.2.2. Glutensiz erişte üretimi.....	27
2.2.3. Hammadde analizleri.....	29
2.2.4. Un ve nişasta örneklerinin ısı özellikleri	34
2.2.5. Glutensiz erişte örneklerinin kalite özelliklerinin belirlenmesi	35

2.2.6. Un ve glutensiz eriştelerin SEM (Tarama Elektron Mikroskobu) analizi.....	36
2.3. İstatistiksel Analizler	37

3. BÖLÜM

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Hammaddelerin Fiziksel, Kimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri	38
3.1.1. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun kimyasal analiz sonuçları	38
3.1.2. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun parçacık boyutu	42
3.1.3. Un ve nişasta örneklerinin sinerezis değerleri	42
3.1.4. Un ve nişasta örneklerinin % ışık geçirgenlikleri	43
3.1.5 Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun toplam besinsel lif, nişasta, amiloz, fitik asit ve toplam antioksidan aktivite değerleri	44
3.1.6. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun renk değerleri.....	47
3.2. Un ve Nişasta Örneklerinin Isısal Özellikleri	48
3.3. Glutensiz Erişte Örneklerinin Kalite Özellikleri	49
3.3.1. Glutensiz erişte örneklerinin renk değerleri.....	53
3.3.2. Glutensiz erişte örneklerinin tekstür profil analizi sonuçları.....	54
3.3.3. Glutensiz erişte örneklerinin duysal analiz sonuçları	55
3.4. Mısır Püskülü Tozu İçeren Glutensiz Erişte Örneklerinin Kalite Özellikleri	56
3.4.1. Mısır püskülü tozu içeren glutensiz eriştelerin renk değerleri.....	59
3.5. Un ve Glutensiz Erişte Örneklerinin Mikro Yapıları	60
SONUÇ VE ÖNERİLER	64
KAYNAKÇA	67
EKLER	85
EK-1. Sarı mercimek ve ısıl işlem görmüş sarı mercimek unu üretim aşamaları.....	85
EK-2. BSA standart grafiği	86
EK-3. Amiloz standart grafiği	87

	Sayfa
EK-4. Fitik asit standart grafiği.....	88
EK-5. Troloks standart grafiği	89
EK-6. Örnek duyusal analiz formu	90



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1.1. Eriştelerin sınıflandırılması	10
Tablo 1.2. Mercimeklerin besin değeri.....	14
Tablo 1.3. 100 g kurutulmuş mercimek ununun besinsel değeri.....	14
Tablo 1. 4. Glutensiz erişte ve makarna üretiminde kullanılan un, nişasta ve yardımcı bileşenler ile üretim yöntemleri	22
Tablo 2.1. Glutensiz erişte formülasyonları	28
Tablo 2.2. Mısır püskülü tozu içeren erişte formülasyonları	29
Tablo 3.1. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun genel kompozisyonu.....	40
Tablo 3.2. Un ve nişastanın sinerezis değeri	43
Tablo 3.3. Un ve nişastanın % ışık geçirgenliğı değeri.....	44
Tablo 3.4. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun toplam besinsel lif, nişasta, amiloz, fitik asit ve toplam antioksidan aktivite değeri	45
Tablo 3.5. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun renk değeri	48
Tablo 3.6. Glutensiz eriştelerin fizikokimyasal özellikleri	50
Tablo 3.7. Çiğ ve pişmiş glutensiz eriştelerin fitik asit değeri.....	51
Tablo 3.8. Glutensiz eriştelerin pişme süresi, pişme kaybı, su tutma kapasitesi ve şişme indeksi değeri.....	53
Tablo 3.9. Glutensiz erişte örneklerinin renk değeri	54
Tablo 3.10. Glutensiz eriştelerin tekstürel özellikleri.....	55
Tablo 3.11. Glutensiz eriştelerin duysal analiz puanları.....	56
Tablo 3.12. Mısır püskülü tozu içeren glutensiz eriştelerin fizikokimyasal özellikleri	58
Tablo 3.13. Mısır püskülü tozu içeren glutensiz eriştelerin pişme süresi, pişme kaybı, su tutma kapasitesi ve şişme indeksi değeri	59
Tablo 3.14. Mısır püskülü tozu içeren glutensiz eriştelerin renk değeri	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Glutensiz beslenmede kullanılabilecek tahıl ve tahıl benzeri ürünler.....	4
Şekil 1.2. Logan buz dağı modeli.....	5
Şekil 1.3. Türkiye’de glutensiz gıdaların etiketinde kullanılabilecek Sağlık Bakanlığı tarafından tescil edilen logo.....	8
Şekil 1.4. Dünyada bölgelere göre mercimek üretimi.....	13
Şekil 3.1. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun parçacık boyut dağılımı.....	42
Şekil 3.2. Un ve nişasta örneklerinin DSC termogramı.....	49

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Mercimek unları ve mısır püskülü tozu.....	27
Resim 2.2. Glutensiz erişte örnekleri	28
Resim 2.3. Mısır püskülü tozu ile zenginleştirilen glutensiz erişte örnekleri	29
Resim 3.1. Un ve nişasta örneklerinin SEM görüntüleri	61
Resim 3.2. Glutensiz eriştelerin SEM görüntüleri.....	63



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a^*	(+a) kırmızı, (-a) yeşil renk
b^*	(+b) sarı, (-b) mavi renk
L^*	Parlaklık (0: beyazlık, 100: siyahlık)
g	Merkezkaç kuvveti

Kısaltmalar

BSA	Sığır serum albümini
CIE	Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
DSC	Fark tarama kalorimetresi
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
FAOSTAT	Gıda ve Tarım Örgütü Kurumsal İstatistik Veritabanı
FDA	Birleşik Devletler Gıda ve İlaç Dairesi
ISM	Isıl işlem görmüş sarı mercimek unu
K	Kontrol eriştesi
KM	Kuru madde
LA	Laktik asit
MP	Mısır püskülü tozu
PN	Patates nişastası
PU	Pirinç unu
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
SM	Sarı mercimek unu
STK	Su tutma kapasitesi

TAGEM	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel M¼d¼rl¼ę¼
TBL	Toplam besinsel lif
TEAK	Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite
TGK	T¼rk Gıda Kodeksi
TS	T¼rk Standartları
WHO	D¼nya Sağlık Örg¼t¼
YTK	Yağ tutma kapasitesi



GİRİŞ

İnsanların günlük beslenmesinde tahıl ve tahıl ürünleri önemli bir yere sahiptir. Tahıl ürünleri karbonhidratlar, proteinler, vitaminler ve mineraller açısından en önemli kaynaklardan olup, uzun süre depolanabildikleri ve enerjilerini nişasta olarak depolayabildikleri için dünyanın birincil besin kaynağı haline gelmişlerdir. Tahıllar günlük enerji gereksiniminin %50'sinden fazlasını karşılamaktadır. Tahıllar Gramineae familyasına aittir ve en yaygın olarak yetiştirilen tahıl ürünleri; buğday, pirinç, mısır, yulaf, arpa, çavdar ve darıdır. Buğday, pirinç ve mısır ise insan tüketiminde yüksek paya sahiptir. Ülkemizde ve dünyada en fazla tüketilen tahıl bazlı ürünler; ekmek, kek, erişte/makarna, bisküvi ve böreklerdir. Bu ürünler tahıl unlarının su ve gıda katkı maddeleri ile karıştırılarak işlenmesiyle üretilmektedir. FAO'ya göre, 2015 yılında tahıl bazlı gıdaların küresel ortalama tüketimi 171 kg/kişi/yıl olarak belirlenmiştir (Yang ve ark., 2020).

Buğday ve buğday içeren ürünlerin tüketimi bazı insanlarda çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir. Bu ürünlerde bulunan gluten proteininin gliadin adlı alt fraksiyonu, ince bağırsakta besinlerin emilimden sorumlu olan villi tabakasını hasara uğratarak besin emiliminin yeterli düzeyde gerçekleşmesini engellemektedir. İnsanlarda en sık görülen besin kaynaklı hastalıklardan biri olan çölyak hastalığı da benzer bir etki yaratmaktadır (Briani ve ark., 2008). Gluten, çölyak hastalığının yanı sıra çölyak dışı gluten duyarlılığı, dermatitis herpetiformis, buğday alerjisi ve gluten ataksisine de neden olmaktadır (Foschia ve ark., 2016). Çölyak dışı gluten duyarlılığı, bağırsak ile ilgili bazı hastalıklara yol açmaktadır (Mannon, 2019). Dermatitis herpetiformis, otoimmün bir hastalık olup deride döküntüye ve kızarıklıklara neden olmaktadır ve çölyak hastalığının kutanöz bir belirtisidir (Alakoski ve ark., 2020). Gluten ataksisi, beynin serebellum bölgesine zarar veren, nörolojik sorunlar ile kas kontrolünün kaybedilmesine neden olan otoimmün bir hastalık olup, çölyak hastalığının nörolojik bir belirtisi olarak tanımlanmaktadır (Newberry ve ark., 2017). Buğday alerjisi ise, tahıl proteinlerine karşı immünoglobulin (Ig)-E aracılı bir immünolojik reaksiyonu olarak tanımlanmaktadır (Koehler ve ark., 2014). Çölyak dışı gluten duyarlılığı olan hastaların azaltılmış gluten diyetiyle oluşan semptomlardan kurtulabileceği belirlenirken (Dieterich ve ark., 2019), çölyak, dermatitis herpetiformis, buğday alerjisi ve gluten ataksisinden herhangi birine sahip olan hastaların, ömürleri boyunca sıkı bir glutensiz diyetle beslenmeleri gerekmektedir.

Glutensiz diyetin daha rahat uygulanması için glutensiz ürün çeşitliliğinin ve bu ürünlerin besin içeriğinin artırılması gerekmektedir. Pirinç ve mısır, doğal olarak gluten içermediğinden dolayı glutensiz ürünlerin ana hammaddesini oluşturmaktadır. Ancak pirinç unu, mısır unu ya da bunların nişastalarından elde edilen glutensiz ürünlerin protein, besinsel lif, vitamin, mineral ve diğer besin değerleri, eşdeğer buğday bazlı ürünlere göre daha düşüktür. Bu yüzden glutensiz ürünlerin besleyici içeriğini iyileştirmek ve yeni ürünler

geliştirmek amacıyla yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Glutensiz ürünlerde gluten eksikliğinden dolayı yaşanan bir başka problem de ürünlerdeki duysal ve tekstürel kalite kusurlarıdır. Glutensiz ürünlerdeki bu tekstürel kusurları engellemek için ürünlere hidrokolloid veya çeşitli nişasta ilaveleri yapılarak glutensiz ürünlere olan beğeni arttırılmaya çalışılmaktadır.

Baklagiller, yüksek lif içerikleri, düşük glisemik indeksleri ve içerdikleri minör besin bileşenleri ile; kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, sindirim sistemi hastalıkları, aşırı kilo ve obeziteye karşı yararlı olduğu bilinen besin kaynaklarından. Ayrıca içerdikleri biyoaktif maddeler insan ve hayvan metabolizmasında önemli rol oynamaktadır (Duranti, 2006; Campos-Vega ve ark., 2010). Bakliyat ürünleri, sağlıklı ve fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi için günümüzde daha fazla ilgi uyandırmaktadır. Bunların arasında mercimek, birçok insanın beslenmesine önemli katkı sağlamaktadır. Mercimek (*Lens culinaris L.*), Leguminosae ailesinin bir parçası olup, tek yıllık serin iklim bitkisidir (Yağmur ve Kaydan, 2005; Faris ve ark., 2013). Mercimek, kùltivar, tohum kabukları ve kotiledonların bileşimine bağılı olarak; sarı, turuncu, kırmızı, yeşil, kahverengi veya siyah gibi geniş bir renk yelpazesine sahiptir (Xu ve Chang, 2010). Kabuğı ayrılmış tohumların rengi, esas olarak sarı, kırmızı veya yeşil olabilen kotiledon rengiyle ilişkilidir (Ganesan ve Xu, 2017). Sarı mercimek, bilinen en eski bakliyat ürünlerinden biridir (Navare, 2019). Protein içeriğı %20,6 ile 31,4 arasındadır. Yüksek protein içeriğine sahip sarı mercimeğin glutensiz ürünlere kullanılmasının, ilave edildiğı ürünün besin değeriğerlerinin artmasına katkı sağlayacağı düşünölmektedir.

Erişte Asya'da popüler bir gıda ürünüdür. Erişteye olan ilginin son yıllarda artmasının nedeni, kolay pişirilmesi, yüksek besin değeriğerleri, sağıık üzerine yararları, tüketim kolaylığı ve düşük maliyet gibi özellikleridir. Glutensiz erişte çeşitleri, sadece glutenden kaynaklı hastalığı olan insanlar tarafından değil, aynı zamanda glutensiz ürünlerin sağııklı beslenmeye yardımcı olacağını düşöünen insanlar tarafından da tüketilmeye başlandığı için büyük bir ilgi görmektedir.

Bu tez çalışmasında, sarı mercimek unu ve mısır pùskölü tozu içeren glutensiz Türk tipi erişte üretilerek eriştelerin protein ve besinsel lif içeriğinin arttırılması amaçlanmıştır. Sarı mercimek; öğütme, ısıı işlem ve eleme uygulamalarına tabi tutularak un haline getirilmiştir. Sarı mercimeğe ısıı işlem uygulanarak, eriştenin besinsel ve kalite özelliklerini iyileştirmenin yanı sıra, fitik asit içeriğinin azaltılması hedeflenmiştir. Erişte üretiminde kullanılacak hamurun bütönlük gösterebilmesi için formölasyona pirinç unu, patates nişastası ve ksantan gam ilave edilmiştir. Üretilen erişte örneklerinin kalitesini değeriğlendirmek amacıyla pişme analizleri (pişme süresi, pişme kaybı, kütle artışı ve hacim artışı), kimyasal analizler (nem, kül, suda çözöünür protein miktarı, toplam besinsel lif, fitik asit ve toplam antioksidan aktivite), renk, duysal analizler, tekstür profil analizleri ve tarama elektron mikroskobu (SEM) ile mikro yapı analizleri gerçekleştirilmiştir.

1. BÖLÜM

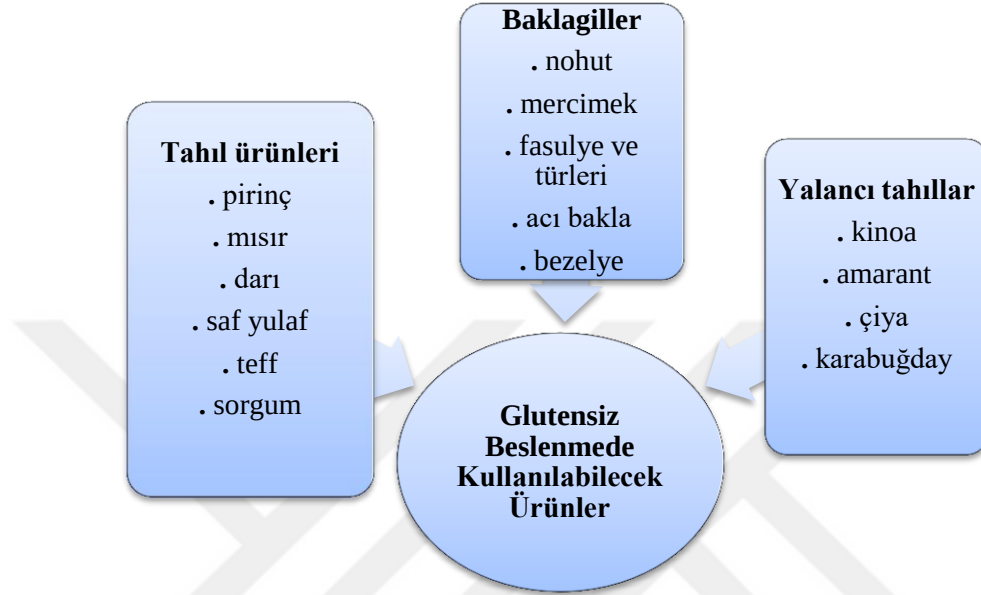
LİTERATÜR ÖZETİ

1.1. Gluten Proteini ve Özellikleri

Gluten proteini hamurun yoğrulma, gaz tutma ve su tutma kapasitesi üzerinde etkili olan bir proteindir (Kent, 1982; Verbruggen ve ark., 1998). Gluten proteininin yapısı, glutenin ve gliadinden (prolamin) oluşmaktadır (Dizlek, 2012). Buğdaydaki gluten proteininin ana bileşeni olan gliadin, moleküller arası disülfid bağları ile bağlanmış ve ortalama molekül ağırlığı 25-100 kDa arasında olan tek zincirli polipeptitlerden oluşmaktadır (Elzoghby ve ark., 2015; Luo ve Hu, 2017). Gliadin, glutamin (%40) ve prolin (%14) bakımından zengindir ve eşit miktarlarda nötr ve apolar aminoasitlerden oluşmaktadır. Bu nedenle gliadin, güçlü hidrofobik etkileşimleri sayesinde proteinlerin bir araya gelmesine katkıda bulunmaktadır (Kaczowski ve ark., 1991). Ayrıca gliadinler düşük çözünürlüğe sahiptir (Delcour ve ark., 2012). Gliadinler, gluten proteinlerinin yaklaşık %50'sini temsil etmekte ve glutenin polimerlerinin seyrelticileri olarak kabul edilmektedir (MacRitchie, 1992). Glutenin, fraksiyon polimerleri oluşturmak üzere disülfid bağları ile bağlanmıştır (Wrigley, 1996). Yüksek moleküler ağırlığına sahip olan gluteninlerin ekmek kalitesi üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Foot ve Angus, 2005). Gliadinler hamuru bir araya getirme özelliği ile hamura akışkanlık ve uzayabilirlik sağlarken (Békés ve ark., 2016), gluteninler hamura elastikiyet kazandırmaktadır (Hamer ve Van Herpen, 2009; Caminero ve ark., 2014).

Buğdayda bulunan gluten proteini bazı insanlarda çeşitli hastalıklara sebep olurken, glutenle birlikte, prolamin grubu proteinleri içeren diğer tahılların da gluten kaynaklı hastalığa sahip bireyler tarafından tüketilmemesi gerekmektedir. Çünkü prolamin grubu proteinler, glutene benzer alerjik reaksiyonlara neden olmaktadır. Çavdarda bulunan sekalin, arpada bulunan hordein ve yulafta bulunan avenin, gliadine benzer prolamin fraksiyonlarındandır (Pizzorno ve ark., 2016; Xhaferaj ve ark., 2020). Bu sebeple gluten kaynaklı hastalığı olan bireylerin, buğday, çavdar, arpa ve yulaf ile bunların melezleri olan tahılları kesinlikle tüketmemesi gerekirken (Fasano ve ark., 2003), bu bireylerin tüketebileceği gıda ürünlerine örnekler Şekil 1.1'de gösterilmiştir. Literatürde yer alan bazı kaynaklara göre yulafin gluten kaynaklı hastalığı olan bireyler tarafından tüketilip tüketilmeyeceği ise tartışma konusu olup (Silano ve ark., 2007), saf yulafin glutenden kaynaklı hastalıklardan muzdarip bireylerin çoğunluğu için makul miktarlarda tüketilmesinin güvenli olduğunu ve önemli bir protein, karbonhidrat ve lif kaynağı olduğunu gösteren kanıtlar vardır (Koerner ve ark., 2011). Yulafta bulunan immüno-uyarıcı protein dizileri ile buğday, çavdar ve arpada bulunan diziler arasında fark olduğu ve hastalığı olan çoğu bireyin bu tahıl tanelerini tolere edebildiğini açıklayabilecek önemli çalışmalar vardır (Pulido ve ark., 2009). Yulafin ezilme, kesilme ve öğütme sırasında buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllarla çapraz bulaşması, yulafin gluten duyarlılığı olan bireyler

tarafından tüketilmesinde sorun oluşturmaktadır (Garsed ve Scott, 2007; Dickey, 2008; Ellis ve Ciclitira, 2008). Pinto-Sánchez ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada buğday, arpa veya çavdar ile kontamine olmayan iyi muhafaza edilmiş yulaf tüketiminin sistematik inceleme ve meta-analizinde, çölyak hastalığı olan hastaların semptomlarını, histolojisini, bağışıklığını veya serolojik özelliklerini etkilediğine dair hiçbir kanıt bulunamadığını belirtmişlerdir.

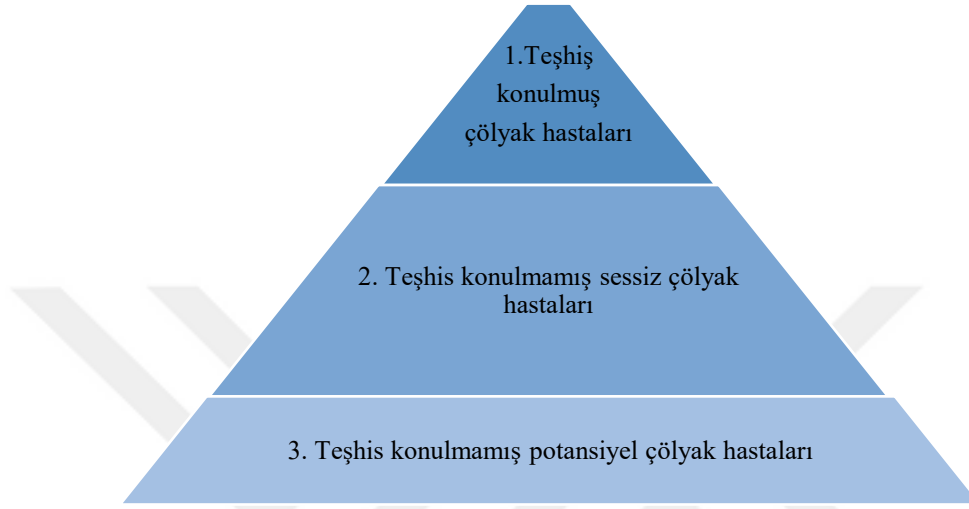


Şekil 1.1. Glutensiz beslenmede kullanılabilecek tahıl ve tahıl benzeri ürünler (Moroni ve ark., 2009; Casper ve Atwell, 2016; Pirzadah ve Malik, 2020).

1.2. Çölyak Hastalığı ve Tarihçesi

Çölyak hastalığı, nontropikal sprue, glutene duyarlı enteropati veya çölyak sprue olarak da bilinmektedir (Pizzorno ve ark., 2016). MS 1. ve 2. yüzyıldan beri insanlarda sağlık problemlerine neden olan hastalıklardan biri de çölyak hastalığıdır (Makovicky, 2020; Sollid ve Lundin, 2020). Roma ve İskenderiye'de çalışan Yunan hekim Kapadokyalı Aretaeus, çölyak hastalığına benzer bir bağırsak bozukluğunu tanımlayan ilk kişidir (Koehler ve ark, 2014). 1888 yılına kadar İngiliz doktor ve pediatrist olan Gee (1888), çölyak hastalığının klinik sendromunun ilk doğru tanımını sunarak “Çölyak hastalığı” terimini kullanmış ve hastalığı “her yaştan insanda karşılaşılabilen, ancak özellikle bir ile beş yaş arasındaki çocuklarda görülen bir tür kronik hazımsızlık” olarak tanımlamıştır. Hollanda’lı çocuk doktoru Dicke (1950) ise, II. Dünya Savaşı sırasında tahıl ve ekmek kıtlığının olduğu Hollanda’da çölyak hastalığında bir düşüş gözlemlemiştir. Dicke tezinde, çölyak hastası çocuklarının beslenmesinden buğday, çavdar ve yulaf unlarının çıkarılmasının önemli ölçüde fayda sağladığını açıklamıştır. Paulley (1954), çölyak hastalarının ince bağırsaklarından elde edilen mukozal doku anormalliklerini kesin olarak gösteren ilk kişidir. Falchuk ve ark. (1972) ve Stokes ve ark. (1972) çölyak hastalığının HLA geni ile ilişkili bir bozukluk olduğunu

belirtmişlerdir. Logan (1992)'nın yayınladığı buz dağı modelinde klasik semptomları olan hastaların asemptomatik hastalara göre daha küçük bir azınlıkta olduğu görülmüştür. Şekil 1.2'de gösterilen üç bölümlü buz dağı modelinde; uç kısım biyopsi ile teşhis edilmiş ve yaşamlarına glutensiz bir diyetle devam eden ve normal mukoza gösteren çölyak hastalarını, orta kısım tanı konulmamış sessiz çölyak hastalarını, alt kısım tanı konulmamış potansiyel çölyak hastalarını temsil etmektedir.



Şekil 1.2. Logan buz dağı modeli (Logan, 1992)

Çölyak hastalığının genetik mimarisi insan lökosit antijen (HLA) geniyle alakalıdır (Koehler ve ark., 2014; Sollid ve Lundin, 2020). Hastaların büyük bir kısmında HLA-DQ2 geni, küçük bir kısmında ise HLA-DQ8 geni çölyak ile ilişkilidir (Sollid, 2002). Genetik faktörlerin yanı sıra çevresel faktörlerin hastalığın başlamasında etkili olduğu belirtilmektedir. Bu faktörler içinde; enfeksiyon, mikrobiyota yapısı, gluteni ilk tüketme yaşı, ilk tüketilen gluten dozu ve emzirmenin önemli olduğu düşünülmektedir (Koehler ve ark., 2014).

Çölyak hastalığı ilk olarak ishal ve emilim bozukluğu ile karakterize edilen pediatrik bir bozukluk olarak kabul edilmiştir (Koehler ve ark., 2014). Daha sonraki zamanlarda ise, çölyak hastalığının her yaşta ortaya çıkabileceği belirlenmiş olup, belirtilerinde; karın bölgesinde öne doğru şişkinlik, yaşa göre kilo düşüklüğü, kansızlık, dışkıda anormallik, kusma, bezginlik, iştahsızlık, büyüme geriliği, ağız içinde oluşan aftlar, sinirlilik, ciltte kaşıntı, eklem ve kemik ağrıları görülmektedir (Anonim, 2020a). Çölyak hastalığı ömür boyu süren bir hastalıktır ve glutensiz diyetle beslenme sağlanamazsa, hastalığa yakalanan ve tanı konulan hastaların sayısı ile hastalığa bağlı ölüm sayısında artış meydana gelmektedir. Son araştırmalar, çölyak hastalığının koroner kalp hastalığı ve serebrovasküler hastalık ile ilişkilendirildiğini göstermektedir (Heikkilä ve ark., 2015).

Çölyak hastalığı, küresel bir hastalık olarak kabul edilmekte (Alaedini ve Green, 2005; Niewinski, 2008) ve dünyada nüfusun ortalama %1-2'sinin bu hastalığa sahip olduğu

düşünülmektedir (Green ve Cellier, 2007; Leffler ve Schuppan, 2010). Ülkemizde ise Sağlık Bakanlığı'nın yapmış olduğu çalışmalara göre 250.000 ile 750.000 arasında çölyak hastası olduğu tahmin edilirken, bu rakamın ancak %10'una teşhis koyulduğu belirtilmektedir (Anonim, 2017). 2019 yılı Mayıs ayı itibari ile ülkemizdeki teşhis konulmuş çölyak hasta sayısı 68.123'tür (Anonim, 2019a).

Dünyada çölyak hastaları glutensiz ürünlerin ekstra maliyetinden dolayı ülkelerinden destek beklemektedir. Türkiye Çölyak Dernekleri tarafından hazırlanan "çölyaklı bir kişinin aylık ihtiyacı olarak belirtilen gıdaların ortalama maliyeti" 1.058 TL olarak belirlenmiştir (TBMM, 2018). Türkiye İstatistik Kurumunun rakamlarına göre glutensiz beslenmek zorunda olmayan bir kişi için un ve unlu mamullere harcanan aylık tutar 38 TL iken, çölyaklı bir birey için bu tutar 210 TL olarak belirlenmiştir. Türkiye'de SGK, 2020 yılında çölyak için aylık destek tutarını 5 yaşına kadar olan çölyak hastaları için 78,75 TL, 5 yaşından 15 yaşına kadar olan hastalar için 120 TL, 15 yaş üstü hastalar için ise 108,75 TL olarak belirlemiştir (Anonim 2020b). İrlanda'da ise çölyak hastaları, glutensiz gıdalar için vergi indirimi talep ederken (Anonim 2020c), Galler, İskoçya ve Kuzey İrlanda'da doktorlar temel glutensiz gıdaları reçeteye yazarak hastaların ürünleri eczaneden ücretsiz olarak temin etmesini sağlamaktadırlar. İngiltere'de, çölyak hastalarına genellikle reçetede her bir ürün için reçete ücreti ödemesi yapılmaktadır ve bu reçete ücreti 9,15 pounddur (Anonim, 2020c). İtalya'da ise çölyak hastaları kendileri için özel olarak üretilmekte olan glutensiz gıdaları satın almaları için ayda 140 Euro'ya kadar kupon almaktadırlar ve okullar, hastaneler ve diğer tüm halka açık yemek kurumlarında glutensiz yemek bulmak mümkündür (Anonim, 2020c). Arjantinde 2011 yılında çölyak hastaları için yürürlüğe giren düzenlemelerde, glutensiz gıdaların etiketlenmesi için özel bir logo oluşturularak çölyak hastalığının tespiti için yapılan araştırmalar zorunlu tıp programına dahil edilmiş ve hastalığı raporla belirlenmiş olan kişilere aylık 479,26 dolar destek verildiği belirtilmiştir (Anonim, 2020d).

1.3. Glutensiz Ürünler

Çölyak hastalığının tanı oranındaki artış ile hastaların glutensiz ürün çeşitliliğinin artması için talepte bulunmaları, glutensiz ürünlere olan ilginin artmasına neden olmaktadır. Gıda piyasası ise ekmek, un, makarna, kek ve kurabiye gibi glutensiz ürün çeşidini arttırarak artan bu talebe cevap vermektedir. Glutensiz ürünlere karşı talebin fazla olmasının diğer bir nedeni ise, çölyak hastası veya diğer gluten duyarlılıklarıyla ilgili hastalıklara sahip olmayan bireylerin de yaşam tarzlarında glutensiz beslenmeyi benimsemesidir. İnsanların bu ürünleri benimsemesinin nedeni glutensiz beslenmenin moda bir yaşam trendi olmasından ve bu ürünlerin formda kalmaya ve enerji seviyelerini arttırmaya yardımcı olacaklarını düşünmelerinden kaynaklanmaktadır. Bazı insanlar bu yanlış beslenme inanışları nedeniyle glutensiz ürünlere gereksiz yere daha fazla para ödemektedirler (Diez-Sampedro ve ark., 2019). 2016 yılında glutensiz gıdalara 15,5 milyar ABD doları harcanırken, bu değerin 2011

yılında yapılan harcamalara göre iki kat daha fazla olduğu görülmektedir (Roszkowska ve ark., 2019). Watson (2014) yaptığı Mintel analizine göre, tüketicilerin %65'i glutensiz ürünleri sağlıklı buldukları için, %27'si kilo vermek için, %11'i sağlık nedenleriyle ve %20'si diğer nedenlerle tercih etmektedir. Dickey ve Kearney (2006) çölyak hastalığı olan hastaların %81'inde iki yıllık bir glutensiz beslenmenin sonucunda kilo artışı gözlemlenmiş ve bunun nedeninin çölyak hastalarının glutensiz gıdaları tüketiminden memnuniyet duymasından ve gereğinden fazla tüketmesinden kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Glutensiz diyet, makro ve mikro besinlerin eksikliklerine yol açabilmektedir. Ayrıca glutensiz ürünlerin eş değer buğday bazlı ürünlere göre daha lezzetsiz olduğu belirtilmektedir (Arendt ve Dal Bello, 2011; Do Nascimento ve ark., 2014). Araújo ve Araújo (2011) yaptıkları çalışmada, katılımcıların glutensiz ürünlerle ilgili %30,61-34,34'ünün tat ve doku konusunda memnuniyetlerinin çok yüksek olduğunu, %32,65-45,45'lik kısmın ürünlerin tadı, dokusu ve etiket bilgilerinde eksiklikler olduğu ve geliştirilmesi gerektiğini düşündükleri için memnuniyetlerinin orta düzeyde olduğunu %28,57-37,11'nin ise ürünlerin dokusundan, çeşitliliğinden ve piyasada bulunabilirliğinden memnuniyetlerinin çok düşük olduğunu belirtmişlerdir. Katılımcıların %57,14-74,49'u glutensiz ürünlerin fiyat aralığından ve piyasadaki bulunabilirliğinden memnun olmadıklarını belirlemişlerdir. Glutensiz ürünler, besin içeriği bakımından eşdeğer buğday içeren ürünlerle karşılaştırıldığında; kalsiyum, demir, magnezyum ve çinko gibi mineraller ile B12 vitamini, folat ve D vitamini gibi vitaminleri daha az içermektedir. Ayrıca glutensiz ürünlerin besinsel lif içeriği de eşdeğer buğday bazlı ürünlere göre düşüktür, bu yüzden glutensiz diyetle beslenenler, kabızlık görülme sıklığı açısından daha yüksek risk altındadır (Vici ve ark., 2016). Glutensiz diyetle öğünler daha yüksek doymuş yağ asidi içeriğine sahip olup, glisemik indeksi daha yüksektir (Zingone ve ark., 2017; Niland ve Cash, 2018). Böylelikle glutensiz diyetin glutenden kaynaklı herhangi bir rahatsızlığı olmayan bireyler için normal diyetten daha sağlıksız bir diyet olduğu belirtilmiştir (Diez-Sampedro ve ark., 2019). Wild ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada, glutensiz ürünlerden magnezyum, folat, demir, selenyum, çinko ve manganez alımının daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Corposanto ve ark. (2015), eğitim seviyesi yüksek yetişkinlerin gluten tüketimlerinin daha yüksek olduğunu ve glutensiz diyeti düzenli bir şekilde takip edemediklerini, Ukkola ve ark. (2012) ise, glutensiz diyetten en az gençlerin memnun olduklarını ve ilerleyen zamanlarda diyeti bozmaya daha yatkın olduklarını belirtmişlerdir. Muhammad ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, gıda etiketlerini anlayamayanların ve çölyak derneklerine üye olmayanların, glutenli ürün yeme olasılıklarının daha fazla olduğunu ve sıkı bir glutensiz diyeti doğru bir şekilde takip edemediklerini ortaya koymuşlardır. İngiltere'de glutensiz gıdalar ile gluten içeren gıdaların maliyet ve besin değerlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, glutensiz ürünlerin gluten içeren ürünlere göre %159 daha pahalı olduğu ve tüketici için önemli bir ekonomik yük oluşturduğunu belirlemişler (Fry ve ark., 2017). Ayrıca glutensiz gıdaların gluten içeren gıdalara kıyasla daha düşük lif ve protein içeriğine ve daha yüksek yağ, şeker ve tuz içeriğine sahip olduğunu belirtilmiştir.

Glutensiz ürünlerin besin içeriği ve tadından kaynaklanan sorunlar dışında, bu ürünlerin maliyeti, bulunabilirliği ve etiketlenmesi de büyük bir sorun teşkil etmektedir. Glutensiz diyetle beslenmek zorunda kalan hastaların en büyük şikayetinin glutensiz ürünlerin yüksek maliyeti ve bulunabilirliği olduğu belirtilmektedir (Do Nascimento ve ark., 2014; Villafuerte-Galvez ve ark., 2015). Lee ve ark., (2007) yaptıkları araştırmada, çölyak hastalarının glutensiz ürünleri özel gıda ürünleri satan mağazalardan veya internet üzerinden satın almak zorunda kaldıklarını ve glutensiz ürünlerin, normal gluten içeren ürünlerden 2-3 kat daha pahalı olduğunu belirlemişlerdir. Singh ve Whelan (2011) yaptıkları çalışmada, glutensiz gıdaların bulunabilirliğinin sınırlı olduğunu göstermiş ve bu ürünlerin bulunabilirliğinin mağazalara göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir. Glutensiz ürünler en fazla normal süpermarketler, üst segment süpermarketler ve sağlıklı gıda marketlerinde bulunurken, indirim marketleri ve mahalle marketlerinde neredeyse hiç glutensiz ürün bulunmadığını belirlemişlerdir.

Bunun yanı sıra, glutensiz diyetin benimsenip devamlılığının sağlanabilmesi için glutensiz ürünlerin doğru etiketlenmesi oldukça önemli bir ölçüttür. Çünkü glutensiz diyet uygulayanlar ürünlerin etiketlerini okuyarak diyetlerine uygun olup olmadığını takip etmektedirler (Araújo ve Araújo, 2011). FAO ve WHO tarafından kabul edilen ve gluten içermeyen gıdalar için geliştirilen Kodeks standardına göre glutensiz gıdalar; buğday prolamini ile çavdar, arpa, yulaf veya bunların melezlerini içermeyen veya bunların gluten miktarı 20 ppm'i geçmeyen bileşenleri ile hazırlanan gıdalar olarak tanımlanmıştır (Rizzello ve ark., 2007). Bu tanımlar ülkelerin standartlarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Ülkemizde TGG'nın 2012 yılında yayınlanan 28163 numaralı "gluten intoleransı" olan bireylere uygun gıdalar tebliğine göre ürünler 2 gruba ayrılmıştır (Anonim, 2020e). İçerdiği gluten miktarı 100 mg/kg'dan düşük gıda ürünleri "çok düşük glutenli" olarak sınıflandırılırken, içerdiği gluten miktarı 20 mg/kg'dan düşük gıda ürünleri "glutensiz" olarak sınıflandırılmaktadır. Ülkemiz gibi Kanada, Avrupa Birliği, ABD, Hindistan, İsrail ve Paraguay gibi ülkelerde de gluten eşik değeri 20 mg/kg olarak kabul edilirken, Arjantin'de bu eşik değer 10 mg/kg, Şili'de 5 mg/kg, Avustralya ve Yeni Zelanda ise 3 mg/kg'ın altında olarak kabul edilmektedir (Xhaferaj ve ark., 2020). Ürünlerin glutensiz olarak etiketlenebilmesi için ülkedeki yasal gluten eşik değer standardına uygun ürünler üretilmesi gerekmektedir. Türkiye, Avrupa, ABD, Kanada ve Şili gibi ülkelerde glutensiz ürünler gluten analizlerinden sonra alınan sertifika ile etiketlerinde özel logolar kullanılabilmektedir. Şekil 1.3'te ülkemizde glutensiz gıda etiketlemesinde kullanılan logo örnek olarak gösterilmektedir.



Şekil 1.3. Türkiye'de glutensiz gıdaların etiketinde kullanılabilecek Sağlık Bakanlığı tarafından tescil edilen logo (TGG, 2020)

Dünyada gluten kaynaklı hastalıklara sahip olan bireyler için geliştirilmekte olan glutensiz ürünlerden bir tanesi de eriştedir. Son yıllarda eriştenin tüketimi, kolay pişirilmesi, yüksek besin değerleri, sağlığa yararları, arzu edilen yeme özellikleri ve düşük maliyeti nedeniyle artmıştır (Heo ve ark., 2014). TS 12950 Erişte Standardına göre erişte; buğday unu, tuz (sodyum karbonat, potasyum karbonat ve sodyum fosfat vb.), yumurta ve içilebilir nitelikteki suyun karıştırılıp yoğrulması ile elde edilen hamurun tekniğine uygun bir şekilde inceltirilip kesilmesiyle üretilmektedir. Elde edilen erişte daha sonra kurutulmakta ve kaynatılarak pişirilerek, buharda pişirilerek ya da doğrudan tüketime hazır bir şekilde sunulabilmektedir. Erişte Asya'da popüler bir ürün olup, Çin menşeli olduğu düşünülmektedir. Çin'de MÖ 5000 yıllarında ortaya çıkan erişte, İpek yolu vasıtasıyla tüm dünya tarafından tanınan bir ürün haline gelmiştir (Lee ve ark., 2008). Japonların "udon", Çinlilerin "mein", Amerikalıların "spaghetti-noodles-macaroni", İngilizlerin "pasta-macaroni" ve İtalyanların "pasta-spagetti" olarak isimlendirdiği makarna ve benzeri ürünlerin kökeninin erişteye dayandığı düşünülmektedir (Öztürk 2007; Demir, 2008). Erişte Anadolu'nun en önemli yiyeceklerindendir ve "makaronya" adıyla Osmanlı saray mutfağına girmiş bir üründür (Öztürk, 2007). Çin ve Japonya gibi Uzak Doğu ülkelerinde erişte yapımında un, tuz ve su kullanırken, Amerika yapımı eriştelerde un, su ve yumurta kullanılmaktadır (Demir, 2008; Aydın, 2009). Erişteler Tablo 1.1'de gösterildiği gibi sınıflandırılmaktadır. Erişteler, yapımında kullanılan unun miktarına, türüne ve kalitesine göre dört gruba ayrılmaktadır. Bu erişteler; Japon erişteleri, Çin erişteleri, karabuğday erişteleri ve çeşnili eriştelerdir. Japon eriştelerinde hammadde olarak un, su ve tuz kullanılırken, Çin eriştelerinde hammadde olarak un, su ve kansui adı verilen alkali tuzlar kullanılmaktadır (Fu, 2008). Çin erişteleri Ramen, chuka-men ya da chuka-soba olarak da adlandırılmaktadır (Hou ve ark., 1998). Karabuğday eriştesinde ise hammadde olarak karabuğday unu ve sert buğday ununun karışımı kullanılmakta ve bu eriştelere "soba" ismi verilmektedir (Fu, 2008). Çeşnili erişteler tekniğine uygun olarak üretilen eriştelerin içerisine baklagil, tahıl ve benzeri unların ilave edilmesiyle elde edilmektedir (Demir, 2008).

Tablo 1.1. Eriştelerin sınıflandırılması (Öztürk, 2007; Demir, 2008; Fu, 2008; Aydın, 2009)

Eriştelerin sınıflandırılması	Çeşitleri	Özellikler
Hammaddeye göre	Çin eriştesi	Parlak kremsi beyaz veya parlak sarı renge sahiptir. Tekstürel olarak serttir.
	Japon eriştesi	Kremsi beyaz renge sahiptir. Tekstürel olarak yumuşak ve elastiktir.
	Karabuğday eriştesi	Parlak kahverengi veya gri renge sahiptir.
	Çeşnili erişte	Kullanılan un çeşidine göre özellikleri değişmektedir.
Tuz bileşimine göre	Sofralık tuzlu erişte	Eriştelerin görünüşü parlak ve pürüzsüzdür.
	Alkali tuzlu erişte	Alkali tuz olarak, sodyum karbonat, potasyum karbonat ya da her ikisinin karışımı kullanılmaktadır. Alkali erişteler, karakteristik bir aromaya, tada, sarı bir renge, sıkı ve elastik bir dokuya sahiptir.
Üretim metoduna göre	El yapımı erişteler	Eriştelerin tekstürel özellikleri makine yapımına göre daha çok tercih edilmektedir.
	Makine yapımı erişteler	Ticari olarak üretilen eriştelerdir.
şerit genişliği ve uzunluğuna göre	Çok ince erişteler	1,0–1,2 mm genişliğinde eriştelerdir.
	İnce erişteler	1,3–1,7 mm genişliğindeki eriştelerdir.
	Standart erişteler	2,0–2,8 mm genişliğindeki eriştelerdir.
	Yuvarlak erişteler	5,0–7,5 mm genişliğindeki eriştelerdir.
İşleme yöntemine göre	Taze erişteler	Pişmemiş yaş eriştelerdir. Üretildikten sonra direk satışa sunulmaktadır. Raf ömürleri 1–2 gündür.
	Kurutulmuş erişteler	Yaş eriştelerin kurutma kabinlerinde kurutulmasıyla üretilen eriştelerdir.
	Haşlanmış erişteler	Erişteler kaynayan suda bir ön pişirme işlemine tabi tutulmaktadır. Haşlama işlemi bittikten sonra soğuk suya batırılıp çıkarılan eriştelerin fazla suyu uzaklaştırılarak tüketime hazır hale getirilen eriştelerdir.
	Buharlanmış erişteler	Taze eriştelerin üretiminden sonra erişteler doymuş ve doymamış buharda kısmen pişirilerek buharlanmış erişte üretilmektedir. Buharlanmış eriştelerin raf ömrü uzundur.
	Haşlanmış dondurulmuş erişteler	Haşlanmış eriştede oluşan kalite kaybını engellemek için haşlanan erişteler dondurularak kurutulur böylece kalite kaybı önlenmektedir.
	Haşlanmış ve derin yağda kızartılmış instant erişteler	Taze erişteler ilk olarak bir buhar tünelinden geçirilerek haşlanır, daha sonra derin yağda kızartılarak ya da yüksek sıcaklıkta kurutularak instant erişteler üretilmektedir.
	Buharlanmış ve sıcak havayla kurutulmuş erişteler	Buharlanan eriştelerin kurutulması için kurutma sıcaklığı 80°C'nin üzerinde olup, kurutma süresi 30 dakika–1 saat arasındadır. Bu eriştelerin raf ömrü 1 yıldır.

1.4. Glutensiz Erişte Yapımında Kullanılan Hammaddeler

Glutensiz erişte yapımında çeşitli unlar, nişasta, yumurta, su, tuz ve hidrokolloidler gibi hammaddeler kullanılabilir. Glutensiz erişte yapımında çeşitli unlar, nişasta, yumurta, su, tuz ve hidrokolloidler gibi hammaddeler kullanılabilir.

1.4.1. Un ve nişasta türevleri

Eriştede kullanılan unlar, hamurun mukavemeti ve uzayabilirliği üzerine etkili olmasının yanı sıra (Gulia ve ark., 2014); protein, kül, renk, zedelenmiş nişasta miktarı, reolojik özellikleri, partikül boyutu ve çirşlenme özellikleri eriştenin kalitesi üzerinde etkili olmaktadır. Unun protein içeriği arttıkça, pişmiş erişte sertliği artış gösterirken, erişte parlaklığı azalmaktadır (Wang ve ark., 2004; Asenstorfer ve ark., 2010). Unun yüksek nişasta hasarına sahip olması ise, erişte renginin zayıflığına ve pişme kaybının yüksek olmasına neden olmaktadır (Hatcher ve ark., 2002). Bu yüzden erişte üretiminde kullanılacak unların parlak renkli, nişasta hasarı az ve ince parçacık boyutuna sahip olması istenmektedir (Fu, 2008). Bu özellikleri sağlayabilmek için un elde etme sırasında uygulanan öğütme işlemi büyük önem taşımaktadır.

Unların granülometrisi, un işlevselliğini düzenlemek ve besinlerin biyo-erişilebilirliğini kontrol etmek için belirlenmesi gereken özelliklerdendir. İnce parçacıklı un granülometrisinde, daha fazla hücrenin yırtılması ve hücre bileşenlerinin ayrılması söz konusuysa, kaba parçacıklı un granülometrisinde, sindirim enzimlerinin etkisi engellenmekte ve hücre bütünlüğünün daha iyi korunması sağlanmaktadır (Boukid ve ark., 2019; Lin ve ark., 2020; Pellegrini ve ark., 2020). İnce öğütülmüş mercimek ununun (500 µm) kaba öğütülmüş mercimek ununa (790, 1000, 1270 µm) kıyasla daha fazla nişasta hasarı, daha düşük su tutma kapasitesi ve daha yüksek viskozite gösterdiği belirlenmiştir (Bourré ve ark., 2019). Ahmed ve ark., (2016) yaptıkları çalışmada iki tür mercimek ununda yapışma ve ısı özelliklerinin unun tane boyutuna ve mercimeğin türüne bağlı olduğunu belirlemişlerdir. Borsuk ve ark., (2012) yaptıkları çalışmada, 100 g ince öğütülmüş yeşil mercimek ununun nem, protein, yağ, kül ve karbonhidrat içeriklerini sırasıyla, %6,30, %25,02, %1,09, %2,22 ve %65,38 olarak belirlerken, 100 g kaba öğütülmüş yeşil mercimek ununun nem, protein, yağ, kül ve karbonhidrat içeriklerini sırasıyla, %7,75, %24,43, %0,84, %2,26 ve %64,72 olarak belirlemişlerdir. İnce öğütülmüş yeşil mercimek ununun kaba öğütülmüş mercimek ununa göre protein, yağ ve karbonhidrat içeriği daha yüksek bulunmuştur.

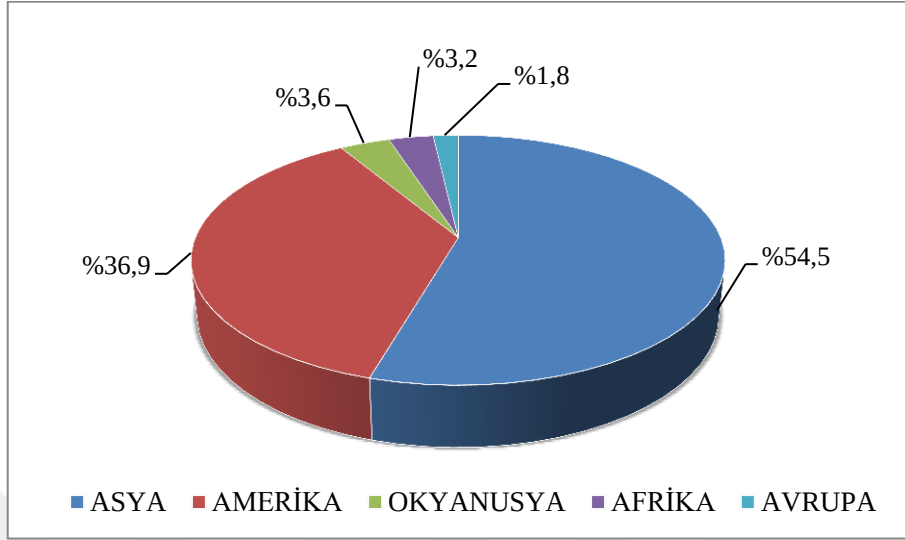
1.4.1.1. Baklagil Unları

Glutensiz diyetle kullanılan ürünler içinde en önemli protein ve karbonhidrat kaynaklarından biri de baklagillerdir. Baklagiller; fasulye (taze ve kuru), bakla, nohut, mercimek, acı bakla, bezelye, araka vb. ürünlerden oluşmaktadır. Baklagiller; karbonhidrat, protein, besinsel lif,

vitamin ve mineral kaynağı olduğu için; özellikle düşük gelirli insanların dengeli beslenmesi için tüketimi önemlidir. Ayrıca baklagiller yüksek lif içerikleri, düşük glisemik indeksi ve içerdikleri minör besin bileşenleri nedeni ile kardiovasküler hastalıklar, diyabet, sindirim sistemi hastalıkları, aşırı kilo ve obeziteye karşı yararlı olduğu bilinen besin kaynaklarındandır. İçerdikleri biyoaktif maddeler insan ve hayvan metabolizmasında önemli rol oynamaktadır (Duranti, 2006; Campos-Vega ve ark., 2010). Düzenli bir şekilde baklagil tüketimi, günlük enerji alımını azaltırken, açlık kan şekeri, toplam kolesterol, düşük yoğunluklu lipoprotein, tiroglobulin seviyeleri ve kan basıncı gibi metabolik sendromla ilişkili faktörlerin iyileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Mollard ve ark., 2012; Luhovy ve ark., 2015). Baklagiller, üstün besin içeriklerinin yanı sıra; lektinler, proteaz inhibitörleri, tripsin inhibitörleri, tanenler, saponinler, anjiyotensin I dönüştürücü enzim inhibitörü, fitik asit ve oligosakkaritler gibi birçok anti besin ögesi içermektedir (Roy ve ark., 2010). Anti besin ögesi içeren çığ bakliyat tohumları veya çığ unların tüketilmesinden sonra, şişkinlik, kusma ve pankreas büyümesi gibi sağlığa zararlı etkilerin meydana gelebileceği belirlenmiştir. Baklagillerde bu bileşenlerin içeriğini azaltmak amacıyla; suya ıslatma, pişirme, kavurma veya çimlendirme gibi bazı işlemler uygulandığı bilinmektedir. Manan ve ark. (1987) tarafından yapılan çalışmada, ısıtma işlemi gören mercimekte ham protein miktarı, işlem görmemiş mercimeğe göre değişmezken, protein yararlılığı, protein sindirilebilirliği ve mercimeğin biyolojik değerinin arttığı belirlenmiştir. Nagmani ve Prakash (1997) yapmış oldukları çalışmada ise, ısıtma işlemi gören mercimek ununun protein ve ham lif içeriğini sırasıyla %25,8, %0,7 olarak belirtirken, ısıtma işlemi görmeyen mercimek ununun protein ve ham lif içeriğini sırasıyla %26, %0,8 olarak belirtmişlerdir.

Baklagiller, sağlıklı ve fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi alanında günümüzde daha fazla ilgi uyandırmaktadır. Bunların arasında mercimek, birçok insanın beslenmesine önemli katkı sağlamaktadır. Alman botanikçi Medikus'un 1987 yılında *Lens culinaris* olarak adlandırdığı mercimek, Leguminosae ailesinin bir parçasıdır ve tek yıllık serin iklim bitkisidir (Yağmur ve Kaydan, 2005; Faris ve ark., 2013). Mercimekle ilk kez Neolitik Çağ'da karşılaşmıştır (Sonnante ve ark., 2009). Dünyada bölgelere göre mercimek üretimi Şekil 1.4'te gösterilmektedir (FAOSTAT, 2018). Türkiye'de mercimek genel olarak her bölgede yetiştirilirken, sadece Karadeniz bölgesinde yetiştirilmediği bilinmektedir (Anonim, 2019). Türkiye, izlediği olumlu politikalar sonucu 1980'li yıllarda dünya mercimek üretiminde 1. sırada yer alırken, 1990'lı yıllardan itibaren Kanada'nın üretiminde görülen hızlı yükseliş ile Kanada dünyada 1. sıraya yükselmiş, Türkiye ise 3. sıraya gerilemiştir (TAGEM, 2019). Dünya mercimek üretiminde 2018 yılı itibarıyla 2,09 milyon ton üretim ile Kanada ilk sırada yer alırken, 1,6 milyon ton üretim ile Hindistan ikinci sırada, 380 bin ton üretim ile ABD üçüncü sırada, 353 bin ton ile Türkiye dördüncü sırada yer almaktadır (TAGEM, 2020). Dünya toplam mercimek üretiminin %70'i bu dört ülke tarafından karşılanmaktadır. Türkiye'de 2017 TÜİK verilerine göre kırmızı mercimek üretim oranı %89,6 iken, yeşil mercimek üretimin

%56,5'ini oluşturmaktadır (Anonim, 2019b). Kişi başı tüketim ülkemizde kırmızı mercimek için 5 kg/yıl iken, yeşil mercimek için 0,6 kg/yıldır.



Şekil 1. 4. Dünyada kıtalara göre mercimek üretimi (FAOSTAT, 2018)

Mercimek Tablo 1.2’de de görüldüğü gibi yüksek besin içeriğine sahiptir. Mercimeğin başlıca besin öğeleri; protein, besinsel lif, folat, demir ve fosfordan oluşmaktadır. Mercimeğin protein içeriği %22–35 arasında değişmektedir. Ancak mercimek proteinleri metiyonin ve sistin aminoasitlerini içermemektedir (Watson ve Preedy, 2013). Mercimek sağlık üzerinde olumlu etkilere sahip olan antioksidan bileşenler içermesinden dolayı da sıklıkla tüketilmektedir (Satya ve ark., 2010). Mercimek yüksek besinsel içeriğinden dolayı Batı diyetlerine dahil edilmesi önerilen bir gıda ürünüdür (Barbana ve Boye, 2013). Mercimek, kısa pişme süresine sahip, yumuşak tohumlu ve kabuklu bakliyat sınıfındadır.

Tablo 1.2. Mercimeklerin besin değeri (TÜRKOMP, 2020)

Bileşen (Ortalama, 100 g kuru mercimek için)	Kırmızı mercimek	Yeşil mercimek
Enerji (kcal)	322	299
Su (g)	9,6	10,9
Kül (g)	2,4	2,5
Protein (g)	25,8	23,0
Toplam yağ (g)	1,6	0,9
Karbonhidrat (g)	41,9	36,6
Toplam besinsel lif (g)	18,7	26,0
Nişasta (g)	40,9	32,9
Demir (mg)	5,9	7,8
Fosfor (mg)	41,6	415
Kalsiyum (mg)	26	64
Magnezyum (mg)	85	118
Potasyum (mg)	1004	967

Öğütölüp un haline getirilen mercimeklerin besinsel bileşimi Tablo 1.3'te verilmiştir. Mercimeğin sarı, turuncu, kırmızı, yeşil, kahverengi veya siyah gibi farklı renk çeşitleri bulunmaktadır. Sarı mercimeğin protein içeriği %20,6 ile %31,4 arasındadır (Navare, 2019). Mercimek proteinlerinin ana fraksiyonunu oluşturan globulinler, hem visilin hem de legumin benzeri fraksiyonlardan oluşmaktadır. Sarı mercimek Türkiye'de yüzlerce yıldır Uşak'ın Eşme ilçesi, Manisa'nın Kula ilçesi ile Kütahya'nın Simav ilçesi üçgeninde kalan dağ köylerinin meşe ormanları içindeki tarım arazilerinde yetiştirilmektedir (Anonim, 2018).

Tablo 1.3. 100 g kurutulmuş mercimek ununun besinsel değeri (Yadav ve ark., 2007)

Bileşen	Besinsel değer
Kalori (kcal)	340–346
Su (%)	12
Protein (g)	20,2
Yağ (g)	0,6
Toplam karbonhidrat (g)	65
Lif (g)	4
Kül (g)	2,1
Kalsiyum (mg)	68
Fosfor (mg)	325
Demir (mg)	7
Sodyum (mg)	29
Potasyum (mg)	780
Tiamin (mg)	0,46
Riboflavin (mg)	0,33
Niasin (mg)	1,3

Baklagillerden üretilen unların yüksek protein, karbonhidrat, vitamin ve mineral içerdiği belirtilmektedir (Xu ve ark., 2019). Yapılan çalışmalarda, baklagil unlarının protein içeriği ve besinsel lif içeriğinin tahıl unlarının protein ve besinsel lif içeriğinden daha yüksek olduğu bulunurken, baklagil unlarının tahıl unlarından daha düşük glisemik indekse sahip olduğu belirlenmiştir (Fujiwara ve ark. 2017). Ayrıca baklagil unları polifenoller gibi biyoaktif bileşikler içermesinden dolayı, insan sağlığının iyileştirilmesinde önemli bir role sahiptir (Xu ve ark., 2018). Li ve Ganjyal (2017) yaptıkları çalışmada, 6 çeşit mercimek ununun kimyasal bileşimini incelenmişler ve protein %25,8-28,6, nişasta %43,5-50,0, lif %18,0-20,0, nem %8,0-10,0, kül %2,0-3,0 ve yağ içeriğinin %0,6-1,0 aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada, mercimek ununun ve ısıtılmış mercimek ununun kimyasal bileşimi karşılaştırılmış ve mercimek ununun nem, kül, protein, yağ, toplam fenolik bileşikler, nişasta ve amiloz miktarları sırasıyla; %12, %3, %28,7, %0,7, 782,4 mg GAE/100 g KM, %47,8 ve %9,4 iken, ısıtılmış mercimek ununun nem, kül, protein, yağ, toplam fenolik bileşikler, nişasta ve amiloz miktarları sırasıyla; %12,5, %2, %29,2, %1,2, 415,1 mg GAE/100 g KM, %51,8 ve %8,2 olarak bulunmuştur (Piecnyk ve ark., 2012). Sonuç olarak ısıtılmış işlem etkisiyle nem, protein, yağ ve nişasta içerikleri artış göstermiştir. Di Cairano ve ark. (2020) nohut, yeşil mercimek, kırmızı mercimek ve bezelye unlarının toplam nişasta, amiloz ve glisemik indekslerini inceledikleri çalışmalarında, nohut için toplam nişasta, amiloz ve glisemik indeksleri sırasıyla; 26 g/100 g KM, 17,2 g/100 g nişasta ve 44,98 iken, yeşil mercimek için, 49,3 g/100 g KM, 12,7 g/100 g nişasta ve 48,47, kırmızı mercimek için, 49,1 g/100 g KM, 24,9 g/100 g nişasta ve 46,43 ve bezelye için, 51,5 g/100 g KM, 24,7 g/100 g nişasta ve 47,69 olarak bulmuşlardır. Göncü (2020) yaptığı çalışmada, sarı mercimek ununun %21,41 protein, %2,04 yağ, %2,29 kül, %1,68 çözünür besinsel lif, %16,07 çözünmeyen besinsel lif, %17,75 toplam besinsel lif ve % 8,99 neme sahip olduğunu belirlemiştir.

1.4.1.2. Pirinç Unu

Pirinç (*Oryza sativa L.*) 7000 yıldan uzun zamandır buğdaydan sonra ikinci en önemli temel gıda ürünü olarak yetiştirilmektedir. Pirinç, buğdaygiller ailesinden olup içerdiği besinsel lif, enerji, protein, doymamış yağlar, vitaminler, mineraller ve antioksidanlar ile insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Pirinç, içerdiği besin öğeleri sayesinde, insan vücudunun ihtiyaç duyduğu günlük kalori alımının %40-80'ini karşılayabilmektedir (Sen ve ark., 2020). İyi bir sindirilebilir protein kaynağı ve doğal olarak glutensiz ve hipoalerjenik bir üründür (Osella ve ark., 2014). Pirinç unu sahip olduğu organoleptik ve hipoalerjenik özellikleri sayesinde de, glutensiz ürünler üretmekte kullanıma oldukça uygun bir hammadDEDİR. Pirinç unu, glutensiz ürünlerde istenen tat ve rengin oluşmasını sağlarken, düşük çözünürlüğe sahip olmasından dolayı hamur yapısını olumsuz etkilemekte ve son üründe bazı kalite kayıplarına neden olmaktadır (Gallagher ve ark., 2004). Pirinç ununda gluten olmadığından, pirinç unundan üretilen hamurun fizikokimyasal, yapışma ve termal

özellikleri yapısındaki nişasta ile sağlanmaktadır (Chang ve ark., 2006). Pirinç unu, kesme kuvvetine karşı zayıf bir direnç gösteren düşük kuvvette elastik jel oluşturma kabiliyetine sahiptir (Cham ve Suwannaporn, 2010). Heo ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, kuru ve yaş öğütülmüş olan pirinç unlarıyla hazırlanan glutensiz eriştelerin reolojik ve pişme özellikleri incelemiştir. Kuru pirinç ununda daha yüksek nişasta hasarı gözlenirken, su hidrasyon (bağlama) özellikleri artmıştır. Ayrıca yaş pirinçten üretilen hamurda daha fazla şişme gücü gözlemlenmiştir. Kuru öğütmeye, deformasyona karşı daha dirençli pirinç eriştesi üretilmesini sağlamıştır. Yaş pirinç eriştelerindeki, pişme kaybının, kuru pirinç eriştelerine göre daha az olduğu belirtilmiştir.

1.4.1.3. Nişasta

Glutensiz beslenmede önemli ana bileşenlerden bir diğeri de nişastadır ve birçok bitkide bulunan temel depolama polimeridir. Nişasta granüllerinde bulunan amiloz ve amilopektin moleküllerinin %30'u yarı kristal büyüme halkaları, %70'i amorf katmanlar halinde bulunmaktadır (Pérez ve Bertoft, 2010; Singh ve ark., 2010).

Nişastanın yapısında temel olarak amiloz ve amilopektin molekülü bulunmaktadır. Nişasta granüllerindeki amiloz/amilopektin oranındaki farklılıklar; jelatinizasyon, retrogradasyon ve sindirilebilirlik üzerine büyük etki göstermektedir (Liu ve ark., 2010). Nişasta hamurun reolojik özellikleri, gaz tutma kapasitesi, buharlaşma ve pişirme performansı, genişleyebilme, kalıplama ve şekillendirme kapasiteleri, karıştırma davranışı ve ürünlerin kalitesi dahil olmak üzere hamurların teknolojik ve mekanik özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Lazaridou ve ark., 2007; Van Bockstael ve ark., 2011). Doğal nişasta granülleri, 50-70°C'de suda ısıtıldığında, yarı kristal yapıları kademeli olarak ortadan kalkmakta ve granüller düzensiz duruma geçmektedir. Bu olay nişasta jelatinizasyonu olarak adlandırılmaktadır. Jelatinizasyon sonucu granüller şişmekte, ikili sarmal yapı ayrışmakta ve doğal nişastanın sahip olduğu çift kırınım özelliği kaybolmaktadır, böylece nişastanın çözünürlüğü gibi bazı özelliklerinde geri dönüşü olmayan değişiklikler meydana gelmektedir (Hoover, 2001; Pellegrini ve ark., 2020). Granül içindeki kristallerin büyüklüğü ile amilopektin zincir uzunluğu jelatinizasyon üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Nişasta granülleri, jelatinizasyon sıcaklıklarının üzerinde ısıtıldıklarında, çözelti içine amiloz sızması olarak geri dönüşsüz bir şişme meydana gelmekte (Hoover, 2001) ve yüksek nişasta konsantrasyonunun varlığında oluşan yapı, depolama sırasında elastik bir jel oluşturmaktadır (Singh ve ark., 2007). Oluşan jelin soğutulmasıyla nişasta zincirleri enerjilerini azaltmak için birbirleriyle etkileşime girer ve bekleme süresinin uzatılmasıyla nişasta zincirleri arasındaki hidrojen bağları tekrar kurularak kristal bir yapı haline gelir (Ferrero ve ark., 1994). Bu olay ise retrogradasyon olarak adlandırılmaktadır. Amilozun retrogradasyonu hızlı gerçekleşmektedir ve bu sayede sert bir jel yapı ve güçlü film oluşturmaktadır. Amilopektin ise, suda dağılabilir ve çok daha

yavaş retrogradasyona uğrayabilmektedir. Bu sayede yumuşak bir jel yapı ve zayıf film oluşturabilmektedir (Pérez ve Bertoft, 2010).

Çeşitli botanik nişasta kaynaklarından yıllık olarak üretilen nişasta çeşitlerinin miktarının sırasıyla, 46,1 milyon ton mısır nişastası, 9,1 milyon ton manyok nişastası, 5,15 milyon ton buğday nişastası ve 2,45 milyon ton patates nişastası olduğu tahmin edilmektedir (Röper ve Elvers, 2008). Köklerden ve yumrulardan elde edilen nişastalar göz önüne alındığında, patates nişastası en büyük nişasta kaynağıdır. Avrupa'da, tahıl sektörünün güçlü desteği, patates nişastası üretiminin azalmasına neden olmuştur (Bertolini, 2009). Bununla birlikte, Avrupa ülkeleri hala dünyadaki patates nişastası üretiminin %80'ini karşılamaktadır. Hollanda, Fransa, Belçika, Almanya ve İsviçre ana patates üreticileridir. Patates nişastası mükemmel ağız hissi sağlayan, ince, tatsız bir toz olup, buğday ve mısır nişastasından daha yüksek viskozite sağlayarak daha lezzetli ürünler geliştirilmesine olanak sağlamaktadır (FAO, 2008). Patates nişastasındaki yüksek viskozite, amilopektin üzerindeki fosfat gruplarının fazla olmasından kaynaklanmaktadır (Hoover, 2001). Patates nişastası elde edildiği türe göre %21-25 amiloz ile %75-79 arası amilopektin içermekte ve glutensiz ürünlerde sıklıkla kullanılmaktadır (BeMiller ve Whistler, 2009). Patates nişastası, ürünlere uygun pürüzsüz bir doku ve belirgin parlak bir görünüm sağlamaktadır (Noda ve ark., 2006). Çorba ve soslarda kullanımı, yüksek su absorpsiyonu sağlarken, kek karışımları, hamur, bisküvi ve dondurma gibi ürünlerde bağlayıcı olarak kullanılmaktadır (Vatansever ve ark., 2020). Gunaratne ve Hoover (2002) yaptıkları çalışmada, patates nişastasının kül, yağ, amiloz ve protein içeriklerini sırasıyla %0,25, %0,05-0,10, %22,4-29,30 ve %0,30-0,34 olarak bulmuşlardır. Zhang ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, bitkisel nişasta kaynağının, glutensiz hamurun reolojik özelliklerinin belirlenmesinde aktif bir role sahip olduğunu belirlemişlerdir. Buğday nişastası ilavesi ile glutensiz hamur daha yumuşak hale gelirken, ağ kararlılığının düştüğü bulunmuştur. Mısır nişastası ilaveli hamurlar ise en yavaş retrogradasyon oranına sahipken, pişirme sırasında daha çabuk kırılğan hale gelmişlerdir. Tatlı patates nişastası ilavesinin, en düşük hamur mukavemetine yol açtığı ve en yüksek jelatinizasyon sıcaklığına sahip olduğu görülmüştür. Patates nişastası ilavesi ise, hamurun deformasyon direncini, viskozitesini ve retrogradasyon oranını arttırmıştır. Maş fasulyesi nişastasının, pirinç ununun fizikokimyasal özellikleri ve ekstrüde pirinç eriştelerinin kalitesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, pirinç ununa maş fasulyesi nişastası eklenmesi, eriştelerin fizikokimyasal özelliklerini yüksek ölçüde değiştirmiştir (Wu ve ark., 2015). Pirinç ununun belirli oranda maş fasulyesi nişastası ile karıştırılması, erişte yapımı için istenen daha yüksek amiloz içeriği, daha düşük çözünürlük ve şişme gücü, daha yüksek retrogradasyon derecesi ve jel mukavemeti sağlamıştır. Ayrıca, %5 maş fasulyesi içeren ekstrüde pirinç erişteleri, yeterli pişirme kalitesi ile istenen tekstürel ve duyu özellikleri göstermiştir. Bu nedenle maş fasulyesinin pirinç eriştesi üretimi için doğal bir bileşen olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Mısır ve patates nişastası karışımından üretilen ekmek bileşiminin tapyoka ve dirençli mısır nişastası ile kısmen değiştirilmesinin incelendiği bir çalışmada, dirençli nişasta

kullanımı hamurun sünme ve geri kazanım uyumluluğunu azaltılmıştır (Korus ve ark., 2009). Ayrıca bileşimi modifiye edilmiş hamurların daha yüksek nişasta jelatinizasyonu sergilediği aktarılmıştır. Artan oranda dirençli nişasta ilavesi ise, jelatinizasyon sıcaklığını olumlu yönde etkilerken, viskoziteyi düşürmüştür.

1.4.2. Yardımcı maddeler

Erişte üretiminde undan sonraki en önemli hammadde sudur (Fu, 2008). Suyun sertlik, alkalilik ve pH değerleri, nişasta jelatinizasyonunu, unun su hidrasyonunu ve eriştinin tekstürel özelliklerini etkilemektedir. Bu sebeple erişte üretiminde kullanılacak en uygun suyun, orta ya da düşük sertliğe sahip olması gerekmektedir. Su, ayrıca hamura viskoelastik özellikler kazandırmaktadır (Gulia ve ark., 2014). Eriştelere eklenecek su miktarı, unu sulandırmak ve homojen bir hamur geliştirmek üzere belirlenmektedir. Az miktarda su kullanımının eriştenin uzayabilirliği ile hamurun yumuşaklığı üzerinde olumsuz etki gösterdiği bilinmektedir.

Erişte hamuruna ilave edilen tuz ise, hamuru kuvvetlendirmekte ve eriştelerin yapışkanlığını azaltmaktadır (Aydın, 2009). Tuz, pişme süresini kısaltırken, lezzet ve tekstürü geliştirmekte ve daha yumuşak bir doku sağlamaktadır (Fu, 2008). Tuz ilavesi ile mikroorganizma gelişmesi ve enzim aktivitesi inhibe edilerek, yüksek sıcaklık ve nemde eriştelerin bozulması geciktirilmektedir.

Erişte yapımında kullanılan yumurta, eriştenin besinsel değerini arttırmakta ve tekstürel ve duyuşal özelliklerini iyileştirmektedir. Ortalama 50-60 g ağırlığındaki bir yumurta %10 civarında protein içermektedir (Çelebi ve Karaca, 2006). Yumurtanın sarısı, eriştenin daha sarı bir renkte olmasını sağlarken, beyazı daha elastik bir tekstüre sahip olmasını sağlamaktadır. Yumurta proteinleri, özellikle albümin proteinleri, hamurun ısı etkisi ile yapışmasını sağlayabilen bir retikül oluşturmaktadır (Alamprese ve ark., 2007). Ayrıca, yumurta proteinleri ve amiloz arasında bir kompleksin oluşumuyla, nişasta granüllerinin içindeki suyun emiliminde değişikliklere neden olabilmektedir. Bu sayede daha pürüzsüz yüzeye sahip ve pişirme sırasında suya daha az kuru madde kaybeden ürünler elde edilmektedir. Palavecino ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, beyaz sorgum unundan yapılan makarnanın çiğnenebilirliğinin, yumurta albümini artışıyla arttığını belirlemişlerdir. Guo ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, %70 yulaf unundan yapılan erişteye eklenen yumurta akının eriştenin pişme kaybını azaltırken, sertlik, çiğneme ve gerilme kuvvetini önemli ölçüde arttırdığını belirlemişlerdir ($p<0,05$).

Glutensiz hamurların yapışkanlığı azaltmak, daha sıkı bir yapı elde etmek ve nişastanın yapıda dağılmadan kalabilmesini sağlamak için bazı emülsifiye edici ajanlar ve hidrokolloidler kullanılabilir. Gam, yapışkan, zamkimsi, bitkilerden sıızan doğal maddeler için kullanılan bir terimdir. Gamlar, hamurlara kıvam arttırıcı veya jelleştirici bir

etki vermek amacıyla katılan ve suda dağılabilen veya çözünebilen polimerik maddelerdir (Zorba, 2006). Bu amaçla kullanılan gamlar; guar gam, ksantan gam ve keçiyoynuzu gamıdır.

Ksantan gam, 1950 yılında Allene Jeanes ve arkadaşları tarafından keşfedilmiştir (Elalla ve ark., 2020). Genel olarak ksantan gam, aerobik fermentasyon yoluyla *Xanthomonas pelargonii*, *Xanthomonas campestris* gibi farklı *Xanthomonas* bakteri suşlarından üretilmektedir. Ksantan gam, endüstriyel ölçekte üretilen ilk doğal biyopolimerdir (Habibi ve Khosravi-Darani, 2017). Krem renginde ve kokusuzdur (Fiume ve ark., 2016). FDA tarafından ksantan gamın herhangi bir kısıtlama olmadan gıdalarda stabilizatör ve emülgatör olarak kullanılabileceği belirlenmiştir (Ghashghaei ve ark., 2016). Ksantan gam insanlarda sindirilemezken, yiyeceklerin üst gastrointestinal kanaldan geçişini iyileştirebilmektedir (Fan ve ark., 2008). Ksantan gamının dallanma yapısı, psödoplastik davranışla kalınlaşma özelliği gösterdiğinden, bu özellikleri onun geniş bir pH, sıcaklık ve enzimatik bozulma aralığında kararlı hale gelmesini sağlamak ve bu sayede ksantan gam, keçiyoynuzu gamı veya guar gam gibi diğer doğal gamlardan daha iyi özelliklere sahip olmaktadır (Milas ve Rinaudo, 1986). Ksantan gam fırıncılık endüstrisinde yapıyı ve hacmi iyileştirme ve suyu bağlamak için kullanılmaktadır. Ayrıca glutensiz ürünlerde gıdanın görünüş ve tadında herhangi bir değişiklik oluşturmadığından dolayı sıkça tercih edilmektedir (Sharma ve ark., 2006).

Nişasta-hidrokolloid kombinasyonları, gıdalarda 1950'den beri kullanılmaktadır. Doğal nişastalar gıda ürünlerinin hazırlanması için ideal özelliklere sahip değildir, bu yüzden kimyasal olarak modifiye edilerek ya da uygun hidrokolloidlerin eklenmesi ile eksiklikleri giderilerek gıda yapısını iyileştirebilmektedir. Kulicke ve ark. (1996) yaptığı çalışmada, hidrokolloid-nişasta kombinasyonunun ürün dokusunu ve reolojisini iyileştirdiğini, nemi tutup, sinerezisten koruduğunu belirlemişlerdir. Arocas ve ark. (2009) tarafından mısır, mumsu mısır, patates ve pirinç nişastaları ile hazırlanan beyaz sosların, donma-çözülme kararlılığına ksantan ve keçiyoynuzu gamının etkilerini inceledikleri çalışmada, beyaz soslara az miktarda ksantan veya keçiyoynuzu gamı eklenmesiyle bile donma ve çözülme kararlılığının önemli ölçüde iyileştiği aktarılmıştır. Mısır ve patates nişastaları ile yapılan beyaz soslara ksantan gam veya keçiyoynuzu gamı eklenmesiyle sinerezis oluşması ve viskoelastik fonksiyonlardaki artış önemli ölçüde azalmıştır ($p<0,05$). Şen (2019) yaptığı çalışmada, ksantan gam ile nişasta arasındaki etkileşimin, donma ve çözülme stabilitesini artırarak retrogradasyonu önlediğini belirtmiştir. Nişastalara hidrokolloid eklenmesi gıda etiketlemede değiştirilmiş gıda nişastası terimlerinin kullanılmasını engelleyerek temiz bir gıda etiketi yapılmasını sağlamaktadır (BeMiller, 2011).

Çölyak hastalarının genellikle glutensiz diyetlerine atfedilen düşük bir lif alımına sahip oldukları bildirildiğinden, glutensiz fırınlanmış ürünlerin besinsel lif ile zenginleştirilmesinin gerekli olduğu belirlenmiştir (Lockyer ve ark., 2016). Besinsel lif, sindirim sistemindeki enzimler tarafından sindirilemeyen bitki hücre duvarı bileşenleridir (Zhang ve ark., 2020). Ancak bazı besinsel lifler bağırsaktaki bakteriler tarafından metabolize edilebilmektedir.

Besinsel lif genellikle selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi çözünmeyen lifler ile pektin, gamlar ve müsilağ gibi çözünen lifler olarak gruplandırılmaktadır. Sindirim sistemi boyunca besinlerin hareketini destekleyen besinsel lifler dışkı hacmi ile dışkı düzenliliğini arttırmaktadır. Pektin, gam ve müsilağlar gibi çözünür besinsel lifler, su ve gastrointestinal sıvılarda çözünerek kalın bağırsakta fermente olabilen viskoz bir yapıya dönüşmektedir (Dhingra ve ark., 2012). Çözünür besinsel lif ayrıca, jel oluşturma ve emülgatör görevi görme yeteneğine sahiptir ve işlenmiş yiyecek ve içeceklere dahil edilerek tüketimi daha kolaydır (Spotti ve Campanella, 2017). Besinsel liflerin ana kaynakları tahıllar, baklagiller, meyve ve sebzelerdir. Grigelmo-Miguel ve ark. (1999) mafin üretimi için belirlenen formülasyonlara farklı oranlarda şeftali lifi ilavesinin son ürünün üzerindeki etkilerinin araştırdıkları çalışmada, esneklik ve yapışkanlık özelliklerinin artan lif içeriğinden etkilenmediği, sertlik, çiğnenebilirlik ve sakızimsılığın ise artan lif içeriğine bağlı olarak arttığını belirlemişlerdir. Türksoy (2011) yaptığı çalışmada, hamurun reolojik özellikleri ve bisküvi kalitesine elma, kayısı, portakal, limon, greyfurt, havuç ve balkabağı lif konsantrelerinin ilavesinin etkilerini araştırmış ve sebze lif konsantrelerinin katıldıkları oranlara bağlı olarak bisküvilerin besinsel lif açısından önemli derecede zenginleştiğini belirlemiştir. Eklenen lif konsantreleri bisküvi hamurunun farinogram değerlerini olumlu etkilerken, ekstensogram değerlerini olumsuz yönde etkilemişlerdir.

Yüksek besinsel lif kaynağı ve gıda katkı maddesi olarak kullanılan mısır püskülü, flavonoidler (Hasanudin ve ark., 2012) ve antosiyaninler (Thapphasaraphong ve ark., 2016) bakımından zengindir. Sağlık yararları arasında anti-apoptoz, anti-aging, anti-kanserojen, anti-inflamasyon ve kardiyovasküler koruyucu etkisi bulunmaktadır (Han ve ark., 2007). Mısır püskülü aynı zamanda protein, vitaminler, karbonhidratlar, kalsiyum, potasyum, magnezyum ve sodyum tuzları, uçucu yağlar ve steroidler, alkaloidler ve birçok biyoaktif bileşen içermektedir (Ebrahimzadeh ve ark., 2008). Mısır püskülünün, insülin düzeyinin artması ve β hücrelerinin geri kazanılması ile glisemik metabolizmada üzerinde olumlu etki gösterdiği belirtilmektedir (Guo ve ark., 2009).

Glutensiz ürünlere besinsel lif eklenmesinin asıl amacı, besin değerini arttırmak, tekno-fonksiyonel özellikleri iyileştirmek ve duyuşsal kabul edilebilirliğini arttırmaktır (Arslan ve ark., 2019). Ayrıca besinsel lif ilavesi, jel oluşturma yeteneğı, su bağlama kapasitesi, koyulaştırıcı ve tekstür oluşturma etkisi sayesinde ürünlerin raf ömrünün iyileştirilmesinde etkili olmaktadır (Marco ve Rosell, 2008). Besinsel lif alımı için önerilen günlük alım 25-30 g/gün olduğı için, glutensiz ürünlerin besinsel lif ile zenginleştirilmesi zorunlu hale gelmektedir (Bazzano ve ark., 2003).

Tablo 1.4'te glutensiz erişte ve makarna üretim yöntemleri ile üretimde kullanılan un ve nişasta çeşitleri ile yardımcı bileşenleri verilmiştir. Eriştelede kullanılan hammadde ve yardımcı maddeler, glutensiz ürünlerin besin içeriğini arttırmaya yardımcı olurken, eriştelelerin veya hammaddelerin üretim yöntemleri de besin içeriğinin artmasını

sağlamaktadır. Bu üretim yöntemlerinden bir tanesi de ekstrüzyon işlemidir. Ekstrüzyon işlemi, belirli bir nem içeriğine ve partikül boyutuna sahip örneklerin, yüksek basınç ve sıcaklık altında pişirilerek şekil verilmesidir (Zhong ve ark., 2019). Ekstrüzyon, silindir bir kanal içerisinde dönen sonsuz vida yardımıyla oluşturulan mekanik kayma gerilimi ile sağlanmaktadır. Ekstrüzyon işlemi ile tohumun antioksidan aktivitesi arttırılarak, aktif bileşenlerin muhafaza edilmesi sağlanmakta, nişastadaki hidrojen bağlarının çoğunun kırılarak, nişasta jelatinizasyonu ve protein denatürasyonuna neden olmakta ve yağı hidrolize etmektedir (Wang ve ark., 2012, 2020). Bu sayede tohumun işlemesi iyileştirilmektedir.

Ekstrüzyonla pişirme işlemiyle erişte üretimi geleneksel nişastalı erişte üretiminden farklı olarak, önceden nişasta jelatinizasyonu gerçekleştiği için ekstrüzyondan sonra kaynar suda pişirme işlemi gerektirmez (Wang ve ark., 2012). Wang ve ark. (2014) bezelye ve mercimek nişastalarından ekstrüzyonla erişte üretimini inceledikleri çalışmada, bezelye nişastasından üretilen eriştelerin, mercimek nişastası eriştelerine göre daha düşük genleşme oranı ve pişme kaybına sahip olduğu ve daha yüksek pişmiş ağırlık gözlendiği belirtmişlerdir. Aynı zamanda bezelye nişastası eriştelerinin daha sert ve daha az yapışkan bir yapıya sahip olduğu belirtilmiştir. Ticari maş fasulyesi nişastası eriştelerine kıyasla bezelye ve mercimek nişastası eriştelerinin daha iyi bir dokuya sahip olduğu aktarılmıştır. Bouasla ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, pirinç ve baklagil unu (sarı bezelye, nohut ve kırmızı mercimek) karışımlarının ekstrüzyonla pişirme yöntemiyle üretilen pirinç makarnası üzerindeki etkilerini incelemişler ve pirinç makarnasına farklı oranlarda (10 g/100 g, 20 g/100 g ve 30 g/100 g) sarı bezelye, nohut ve kırmızı mercimek unlarının eklenmesinin, makarnanın protein, yağ, kül, çözünmeyen ve çözünen besinsel lif bileşimleri arttırdığını belirlemişlerdir. Ekstrüde patates küspesi ve amarant unundan üretilen glutensiz spagettinin, taze ticari spagettiden daha iyi bir renge, daha az pişme kaybına ve daha kısa pişme süresine sahip olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Bastos ve ark., 2016).

Tablo 1.4. Glutensiz erişte ve makarna üretiminde kullanılan un, nişasta ve yardımcı bileşenler ile üretim yöntemleri

Kullanılan un ve nişasta çeşitleri	Yardımcı bileşenler	Üretim yöntemi	Kaynak
Pirinç unu, soya küspesi unu	-	Erişte üretimi	Kang ve ark., 2018
Pirinç unu, manyok nişastası, mısır nişastası	Yumurta tozu, ksantan gam, guar gam, hidroksipropil metil selüloz	Erişte üretimi	Sabbatini ve ark., 2014
Pirinç unu, manyok unu	Transglutaminaz, balık jelatin hidrolizati, pirinç kepeği yağı, tuz, sodyum karbonat	Ekstrüzyon	Wangtueai ve ark., 2020
Dirençli pirinç nişastası	Yumurta, tuz, sodyum bikarbonat, ksantan gam, inülin, pirinç kepeği	Erişte üretimi	Raungrusmee ve ark., 2020
Kahverengi pirinç unu, mısır unu	Emülgatör (monogliserit)	Ekstrüzyon	Da Silva ve ark., 2016
Mısır unu, sago nişastası, manyok nişastası	Yumurta, kabartma tozu, karboksimetil selüloz	Erişte üretimi	Ali ve ark., 2018
Karabuğday unu, pirinç unu	-	Ekstrüzyon	Fu ve ark., 2020
Chia tohumu unu, pirinç unu, mısır nişastası	Yumurta, ksantan gam, emülgatör (DATEM)	Erişte üretimi	Levent, 2017
Amarant unu	Guar gam, akasya gamı, kitre (tragacanth) gamı	Ekstrüzyon	Chauhan ve ark., 2017
Sorgum unu, pirinç unu, mısır nişastası, patates nişastası	Yumurta, soya yağı	Ekstrüzyon	Ferreira ve ark., 2016
Doğal ve çimlendirilmiş nohut protein izolatları, pirinç unu	Guar gam	Erişte üretimi	Sofi ve ark., 2020a
Nohut unu	Yumurta akı	Erişte üretimi	De Lima ve ark., 2019
Sarı bezelye, nohut, kırmızı mercimek, pirinç unu	-	Ekstrüzyon	Bouasla ve ark., 2017
Yeşil mercimek unu, pirinç unu	-	Ekstrüzyon	Rathod ve Annapure, 2017
Bakla unu, bakla nişastası, fermente bakla unu	Transglutaminaz	Ekstrüzyon	Rosa-Sibakov ve ark., 2016

1.5. Glutensiz Erişte ve Makarna ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Doğal ve çimlendirilmiş nohut protein izolatları ile zenginleştirilmiş pirinç ilaveli glutensiz eriştelerin kalitesinin incelendiği bir çalışmada, çimlendirilmiş nohuttan ekstrakte edilen protein izolatlarının, gelişmiş renk profili ve beyazlık indeksi ile artan protein içeriğine sahip olduğu bulunmuştur (Sofi ve ark., 2020b). Çimlenmemiş (ham) ve çimlenmiş kinoa tohumlarından elde edilen unların glutenli ve glutensiz makarna üretiminde kullanılmasıyla ise glutensiz makarna örneklerinde, ham ya da çimlenmiş kinoa ununun %20 seviyesine kadar kullanımının duysal lezzet puanlarını arttırdığı belirtilmiştir (Demir, 2018). Diğer

duyusal özelliklerin puanlarının ise, yüksek kinoa unu kullanım oranlarında (%20–30) düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Ancak hem glutenli hem de glutensiz makarna örneklerinde yüksek kinoa unu kullanımıyla duyusal analizle değerlendirilen kriterlerde meydana gelen düşüşlerin panelistlerin genel kabul edilebilirlik sınırları içinde kaldığı bildirilmiştir.

Kırmızı mercimek, yeşil bezelye, nohut, karabuğday, tam pirinç, beyaz pirinç ve mısır unları ile hazırlanan makarna örneklerinin durum buğdayından makarna örneği ile karşılaştırıldığı bir çalışmada, nohut makarnasının en yüksek besinsel lif içeriği ve en düşük glisemik indekse sahip olduğu belirlenirken, glutensiz makarnaların pişme kaybı değerlerinin %5-16 arasında değiştiği ve durum buğdayından üretilen kontrol örneğinden daha yüksek pişme kaybı olduğu belirtilmiştir (Trevisan ve ark., 2019). %100 bezelye unundan üretilen makarnanın geleneksel ekstrüzyon ve ekstrüzyonla pişirmenin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, her iki ekstrüzyon işleminde pişme kaybı sırasıyla 7,0 ve 7,1 g/100 g, sertlik 530 ve 608 N aralığında belirlenirken, fazla pişirmede pişme kaybı sırasıyla 7,7 ve 7,9 g/100 g, sertlik 418–513 N aralığında bulunmuştur (Bresciani ve Marti, 2019). Ayrıca nohut unu ile hazırlanan makarna en düşük miktarda hızlı sindirilebilir nişasta fraksiyonuna sahipken, karabuğday makarnasının en yüksek miktarda hızlı sindirilebilir nişasta değerine sahip olduğu belirtilmiştir. Genel olarak baklagil unları ile hazırlanan makarna örnekleri diğer glutensiz makarna örnekleriyle karşılaştırıldığında, daha düşük yavaş sindirilebilir nişasta değerleri bulunduğu belirlenmiştir. Ayrıca baklagil unları ile hazırlanan makarnaların, düşük glisemik indeksli gıdalar olarak kabul edilebileceği belirtilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, artan nohut unu seviyesinin spagettinin pişme süresini, pişme kaybını, su emilimini, yapışkanlığı ve glisemik indeksini azalttığı bildirilmiştir (Padalino ve ark., 2015). Chillo ve ark. (2008), glutensiz kepekli amarant un spagettisine kinoa, bakla ve nohut unu ilavesinin kalite özellikleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, bakla spagettisinde %18,6, kinoa spagettisinde %16,9 ve nohut spagettisinde %17,6 protein olduğunu aktarmışlardır. Bakla ve kinoa örnekleri %11,4 pişme kaybına sahipken, nohut spagettisinde pişme kaybının %9,2 olduğu gözlemlenmiştir. %100 bakla, mercimek ve siyah gram unları kullanılarak yapılan glutensiz makarnanın yapısının incelendiği bir çalışmada, baklagil ununun çeşidi fark etmeksizin, makarnanın pişme, reolojik özellikleri, mikro yapısı ve protein ağ gücünün, glutensiz tahılla yapılan makarnalardan önemli düzeyde farklı olduğu belirtilmiştir (Laleg ve ark., 2016). Bakliyat içeren makarna, lif açısından daha zengin ve zayıf bir protein ağına sahip olduğu için, daha zayıf bir doku ile düşük elastikiyet gösterirken, protein açısından glutensiz tahılla yapılan makarnadan üç kat daha zengin olduğu ve pişme kaybının düşük olduğu bildirilmiştir.

Jayasena ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, acı bakla ununu kullanılarak yüksek lif ve protein oranına sahip makarna üretmişlerdir. Makarnalara %50'ye kadar değişen oranlarda acı bakla unu ilave edilmiş ve acı bakla unu oranı arttıkça, makarna örneklerinin besinsel lif ve protein miktarlarının arttığı gözlenmiştir. Acı bakla unu ununun %20'den fazla oranda kullanımının, duyusal özellikler üzerinde olumsuz etkiler gösterdiği aktarılmıştır. Fasulye

ununun %0, %20 ve %40 oranlarında pirinç ununa ilave edilmesiyle hazırlanan spagettide, pişme kaybı ve doku özellikleri etkilemezken, optimum pişme süresi ve su tutma kapasitesinin doğrusal olarak önemli düzeyde arttığı ($p<0,05$), toplam nişastanın azaldığı, dirençli nişasta içeriğinin arttığı ($p<0,05$), *in vitro* glisemik indeksin azaldığı belirtilmiştir (Giuberti ve ark., 2015).

Isıl işlem uygulamasının taze yumurtalı makarna kalitesi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, ısıl işlemin taze makarnanın su tutma kapasitesinde artışa neden olarak pişme kalitesini ve tekstürel özelliklerini geliştirdiği belirtilmiştir (Nouvaiare ve ark., 2008). Pirinç ununun farklı oranlarda yumurta albümini, peynir altı suyu protein konsantresi, pirinç kepeği protein konsantresi ve soya proteini konsantresi ile zenginleştirilmesinin makarna kalitesine olan etkisinin incelendiği bir çalışmada, %6 ve %9 peynir altı suyu protein konsantresi ile zenginleştirilmiş makarnanın, en kısa pişme süresine sahipken, %9'luk yumurta albümini ile zenginleştirilmiş makarnanın, en düşük pişme kaybı gözlenen örnek olduğu bildirilmiştir (Phongthai ve ark., 2017). Ayrıca %6 ve %9 pirinç kepeği protein konsantresi içeren örnekler en yüksek pişme kaybına sahipken, %6 ve %9 soya proteini konsantresi ile zenginleştirilmiş makarnaların pişme kaybında ikinci sırada yer aldığı belirtilmiştir. Muz ununa, soya proteini izolatu veya yumurta beyazı protein tozunun farklı seviyelerde (% 0, 5, 10 ve 15) ilave edilmesiyle hazırlanan makarnanın besleyici ve sindirilebilirlik özelliklerinin incelendiği başka bir çalışmada ise, soya proteini izolatu ilavesi toplam fenolik içeriği, antioksidan kapasite ve makarnanın protein sindirilebilirliğini arttırırken, yumurta akı proteininin artan oranlarda eklenmesi ile toplam fenolik içeriği, antioksidan kapasite ve nişasta sindirilebilirliğinin düştüğü bildirilmiştir (Rachman ve ark., 2020). Sonuç olarak, soya proteini izolatu ve yumurta beyazı proteini ilavesinin, glutensiz muz unlu makarnanın besin niteliklerini ve sindirilebilirlik özelliklerini iyileştirdiği belirtilmiştir.

Farklı konsantrasyonlarda pirinç unu, ksantan gam ve hidrotermal olarak işlenmiş polisakkarit karışımları kullanılarak hazırlanan glutensiz eriştelerin kalitesinin incelendiği bir çalışmada, ksantan gam oranı ile viskozite, jel gücü, erişte gerilme mukavemeti, sertlik ve çiğneme arasında pozitif korelasyon olduğu saptanmıştır (Cai ve ark., 2016). Polisakkarit karışımlarının pirinç ununa eklenmesi, hamur geliştirme süresini ve stabilitesini düşürürken, uzayabilirliğini yükseltmiştir. Yüksek uzayabilirlik değerleri ile hamurun buğday eriştelere kıyasla daha yüksek gerilme mukavemetine ve benzer doku profiline sahip glutensiz erişte üretimine olanak sağladığı aktarılmıştır. Ksantan ve guar gamının patates, mısır ve maş fasulyesi nişastalarının hamur yapma ve erişte yapma özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, patates nişastasının en yüksek şişme gücü (19,0 g/g) ve çözünürlük indeksine (%17,5) sahip olduğu ve en yüksek viskozite gözlemlendiği bildirilmiştir (Kaur ve ark., 2015). Maş fasulyesi nişastasından yapılan erişteler ise, en düşük pişme kaybına ve istenen düzeyde yapışkanlığa sahip olduğu bildirilmiştir. Vieira ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada, manyok nişastası kullanarak üretilen glutensiz makarnanın, besleyici kalitesi, reolojik özellikleri ve altı ay boyunca dondurulmuş makarnanın enstrümantal dokusu ile duyuşal özellikleri

üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Glutensiz makarnanın, gluten içeren makarnaya kıyasla daha düşük yağ ve protein içeriğine sahip olup, daha yüksek ham lif ve karbonhidrat içerdiği belirtilmiştir. Sertlik, çiğnenebilirlik ve kohezyon parametreleri depolama sırasında azalma göstermesine rağmen, duyu analizde sertlik kaybı tespit edilmemiştir. Ayrıca manyok nişastalı makarnanın tüketiminin kabul edilebilirliğinin yüksek olduğu belirtilmiştir.

Glutensiz makarna üretmek için farklı oranlarda sorgum unu, pirinç unu, mısır unu ve patates nişastasının karışımlarının kullanıldığı bir çalışmada, en iyi pişme kalitesini sorgum unu, pirinç unu ve patates nişastasının 40:20:40 oranda karışımını içeren makarnanın gösterdiği belirlenmiştir (Ferreira ve ark., 2016). Sorgum ununun artan oranlarının, makarnanın pişme süresini arttırdığı bulunmuştur. Sorgum unu yerine pirinç unu veya patates nişastası kullanıldığında ise, pişme süresinin kısaldığını saptamışlardır. Formülasyonda daha yüksek oranda patates nişastası kullanıldığında, pişme süresi, verim ve yoğunluk gibi kalite göstergelerinin daha iyi sonuçlar gösterdiği aktarılmıştır. Çarkıfelek meyvesi kabuğu ununun %10-20 oranlarında pirinç ve mısır ununa ilave edilmesiyle glutensiz taze makarna üretilen bir çalışmada, çarkıfelek meyvesi kabuğunun eklenmesinin, pişme süresini, çözünür katı madde kaybını ve su emilimini arttırdığı belirtilmiştir (Ribeiro ve ark., 2018). Ayrıca %10 çarkıfelek meyvesi kabuğu unu içeren formülasyon %70'in üzerinde kabul edilebilir bir duyu indekse sahip olduğu bildirilmiştir.

Yağsız soya unu içeren makarna örnekleri, %100 pirinç unu içeren makarna ile karşılaştırıldığında, yağsız soya unu içeren makarnaların daha düşük yapışma özelliklerine sahip olurken, daha yüksek pişme kaybı ve sertliğe sahip oldukları belirtilmiştir (Susanna ve Prabhasankar, 2013). Kızartılmış soya unu ile makarna üretilen başka bir çalışmada ise, kontrol olarak %100 triticum makarnalık un kullanılmıştır (Sereewat ve ark., 2015). Kızartılmış soya unu ile üretilen glutensiz makarna örneklerinin pişme kaybı, sertlik ve protein sindirilebilirliğinin triticum makarnaya kıyasla daha yüksek, nişasta sindirilebilirliğinin ise daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Sarı mercimek tohumu Yayla Agro Gıda Sanayi ve Nakliyat A.Ş (Mersin), glutensiz pirinç unu Dr. Oetker Gıda San. ve Tic. A.Ş. (İzmir), patates nişastası Başak Tüketim ve Gıda A.Ş. (İstanbul), ksantan gam Brenntag Kimya Tic. Ltd. Şti (İstanbul)'dan temin edilmiş, bütün taze yumurta ve sofralık tuz Çorum'da bulunan yerel marketten satın alınmıştır. Mısır püskülü Çorum'da tarladan toplanan mısırlardan ayıklanıp kurutularak elde edilmiştir.

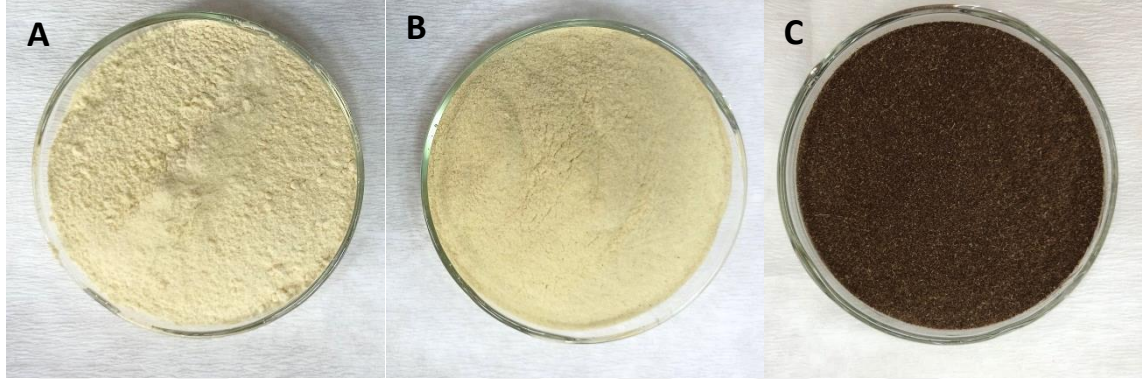
Amiloz standardı (%27 amiloz içeren öğütülmüş pirinç, BCR referans materyal no: 467, Belçika), asetik asit (%100, Tekkim, Türkiye), aseton (%99,5, Tekkim, Türkiye), bakır (II) sülfat pentahidrat (%99, Isolab, Almanya), DPPH (Sigma-Aldrich, Amerika), etil alkol (%99,9, Tekkim, Türkiye), folin (Merck, Almanya), hidroklorik asit (%37, Isolab, Almanya), iyot (Tekkim, Türkiye), Megazyme toplam besinsel lif kiti (Megazyme International, Wicklow, İrlanda), Megazyme toplam nişasta analiz kiti (Megazyme International, Wicklow, İrlanda), mes hydrate (Sigma-Aldrich, Amerika), petrol eteri (Isolab, Almanya), potasyum iyodür (Carlo Erba, İspanya), sodyum hidroksit (%99 Tekkim, Türkiye), sodyum karbonat (%99,5, Merck, Almanya), sodyum sülfat (%99, Merck, Almanya), sülfosalisilik asit (%99, Merck, Almanya), sodyum tartarat dihidrat (Carlo Erba, İspanya) trizma (Sigma-Aldrich, Amerika), Trolox (Sigma-Aldrich, Amerika) tedarikçilerden temin edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Mercimek unu ve mısır püskülü tozu üretimi

Mercimek tohumlarından un elde etmek için Vidal-Valverde ve ark. (1994) ve Thavarajah ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmalara benzer yöntemler kullanılmıştır. Öncelikle ısıl işlem görmüş sarı mercimek ununu (ISM) hazırlamak için, sarı mercimek tohumları yıkanarak fazla suyu süzölmüştür. Daha sonra 1:5 (w/w) mercimek:su olacak şekilde distile su ilave edilerek 9 saat suya ısılatılmış, ısılatma süresi tamamlandıktan sonra mercimekler 20 dakika kaynar distile suda pişirilmiştir (Resim Ek-1.1). Fazla suyu süzülen ve soğutulan mercimekler 40°C'de etüvde (Mettler, UN 55, Almanya) 24 saat kurutulmuştur. Kurutulan tohumlar çekiçli değirmende (Brabender, SM3, Almanya) öğütölerek ve 250 mikronluk elekten geçen parçacıklar erişte üretiminde kullanılmıştır (Resim 2.1B). Isıl işlem görmemiş sarı mercimek unu (SM) ise suyla yıkandıktan sonra 40°C'de etüvde 24 saat boyuna kurutulmuştur (Resim Ek-1.2). Daha sonra çekiçli değirmende öğütölerek ve 250 mikronluk elekten geçen parçacıklar erişte üretiminde kullanılmıştır (Resim 2.1A). Mısır püskülü tozu,

SM ile aynı şekilde üretilmiştir. Mısırdan soyulan püsküller gün ışığında biraz kurutulduktan sonra yıkanmış ve 40°C’de etüvde (Memmert, UN 55, Almanya) 24 saat kurutulmuştur. Kurutulan mısır püskülleri çekiçli değirmende öğütülmüş ve 250 mikronluk elekten geçen parçacıklar erişte üretiminde kullanılmıştır (Resim 2.1C).



Resim 2.1. Mercimek unları ve mısır püskülü tozu; A: Sarı mercimek unu, B: ısıl işlem görmüş sarı mercimek unu, C: Mısır püskülü tozu

2.2.2. Glutensiz erişte üretimi

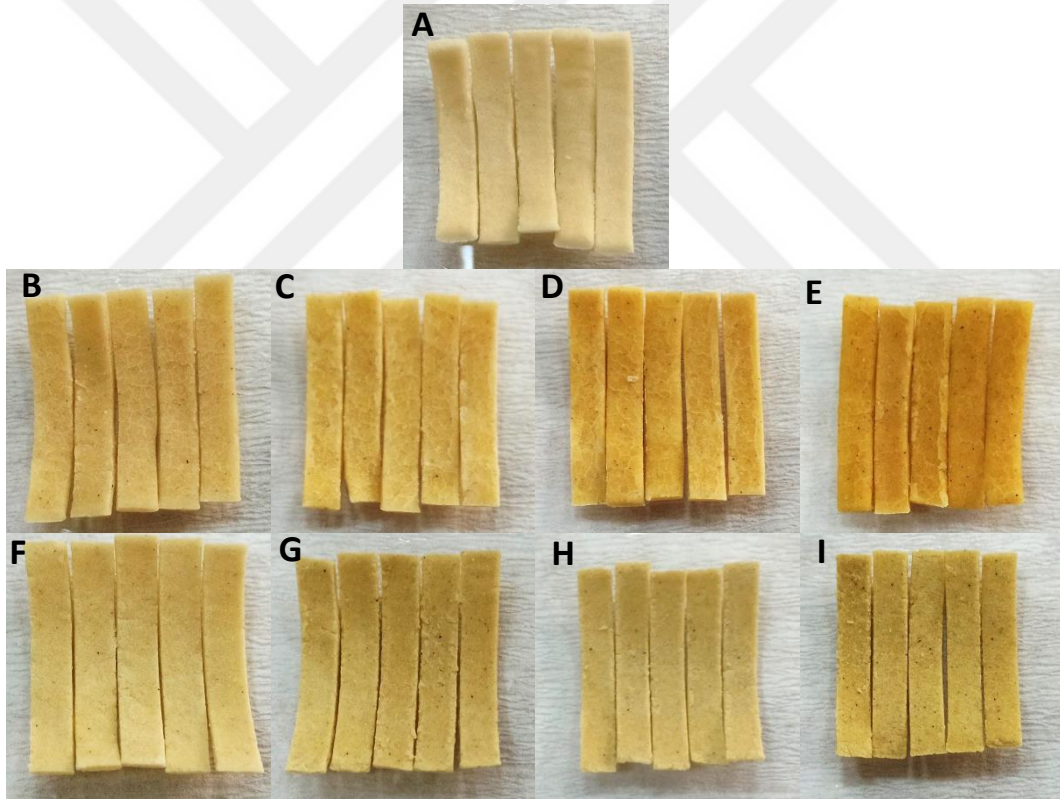
Erişte üretiminde Tablo 2.1’de belirtilen formülasyonlar kullanılmıştır. Glutensiz Türk tipi erişte üretimi amacıyla deney tasarımında belirlenen formülasyonlarda bir hamur hazırlanmak için toz malzemeler tartılıp karıştırılmıştır. Daha sonra toz malzemelerin üzerine yumurta ilave edilerek ön yoğurma yapılmış ve karışıma su ilave edilerek 15 dk boyunca yoğurulmuştur. Eriştelerin yapımında kullanılan su miktarı, unların su tutma kapasiteleri dikkate alınarak yapılan ön denemelerle belirlenmiştir. Yoğrulan erişte hamuru 20 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra, önce merdane yardımıyla biraz açılmış daha sonra erişte açma ve kesme makinesinde (Naturalove, MZ-150-A, Çin) ince bir tabaka haline getirilmiştir. İnceltelen hamur tabakası erişte kesme makinasında standart boyutlarda uzun şeritler halinde kesildikten sonra şeritler 4 cm uzunluğunda dilimlenerek standart Türk tipi erişte üretilmiştir. Kesilen erişteler 50°C’de etüvde (Memmert, UN 55, Almanya) 16 saat kurutulmuştur. Kurutulan erişteler Resim 2.2’de verilmiş olup, analizlere kadar polietilen ambalajlarda kuru bir ortamda saklanmıştır.

Bu eriştelere ek olarak tezin ikinci aşamasında, eriştelerin besinsel lif değerini arttırmak için belirlenen en uygun glutensiz erişte formülasyonuna mısır püskülü tozu (MP) eklenerek yeni formülasyonlar oluşturulmuş ve glutensiz erişte üretim aşamaları sırasıyla gerçekleştirilmiştir. MP içeren erişte formülasyonları ise Tablo 2.2’de gösterilmektedir. Kurutulan erişteler Resim 2.3’de verilmiş olup, analizlere kadar örnekler polietilen ambalajlarda kuru bir ortamda saklanmıştır. Çalışmada kullanılan erişteler en az 2 paralel olarak üretilmiştir.

Tablo 2.1. Glutensiz erişte formülasyonları (200 g toplam un karışımı bazında)

�rnek	SM (g)	ISM (g)	PU (g)	PN (g)	Yumurta (g)	Su (ml)	Tuz (g)	Ksantan gam (g)
K	-	-	100	100	60	65	1	4
SM20	40	-	80	80	60	60	1	4
SM40	80	-	60	60	60	45	1	4
SM60	120	-	40	40	60	50	1	4
SM80	160	-	20	20	60	40	1	4
ISM20	-	40	80	80	60	80	1	4
ISM40	-	80	60	60	60	90	1	4
ISM60	-	120	40	40	60	110	1	4
ISM80	-	160	20	20	60	115	1	4

K: kontrol eriştesi, SM20: %20 sarı mercimek eriştesi, SM40: %40 sarı mercimek eriştesi, SM60: %60 sarı mercimek eriştesi, SM80: %80 sarı mercimek eriştesi, ISM20: %20 ısıt ışlem g rm ş sarı mercimek eriştesi, ISM40: %40 ısıt ışlem g rm ş sarı mercimek eriştesi, ISM60: %60 ısıt ışlem g rm ş sarı mercimek eriştesi, ISM80: %80 ısıt ışlem g rm ş sarı mercimek eriştesi

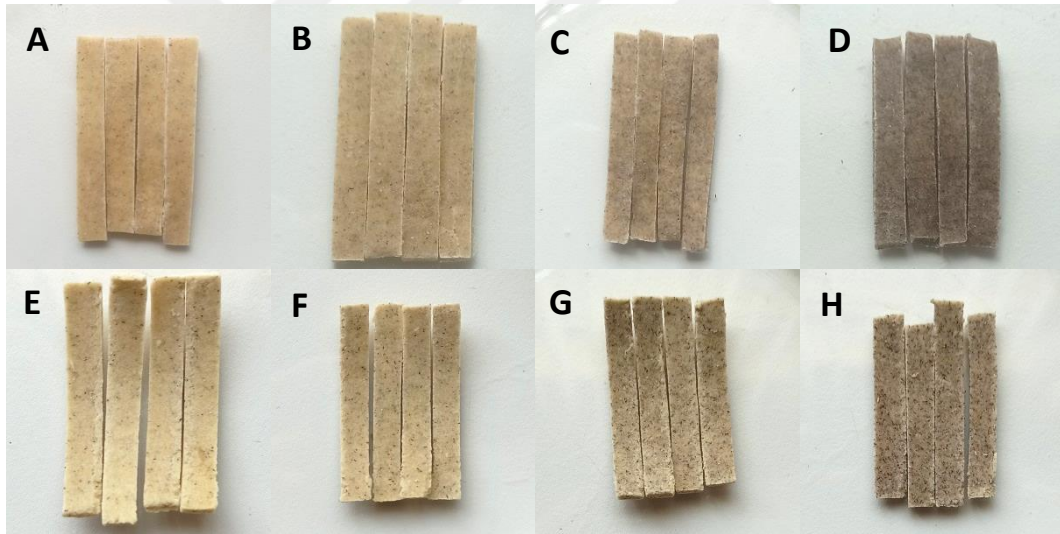


Resim 2.2. Glutensiz erişte  rnekleri; A:Kontrol eriştesi, B:%20 SM eriştesi, C:%40 SM eriştesi, D:%60 SM eriştesi, E:%80 SM eriştesi, F: %20 ISM eriştesi, G:%40 ISM eriştesi, H:%60 ISM eriştesi, I:%80 ISM eriştesi

Tablo 2.2. Mısır püskülü tozu içeren erişte formülasyonları (200 g toplam un karışımı bazında)

Örnek	SM (g)	ISM (g)	PU (g)	PN (g)	MP (g)	Yumurta (g)	Su (ml)	Tuz (g)	Ksantan gam (g)
SMP0,5	119,50	-	39,75	39,75	0,5	60	53	1	4
SMP1	119,00	-	39,50	39,50	1,0	60	54	1	4
SMP2,5	117,50	-	38,75	38,75	2,5	60	56	1	4
SMP5	115,00	-	37,50	37,50	5,0	60	62	1	4
ISMP0,5	-	119,50	39,75	39,75	0,5	60	110	1	4
ISMP1	-	119,00	39,50	39,50	1,0	60	111	1	4
ISMP2,5	-	117,50	38,75	38,75	2,5	60	113	1	4
ISMP5	-	115,00	37,50	37,50	5,0	60	121	1	4

SMP0,5: %0,5 mısır püskülü tozu içeren sarı mercimek erişttesi, SMP1: %1 mısır püskülü tozu içeren sarı mercimek erişttesi, SMP2,5: %2,5 mısır püskülü tozu içeren sarı mercimek erişttesi, SMP5: %5 mısır püskülü tozu içeren sarı mercimek erişttesi, ISMP0,5: %0,5 mısır püskülü tozu içeren ısıt işlem görmüş sarı mercimek erişttesi, ISMP1: %1 mısır püskülü tozu içeren ısıt işlem görmüş sarı mercimek erişttesi, ISMP2,5: %2,5 mısır püskülü tozu içeren ısıt işlem görmüş sarı mercimek erişttesi, ISMP5: %5 mısır püskülü tozu içeren ısıt işlem görmüş sarı mercimek erişttesi



Resim 2.3. Mısır püskülü tozu ile zenginleştirilen glutensiz erişte örnekleri; A:%0,5 MP içeren SM erişttesi, B: %1 MP içeren SM erişttesi, C:%2,5 MP içeren SM erişttesi, D: %5 MP içeren SM erişttesi, E:%0,5 MP içeren ISM erişttesi, F: %1 MP içeren ISM erişttesi, G:%2,5 MP içeren ISM erişttesi, H: %5 MP içeren ISM erişttesi

2.2.3. Hammadde analizleri

2.2.3.1. Nem Tayini

Erişte yapımında kullanılacak un ve nişastaların nem miktarı AAAC 44-17.01 (AOAC, 1990) yöntemine göre belirlenmiştir. 105°C'de sabit tartıma getirilen kurutma kaplarının daraları alınmış ve 3 g örnek tartılarak 3 saat 105°C'de etüvde (Memmert, UN 55, Almanya)

kurutulmuştur. Nem analizi üç paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

2.2.3.2. Kül Tayini

Örneklerin kül miktarı, AACC 08-01 metoduna (AACCI, 2000)'e göre belirlenmiştir. Sabit tartıma getirilen krozelere tartılmıştır. Daha sonra krozelere 1 g örnek tartılarak, 600°C'deki kül fırınında (Protherm, PLF110/6, Türkiye) 6 saat boyunca yakma işlemi gerçekleştirilmiş ve daha sonra krozelere tartılmıştır. Kül miktarı % olarak belirlenmiş ve sonuçlar kuru madde temelinde verilmiştir. Kül analizi üç paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

2.2.3.3. Ham Yağ Tayini

Un örneklerinin ham yağ içerikleri, AACC 30-25.01 metoduna göre, Soxhlet sistemi kullanılarak belirlenmiştir (AACCI, 2000). Örnekler Soxhlet cihazında petrol eteri ile ekstrakte edilmiştir. Daha sonra ekstakt içeren petrol eteri rotary evaporatöründe uçurulup, kalan kısım 50°C etüvde 24 saat boyunca kurutulmuştur. Ham yağ miktarı % olarak belirlenmiş ve sonuçlar kuru madde temelinde verilmiştir. Yağ analizi üç paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

2.2.3.4. Protein Tayini

Un ve nişastaların protein miktarı Kjeldahl metodu kullanılarak AACC 46-11A (AACCI, 2000) yöntemine göre belirlenmiş ve mercimek unları ve patates nişastasası için azot dönüşüm faktörü 6,25 alınırken, pirinç unu için 5,95 olarak alınmıştır. Analizler 2 paralel halinde gerçekleştirilmiş, ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

Mercimek unlarının suda çözünür protein miktarı Aydemir ve Akcakaya (2019) tarafından yapılan çalışmada belirtilen Lowry yöntemine göre yapılmıştır. Öncelikle mercimek ununun suda çözünür ekstraktı hazırlanmış, daha sonra bu ekstrakt Lowry reaktifiyle muamele edilmiştir. 1 saat karanlıkta bekletilen karışımın absorbansı 750 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) okunmuştur. Sonuçlar bovin serum albümini eşdeğeri (mg BSA/g mercimek unu) olarak ifade edilmiştir. Suda çözünür protein miktarının hesaplanmasında kullanılan BSA standart grafiği Şekil Ek-2.1'de verilmiştir. Protein analizi üç paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

2.2.3.5. pH ve Titrasyon Asitliği

Örneklerin pH ölçümleri AOAC (1998a) 981.12 numaralı standart test yöntemine göre pH metre (Adwa AD1000, Macaristan) ile ölçülmüş olup, sonuçlar ortalama olarak verilmiştir. Titrasyon asitliği analizi AOAC (1998b) 942.15 numaralı standart test yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Örnekler 1:10 oranında saf su ile seyreltilmiş, filtre kağıdından süzülen süzüntüden fenolftaleyn indikatörlüğünde 0,1 N NaOH kullanılarak pembe renk oluşumu gözlenene kadar titrasyon gerçekleştirilmiştir. % titrasyon asitliği sonuçları laktik asit eşdeğeri (g laktik asit/100 g örnek) cinsinden hesaplanarak ortalama olarak verilmiştir. Analizler üç paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

2.2.3.6. Su ve Yağ Tutma Kapasitesi

5 g örnek 25 ml distile su veya ayçiçek yağında çözündürülmüştür. Daha sonra örnekler 5. 10. 15. ve 20. dakikalarda çalkalanmış ve 20. dakika sonunda 4000 rpm'de 10 dakika oda sıcaklığında santrifüj (Sigma, 3-30K, Almanya) edilmiştir. Tüplerde kalan serbest su ve yağ yüzeyden uzaklaştırıldıktan sonra tüpler tartılmış ve aşağıda belirtilen Eş. 2.1'e göre su ve yağ tutma kapasitesi hesaplanmıştır. Su ve yağ tutma kapasitesi analizleri üç paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

$$STK/YTK (\%) = \frac{\text{tortu ağırlığı}}{\text{örnek ağırlığı}} \times 100 \quad (2.1)$$

2.2.3.7. Şişme Kuvveti ve % Çözünürlük

Un ve nişasta örneklerinin şişme kuvveti Kaur ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmaya göre belirlenmiştir. %2 (w/w)'lık nişasta süspansiyonu 95°C'de 30 dk boyunca ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda (Wise stir MSH-20A, Kore) pişirilmiş, daha sonra jelatinize olan nişasta 3000 rpm'de 10 dk boyunca santrifüj (Sigma, 3-30K, Almanya) edilmiştir. Üst faz (süpernatant) daha önceden sabit tartıma getirilmiş alüminyum petri kaplarında koyularak 110°C'de 24 saat boyunca etüvde (Memmert, UN 55, Almanya) kurutulmuştur. Sonuçlar aşağıdaki Eş. 2.2 ve 2.3'e göre hesaplanmıştır. Şişme kuvveti ve % çözünürlük sonuçları kuru madde temelinde verilirken, analiz dört paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

$$\text{Şişme kuvveti (g/g)} = \frac{\text{çirilenmiş nişasta ağırlığı}}{\text{nişasta ağırlığı}} \quad (2.2)$$

$$\text{Çözünürlük (\%)} = \frac{\text{süpernatant ağırlığı}}{\text{nişasta ağırlığı}} \times 100 \quad (2.3)$$

2.2.3.8. Parçacık Boyutu Analizi

20 g un örneği, 2 mm–125 µm arasındaki ASTM-E11 standardına uygun elek seti kullanılarak elek sallama cihazında (Jeotest, JG035/1, Türkiye) elenmiş ve parçacık boyutu dağılımı hesaplanmıştır. Analizler üç paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

2.2.3.9. Sinerezis

Un örneklerinin sinerezis değeri Sodhi ve Sing (2003) tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde belirlenmiştir. %5 (w/w)'lık nişasta süspansiyonu su banyosunda (Wise bath, Daihan Sceintific, Kore) 90°C'de 30 dk süreyle pişirilmiş ve buzlu su banyosuyla hızla oda sıcaklığına soğutulmuştur. Bu karışım daha sonra 4°C'de buzdolabında ardışık 4 gün boyunca depolanmış ve sinerezis değeri 5000 rpm'de 15 dk santrifüj (Sigma, 3-30K, Almanya) edildikten sonra ortaya çıkan su miktarına göre Eş. 2.4'te verildiği gibi hesaplanmıştır. Sinerezis analizi üç paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

$$\text{Sinerezis} = \frac{\text{nişastadan ayrılan su miktarı}}{\text{çirilenmiş nişasta ağırlığı}} \quad (2.4)$$

2.2.3.10. % Işık Geçirgenlik Değeri

Erişte yapımında kullanılacak unların % ışık geçirgenlik değeri Singh ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmaya benzer şekilde gerçekleştirilmiştir. %1 (w/w) nişasta ya da un çözeltisine 100°C'deki su banyosunda (Wise bath, Daihan Sceintific, Kore) 30 dk boyunca ısıtılmış ve ısıtılmış işlem sonrası hızla soğutulmuştur. Soğutulduktan sonra 5 gün boyunca 4°C'de depolanmış ve örneklerin % ışık geçirgenlik değeri 640 nm'de spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) okunmuştur. Işık geçirgenlik analizi üç paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

2.2.3.11. Toplam Besinsel Lif Tayini

Örneklerin toplam besinsel lif (TBL) içerikleri Megazyme toplam besinsel lif analiz kiti ile enzimatik-gravimetrik olarak belirlenmiştir (AACCI, 2000). 0,25 g örnekler MES-TRIS tamponu ilave edilmiş ve üzerine α-amilaz eklenerek 100°C'deki su banyosunda (Wise bath, Daihan Sceintific, Kore) 30 dakika bekletilmiştir. Daha sonra karışıma saf su, proteaz, 0,561N HCl ve amiloglikozidaz ilave edilerek 60°C'de su banyosunda 30 dk bekletilmiştir. Karışımlar erlenlere boşaltılarak üzerlerine %95'lik etil alkol eklenmiş ve 1 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Gosh krozeleri filtre edilmek üzere %78'lik etil alkolle yıkandıktan sonra üzerine karışım dökülerek %95'lik etil alkol ve asetonla yıkanmış ve krozeler 24 saat

105°C'de etüvde (Memmert, UN 55, Almanya) kurutulmuştur. Sonuçlar % TBL olarak hesaplanmıştır. TBL analizi iki paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar kuru temelde verilmiştir.

2.2.3.12. Toplam Nişasta Tayini

Örneklerin nişasta içerikleri polarimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir (AACCI 76-20, 2000). 100 mg örnek tartılmış ve üzerine %80'lik etil alkol ile diluted α -amilaz ilave edilmiştir. Bu karışım 6 dakika kaynar su banyosunda (Wise bath, Daihan Sceintific, Kore) bekletilmiş ve 2 dakikada bir çıkarılarak vortekslenmiştir (Dragon Lab, MX-F, Çin). Daha sonra karışımın üzerine amiloglukozidaz ilave edilerek 50°C su banyosunda yarım saat bekletilmiştir. Yarım saat sonunda karışımlar alınarak 100 ml'lik balon jojeye aktarılmış ve üzeri saf su ile tamamlanmıştır. Balon jojedeki karışımdan 1000 μ l alınarak Eppendorf tüplerine konulmuş ve 3000 g'de 10 dk santrifüj (Sigma, 3-30K, Almanya) edilmiştir. Eppendorf tüplerinden 100 μ l örnek alınmış ve üzerine GOPOD çözeltisi ilave edilmiş ve daha sonra 50°C su banyosunda 20 dakika bekletilmiştir. 20 dakika sonunda spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) 510 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Kör deneme için saf suyun üzerine GOPOD ilave edilirken, standart için glikoz kullanılmış olup glikoz standardının üzerine GOPOD ilave edilmiş ve 50°C su banyosunda 20 dakika bekletilmiştir. Toplam nişasta analizi sonuçları kuru madde esasına göre ortalama olarak verilirken, analizler iki paralel halinde gerçekleştirilmiştir.

2.2.3.13. Amiloz Tayini

Örneklerin amiloz içerikleri Srikaeo ve Sankhiaw (2014)'te belirtilen yönteme göre belirlenmiştir. 0,1 g örnek tartılmış ve üzerine etil alkol ile 1N NaOH eklenerek karıştırılmış, karışım, kaynar su banyosunda (Wise bath, Daihan Sceintific, Kore) 10 dakika boyunca bekletilmiştir. Karışım soğutulularak hacmi tridistile su ile 100 ml'ye tamamlanmış ve karışımdan 5 ml alınarak balon jojeye aktarılmıştır. Çözeltinin üzerine 1 N asetik asit ve iyot çözeltisi ilave edilerek balon joje tridistile su ile 100 ml' ye tamamlanmıştır. 20 dakika bekledikten sonra spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) 620 nm'de absorbans ölçülmüştür. Kör deneme için, içerisine örnek konulmadan aynı aşamalardan geçilerek hazırlanan çözelti kullanılmıştır. Örneklerin amiloz miktarı standart yüksek seviye de amiloz içeren öğütülmüş pirinç (Sigma-Aldrich Chemie, Almanya) kullanılarak, %0, %4, %8, %12, %16, %20, %24 oranlarında hazırlanan amiloz standardının absorbanslarına karşı çizilen konsantrasyon grafiğinin eğiminden hesaplanmıştır. Amiloz standart grafiği Şekil Ek-3.1'de verilmiştir Amiloz analizi iki paralel halinde gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalama olarak belirtilmiştir.

2.2.3.14. Fitik Asit Tayini

Örneklerin fitik asit içerikleri Vaintraub ve Lapetva (1988) tarafından verilen yöntemle göre belirlenmiştir. Örnekler %2,4'lük HCl ile oda sıcaklığında 2 saat ekstrakte edilmiş, 18540 g'de 30 dk santrifüj işleminden (Sigma, 3-30K, Almanya) sonra süpernatant ayrılmıştır. Süpernatant belirli oranda seyreltildikten sonra, 0,75 ml süpernatanta 0,25 ml Wade reaktifi (%0,03 FeC + %0,3 sülfosalisilik asit) ilave edilmiş ve hafifçe karıştırılmıştır. Karışımın 10621 g'de 10 dk santrifüj sonrası 500 nm'de saf suya karşı spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) absorbansı okunmuştur. Fitik asit miktarı, fitik asit absorbanslarından oluşturulan kalibrasyon eğrisinden (Şekil Ek-4.1) hesaplanmıştır. Fitik asit analizi iki paralel halinde gerçekleştirilmiş ve sonuçlar ortalama olarak belirtilmiştir.

2.2.3.15. Antioksidan Aktivite Tayini

Un örneklerinin sahip olduğu antioksidan aktivite, DPPH indirgeme metoduna göre belirlenmiştir (Beta ve ark., 2005; Xu ve ark., 2018). Örneklerin absorbans değerleri spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) 517 nm'de ölçülmüş ve örnek ekstraktının DPPH reaktifinin rengini açma değeri Eş. 2.5'e göre hesaplanmıştır.

$$\text{renk açma (\%)} = [1 - (A_{\text{örnek}} - A_{\text{kontrol}})] \times 100 \quad (2.5)$$

Farklı konsantrasyonlarda Troloks standart eğrisinin (Şekil Ek-5.1) eğimi kullanılarak örneklerin toplam antioksidan aktivite değeri hesaplanmıştır. Antioksidan aktivite analizi iki paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar mM TEAK cinsinden hesaplanmıştır.

2.2.3.16. Renk Analizi

Un, nişasta ve erişte örneklerinin renk ölçümleri spektrofotometre (Konica Minolta, CM3600D, Japonya) kullanılarak CIE L*a*b* renk uzayına göre gerçekleştirilmiştir. Bu renk uzayına göre L* parlaklık (0: siyah, 100: beyaz), a* kırmızılık (+)/yeşillik (-) ve b* sarılık (+)/mavilik (-) değerini göstermektedir. Renk analizleri 6 tekrar olarak gerçekleştirilmiş olup sonuçlar ortalama olarak belirtilmiştir.

2.2.4. Un ve nişasta örneklerinin ısı özellikleri

Erişte yapımında kullanılan unların jelatinizasyon ve denatürasyon özellikleri (jelatinizasyon/denatürasyon sıcaklığı) fark tarama kalorimetresi (DSC) ile (Mettler Toledo, DSC 700, USA) cihazı kullanılarak üniversitemiz Merkez Araştırma Laboratuvarında (HÜBTUAM) hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir. DSC analizi için 12 mg örnek alüminyum örnek kaplarına tartılıp üzerine 28 µl distile su eklenmiş ve oda sıcaklığında bir

saat şartlandırılmıştır. Örnekler nişastanın jelatinizasyonu ve protein denatürasyonunu tespit etmek için 25°C-150°C arasında 10°C/dk hızla ısıtılmıştır. Süpürme gazı olarak % 100 azot kullanılırken, azotun akış hızı 50 ml/dk'ya ayarlanmıştır. Analizler iki paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

2.2.5. Glutensiz erişte örneklerinin kalite özelliklerinin belirlenmesi

2.2.5.1. Glutensiz Eriştelerin Kimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri

Erişte örneklerinin nem, kül, suda çözünür protein, TBL, fitik asit ve toplam antioksidan aktivite analizleri hammadde analizleri kısmında (2.2.3.1, 2.2.3.2, 2.2.3.4, 2.2.3.11, 2.2.3.14, 2.2.3.15) belirtilen yöntemlerle gerçekleştirilmiştir. Fitik asit analizi kuru eriştelere ve pişmiş eriştelerle gerçekleştirilmiştir. Analizler üç paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

2.2.5.2. Pişme Süresi Tayini

Erişte örneklerinin pişme süresi AACC 66-50.01 numaralı yöntemle göre belirlenmiştir (AACCI, 2000). 2 g erişte örneği kaynayan 100 ml distile suya koyulmuş, her 30 saniye aralıklarla kaynar sudan çıkarılan erişte örnekleri, iki cam lamel arasında sıkıştırılarak pişme durumu kontrol edilmiştir. Eriştenin merkezinde beyaz ve opak kısım kaybolana kadar pişirme işlemine devam edilmiştir. Başlangıçtan bu ana kadar geçen süre optimum pişme süresi olarak alınmıştır. Analiz üç paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

2.2.5.3. Suya Geçen Madde Miktarı (% Pişme Kaybı), Su Tutma Kapasitesi ve Şişme İndeksinin Belirlenmesi

Optimum pişme süresinde bir beher içinde pişirilen erişteler, hızla pişme suyundan süzölmüş ve 5 dk dinlendirilerek ve tartılmıştır. Haşlamadan süzölen su bir behere koyularak 105°C'de kurutulmuştur. Daha sonra pişirilen erişteler 40°C'de etüvde (Memmert, UN 55, Almanya) 12 saat kurutulmuştur. Sonuçlar eşitlik 2.6, 2.7 ve 2.8'e göre hesaplanmıştır. Analizler üç paralel halinde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar belirtilmiştir.

$$\text{Pişme kaybı (\%)} = \frac{\text{kurutulan haşlama suyunun ağırlığı}}{\text{pişmemiş eriştenin ağırlığı}} \times 100 \quad (2.6)$$

$$\text{Su tutma kapasitesi (\%)} = \frac{\text{pişmiş erişte ağırlığı} - \text{pişmemiş erişte ağırlığı}}{\text{pişmemiş erişte ağırlığı}} \times 100 \quad (2.7)$$

$$\text{Şişme indeksi (g/g)} = \frac{\text{pişmiş erişite ağırlığı} - \text{pişirilip kurutulan erişite ağırlığı}}{\text{pişirilip kurutulan erişite ağırlığı}} \quad (2.8)$$

2.2.5.4. Glutensiz Erişte Örneklerinin Renk Analizi

Piştirilmiş erişite örneklerinin renk analizi unlar için uygulanan “2.2.3.16. Renk Analizi” kısmındakine benzer şekilde gerçekleştirilmiştir.

2.2.5.5. Piştirilmiş Eriştelerin Tekstürel Özellikleri

Piştirilmiş erişite örneklerinde tekstür profil analizi, üniversitemiz Merkez Araştırma Laboratuvarında (HÜBTUAM) bulunan tekstür analizörü (Stable Micro Systems, TA-XTPlus, ABD) cihazı kullanılarak Kang ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada belirtilen yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Optimum pişme süresinde pişirilen erişitelerin piştikten sonra fazla suyu süzülüp, 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Glutensiz erişitelerin tekstürel analizi 25 mm çapında (P/25) düz uçlu silindirik prob kullanılarak iki sıkıştırma testi ile belirlenmiştir. 4-5 erişite şeridi tekstür analizörünün örnek platformuna yerleştirilmiş ve iki tam sıkıştırma gevşeme-gerilim profili eğrisi vermek üzere iki kez (2. sıkıştırma orijinal boyutunun %30'u kadar) sıkıştırılmıştır. Test hızı 0,5 mm/s olarak ayarlanmış ve sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve esneklik parametreleri hesaplanmış ve kaydedilmiştir. Analizler en az beş tekrar olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve ortalama sonuçlar verilmiştir.

2.2.5.6. Eriştelerin Duyusal Özellikleri

Piştirilmiş erişite örneklerinin duyusal özellikleri yaşları 25-55 arasında değişen 13 kadın, 12 erkekten oluşan, eğitim düzeyleri en düşük lise mezunu olan ve glutenli ürünler tüketebilen tüketicilere, 9 puanlık hedonik skala kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Tablo Ek-6.1) (Altuğ ve Elmacı, 2005). Optimum pişme sürelerine göre pişirilen erişite örneklerinin; renk, yapışkanlık, çiğnenebilirlik, lezzet ve genel beğeni özellikleri incelenmiş, sonuçlar ortalama olarak verilmiştir.

2.2.6. Un ve glutensiz erişitelerin SEM (Tarama Elektron Mikroskobu) analizi

Unların ve kurutulmuş erişite örneklerinin mikro yapıları Karadeniz Teknik Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında bulunan taramalı elektron mikroskobu (SEM) cihazıyla (Zeiss Evo LS10, Almanya) hizmet alımı yoluyla incelenmiştir. Erişte örnekleri SEM analizi öncesi ortadan kırılarak kesit alanından görüntü alınmıştır. Analiz öncesi vakum altında Au ile kaplanan, örneklerin görüntüleri 5 kV voltaj ve düşük vakum altında kaydedilmiştir. Un

örnekleri 1000× büyütme, erişte örnekleri 100× büyütme yapılarak SEM görüntüleri incelenmiştir.

2.3. İstatistiksel Analizler

Sonuçlar arasındaki istatistiksel farklar SPSS yazılım (SPSS Inc, ABD) 20.0 versiyonu kullanılarak incelenmiştir. Ortalama sonuçlar tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi kullanılarak %95'lik önem düzeyinde karşılaştırılmıştır. Ayrıca bazı sonuçlar bağımsız örneklem t-testi ile %95 önem düzeyinde kıyaslanmıştır.



3. BÖLÜM

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Hammaddelerin Fiziksel, Kimyasal ve Fonksiyonel Özellikleri

3.1.1. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun kimyasal analiz sonuçları

Erişte üretiminde kullanılan hammaddelerin kimyasal ve fonksiyonel özellikleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan un, nişasta ve mısır püskülü tozunun nem içeriklerinin %7,34–11,53 arasında değiştiği belirlenmiştir. Mercimek unları için belirlenen nem içeriklerinin literatürdeki değerler ile (%8,99-11) benzer olduğu görülmüştür (Li ve Ganjyal, 2017; Boukid ve ark., 2019; Göncü, 2020). ISM’nin ısıtma işlem uygulanmasından kaynaklı olarak nem içeriği önemli düzeyde artış göstermiştir ($p<0,05$). Benzer şekilde Piecyk ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, Anita ve Tina çeşidi kahverengi ve yeşil mercimek unlarına ısıtma işlem uygulamasıyla nem içeriğinin Anita için %12’den %12,5’e, Tina için %11,3’den %15,1’e yükseldiğini belirlemişlerdir.

Gıdalardaki kül; kalsiyum, bakır, demir, magnezyum ve çinko gibi minerallerden oluşmaktadır ve bu mineraller genel fiziksel ve zihinsel sağlığı korumak ve organizmaların normal işleyişini sağlamak için önem arz etmektedir (Angeli ve ark., 2020). Baklagiller ise K, P, Mg ve Fe gibi mineraller açısından zengin (Ertop ve ark., 2020), çiğ mercimekte en çok bulunan mineral potasyum olarak bildirilmiştir (Wang ve ark., 2009). Bu çalışmada belirlenen en yüksek kül içeriği MP’de iken, MP’nin kül içeriğinin yüksek olmasının, MP’den üretilen eriştelerinin toplam besinsel lif içeriğinde artış olmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca sarı mercimeğe ısıtma işlem uygulanması kül miktarında önemli düzeyde azalmaya neden olmuştur ($p<0,05$). Bunun mercimekte bulunan bazı mineral maddelerin ön işlem olarak uygulanan pişirme sırasında pişme suyuna geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu çalışmaya benzer şekilde Wang ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, mercimek ununa pişirme işlemi uygulanmasının, kül miktarında azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. Rahman ve Rosli (2014) yaptıkları çalışmada, mısır püskülünün kül içeriğini %5,28-5,51 arasında olduğunu belirtirlerken, Krusong ve ark. (2020) ise çalışmalarında olgunlaşmamış bebek mısırı püskülünün kül içeriğinin %1,3 olduğunu aktarmışlardır. PU ve PN’nin kül miktarı yapılan bir çalışmada sırasıyla %0,47 ve %0,08 olarak bulunmuş olup, elde edilen sonuçların bu çalışmaya benzer olduğu görülmektedir (Ergin, 2011).

Yağlar, birçok tohumda önemli karbon kaynaklarıdır. Baklagil unlarının yağ içeriği yüksek oranda doymamış yağ asidi olan linoleik ve oleik asitlerden oluşmaktadır (Atasoy ve Ertop, 2021). Yapılan çalışmalar incelendiğinde, 10 çeşit kırmızı ve 10 çeşit yeşil mercimek tohum

unlarının yağ içeriği %1,52-2,95 aralığında değişirken (Zhang ve ark., 2014), sarı mercimek ununun yağ içeriği miktarı %1,8-2,04 aralığında belirlenmiştir (Boukid ve ark., 2019; Göncü, 2020). Bu çalışmada (Tablo 3.1) mercimeğe ısıtma işlemi uygulanması ile yağ içeriğinin %1,20'den %1,67'ye yükseldiği bulunmuş ve bu sonuçların literatürle uyumlu olduğu görülmüştür (De Almeida Costa ve ark., 2006; Piecyk ve ark., 2012). Pişirme sonrası suda çözünür bileşenlerin erikten sızması ile yağ içeriğinin oransal olarak arttığı düşünülmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda, mercimeklerin kül ve yağ içerikleri sırasıyla %2,70-3,40 ve %0,70-2,80 olarak belirlenmiştir (De Almeida ve ark., 2006; Aguilera ve ark., 2010; Kaya, 2010; Carbonaro, 2011).

Bu tez çalışmasında iki farklı yöntem kullanılarak mercimek unlarının protein içerikleri belirlenmiştir. Kjeldahl yöntemiyle belirlenen sonuçlara göre SM'nin protein içeriği ortalama %27,34 bulunmuştur. Literatürde sarı mercimek ununun protein değeri %21,41-26,9 arasında belirlenirken (Boukid ve ark., 2019; Göncü, 2020; Odabas ve Cakmak, 2021), sarı mercimek ununun protein değerinin, farklı mercimek türleri için belirtilen protein miktarları ile de benzerlik gösterdiği görülmektedir (De Almeida Costa ve ark., 2006; Boukid ve ark., 2019; Göncü, 2020). Bu çalışmada, ısıtma işlemi uygulanmasının ise ortalama protein miktarında önemli bir değişiklik yaratmadığı saptanmıştır ($p>0,05$). Chávez-Murillo ve ark. (2018), siyah fasulye, bakla, nohut ve mercimek unlarına ısıtma işlemi ve tavlama işleminin uygulanmasıyla unların besinsel bileşimi üzerindeki değişimin inceledikleri çalışmada, işlem görmemiş mercimek unu ile ısıtma işlemi görmüş mercimek ununun protein miktarının %22,91'den %22,15'e düştüğünü belirtmişlerdir. Proteinlerin çözünürlüğü, emülsifikasyon, köpürme ve jelleşme gibi özellikler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Kinsella ve Melachouris, 1976). SM'nin suda çözünür protein içeriği 178,92 mg BSA/g olarak belirlenmiştir. SM'nin yüksek suda çözünür protein içeriği, yapısının yüksek miktarda albuminler ve globülinler gibi çözünür proteinlerden oluşmasından kaynaklanmaktadır (Boye ve ark., 2010). Bu tez çalışmasında sarı mercimeğin suda çözünür protein içeriğinin ısıtma işlemi uygulanmasıyla önemli düzeyde azaldığı belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu azalmanın sarı mercimeğin pişirilmesi sırasında suda çözünür proteinlerin bir kısmının suya karışıp uzaklaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. PN'de suda çözünür protein tespit edilemezken, PU'da oldukça düşük suda çözünür protein olduğu görülmüş, ayrıca MP, SM ve ISM'nin suda çözünür protein değerleri arasında önemli düzeyde bir fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 3.1'de görüldüğü gibi en yüksek pH değeri ISM'de $6,54\pm0,01$, en düşük pH değeri MP'de $5,85\pm0,02$ olarak belirlenmiştir. Ayrıca SM ve ISM unlarının pH değerleri arasında önemli bir fark olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$). Turco ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, kırmızı mercimek için pH değerini 6,21 olarak belirtmişlerdir. Aguilera ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada ise, ıslatılmış mercimek ununun pH değerini 7,38, yıkanıp pişen ve kurutulan mercimek ununun pH değerini 7,03 olarak belirlemişlerdir. Oh ve ark. (1985) hamur pH'sının, karıştırma süresi, hamur açma kalınlığı ve açma hızının erişte kalitesi üzerinde oldukça etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Tablo 3.1. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun genel kompozisyonu

Örnek	Nem (%)	Kül (% KM)	Yağ (% KM)	Protein (% KM)	Suda çözünür protein (mg BSA/g KM)	pH	Titrasyon asitliği (% LA eşdeğeri)	STK (% KM)	YTK (% KM)	Şişme gücü (g/g)	Çözünürlük (%)
SM	7,34±0,02 ^a	2,39±0,03 ^d	1,20±0,07 ^c	27,34±0,17 ^b	178,92±5,61 ^d	6,34±0,01 ^c	0,10±0,01 ^c	224,09±0,91 ^b	187,72±2,71 ^c	8,83±0,30 ^b	23,51±1,74 ^d
ISM	7,92±0,07 ^c	1,53±0,09 ^c	1,67±0,01 ^d	26,27±2,69 ^b	53,07±0,91 ^b	6,54±0,01 ^e	0,07±0,01 ^b	319,34±1,28 ^c	182,18±1,52 ^b	6,53±0,13 ^a	15,11±0,11 ^c
PU	7,84±0,27 ^{bc}	0,51±0,06 ^b	0,87±0,04 ^b	9,61±0,09 ^a	1,11±0,15 ^a	6,24±0,04 ^b	0,01±0,00 ^a	222,17±1,88 ^b	197,04±1,81 ^d	12,33±1,62 ^c	8,47±1,14 ^b
PN	11,58±0,07 ^d	0,21±0,03 ^a	0,23±0,08 ^a	TE	TE	6,46±0,01 ^d	0,01±0,00 ^a	189,98±1,67 ^a	177,31±0,70 ^a	29,77±0,95 ^d	3,68±0,52 ^a
MP	7,62±0,05 ^b	3,60±0,03 ^e	1,31±0,09 ^c	-	106,40±1,66 ^c	5,85±0,02 ^a	0,15±0,01 ^d	605,38±2,17 ^d	253,67±1,06 ^e	5,70±0,10 ^a	26,22±1,48 ^e

^{a-e}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

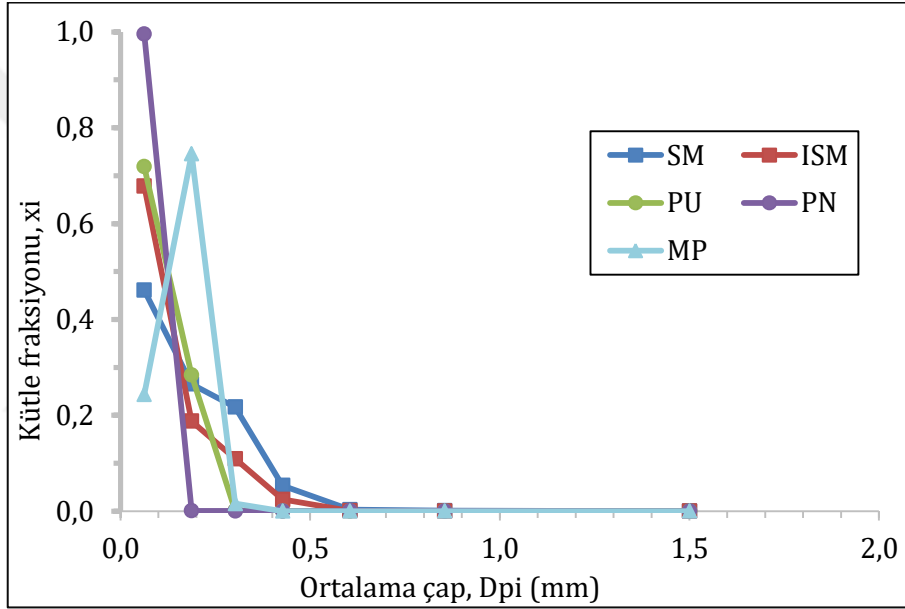
TE: Tespit edilememiştir

Un ve nişasta örneklerinin STK ve YTK değerleri incelendiğinde, STK değerleri %189,98-605,38 aralığında bulunurken, YTK değerleri %177,31-253,67 aralığında bulunmuştur. MP'nin en yüksek, PN'nin ise en düşük STK ve YTK değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Unların su tutma kapasitesi, son ürünün duyu ve fonksiyonel özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. STK'sı yüksek unların yapısında polisakkaritler gibi hidrofilik bileşenlere sahip olduğu belirtilmektedir (Kaur ve Singh, 2005). Ayrıca STK'nın artması, daha önce yapıda gizlenmiş olan peptit bağlarını ve polar yan zincirleri açığa çıkaran ve daha fazla su molekülü tutan protein denatürasyonu ile ilişkilendirilmektedir (Singh, 2001). STK'nın pişirme işlemi ile artması, nişasta jelatinizasyonu ve ısıtma sırasında ham lifin şişmesinden de kaynaklanabilmektedir (Aguilera ve ark., 2009). Yüksek STK değerine sahip unlar, hamura daha fazla su eklemesini sağlayarak, hamurun işleme özelliklerini geliştirdiği için tercih edilmektedir (Wolf, 1970). Pirinç unu ile mercimek ununun STK'ları karşılaştırıldığında, mercimek ununun daha yüksek STK değerine sahip olmasının artan protein ve lif içeriğine bağlı olabileceği belirlenmiştir (Rostamian ve ark., 2014). Du ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada, mercimek ununun STK'sını 1,33 g/g, YTK'sını 0,93 g/g olarak belirlemişlerdir. Baklagil unlarında YTK, ağız doku hissini iyileştirmek ve ürünlerinin lezzetini geliştirmek için oldukça önemlidir. Ma ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, baklagil unlarına uygulanan kavurma işlemi ile YTK'nın düştüğü, pişirme işlemi ile YTK'nın arttığı belirtilmiştir.

Şişme gücü, nişastanın sıcaklık ve su içeriği gibi belirli koşullar altında hidrasyon yeteneğinin bir ölçüsüdür. Yüksek şişme kapasitesi, nişasta granülleri arasındaki bağ kuvvetlerinin daha zayıf olduğunun bir göstergesidir (Hoover ve Manuel, 1996). Un ve nişastaların şişme gücü, amiloz ve amilopektinin oranı, molekül ağırlığı ve moleküller arası etkileşimlere bağlıdır (Mir ve Bosco, 2014). Bu çalışmada un ve nişasta örneklerinin şişme gücü değerleri 5,70-29,77 g/g aralığında iken, çözünürlük değerleri %3,68-26,22 aralığında bulunmuştur. Du ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada, mercimek ununun şişme kuvvetini 4,76 g/g ve çözünürlüğünü 26,15 g/100 g olarak belirlerken, başka bir çalışmada, pirinç unlarının şişme gücü 7,72-11,12 g/g arasında, çözünürlük değeri 7,67-15,98 g/g arasında bulunmuştur (Mir ve Bosco, 2014). Bu çalışmada mercimeğe ısı işlem uygulanmasının, şişme gücü ve çözünürlük değerlerini önemli düzeyde azalttığı belirlenmiştir ($p < 0,05$). Şişme gücünün ısı işlem uygulamasıyla azalmasının, amiloz ve lipit içeriğindeki artıştan kaynaklı olabileceği düşünülmektedir (Singh ve ark., 2006). Ayrıca uygulanan ısı işlemlerin unların çözünürlükleri, köpürmeleri, jelleşmeleri, su ve yağ tutma kapasitelerini etkileyebileceği bilinmektedir (Ma ve ark., 2011).

3.1.2. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun parçacık boyutu

Glutensiz erişte üretiminde kullanılan un, nişasta ve MP'nin parçacık boyutu dağılım sonuçları Şekil 3.1'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi en homojen parçacık boyutu dağılımı PN ve PU'da görülmektedir. Örneklerin ortalama parçacık çaplarının SM, ISM, PU, PN ve MP için sırasıyla; $103,79 \pm 0,75 \mu\text{m}$, $81,48 \pm 0,31 \mu\text{m}$, $76,82 \pm 1,01 \mu\text{m}$, $62,78 \pm 0,24 \mu\text{m}$ ve $126,26 \pm 2,82 \mu\text{m}$ olduğu belirlenmiştir. SM'nin, ISM ve PU'ya kıyasla daha büyük ortalama çapa sahip olduğu belirlenirken, PN'nin en küçük ortalama çapa sahip olduğu görülmektedir. Parçacık boyutu, unun fonksiyonel özelliklerini ve gıdanın kalitesini etkileyen belirleyici parametrelerden biridir. Kerr ve ark. (2001), parçacık boyutunun bürölce ununun işlevselliği üzerinde önemli etkileri olduğunu belirtmişler ve daha küçük parçacık boyutuna sahip unların son ürün dokusunda sorun yarattığını bildirmişlerdir.



Şekil 3.1. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun parçacık boyut dağılımı

3.1.3. Un ve nişasta örneklerinin sinerezis değerleri

Nişastanın ısıtılması sırasında suda çözünen nişasta çözeltiye geçmektedir. Nişastanın çözünmesiyle oluşan sıvı soğutulduğunda jel oluşmaktadır. Oluşan bu jel bekletildiğinde nişasta zincirleri arasında yeni hidrojen bağları oluşmaktadır. Bu oluşum sırasında yapıda bulunan suyun dışarı sızması ise sinerezis olarak adlandırılmaktadır (Kaur et al., 2015). Nişastada ortaya çıkan sinerezis, gıda endüstrisinde nişasta kullanılan ürünler için istenmeyen bir özelliktir (Wang ve ark., 2010). Tablo 3.2'de un ve nişasta örneklerinin sinerezis değerleri verilmiştir. Hazırlanan jellerin sinerezis değerleri, 4°C'de depolama sırasında jellerden salınan su miktarı olarak ölçülmüştür. En yüksek sinerezis değerinin 7. gün sonunda SM'de olduğu görülmektedir. SM'de sinerezis oranının depolama zamanına bağlı olarak önemli düzeyde artış gösterdiği saptanmıştır ($p < 0,05$). Bunun depolama sırasında

amiloz ve amilopektin zincirleri arasındaki etkileşimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Amiloz retrogradasyonu depolamanın ilk saatlerinde gerçekleşirken, amilopektin retrogradasyonu birkaç gün içerisinde gerçekleşmektedir (Miles ve ark., 1985). ISM'nin sinerezis değerleri incelendiğinde 2., 3. ve 4. gün arasında istatistiksel bir fark olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$). Ayrıca ISM'nin sinerezis değerleri SM'den daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeninin ISM'nin SM'ye kıyasla daha yüksek besinsel lif içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü besinsel lif içeriğinin sinerezisi engelleyici faktörlerden olduğu bilinmektedir (Elleuch ve ark., 2011; Geerts ve ark., 2017).

Singh ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, bütün nohut nişastası çeşitlerinin sinerezis ölçümlerinin (24-48-120 saat) depolama boyunca arttığını belirlemişler ve sinerezis değerleri ile amiloz içeriği arasında anlamlı bir pozitif korelasyon gözlemlemişlerdir ($p<0,05$). Düşük amiloz içeriğinin, jel oluşumu sırasında nişastanın daha az sinerezisine neden olduğu ve daha zayıf jel yapısı gösterdiği belirtilmiştir. Sodhi ve Singh (2003) yaptıkları çalışmada, inceledikleri 5 farklı çeşit pirinç nişastasından 4 tanesinin sinerezisinin depolama süresi boyunca kademeli olarak artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmaya benzer şekilde, Hint barbunya çeşidinin ve üç siyah gram çeşidinin unlarına ait sinerezis değerinin depolama süresi boyunca arttığı bulunmuştur (Wani ve ark., 2010, 2013).

Tablo 3.2. Un ve nişastanın sinerezis değerleri

Süre	Sinerezis (g/g)			
	SM	ISM	PU	PN
2.gün	3,13±0,05 ^a	2,43±0,03 ^a	0,87±0,06 ^a	1,62±0,05 ^a
3.gün	3,48±0,08 ^b	2,45±0,02 ^a	1,08±0,02 ^b	1,69±0,02 ^b
4.gün	3,67±0,04 ^c	2,48±0,02 ^a	1,14±0,02 ^b	1,89±0,01 ^c
7.gün	4,09±0,03 ^d	2,85±0,06 ^b	1,56±0,07 ^c	2,04±0,02 ^d

^{a-d}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$)

3.1.4. Un ve nişasta örneklerinin % ışık geçirgenlikleri

Tablo 3.3'te hammaddelerin % ışık geçirgenliği değerleri verilmiştir. Işık geçirgenliği, belirli bir dalga boyunda gelen ışığın bir örnekten geçme fraksiyonudur. Hammaddeler 4°C'de depolanmış ve ölçümleri gün aşırı olarak 6 gün boyunca devam etmiştir. Çalışmada belirlenen en yüksek ışık geçirgenliği değerine PN'nin sahip olduğu ve ışık geçirgenliği değerlerinin 6 gün boyunca önemli düzeyde bir azalma gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu azalma nişastanın retrogradasyonu ve yapısındaki karboksilik gruplara bağlı olabilmektedir (Wani ve ark., 2015). Karboksilik gruplar nişastanın tekrar birleşmesini engellemekte ve nişasta tekrar birleşemediği için bulanıklık oranı artmaktadır. Bulanıklık oranının artması ise ışık geçirgenliğinin azalmasına yol açmaktadır. SM'nin % ışık geçirgenliği değerlerinin ise 6 gün boyunca önemli düzeyde artış gösterdiği belirlenmiştir ($p<0,05$). SM, ISM ve PU'nun % ışık

geçirgenliği değerlerinde bir artış görülmesinin; unların yapısındaki çözünmemiş maddelerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Tablo 3.3. Un ve nişastanın % ışık geçirgenliği değerleri

Süre	Işık geçirgenliği (%)			
	SM	ISM	PU	PN
1.gün	33,50±0,86 ^a	46,13±0,90 ^a	84,33±0,79 ^a	89,30±0,10 ^f
2.gün	47,88±3,01 ^b	58,48±2,34 ^b	84,70±1,30 ^a	88,53±0,12 ^e
3.gün	53,00±2,69 ^c	59,42±3,13 ^b	86,28±1,08 ^b	87,50±0,17 ^d
4.gün	57,14±0,73 ^d	62,70±2,53 ^c	87,58±1,17 ^b	86,13±0,21 ^c
5.gün	62,47±0,31 ^e	67,82±2,38 ^d	89,05±1,14 ^c	84,40±0,00 ^b
6.gün	65,87±3,56 ^f	71,40±1,09 ^e	92,50±1,00 ^d	81,57±0,06 ^a

^{a-f}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

3.1.5 Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun toplam besinsel lif, nişasta, amiloz, fitik asit ve toplam antioksidan aktivite değerleri

Çalışmada glutensiz erişte yapımında kullanılan hammaddelerin TBL, nişasta, amiloz, fitik asit ve antioksidan aktivite değerleri Tablo 3.4'te verilmiştir.

Besinsel lif, polisakkaritler ve lignin gibi bitki hücre duvarı bileşenlerinden oluşan ve nişasta olmayan polisakkaritleri, dirençli nişastayı ve sindirilemeyen oligosakkaritleri içeren diyetle bulunan makro moleküllerdir (Phillips ve ark., 2019). Amerikan Kalp Derneği tarafından belirlenen besinsel lif alımının 25-30 g/gün olması tavsiye edilmektedir (Bazzano ve ark., 2003). Besinsel lif , gıdalarda su tutma ve yağ tutma kapasitesi, emülsifikasyon, jel oluşumu gibi fonksiyonel özellikleri artırırken, sinerezisi önlemekte ve raf ömrünü iyileştirmektedir (Elleuch ve ark., 2011). SM'nin TBL değeri %16,26 olarak bulunmuş olup bulunan bu değer literatürle uyum göstermektedir (Costa ve ark., 2006; Singh ve ark., 2016). Ayrıca ısıtma işlemi uygulanmasının TBL içeriğini önemli düzeyde arttırdığı saptanmıştır (p<0,05). Isıtma işlemi uygulanması ürünün yapısını etkilemekte ve protein-karbonhidrat yapısını bozarak, çözünen besinsel lif içeriğinin çözünürlüğünü azaltmaktadır (Wang ve ark., 2009). Bu sayede besinsel lif içeriğinde artış meydana gelmektedir. Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlara benzer şekilde, Chávez-Murillo ve ark. (2018) mercimek ununa ısıtma işlemi uygulanmasıyla besinsel lif miktarının %13,02'den %13,76'ya yükseldiğini bulurken, aynı şekilde Wang ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada çiğ mercimeklerde TBL içeriğini %13,11-14,70 aralığında, pişmiş mercimek için %14,91-16,87 aralığında bulmuşlardır. Bu çalışmada en yüksek TBL içeriği %65,04 olarak MP'de belirlenmiştir. Rahman ve Rosli (2014) yaptıkları çalışmada, olgunlaşmamış ve olgunlaşmış mısır püsküllerinin besinsel lif içeriklerinin %48,50-51,24 arasında olduğunu aktarmışlardır.

Tablo 3.4. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun toplam besinsel lif, nişasta, amiloz, fitik asit ve toplam antioksidan aktivite değerleri

Örnek	Toplam besinsel lif (% KM)	Nişasta (% KM)	Amiloz (% KM)	Fitik asit (mg/g KM)	Toplam antioksidan aktivite (mM TEAK)
SM	16,26±0,34 ^a	47,14±1,10*	19,60±0,60 ^a	20,38±1,10*	0,47±0,05 ^a
ISM	22,38±0,53 ^b	52,64±0,49*	21,90±0,53 ^b	12,92±0,26*	0,61±0,09 ^a
PU	-	-	19,16±0,33 ^a	-	-
PN	-	-	32,70±1,44 ^c	-	-
MP	65,04±0,26 ^c	-	-	-	7,67±0,52 ^b

^{a-c}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

*Örnekler arasında farklılık vardır (t-testi, p<0,05)

Nişasta, baklagillerde en çok bulunan karbonhidrattır (Rehman ve ark., 2001). Nişasta, hamurun reolojik, teknolojik ve mekanik özellikleri üzerinde etki göstermektedir (Lazaridou ve ark., 2007; Van Bockstael ve ark., 2011). Glutensiz erişte yapımında kullanılan hammaddelerin nişasta içerikleri Tablo 3.4'te verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde SM ile ISM arasında önemli düzeyde bir fark olduğu belirlenmiştir (p<0,05). SM'nin nişasta içeriği ortalama %47,14 olarak bulunmuştur. Li ve Ganjyal (2017) yaptıkları çalışmada, 6 çeşit mercimek ununun nişasta içeriğinin %43,5–50,0 aralığında değiştiğini belirtirken, Laleg ve ark. (2016) yeşil mercimek ununun nişasta içeriğini %48,6 olarak bulmuşlardır. Tablo 3.4'ten de görüldüğü gibi nişasta içeriğinin mercimek ununa ısıtma işlem uygulanmasıyla önemli düzeyde artış gösterdiği saptanmıştır (p<0,05). Bu artışın pişirme sırasında suya geçen nişasta dışı çözünür katı kaybından kaynaklandığı düşünülmektedir. Suda çözünür katı kaybı, bazı minerallerin suya geçtiğinin bir göstergesi olan kül miktarındaki önemli düşüş ile de doğrulanmaktadır (Tablo 3.1). Pişirme sırasında mercimekten sükröz, oligosakkaritler ve çözünür besinsel lif suya geçerek ISM'nin nişasta miktarında artışa neden olduğu görülmektedir (Wang ve ark., 2010). Wang ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada, sekiz çeşit çığ mercimek tohumunun nişasta içeriğini 460,1–497,3 g/ kg KM aralığında belirlerlerken, pişmiş mercimek tohumlarının nişasta içeriğini 483,4–522,3 g/ kg KM aralığında bulmuşlardır. Chávez-Murillo ve ark. (2018) ise yaptıkları çalışmada, mercimeğe ısıtma işlem uygulanması ile nişasta içeriğinin %47,25'ten %47,65'e yükseldiğini belirtmişlerdir.

Baklagil nişastaları, tahıl nişastalarına kıyasla daha yüksek amiloz içeriğine sahiptir. Bu sayede gıdaların yüksek jelleşme sıcaklığı, hızlı retrogradasyon, yüksek dirençli nişasta ve jelin yüksek elastikiyeti gibi özellikler kazanmasında önemli rol oynamaktadır (Ratnayake ve ark., 2002). Amiloz içeriğinin dirençli nişasta miktarıyla doğrusal olarak değiştiği, amiloz içeriği ne kadar yüksekse, oluşan dirençli nişastanın da o kadar yüksek olduğu yapılan çalışmalarda belirtilmektedir (Tharanathan ve Mahadevamma, 2003). Dirençli nişastanın bir kısmı pişirme sırasında ısı etkisiyle sindirilebilir nişastaya dönüşmektedir (Marconi ve ark., 2000; Pujolà ve ark., 2007). Yüksek amiloz içeriğinin, kana glikoz verme oranını düşürdüğü için daha düşük bir glikemik indeks sağladığı yapılan çalışmalarda belirtilmektedir (Truswell,

1992). Nişastadaki amiloz oranı arttıkça pişirmeye karşı olan direnç de artmaktadır. Bu çalışmada ısıtma işlemi uygulanmasının amiloz içeriğini önemli düzeyde arttırdığı görülmektedir ($p<0,05$). Yapılan bir çalışmada mercimeğe ısıtma işlemi uygulamasıyla amiloz içeriği %22,11'den %22,26'ya yükseldiği belirtilmiştir (Chávez-Murillo ve ark., 2018). Isıtma işlemi uygulamaları baklagillerde nişastanın sindirilebilirliğini arttırmaktadır. Bu artışın nedeni, nişasta granüllerinin jelatinizasyonu ve tohumlardaki beslenme karşıtı faktörlerin azalmasına bağlıdır. Bu çalışmada belirlenen en yüksek amiloz değeri ortalama %32,70 ile PN'de bulunmuştur. Pirinç unu örneklerinin incelendiği bir çalışmada pirinç ununun amiloz içeriğinin %9,6-22,3 arasında değiştiği belirtilmektedir (Aoki ve ark., 2020). Bu çalışmada, pirinç ununun amiloz içeriği (%19,16) literatürde belirtilen aralıkta bulunmuştur.

Baklagil tohumlarında bulunan beslenme karşıtı faktörler; enzim inhibitörleri, amilaz inhibitörleri, oligosakkaritler, fenolik bileşikler, lektinler, siyanojenik glikozitler, saponinler, fitik asit-fitatlar, visin ve convisin olarak gruplandırılmaktadır (Pekşen ve Artık, 2005). Beslenme karşıtı faktörlerden olan fitik asit, minerallerle şelat oluşturduğu için besinlerin sindirimini engellemekte ve biyoyararlılığının düşmesine neden olmaktadır (Urbano ve ark., 2000). Bu tez çalışmasında mercimek unları için belirlenen fitik asit miktarları Tablo 3.4'te verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde SM ile ISM 'nin fitik asit içeriklerinde önemli düzeyde bir fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). SM'nin fitik asit içeriği ISM'ye göre daha yüksek bulunmuş ve ısıtma işlemi uygulamasının fitik asit içeriğini %50'ye yakın azaltarak fitik asit içeriğini düşürmekte başarılı bir ön işlem olduğu belirlenmiştir. Baklagillere ısıtma işlemi uygulanması, baklagillerde doğal olarak bulunan beslenme karşıtı faktörlerin miktarını azaltmaktadır. Bunun sonucunda baklagiller tüketime uygun hale gelmekte, protein ve nişasta gibi makro besin öğelerinin mevcut oranında artış sağlanmaktadır (Domene ve Oliveira, 1993). Isıtma işlemi uygulanmasından sonra beslenme karşıtı tripsin inhibitörü ve fitik asit içeriğindeki azalma yapılan birçok çalışmayla kanıtlanmıştır (Wang ve ark., 2003, 2008, 2009). Böylece sarı mercimeğin sindirilebilirliğinin hedeflendiği gibi iyileştirildiği, benzer şekilde üretilen glutensiz eriştenin pişirilmesi sırasında ikinci kez yapılacak pişirmenin ürünlerdeki anti besin öğelerinin varlığını daha da azaltacağı öngörülmektedir. Bu tez çalışmasına benzer şekilde Atasoy ve Ertop (2021), kırmızı mercimeğin fitik asit içeriğini 13,63 mg/g, Laleg ve ark. (2016) ise, yeşil mercimeğin fitik asit içeriğini 17,97 mg/g olarak belirlemişlerdir. Baklagil türlerinde fitik asit içeriğinde oluşan farklılıkların, iklim koşulları ve gübre uygulamasından kaynaklı olabileceği belirtilmiştir (Honke ve ark., 1998).

Antioksidanlar, serbest radikallerin neden olduğu oksidasyon tepkimelerini yavaşlatan veya durduran bileşiklerdir. Serbest radikallerin lipid, protein ve nükleik asitleri oksidatif hasara uğrattığı, kanser ve diyabet gibi birçok kronik hastalığa yol açabildiği yapılan çalışmalarla belirtilmiştir (Poulsen ve ark., 1998). Bakliyatlar fenolik bileşikler açısından zengindir ve bu bileşiklerin çoğu tohum kabuğunda bulunarak o tohumun karakteristik renginden sorumludur (Pedrosa ve ark., 2021). Ayrıca fenolik bileşikler tohumların tadı ve aroması üzerinde de etkili olabilmektedir. Mercimek, yüksek biyoaktif fitokimyasal seviyeleri

nedeniyle iyi bir antioksidan kaynağı olarak kabul edilmektedir (Zhang ve ark., 2014). Baklagillerin yüksek antioksidan aktivite içeriği pro-antosiyanidinler, tanenler ve flavonoid içeriği ile ilişkilendirilir ve bu sayede bakliyatların yararlı bir doğal antioksidan kaynağı olabileceği sonucuna ulaşılabilmektedir (Singh ve ark., 2017). Mercimek ve MP unlarının toplam antioksidan aktivite değerleri Tablo 3.4'te verilmiştir. Toplam antioksidan aktivite içeriklerinde SM ile ISM arasında önemli düzeyde bir fark olmadığı belirlenirken ($p>0,05$), MP'nin her iki undan oldukça yüksek toplam antioksidan aktivite gösterdiği bulunmuştur ($p<0,05$). Mısır püskülü flavonoidler (Hasanudin ve ark., 2012), antosiyaninler (Thapphasaraphong ve ark., 2016) bakımından zengin olduğu için doğal bir antioksidan kaynağıdır. Yapılan bir çalışmada mısır püskülünün toplam antioksidan kapasitesinin 54,1-61,2 $\mu\text{mol TEAK/g KM}$ arasında değiştiği belirtilmiştir (Duangpapeng ve ark., 2018). Sarı mercimeğe ısıtma işlem uygulanmasından sonra serbest polifenollerin artmış olabileceği ve dokuya güçlü bir şekilde bağlanmış olan biyoaktif maddelerin ısıtma işlem etkisiyle serbest formlara dönüşmesinin antioksidan aktivitede artış sağlayabileceği düşünülmektedir (Lim ve Kim, 2018). Ayrıca mercimeğe ısıtma işlem uygulanması sırasında Maillard reaksiyonu ile oluşan kahverengi renk pigmentlerinden kaynaklı olarak antioksidan aktivitede artış olabileceği literatürde belirtilmektedir (Xu ve Chang, 2008). Sreeramulu ve ark. (2009) mercimeğin antioksidan aktivite değerini 440 $\mu\text{g TEAK/g}$ olarak belirlerken, Han ve ark. (2008) ise Pardine türü mercimek için toplam antioksidan aktiviteyi 14,08 $\mu\text{mol TEAK/g}$, Crimson türü mercimek için 14 $\mu\text{mol TEAK/g}$ olarak belirlemişlerdir. Amarowicz ve ark. (2004) ise kırmızı mercimek için toplam antioksidan aktivite değerini 0,68 mg TEAK/g bulurken, yeşil mercimek için 0,75 mg TEAK /g olarak bulmuşlardır. Bu tez çalışmasından farklı olarak Xu ve Chang (2009), siyah fasulye ve barbunya fasulyesinin antioksidan aktivite içeriğinin, kaynatma veya buharda pişirme ile (DPPH, ORAC ve FRAP analizleri ile belirlenen) önemli bir azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir ($p<0,05$). Antioksidan aktivite ölçüm metotları birbirinden farklı olduğu için sonuçların literatürle doğrudan kıyaslanamayacağı düşünülmektedir.

3.1.6. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun renk değerleri

Çalışmada hammaddelere ait renk sonuçları Tablo 3.5'te verilmiştir. Renk, gıda maddesinin tüketici tarafından seçiminde önemli bir rol oynamaktadır. Sonuçlar incelendiğinde mercimeğe ısıtma işlem uygulanması ile L^* ve a^* değerinde önemli bir düşüş gözlemlenirken, b^* değerinde bir artış olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Isıtma işlem sırasında mercimeğin yüksek sıcaklığa maruz kalması sonucu yapısında Maillard reaksiyon ürünlerinin oluşmasının L^* değerinde bir düşüşe neden olabileceği düşünülmektedir (Chávez-Murillo ve ark., 2018). Göncü (2020) yaptığı çalışmada, SM'nin L^* değerini 78,47, a^* değerini 3,70 ve b^* değerini 21,22 olarak belirtmiştir. Verilen bu değerler çalışmada kullanılan SM'nin L^* değerinden küçük, a^* ve b^* değerlerinden büyüktür. Bunun nedeninin sarı mercimek ununun un elde

etme öncesi yıkanıp kurutulmasından, tohum türü, yetiştirme koşulları ve hasat zamanından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada kullanılan PU'ya ait L*, a* ve b* değerlerinin, Cakmak ve ark. (2021) yaptığı çalışmadaki değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Tablo 3.5. Un, nişasta ve mısır püskülü tozunun renk değerleri

Örnek	L*	a*	b*
SM	87,51±0,20 ^c	1,39±0,17 ^d	19,05±0,95 ^d
ISM	82,04±0,31 ^b	1,27±0,09 ^c	22,17±0,04 ^e
PU	92,81±0,21 ^d	-0,17±0,05 ^b	7,41±0,19 ^b
PN	96,52±0,03 ^e	-0,30±0,00 ^a	1,81±0,04 ^a
MP	49,06±0,13 ^a	5,37±0,13 ^e	8,71±0,09 ^c

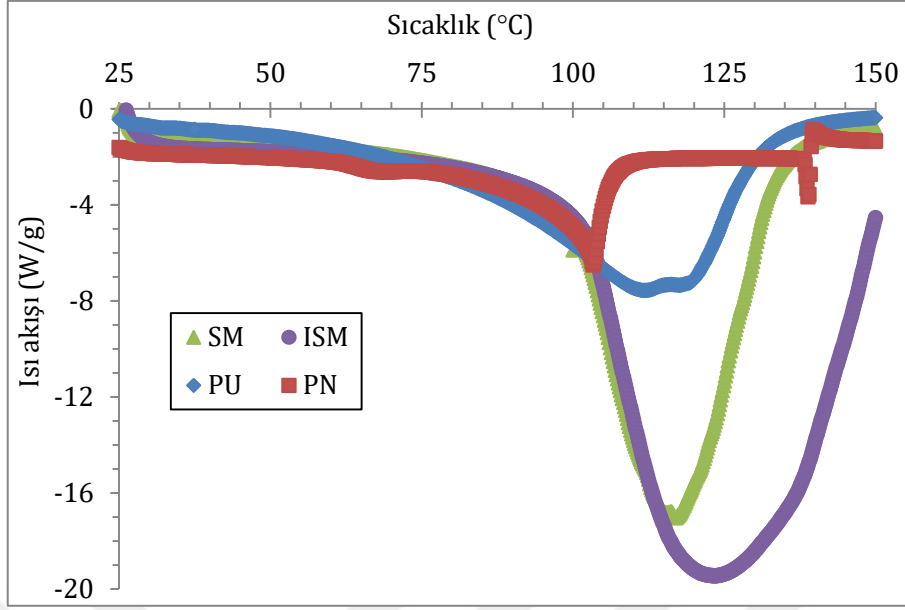
^{a-e}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

3.2. Un ve Nişasta Örneklerinin Isısal Özellikleri

SM, ISM, PU ve PN için elde edilen DSC termogramları Şekil 3.2'de gösterilmektedir. Un ve nişasta örnekleri nişastanın jelatinizasyonu ve un içindeki protein denatürasyonunu tespit etmek için 0–150°C arasında ısıtma yapılmıştır. Örneklerin DSC jelatinizasyon parametreleri, amilopektinin moleküler yapısı, amiloz-amilopektin oranı, kristalin-amorf oranı ve nişasta molekülleri ile diğer nişasta olmayan bileşenler arasındaki etkileşimlerden etkilenebilmektedir (Chung ve ark., 2008). Jelatinizasyon, çift sarmal yapıdaki dış amilopektini zincirlerinin erimesi ve çözülmesini içermektedir (Sandhu ve Lim, 2008). Bu ısıtma ile nişasta sindirimi de etkilenmektedir.

Termogramlar incelendiğinde, PU ve PN örneklerinin jelatinizasyon başlangıç sıcaklıkları sırasıyla 68,50°C ve 60,24°C olarak belirlenmiştir. Qin ve ark. (2021) yaptıkları çalışmada pirinç ununun jelatinizasyon sıcaklığını 66,7°C olduğunu belirtirken, Aoki ve ark. (2020) ise 19 çeşit pirinç unu için jelatinizasyon sıcaklıklarının 69,1-73,7°C aralığında bulunduğunu belirtmişlerdir.

Termogramlardaki protein denatürasyon pik (tepe) sıcaklıkları incelendiğinde, SM için denatürasyon sıcaklığı 116,83°C iken, ISM için 122,67°C bulunmuştur. Benzer şekilde Ahmed ve ark. (2009) farklı oranda nem içeren mercimek unları için protein denatürasyon sıcaklıklarını 110,3–136,2°C arasında bulmuşlardır. ISM'nin yüksek protein, besinsel lif ve lipit gibi nişasta olmayan bileşenlere sahip olması ve önceden ısı işlem görmesine bağlı olarak denatürasyon sıcaklığının SM'den daha yüksek olduğu düşünülmektedir.



Şekil 3.2. Un ve nişasta örneklerinin DSC termogramı

3.3. Glutensiz Erişte Örneklerinin Kalite Özellikleri

Glutensiz eriştelerin fizikokimyasal özellikleri Tablo 3.6’da verilmiştir. Glutensiz eriştelerin nem içeriklerinin %4,86–7,61 arasında olduğu belirlenmiştir. En düşük nem içeriği ISM80 örneğinde iken en yüksek nem içeriği SM60 örneğinde bulunmuştur. Çalışmada örneklerin kül içerikleri incelendiğinde, kontrol (K) eriştesindeki PU ve PN’nin yerine örneklerin artan düzeylerde SM ve ISM ile zenginleştirilmesinin, kül içeriğinde önemli düzeyde bir artışa yol açtığı saptanmıştır ($p<0,05$).

Bu çalışmada glutensiz eriştelerin suda çözünür protein içeriğini belirlemek amacıyla öğütülen erişteler suda çözündürüldükten sonra analize alınmıştır. Baklagiller suda çözünür protein oranınca zengin oldukları için SM eriştelerinin suda çözünür protein miktarı yüksektir (Boye ve ark., 2010). ISM’nin suda çözünür protein oranı 53,07 mg BSA/g iken, SM’nin 178,92 mg BSA/g bulunmuştur. Bu yüzden ISM içeren eriştelerinin suda çözünür protein oranı, SM eriştelerinin suda çözünür protein oranına kıyasla daha düşük bulunmuştur. Ayrıca SM ve ISM eriştelerinin suda çözünür protein oranı SM ve ISM oranının artmasıyla önemli düzeyde artış göstermiştir ($p<0,05$). En düşük suda çözünür protein miktarı kontrol eriştesinde iken, en yüksek suda çözünür protein SM80 eriştesinde bulunmuştur ($p<0,05$). Suda çözünür protein oranının pişme kaybının artmasıyla artış gösterdiği, bunun da protein dışı suda çözünür maddelerin pişme suyuyla üründen uzaklaşmasından kaynaklandığı öngörülmektedir.

Bu tez çalışmasının ikinci aşamasında, eriştelerin TBL içeriğini arttırmak amacıyla yapılacak MP ile zenginleştirme için son ürünün protein oranı, besinsel lif içeriği, erişte kalitesi ve tekstürel özellikleri dikkate alınarak %60 mercimek oranının kullanılmasına karar

verilmiştir. Bu nedenle TBL ve antioksidan aktivite analizleri en yüksek zenginleştirme oranına sahip eriştelerde (%60 SM ve %60 ISM) gerçekleştirilmiştir. Protein açısından en zengin erişte %80 oranındaki erişteler olmasına rağmen, %80 oranındaki ISM eriştesinin pişme kaybı kabul edilebilir düzeyin biraz üzerinde kaldığı görülmüştür. Ayrıca tekstürel özellikleri bakımından sertlik değeri en düşük olan erişte örneği yine %80 zenginleştirme oranında elde edilmiştir ($p<0,05$).

PU ve PN'den üretilen kontrol eriştesine kıyasla, SM ve ISM ile zenginleştirilen glutensiz eriştelerde TBL içeriğinin önemli düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ISM60 örneğinde besinsel lif içeriğinin SM60 örneğinden önemli düzeyde yüksek olmasının, ISM'nin SM'den daha yüksek besinsel lif içeriğine sahip olmasından ileri geldiği görülmektedir (Tablo 3.4). Benzer şekilde kontrol eriştesine kıyasla SM ve ISM ile zenginleştirilmiş eriştelerin toplam antioksidan aktivitesinin önemli düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Bunun nedeni mercimek ununda bulunan fenolik bileşenlerin varlığından kaynaklıdır. ISM'nin antioksidan aktivitesi SM'den daha yüksek olduğu için, ISM'den üretilen glutensiz eriştelerde de yüksek antioksidan aktivite değerine ulaşılmıştır. Ayrıca glutensiz eriştelerde SM ve ISM kullanımıyla yalnızca protein ve TBL içeriği artmamış, ayrıca toplam antioksidan aktivitesi daha yüksek erişteler üretilmiştir. Sofi ve ark. (2020c) yaptıkları çalışmada, pirinç ununa farklı oranlarda nohut unu ve protein izolatları eklemiş ve bu örneklerin artan oranlarının bu çalışmaya benzer şekilde antioksidan aktiviteyi arttırdığını belirlemişlerdir. Turco ve ark. (2019) ise yaptıkları çalışmada, %100 kırmızı mercimekten yapılan makarnanın ORAC yöntemi ile belirlenen antioksidan aktivite değerini 2887 $\mu\text{mol TEAK}/100\text{ g}$ olarak bulmuşlardır.

Tablo 3.6. Glutensiz eriştelerin fizikokimyasal özellikleri

Örnek	Nem (% KM)	Kül (% KM)	Suda çözünür protein (mg BSA/g KM)	Toplam besinsel lif (% KM)	Toplam antioksidan aktivite (mM TEAK)
K	6,82 $\pm$ 0,62 ^{de}	1,33 $\pm$ 0,01 ^a	38,89 $\pm$ 0,80 ^a	5,67 $\pm$ 0,09 ^a	0,12 $\pm$ 0,01 ^a
SM20	7,27 $\pm$ 0,29 ^{ef}	1,69 $\pm$ 0,01 ^c	64,49 $\pm$ 0,09 ^c	-	-
SM40	7,61 $\pm$ 0,23 ^f	1,85 $\pm$ 0,02 ^d	94,82 $\pm$ 1,94 ^f	-	-
SM60	7,58 $\pm$ 0,31 ^f	2,51 $\pm$ 0,07 ^g	132,10 $\pm$ 2,70 ^g	11,50 $\pm$ 0,28 ^b	0,27 $\pm$ 0,01 ^b
SM80	6,58 $\pm$ 0,38 ^d	2,92 $\pm$ 0,06 ^h	153,88 $\pm$ 3,00 ^h	-	-
ISM20	5,71 $\pm$ 0,19 ^c	1,54 $\pm$ 0,01 ^b	52,71 $\pm$ 2,32 ^b	-	-
ISM40	5,19 $\pm$ 0,08 ^{ab}	1,80 $\pm$ 0,03 ^d	62,32 $\pm$ 0,41 ^c	-	-
ISM60	5,60 $\pm$ 0,69 ^{bc}	2,05 $\pm$ 0,05 ^e	69,87 $\pm$ 0,23 ^d	12,50 $\pm$ 0,14 ^c	1,10 $\pm$ 0,01 ^c
ISM80	4,86 $\pm$ 0,18 ^a	2,30 $\pm$ 0,06 ^f	75,01 $\pm$ 0,28 ^e	-	-

^{a-h}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$)

Üretilen glutensiz eriştelerin pişirmeyle fitik asit içeriğindeki olası değişimleri belirlemek amacıyla çiğ (kurutulmuş ve pişirilmemiş erişte) ve pişmiş (P) glutensiz eriştelerde fitik asit

analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 3.7’de verilmiştir. Tablo incelendiğinde fitik asit içeriğinin en düşük kontrol eriştesinde olduğu görülürken, kontrol eriştesinin pişmesiyle fitik asit içeriğinin daha da azaldığı saptanmıştır. Ancak SM80 ve ISM80 örneklerinin pişmemiş hali ile pişirilmiş halinin fitik asit içeriği arasında önemli düzeyde bir fark görülmemektedir ($p>0,05$). Tablo 3.4’te belirtildiği gibi ısıtma işlemi uygulamasının sarı mercimek ununda fitik asit içeriğinin azalmasını sağladığı için ISM80 örneğinde fitik asit içeriği SM80’den daha düşük bulunmuştur. Fitik asit gıdalarda bulunması istenmeyen anti besin öğelerinden biri olup, gıdaların 50 mg fitat içermesinin besin emilimini yaklaşık olarak %70 engelleyebildiği belirtilmektedir (Bayraktar ve Akbulut, 2013). Bu çalışmada besleyici özellikleri iyileştirmek amacıyla glutensiz erişte formülasyonuna ilave edilen sarı mercimek ununun anti besin öğelerinin miktarını düşürmek amacıyla ısıtma işlemi uygulanmış ve mercimeğe uygulanan ısıtma işleminin fitik asit düzeyini azaltmada başarılı olduğu görülmüştür.

Tablo 3.7. Çiğ ve pişmiş glutensiz eriştelerin fitik asit değerleri

Örnek	Fitik asit (mg/g KM)
K	8,14±0,47 ^b
P-K	6,35±0,66 ^a
SM80	13,85±0,06 ^d
P-SM80	13,34±0,09 ^d
ISM80	10,63±0,62 ^c
P-ISM80	9,77±0,71 ^c

^{a-d}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$)
P-K: pişmiş kontrol eriştesi, P-SM80: %80 sarı mercimek unlu pişmiş erişte, P-ISM80: %80 ısıtma işlemi görmüş sarı mercimek unlu pişmiş erişte

Tablo 3.8’de glutensiz eriştelerin pişirme kalitesini gösteren; pişme süresi, pişme kaybı, su tutma kapasitesi ve şişme indeksi değerleri verilmiştir. Çalışmada belirlenen en kısa pişme süresi ISM60 ve ISM80’e aitken, en yüksek pişme süresi kontrol örneğinde bulunmuştur ($p<0,05$). ISM eriştelerinin özellikle %40 ve üzeri zenginleştirme oranlarında SM’li eriştelere kıyasla daha düşük pişme sürelerine sahip olmasının, kullanılan una daha önceden ısıtma işlemi uygulanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Şekil 3.2’de belirtildiği gibi, ISM’nin jelatinizasyon sıcaklığı SM’den daha düşük olduğu için, ISM eriştelerinde daha kısa optimum pişme süreleri gözlemlendiği düşünülmektedir (Petitot ve ark., 2009).

Kaliteli bir eriştenin pişirme sırasında dağılmaması, deforme olmaması ve şeklini koruması gerekmektedir. Pişme sırasında mineraller erişteden sızıp pişme suyuna karıştığı için eriştenin besleyici kalitesi düşmekte ve bu yüzden suya geçen madde miktarının mümkün olduğunca az olması istenmektedir (Schoenlechner ve ark., 2010). Baklagil proteinleri, albüminler ve globülinler gibi çözünür proteinlerden oluşmaktadır. Bu tür çözünür proteinlerin makarna/eriştelere ilave edilmesi, baklagillerle zenginleştirilmiş ürünün protein ağırlığını zayıflatırken, pişme kaybını arttırıp kırılmaya karşı direnci azaltmaktadır (Petitot ve

ark., 2010). Bu çalışmada en yüksek pişme kaybı değeri ISM80'de belirlenirken, en düşük pişme kaybı kontrol eriştesinde bulunmuştur ($p<0,05$). Patates nişastası ve pirinç unundan oluşan kontrol eriştesine kıyasla artan oranlarda SM veya ISM içeren eriştelerde pişme kaybının önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir ($p<0,05$). Sarı mercimeğin yüksek oranda besinsel lif içermesinden kaynaklı olarak nişasta ağının zayıfladığı ve pişme kaybının artmış olduğu bilinmektedir (Cabrera-Chávez ve ark., 2012). ISM'de TBL varlığının, SM'dekine kıyasla daha yüksek olması sebebiyle pişme kaybının ISM eriştelerinde SM eriştelerine göre özellikle %60 ve %80 zenginleştirme oranlarında daha yüksek olduğu bulunmuştur. Literatürde nişastalı erişteler için kabul edilebilir pişme kaybının %10'dan az olduğu belirtilmektedir (Kim ve ark., 1996). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, SM eriştelerinin tamamı için pişme kaybı kabul edilebilir düzeydeyken, ISM80 için pişme kaybı, kabul edilebilir düzeyin üzerinde kalmıştır.

Su tutma kapasitesi, pişirme sırasında eriştenin bileşenleri tarafından tutulan, nişastanın jelatinizasyonu ve proteinlerin hidrasyonu için kullanılan suyun bir göstergesidir (Marti ve ark., 2016). Pişirme sırasında eriştelerin su tutma kapasitesi ve şişme indeksinin fazla olması istenilen özelliklerdendir (Bhattacharya ve ark., 1999). Çünkü şişme indeksinin az olması eriştelerin pişme sonrası sert bir tekstüre sahip olmasına yol açarken, su tutma kapasitesinin az olması da benzer şekilde eriştelerin daha az su çekmesine ve pişme sonrası sert yapıda olmasına yol açmaktadır. STK, aynı zamanda nişasta, TBL içeriği, protein ağının gücü, pişme süresi ve hammaddelerin şişme gücü gibi farklı parametrelerden de etkilenmektedir. En yüksek şişme indeksi SM20 ve ISM80 örneklerinde belirlenmiş olup bu erişteler arasında önemli düzeyde bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). K, SM80 ve ISM20 örneklerinde en düşük şişme indeksi belirlenirken, bu erişteler arasındaki farkında önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Yapılan çalışmalarda, pişme süresinin uzaması ile su tutma kapasitesinin yükseldiği bildirilmiştir (Sozer ve ark., 2007; Giuberti ve ark. 2015). Çünkü fazla su, nişasta ve protein matrisleriyle etkileşime girebilmektedir. Baklagil proteinlerinin, özellikle albuminlerin denatürasyonu pişme sırasında polar aminoasit gruplarının suya olan ilgisini arttırabilmektedir. Bu tez çalışmasında SM içeren eriştelerindeki en yüksek pişme süresi ve en yüksek su tutma kapasitesi SM20'de belirlenmiştir. ISM içeren eriştelerinde ise pişme süresinin artması su tutma kapasitesini azaltmıştır. Bunun nedeninin mercimeğe ısıtma işlem uygulanması ile proteinlerin daha önceden denatürasyona uğramış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasına benzer şekilde, Padalino ve ark. (2015) nohutunun, Giuberti ve ark. (2015) ise fasulye ununun artan oranlarda spagettiye ilave edilmesinin pişme süresini ve su tutma kapasitesini azalttığını bildirmişlerdir. Turco ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, %100 kırmızı mercimekten yapılan makarnanın pişme süresini 8,30 dk, pişme kaybını %8,18, şişme indeksini %1,5 ve su tutma kapasitesini %108 olarak belirtmişlerdir. Laleg ve ark. (2016) %100 yeşil mercimek ile üretilen eriştelerin pişme süresini 9,8 dk, pişme kaybını, %12,96 ve su tutma kapasitesini %154 olarak belirlemişlerdir. Demir (2008) yaptığı

çalışmada, ısıt işlem uygulanmış nohut unundaki pişme kaybının çiğ nohut unundan yapılan eriştelerin pişme kaybından daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Tablo 3.8. Glutensiz eriştelerin pişme süresi, pişme kaybı, su tutma kapasitesi ve şişme indeksi değerleri

Örnek	Pişme süresi (dk)	Pişme kaybı (g/g)	Su tutma kapasitesi (%)	Şişme indeksi (%)
K	18,50±0,71 ^c	4,58±0,27 ^a	221,42±0,55 ^a	2,43±0,00 ^a
SM20	18,00±0,00 ^{bc}	5,57±0,35 ^b	332,51±8,43 ^e	3,57±0,02 ^f
SM40	17,50±0,71 ^{bc}	6,13±0,01 ^b	300,90±6,88 ^d	3,36±0,08 ^{de}
SM60	17,00±1,41 ^{bc}	7,59±0,00 ^c	286,19±4,50 ^{cd}	3,19±0,03 ^{cd}
SM80	16,50±0,71 ^b	8,49±0,12 ^d	218,18±3,80 ^a	2,49±0,03 ^a
ISM20	17,50±0,71 ^{bc}	7,64±0,33 ^c	222,45±13,13 ^a	2,46±0,13 ^a
ISM40	16,50±0,71 ^b	8,45±0,92 ^d	243,04±0,86 ^b	2,73±0,00 ^b
ISM60	14,50±0,71 ^a	9,58±0,43 ^e	269,34±6,14 ^c	3,08±0,09 ^c
ISM80	13,50±0,71 ^a	10,80±0,14 ^f	286,22±10,88 ^{cd}	3,47±0,15 ^{ef}

^{a-f}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

3.3.1. Glutensiz erişte örneklerinin renk değerleri

Glutensiz ürünlerin kalitesi, besin bileşimlerinin yanı sıra; özgül hacim, sertlik, gözeneklilik, doku, kabuk (dış) ve iç rengine göre değerlendirilmektedir (Gallagher ve ark., 2004). Bu yüzden glutensiz eriştelerin tüketici tarafından kabul edilmesindeki etkenlerden bir tanesi de eriştelerin rengi olduğu açıktır. Erişte örneklerine ait renk analiz sonuçları Tablo 3.9'da verilmiştir. Patates nişastası, eriştelere parlak bir görünüm kazandırdığı için en yüksek L* değerinin en yüksek miktarda patates nişastası içeren kontrol örneğinde olduğu düşünülmektedir. Tablo 3.4'te de görüldüğü gibi mercimeğe ısıt işlem uygulanması onların parlaklık değerinde bir düşüşe neden olmaktadır. Bu düşüşten kaynaklı olarak ISM'nin artan oranlarda ilavesinin L* değerinde azalmaya yol açtığı belirlenmiştir. En yüksek a* değerine SM80 örneği sahipken, en düşük a* değerinin ISM20 örneğinde olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Parlaklığın azalmasıyla birlikte mercimek unlarının renginden kaynaklanan sarılık değeri en çok ISM80'de belirgindir. En yüksek parlaklık değerine sahip olan K örneğinde ise, sarılık değeri en düşük bulunmuştur. Erişte rengini etkileyen önemli faktörlerden biri de unun içerdiği kül miktarıdır (Eyidemiir, 2006). Erişte rengindeki koyulaşma kül miktarı arttıkça artmaktadır. Çalışmada belirlendiği gibi SM ve ISM eriştelerinde SM ve ISM oranı arttıkça kül miktarı artmış, L* değeri ise azalmıştır.

Tablo 3.9. Glutensiz erişte örneklerinin renk değerleri

Örnek	L*	a*	b*
K	91,07±0,17 ¹	1,68±0,08 ^d	11,94±0,23 ^a
SM20	89,37±0,21 ^g	1,05±0,09 ^a	12,38±0,27 ^b
SM40	88,75±0,08 ^f	1,20±0,04 ^b	15,73±0,06 ^d
SM60	87,76±0,34 ^e	1,23±0,12 ^b	17,65±0,24 ^e
SM80	86,11±0,13 ^c	1,74±0,04 ^d	18,77±0,28 ^g
ISM20	89,75±0,08 ^h	1,04±0,02 ^a	14,42±0,04 ^c
ISM40	87,35±0,04 ^d	1,23±0,05 ^b	18,30±0,09 ^f
ISM60	85,38±0,58 ^b	1,44±0,25 ^c	20,45±0,05 ^h
ISM80	84,68±0,24 ^a	1,45±0,19 ^c	22,11±0,14 ⁱ

^{a-i}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

3.3.2. Glutensiz erişte örneklerinin tekstür profil analizi sonuçları

Glutensiz erişte örneklerinin tekstür profil analizi sonuçları Tablo 3.10'da verilmiştir. Pişmiş erişteler üzerinde belirlenen tekstür profil analizi parametreleri; sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, çiğnenebilirlik ve esneklik olup, bu değerler mercimek unu ilavesiyle önemli düzeyde değişmiştir.

Erişteyi dişler arasında sıkıştırmak için gereken kuvvet sertlik olarak adlandırılmaktadır. Eriştelerin su tutma kapasitesi azaldıkça sertlik değerinde artış meydana gelmektedir. Bu nedenle SM80'in yüksek sertlik değerine sahip olmasının, en düşük su tutma kapasitesine sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. K, SM40, SM80, ISM20, ISM40 ve ISM60'ın sertliklerinin yüksek olduğu ve aynı zamanda sertlikleri arasında önemli düzeyde bir fark olmadığı belirlenmiştir (p>0,05). Ancak SM ve ISM'lerin farklı oranlarda kullanılması eriştelerin sertlik değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir. Eriştelerin ısı işlem görmüş un ile hazırlanması, daha sert bir yapıya sahip olmasını sağlamıştır. ISM'nin şişme indeksinin ve su tutma kapasitesinin az olması, ISM ile zenginleştirilen eriştelerin daha az su çekmesine ve pişme sonrası sert yapıda olmasına yol açmıştır. ISM20, ISM40 ve ISM60 eriştelerinin SM20, SM40 ve SM60 eriştelerine göre daha yüksek sertliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca erişte üretiminde kullanılan su miktarının artması ile erişte hamurunun sertliğini azaltmaktadır (Eydemir, 2006). SM eriştelerine eklenen su miktarı Tablo 2.1'de belirtildiği gibi SM'nin artan oranlarında azalırken ISM eriştelerine eklenen su miktarı oranı ISM'nin artan oranlarında artmaktadır. Bu nedenle SM eriştelerine eklenen SM oranı arttıkça sertlik artarken, ISM eriştelerine eklenen ISM oranı arttıkça sertlik azalmıştır.

Yapışkanlık, nişasta miktarı ve nişasta jelatinizasyonu ile ilgili bir parametre olup, pişirmenin ilk aşamalarında yapışkanlık daha yüksek bir değere sahipken, pişme süresi ilerledikçe yapışkanlığın azaldığı bildirilmiştir (Sozer ve ark., 2007). Yapışkanlık değeri çalışmada en yüksek SM20'de belirlenirken, en düşük ISM40'da belirlenmiştir. Yapışkanlık değeri,örneğin pişirme sırasında nasıl dağılmadan bir arada tutulduğunun iyi bir göstergesi olmaktadır.

Pişme süresi ilerledikçe yapıyı bir arada tutmak daha da zorlaşmaktadır. SM ve ISM ile zenginleştirilen eriştelerin yapışkanlık değerlerinde zenginleştirme oranına bağlı belirgin bir değişim olmadığı bulunmuştur.

Çiğnenebilirlik protein matrisinin elastik gücü ile ilgili bir özellik olup (Sozer ve ark., 2007), erişteleri yutma durumuna parçalamak için gereken enerji olarak ifade edilmektedir (Mudgil ve ark., 2016). Tablo 3.10'da verilen çiğnenebilirlik değerleri incelendiğinde, SM ve ISM eriştelerinde en yüksek sertlik değerine sahip olan SM80 ve ISM20 eriştelerinin çiğnenebilirlik değeri de en yüksek düzeyde bulunmuştur. Pişme süresi ilerledikçe nişastanın pişme suyuna sızması nedeniyle ISM içeren eriştelerin artan oranlarında çiğnenebilirlik değeri azalmıştır. Esneklik, ilk sıkıştırmadan sonra eriştenin tekrar orijinal şeklini geri kazanma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde en yüksek esneklik değeri kontrol eriştesi ve ISM20 örneğinde bulunmuştur. En düşük esneklik değerine sahip glutensiz erişte örneği ise SM60 ve ISM80 olarak belirlenmiştir.

Tekstürel özellikler, kullanılan nişasta kaynağı ve diğer hammaddeler ile yardımcı bileşenler (yumurta, gam, stabilizör, hidrokolloidler vb.), erişte yapım koşulları (yoğurma süresi, kurutma koşulları, kalınlık/boyut), eriştenin pişme koşulları ile ilişkili olduğundan, elde edilen sonuçları literatürle doğrudan karşılaştırmak zordur (Marti ve ark., 2014).

Tablo 3.10. Glutensiz eriştelerin tekstürel özellikleri

Örnek	Sertlik (N)	Yapışkanlık (g.s)	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik	Esneklik (%)
K	12,72±1,75 ^b	-41,04±6,18 ^c	0,92±0,01 ^{bc}	1011,10±144,13 ^{bc}	0,66±0,04 ^c
SM20	7,62±0,87 ^a	-13,31±4,88 ^d	0,96±0,02 ^c	633,83±68,91 ^a	0,64±0,04 ^{bc}
SM40	12,16±1,251 ^b	-35,56±13,27 ^c	0,90±0,04 ^b	903,92±141,94 ^{bc}	0,59±0,04 ^b
SM60	8,84±1,09 ^a	-38,75±16,55 ^c	0,87±0,04 ^{ab}	563,34±90,52 ^a	0,47±0,04 ^a
SM80	14,04±1,97 ^b	-30,53±11,05 ^{cd}	0,90±0,07 ^{bc}	1048,20±448,74 ^{bc}	0,58±0,06 ^b
ISM20	13,69±1,83 ^b	-44,85±29,75 ^{bc}	0,91±0,07 ^{bc}	1069,60±92,63 ^c	0,66±0,04 ^c
ISM40	13,41±0,73 ^b	-72,74±21,75 ^a	0,83±0,03 ^a	946,34±75,80 ^{bc}	0,62±0,04 ^{bc}
ISM60	13,33±1,21 ^b	-62,76±19,57 ^{ab}	0,81±0,06 ^a	882,94±137,25 ^b	0,59±0,01 ^b
ISM80	7,14±1,55 ^a	-38,19±9,46 ^c	0,87±0,05 ^{ab}	509,74±146,03 ^a	0,52±0,06 ^a

^{a-d}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

3.3.3. Glutensiz erişte örneklerinin duyu analizi sonuçları

Duyu analizi Ek-6'da gösterilen duyu analizi formu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Eriştelerde renk, yapışkanlık, çiğnenebilirlik, lezzet ve genel beğeni parametreleri değerlendirilmiş olup, her bir parametre 9 puanlık hedonik skala ile ölçülmüş ve ortalama sonuçlar Tablo 3.11'de verilmiştir. Erişte örneklerinin renk puanları incelendiğinde ortalama 5,68-7,00 aralığında olduğu belirlenmiştir. Tüketici tarafından en iyi renk puanlarına sahip erişteler SM40, ISM20, ISM40 ve ISM60 olarak değerlendirilmiş olup, bu glutensiz eriştelerin renk puanları arasında önemli düzeyde bir fark olmadığı görülmektedir (p>0,05).

Yapışkanlık, eriştinin damağa yapıştıktan sonra dil ile çıkarmak için gereken kuvvet olduğu bilinmektedir. En yüksek yapışkanlık puanına ISM20 sahipken, en düşük yapışkanlık puanına ISM80 sahiptir. ISM20 ve ISM80 dışındaki erişmelerin yapışkanlıkları arasında önemli düzeyde bir fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). Çiğneme, erişteyi yutmaya hazır bir kıvama getirmek için uygulanan çiğneme süresi olarak ifade edilmiştir. Erişte örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri arasında da yine önemli düzeyde bir fark olmadığı görülmektedir ($p>0,05$). Mercimekle zenginleştirilen erişte örneklerinin çiğnenebilirliği tüketiciler tarafından kontrol örneğiyle aynı grupta bulunmuştur ($p>0,05$). Glutensiz erişmelerin lezzet puanları incelendiğinde, ISM20 6,64 ortalama puanıyla tüketiciler tarafından en lezzetli bulunan erişte örneğidir. ISM'nin artan oranlarda kullanımın ise, lezzete ait ortalama puanı arttırmadığı görülmektedir. Tüketici tarafından en az lezzet puanına sahip erişte ise SM20 olarak belirlenmiş olup, SM'nin %20'den fazla kullanımı tüketici beğenisini genel olarak arttırdığı söylenebilir. SM20 ve ISM20 dışındaki erişmelerin lezzet puanları arasında önemli düzeyde bir fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). Tüketiciler tarafından en yüksek genel beğeni puanı alan glutensiz erişte örneği ISM20'dir. ISM20'nin tekstürel özelliklerine de bakıldığında en yüksek sertlik, elastikiyet ve esneklik değerine sahip glutensiz erişte olduğu görülmektedir. Bouasla ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada, mercimek unu ile zenginleştirilmiş (%10, 20, 30) pirinç makarnasının 5 puanlık hedonik skalaya göre değerlendirilmiş ve en iyi kabul edilebilirlik puanının %10'luk mercimek ilaveli makarnada olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 3.11. Glutensiz erişmelerin duyusal analiz puanları

Örnek	Renk	Yapışkanlık	Çiğnenebilirlik	Lezzet	Genel beğeni
K	6,48±1,98 ^{ab}	6,60±1,87 ^{ab}	6,72±2,05 ^a	6,00±2,31 ^{ab}	6,16±2,00 ^{ab}
SM20	5,68±1,93 ^a	5,72±2,21 ^{ab}	5,76±2,30 ^a	4,96±2,23 ^a	5,40±2,24 ^a
SM40	7,00±1,73 ^b	6,56±2,04 ^{ab}	6,44±1,83 ^a	5,84±2,12 ^{ab}	6,28±1,93 ^{ab}
SM60	6,20±1,85 ^{ab}	6,24±2,01 ^{ab}	6,12±1,92 ^a	5,56±1,78 ^{ab}	5,60±1,80 ^{ab}
SM80	6,32±1,89 ^{ab}	6,36±2,04 ^{ab}	5,88±2,21 ^a	6,20±1,90 ^{ab}	6,32±1,80 ^{ab}
ISM20	6,80±1,44 ^b	7,00±1,20 ^b	6,84±2,21 ^a	6,64±2,18 ^b	6,80±2,02 ^b
ISM40	6,96±1,51 ^b	6,72±2,34 ^{ab}	6,72±2,42 ^a	6,28±2,30 ^{ab}	6,64±2,08 ^{ab}
ISM60	6,88±1,30 ^b	6,68±2,06 ^{ab}	6,64±2,14 ^a	5,76±2,03 ^{ab}	6,24±2,05 ^{ab}
ISM80	6,12±1,90 ^{ab}	5,56±2,16 ^a	5,80±2,24 ^a	5,32±2,00 ^{ab}	5,68±1,84 ^{ab}

^{a-b}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$)

3.4. Mısır Püskülü Tozu İçeren Glutensiz Erişte Örneklerinin Kalite Özellikleri

Mısır püskülü tozu içeren glutensiz erişmelerin fizikokimyasal özellikleri Tablo 3.12'de verilmiştir. MP içeren erişmeler, %60 sarı mercimek unu ve %60 ısıtılmış işlem görmüş sarı mercimek ununa ait erişte formülasyonlarına toplam un üzerinden ağırlıkça %0,5, 1,0 2,5, 5,0 oranlarında MP eklenerek üretilmiştir. SM içeren MP erişmelerinin nem değerleri ortalama %7,58-10,07 aralığında belirlenmiş olup, SM60 (kontrol) ile SMP0,5 arasında önemli düzeyde

bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). ISM içeren MP eriştelerinde ise, nem içerikleri ortalama %5,59–11,07 aralığında belirlenmiş olup, ISMP0,5, ISMP1 ve ISMP2,5 arasında önemli düzeyde bir fark belirlenmemiştir ($p>0,05$).

Kül değerleri incelendiğinde, SM60'a MP'nin artan oranlarda ilave edilmesi kül içeriğinde önemli bir farka neden olmamıştır ($p>0,05$). ISM60'a MP'nin artan oranlarda ilave edilmesi ise, kül içeriklerinde ISMP0,5, ISMP1 ve ISMP2,5 örnekleri arasında önemli bir farka neden olmazken ($p>0,05$), ISMP5'te farkın önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). MP içeren erişteler genel olarak incelendiğinde; ISMP ile SMP eriştelerinin kül içerikleri arasında önemli bir fark olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Eriştelerin kül içeriğinin yüksek olması istenilen özelliklerdendir, çünkü kül içeriğinin yüksek olması incelenen gıda ürününde daha fazla mineral madde içeriği olduğunun bir göstergesidir.

MP içeren glutensiz eriştelerin suda çözünür protein içerikleri incelendiğinde, SMP eriştelerinin suda çözünür protein içeriklerinde MP ilavesi ile SM eriştelerinde önemli düzeyde bir azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). SMP0,5 ile SMP1 ve SMP2,5 ile SMP5 arasında suda çözünür protein için önemli düzeyde bir fark belirlenemezken ($p>0,05$), SMP1 ve SMP2,5 arasında önemli düzeyde bir azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). ISM içeren eriştelerin protein içerikleri incelendiğinde, %0,5 ve %1,0 MP ilavesinin proteinde önemli düzeyde bir farka neden olmadığı ($p>0,05$), %2,5 ve %5,0 MP ilavesinde ise kontrole kıyasla önemli düzeyde artış sağladığı görülmüştür ($p<0,05$).

MP içeren glutensiz eriştelerin TBL içerikleri incelendiğinde, SM60'a %0,5 oranında MP ilavesinin, SM60 ile arasında önemli düzeyde bir fark oluşturmadığı belirlenirken, MP oranının %5,0'e çıkmasının TBL içeriğinde önemli düzeyde bir artış sağladığı bulunmuştur ($p<0,05$). Benzer şekilde ISM60'a artan düzeyde MP ilavesinin; TBL içeriğinde önemli düzeyde bir artış sağladığı görülmektedir ($p<0,05$). MP'nin yüksek TBL içeriği sayesinde az oranlarda ilavesinin bile SM ve ISM eriştelerinin bu tez çalışmasında hedeflendiği gibi besinsel lif içeriklerinin artmasına yol açtığı görülmüştür. Böylelikle MP ilavesinin glutensiz eriştelerde TBL içeriğini iyileştirmek amacıyla başarıyla kullanılabileceği belirlenmiştir.

MP içeren glutensiz eriştelerin toplam antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde, SM eriştesine %0,5 oranında MP ilavesi toplam antioksidan aktivitede önemli düzeyde bir farka neden olmazken, %5,0 MP ilavesinin antioksidan aktivite değerinde önemli düzeyde bir artış sağladığı bulunmuştur ($p<0,05$). ISM eriştelerine artan oranlarda MP ilavesinin, toplam antioksidan aktiviteyi önemli düzeyde arttırdığı görülmüştür ($p<0,05$). Tablo 3.4'de görüleceği gibi, ISM ve MP'nin yüksek antioksidan aktivite değerinden kaynaklı olarak MP ilaveli ISM eriştelerinin antioksidan değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 3.12. Mısır püskülü tozu içeren glutensiz eriştelere fizikokimyasal özellikleri

Örnek	Nem (% KM)	Kül (% KM)	Suda çözünür protein (mg BSA/g KM)	Toplam besinsel lif (% KM)	Toplam antioksidan aktivite (mM TEAK)
SM60	7,59±0,20 ^{b;A}	2,51±0,07 ^{c;A}	132,10±2,70 ^{h;C}	11,57±0,31 ^{a;A}	0,27±0,01 ^{a;A}
SMP0,5	7,58±0,19 ^{b;A}	2,52±0,10 ^{c;A}	127,00±0,72 ^{g;B}	12,41±0,74 ^{b;AB}	0,36±0,04 ^{a;A}
SMP1	9,44±0,05 ^{c;B}	2,53±0,05 ^{c;A}	126,57±0,24 ^{g;B}	-	-
SMP2,5	9,81±0,17 ^{cd;C}	2,56±0,07 ^{c;A}	120,13±2,30 ^{f;A}	-	-
SMP5	10,07±0,06 ^{d;C}	2,60±0,08 ^{c;A}	116,27±0,24 ^{e;A}	13,86±0,65 ^{c;B}	0,73±0,04 ^{b;B}
ISM60	5,59±0,41 ^{a;A}	2,05±0,05 ^{a;A}	69,87±0,23 ^{a;A}	12,54±0,09 ^{ab;A}	1,10±0,01 ^{c;A}
ISMP0,5	9,80±0,05 ^{cd;B}	2,06±0,04 ^{a;A}	72,41±0,98 ^{ab;AB}	13,59±0,42 ^{bc;B}	1,61±0,13 ^{d;B}
ISMP1	10,03±0,06 ^{d;B}	2,07±0,04 ^{ab;A}	74,21±1,89 ^{bc;AB}	-	-
ISMP2,5	10,14±0,40 ^{d;B}	2,10±0,06 ^{ab;AB}	76,34±1,07 ^{c;B}	-	-
ISMP5	11,07±0,15 ^{e;C}	2,18±0,05 ^{b;B}	81,95±2,79 ^{d;C}	15,81±0,05 ^{d;C}	2,13±0,09 ^{e;C}

^{a-h}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

^{A-C}Aynı sütunda (SM ve ISM örneklerinin kendi arasında) farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

Tablo 3.13'te mısır püskülü tozu içeren glutensiz eriştelere pişme süresi, pişme kaybı, su tutma kapasitesi ve şişme indeksi değerleri verilmiştir. SM'den üretilen MP'li eriştelere artan oranda MP eklenmesi, pişme sürelerinde önemli bir artışa neden olmuştur (p<0,05). SM içeren eriştelere %5 MP ilavesi, kontrol örneğine kıyasla pişme kaybının önemli düzeyde azalmasını sağlarken, %0,5 MP ilavesi kontrol örneğine kıyasla pişme kaybının önemli düzeyde artmasına neden olmuştur (p<0,05). MP'nin artan oranlarda ilavesi, üretilen eriştelere su tutma kapasitesini ve şişme indeksini de azalmasını sağlamıştır. Raungrusmee ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, inülin eklenmiş glutensiz eriştelere su tutma kapasitesinin azaldığını, bunun nedeninin inülinin yüksek hidrofilik özellikleri olduğunu belirtmişlerdir. ISM60 eriştesine MP'nin %0,5 oranında ilavesi pişme kaybının azalmasına neden olurken, MP'de bulunan besinsel lif içeriğinin daha fazla hidrasyon eğilimi göstermesinin örnek içinde düzensiz su dağılımının meydana gelmesine neden olduğu görülmektedir (Costa ve ark., 2016). Bu yüzden MP oranının artmasıyla pişme kaybı da artmıştır. ISM ısıtma işleminden kaynaklı olarak pişme kaybını arttırdığı için bu örneklerde MP ilavesinin suya geçen madde kaybını engelleyemediği görülmektedir (Cabrera-Chávez, 2012). Ayrıca MP ilavesinin ISM eriştelere yapının homojenliğini bozduğu düşünülmektedir. Literatürde genel olarak nişastalı erişte için kabul edilebilir pişme kaybı seviyesi %10'dan az olarak belirtilmektedir (Kim ve ark., 1996). Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre SMP eriştelere hepsi için pişme kaybı kabul edilebilir düzeydeyken, ISMP1, ISMP2,5 ve ISMP5'deki pişme kaybı kabul edilebilir düzeyin üzerinde kalmaktadır. MP ilaveli ISM eriştelere pişme kaybının artmasından kaynaklı olarak MP'nin artan oranlarda ilavesinin su tutma kapasitesinde önemli düzeyde bir farka neden olmadığı saptanmıştır (p>0,05). ISMP eriştelere şişme indeksi incelendiğinde, MP ilavesi ile önemli düzeyde bir artış olduğu

belirlenirken ($p<0,05$), ISMP1 ve ISMP2,5 arasında önemli düzeyde bir fark olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). MP içeren SM erişmelerinin su tutma kapasitesi değerleri incelendiğinde, MP'nin artan oranlarda ilavesinin SMP0,5 ve SMP1 ile SMP2,5 ve SMP5 arasında önemli düzeyde bir farka neden olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). MP besinsel lif içeriği bakımından zengin olduğu için su ile nişasta rekabet ederken MP hamur ağının zayıflamasına yol açabilmektedir (Cabrera-Chávez, 2012; Raungrusmee ve ark., 2020). Bu yüzden su tutma kapasitesinde bir azalmanın söz konusu olabileceği düşünülmektedir. Padalino ve ark. (2017) ve Ungureanu ve ark. (2020) tarafından da benzer sonuçlar rapor edilmiştir.

Tablo 3.13. Mısır püskülü tozu içeren glutensiz erişmelerin pişme süresi, pişme kaybı, su tutma kapasitesi ve şişme indeksi değerleri

Örnek	Pişme süresi (dk)	Pişme kaybı (g/g)	Su tutma kapasitesi (%)	Şişme indeksi (%)
SM60	17,00±1,41 ^{bc} ;A	7,59±0,03 ^{ab} ;BC	286,19±4,50 ^c ;B	3,19±0,03 ^e ;C
SMP0,5	18,50±0,71 ^{bcd} ;AB	7,84±0,25 ^{ab} ;C	275,64±2,62 ^c ;B	3,09±0,06 ^{de} ;C
SMP1	19,50±0,71 ^{cde} ;ABC	7,45±0,10 ^{ab} ;B	270,64±6,40 ^c ;B	3,04±0,06 ^d ;C
SMP2,5	21,00±1,41 ^{de} ;BC	7,31±0,08 ^a ;B	219,08±5,13 ^b ;A	2,83±0,09 ^c ;B
SMP5	22,00±1,41 ^e ;C	6,85±0,09 ^a ;A	208,16±11,13 ^b ;A	2,27±0,06 ^a ;A
ISM60	14,50±0,71 ^a ;A	9,58±0,43 ^c ;AB	269,34±6,14 ^c ;B	3,08±0,09 ^{de} ;D
ISMP0,5	16,00±1,41 ^{ab} ;AB	8,92±1,12 ^{bc} ;A	177,07±14,31 ^a ;A	2,37±0,02 ^a ;A
ISMP1	17,50±0,71 ^{bc} ;BC	11,39±0,18 ^d ;BC	183,09±22,40 ^a ;A	2,64±0,01 ^b ;B
ISMP2,5	18,50±0,71 ^{bcd} ;C	12,46±1,17 ^d ;CD	194,97±7,00 ^{ab} ;A	2,71±0,02 ^b ;B
ISMP5	19,50±0,71 ^{cde} ;C	14,25±1,18 ^e ;D	208,06±6,73 ^b ;A	2,83±0,03 ^c ;C

^{a-e}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$)

^{A-D}Aynı sütunda (SM ve ISM örneklerinin kendi arasında) farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir ($p<0,05$)

3.4.1. Mısır püskülü tozu içeren glutensiz erişmelerin renk değerleri

Tablo 3.14'te mısır püskülü tozu içeren glutensiz erişmelerin renk değerleri verilmiştir. SM ve ISM erişmelerine artan oranda MP ilavesinin L^* değerinde önemli bir düşüşe neden olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Bunun nedeninin Tablo 3.5'te belirtildiği gibi MP'nin düşük L^* değerinden ve Tablo 3.1'de belirtildiği gibi yüksek kül içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Parlaklık değerindeki bu azalma üretilen erişmelerde görsel olarak da belirgindir (Resim 2.3). Örnekler incelendiğinde en düşük L^* değeri ISMP5'de belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak ISM'nin ısıtma işleminden kaynaklı azalan parlaklığına ilave olarak MP'yi en yüksek oranda içermesi olduğu görülmektedir. SM'den üretilen MP erişmelerinde en yüksek a^* ve b^* değeri kontrol eriştesinde iken en düşük a^* değeri SMP0,5'de, en düşük b^* değeri ise SMP5'de bulunmuştur. SMP5'de MP oranının en yüksek bulunmasından kaynaklı olarak sarılık değeri de düşmüştür. ISM'den üretilen MP erişmelerinde ise en yüksek a^* değeri ISMP0,5'de belirlenirken en düşük a^* değeri kontrol eriştesinde (ISM60) belirlenmiştir. Aynı

erişteler için en yüksek b* değeri kontrol eriştesinde elde edilirken, en düşük b* değeri ISMP5’de görölmüştür.

Tablo 3.14. Mısır püskölü tozu içeren glutensiz eriştelerin renk değeri

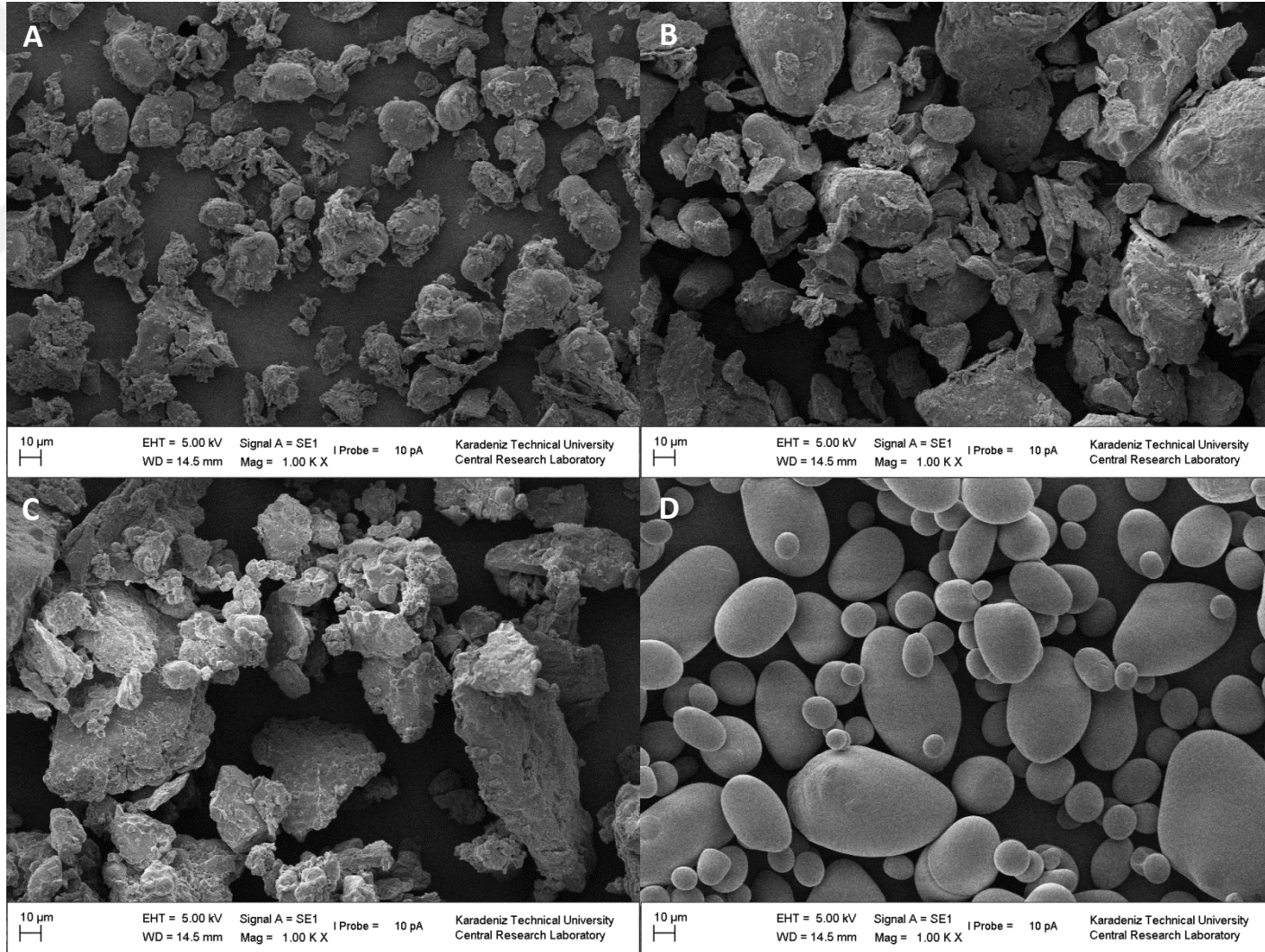
Örnek	L*	a*	b*
SM60	87,76±0,34 ^{a;E}	1,23±0,12 ^{c;C}	17,65±0,24 ^{e;D}
SMP0,5	86,00±0,35 ^{b;D}	0,89±0,08 ^{a;A}	17,19±0,44 ^{d;C}
SMP1	84,11±0,12 ^{f;C}	1,08±0,05 ^{b;B}	17,10±0,18 ^{d;C}
SMP2,5	80,31±0,43 ^{d;B}	1,14±0,07 ^{b;B}	14,48±0,50 ^{b;B}
SMP5	77,94±0,61 ^{b;A}	1,24±0,14 ^{c;C}	12,80±0,13 ^{a;A}
ISM60	85,38±0,58 ^{g;E}	1,44±0,05 ^{d;A}	20,45±0,05 ^{i;E}
ISMP0,5	81,95±1,07 ^{e;D}	1,61±0,02 ^{e;D}	19,58±0,41 ^{h;D}
ISMP1	80,34±0,32 ^{d;C}	1,56±0,05 ^{e;C}	19,17±0,18 ^{g;C}
ISMP2,5	79,15±0,95 ^{c;B}	1,48±0,02 ^{d;B}	18,20±0,06 ^{f;B}
ISMP5	75,75±0,28 ^{a;A}	1,47±0,01 ^{d;AB}	16,04±0,27 ^{c;A}

^{a-i}Aynı sütunda bulunan farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

^{A-E}Aynı sütunda (SM ve ISM örneklerinin kendi arasında) farklı harfler, örnekler arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir (p<0,05)

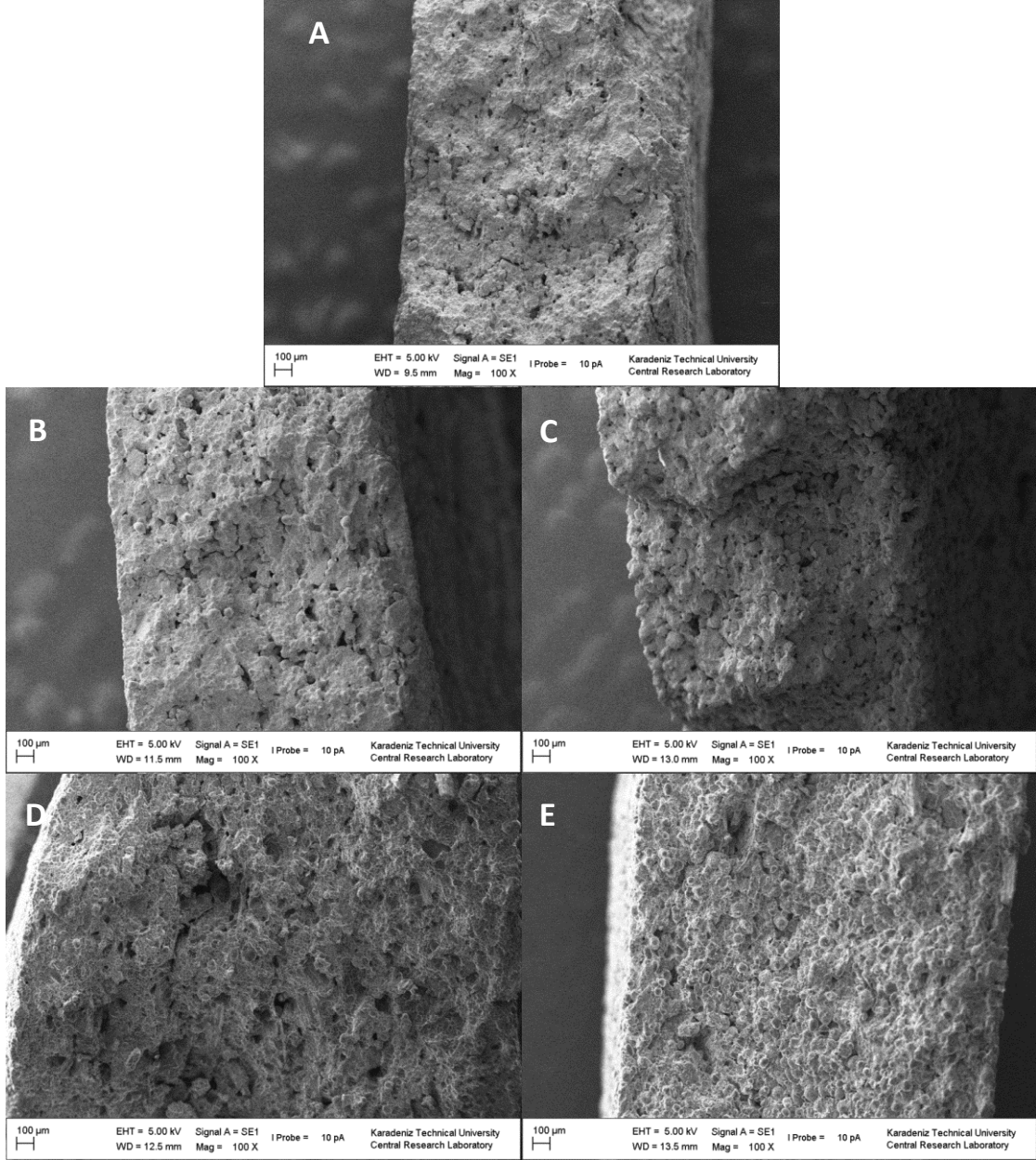
3.5. Un ve Glutensiz Erişte Örneklerinin Mikro Yapıları

Glutensiz erişte üretiminde kullanılan un ve nişastaların mikro yapı görüntüleri Resim 3.1’de verilmiştir. Örneklerde nişasta granüllerinin oval, küresel ve düzensiz geometriye sahip oldukları belirlenmiştir. SM’de görölen gözenekli ve düzensiz yapı, ısıt ışlem uygulanması ile daha belirgin hale gelmiştir (Resim 3.1A, 3.1B). Ayrıca ısıt ışlem uygulaması ile nişasta granüllerinin daha büyük ve daha pürüzlü bir yapıya ulaştığı gözlemlenmiştir. Bunun nişastanın su emilimine bağlı olabileceği literatürde belirtilmiştir (Aguilera ve ark., 2009). Pirinç unu mikro yapısı incelendiğinde, granüllerin gözenekli ve pürüzlü bir yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir (Resim 3.1C). Patates nişastasının mikro yapısı incelendiğinde ise, granüllerin bozulmamış, düzenli, pürüzsüz ve ağırlıklı olarak oval şekilde olduğu görölmektedir (Resim 3.1D). Chen ve ark. (2021) yaptıkları şalışmada, patates nişastasında nişasta granüllerinin küresel ve elipsoid şekillere benzediği, ayrıca granöl yüzeylerinin bu şalışmaya benzer şekilde gözeneksiz ve pürüzsüz olduğunu belirtmişlerdir.



Resim 3. 1. Un ve nişasta örneklerinin SEM görüntüleri; A: Sarı mercimek unu, B: Isıl işlem görmüş sarı mercimek unu, C: Pirinç unu, D: Patates nişastası (1000× büyütme)

Pişmemiş glutensiz eriştelerin mikro yapısı Resim 3.2'de verilmiştir. Kontrol eriştesine (Resim 3.2A) kıyasla SM, ISM ve MP ile zenginleştirilen örneklerin mikro yapısının belirgin düzeyde farklı olduğu görülmektedir. Kontrol eriştesinin SEM görüntüsü incelendiğinde, erişte yapısındaki belirgin gözenekler ve pürüzlü yapı dikkat çekmektedir. SM ile zenginleştirilen eriştede daha az pürüzlü bir yapı gözlemlenirken, ISM ile zenginleştirilen eriştede kontrol eriştesindeki benzer nişasta varlığı ve gözenekli yapının daha belirgin olduğu belirlenmiştir. Eriştelerdeki gözeneklerin ve belirgin nişasta varlığının üretildikleri unun mikro yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir (Resim 3.1). ISM60'ın gözenekli yapısının pişme kaybı değerleriyle (Tablo 3.8) uyumlu olduğu görülmektedir. Çünkü ISM60'da fazla olan gözenekli yapının, gözeneklerden dışarı nişasta, çözünür diyet lifi ve diğer katı bileşenlerin sızmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Resim 3.2B, 3.2C) (Phongthai ve ark., 2017). Bouasla ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada kırmızı mercimek ununun yapıya katılmasının, pirinç makarnasının mikro yapısında değişiklikler oluşturduğu ve pürüzlü yapıyı arttırdığı fakat gözenek oluşumunun azaldığını belirtmişlerdir. Wójtowicz ve Mościcki (2014) yaptıkları çalışmada, mercimek unu ile zenginleştirilmiş makarnanın, mercimek unu miktarından bağımsız olarak dış katmanlarında nişasta granülleri gözlemlemişlerdir. Ayrıca makarnanın yapısının pürüzlü ve gözenekli bir yüzeye sahip olduğunu belirtmişlerdir. MP ile zenginleştirilen eriştelerin mikro yapısı incelendiğinde, MP ilavesi eriştelerin gözenekliliğini arttırdığı görülmektedir. Ayrıca %5,0 SMP'nin yapısında bulunan gözeneklerin %5,0 ISMP'den daha büyük olduğu belirlenmiştir (Resim 3.2D, 3.2E). %5,0 ISMP örneğinin granül boyutları ve sayısı, %5,0 SMP'den daha büyük ve daha çok sayıda olduğu görülmektedir. Raungrasmee ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, pirinç eriştesine inülin ve pirinç kepeği ilavesinin erişte gözenekliliğini arttırdığını belirtmişlerdir.



Resim 3. 2. Glutensiz eşiştelerin SEM görüntüleri; A: Kontrol eşiştesi, B: %60 SM eşiştesi, C: %60 ISM eşiştesi, D: %5 SMP eşiştesi, E: %5 ISMP eşiştesi (100  büyütme)

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında çölyak hastalarının tüketimi için geliştirilen glutensiz eriştelerin besinsel, teknolojik, ısısal, duyuşal özellikleri ile mikro yapıları incelenmiştir. PU ve PN içeren eriştelerin formülasyonuna benzer şekilde PU ve PN yerine, %20-40-60-80 oranlarında ısıl işlem görmemiş ve ısıl işlem görmüş sarı mercimek unu ile zenginleştirme yapılarak protein içeriğı arttırılmıştır. Ayrıca tezin ikinci kısmında besinsel lif içeriğini arttırmak için %60 oranında mercimek unu içeren erişte formülasyonlarına %0,5-1,0-2,5-5,0 oranlarında mısır püskülü tozu ilave edilmiştir. Üretilen Türk tipi glutensiz eriştelere yapılan analizlerin sonuçları incelendiğinde, erişte üretiminde kullanılan hammaddelerin besinsel bileşiminin üretilen eriştelerin kalitesi ve fizikokimyasal özelliklerini önemli düzeyde etkilediğı bulunmuştur.

Çölyak ve diğler gluten ile ilgili rahatsızlıkları olan tüketiciler için ülkemizde ürün sayısı kısıtlıdır. Bu yüzden bu hastalar için ürün sayısı ve çeşidinin arttırılması gıda sanayisi için önemlidir. Glutensiz ürünler genel kompozisyon olarak düşük besin içeriklerine sahiptir. Baklagiller yüksek besin içerikleri sayesinde tüketiciler için önemli bir besin kaynağıdır. Ancak baklagiller yüksek besin içeriğinin yanında yüksek oranda da anti besin öğesi bileşenler içerebilmektedir. Bu anti besin öğelerini minimuma indirmek için hammaddelere ısıl işlem uygulanmıştır. Isıl işlem uygulanması sarı mercimek ununda yağ, TBL, nişasta ve amiloz değerlerinin önemli düzeyde artmasına ($p<0,05$), kül, suda çözünür protein ve fitik asit içeriklerinin de önemli düzeyde azalmasına neden olmuştur ($p<0,05$). Ayrıca ısıl işlem uygulanmasının protein ve toplam antioksidan aktivite değerlerinde önemli düzeyde bir değişime neden olmadığı belirlenmiştir ($p>0,05$). Isıl işlem uygulaması hammaddenin STK'sını da arttırmıştır. STK'nın yüksek olması hamurun daha fazla su almasını sağlayarak hamur işleme özelliklerini iyileştirmiştir. Bu tez çalışmasında sarı mercimek ununun zenginleştirme amacıyla seçilmesi, sarı mercimeğin ülkemizde üretilen yerli bir ürün olması ve diğler baklagillerle rekabet edebilir düzeyde yüksek protein içeriğine sahip olmasından kaynaklıdır.

Glutensiz erişte örneklerine SM ve ISM'nin artan oranlarda ilave edilmesi kontrol örneğine kıyasla, kül ve suda çözünür protein içeriğinde önemli düzeyde bir artışa yol açtığı saptanmıştır ($p<0,05$). Ayrıca SM eriştelerinin ISM eriştelerinden daha yüksek kül ve suda çözünür protein içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. SM eriştelerine MP ilavesi kül içeriğinde önemli düzeyde bir fark yaratmazken ($p>0,05$), ISM eriştelerinde %5 MP içeren örneğin kül içeriğı istatistiksel olarak en yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Glutensiz erişte örneklerinin TBL ve fitik asit içerikleri incelendiğinde, ISM'den üretilen eriştelerin fitik asit içeriğı, SM'den üretilen eriştelere göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($p<0,05$). İnsan beslenmesi için gıdaların besinsel lif içeriğı önemli bir özellik olup besinsel liflerin hastalıklara karşı koruyucu etkisinin olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Glutensiz ürünlere besinsel lif eklenmesinin asıl amacı, besin değerini

arttırmak, tekno-fonksiyonel özellikleri iyileştirmek ve duyuşal çekiciliği arttırmaktır. Baklagiller besinsel lif açısından zengin gıda ürünleridir. Bu yüzden kontrol eşiştesinin TBL içeriği SM ve ISM katkılı eşiştelere göre oldukça düşük bulunmuştur. SM ve ISM ile zenginleştirme kontrol eşiştesine kıyasla TBL içeriğinde önemli düzeyde bir artış sağlamıştır ($p<0,05$). Ayrıca SM ve ISM eşiştelere MP ilavesi de TBL içeriğinde artışa yol açmıştır ($p<0,05$). Çünkü MP'nin, TBL içeriği bakımından oldukça zengin (%65,04) bir hammadde olduğu bulunmuştur.

SM ve ISM ile zenginleştirilmiş glutensiz eşiştelere pişme özellikleri incelendiğinde, kontrol eşiştesinin zenginleştirilmiş glutensiz eşiştelere daha uzun pişme süresine sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca kontrol eşiştesinin düşük TBL içeriği nişasta ağıının daha geç zayıflamasını sağlamış ve bu sayede pişme kaybı daha az gerçekleşmiştir. Isıl işlem uygulamasının hammaddenin TBL içeriğinde sağladığı artış ile ISM eşiştelere pişme kaybı daha yüksek oranlarda gerçekleşmiştir. ISM80 için pişme kaybı nişastalı eşiştelere için kabul edilen %10'luk pişme kaybının biraz üzerinde kalmıştır. ISM80 dışında üretilen bütün glutensiz eşiştelere pişme kaybı için kabul edilebilir değere sahiptir. MP ile zenginleştirilen glutensiz eşişte örneklerinde, MP'nin artan oranlarda ilavesi, SM eşiştelere pişme kaybının azalmasını sağlarken ISM eşiştelere pişme kaybının artmasına neden olmuştur. Ayrıca SM60 ve ISM60 eşiştelere artan oranda MP ilavesinin pişme süresinin uzamasını yol açtığı görölmektedir.

Glutensiz eşiştelere tekstür özellikleri incelendiğinde, en sert yapıya sahip eşişte K, SM40, SM80, ISM20, ISM40 ve ISM60 olarak belirlenirken bunun eşiştelere düşük su tutma kapasitesi ve şişme indeksine bağlı olduğu düşünölmektedir. ISM'nin artan oranlarda ilavesi ISM20, ISM40 ve ISM60'ın sertliğinde bir değışime neden olmazken, ISM80'nin sertliğinde önemli düzeyde bir azalmaya neden olmuştur ($p<0,05$). SM eşiştelere tekstürel özellikleri incelendiğinde, en yüksek sertlik SM40 ve SM80'de belirlenmiş olup; ISM20 ve ISM60 arasında önemli düzeyde bir fark belirlenememiştir ($p>0,05$). SM'nin artan oranlarda ilavesinin sertliği arttırdığı gözlemlenirken SM60 bu artışa uyum göstermemiştir. SM60 pişme sırasında SM40'a göre parçalanma eğiliminden kaynaklı olarak SM40'ın SM60'dan daha yüksek bir sertlik değere sahip olduğu düşünölmektedir. Eşiştelere yapışkanlık, elastikiyet ve çiğnenebilirlik değereğinde artan SM veya ISM oranları arasında belirgin bir eğilim olmadığı görölmüştür.

Glutensiz eşişte örneklerinin duyuşal özellikleri incelendiğinde tüketici tarafından en yüksek yapışkanlık, çiğnenebilirlik, lezzet ve genel beğeni değereğinin ISM20'ye ait olduğu belirlenmiştir. En düşük renk, lezzet ve genel beğeni puanlarının ise SM20'ye ait olduğu bulunmuştur. ISM20 ve SM20 eşiştelere haricindeki diğer bütün eşiştelere lezzet ve genel beğeni değereğeri arasında önemli bir fark belirlenememiştir ($p>0,05$). Ayrıca SM ve ISM eşiştelere çiğnenebilirliği arasında önemli düzeyde bir fark olmadığı görölmüştür ($p>0,05$). Tüketici beğenisini etkileyen en önemli parametrelerden biri olan renk değereğinde SM ve ISM

ilavesi eriştelerin parlaklığında azalış, sarılığında ise artış sağlamıştır. Tüketiciler Türk tipi glutensiz erişte için en uygun rengin SM40 ve ISM20, ISM40 ve ISM60'da olduğunu belirlemişlerdir. Çünkü Türk tipi erişteye en yakın renge bu eriştelerin sahip olduğu düşünölmektedir.

Sonuç olarak; ısıı işlem uygulamasının üretilen glutensiz eriştelerin besin içeriğinin iyileşmesinde önemli bir rol oynadığı görölmektedir. SM ve ISM'nin Kjeldahl yöntemiyle belirlenen protein içerikleri arasında bir fark belirlenemezken, suda çözünür protein içerikleri incelendiğinde SM'nin daha yüksek suda çözünür protein içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden çalışmada hedeflendiği gibi ısıı işlem uygulanması sarı mercimek ununda suda çözünür protein içeriğinin azalmasını sağlamıştır. Aynı zamanda artan oranlarda SM ve ISM ile zenginleştirmenin, glutensiz eriştelerin protein içeriğinin artmasına önemli bir katkı sağladığı görölmektedir. Isıı işlem uygulanmış %20 ISM içeren eriştenin, pişme sırasında dağılmaması, tekstürel özellikleri ve duyuusal özellikler bakımından en yüksek puanlara sahip olduğu için, ayrıca ISM erişteleri içindeki düşük pişme kaybı ile ISM20'nin çölyak hastaları için yeni bir ürün özelliği taşıyabileceği düşünölmektedir. Ayrıca MP ilave edilen glutensiz eriştelerin bu tez çalışmasında hedeflendiği gibi TBL içeriğinin artmasına katkı sağladığı görölmüştür. SMP5 en düşük pişme kaybına ve en yüksek kül içeriğine sahip MP ilaveli erişte olmasına karşın, ISMP0,5 MP içeren ISM erişteleri arasında tek kabul edilebilir pişme kaybına sahip erişte olup, renk, suda çözünür protein içeriği, TBL ve toplam antioksidan içeriği bakımından SMP5'e göre daha iyi özelliklere sahip olduğu bulunmuştur.

Bu tez çalışması çölyak hastaları ve diğer gluten duyarlılığı olan kişilerin rahatlıkla tüketebileceği besleyici ve fonksiyonel özellikleri iyileştirilmiş glutensiz Türk tipi erişte üretilmesine katkı sunmuş olup ve ileriki çalışmalarda geliştirilecek diğer glutensiz ürünlerde sarı mercimek unu kullanım potansiyelini arttıracası öngörölmektedir.

KAYNAKÇA

- AACC. (2000). Approved methods of the American Association of Cereal Chemists, USA: AACC/Eagan Press.
- Aguilera, Y., Dueñas, M., Estrella, I., Hernandez, T., Benitez, V., Esteban, R. M. ve Martin-Cabrejas, M. A. (2010). Evaluation of Phenolic Profile and Antioxidant Properties of Pardina Lentil as Affected by Industrial Dehydration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(18), 10101-10108.
- Aguilera, Y., Esteban, R. M., Benitez, V., Molla, E. ve Martin-Cabrejas, M. A. (2009). Starch, Functional Properties, and Microstructural Characteristics in Chickpea and Lentil as Affected by Thermal Processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(22), 10682-10688.
- Ahmed, J., Taher, A., Mulla, M. Z., Al-Hazza, A. ve Luciano, G. (2016). Effect of Sieve Particle Size on Functional, Thermal, Rheological and Pasting Properties of Indian and Turkish Lentil Flour. *Journal of Food Engineering*, 186, 34-41.
- Ahmed, J., Varshney, S. K. ve Ramaswamy, H. S. (2009). Effect of High Pressure Treatment on Thermal and Rheological Properties of Lentil Flour Slurry. *LWT-Food Science and Technology*, 42(9), 1538-1544.
- Alaedini, A. ve Green, P. H. (2005). Narrative Review: Celiac Disease: Understanding a Complex Autoimmune Disorder. *Annals of Internal Medicine*, 142(4), 289-298.
- Alakoski, A., Hervonen, K., Mansikka, E., Reunala, T., Kaukinen, K., Kivelä, L., Laurikka, P., Huhtala, H., Kurppa, K. ve Salmi, T. (2020). The Long-Term Safety and Quality of Life Effects of Oats in Dermatitis Herpetiformis. *Nutrients*, 12(4), 1060.
- Alamprese, C., Casiraghi, E. ve Pagani, M. A. (2007). Development of Gluten-Free Fresh Egg Pasta Analogues Containing Buckwheat. *European Food Research and Technology*, 225(2), 205-213.
- Ali, A., Maylani, D. ve Pato, U. (2018). Study on the Quality of Instant Noodles Made From Riau Local Corn Flour and Sago Starch. *International Journal of Agricultural Technology*, 14(4), 465-474.
- Altuğ, T. ve Elmacı, Y. (2005). *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*. İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Amarowicz, R., Troszyńska, A., barylko-pikielna, N. I. N. A. ve Shahidi, F. (2004). Polyphenolics Extracts From Legume Seeds: Correlations Between Total Antioxidant Activity, Total Phenolics Content, Tannins Content and Astringency. *Journal of Food Lipids*, 11(4), 278-286.
- Angeli, V., Miguel Silva, P., Crispim Massuela, D., Khan, M. W., Hamar, A., Khajehei, F., Graeff-Hönniger, S. ve Piatti, C. (2020). Quinoa (chenopodium quinoa willd.): an Overview of the Potentials of the "Golden Grain" and Socio-Economic and Environmental Aspects of Its Cultivation and Marketization. *Foods*, 9(2), 216.
- Anonim. (2017). Çölyak ve Görülme Sıklığı. Erişim tarihi: 07 Nisan 2020. <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/metabolizma-ve-colyak/%C3%A7%C3%B6lyak-ve-g%C3%B6r%C3%BClme-s%C4%B1kl%C4%B1%C4%9F%C4%B1.html>
- Anonim. (2018). Sarı Mercimek Üretimi Alarm Veriyor. Erişim tarihi: 06 Ocak 2021. <https://www.haberturk.com/sari-mercimek-uretimi-alarm-veriyor-2120752-ekonomi#:~:text=Sar%C4%B1%20mercimek%C4%9Fin%20U%C5%9Fak'%C4%B1n%20E%C5%9Fme,mercimek%20t%C3%BCr%C3%BCn%C3%BCn%20koruma%20alt%C4%B1na%20al%C4%B1nmas%C4%B1>
- Anonim. (2019a). T.C. Sağlık bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Dairesi Başkanlığı, 2019 Nisan Ayı Çölyak Hasta Dağılımı. Erişim tarihi: 02 Ocak 2021. <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/metabolizma-ve-colyak/%C3%A7%C3%B6lyak-ve-g%C3%B6r%C3%BClme-s%C4%B1kl%C4%B1%C4%9F%C4%B1.html>

- Anonim. (2019b). Mercimek Bülteni. *Dünyada Mercimek*. Erişim tarihi: 07 Aralık 2020. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/M%C4%B0LL%C4%B0%20TARIM/MERC%C4%B0MEK%20ARALIK%20B%C3%9CLTEN%C4%B0.pdf>
- Anonim. (2020a). Çölyak Nedir?/Belirtileri. Erişim tarihi: 31 Ekim 2020. <https://www.colyak.org.tr/colyak/colyak-nedir>
- Anonim. (2020b). SGK Çölyak Devlet Yardımı Ödemeleri 2020 Ne Kadar? Erişim tarihi: 31 Ekim 2020. <https://www.colyakhastaligi.com/konu/sgk-colyak-devlet-yardimi-odemeleri-2020-ne-kadar.58/#:~:text=SGK%20%C3%A7%C3%B6lyak%20devlet%20yard%C4%B1m%C4%B1%20%C3%B6demeleri,TL%20her%20ay%20%C3%B6deme%20yap%C4%B1lmaktad%C4%B1r.>
- Anonim. (2020c). Policies Around the World. Erişim tarihi: 31 Ekim 2020. <https://www.coeliac.org.uk/information-and-support/coeliac-disease/once-diagnosed/prescriptions/>
- Anonim. (2020d). Policies Around the World. Erişim tarihi: 31 Ekim 2020. <https://www.argentina.gob.ar/salud/celiaquia/legislacion>
- Anonim. (2020e). Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği. *Tebliğ No: 2012/4, 28163*. Erişim tarihi: 03 Nisan 2020. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012.01.20120104-8.htm>
- AOAC. (1990). Official Methods Of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, USA.
- Aoki, N., Kataoka, T. ve Nishiba, Y. (2020). Crucial Role of Amylose in the Rising of Gluten-and Additive-Free Rice Bread. *Journal of Cereal Science*, 92, 102905.
- Araújo, H. M. C. ve Araújo, W. M. C. (2011). Coeliac Disease. Following the Diet and Eating Habits of Participating Individuals in the Federal District, Brazil. *Appetite*, 57(1), 105–109.
- Arendt, E. ve Dal Bello, F. (2011). *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. USA: Elsevier.
- Arocas, A., Sanz, T. ve Fiszman, S. M. (2009). Improving Effect of Xanthan and Locust Bean Gums on the Freeze-Thaw Stability of White Sauces Made with Different Native Starches. *Food Hydrocolloids*, 23(8), 2478-2484.
- Arslan, M., Rakha, A., Xiaobo, Z. ve Mahmood, M. A. (2019). Complimenting Gluten Free Bakery Products with Dietary Fiber: Opportunities and Constraints. *Trends in Food Science & Technology*, 83, 194–202.
- Asenstorfer, R. E., Appelbee, M. J. ve Mares, D. J. (2010). Impact of Protein on Darkening in Yellow alkaline noodles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58: 4500–4507.
- Atasoy, R. ve Hendek, Ertop, M. (2021). Assessment of Nutritional and Bioactive Properties for Gluten-Free Tarhana Containing Various Legumes and Cereals. *Journal of Food Processing and Preservation*, 7(45),
- Aydemir, L. Y. ve Akçakaya, F. G. (2019). Determination of the Best Functional Chickpea Cultivars by Topsis Technique. *Food and Health*, 5(4), 239–252.
- Aydın, E. (2009). *Yulaf Katkısının Eriştenin Kalite Kriterlerine Etkisi*, (Yüksek Lisans Tezi), Bursa: Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Barbana, C. ve Boye, J. I. (2013). In Vitro Protein Digestibility and Physico-Chemical Properties of Flours and Protein Concentrates From Two Varieties of Lentil (*lens culinaris*). *Food & function*, 4(2), 310–321.
- Bastos, G. M., Júnior, M. S. S., Caliari, M., de Araujo Pereira, A. L., de Moraes, C. C. ve Campos, M. R. H. (2016). Physical and Sensory Quality of Gluten-Free Spaghetti Processed From Amaranth Flour and Potato Pulp. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 128–136.

- Bayraktar, A. D. ve Akbulut, G. (2013). Diabetes Mellitus'un Tibbi Beslenme Tedavisinde Fitik Asit: Faydalı Mı? Zararlı Mı?. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(1), 150–168.
- Bazzano, L. A., He, J., Ogden, L. G., Loria, C. M. ve Whelton, P. K. (2003). Dietary Fiber Intake and Reduced Risk of Coronary Heart Disease in US Men and Women: The National Health and Nutrition Examination Survey I Epidemiologic Follow-Up Study. *Archives of Internal Medicine*, 163(16), 1897–1904.
- Békés, F., Gianibelli, M. C. ve Wrigley, C. W. (2016). The gluten proteins of the wheat grain in relation to flour quality. Encyclopedia of food grains. *Encyclopedia of Food Grains*, (3), 375–383.
- BeMiller, J. N. (2011). Pasting, Paste, and gel Properties of Starch-Hydrocolloid Combinations. *Carbohydrate Polymers*, 86(2), 386–423.
- BeMiller, J. N. ve Whistler, R. L. (2009). *Starch: Chemistry and Technology*. USA: Academic Press.
- Bertolini, A. (2009). *Starches: Characterization, Properties, and Applications. Trends in Starch Applications*. USA: CRC Press.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E. ve Sapirstein, H. D. (2005). Phenolic Content and Antioxidant Activity of Pearled Wheat and Roller-Milled Fractions. *Cereal Chemistry*, 82(4), 390–393.
- Bhattacharya, M., Zee, S. Y. ve Corke, H. (1999). Physicochemical Properties Related to Quality of Rice Noodles. *Cereal Chemistry*, 76(6), 861–867.
- Borsuk, Y., Arntfield, S., Lukow, O. M., Swallow, K. ve Malcolmson, L. (2012). Incorporation of Pulse Flours of Different Particle Size in Relation to Pita Bread Quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(10), 2055–2061.
- Bouasla, A., Wójtowicz, A. ve Zidoune, M. N. (2017). Gluten-Free Precooked Rice Pasta Enriched With Legumes Flours: Physical Properties, Texture, Sensory Attributes and Microstructure. *LWT*, 75, 569–577.
- Boukid, F., Vittadini, E., Lusuardi, F., Ganino, T., Carini, E., Morreale, F. ve Pellegrini, N. (2019). Does Cell Wall Integrity in Legumes Flours Modulate Physiochemical Quality and In Vitro Starch Hydrolysis of Gluten-Free Bread?. *Journal of Functional Foods*, 59, 110–118.
- Bourré, L., Frohlich, P., Young, G., Borsuk, Y., Sopiwnyk, E., Sarkar, A. ve Malcolmson, L. (2019). Influence of Particle Size on Flour and Baking Properties of Yellow Pea, Navy Bean, and Red Lentil Flours. *Cereal Chemistry*, 96(4), 655–667.
- Boye, J., Zare, F. ve Pletch, A. (2010). Pulse Proteins: Processing, Characterization, Functional Properties and Applications in Food and Feed. *Food Research International*, 43(2), 414–431.
- Bresciani, A. ve Marti, A. (2019). Using Pulses in Baked Products: Lights, Shadows, and Potential Solutions. *Foods*, 8(10), 451.
- Briani, C., Samaroo, D. ve Alaedini, A. (2008). Celiac Disease: From Gluten to Autoimmunity. *Autoimmunity Reviews*, 7(8), 644–650.
- Cabrera-Chávez, F., de la Barca, A. M. C., Islas-Rubio, A. R., Marti, A., Marengo, M., Pagani, M. A. ve Iametti, S. (2012). Molecular Rearrangements in Extrusion Processes for the Production of Amaranth-Enriched, Gluten-Free Rice Pasta. *LWT*, 47(2), 421–426.
- Cai, J., Chiang, J. H., Tan, M. Y. P., Saw, L. K., Xu, Y. ve Ngan-Loong, M. N. (2016). Physicochemical Properties of Hydrothermally Treated Glutinous Rice Flour and Xanthan Gum Mixture and Its Application in Gluten-Free Noodles. *Journal of Food Engineering*, 186, 1–9.
- Cakmak, H., Mama, M. ve Yilmaz, S. M. (2021). Determination of the Effects of Flaxseed (*Linum Usitatissimum* L.) Sprouts Powder on the Gluten-Free Cupcake Quality. *Journal of Food Processing and Preservation*, e15435.

- Caminero, A., Nistal, E., Herrán, A. R., Pérez-Andrés, J., Vaquero, L., Vivas, S., de Morales, J. M. R. ve Casqueiro, J. (2014). Gluten Metabolism in Humans: Involvement of the Gut Microbiota. *Wheat and Rice in Disease Prevention and Health*, Ed. Ronald Ross Watson, Victor R. Preedy ve Sherma Zibadi, (ss. 157–170). USA: Academic Press.
- Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G. ve Oomah, B. D. (2010). Minor Components of Pulses and Their Potential Impact on Human Health. *Food Research International*, 43(2), 461–482.
- Carbonaro, M., (2011). “Role of Pulses in Nutraceuticals”, *Pulse Foods: Processing, Quality and Nutraceutical Applications*, Ed. Brijesh K. Tiwari, Aoife Gowen ve Brian McKenna, (ss. 385–418), New York: Academic Press.
- Casper, J. L. ve Atwell, W. A. (2016). *Gluten-free Baked Products*. Minnesota,: AACC International.
- Cham, S. ve Suwannaporn, P. (2010). Effect of Hydrothermal Treatment of Rice Flour on Various Rice Noodles Quality. *Journal of Cereal Science*, 51(3), 284–291.
- Chang, Y. H., Lin, C. L. ve Chen, J. C. (2006). Characteristics of Mung Bean Starch Isolated by Using Lactic Acid Fermentation Solution as the Steeping Liquor. *Food Chemistry*, 99(4), 794–802.
- Chauhan, A., Saxena, D. C. ve Singh, S. (2017). Effect of Hydrocolloids on Microstructure, Texture and Quality Characteristics of Gluten-Free Pasta. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(3), 1188–1195.
- Chávez-Murillo, C. E., Veyna-Torres, J. I., Cavazos-Tamez, L. M., de la Rosa-Millán, J. ve Serna-Saldívar, S. O. (2018). Physicochemical Characteristics, ATR-FTIR Molecular Interactions and In Vitro Starch and Protein Digestion of Thermally-Treated Whole Pulse Flours. *Food Research International*, 105, 371–383.
- Chen, L., McClements, D. J., Ma, Y., Yang, T., Ren, F., Tian, Y. ve Jin, Z. (2021). Analysis of Porous Structure of Potato Starch Granules by Low-Field NMR Cryoporometry and AFM. *International Journal of Biological Macromolecules*, 173, 307–314.
- Chillo, S., Laverse, J., Falcone, P. M. ve Del Nobile, M. A. (2008). Quality of Spaghetti in Base Amaranthus Wholemeal Flour Added With Quinoa, Broad Bean and Chickpea. *Journal of Food Engineering*, 84(1), 101–107.
- Chung, H. J., Liu, Q., Donner, E., Hoover, R., Warkentin, T. D. ve Vandenberg, B. (2008). Composition, Molecular Structure, Thermal Properties, Pasting Characteristics and In Vitro Digestibility of Starches From Newly Released Canadian Cultivars of Pea, Lentil and Chickpea. *Cereal Chemistry*, 85, 471– 479.
- Corposanto, C., Molinari, B. ve Neuhold, S. (2015). Celiac Disease Seen with the Eyes of the Principle Component Analysis and Analyse Des Données. *Open Journal of Statistics*, 5(03), 211.
- Costa, A. P. D., Thys, R. C. S., Rios, A. O. Ve Flôres, S. H., (2016). Carrot Flour From Minimally Processed Residue as Substitute of β -Carotene Commercial in Dry Pasta Prepared with Common Wheat (*Triticum aestivum*), *Journal of Food Quality*, 39, 590–598.
- Çelebi, Ş. ve Karaca, H. (2006). Yumurtanın Besin Değeri, Kolesterol İçeriği ve Yumurtayı n-3 Yağ Asitleri Bakımından Zenginleştirmeye Yönelik Çalışmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(2), 257–265.
- Da Silva, E. M. M., Ascheri, J. L. R. ve Ascheri, D. P. R. (2016). Quality Assessment of Gluten-Free Pasta Prepared with a Brown Rice and Corn Meal Blend Via Thermoplastic Extrusion. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 698–706.
- De Almeida Costa, G. E., da Silva Queiroz-Monici, K., Reis, S. M. P. M. ve de Oliveira, A. C. (2006). Chemical Composition, Dietary Fibre and Resistant Starch Contents of Raw and Cooked Pea, Common Bean, Chickpea and Lentil Legumes. *Food Chemistry*, 94(3), 327–330.
- De Lima, B. R., Botelho, R. B. A. ve Zandonadi, R. P. (2019). Gluten-Free Pasta: Replacing Wheat with Chickpea. *Journal of Culinary Science & Technology*, 17(1), 1–8.

- Delcour, J. A., Joye, I. J., Pareyt, B., Wilderjans, E., Brijs, K. ve Lagrain, B. (2012). Wheat Gluten Functionality as a Quality Determinant in Cereal-Based Food Products. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3, 469–492.
- Demir, B. (2008). *Nohut Ununun Geleneksel Erişte ve Kuskus Üretiminde Kullanım İmkânları Üzerine Bir Araştırma*, (Yüksek Lisans Tezi), Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Demir, B. (2018). *Çimlendirilmiş Kinoa Ununun Glutenli ve Glutensiz Makarna Üretiminde Kullanım İmkânları*, (Doktora Tezi), Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H. ve Patil, R. T. (2012). Dietary Fibre in Foods: a Review. *Journal of Food Science and Technology*, 49(3), 255–266.
- Di Cairano, M., Condelli, N., Caruso, M. C., Marti, A., Cela, N. ve Galgano, F. (2020). Functional Properties and Predicted Glycemic Index of Gluten Free Cereal, Pseudocereal and Legume Flours. *LWT*, 133, 109860.
- Dicke, WK. (1950). *Celiac Disease. Investigation of the Harmful Effects of Some Cereal Types on Patients with Celiac Disease*. (PhD thesis). Netherlands: University of Utrecht.
- Dickey, W. (2008). Making Oats Safer for Patients with Coeliac Disease. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*, 20(6), 494–495.
- Dickey, W. ve Kearney, N. (2006). Overweight in Celiac Disease: Prevalence, Clinical Characteristics, and Effect of a Gluten-Free Diet. *American Journal of Gastroenterology*, 101(10), 2356–2359.
- Dieterich, W., Schuppan, D., Schink, M., Schwappacher, R., Wirtz, S., Agaimy, A., Neurath, M. F. ve Zopf, Y. (2019). Influence of Low FODMAP and Gluten-Free Diets on Disease Activity and Intestinal Microbiota in Patients with Non-Celiac Gluten Sensitivity. *Clinical Nutrition*, 38(2), 697–707.
- Diez-Sampedro, A., Olenick, M., Maltseva, T. ve Flowers, M. (2019). A Gluten-Free Diet, not an Appropriate Choice Without a Medical Diagnosis. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 5.
- Dizlek, H. (2012). Buğdaydaki gluten proteinleri: Gliadin. *Akademik Gıda*, 10(2), 109–114.
- Do Nascimento, A. B., Fiates, G. M. R., dos Anjos, A. ve Teixeira, E. (2014). Gluten-Free is not Enough—Perception and Suggestions of Celiac Consumers. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 65(4), 394–398.
- Domene, S. M. Ve De Oliveira, A. C. (1993). The use of nitrogen-15 labeling for the assessment of leguminous protein digestibility. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 39(1), 47–53.
- Du, S. K., Jiang, H., Yu, X. ve Jane, J. L. (2014). Physicochemical and Functional Properties of Whole Legume Flour. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 308–313.
- Duangpapeng, P., Ketthaisong, D., Lomthaisong, K., Lertrat, K., Scott, M. P. ve Suriharn, B. (2018). Corn Tassel: A New Source of Phytochemicals and Antioxidant Potential for Value-Added Product Development in the Agro-Industry. *Agronomy*, 8(11), 242.
- Duranti, M. (2006). Grain Legume Proteins and Nutraceutical Properties. *Fitoterapia*, 77(2), 67–82.
- Ebrahimzadeh, M. A., Pourmorad, F. ve Hafezi, S. (2008). Antioxidant Activities of Iranian Corn Silk. *Turkish Journal of Biology*, 32(1), 43–49.
- Ellella, M. H. A., Goda, E. S., Gab-Allah, M. A., Hong, S. E., Pandit, B., Lee, S., Cemal, H., Rehman, A. ve Yoon, K. R. (2020). Xanthan Gum-Derived Materials for Applications in Environment and Eco-Friendly Materials: A Review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 104702.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C. ve Attia, H. (2011). Dietary Fibre and Fibre-Rich By-Products of Food Processing: Characterisation, Technological Functionality and Commercial Applications: A Review. *Food Chemistry*, 124(2), 411–421.

- Ellis, H. J. ve Ciclitira, P. J. (2008). Should Coeliac Sufferers be Allowed Their Oats?. *European journal of Gastroenterology & Hepatology*, 20(6), 492–493.
- Elzoghby, A. O., Elgohary, M. M. ve Kamel, N. M. (2015). Implications of Protein-and Peptide-Based Nanoparticles as Potential Vehicles for Anticancer Drugs. *In Advances in Protein Chemistry and Structural Biology*, 98, 169–221.
- Ergin, A., (2011). *Çölyak Hastalarına Özel Bisküvi, Erişte Ve Pide Üretimi*. (Yüksek Lisans Tezi), Denizli: Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ertop, M. H., Bektaş, M. ve Atasoy, R. (2020). Effect of Cereals Milling on the Contents of Phytic Acid and Digestibility of Minerals and Protein. *Ukrainian Food Journal*, 9(1), 136-147.
- Eyidmir, E., (2006). *Kayısı Çekirdeği İlavesinin Eriştenin Bazı Kalite Kriterlerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Malatya: İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Falchuk, Z. M., Rogentine, G. N. ve Strober, W. (1972). Predominance of Histocompatibility Antigen HL-A8 in Patients with Gluten-Sensitive Enteropathy. *The Journal of Clinical Investigation*, 51(6), 1602–1605.
- Fan, J., Wang, K., Liu, M. ve He, Z. (2008). In Vitro Evaluations of Konjac Glucomannan and Xanthan Gum Mixture as the Sustained Release Material of Matrix Tablet. *Carbohydrate Polymers*, 73(2), 241–247.
- FAO. (2008). The potato: Utilization-International Year of the Potato. Erişim tarihi: 31 Ocak 2011. <http://www.fao.org/potato-2008/pdf/IYPbook-en.pdf>
- FAOSTAT. (2018). Production Share of Lentils by Region. Erişim tarihi: 07 Aralık 2020. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
- Faris, M. E. A. I. E., Takruri, H. R. ve Issa, A. Y. (2013). Role of Lentils (*Lens culinaris* L.) in Human Health and Nutrition: A Review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 6(1), 3–16.
- Fasano, A., Berti, I., Gerarduzzi, T., Not, T., Colletti, R. B., Drago, S., Elitsur, Y., Green, P. H. R., Guandalini, S., Hill, I. D., Pietzak, M., Ventura, A., Thorpe, M., Kryszak, D., Fornaroli, F., Wasserman, S. S., Murray, J. A. ve Horvath, K. (2003). Prevalence of Celiac Disease in at-risk and not-at-risk Groups in the United States: A Large Multicenter Study. *Archives of Internal Medicine*, 163(3), 286–292.
- Ferreira, S. M. R., de Mello, A. P., dos Anjos, M. D. C. R., Krüger, C. C. H., Azoubel, P. M. ve de Oliveira Alves, M. A. (2016). Utilization of Sorghum, Rice, Corn Flours with Potato Starch for the Preparation of Gluten-Free Pasta. *Food Chemistry*, 191, 147–151.
- Ferrero, C., Martino, M. N. ve Zaritzky, N. E. (1994). Corn Starch-Xanthan Gum Interaction and Its Effect on the Stability During Storage of Frozen Gelatinized Suspension. *Starch-Stärke*, 46(8), 300–308.
- Fiume, M. M., Heldreth, B., Bergfeld, W. F., Belsito, D. V., Hill, R. A., Klaassen, C. D., Liebler, D. C., Marks, J. G., Shank, R. C., Slaga, T. J., Snyder, P. W. ve Andersen, F. A. (2016). Safety Assessment of Microbial Polysaccharide Gums as Used in Cosmetics. *International Journal of Toxicology*, 35(1), 5S-49S.
- Foot, I. M. ve Angus, W. J. (2005). Breeding Breadmaking Varieties for European Markets. *Using Cereal Science and Technology for the Benefit of Consumers*. Ed. Stanley P. Cauvain, Susan S. Somon ve Linda S. Young, (18–23), UK: Woodhead Publishing Limited.
- Foschia, M., Horstmann, S., Arendt, E. K. ve Zannini, E. (2016). Nutritional Therapy–Facing the Gap Between Coeliac Disease and Gluten-Free Food. *International Journal of Food Microbiology*, 239, 113–124.
- Fry, L., Madden, A. M. ve Fallaize, R. (2017). An Investigation Into the Nutritional Composition and Cost of Gluten-Free Versus Regular Food Products in the UK. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 31(1), 108–120.
- Fu, B. X. (2008). Asian noodles: History, Classification, Raw Materials, and Processing. *Food Research International*, 41(9), 888–902.

- Fu, M., Sun, X., Wu, D., Meng, L., Feng, X., Cheng, W. ve Tang, X. (2020). Effect of Partial Substitution of Buckwheat on Cooking Characteristics, Nutritional Composition, and In Vitro Starch Digestibility of Extruded Gluten-Free Rice Noodles. *LWT*, 126, 109332.
- Fujiwara, N., Hall, C. ve Jenkins, A. L. (2017). Development of Low Glycemic Index (GI) Foods by Incorporating Pulse Ingredients Into Cereal-Based Products: Use of In Vitro Screening and In Vivo Methodologies. *Cereal Chemistry*, 94(1), 110–116.
- Gallagher, E., Gormley, T. R., ve Arendt, E. K. (2004). Recent Advances in the Formulation of Gluten-Free Cereal-Based Products. *Trends in Food Science & Technology*, 15(3–4), 143–152.
- Ganesan, K., ve Xu, B. (2017). Polyphenol-Rich Lentils and Their Health Promoting Effects. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(11), 2390.
- Garsed, K. ve Scott, B. B. (2007). Can Oats be Taken in a Gluten-Free Diet? A Systematic Review. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 42(2), 171–178.
- Gee, S. (1888). On the Coeliac Affliction. *St Barth. Hosp. Rep.*, 24, 17–20.
- Geerts, M. E., Strijbos, M., van der Padt, A. ve van der Goot, A. J. (2017). Understanding Functional Properties of Mildly Refined Starch Fractions of Yellow Pea. *Journal of Cereal Science*, 75, 116–123.
- Ghashghaei, T., Soudi, M.R. ve Hoseinkhani, S. (2016). Optimization of Xanthan Gum Production From Grape Juice Concentrate Using Plackett-Burman Design and Response Surface Methodology. *Applied Food Biotechnology*, 3(1), 15–23.
- Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Fortunati, P. ve Masoero, F. (2015). Cooking Quality and Starch Digestibility of Gluten-Free Pasta Using New Bean Flour. *Food Chemistry*, 175, 43–49.
- Göncü, A. (2020). *Tarhana Üretiminde Farklı Mercimek Unları ve Boza Kullanım Olanaklarının Araştırılması*. (Doktora Tezi), Denizli: Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Green, P. H. ve Cellier, C. (2007). Celiac Disease. *New England Journal Of Medicine*, 357(17), 1731–1743.
- Grigelmo-Miguel, N., Carreras-Boladeras, E. ve Martín-Belloso, O. (1999). Development of High-Fruit-Dietary-Fibre Muffins. *European Food Research and Technology*, 210(2), 123–128.
- Gulia, N., Dhaka, V. ve Khatkar, B. S. (2014). Instant Noodles: Processing, Quality, and Nutritional Aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(10), 1386–1399.
- Gunaratne, A. ve Hoover, R. (2002). Effect of Heat-Moisture Treatment on the Structure and Physicochemical Properties of Tuber and Root Starches. *Carbohydrate Polymers*, 49(4), 425–437.
- Guo, J., Liu, T., Han, L. ve Liu, Y. (2009). The Effects of Corn Silk on Glycaemic Metabolism. *Nutrition & Metabolism*, 6(1), 1–6.
- Guo, X. N., Gao, F. ve Zhu, K. X. (2020). Effect of Fresh Egg White Addition on the Quality Characteristics and Protein Aggregation of Oat Noodles. *Food Chemistry*, 127319.
- Habibi, H. ve Khosravi-Darani, K. (2017). Effective Variables on Production and Structure of Xanthan Gum and Its Food Applications: A Review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 10, 130–140.
- Hamer, R. J., & van Herpen, T. W. J. M. (2009). Overview of peptides causing celiac disease and strategies for their elimination. *The science of gluten-free foods and beverages*. Proceedings of the First International Conference of Gluten-Free Cereal Products and Beverages, (ss. 53-59), Cork, Ireland, 12-14 September, 2007 2009.
- Han, H. ve Baik, B. K. (2008). Antioxidant Activity and Phenolic Content of Lentils (*Lens Culinaris*), Chickpeas (*Cicer Arietinum* L.), Peas (*Pisum Sativum* L.) and Soybeans (*Glycine Max*), and Their Quantitative Changes During Processing. *International Journal of Food Science & Technology*, 43(11), 1971–1978.

- Han, X., Shen, T. ve Lou, H. (2007). Dietary Polyphenols and Their Biological Significance. *International Journal of Molecular Sciences*, 8, 950–988.
- Hasanudin, K., Hashim, P. ve Mustafa, S. (2012). Corn Silk (Stigma Maydis) in Healthcare: a Phytochemical and Pharmacological Review. *Molecules*, 17(8), 9697–9715.
- Hatcher, D. W., Anderson, M. J., Desjardins, R. G., Edwards, N. M. ve Dexter, J. E. (2002). Effects of Flour Particle Size and Starch Damage on Processing and Quality of White Salted Noodles. *Cereal Chemistry*, 79, 64–71.
- Heikkilä, K., Koskinen, O. A., Agarwal, A., Tikkinen, K. A., Mäki, M. ve Kaukinen, K. (2015). Associations of Coeliac Disease with Coronary Heart Disease and Cerebrovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 25(9), 816–831.
- Heo, S., Jeon, S. ve Lee, S. (2014). Utilization of Lentinus Edodes Mushroom B-Glucan to Enhance The Functional Properties of Gluten-Free Rice Noodles. *LWT-Food Science and Technology*, 55(2), 627–631.
- Heo, S., Lee, S. M., Shim, J. H., Yoo, S. H. ve Lee, S. (2013). Effect of Dry-and Wet-Milled Rice Flours on the Quality Attributes of Gluten-Free Dough and Noodles. *Journal of Food Engineering*, 116(1), 213–217.
- Honke, J., Kozłowska, H., Vidal-Valverde, C., Frias, J. ve Górecki, R. (1998). Changes in Quantities of Inositol Phosphates During Maturation and Germination of Legume Seeds. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 206(4), 279–283.
- Hoover, R. (2001). Composition, Molecular Structure and Physicochemical Properties of Tuber and Root Starches: A Review. *Carbohydrate Polymers*, 45(3), 253–267.
- Hoover, R. ve Manuel, H. (1995). A Comparative Study of the Physicochemical Properties of Starches From Two Lentil Cultivars. *Food Chemistry*, 53(3), 275–284.
- Hoover, R. ve Manuel, H. (1996). The Effect of Heat–Moisture Treatment on the Structure and Physicochemical Properties of Normal Maize, Waxy Maize, Dull Waxy Maize and Amylomaize V Starches. *Journal of Cereal Science*, 23(2), 153–162.
- Hou, G., Kruk, M. ve Center, W. M. (1998). Asian Noodle Technology. *Technical Bulletin*, 20(12), 1–10.
- Jayasena, V. ve Nasar-abbas, S. M. (2012). Development and Quality Evaluation of High-Protein and High-Dietary-Fiber Pasta Using Lupin Flour. *Journal of Texture Studies*, 43(2), 153–163.
- Kaczkowski, J., Kos, S. ve Pior, H., (1991). Gliadin Hydrophobicity and Breadmaking Potential. In *Gluten Proteins* 1990, Ed. W. Bushuk ve R. Tkachuk, (ss. 66-70), USA: American Association of Cereal Chemists.
- Kang, M. J., Bae, I. Y. ve Lee, H. G. (2018). Rice Noodle Enriched with Okara: Cooking Property, Texture, and In Vitro Starch Digestibility. *Food Bioscience*, 22, 178–183.
- Karaca, E. ve Aytac, S. (2007). Yağ Bitkilerinde Yağ Asitleri Kompozisyonu Üzerine Etki Eden Faktörler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 123–131.
- Kaur, A., Singh, N., Kaur, S., Katyal, M., Virdi, A. S., Kaur, D., Ahlawat, A. K. ve Singh, A. M. (2015). Relationship of Various Flour Properties with Noodle Making Characteristics Among Durum Wheat Varieties. *Food Chemistry*, 188, 517–526.
- Kaya, F. (2010). *Ülkemizde Yetiştirilen Bazı Mercimek Çeşitlerinin Bileşimlerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kent, N.L. (1982). *Technology of Cereals*. USA: Pergamon Press,
- Kerr, W. L., Ward, C. D. W., McWatters, K. H. ve Resurreccion, A. V. A. (2001). Milling and Particle Size of Cowpea Flour and Snack Chip Quality. *Food Research International*, 34(1), 39–45.
- Kim, Y. S., Wiesenborn, D. P., Lorenzen, J. H. ve Berglund, P. (1996). Suitability of Edible Bean and Potato Starches for Starch Noodles. *Cereal Chemistry*, 73(3), 302–308.

- Kinsella, J. E. ve Melachouris, N. (1976). Functional Properties of Proteins in Foods: A Survey. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 7(3), 219–280.
- Koehler, P., Wieser, H. ve Konitzer, K. (2014). *Celiac Disease and Gluten: Multidisciplinary Challenges and Opportunities*. USA: Academic Press,
- Koerner, T. B., Cleroux, C., Poirier, C., Cantin, I., Alimkulov, A. ve Elamparo, H. (2011). Gluten Contamination in the Canadian Commercial Oat Supply. *Food Additives and Contaminants*, 28(6), 705–710.
- Korus, J., Witczak, M., Ziobro, R. ve Juszcak, L. (2009). The Impact of Resistant Starch on Characteristics of Gluten-Free Dough and Bread. *Food Hydrocolloids*, 23(3), 988–995.
- Krusong, W., Sriphochanart, W., Suwapanich, R., Mekkerdchoo, O., Sriprom, P., Wipatanawin, A. ve Massa, S. (2020). Healthy Dried Baby Corn Silk Vinegar Production and Determination of Its Main Organic Volatiles Containing Antimicrobial Activity. *LWT*, 117, 108620.
- Kulicke, W. M., Eidam, D., Kath, F., Kix, M. ve Kull, A. H. (1996). Hydrocolloids and Rheology: Regulation of Visco-Elastic Characteristics of Waxy Rice Starch in Mixtures with Galactomannans. *Starch-stärke*, 48(3), 105–114.
- Laleg, K., Cassan, D., Barron, C., Prabhasankar, P. ve Micard, V. (2016). Structural, Culinary, Nutritional and Anti-Nutritional Properties of High Protein, Gluten-Free, 100% Legume Pasta. *PLoS One*, 11(9), e0160721.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N. ve Biliaderis, C. G. (2007). Effects of Hydrocolloids on Dough Rheology and Bread Quality Parameters in Gluten-Free Formulations. *Journal of Food Engineering*, 79(3), 1033–1047.
- Lee, A. R., Ng, D. L., Zivin, J. ve Green, P. H. R. (2007). Economic Burden of a Gluten-Free Diet. *Journal of human Nutrition and Dietetics*, 20(5), 423–430.
- Lee, S. J., Kim, J. J., Moon, H. I., Ahn, J. K., Chun, S. C., Jung, W. S. ve Chung, I. M. (2008). Analysis of Isoflavones and Phenolic Compounds in Korean Soybean [Glycine Max (L.) Merrill] Seeds of Different Seed Weights. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(8), 2751–2758.
- Leffler, D. A. ve Schuppan, D. (2010). Update on Serologic Testing in Celiac Disease. *American Journal of Gastroenterology*, 105(12), 2520–2524.
- Levent, H. (2017). Effect of Partial Substitution of Gluten-Free Flour Mixtures with Chia (Salvia Hispanica L.) Flour on Quality of Gluten-Free Noodles. *Journal of Food Science and Technology*, 54(7), 1971–1978.
- Li, C. ve Ganjyal, G. M. (2017). Chemical Composition, Pasting, and Thermal Properties of 22 Different Varieties of Peas and Lentils. *Cereal Chemistry*, 94(3), 392–399.
- Lim, H. B. ve Kim, D. H. (2018). Effects of Roasting Conditions on Physicochemical Properties and Antioxidant Activities in Ginkgo Biloba Seeds. *Food Science and Biotechnology*, 27(4), 1057–1066.
- Lin, S., Gao, J., Jin, X., Wang, Y., Dong, Z., Ying, J. ve Zhou, W. (2020). Whole-Wheat Flour Particle Size Influences Dough Properties, Bread Structure and In Vitro Starch Digestibility. *Food & Function*, 11(4), 3610–3620.
- Liu, P., Yu, L., Wang, X., Li, D., Chen, L. ve Li, X. (2010). Glass Transition Temperature of Starches with Different Amylose/Amylopectin Ratios. *Journal of Cereal Science*, 51(3), 388–391.
- Lockyer, S., Spiro, A. ve Stanner, S. (2016). Dietary Fibre and the Prevention of Chronic Disease—Should Health Professionals be Doing More To Raise Awareness?. *Nutrition Bulletin*, 41(3), 214–231.
- Logan, R. F. A. (1992). Problems and Pitfalls in Epidemiological Studies of Coeliac Disease. *Common Food intolerances*, 1, 14–24.

- Lucisano, M., Cappa, C., Fongaro, L. ve Mariotti, M. (2012). Characterisation of Gluten-Free Pasta Through Conventional and Innovative Methods: Evaluation of the Cooking Behaviour. *Journal of Cereal Science*, 56(3), 667–675.
- Luhovyy, B. L., Mollard, R. C., Panahi, S., Nunez, M. F., Cho, F. ve Anderson, G. H. (2015). Canned Navy Bean Consumption Reduces Metabolic Risk Factors Associated with Obesity. *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*, 76(1), 33–37.
- Luo, Y., ve Hu, Q. (2017). Food-Derived Biopolymers for Nutrient Delivery. *Nutrient Delivery*, Ed. Alexandru Mihai Grumezescu, (ss. 251–291). USA: Academic Press.
- Ma, Z., Boye, J. I., Simpson, B. K., Prasher, S. O., Monpetit, D. ve Malcolmson, L. (2011). Thermal Processing Effects on the Functional Properties and Microstructure of Lentil, Chickpea, and Pea Flours. *Food Research International*, 44(8), 2534–2544.
- MacRitchie, F. (1992). Physicochemical properties of wheat proteins in relation to functionality. In *Advances in Food and Nutrition Research*, Ed. John E. Kinsella, (ss. 1–87). USA: Academic Press.
- Makovicky, P., Makovicky, P., Caja, F., Rimarova, K., Samasca, G. ve Vannucci, L. (2020). Celiac Disease and Gluten-Free Diet: Past, Present, and Future. *Gastroenterology and hepatology from Bed to Bench*, 13(1), 1–7.
- Manan, F., Hussain, T., Alli, I. ve Iqbal, P. (1987). Effect of Cooking on Phytic Acid Content and Nutritive Value of Pakistani Peas and Lentils. *Food Chemistry*, 23(2), 81–87.
- Mannon, P. J. (2019). Immunological diseases of the gastrointestinal tract. *Clinical Immunology; Principles and Practice*, Ed. Robert R. Rich, Thomas A. Fleisher ve Cornelia M. Weyand, (ss. 1005–1019), USA: Elsevier.
- Marco, C. ve Rosell, C. M. (2008). Breadmaking Performance of Protein Enriched, Gluten-Free Breads. *European Food Research and Technology*, 227(4), 1205–1213.
- Marconi, E., Ruggeri, S., Cappelloni, M., Leonardi, D. ve Carnovale, E. (2000). Physicochemical, Nutritional, and Microstructural Characteristics of Chickpeas (*Cicer Arietinum* L.) and Common Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.) Following Microwave Cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(12), 5986–5994.
- Marti, A., D'Egidio, M. G. ve Pagani, M. A. (2016). Pasta: Quality Testing Methods, *Encyclopedia of food grains*, Ed. C. Wrigley, H. Corke, K. Seetharaman ve J. Faubion, (ss.1 61–165). Amsterdam: Elsevier.
- Marti, A., Pagani, M. A. ve Seetharaman, K. (2014). Textural Attributes of Wheat and Gluten-Free Pasta. *Food Texture Design and Optimization*, 4, 222–224.
- Milas, M. ve Rinaudo, M. (1986). Properties of Xanthan Gum in Aqueous Solutions: Role of the Conformational Transition. *Carbohydrate Research*, 158, 191–204.
- Miles, M. J., Morris, V. J., Orford, P. D. ve Ring, S. G. (1985). The Roles of Amylose and Amylopectin in the Gelation and Retrogradation of Starch. *Carbohydrate Research*, 135(2), 271–281.
- Mir, S. A. ve Bosco, S. J. D. (2014). Cultivar Difference in Physicochemical Properties of Starches and Flours From Temperate Rice of Indian Himalayas. *Food Chemistry*, 157, 448–456.
- Mollard, R. C., Luhovyy, B. L., Panahi, S., Nunez, M., Hanley, A. ve Anderson, G. H. (2012). Regular Consumption of Pulses for 8 Weeks Reduces Metabolic Syndrome Risk Factors in Overweight and Obese Adults. *British Journal of Nutrition*, 108(S1), S111–S122.
- Moroni, A. V., Dal Bello, F. ve Arendt, E. K. (2009). Sourdough in Gluten-Free Bread-Making: An Ancient Technology to Solve a Novel Issue?. *Food Microbiology*, 26(7), 676–684.
- Mudgil, D., Barak, S. ve Khatkar, B. S. (2016). Optimization of Textural Properties of Noodles with Soluble Fiber, Dough Mixing Time and Different Water Levels. *Journal of Cereal Science*, 69, 104–110.

- Muhammad, H., Reeves, S., Ishaq, S., Mayberry, J. ve Jeanes, Y. M. (2017). Adherence to a Gluten-Free Diet is Associated with Receiving Gluten-Free Foods on Prescription and Understanding Food Labelling. *Nutrients*, 9(7), 705.
- Nagmani, B. ve Prakash, J. (1997). Functional Properties of Thermally Treated Legume Flours. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 48(3), 205-214.
- Navare, S. S. (2019). *Effect of High Pressure Processing on Selected Physicochemical and Functional Properties of Yellow Lentil Protein Concentrate*. (Master of Science), New Jersey: Rutgers, The State University of New Jersey School of Graduate Studies.
- Newberry, C., McKnight, L., Sarav, M. ve Pickett-Blakely, O. (2017). Going Gluten-Free: the History and Nutritional Implications of Today's Most Popular Diet. *Current Gastroenterology Reports*, 19(11), 1-8.
- Niewinski, M. M. (2008). Advances in celiac disease and gluten-free diet. *Journal of the American Dietetic Association*, 108(4), 661-672.
- Niland, B. ve Cash, B. D. (2018). Health Benefits and Adverse Effects of a Gluten-Free Diet in Non-Celiac Disease Patients. *Gastroenterology & Hepatology*, 14(2), 82.
- Noda, T., Fujikami, S., Miura, H., Fukushima, M., Takigawa, S., Matsuura-Endo, C., Kim, J. S., Hashimoto, N. ve Yamauchi, H. (2006). Effect of potato starch characteristics on the textural properties of Korean-style cold noodles made from wheat flour and potato starch blends. *Food Science and Technology Research*, 12(4), 278-283.
- Nouvaiare, A., Lancien, R. ve Maache-Rezzoug, Z. (2008). Influence of Hydrothermal Treatment on Rheological and Cooking Characteristics of Fresh Egg Pasta. *Journal of Cereal Science*, 47(2), 283-291.
- Odabas, E. ve Cakmak, H. (2021). Partial Replacement of Starch Based Flours with Quinoa or Yellow Lentil Flour In Production of Turkish-Type Gluten-Free Noodles, Submitted.
- Oh, N. H., Seib, P. A., Chung, D. S. ve Deyoe, C. W. (1985). Noodle. III. Effects of Processing Variables on the Quality of Dry Noodle, *Cereal Chemistry*, 62(6), 437- 440.
- Osella, C., de La Torre, M. ve Sánchez, H. (2014). Safe Foods for Celiac People. *Food and Nutrition Sciences*, 5(9), 787-800.
- Öztürk, B. (2007). *Çiğ ve Pişmiş Koyun, Keçi ve İnek Sütü İle Üretilen Ev Eriştelerinin Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ: Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Padalino, L., Mastromatteo, M., Lecce, L., Spinelli, S., Conte, A. ve Alessandro Del Nobile, M. (2015). Optimization and Characterization of Gluten-Free Spaghetti Enriched With Chickpea Flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 66(2), 148-158.
- Palavecino, P. M., Bustos, M. C., Heinzmann Alabí, M. B., Nicolazzi, M. S., Penci, M. C. ve Ribotta, P. D. (2017). Effect of Ingredients on the Quality of Gluten-Free Sorghum Pasta. *Journal of Food Science*, 82(9), 2085-2093.
- Paulley, J. W. (1954). Observations on the Aetiology of Idiopathic Steatorrhoea. *British Medical Journal*, 2(4900), 1318-1321.
- Pedrosa, M. M., Guillamón, E. ve Arribas, C. (2021). Autoclaved and Extruded Legumes as a Source of Bioactive Phytochemicals: A Review. *Foods*, 10(2), 379.
- Pekşen, E. ve Artık, C. (2005). Antibesinsel Maddeler ve Yemeklik Tane Baklagillerin Besleyici Değerleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(2), 110-120.
- Pellegrini, N., Vittadini, E. ve Fogliano, V. (2020). Designing Food Structure to Slow Down Digestion in Starch-Rich Products. *Current Opinion in Food Science*, 32, 50-57.
- Pérez, S. ve Bertoft, E. (2010). The Molecular Structures of Starch Components and Their Contribution to the Architecture of Starch Granules: A Comprehensive Review. *Starch/Stärke*, 62(8), 389-420.

- Petitot, M., Boyer, L., Minier, C. ve Micard, V. (2010). Fortification of Pasta With Split Pea and Faba Bean Flours: Pasta Processing and Quality Evaluation. *Food Research International*, 43(2), 634-641.
- Petitot, M., Brossard, C., Barron, C., Larré, C., Morel, M. H. ve Micard, V. (2009). Modification of Pasta Structure Induced by High Drying Temperatures. Effects on the In Vitro Digestibility of Protein and Starch Fractions and the Potential Allergenicity of Protein Hydrolysates. *Food Chemistry*, 116(2), 401-412.
- Phillips, K. M., Haytowitz, D. B. ve Pehrsson, P. R. (2019). Implications of Two Different Methods for Analyzing Total Dietary Fiber in Foods for Food Composition Databases. *Journal of Food Composition and Analysis*, 84, 103253.
- Phongthai, S., D'Amico, S., Schoenlechner, R., Homthawornchoo, W. ve Rawdkuen, S. (2017). Effects of Protein Enrichment on the Properties of Rice Flour Based Gluten-Free Pasta. *LWT*, 80, 378-385.
- Piecyk, M., Wołosiak, R., Drużynska, B. ve Worobiej, E. (2012). Chemical Composition and Starch Digestibility in Flours From Polish Processed Legume Seeds. *Food Chemistry*, 135(3), 1057-1064.
- Pinto-Sánchez, M. I., Causada-Calo, N., Bercik, P., Ford, A. C., Murray, J. A., Armstrong, D., Semrad, C., Kupfer, C. C., Alaedini, A., Moayyedi, P., Leffler, D. A., Verdu, E. F. ve Green, P. (2017). Safety of Adding Oats to a Gluten-Free Diet for Patients With Celiac Disease: Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical and Observational Studies. *Gastroenterology*, 153(2), 395-409.
- Pirzadah, T. B. ve Malik, B. (2020). Pseudocereals as Super Foods of 21st Century: Recent Technological Interventions. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100052.
- Pizzorno, J. E., Murray, M. T. ve Joiner-Bey, H. (2016). *The Clinician's Handbook of Natural Medicine E-Book*. USA: Elsevier Health Sciences.
- Poulsen, H. E., Prieme, H. ve Loft, S. (1998). Role of Oxidative DNA Damage in Cancer Initiation and Promotion. *European Journal of Cancer Prevention*, 7(1), 9-16.
- Pujolà, M., Farreras, A. ve Casañas, F. (2007). Protein and Starch Content of Raw, Soaked and Cooked Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 102(4), 1034-1041.
- Pulido, O. M., Gillespie, Z., Zarkadas, M., Dubois, S., Vavasour, E., Rashid, M., Switzer, C. ve Godefroy, S. B. (2009). Introduction of Oats in the Diet of Individuals With Celiac Disease: A Systematic Review. *Advances In Food And Nutrition Research*, 57, 235-285.
- Qin, W., Lin, Z., Wang, A., Chen, Z., He, Y., Wang, L., Liu, L., Wang, F. ve Tong, L. T. (2021). Influence of particle size on the properties of rice flour and quality of gluten-free rice bread. *LWT*, 151, 112236.
- Rachman, A., A Brennan, M., Morton, J. ve Brennan, C. S. (2020). Effect of Egg White Protein and Soy Protein Isolate Addition on Nutritional Properties and In-Vitro Digestibility of Gluten-Free Pasta Based on Banana Flour. *Foods*, 9(5), 589.
- Rahman, N. A. ve Rosli, W. I. W. (2014). Nutritional Compositions and Antioxidative Capacity of the Silk Obtained From Immature and Mature Corn. *Journal of King Saud University-Science*, 26(2), 119-127.
- Rathod, R. P. ve Annapure, U. S. (2017). Physicochemical Properties, Protein and Starch Digestibility of Lentil Based Noodle Prepared by Using Extrusion Processing. *LWT*, 80, 121-130.
- Ratnayake, W. S., Hoover, R. ve Warkentin, T. (2002). Pea Starch: Composition, Structure and Properties—A Review. *Starch-Stärke*, 54(6), 217-234.
- Raungrusmee, S., Shrestha, S., Sadiq, M. B. ve Anal, A. K. (2020). Influence of Resistant Starch, Xanthan Gum, Inulin and Defatted Rice Bran on the Physicochemical, Functional and Sensory Properties of Low Glycemic Gluten-Free Noodles. *LWT*, 126, 109279.
- Rehman, Z. U., Salariya, A. M. ve Zafar, S. I. (2001). Effect of Processing on Available Carbohydrate Content and Starch Digestibility of Kidney Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.). *Food Chemistry*, 73(3), 351-355.

- Ribeiro, T. H. S., Bolanho, B. C., Montanuci, F. D. ve Ruiz, S. P. (2018). Physicochemical and Sensory Characterization of Gluten-Free Fresh Pasta With Addition of Passion Fruit Peel Flour. *Ciência Rural*, 48(12), e20180508.
- Rizzello, C. G., De Angelis, M., Di Cagno, R., Camarca, A., Silano, M., Losito, I., De Vincenzi, M., De Bari, M. D., Palmisano, F., Maurano, F., Gianfrani, C. ve Gobetti, M. (2007). Highly Efficient Gluten Degradation by Lactobacilli and Fungal Proteases During Food Processing: New Perspectives for Celiac Disease. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(14), 4499-4507.
- Rosa-Sibakov, N., Heiniö, R. L., Cassan, D., Holopainen-Mantila, U., Micard, V., Lantto, R. ve Sozer, N. (2016). Effect of Bioprocessing and Fractionation on the Structural, Textural and Sensory Properties of Gluten-Free Faba Bean Pasta. *LWT-Food Science and Technology*, 67, 27-36.
- Rostamian, M., Milani, J. M. ve Maleki, G. (2014). Physical Properties of Gluten-Free Bread Made of Corn and Chickpea Flour. *International Journal of Food Engineering*, 10(3), 467-472.
- Roszkowska, A., Pawlicka, M., Mroczek, A., Bałabuszek, K. ve Nieradko-Iwanicka, B. (2019). Non-Celiac Gluten Sensitivity: A Review. *Medicina*, 55(6), 222.
- Roy, F., Boye, J. I. ve Simpson, B. K. (2010). Bioactive Proteins and Peptides in Pulse Crops: Pea, Chickpea and Lentil. *Food Research International*, 43(2), 432-442.
- Röper, H. ve Elvers, B. (2008). Starch. Economic Aspects. In: *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry* (7th ed., ss. 21-22), New York: John Wiley & Sons
- Sabbatini, S. B., Sanchez, H. D., Torre, M. A. D. ve Osella, C. A. (2014). Design of a Premix for Making Gluten-Free Noodles. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(5), 488-492.
- Sandhu, K. S. ve Lim, S. T. (2008). Digestibility of Legume Starches as Influenced by Their Physical and Structural Properties. *Carbohydrate Polymers*, 71(2), 245-252.
- Satya, S., Kaushik, G. ve Naik, S. N. (2010). Processing of Food Legumes: A Boon to Human Nutrition. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 3(3), 183-195.
- Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K. ve Berghofer, E. (2010). Functional Properties of Gluten-Free Pasta Produced From Amaranth, Quinoa and Buckwheat. *Plant foods for human nutrition*, 65(4), 339-349.
- Sen, S., Chakraborty, R. ve Kalita, P. (2020). Rice-not just a staple food: A Comprehensive Review on Its Phytochemicals and Therapeutic Potential. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 265-285.
- Sereewat, P., Suthipinittham, C., Sumathaluk, S., Puttanlek, C., Uttapap, D. ve Rungsardthong, V. (2015). Cooking Properties and Sensory Acceptability of Spaghetti Made From Rice Flour and Defatted Soy Flour. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 1061-1067.
- Sharma, B. R., Naresh, L., Dhuldhoya, N. C., Merchant, S. U. ve Merchant, U. C. (2006). Xanthan Gum-A Boon to Food Industry. *Food Promotion Chronicle*, 1(5), 27-30.
- Silano, M., Di Benedetto, R., Maialetti, F., De Vincenzi, A., Calcaterra, R., Cornell, H. J. ve De Vincenzi, M. (2007). Avenins From Different Cultivars of Oats Elicit Response by Coeliac Peripheral lymphocytes. *Scandinavian Journal of Gastroenterology*, 42(11), 1302-1305.
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A. ve Singh, N. (2017). Phenolic Composition and Antioxidant Potential of Grain Legume Seeds: A Review. *Food Research International*, 101, 1-16.
- Singh, J. ve Whelan, K. (2011). Limited Availability and Higher Cost of Gluten-Free Foods. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 24(5), 479-486.
- Singh, J., Kaur, L. ve McCarthy, O. J. (2007). Factors Influencing the Physico-Chemical, Morphological, Thermal and Rheological Properties of Some Chemically Modified Starches for Food Applications—A Review. *Food Hydrocolloids*, 21(1), 1-22.

- Singh, J., Lelane, C., Stewart, R. B. ve Singh, H. (2010). Formation of Starch Spherulites: Role of Amylose Content and Thermal Events. *Food Chemistry*, 121(4), 980-989.
- Singh, J., Srivastava, R. P., Gupta, S., Basu, P. S. ve Kumar, J. (2016). Genetic Variability for Vitamin B9 and Total Dietary Fiber in Lentil (*Lens Culinaris* L.) Cultivars. *International Journal of Food Properties*, 19(4), 936-943.
- Singh, N., Kaur, L., Sandhu, K. S., Kaur, J. ve Nishinari, K. (2006). Relationships Between Physicochemical, Morphological, Thermal, Rheological Properties of Rice Starches. *Food Hydrocolloids*, 20(4), 532-542.
- Singh, N., Sandhu, K. S. ve Kaur, M. (2004). Characterization of Starches Separated From Indian Chickpea (*Cicer Arietinum* L.) Cultivars. *Journal of Food Engineering*, 63(4), 441-449.
- Singh, N., Singh, J. ve Singh Sodhi, N. (2002). Morphological, Thermal, Rheological and Noodle-Making Properties of Potato and Corn Starch. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(12), 1376-1383.
- Singh, U. (2001). Functional Properties of Grain Legume Flours. *Journal of Food Science and Technology*, 38(3), 191-199.
- Sodhi, N. S. ve Singh, N. (2003). Morphological, Thermal and Rheological Properties of Starches Separated From Rice Cultivars Grown in India. *Food Chemistry*, 80(1), 99-108.
- Sofi, S. A., Singh, J., Chhikara, N. ve Panghal, A. (2020c). Effect of Incorporation of Germinated Flour and Protein Isolate From Chickpea on Different Quality Characteristics of Rice-Based Noodle. *Cereal Chemistry*, 97(1), 85-94.
- Sofi, S. A., Singh, J., Chhikara, N., Panghal, A. ve Gat, Y. (2020a). Quality Characterization of Gluten-Free Noodles Enriched With Chickpea Protein Isolate. *Food Bioscience*, 36, 100626.
- Sofi, S. A., Singh, J., Muzaffar, K., Majid, D. ve Dar, B. N. (2020b). Physicochemical Characteristics of Protein Isolates From Native and Germinated Chickpea Cultivars and Their Noodle Quality. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 22, 100258.
- Sollid, L. M. (2002). Coeliac Disease: Dissecting a Complex Inflammatory Disorder. *Nature Reviews Immunology*, 2(9), 647-655.
- Sollid, L. M. ve Lundin, K. E. (2020). Celiac Disease. *The Autoimmune Diseases*, Ed. Noel R. Rose ve Ian R. Mackay, (ss. 849-869), USA: Academic Press.
- Sonnante, G., Hammer, K. ve Pignone, D. (2009). From the Cradle of Agriculture a Handful of Lentils: History of Domestication. *Rendiconti Lincei*, 20(1), 21-37.
- Sozer, N., Dalgıç, A. C. ve Kaya, A. (2007). Thermal, Textural and Cooking Properties of Spaghetti Enriched With Resistant Starch. *Journal of Food Engineering*, 81(2), 476-484.
- Spotti, M. J. ve Campanella, O. H. (2017). Functional Modifications by Physical Treatments of Dietary Fibers Used in Food Formulations. *Current Opinion in Food Science*, 15, 70-78.
- Sreeramulu, D., Reddy, C. ve Raghunath, M. (2009). Antioxidant Activity of Commonly Consumed Cereals, Millets, Pulses and Legumes in India, *Indian Journal Biochemistry & Biophysics*, 46(1), 112-115.
- Srikaeo, K. ve Sangkhiaw, J., (2014). Effects of amylose and resistant starch on glycaemic index of rice noodles. *LWT - Food Science and Technology* 59, 1129–1135.
- Stokes, P. L., Holmes, G. K. T., Asquith, P., Mackintosh, P. ve Cooke, W. T. (1972). Histocompatibility Antigens Associated With Adult Coeliac Disease. *The Lancet*, 300(7769), 162-164.
- Susanna, S. ve Prabhasankar, P. (2013). A study on development of Gluten-Free Pasta and Its Biochemical and Immunological Validation. *LWT-Food Science and Technology*, 50(2), 613-621.
- Şen, E. (2019). Farklı *Xanthomonas* Bakterileri Kullanılarak Üzüm Posasından Ksantan Gam Üretimi. (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

TAGEM. (2019). Baklagil sektör politika belgesi. Erişim tarihi: 06 Ocak 2021. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Baklagil%20Sekt%C3%B6r%20Politika%20Belgesi%202019-2023.pdf>

TAGEM. (2020). Tarım ürünleri piyasaları. Mercimek. Erişim tarihi: 10 Aralık 2020. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2020-Temmuz%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Mercimek,%20Temmuz-2020,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf>

TGK. (2020). Türk gıda kodeksi gıda etiketleme ve tüketicileri bilgilendirme yönetmeliği hakkında kılavuz. Erişim tarihi: 10 Ekim 2021. <https://kms.kaysis.gov.tr/Home/Goster/160822?AspxAutoDetectCookieSupport=1>

Thapphasaraphong, S., Rimdusit, T., Priprem, A. ve Puthongking, P. (2016). Cobs of Waxy Purple Corn: A Valuable Source of Antioxidative Phytochemicals. *International Journal of Advances in Agricultural and Environmental Engineering*, 3(1), 73-77.

Tharanathan, R. N. ve Mahadevamma, S. (2003). Grain Legumes—A Boon to Human Nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, 14(12), 507-518.

Thavarajah, P., Thavarajah, D. ve Vandenberg, A. (2009). Low Phytic Acid Lentils (*Lens Culinaris* L.): A Potential Solution for Increased Micronutrient Bioavailability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(19), 9044-9049.

Trevisan, S., Pasini, G. ve Simonato, B. (2019). An Overview of Expected Glycaemic Response of One Ingredient Commercial Gluten-Free Pasta. *LWT*, 109, 13-16.

Truswell, A. S. (1992). Glycaemic Index of Foods. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46, S91-101.

Turco, I., Bacchetti, T., Morresi, C., Padalino, L. ve Ferretti, G. (2019). Polyphenols and the Glycaemic Index of Legume Pasta. *Food & Function*, 10(9), 5931-5938.

TBMM. (2018). Çölyak hastalığının teşhis aşamasının, sebeplerinin, sonuçlarının ve bu hastalığa maruz kalanlara sağlanabilecek yardımların araştırılarak alınması gereken önlemlerin belirlenmesine ilişkin, *Meclis Araştırma Komisyonu Raporu*, Sıra sayısı, 554. Erişim tarihi: 31 Ekim 2020. <https://www.tbmm.gov.tr/sirasayi/donem26/yil01/ss554.pdf>

TÜRKOMP. (2020). Ulusal gıda kompozisyon veri tabanı. *Mercimek besin değeri*. Erişim tarihi: 10 Aralık 2020. <http://www.turkomp.gov.tr/main>

Türksoy S., (2011). *Meyve ve Sebze Lif Konsantreleri İlavesinin Hamurun Reolojik Özellikleri ve Bisküvi Kalitesine Etkileri*. (Doktora Tezi), Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ukkola, A., Mäki, M., Kurppa, K., Collin, P., Huhtala, H., Kekkonen, L. ve Kaukinen, K. (2012). Patients' Experiences and Perceptions of Living With Coeliac Disease-Implications for Optimizing Care. *Journal of Gastrointestinal & Liver Diseases*, 21(1), 17-22.

Ungureanu-Iuga, M., Dimian, M. ve Mironeasa, S. (2020). Development and Quality Evaluation of Gluten-Free Pasta With Grape Peels and Whey Powders. *LWT*, 130, 109714.

Urbano, G., Lopez-Jurado, M., Aranda, P., Vidal-Valverde, C., Tenorio, E. ve Porres, J. (2000). The Role of Phytic Acid in Legumes: Antinutrient or Beneficial Function?. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 56(3), 283-294.

Vaintraub, I.A. ve Lapetva, N.A., (1988). Colorimetric Determination of Phytate in Unpurified Extracts of Seeds and the Products of Their Processing. *Analytical Biochemistry*, 175, 227-230.

Van Bockstaele, F., De Leyn, I., Eeckhout, M. ve Dewettinck, K. (2011). Non-Linear Creep-Recovery Measurements as a Tool for Evaluating the Viscoelastic Properties of Wheat Flour Dough. *Journal of Food Engineering*, 107(1), 50-59.

- Vatansever, M., Tığa, B. H., Kumcuoğlu, S. ve Tavman, Ş. (2020). Farklı Oranlarda Mercimek Unu ve Patates Nişastası İçeren Karışımların Ekstrüde Çabuk Erişte Üretiminde Kullanımının İncelenmesi. *Gıda*, 45(5), 837-849.
- Verbruggen, I. M., Veraverbeke, W. S., Vandamme, A. ve Delcour, J. A. (1998). Simultaneous Isolation of Wheat High Molecular Weight and Low Molecular Weight Glutenin Subunits. *Journal of Cereal Science*, 28(1), 25-32.
- Vici, G., Belli, L., Biondi, M. ve Polzonetti, V. (2016). Gluten-Free Diet and Nutrient Deficiencies: A Review. *Clinical Nutrition*, 35(6), 1236-1241.
- Vidal-Valverde, C., Frias, J., Estrella, I., Gorospe, M. J., Ruiz, R. ve Bacon, J. (1994). Effect of Processing on Some Antinutritional Factors of Lentils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(10), 2291-2295.
- Vieira, A., Silva, A., Albuquerque, A., Almeida, R., Rodrigues, T., Silva, L. ve Rocha, A. (2021). Effects of Long-Term Frozen Storage on the Quality and Acceptance of Gluten-Free Cassava Pasta. *Heliyon*, 7(8) e07844.
- Villafuerte-Galvez, J., Vanga, R. R., Dennis, M., Hansen, J., Leffler, D. A., Kelly, C. P. ve Mukherjee, R. (2015). Factors Governing Long-Term Adherence to a Gluten-Free Diet in Adult Patients With Coeliac Disease. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 42(6), 753-760.
- Wang, C., Kovacs, M. I., Fowler, D. B. ve Holley, R. (2004). Effects of Protein Content and Composition on White Noodle Making Quality: Color. *Cereal Chemistry*, 81(6), 777-784.
- Wang, N., Daun, J. K. ve Malcolmson, L. J. (2003). Relationship Between Physicochemical and Cooking Properties, and Effects of Cooking on Antinutrients, of Yellow Field Peas (*Pisum Sativum*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(12), 1228-1237.
- Wang, N., Hatcher, D. W. ve Gawalko, E. J. (2008). Effect of Variety and Processing on Nutrients and Certain Anti-Nutrients in Field Peas (*Pisum Sativum*). *Food Chemistry*, 111(1), 132-138.
- Wang, N., Hatcher, D. W., Toews, R. ve Gawalko, E. J. (2009). Influence of Cooking and Dehulling on Nutritional Composition of Several Varieties of Lentils (*Lens Culinaris*). *LWT-Food Science and Technology*, 42(4), 842-848.
- Wang, N., Hatcher, D. W., Tyler, R. T., Toews, R. ve Gawalko, E. J. (2010). Effect of Cooking on the Composition of Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.) and Chickpeas (*Cicer Arietinum* L.). *Food Research International*, 43(2), 589-594.
- Wang, N., Maximiuk, L. ve Toews, R. (2012). Pea starch noodles: Effect of Processing Variables on Characteristics and Optimisation of Twin-Screw Extrusion Process. *Food Chemistry*, 133(3), 742-753.
- Wang, N., Warkentin, T. D., Vandenberg, B. ve Bing, D. J. (2014). Physicochemical Properties of Starches From Various Pea and Lentil Varieties, and Characteristics of Their Noodles Prepared by High Temperature Extrusion. *Food Research International*, 55, 119-127.
- Wang, Z., Yan, L., Ning, T., Wang, X., Li, R. ve Zhang, H. (2020). Increasing Soluble Dietary Fiber Content and Antioxidant Activity of Wheat Bran Through Twin-Screw Extrusion Pretreatment. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 50(9), 954-960.
- Wangtueai, S., Phimolsiripol, Y., Vichasilp, C., Regenstein, J. M. ve Schöenlechner, R. (2020). Optimization of Gluten-Free Functional Noodles Formulation Enriched With Fish Gelatin Hydrolysates. *LWT*, 133, 109977.
- Wani, A. A., Wani, I. A., Hussain, P. R., Gani, A., Wani, T. A. ve Masoodi, F. A. (2015). Physicochemical Properties of Native and γ -Irradiated Wild Arrowhead (*Sagittaria Sagittifolia* L.) Tuber Starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 77, 360-368.
- Wani, I. A., Sogi, D. S. ve Gill, B. S. (2013). Physicochemical and Functional Properties of Flours From Three Black Gram (*Phaseolus Mungo* L.) Cultivars. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(4), 771-777.

- Wani, I. A., Sogi, D. S., Wani, A. A., Gill, B. S. ve Shivhare, U. S. (2010). Physico-Chemical Properties of Starches From Indian Kidney Bean (*Phaseolus Vulgaris*) Cultivars. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(10), 2176-2185.
- Watson, E. (2014). What's the Size of the Us Gluten-Free Prize? \$490m, \$5bn, or \$10bn? Erişim tarihi: 08 Kasım 2020. <http://www.foodnavigator-usa.com/Markets/What-s-the-size-of-the-US-gluten-free-prize-490m-5bn-or-10bn>
- Watson, R. R. ve Preedy, V. R. (Eds.). (2013). Bioactive Food as Dietary Interventions for Liver and Gastrointestinal Disease: Antioxidant Activity of Anthocyanins in Common Legume Grains. (ss. 485-497). USA: Academic Press.
- Wild, D., Robins, G. G., Burley, V. J. ve Howdle, P. D. (2010). Evidence of High Sugar Intake, and Low Fibre and Mineral Intake, in the Glutenfree Diet. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 32(4), 573-581.
- Wójtowicz, A. ve Mościcki, L. (2014). Influence of Legume Type and Addition Level on Quality Characteristics, Texture and Microstructure of Enriched Precooked Pasta. *LWT-Food Science and Technology*, 59(2), 1175-1185.
- Wolf, W. J. (1970). Soybean proteins. Their Functional, Chemical, and Physical Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 18(6), 969-976.
- Wrigley, C. W. (1996). Giant Proteins With Flour Power. *Nature*, 381(6585), 738-739.
- Wu, F., Meng, Y., Yang, N., Tao, H. ve Xu, X. (2015). Effects of Mung Bean Starch on Quality of Rice Noodles Made by Direct Dry Flour Extrusion. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2), 1199-1205.
- Xhaferaj, M., Alves, T. O., Ferreira, M. S. ve Scherf, K. A. (2020). Recent Progress in Analytical Method Development to Ensure the Safety of Gluten-Free Foods for Celiac Disease Patients. *Journal of Cereal Science*, 103114.
- Xu, B. ve Chang, S. K. (2008). Effect of Soaking, Boiling, and Steaming on Total Phenolic Content and Antioxidant Activities of Cool Season Food Legumes. *Food Chemistry*, 110(1), 1-13.
- Xu, B. ve Chang, S. K. (2009). Total Phenolic, Phenolic Acid, Anthocyanin, Flavan-3-ol, and Flavonol Profiles and Antioxidant Properties of Pinto and Black Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.) as Affected by Thermal Processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(11), 4754-4764.
- Xu, B. ve Chang, S. K. (2010). Phenolic Substance Characterization and Chemical and Cell-Based Antioxidant Activities of 11 Lentils Grown in the Northern United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(3), 1509-1517.
- Xu, M., Jin, Z., Peckrul, A. ve Chen, B. (2018). Pulse Seed Germination Improves Antioxidative Activity of Phenolic Compounds in Stripped Soybean Oil-in-Water Emulsions. *Food Chemistry*, 250, 140-147.
- Xu, M., Jin, Z., Simsek, S., Hall, C., Rao, J. ve Chen, B. (2019). Effect of Germination on the Chemical Composition, Thermal, Pasting, and Moisture Sorption properties of Flours From Chickpea, Lentil, and Yellow Pea. *Food Chemistry*, 295, 579-587.
- Yadav, S. S., McNeil, D. ve Stevenson, P. C. (2007). *Lentil: An Ancient Crop For Modern Times*. Netherlands: Springer Science & Business Media.
- Yağmur, M. ve Kaydan, D. (2005). Mercimek (*Lens Culinaris* Medik.)'te Yapraktan Gübrelemenin Tane Verimi İle Bazı Verim Özelliklerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(1), 31-37.
- Yang, X., Zhao, Z., Tan, Y., Chen, B., Zhou, C. ve Wu, A. (2020). Risk Profiling of Exposures to Multiclass Contaminants Through Cereals and Cereal-Based Products Consumption: A Case Study for the Inhabitants in Shanghai, China. *Food Control*, 109, 106964.

Zhang, B., Deng, Z., Tang, Y., Chen, P., Liu, R., Ramdath, D. D. ve Tsao, R. (2014). Fatty Acid, Carotenoid and Tocopherol Compositions of 20 Canadian Lentil Cultivars and Synergistic Contribution to Antioxidant Activities. *Food Chemistry*, 161, 296-304.

Zhang, D., Mu, T. ve Sun, H. (2017). Comparative Study of the effect of Starches From Five Different Sources on the Rheological Properties of Gluten-Free Model Doughs. *Carbohydrate Polymers*, 176, 345-355.

Zhang, D., Wang, L., Tan, B. ve Zhang, W. (2020). Dietary Fibre Extracted From Different Types of Whole Grains and Beans: a Comparative Study. *International Journal of Food Science & Technology*, 55(5), 2188-2196.

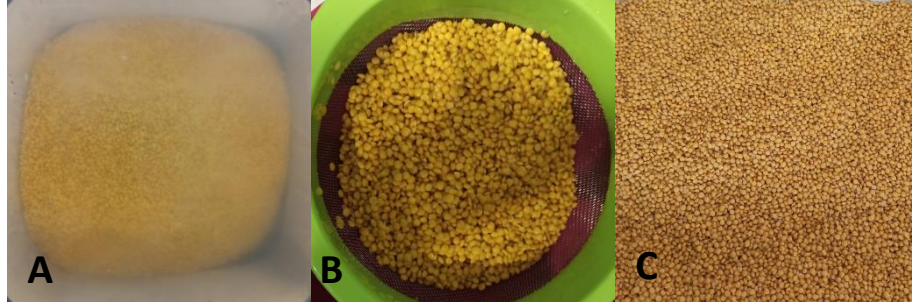
Zhong, L., Fang, Z., Wahlqvist, M. L., Hodgson, J. M. ve Johnson, S. K. (2019). Extrusion Cooking Increases Soluble Dietary Fibre of Lupin Seed Coat. *LWT*, 99, 547-554.

Zingone, F., Bartalini, C., Siniscalchi, M., Ruotolo, M., Bucci, C., Morra, I., Paola, I. ve Ciacci, C. (2017). Alterations in Diets of Patients With Nonceliac Gluten Sensitivity Compared With Healthy Individuals. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 15(1), 63-68.

Zorba, M. (2006). Gamlar. *Gıda Katkı Maddeleri* Ed. Tomris Altuğ, (ss. 77-103), İzmir: Meta Basım Matbaacılık.

EKLER

EK-1. Sarı mercimek ve ısıl işlem görmüş sarı mercimek unu üretim aşamaları

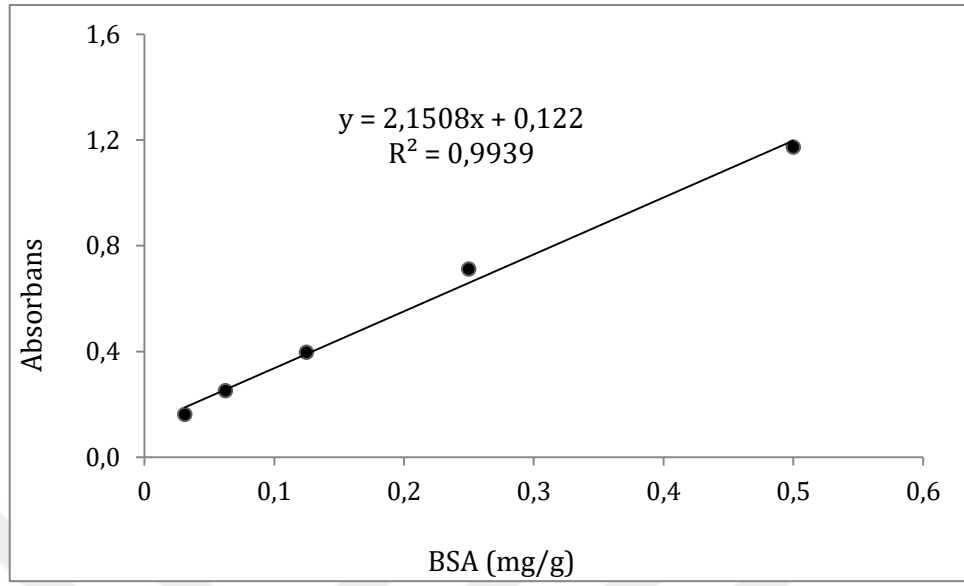


Resim Ek-1.1. Sarı mercimek unu üretim aşamaları A:yıkanmış sarı mercimek, B: yıkanıp süzülen sarı mercimek, C: 40°C'de fırında kurutulmuş sarı mercimek



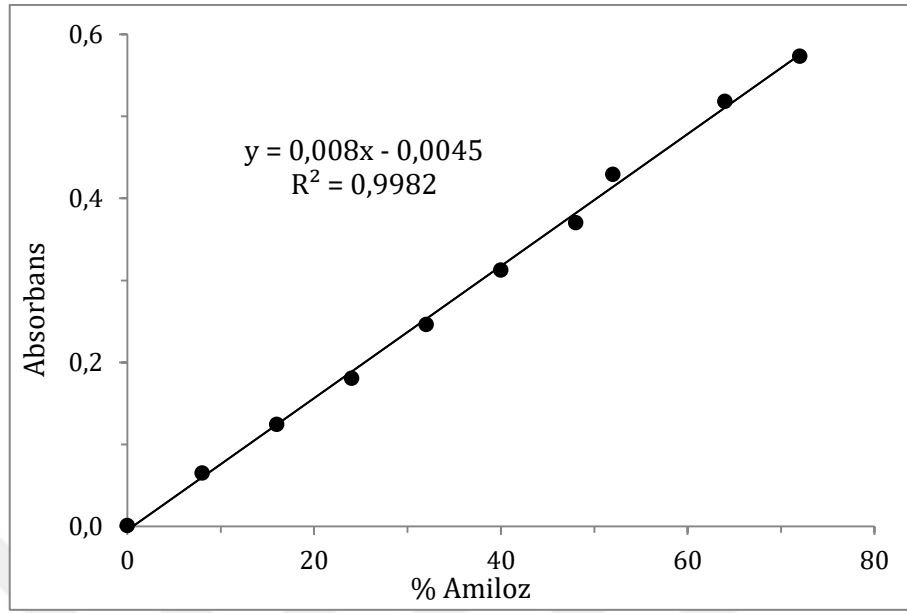
Resim Ek-1.2. Isıl işlem görmüş sarı mercimek unu üretim aşamaları A:yıkanmış sarı mercimek, B:kaynar suda pişirilen sarı mercimek, C:pişirilmiş sarı mercimek, D:40°C'de fırında kurutulmuş sarı mercimek

EK-2. BSA standart grafiği



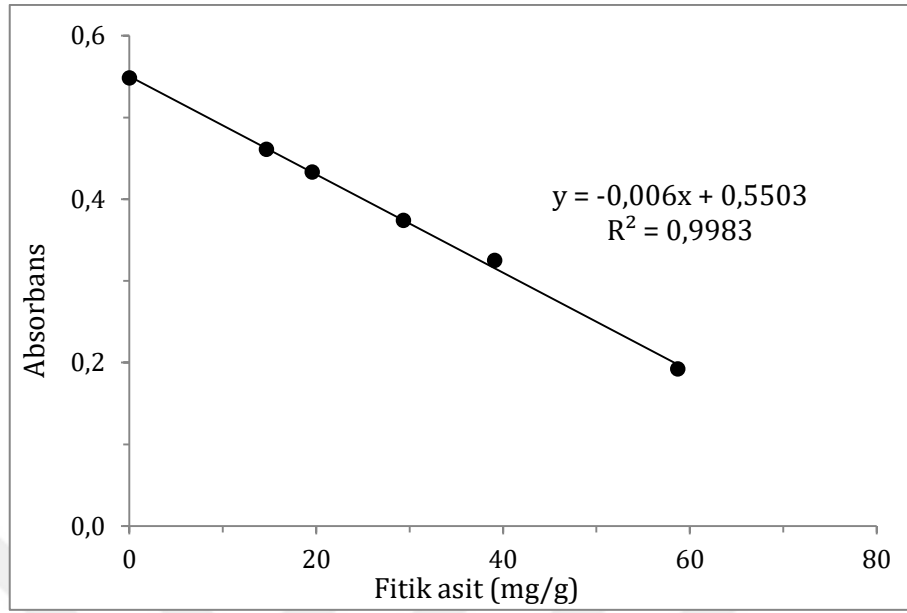
Şekil Ek-2.1. BSA standart grafiği

EK-3. Amiloz standart grafiği



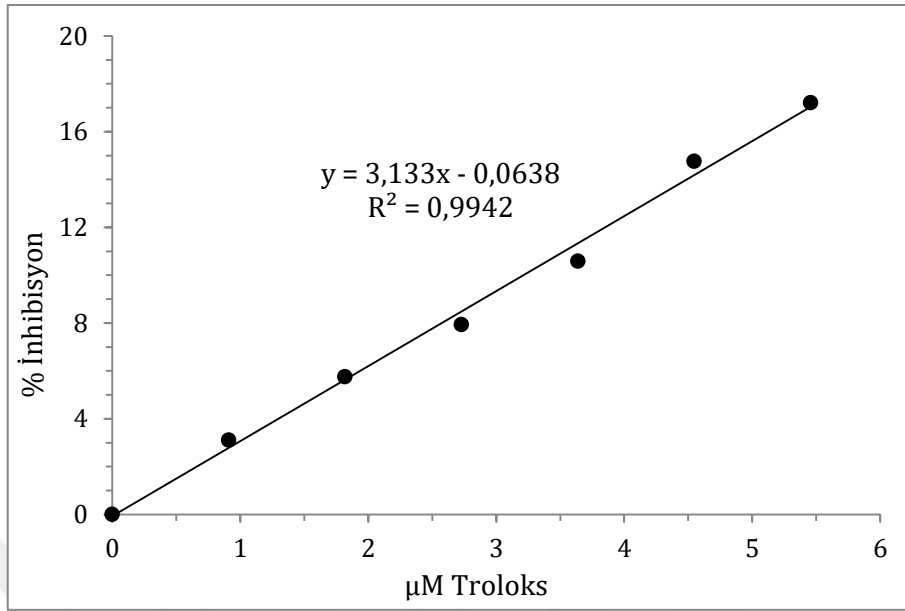
Şekil Ek-3.1. Amiloz standart grafiği

EK-4. Fitik asit standart grafiği



Şekil Ek-4.1. Fitik asit standart grafiği

EK-5. Troloks standart grafiği



Şekil Ek-5.1. Troloks standart grafiği

EK-6. Örnek duyusal analiz formu

Ad-Soyad:

Tarih:

Size verilen glutensiz erişte örneklerini aşağıda belirtilen özelliklere göre 9-puanlık skala kullanarak beğeninize göre değerlendiriniz.

Tablo Ek-6.1. 9 puanlık hedonik skala

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Çok kötü	Hiç beğenmedim	Orta düzeyde beğenmedim	Çok az beğenmedim	Ne beğendim ne beğenmedim	Çok az beğendim	Orta düzeyde beğendim	Çok beğendim	Oldukça fazla beğendim

Renk

Örnek kodu	Puan

Yapışkanlık

Örnek kodu	Puan

Çiğnenebilirlik

Örnek kodu	Puan

Lezzet

Örnek kodu	Puan

Genel beğeni

Örnek kodu	Puan

