

**ÇÖLYAK HASTALARI İÇİN BAKLAGİL UNLARI İLE
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ MISIR ERİŞTESİ**

**CORN NOODLE, ENRICHED WITH LEGUME FLOURS FOR
CELIAC PATIENTS**

NİLGÜN SAVTEKİN

Prof. Dr. SÜEDA ÇELİK

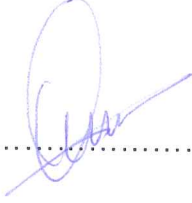
Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

2014


NİLGÜN SAVTEKİN'in hazırladığı “**Çölyak Hastaları İçin Baklagil Unları İle Zenginleştirilmiş Mısır Eriştesi**” bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DAL**'ında **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA
Başkan



.....

Prof. Dr. Süeda ÇELİK
Danışman



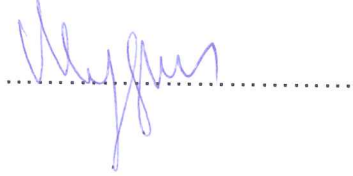
.....

Prof. Dr. Dilek SİVRİ ÖZAY
Üye



.....

Prof. Dr. Ümran UYGUN
Üye



.....

Doç. Dr. Arzu BAŞMAN
Üye



.....

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fatma SEVİN DÜZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

27 / 01 / 2014

NİLGÜN SAVTEKİN

ÖZET

ÇÖLYAK HASTALARI İÇİN BAKLAGİL UNLARI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ MISIR ERİŞTESİ

Nilgün SAVTEKİN

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Süeda ÇELİK

Ocak 2014, 101 sayfa

Çölyak hastalığı, en sık görülen besin intoleranslarından biridir. Genetik olarak yatkın kişiler, buğday gluteni gliadin fraksiyonunu ve arpa, yulaf ve çavdarın alkolde çözünen benzer proteinlerini (prolaminler) hayatları boyunca tolere edememektedirler. Günümüzde tedavisi ömür boyu sıkı glutensiz diyet uygulaması ile yapılmaktadır. Glutensiz tahıl ürünleri, sıklıkla rafine edilmiş pirinç ve mısır gibi glutensiz unlardan veya nişastadan yapılmakta ve genellikle zenginleştirilmemektedir. Bu çalışmada besinsel değeri yüksek olan baklagil unları (soya, nohut ve mercimek) %30, %40 ve %50 oranında mısır ununa eklenerek erişte örnekleri hazırlanmıştır ve bu erişte örneklerinin bazı kalite ve besinsel özellikleri incelenmiştir. Erişte örneklerinin ELISA yöntemiyle gluten içerikleri, RVA ile çirişlenme özellikleri saptanmıştır. Erişte örneklerinin nişasta çirişlenme değerleri, katkı türüne ve oranına bağlı olarak baklagil unu ilavesiyle önemli ölçüde azalmıştır. Üretilen eriştelerin pişme özelliklerinin ilave edilen baklagil unu çeşidi ve oranına bağlı olduğu belirlenmiştir. Mısır, soya, nohut ve mercimek unlarının L*, a*, b* renk değerlerinin farklı olması erişte örneklerinin renk değerlerini de etkilemiştir. Mısır eriştesi örneklerinde nohut veya mercimek unu katkısı kırılma için gerekli olan kuvveti ve kopma direncini mısır eriştesine göre arttırmıştır. Bu çalışmada, B vitaminleri (tiamin, riboflavin, niasin) analizleri HPLC kullanılarak yürütülmüş ve validasyon çalışmaları yapılmıştır. Örneklerin B vitamini, protein, besinsel lif, antioksidan kapasiteleri ve fenolik madde içerikleri mısır eriştesine baklagil unu eklenmesi ile arttırılmıştır. Mısır eriştesine baklagil unu eklenerek elde edilen erişte örneklerinin kabul edilebilir nitelikte olduğu duyusal analiz ile

gösterilmiştir. Gıda alternatifinin kısıtlı olduğu bu tarz bir diyetin kolayca uygulanabilmesi için besinsel değeri yüksek ürün çeşitliliğinin arttırılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çölyak, glutensiz erişte, mısır, baklagil, B vitaminleri, besinsel lif, toplam fenolik madde, antioksidan kapasite

ABSTRACT

CORN NOODLE, ENRICHED WITH LEGUME FLOURS FOR CELIAC PATIENTS

Nilgün SAVTEKİN

Master of Science, Department of Food Engineering

Süpervisor: Prof. Dr. Süeda ÇELİK

January 2014, 101 pages

Celiac disease is one of the most common food intolerances. People genetically predisposed to celiac disease cannot tolerate the gliadin fraction of wheat and similar alcohol-soluble proteins (prolamines) of barley, oats and rye throughout their life. Nowadays, its treatment is done with the application of lifelong strict gluten-free diet. Gluten-free cereal foods are frequently made using refined gluten-free flour such as rice and corn or starch and are generally not enriched or fortified. In this study, noodle samples were prepared with addition of 30%, 40% and 50% of legumes (soy bean, chickpea and lentil) flours with a high nutritional value to corn flour and this noodle samples were evaluated in terms of some quality and nutritional properties. The gluten contents and the pasting values of noodle samples are analyzed by ELISA and RVA, respectively. Pasting values of noodle samples decreased significantly by the addition of legume flour depending on the type and ratio of the additive. It is determined that cooking properties of the noodle samples depend on the type and ratio of legume flours. Corn, soybean, chickpea and lentil flours had different L^* , a^* , b^* color values so this effected the noodle samples' color values. Chickpea and lentil flour supplementation of corn noodles results in higher breaking and higher tensile force compared to corn noodle. In this study, the analyses of B vitamins (thiamin, riboflavin, niacin) were carried out by using HPLC and validation procedures were performed. B vitamins, protein, dietary fiber, antioxidant activity and total phenolic contents of samples were increased by addition of legume flours. However, it is also pointed by sensory analysis that corn noodle samples prepared by addition of legume flour possess acceptable sensory properties. Increasing of the product variety with high

nutritional value is thought to be important for easy application of this restricted diet.

Keywords: Celiac disease, gluten free noodle, corn, legume, B vitamins, dietary fibre, total phenolic content, antioxidant capacity

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın belirlenmesi, planlanması ve yürütülmesi aşamalarında yakın ilgi ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım değerli hocam Sayın Prof. Dr. Süeda Çelik' e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince değerli katkılarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Hamit Köksel' e ve Sayın Doç. Dr. Arzu Başman' a,

Deneysel çalışmalarımıdaki değerli katkılarından dolayı Ar. Gör. Kevser Kahraman, Seda Yalçın ve Ar. Gör. Tuğrul Masatçioğlu' na,

Deneysel çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Uzman Yelda Zencir' e ve Uzman Selin Heybeli' ye,

Değerli katkılarından dolayı Arş. Gör. Dilay Kütük, H. Gözde Hosta, Kadir Turan ve Özden İsmailoğlu başta olmak üzere bütün arkadaşlarıma,

Duyusal değerlendirmeyi yapan arkadaşlarıma,

Destek ve içtenliklerinden dolayı bütün Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü hocalarıma, bölüm arkadaşlarıma ve personeline,

Desteklerinden dolayı Doğalsan firmasına,

Mercimek ve nohut unlarımın temin edildiği Merk Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne,

Tez çalışmam süresince her daim yanımda olan, yardımını hiçbir zaman esirgemeyen biricik kardeşim Hande Gökbayrak; hayatı paylaştığım, her zaman yanımda hissettiğim, sevgili eşim Seçkin Savtekin başta olmak üzere tüm aileme, en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER.....	ix
ŞEKİLLER	x
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Çölyak Hastalığı	6
2.2. Mısır	8
2.3. Baklagiller	9
2.4. Ksantan ve Guar Gam	10
2.5. Glutensiz Makarna ve Erişte Üretimi	11
2.6. Besinsel Lif.....	12
2.7. Suda Çözünen Vitaminler	13
2.7.1. Tiamin	13
2.7.2. Riboflavin	15
2.7.3. Niasin	16
2.8. Bazı B Grubu Vitaminlerin Analizleri	18
2.9. Antioksidanlar ve Fenolik Bileşikler	20
3. MATERYAL VE METOT.....	22
3.1. Materyal	22
3.2. Kimyasallar ve Diğer Yardımcı Maddeler	22
3.3. Ekipmanlar	22
3.4. Metot	23
3.4.1. Hammadde Analizleri	23
3.4.2. Erişte Yapma Denemesi	24
3.4.3. Erişte Örneklerinin Kalite Özelliklerinin İncelenmesi	25
3.4.4. Mikroviskoanalizör (RVA™) ile Un Örneklerinin Çirleşme Özelliklerinin İncelenmesi.....	28

3.4.5. İmmünolojik Yöntem ile (ELISA) Gluten Miktarının Belirlenmesi	30
3.4.6. B Vitaminlerinin Analizleri.....	31
3.4.7. Toplam Besinsel Lif Miktarının Tespiti.....	36
3.4.8. Toplam Fenolik Madde Miktarı	37
3.4.9. Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite.....	37
3.4.10. DPPH Yöntemiyle Antioksidan Analizi	37
3.4.11. Araştırma Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi	38
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	39
4.1. Hammadde Analizleri	39
4.1.1. Un Örneklerinin Kimyasal Özellikleri	39
4.1.2. Un Örneklerinin Renk Özellikleri	40
4.1.3. Un Örneklerinin Mikroviskoanalizör (RVA™) ile Belirlenen Çirişlenme Özellikleri	41
4.2. Erişte Örneklerinin Kimyasal Özellikleri.....	42
4.2.1. Erişte Örneklerinin Kül Miktarları.....	42
4.2.2. Erişte Örneklerinin Protein Miktarları.....	42
4.2.3. Erişte Örneklerinin Gluten Değerleri.....	43
4.3. Eriştelerin Kalite Özelliklerinin İncelenmesi	45
4.3.1. Pişme Süresi Tayini	45
4.3.2. Suya Geçen Madde Miktarı (Pişme Kaybı)	45
4.3.3. Su Absorpsiyonu	46
4.3.4. Hacim Artışı.....	46
4.3.5. Toplam Organik Madde Miktarı	47
4.3.6. Kuru ve Pişmiş Eriştelerin Tekstür Özellikleri	48
4.3.7. Duyusal Özellikleri.....	49
4.3.8. Renk Özellikleri	50
4.4. Mikroviskoanalizör (RVA™) ile Erişte Örneklerinin Çirişlenme Özellikleri Tayini	51
4.5. Vitamin Analizleri.....	54
4.5.1. Tiamin Analizleri.....	54
4.5.2. Riboflavin Analizleri.....	55
4.5.3. Niasin Analizleri.....	56
4.5.2. Vitamin Analizlerinin Validasyon Sonuçlarının İncelenmesi	58
4.6. Toplam Besinsel Lif Miktarı	66

4.7. Toplam Fenolik Madde Miktarı	67
4.8. Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite.....	69
4.9. DPPH Yöntemiyle Antioksidan Analizi	71
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	73
KAYNAKLAR.....	78
EKLER	95
ÖZGEÇMİŞ	101

ÇİZELGELER

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3. 1 Erişteler için duyusal değerlendirme formu [100].....	28
Çizelge 3. 2. Un ve erişte örneklerinin değerlendirilmesinde kullanılan RVA profili	29
Çizelge 3. 3 Rose-Sallin et al. [96] metoduna göre gradiyent ayrımı.....	34
Çizelge 3. 4 Sertifikalı referans materyalleri; BCR®421 Tam Buğday Unu ve BCR®121 Süt Tozu B vitamini içerikleri	36
Çizelge 4. 1 Un örneklerinin kimyasal özellikleri.....	39
Çizelge 4. 2 Un örneklerine ait renk değerleri.....	40
Çizelge 4. 3 Un örneklerinin çirişlenme özellikleri.....	41
Çizelge 4. 4 Mısır eriştesi örneklerinin kül ve protein içerikleri	43
Çizelge 4. 5 Erişte örneklerinin gluten içerikleri	44
Çizelge 4. 6 Farklı oranlarda bakliyat unu içeren mısır eriştelerinin pişme özellikleri	47
Çizelge 4. 7 Kuru ve pişmiş mısır eriştelerinin tekstür değerleri	49
Çizelge 4. 8 Mısır eriştesi örneklerinin duyusal özellikleri.....	50
Çizelge 4. 9 Eriştelerin renk değerleri.....	51
Çizelge 4. 10 Mısır eriştesi örneklerinin çirişlenme özellikleri	54
Çizelge 4. 11 Un örneklerinin tiamin, riboflavin ve niasin içerikleri	58
Çizelge 4. 12 Mısır eriştesi örneklerinin tiamin, riboflavin ve niasin içerikleri.....	58
Çizelge 4. 13 Tiamin analizi validasyon sonuçları	59
Çizelge 4. 14 Riboflavin analizi validasyon sonuçları	61
Çizelge 4. 15 Niasin analizi validasyon sonuçları	63
Çizelge 4. 16 Un örneklerinin toplam besinsel lif içerikleri	67
Çizelge 4. 17 Mısır eriştesi örneklerinin toplam besinsel lif içerikleri	67
Çizelge 4. 18 Un örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri	68
Çizelge 4. 19 Mısır eriştesi örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri	69

ŞEKİLLER

Sayfa

Şekil 2. 1 Buzdağı modeli [54].....	7
Şekil 2. 2 Tiaminin çeşitli formlarının moleküler yapısı [84].....	14
Şekil 2. 3 Riboflavinin yapısı [50].....	15
Şekil 2. 4 Nikotirik asit, nikotinamid ve nikotinamid adenin dinökleotidin (NAD) (fosfat) moleküler yapısı [84].....	17
Şekil 3. 1 Tipik RVA grafiği ve kullanılan parametreler.....	29
Şekil 3. 2 Test kiti ile analizin şematik gösterimi.....	30
Şekil 3. 3 Tiamin ve riboflavinin AACC Metodu No. 86-70 ve 86-80 [97]' in Bilgi Boyacı [46] tarafından modifiye edilen yöntemine göre ekstraksiyonu.	31
Şekil 3. 4 Finglas ve Faulks [102]' un modifiye edilmiş tiokrom oluşturma metodu [46].	32
Şekil 3. 5 Rose-Sallin et al. [96]' e göre niasin ekstraksiyonu [46].....	33
Şekil 4. 1 Çalışmada kullanılan un örneklerine ait RVA grafiği.....	42
Şekil 4. 2 Gliadin standardına ait kalibrasyon eğrisi.....	44
Şekil 4. 3. Mısır eriştesi ile %30, %40 ve %50 mercimek unu katkılı mısır eriştesi örneklerinin RVA grafiği.....	53
Şekil 4. 4 0.01-0.05 ppm aralığında tiamin kalibrasyon grafiği.....	60
Şekil 4. 5 0.1-0.5 ppm aralığında tiamin kalibrasyon grafiği.....	60
Şekil 4. 6 0.01-0.05 ppm aralığında riboflavin kalibrasyon grafiği.....	62
Şekil 4. 7 0.1-0.5 ppm aralığında riboflavin kalibrasyon grafiği.....	62
Şekil 4. 8 0.1-1ppm ve 0.5-4 ppm aralığındaki nikotinamidin kalibrasyon eğrileri. 64	
Şekil 4. 9 0.1-0.8 ppm ve 0.5-4 ppm aralığındaki nikotirik asit kalibrasyon eğrileri.....	65
Şekil 4. 10 Absorbans- Konsantrasyon(ppm) standart kalibrasyon grafiği.....	70
Şekil 4. 11 Trolox standart grafiği.....	71

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

R^2 Belirtme katsayısı (Coefficient of Determination)

Kısaltmalar

AACC	American Association of Cereal Chemists
ANOVA	Analysis of Variance
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
BCR®	Community Bureau of Reference, Belgium
CV	Coefficient of Variation
FAD	Flavin adenin dinükleotid
FAO	Food and Agriculture Organization
FMN	Flavin mononükleotid
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
ICC	International Association for Cereal Science and Technology
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
LOD	Gözlenebilme sınırı (Limit of Dedection)
LOQ	Tayin Sınırı (Limit of Quantification)
NAD	Nikotinamid adenin dinükleotid
NADP	Nikotinamid adenin dinükleotid fosfat
TEAK	Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite
TGKY	Türk Gıda Kodeksi

1.GİRİŞ

Çölyak sprue veya glutene duyarlı enteropati olarak da bilinen çölyak hastalığı en sık görülen besin intoleranslarından biri olup [1,2] buğday, çavdar, arpa, tritikale ve bazı durumlarda yulaf ile alınan glutene karşı immünolojik bir reaksiyon olarak karakterize edilen kronik bir enteropatidir [3-6]. Çölyak hastaları tahıllarda bulunan gluten ve gluten benzeri proteinleri (prolaminleri) tolere edememektedir [5,7,8]. İnce bağırsak mukozasının hasarıyla sonuçlanan bu intolerans, besinlerin malabsorpsiyonuna sebep olmaktadır. Bu nedenle hastalar buğday, arpa, çavdar ve yulaf içeren gıdaları tüketememektedir. Çölyak hastaları için en etkili ve tek tedavi yöntemi ömür boyu gluten içeren gıdalardan uzak durmalarıdır [4,7]. Bununla beraber, glutensiz ürün (kek, ekmek, makarna ve şekerleme) seçeneğinin az olması nedeniyle hastaların diyetlerindeki çeşitlilik azalmaktadır. Sonuç olarak, hastalar gıda kısıtlamasıyla karşı karşıya kalmaktadırlar [9].

Çölyak hastalığı için beslenme tedavisi, diyetle izin verilmeyen ve izin verilen tahıllar üzerinde odaklanır [10]. Ürünlerde mısır ve pirinç gibi doğal yapıları gereği gluten içermeyen tahıllar hammadde olarak kullanılmaktadır [4,9,11,12]. Buna karşılık, yalnızca bu unların kullanılmasıyla elde edilen hamur viskoelastik özellik göstermemektedir. Bu sebeple ürün kalitesini arttırmak amacıyla gluteni ikame edebilecek katkıların ve üretim tekniklerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır.

Hamur özelliklerini belirleyen temel bir etken olan gluten matriksi yerine hidrokolloidler gibi yapı ve tekstür düzenleyici bileşenler kullanılmaktadır. Ksantan gam, guar gam, keçiyoynuzu gamı, selüloz (HPMC ve CMC) ve beta-glukanlar gibi polisakkarit hidrokolloidler glutensiz ürünlerde sıklıkla kullanılmaktadır [12-14].

Son yıllarda uygulanan tedavi, glutensiz fakat yüksek proteinli gıdalardan oluşan bir diyetle dayanmaktadır [15]; buna karşılık, glutensiz ürünlerin elde edilmesinde genellikle kullanılan nişasta veya rafine unların protein içeriği düşüktür. Ayrıca bu ürünlerin B vitamini, mineral ve besinsel lif içerikleri de genellikle düşük olmaktadır [10,16]. Bu sebeple bağışıklık ve beslenme dengesizliğinin glutensiz diyetle ilişkili olduğu düşünülmekte [17] ve çölyak hastalarının uyguladığı glutensiz diyetin besinsel olarak dengeli bir diyet olup olmadığı konusu sorgulanmaktadır [10,18]. Baklagiller yüksek miktarda protein, karbonhidrat ve besinsel lif içeriklerinin yanı sıra diğer

besinsel bileşenler açısından da zengindirler [19]. Ayrıca, tahıllar insan beslenmesinde temel bir amino asit olan lizin açısından yetersizken baklagiller yüksek oranda bu amino asidi içerirler. Baklagil proteinlerinin kükürt içeren temel amino asit miktarları düşüktür. Bu sebeple tahıl proteinleri baklagil proteinlerini temel bir amino asit olan metiyonin açısından tamamlamaktadır [20,21]. Bu doğrultuda, erişte üretiminde, metiyonin açısından zengin olan mısır [22] lizin açısından zengin baklagillerle birlikte kullanılarak amino asit dengesi sağlanırken mikrobeyin (B vitaminleri, mineraller, v.b.) ve lif içeriği de artırılır. Mısır ve baklagillerin gluten içermemesi sebebiyle erişte üretimindeki bu ortak uygulama çölyak hastaları için güvenle kullanılabilir.

Erişte ve makarna üretiminde mısır unu gibi glutensiz ve nişastalı materyaller kullanıldığında, hamura viskoelastik özellik kazandırmak ve yapıyı bir arada tutmak için buğday gluteninin yerini alabilecek olan nişasta jelatinizasyonuna ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir [7,23-25]. Nişastanın jelleşme özelliklerinden faydalanabilmek için teknolojik proseslerin kullanılacağı gibi nişasta veya nişastalı materyale ön jelatinizasyon işleminin yapılabileceği bildirilmektedir [7]. Nişastanın jelatinizasyonu için una sıcak su eklenebilmekte veya yüksek sıcaklıkta ekstrüzyon da uygulanabilmektedir. Ayrıca kalite özelliklerinin iyileştirilmesi için ikili sıcaklık uygulaması da yapılabilmektedir. Yapılan bir çalışmada ısı işlem ilk olarak ekstrüzyon öncesi elde edilen hamura, ikinci olarak ise ekstrüzyon sonrası şekil verilen hamura buhar uygulanarak yapılmaktadır. Yapılan ilk işlem ile yapının iyileştirilmesi, ikinci işlemle ise makarnanın pişme kalitesinin gelişmesi sağlanmaktadır [24].

Bu ürünlerin yer aldığı bir çölyak diyetinin, günlük 25-35g olarak önerilen besinsel lif alımını karşıladığından emin olunamamaktadır [26] çünkü glutensiz tahıllardan geliştirilen bu ürünler, buğday bazlı benzerlerinden daha az lif içermektedir [11,17,26].

Besinsel lif terimi yaygın olarak bitkideki (başlıca bitki hücre duvarındaki) sindirilemeyen polisakkaritlerin (selüloz, hemiselüloz, oligosakkaritler, pektinler ve gamlar), mumların ve ligninin kompleks bir karışımı olarak kabul edilmektedir [27]. AACC [28] besinsel lifi “ insanların ince bağırsağında sindirime ve emilime dirençli olan, kalın bağırsakta tam ya da kısmi fermentasyona uğrayan yenilebilir bitki kısımları veya benzer karbonhidratları” olarak tanımlamaktadır. Besinsel lifler,

diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, kolon kanseri ve kabızlık gibi hastalıklara yakalanma riskini azalttığı için son otuz yılda önem kazanmıştır [29]. Besinsel liflerin yararlı fizyolojik etkileri arasında kan kolesterol seviyesini ve / veya kan glukoz seviyesini düşürmesi de bulunmaktadır [28]. Bu doğrultuda makarna gibi nişastalı ürünlere eklendiklerinde gıdanın glikemik indeksini azaltmaktadırlar [30]. Besinsel lifler ile zenginleştirilmiş glutensiz gıdalar sınırlı olmakla birlikte, bu ürünlerin geliştirilmesinin besin kalitesini arttıracacağı düşünülmektedir [26].

Geçmiş yıllardan beri elde edilen bulgular, kardiyovasküler hastalıklar, kanser, diyabet ve yaşlanma gibi çeşitli hastalıkların patolojisi ile serbest radikal mekanizmalarının ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır [31-33]. Serbest radikaller biyomolekülleri okside edip mutajenik değişime, doku hasarına ve hücre ölümüne neden olmaktadır [34]. Serbest radikallerin oluşumunun önlenmesi ve etkilerine engel olunması için antioksidanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Antioksidanlar, serbest oksidanların etkisini düzenleyerek biyomoleküllerin oksidatif hasarını azaltır fakat oksidan/antioksidan dengesi bozulduğunda oksidatif stres ile birlikte doku hasarı da oluşur [32,33,35,36]. Sentetik veya doğal antioksidan tedavileri bu hastalıkların risklerini azaltmakta veya genel insan sağlığı için serbest radikal etkilerini önleyebilmektedir. Son yıllarda bazı sentetik antioksidanların potansiyel sağlık riskleri, toksisitesi ve kanserojenliği nedeniyle, doğal antioksidanlara ilgi artmaktadır. Buna bağlı olarak, gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi de oldukça ilgi görmektedir [32,37].

Antioksidan aktiviteyle toplam fenolik madde miktarı direkt ilişkilidir. Bu nedenle, fenolik içeriği yüksek olan gıdaların antioksidan etkisi de yüksek olmaktadır [19,38]. Fenolik bileşikler gıdalardaki oksidasyonu önlemek ile kalmamakta, aynı zamanda vücudu oksidatif strese [39] ve dejeneratif hastalıklara karşı korumaktadır [40]. Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler, insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri, fenoloksidaz enzimlerinin etkisiyle enzimatik renk esmerleşmelerine neden olmaları, çeşitli gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi pek çok açıdan da önem taşımaktadırlar [41].

Tahıl ürünleri, gelişmekte olan birçok ülkede başlıca B vitamini kaynağıdır; fakat az öğütülmüş tahıl ürünlerinin yerini, özellikle kentsel bölgelerde, vitamin ve diğer mikro besin öğeleri düşük olan rafine ürünler almaktadır [42]. Bununla birlikte, tüketicilerin

beslenme gereksinimlerine olan ilgisi ve buna bağlı olarak da gıda bileşimini öğrenme isteği artmıştır [43,44]. Bu sebeple, gıdalardaki vitamin miktarlarının tespiti önem kazanmaktadır. Birçok gıdanın düşük miktarda vitamin içermesi ve gıda matrislerinin karmaşık olması vitamin ölçümlerini zorlaştırmaktadır [44,45]. Bu ürünlerde bulunan suda çözünen vitaminlerin ölçümleri ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir. Gıdalardaki vitamin miktarlarının tespiti için hızlı, hassas ve kolay uygulanabilir metotların geliştirilmesinin ve geliştirilen metotların validasyonunun rutin uygulama için oldukça büyük bir rahatlık getireceği belirtilmektedir [46].

Vitamin analizlerinde geleneksel olarak mikrobiyolojik, florimetrik ve kolorimetrik tekniklerin kullanıldığı standart metotlar (AACC, AOAC ve ICC) bulunmaktadır [45,47]; fakat bu yöntemlerin bazı dezavantajları vardır. Mikrobiyolojik esaslı metotlar zaman alıcıdır ve tekrarlanabilirlikleri düşüktür. Buna karşılık, kolorimetrik yöntemlerin hassasiyeti düşüktür ve analizde stabil olmayan tehlikeli kimyasallar kullanılmaktadır [45,48]. Biyoanalitik kimyadaki gelişmeler ile mevcut yöntemlerin sayısı artmıştır [49]. Yöntem seçimi genelde, yöntemin doğruluğu ile hassasiyetine ve örnek matrisinde karşılaşılan girişimlere bağlı olarak yapılmaktadır [47]. Hızlı ve hassas analiz yapılmasına olanak sağlayan sıvı kromatografisi (High Performance Liquid Chromatography; HPLC) metotları B vitamini analizlerinde kullanılmaktadır [48]. Günümüzde HPLC metotlarının hızı, duyarlılığı, seçiciliği, oldukça başarılı tekrar edilebilirliği tercih edilmelerini sağlamaktadır [49,50].

Bu çalışmada bildiğimiz kadarı ile ilk kez, çölyaklı bireyler için erişte üretiminde mısır ununa %30, 40 ve 50 oranlarında soya, nohut veya mercimek unları ilave edilerek zenginleştirilmiş yeni glutensiz ürün formülasyonları hazırlanmıştır. Erişte üretiminde elde edilecek hamurun bütünlük göstermesi için ısıl işlem uygulanarak nişasta jelatinizasyonu sağlanmış ve ksantan ile guar gam kullanılmıştır. Üretilen erişte örneklerinin kalitesini değerlendirmek amacıyla pişme analizleri (pişme süresi, pişme kaybı, su absorpsiyonu, hacim artışı ve toplam organik madde miktarı), renk analizi, tekstür analizleri ve duyu analizi gerçekleştirilmiştir. Örneklerin glutensiz ürünler sınıfına girdiğinin belirlenmesi amacıyla un ve erişte örneklerinde gluten analizleri yapılmıştır. Erişte örneklerinde nişastanın jelatinizasyon ve çirşlenme (pasting) özellikleri mikrovizkoanalizör (Rapid Visco Analyser: RVA) ile saptanmıştır. Erişte örneklerinin besinsel özelliklerini belirlemek amacıyla HPLC metotları ile tiamin, riboflavin ve niasin analizleri yapılmış ve validasyon çalışmaları ile cihaz, metot ve

sistem performansı incelenmiştir. Ayrıca unların ve erişte örneklerinin fenolik madde içerikleri, antioksidan kapasiteleri ve besinsel lif içerikleri de belirlenmiştir.

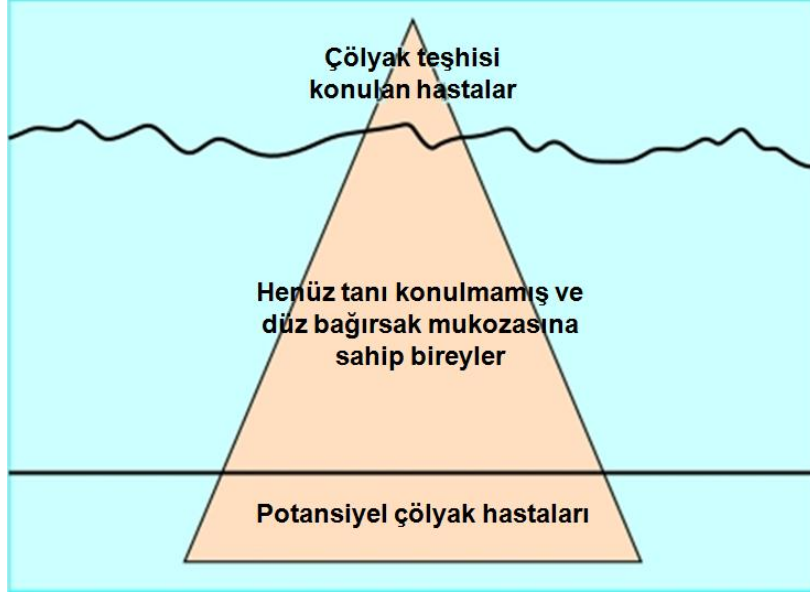
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Çölyak Hastalığı

Çölyak hastalığı, genetik olarak yatkın kişilerde, buğday gluteni gliadin fraksiyonunun ve arpa, çavdar ve yulafın alkolde çözünen benzer proteinlerinin (sırasıyla: hordein, sekalin ve avidin) neden olduğu ince bağırsak mukozasındaki (villi yapısındaki) hasar ile karakterize edilen bir sendromdur [5,14,51,52]. Çölyak hastalarında gluten içeren gıdaların tüketimi sonrasında villusların kısmen veya tamamen atrofisi şeklinde seyrettiği bağırsak mukozası anormaliklerinin görüldüğü bildirilmektedir [7,51]. İnce bağırsak villilerinde oluşan hasarla besinlerin emilimi bozularak, vitaminler ve mineraller başta olmak üzere önemli birçok besinin (yağlar, bazı nişastalar ve bazı şekerler) malabsorpsiyonu ortaya çıkmaktadır [10,11]. Malabsorpsiyon tipik sendromu olarak herhangi bir organ sistemi etkilenebilmektedir. Çölyak hastalığına tanı konulmaması durumunda uzun vadeli komplikasyon riski oluşmaktadır [6,53]. Diyetten glutenin çıkarılması ile villiler eski haline dönebildiği belirtilmektedir [11-13,54].

Çölyak hastalığı ile ilgili bilgiler M.S. birinci yüzyıla dayanmaktadır ve fakat hastalığın klasik tanımını ilk olarak 1888 yılında Samuel Gee yapmıştır. Dicke, 1950 yılında hastalığın belirtilerinin diyetten buğdayın uzaklaştırılmasıyla azaltılabildiğini göstermiştir [1]. Ayrıca ekmeğin kullanılmadığı II. Dünya Savaşı sırasında, Hollandalı bir bilim adamının çocukların semptomlarında düzelme olduğunu gözlemlemesi üzerine çölyak tedavisi gündeme gelmiştir [15]. Tarımın 10000 yıl önce başladığı dünyada gıda teknolojilerinin hızla değişmesiyle tüm halkın beslenme alışkanlıkları etkilenmiş ve insanlar doğal glutene daha fazla maruz kalmıştır. Çölyak hastalığı, birçok alanda gelişen dünyada oldukça yaygın bir hastalık olmuştur. Genetik yatkınlığın dışında, çeşitli çevresel faktörler çölyak prevalansını etkilemektedir [1]. Çölyak hastalığının görülme sıklığının dünya genelinde 0.5-1/1000000 olduğu belirtilmiştir [17,51]. Popülasyon bazında yapılan çalışmalarda prevalans Avrupa ülkelerinde 1/100 olduğu öne sürülmüştür [11]. Aydoğdu ve Öztürk [55], çölyak hastalığının ülkemizdeki sıklığı ile ilgili yeterli çalışma olmadığını fakat tıp çevresinde 300 ila 500' de bir olduğunun düşünüldüğünü belirtmektedir. Çölyak hastalığının epidemiolojisini açıklamada genellikle buzdağı modeli (Şekil 2.1)

kullanılmaktadır. Çölyak hastalığının prevalansı buzdağının toplam büyüklüğü olarak ifade edilebilmektedir [51,54].



Şekil 2. 1 Buzdağı modeli [54]

Klinik olarak çölyak teşhisi konulan hastalar buzdağının görünen kısmını oluşturmaktadır. Glutensiz diyet uygulayan ve normal bağırsak mukozasına sahip bireyler bu küçük kısımdadır. Su seviyesinin altındaki grup ise henüz tanı konulmamış ve düz bağırsak mukozasına sahip bireylerden oluşmaktadır. Bu bireylerde semptomlar görülmediğinden ya da semptomlar çölyak hastalığı ile ilişkilendirilemediğinden tanı konulamamaktadır. Buzdağının en alttaki kısmını ise potansiyel çölyak hastaları oluşturmaktadır [12,54].

Çölyak hastalığı her hangi bir yaşta görülebilmektedir fakat elli yıl içinde yetişkinlerdeki oranı artmıştır. Çölyak hastalığı çocukluk ile bağlantılı olmasına rağmen çocukluk çağında çölyak hastalığının giderek azaldığı belirtilmektedir. Bu değişiklikten sorumlu olan faktörler çok tartışılmaktadır. Cinsiyet bazında ise kadınların erkeklerden daha fazla etkilendiği bildirilmektedir [54].

Hastalığın belirtileri çok sık tekrarlanan karın şişliği, karın ağrıları, kronik ishal, açık renkli ve kötü kokulu dışkı, kilo kaybı, yorgunluk, kaslarda kramp ve büyüme bozuklukları olarak belirtilmektedir [53,56]. Çölyak hastalığının başlangıcı atipik veya belirsiz olabildiği için birçok durumda tanı konulamamakta ve dolayısıyla bu hastalar

osteoporoz, kısırlık ve kanser de dahil olmak üzere uzun vadeli komplikasyon riski taşımaktadırlar [53].

“Codex Alimentarius” da glutensiz ürünlerde gluten miktarı 20 ppm’i geçmemesi gerektiği ve işlenmiş glutensiz ürünlerde ise 100 ppm’den az olması belirtilmektedir. FAO ise "glutensiz" etiketini 20 ppm’den az gluten içeren gıda ürünleri için önermektedir. Ülkemizde glutensiz ürünler ile ilgili yasal düzenlemeler 2012 yılında düzenlenen Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (TGKY) ‘Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği’ (Tebliğ no: 2012/4) ile belirlenmiştir. Bu tebliğe göre gluten intoleransı olan bireyler için üretilen ‘çok düşük glutenli’ gıda maddelerinde gluten miktarı kuru madde üzerinden 100 ppm’ i geçmemelidir. Gluten içermeyen bileşenlerden oluşan ‘glutensiz gıda maddeleri’ nde gluten miktarı kuru madde üzerinden 20 ppm’i geçmemelidir. Dünya çapında, 'glutensiz' etiketli gıdaların maksimum gluten seviyeleri için birlik bulunmamaktadır ve etiketleme kurallarının ülkeden ülkeye değişmesi hastalar arasında belirsizlik oluşturabilmektedir [17,57,58]. Bunun yanı sıra, glutensiz olduğu tahmin edilen ürünlerin olası gluten kontaminasyonu ise başka bir belirsizliği oluşturmaktadır [11]. Bu yüzden glutensiz ürünlerde etiketleme ve analiz teknikleri önem kazanmaktadır.

2.2. Mısır

Mısır (*Zea mays L.*), dünyada kullanılan başlıca tahıl ürünlerindedir. Meksika kökenli olup kuzeye doğru Kanada’ya ve güneye doğru Arjantin’e yayıldığı düşünülmektedir [35]. Birçok geleneksel ürünün üretildiği Latin Amerika, Asya, Afrika ve Balkanlar’da bu hububat yaygın olarak tüketilmektedir. Mısır ürünleri, diğer tahıl ürünleriyle sağlanamayan farklı bir aroma ile karakterize edilmektedir [59].

Mısır, atdişi (dent), sert (flint), unlu (flour), cin (pop) ve tatlı (sweet) mısır olmak üzere beş genel sınıfa ayrılır. Mısırdaki embriyo, endosperm, aleurone ve pericarp bulunmaktadır ve pericarp tabakası embriyo ile endospermi korumaktadır. Endosperm genellikle kuru tane ağırlığının %82-84’ünü oluşturmaktadır ve nişasta içeriğinin %86-89 kadarını ihtiva etmektedir. Nişasta ayrıca, embriyoda, kepekte ve tanenin uç kısmında bulunur. Tanede temel karbonhidrat, kuru tane ağırlığının yaklaşık %72’sini oluşturan nişastadır. Mısır nişastası amiloz ve amilopektinden oluşmaktadır. Nişastanın %25-30’u amiloz, %70-75’i ise amilopektindir. Mısır, nişastanın yanı sıra yağ açısından da zengindir. Yağ miktarı, pirinç veya buğdayın

içerdiği miktardan daha fazladır. Mısır yaklaşık %3.5-4.5 oranında yağ içermektedir. Protein ise %8-11 oranında bulunmaktadır ve temel amino asitlerce (lizin, triptofan, kükürtlü amino asitler gibi) fakir olmasından dolayı protein kalitesi düşüktür. Ayrıca mısır, başta kalsiyum olmak üzere mineral ve niasin açısından yetersizdir [15,35,60]. İklim, toprak, gübreleme gibi etkiler sebebiyle her yıl çevresel koşullar ile birlikte mısırın kimyasal kompozisyonu yıldan yıla değişmektedir [61].

2.3. Baklagiller

Baklagiller Fabacea denilen Leguminosea ailesinden olup baklagillerin nohut, fasulye ve börülce gibi 750 tür ve 16000 ila 18000 cins olduğu tahmin edilmektedir. Baklagiller daha çok yenilebilir tohumları için yetiştirilir ve bu nedenle tane baklagiller olarak adlandırılırlar [21,35].

Dünya genelinde yaygın olarak üretilip tüketilmektedirler [19]. Soya fasulyesi, yer fıstığı, kuru fasulye, bezelye, nohut ve mercimek birçok ülkede yaygın olan baklagillerdir. Baklagiller iyi bir protein, karbonhidrat (nişasta, oligosakkaritler ve besinsel lif), mineral (özellikle kalsiyum ve demir) ve vitamin (B vitamini) kaynağı olup ekonomik ve besinsel özellikleri yönünden insan beslenmesinde önemlidirler [19,35,62].

Dünya popülasyonunun önemli bir kısmı özellikle de hayvansal protein tüketimi kısıtlı olan ülkeler için önemli bir protein kaynağıdır [63]. Hayvansal proteinlerin pahalı olması ve dar gelirli insanların bu kaynağa ulaşamaması sebebiyle ucuz ve zengin protein kaynağı olarak baklagillerin kullanımı anlam kazanmaktadır [64,65]. Baklagillerden bezelye ve fasulyedeki protein miktarı %20, soya ve bakladaki protein miktarı %38–40 arasındadır. Bu değerler insan ve hayvan beslenmesinde baklagillerin en zengin bitkisel kaynakları olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, dünya nüfusunun artmasıyla özellikle gelişmiş ülkelerde hayvansal kaynaklı gıdaların tüketiminden kaynaklanan riskleri azaltmak için baklagillerin besinsel öneminin daha da artması beklenmektedir [66].

Besinsel açıdan bakıldığında, metiyonin ve sistein gibi sülfürlü amino asit ve triptofan içeriği baklagil proteinlerinde düşüktür. Lizin gibi diğer temel amino asitler açısından ise baklagiller zengin olup hububatlardan daha fazla miktarda lizin içermektedirler. Bununla birlikte, hububatlar baklagillerden daha yüksek miktarda sülfürlü amino asit

bulundurmaktadırlar. Bu sebeple lizin ve sülfürlü amino asit içeriği açısından baklagil ve tahıl proteinleri birbirlerini tamamlayıp birlikte tüketildiklerinde dengeli bir amino asit profili çizerler [63,66].

Baklagiller (genellikle %60-65) hububatlarla (%70-80) kıyasla biraz daha az karbonhidrat içermektedir. Baklagillerin başlıca depo karbonhidratı olan nişasta yavaş şeker salınımına (düşük glisemik indeksi) katkıda bulunurken içerdiği besinsel lifler gastrointestinal sağlıkla ilişkilendirilir. Baklagillerdeki çözünebilir oligosakkaritlerden olan rafinozlar potansiyel prebiyotiklerdir. Bu oligosakkaritler ince bağırsakta sindirilemeyip adsorplanamamakta ve kalın bağırsakta kolon mikroflorası tarafından fermente edilmektedir. Fermantasyon ürünleri gaz ve kısa zincirli yağ asitleridir. Gaz sindirim ile ilgili rahatsızlığa sebep olurken kısa zincirli yağ asitleri kolon mukozası sağlığını desteklemektedir [27,67].

Sıklıkla tüketilen baklagillerde içerdikleri biyoaktif maddeler (fitatlar,oligoakkaritler, fenolikler...) insan ve hayvan metabolizmasında önemli rol oynamaktadır. Yüksek lif içerikleri, düşük glisemik indeksleri ve içerdikleri minör bileşenler nedeni ile kardiovasküler hastalıklar, diyabet, sindirim sistemi hastalıkları, aşırı kilo ve obeziteye karşı yararlı olduğu bildirilen besinlerdir. Baklagil tüketim sıklığının kronik kalp rahatsızlığına ve kardiyovasküler hastalığa yakalanma riski ile ilişkili olduğu bildirilmektedir [19,66].

2.4. Ksantan ve Guar Gam

Ksantan genellikle fermente veya biyosentetik gamlar olarak kategorize edilen hidrokolloidlerin bir türüdür [68] ve lahanada bulunan bir bakteri (*Xanthomonas campestris*) ile mısır nişastasını fermentasyonundan üretilmektedir. Koyulaştırma ajanı ve stabilizatör olarak kullanılan fibröz karbonhidratlar olup [69] yüksek molekül ağırlıklı (tahminen $15-50 \times 10^6$) heteropolisakkarit yapısındadır [70].

Ksantan, karıştırma sonrası incelme (shear-thinning behavior) adı verilen kendine özgü akış özellikleri sergilemektedir [71]. Ksantan gam, sıcak veya soğuk suda çözünebilmesi, düşük konsantrasyonlarda yüksek viskozite sağlaması ve 0-100°C arasında çözelti viskozitesinin stabil olması gibi özellikleri ile gıda endüstrisinde büyük bir ilgi görmektedir [72].

Guar gam, *Cyamopsis tetragonolobus* bitkisinin tohumlarından elde edilmektedir. Ana zinciri (1,4)-bağlı β -D-mannoz, yan zincir ise (1,6)-bağlı α -D-galaktoz kalıntılarından oluşmaktadır [70].

Düşük konsantrasyonlarda guar gam pseudoplastik özellikte yüksek viskozite verir. Nişasta, selüloz, agar, K-karragenan ve ksantan ile etkileşime girer. Bu etkileşim selüloz ile bağlanma şeklinde, suda çözünen polisakkaritlerle ise viskozitede sinerjist bir artış şeklindedir [72].

2.5. Glutensiz Makarna ve Erişte Üretimi

Çölyak hastaları buğday, çavdar gibi gluten içeren tahılları tüketememektedirler fakat gluteni oluşturan proteinler birçok ürünün üretiminde temel oluşturmaktadır [7]. Makarna geleneksel olarak durum buğdayı irmiği ile yapılmaktadır. Buğdaydan yapılan makarnada gluten proteini pişme kalitesine ve ürünün yapısına katkıda bulunmaktadır. Makarnanın pişirilmesi sırasında gluten ağının şişen nişasta moleküllerini yapıda tutarak nişastanın fazla miktarda çözülmesini engellediği ve bu özelliğin makarna kalitesinde kilit rol oynadığı düşünülmektedir [73,74]. Durum buğdayı proteinleri aslında, iyi bir matriks ve optimum hamur oluşumunu sağlayan tipik viskoelastik davranış ile karakterize edilmektedir [7]. Glutenin uzaklaştırılması ise fırıncılıkta önemli problemlere sebep olmaktadır. Buna bağlı olarak marketlerde bulunan glutensiz birçok ürün düşük kalite ve kötü bir tat sergilemektedir [12].

Makarna benzeri ürünler dünya çapında yaygın olup Avrupa'da buğday türlerinden yapılırlarken Asya'da pirinç unu gibi glutensiz nişastalı materyallerden yapılırlar [24]. Taylan ve Vietnam gibi Güneydoğu Asya ülkelerinde popüler olan pirinç erişteleri üretimi gluten olmadan yapılabilir. Bu tür ürünlerde nişastanın çirrişlenme özellikleri ürün kalitesinde önemli rol oynamaktadır [74]. Glutensiz makarna ve erişte üretiminde çölyak hastalarının tüketebileceği pirinç, sorgum, darı, teff, quinoa, amarant ve karabuğday gibi tahılların kullanılması mümkündür [16].

Makarna ve erişte yapımında hammadde olarak pirinç veya mısır unu kullanıldığında bütünlük gösteren homojen bir hamur elde edilemediği için bir miktar nişasta jelatinizasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır [25,75] çünkü amiloz ve amilopektin, gluten ağının yerine viskoelastik özellik gösteren bir jel oluşturmaktadır [24]. Ayrıca glutensiz ürünlerin yapımı için nişasta ile birlikte gamlar/hidrokoloidler kullanılabilir [12].

Yapılan bir çalışmada pirinç unu kullanılarak yapılan baklagil unu (bezelye, nohut ve mercimek) katkıli erişte üretimde, bütünlük gösteren bir hamur eldesi için ısıll işlem uygulaması ile pirinç ununda nişasta jelatinizasyonu sağlanmış ve ksantan gam kullanılmıştır. Eriştelerin kalitesi pişme ve tekstür analizleri ile kontrol edilerek eriştelerin tüketiciler tarafından kabul edilebilir özellikte olduğu gösterilmiştir [76]. Mestres et al. [24] yaptıkları bir çalışmada, mısır unundan yapılan makarna üretiminde uygulanan ısıll işlemin ve monoglisericit kullanımının etkisini incelemiştir. Mısır ve patates nişastası kullanılarak erişte üretimi yapılan bir çalışmada ise örneklere eklenen gliseril monostearatin (GMS) oluşturduğu değişiklikler incelenmiştir. Eklenen GMS' nin, mısır ve patates nişastalarında şişme kapasitesini, çözünürlüğu ve sineresisi arttırdığu bildirilmiştir. Bunun yanı sıra, geçiş sıcaklığı ve jelatinizasyon entalpisi de artmıştır. GMS katkıli eriştenin pişme süresinin fazla olduğu; su absorpsiyonu ve pişme kaybının ise daha az olduğu gösterilmiştir [77].

2.6. Besinsel Lif

Besinsel lif insanların ince bağırsağında sindirime ve emilime dirençli olan ve kalın bağırsakta tam ya da kısmi fermentasyona uğrayan yenilebilir bitki kısımları olarak tanımlanmaktadır [28]. Besinsel lifler esas olarak karbonhidratlardan oluşur ve ham lifte bulunan selüloz ve ligninin yanı sıra, hemiselüloz, pektik maddeler, musilajlar ve gamları da içermektedir. Uluslararası alanda besinsel lifler için besleyici değeri olmayan lif, sindirilemeyen karbonhidratlar gibi çok farklı terimlerin kullanılması önerilmiştir [72].

Besinsel lif tüketiminin önemi, çeşitli fizyolojik etkilere büyük ölçüde bağlıdır. Günümüzde divertiküloz, hemoroid, şişmanlık, diyabet ve kalp damar hastalıklarına karşı besinsel liflerin koruyucu etkisi kesin olarak bilinmektedir. Besinsel liflerin potansiyel sağlık yararları arasında bağırsak geçiş süresi, kabızlığın önlenmesi ve kolorektal kanser riskinin azalması da bildirilmiştir. Bu gerçek, toplumda besinsel lif içeriği yüksek olan gıdalara olan talebi arttırmıştır [26,27,72,78].

Besinsel lifler, ekstraksiyonları ve izolasyonları sırasında pH kontrollü enzim çözeltisinde (insan sindirim enzimlerinin temsili olarak) çözünebilir ve çözünmez lif fraksiyonları halinde sınıflandırılabilir. Sağlıklı beslenme açısından en yararlı olanı her iki lif grubunun da alınmasıdır. Çözünmez lifler, sindirim sistemi boyunca hareketi teşvik ederek kabızlığı önlemektedir. Çözünmez liflerin büyük çoğunluğu

kalın bağırsakta fermente edilir ve probiyotik türler de dahil olmak üzere bağırsak mikroflorasının gelişmesini destekler. Çözünebilir lifler ise kan kolesterolünü düşürmeye ve kan şekeri seviyesini düzenlemeye yardımcı olur. Besinsel lifler makarna gibi nişastalı ürünlere eklendiklerinde gıdanın glisemik indeksini azaltmaktadırlar. Teknolojik açıdan değerlendirildiğinde ise, besinsel liflerin eklenmesi gıdaların tekstürlerini, duyuşsal özelliklerini ve raf ömürlerini iyileştirmeye katkıda bulunur [26,27,30].

2.7. Suda Çözünen Vitaminler

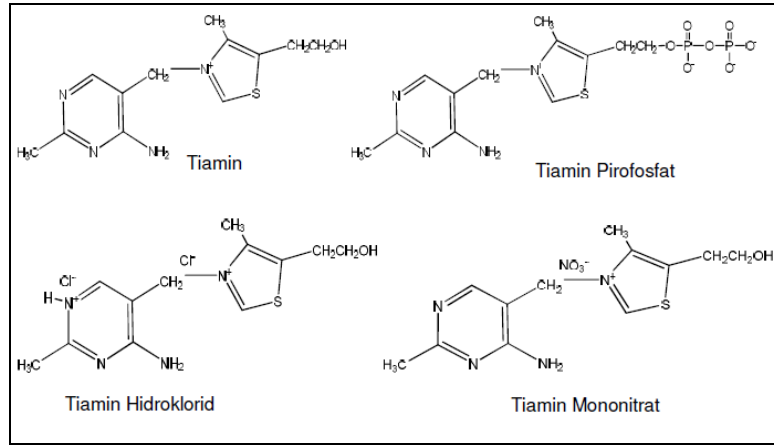
Vitaminler, vücut tarafından sentezlenemeyen ve diyetle dışarıdan alınmaları gereken organik bileşiklerdir. Vücutta metabolik olayların normal bir şekilde meydana gelmesi ve sağlıklı durumun sürdürülmesi için gereklidirler. Karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerden farklı olarak enerji vermezler. Enzim ve hormonlar gibi aktif öğeler olup, vücuttaki tepkimeleri düzene sokan biyokatalistler olarak nitelendirilirler. Çoğu kez koenzim gibi görev yaparak önemli metabolik roller üstlenirler. Her vitamin, belirli bir işlevi yerine getirmektedir. Bu yüzden, bir vitaminin işlevini başka bir vitamin yerine getirememektedir ve birbirlerinin yerine geçememektedirler. Vitaminler, gıdaların minör bileşenleridir ve vitaminlerin gıdalardaki dağılımı değişim göstermektedir. Bazı vitaminler gıdalar içinde öncü ya da provitamin olarak yer almakta ve vücuda girdikten sonra da kimyasal değişikliğe uğrayarak bir veya daha fazla aktif vitamin yapısına dönüşmektedir. Vitaminler, çözünürlüklerine göre yağda çözünen vitaminler ve suda çözünen vitaminler olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Yağda çözünen vitaminler A,D,E,K vitaminleri; suda çözünen vitaminler, askorbik asit (C vitamini) ve B kompleks (tiyamin, riboflavin, niyasin, pantotenik asit, folik asit, biotin...) vitaminleridir [15,79-82].

2.7.1. Tiyamin

Tiyamin, ilk olarak mayadan ekstrakte edilmiştir. Daha sonra kimyasal bileşimi ve sentezi ortaya konmuştur. B₁ vitamini metilen gruplarına bağlanmış bir tiyazol ve pirimidin türevidir. Tiyamin pirimidin halkasının (4' amino - 2'- metilpirimidinil - 5'- metil) tiyazol'e (5-(2-hidroksietil)-metil-tiyazol) metilen köprüsü (-CH₂-) ile bağlanmasıyla oluşmuştur. Canlı dokularda yaygın olarak bulunmaktadır ve doğal olarak en sık rastlanan formu tiyamin difosfattır (TDP; veya tiyamin pirofosfat). Ayrıca

serbest halde tiamin monofosfat (TMP) ile tiamin trifosfat (TTP) şeklinde de bulunmaktadır [80,83].

Alkali ortamda tiamin fosfat esterleri, potasyum ferrisiyanit ($K_3Fe(CN)_6$) ile reaksiyona girdiğinde tiokromu oluşturmaktadır. Tiokrom floresans özelliğindedir ve ortamda floresans özelliği gösteren başka bileşenler bulunmadığı takdirde, tiokromun floresan yoğunluğu, örnekteki toplam tiamin miktarını göstermektedir. Bu özelliği ile toplam tiamin miktarı HPLC ile ölçülebilmektedir. Gıdalarda tiamin miktarını ölçmek için mikrobiyolojik yöntemler olmasında rağmen florimetrik ve HPLC yöntemler tercih edilmektedir [46,84,85].



Şekil 2. 2 Tiaminin çeşitli formlarının moleküler yapısı [85]

Tiamin ticari olarak hidroklorid ve mononitrat tuzları şeklinde bulunmaktadır. Bu formları gıdaların zenginleştirilmesinde ve besin desteklerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tiamin hidrokloridin (1 g/ml), mononitrat formuna (0.027 g/ml) göre daha fazla çözünürlüğe sahip olması sıvı gıdaların zenginleştirilmesinde kullanımı açısından avantajdır. Fakat aktivasyon enerjilerindeki farktan dolayı tiamin mononitrat $95^{\circ}C$ 'nin altında daha stabil iken tiamin hidroklorid $95-110^{\circ}C$ 'den yüksek sıcaklıklarda daha stabildir. Tiamin ısıya duyarlıdır ve pişirme ya da ısıl işlem sırasında kısmen yok olur. Ayrıca ışık ve oksidasyona karşı nispeten stabil olmasına rağmen nötr ya da alkali pH'lı çözeltilerde düşük stabiliteye sahiptir [15,46,85].

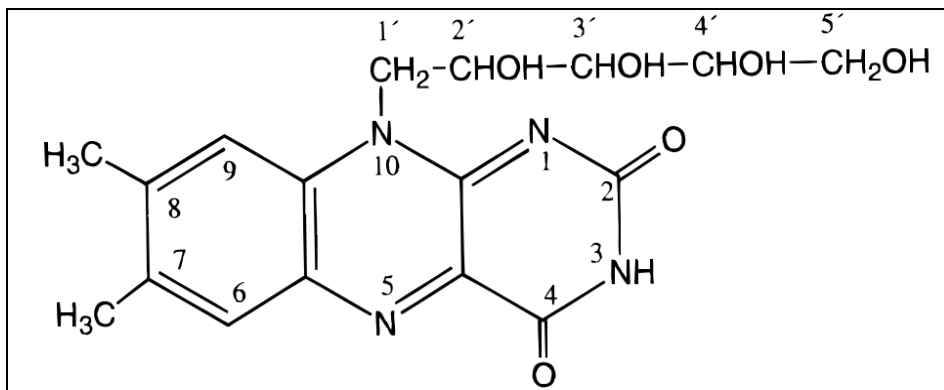
Uzun süre düşük tiamin alımı sonucunda beriberi hastalığı meydana gelmektedir. Sinir sistemini etkileyen beriberi, M.Ö. 2600'lerde Çin'de bilinmekteydi. Bir Çin tıp kitabında beriberiden bahsedilmesine rağmen bu hastalığa tiamin eksikliğinin neden

olduğu yüzyıllardır bilinmemekteydi. 1909-1915 yıllarında Frazier ve Stanton'un yaptığı çalışmalar beriberiyi soyulmuş pirinç tüketiminden kaynaklanan bir hastalık olduğunu göstermiştir. Tiaminin biyokimyasal fonksiyonu ise 1935'te Thompson ve Johnson tarafından tanımlanmıştır [15,83,86].

2.7.2. Riboflavin

Riboflavin ilk olarak 1932 yılında hücre solunumunda fonksiyonu olduğu düşünülen sarı renkli enzim olarak bira mayasından izole edilmiştir. 1933 ile 1935 yılları arasında riboflavinin yapısı belirlenmiştir. 1934 ile 1938 arasında ise koenzimler, flavin mononükleotid (FMN) ve flavin adenine dinükleotid (FAD), karakterize edilmiştir. FMN ve FAD çeşitli oksidasyon-redüksiyon proseslerini katalizleyen flavine bağlı çok sayıda enzimin koenzimi olarak görev yapmaktadır. Gıdalarda ve sindirim sisteminde bulunan fosfataz enzimlerinin aktivitesi sonucunda riboflavin formuna dönüşmektedir.

Riboflavin 7,8-dimetil-10 (1'-ribitil) izoalloksozin yapısındadır. İzoalloksozin halkası flavin halkası olarak bilinmektedir. Flavine halkası 7, 8 pozisyonlarında metillenmiştir. Ribitil yan zincirinin 5' pozisyonunun fosforilasyonu ile FMN, 5'-adenozil monofosfat birim ilavesi ile de FAD meydana gelmektedir. Düzlemsel izoalloksozin halkası riboflavin ve riboflavinden türeyen koenzimlerin basit yapıda olmasını sağlamaktadır. [46,50,87].



Şekil 2. 3 Riboflavinin yapısı [50]

Riboflavin, turuncu-sarı renkte, kristal yapıdadır. Suda kısmen çözünür, alkali çözeltilerde ise çok iyi çözünmektedir. Alkali çözeltileri optikçe aktiftir. Sulu çözeltisi yeşil-sarı renkte ve yüksek yeşil-sarı floresans göstermektedir. Riboflavin doğal floresans özellik gösterdiği için kimyasal derivatizasyona gerek olmadan florometrik olarak tespit edilebilmektedir. Floresan yoğunluğu ile dilusyondaki konsantrasyon miktarı lineerdir ve bu özelliğine bağlı olarak birçok HPLC metodu toplam riboflavin miktarını ölçmekte kullanılmaktadır [50,80,85].

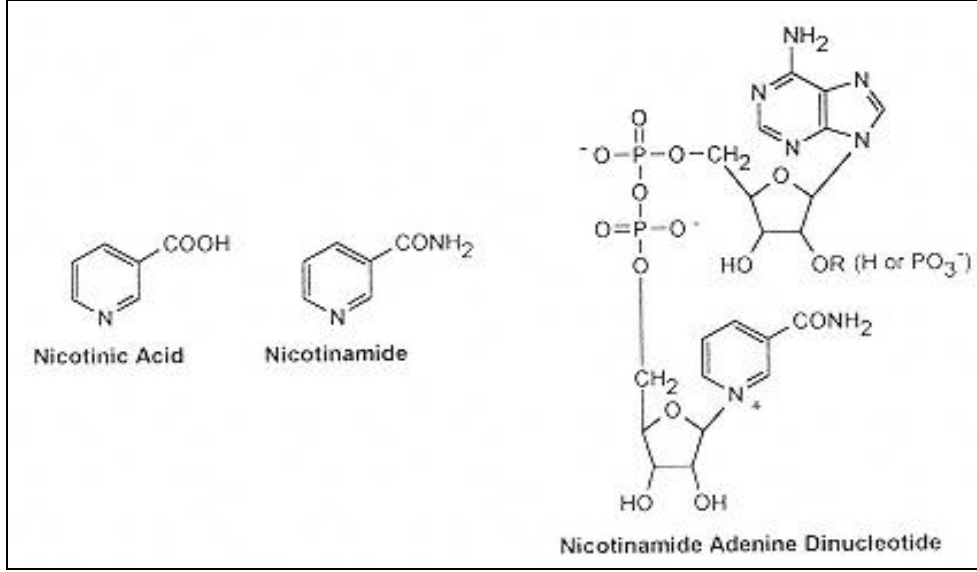
Riboflavin ısı işlemlere karşı dayanıklı ve atmosferik oksijenden etkilenmeyen bir bileşiktir. Işığa karşı oldukça hassastır ve sentetik riboflavin koyu renkli şişelerde muhafaza edilmelidir. Nötral veya asit çözeltilerinde ise stabildir fakat alkali çözeltilerde ısıtıldıklarında bozulurlar. Buna karşın pek çok proses ve pişirme işlemlerinde stabilite gösterebilir. Riboflavinin zengin olduğu kaynaklar karaciğer, böbrek, et, süt ve ürünleri, yumurta gibi hayvansal protein içerikli gıdalardır. Yeşil yapraklı sebzelerden ıspanak, kurubaklagil ve maya riboflavince iyi kaynaklardır. Tahıllardaki riboflavin yoğunluğu ise oldukça düşüktür [15,80].

Klinik yetersizliği ekonomik açıdan geri kalmış ülkelerde daha yaygındır. Yetersizliğinde deride yaralar, ağız, burun ve genital bölgelerde kabuklu yağlı deri iltihabı, görme zorluğu, korneada damarlaşma, sinir sistemi bozuklukları gibi belirtiler görülebilir [80].

2.7.3. Niasin

Geçmişte, niasin özellikle nikotinik asidi ifade etmek için kullanılmıştır. Nikotinik asit ilk olarak 1867 yılında keşfedilip adlandırılmıştır. Günümüzde ise niasin terimi, nikotinamid, nikotinik asit ve piridin nükleotid yapıları da içeren nikotinamid ile ilişkili biyolojik aktiviteye sahip bileşikler genel olarak tanımlamak için kullanılmaktadır [15,88].

Kimyasal olarak niasinin yapısı nikotinik asit piridin 3–karboksilik asit; nikotin amidin yapısı ise piridin 3–karboksilik asit amiddir. Niasin olarak adlandırılan asit ve amid formun biyolojik aktiviteleri aynıdır. Nikotinik asit, nikotinamid adenin dinükleotid (NAD) ve nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADP) oluşumunda amid forma dönüşmektedir [89].



Şekil 2. 4 Nikotik asit, nikotinamid ve nikotinamid adenin dinükleotidin (NAD) (fosfat) moleküler yapısı [85]

Nikotik asit ve benzer aminler (nikotinamid; piridin 3-karboksamid) B vitaminleri içinde en stabil olanlarıdır. NAD ve NADP, birçok dehidrogenaz reaksiyonunda koenzim olarak işlev görmektedir. Asidik veya alkali koşullar altında ısı, nikotik asiti vitamin aktivitesini kaybetmeden nikotinamide dönüştürmektedir. Bu nedenle ekstraksiyonunda asit ve baz hidrolizi kullanılabilir. Suda çözünen vitaminlerin en stabili olan niasin ışıktan etkilenmemektedir [85,89].

Gıdalarda niasin serbest yada proteinlere bağlı olarak bulunur. Hayvansal ürünlerdeki ve baklagillerdeki niasin serbest, tahıllardakinin bir kısmı ise bağlı durumdadır. Mısırdaki niasin, buğdaydan daha az yoğunlukta ve bağlı şekildedir. Bağlı ve serbest niasin, siyanojen bromür ve sülfanilik asidin kullanıldığı König reaksiyonuna dayanan kolorimetrik prosedürlerle, mikrobiyolojik veya HPLC metotları ile tespit edilebilmektedir [80,90].

İnsan vücudunda triptofanın niasine dönüşümü bireyler arası ve diyetin özelliğine göre farklılık gösterir. Niasinin alınabileceği miktar enerji ile ilişkilidir. Diyetteki triptofan vücutta niasine dönüştüğü için günlük niasin gereksinimi diyetteki triptofan miktarına bağlıdır [80].

Niasin yetersizliği insanlarda pellegra hastalığına neden olmaktadır. İlk olarak hastalığın mısırdaki bulunan toksik elementlerden veya enfeksiyonlardan kaynaklanabileceği düşünülmüş, fakat daha sonra 1920 yılında Goldberger

tarafından bu hastalığın bulaşıcı olmadığı ve mısırdaki bir besleyici faktörün yokluğu nedeniyle oluşabileceği gösterilmiştir. Bu faktör 'pellegrayı önleyici faktör' olarak adlandırılmıştır [89].

2.8. Bazı B Grubu Vitaminlerin Analizleri

Çeşitli biyolojik matrislerde kimyasal ve fizyolojik olarak farklı organik formlarda bulunan B grubu vitaminler [49], insan sağlığı ve gelişimi için önem taşımaktadır. Bu sebeple, B vitaminlerinin gıdalardaki varlığını belirlemek için çeşitli enstrümantal yöntemler geliştirilmiştir. B grubu vitaminlerin analizinde kullanılan standart metotlar, mikrobiyolojik ve kimyasal (kolorimetrik, florometrik ve titrimetrik) yöntemlere dayanmaktadır [91]. Mikrobiyolojik yöntemlere dayanan geleneksel metotlar, zahmetli olmalarının [81] yanı sıra zaman kaybına da sebep olmaktadır [92]. Florometrik ve kolorimetrik yöntemlere dayanan standart metotlar da günümüz şartlarına uymamaktadır [46]. Biyoanalitik kimyadaki gelişmeler ile mevcut yöntemlerin veya tekniklerin sayısı genişlemiştir [49].

Suda çözünen vitaminlerin ölçümleri ile ilgili problemler esas olarak gıdalarda bulunan diğer bileşenler ile girişim yapması ve vitaminlerin bazı gıdalarda düşük miktarda bulunmasından dolayı ölçümünde karşılaşılan zorluklardır. Vitamin analizinde yöntem seçimi genellikle, gerekli olan hassasiyet ile duyarlılığa ve örnek matrisinde karşılaşılan etkileşimlere bağlıdır. Günümüzde, vitamin analizi yapmak için daha hızlı ve daha özel yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır [46,47].

Kromatografik metotlardaki gelişmeler ile vitamin analizlerinde yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) kullanımı ilerleme göstermiştir. HPLC yöntemlerinin hızı, duyarlılığı ve seçiciliği sebebiyle bu yöntemler günümüzde popüler hale gelmiştir. Ayrıca, HPLC metotları farklı vitaminlerin aynı anda belirlenmesine de olanak sağlamaktadır [91-93].

HPLC ile yapılacak analiz için kromatografik yöntemin seçimi, kullanılacak ekstraksiyon ve temizleme prosedürleri ile ölçümü yapılacak olan vitaminlere bağlıdır. Suda çözünen vitaminlerin analizinde kullanılan kromatografik yöntemler; normal ve ters faz kromatografisi, iyon değiştirme kromatografisi, iyon exclusion kromatografisi ve ters faz iyon çifti kromatografisidir [83]. HPLC ile yapılan analizlerde birçok dedektör kullanılabilir fakat yaygın olarak UV ve floresan dedektör kullanılmaktadır [91]. HPLC teknikleri, ters faz kolonu ve UV veya floresan dedektörle

suda çözünen vitaminlerin hızla ayrılmasını ve miktarının belirlenmesini sağlamaktadır [47]. UV dedektörünün duyarlılığı, floresan dedektöre göre daha azdır. UV dedektörlü HPLC ile özellikle zenginleştirilmemiş gıdalarda az miktarda vitamin bulunduğu için genellikle yeterli hassasiyet ve spesifiklik elde edilememektedir. HPLC ile floresan dedektörünün birlikte kullanılması ise spesifik ve hassas bir metot sağlamaktadır [94]. Floresan dedektör, hem doğal floresan veren vitaminlerin; hem de türevlendirme yapılan yani uygun floresan veren türevleri oluşturulan vitaminlerin analizleri için kullanılmaktadır [93].

Florometrik, mikrobiyolojik, spektrofotometrik ve polarografik yöntemler besinlerin tiamin ve riboflavin içeriğini belirlemek için kullanılmıştır. Zaman içinde bu yöntemlerin yerini hızı, duyarlılığı ve seçiciliği sebebiyle HPLC yöntemleri almıştır. Ayrıca, HPLC metotları tiamin ve riboflavinin aynı anda ölçülmesine olanak sağlamaktadır [95].

Tiamin floresan özelliğe sahip değildir fakat tiamin ve fosfat esterleri alkali ortamda potasyum ferrisiyanit ($K_3Fe(CN)_6$) ile reaksiyona girerek kuvvetli mavi floresan veren tiokrom bileşiğini oluşturmaktadır. Etkileşime girebilecek diğer floresan bileşikler bulunmadığında tiokromun floresan yoğunluğu toplam tiamin miktarıyla orantılıdır. Riboflavin ise doğal floresans özellik gösterdiği için kimyasal derivatizasyona gerek olmadan florometrik olarak tespit edilebilmektedir [83,84].

Tiokrom oluşturulacak türevlendirme işleminin kolon öncesi veya sonrası prosedür ile yapılması tartışma konusu olmuştur [96]. Kolon öncesi türevlendirme işleminde reaksiyon, örnek HPLC'ye verilmeden önce gerçekleşmektedir [83] yani tiokrom doğrudan örnek ekstraktında oluşturulmaktadır [84]. Kolon sonrası türevlendirme prosedürü ise tiokrom dönüşümünün kolon çıkışında olmasını temel almaktadır [84]. Kolon sonrası türevlendirme sistemi türevlendirici maddenin sisteme dahil edilebilmesi için ikinci bir pompaya ihtiyaç duymaktadır. Bu sebeple, kolon öncesi tiokrom prosedürleri kolon sonrası sistemlere kıyasla daha basittir. Ayrıca, HPLC kolonu ile dedektör arasındaki mesafenin artması nedeniyle kolon sonrası yapılan türevlendirme, piklerde biraz genişlemeye neden olmaktadır. Kolon öncesi türevlendirmede ise keskin pikler elde edilmektedir. Buna karşılık, kolon öncesi türevlendirme işlemi el ile (manuel) yapıldığından daha fazla beceri gerektirmekte ve standardize olmamış koşullarda gerçekleşmektedir [83,84].

Kimyasal ve mikrobiyolojik analizlere dayalı birçok yöntem niasin miktarının tespit edilmesinde hala rutin olarak kullanılmaktadır. Niasin analizinde yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemleri mevcuttur fakat bu yöntemlerin UV dedektörü kullanımına dayanması duyarlılık ve seçicilikte sorun oluşturmaktadır [89]. Floresan dedektörün kullanımı ise spesifikliğı ve duyarlılığı arttırmaktadır. Fakat niasin doğal olarak floresan özellikte olmadığı için kolon sonrası derivatizasyon ile niasine floresan özelliğın kazandırılması gerekmektedir. Kolon sonrası derivasyon işlemi siyanojen bromid ve *p*-aminofenol kullanılarak yapılabilmektedir fakat bu metotla toksik kimyasallara maruz kalınmakta ve kolon sonrası pompa kurulumuna ihtiyaç duyulmaktadır. Floresan dedektörün kullanıldığı diğeri bir yöntem ise mobil faza eklenen hidrojen peroksit ve bakır (II) varlığında, kolon sonrası UV ışını uygulanarak nikotinamid ve nikotinik asitin bulunmasıdır [97].

2.9. Antioksidanlar ve Fenolik Bileşikler

Antioksidanlar, çeşitli gıda bileşenlerinin oksijen ile reaksiyonunu önleyen maddelerdir. Oksidasyon gerçekleştiğinde birçok madde renksizleşebileceğı veya bozulabileceğı için antioksidanların bu koruyucu etkisi istenen bir özellik olmuştur [15]. Ayrıca serbest radikallerin lipid, protein ve nükleik asitlere oksidatif hasar yaptığı, kanser ve arteroskleroz dahil birçok hastalığın patojenesinde önemli olduğu bilinmektedir. Serbest radikalleri nötralize eden antioksidanlar ise hastalıkları önlemede çok önemli rol oynamaktadır [41].

Serbest radikaller vücuttaki hücrelerin membranına, hücre yapısında bulunan lipidlere, proteinlere, nükleik asitlere ve DNA'ya zarar vermektedir. Başta kanser olmak üzere, kardiyovasküler hastalıklar, Alzheimer ve Parkinson gibi sinir hastalıkları, diyabet, katarakt, karaciğer tahribatı gibi pek çok hastalığa neden olmaktadır. Antioksidanlar, az miktarlarda dahi bu oksidatif zararları geciktirmekte veya tamamen önlemektedir. Dolayısıyla serbest radikalleri yakalayarak hastalıklardan korunmayı sağlamaktadır [31,33,38].

Antioksidanlar hem sentetik hem de doğal antioksidanları içermektedir. Bazı sentetik antioksidanların potansiyel sağlık riskleri, toksisitesi ve kanserojen etkileri nedeniyle doğal antioksidanlara gösterilen ilgi giderek artmıştır. Son yıllarda, sebzelerin, meyvelerin, baharatların, şifalı bitkilerin ve mikro alglerin antioksidan kapasitelerini

bulma yönünde büyük bir ilgi oluşmuştur ve bazı araştırmaların sonuçları bu kaynakların doğal antioksidanlar açısından zengin olabileceğini göstermiştir [32].

Gıdaların yüksek antioksidan aktivitesinin, yüksek toplam fenolik madde içeriği ile ilişkili olduğu kabul edilmektedir. Fenolik bileşiklerin önemli bir özelliği olan bu antioksidan etki, fenol halkasındaki hidroksil grubu sayısı ile artmakta ve aynı bileşikte bu etki meta-, orto-, ve para- sırası ile yükselmektedir. Fenolik bileşikler içinde en fazla antioksidan etkiyi gallik asit, kafeik asit ve gentisit asit göstermektedir. Gıda bileşeni olarak fenolik bileşikler, insan sağlığı açısından işlevleri, tat ve koku oluşumundaki etkileri, renk oluşumu ve değişimine katılmaları, antimikrobiyal ve antioksidatif etki göstermeleri, enzim inhibisyonuna neden olmaları, çeşitli gıdalarda saflık kontrol kriteri olmaları gibi pek çok açıdan önem taşımaktadırlar [38,41].

Gıdaların antioksidan kapasitelerini ölçmek için ferrik iyon indirgeme antioksidan gücü (FRAP), radikal bağlama kapasitesine dayanan 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH-) radikallerinin kullanılması ve oksijen radikali absorban kapasitesi (ORAC) dahil olmak üzere çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve uygulanmaktadır. Gıdaların toplam fenolik madde miktarı ise Folin-Ciocalteu ayırıcı kullanılarak ölçülmektedir [38].

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışma kapsamında kullanılan mısır, soya, nohut ve mercimek unları piyasadan temin edilip 212 µm elekten elenmiştir. Elek üzerinde kalan kısım ise Brabender Quadrumat Junior değirmeninde öğütülerek tekrar 212 µm elekten elenmiştir. Guar gam ile ksantam gam ise piyasadan temin edilmiştir.

3.2. Kimyasallar ve Diğer Yardımcı Maddeler

Vitamin standartları olarak tiamin hidroklorid, riboflavin, nikotinik asit ve nikotinamid (Labor Dr. Ehrenstorfer-Schlosser, Almanya) kullanılmıştır. Vitaminler için sertifikalı referans materyal olarak tam buğday unu (CRM 121) ve süt tozu (CRM 421) (BCR, Belçika) kullanılmıştır. Tiamin ve riboflavin ekstraksiyonlarında takadiastase (Fluka, İsviçre) enzimi kullanılmıştır. Metanol (HPLC grade), potasyum ferrisiyanit (Sigma-Aldrich, Almanya); su (HPLC grade), sodyum hidroksit (Merck, Almanya); sodyum asetat trihidrat (Merck, Almanya), potasyum dihidrojen fosfat, bakır (II) sülfat pentahidrat, hidrojen peroksit, hidroklorik asit (Riedel-de Haën, Almanya); sülfürik asit (J.T.Baker, Hollanda) kullanılan diğer kimyasallardır. Ayrıca Whatman filtre kağıdı (Whatman İngiltere), şırınga ve şırınga ucu filtre (0.2 µm) (Alltech, ABD) kullanılmıştır.

Besinsel lif tayininde Total Dietary Fibre Assay KIT (Megazyme, İrlanda), etanol (Riedel-de Haën, Almanya) ve aseton (Riedel-de Haën, Almanya) kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan diğer kimyasallar ise demir amonyum sülfat, potasyum dikromat, difenilamin ve borik asittir (Merck, Almanya). Antioksidan analizlerinde ABTS [2-2' azinobis (3-methylbenzothiazoline-6-sulfonate)(Sigma, Almanya), Trolox (6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2 carboxylic acid) (Aldrich, Almanya), gallic acid (Sigma, Almanya), Folin-Ciocalteau's phenol (Sigma- Aldrich, Almanya) ve potasyum persülfat (Fluka, İsviçre) kullanılmıştır. Gluten ise analizinde Gluten Assay Kit (BIOKITS, USA) kullanılmıştır.

3.3. Ekipmanlar

Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC: High Performance Liquid Chromatography) sistemi (Agilent 1200 serisi, İsviçre); gaz uzaklaştırıcı (G1322A),

dörtlü pompa sistemi (G1311A), oto örnekleyici (G1329A), ısı kontrol ünitesi (G1330B), kolon fırını (G1316A), floresans dedektör (G1321A) ve UV dedektör (G1365B) bölümlerinden meydana gelmektedir. Vitaminlerin analizlerinde kullanılan kolonlar ise Nucleosil 5u C18 120A (250 mm x 4.6 mm), ZORBAX Poroshell 120 EC-C18 (4.6mm x 150mm, 2.7 µm, Agilent, ABD)' dir. Koruyucu kolon olarak RP18 (4 mm x 4 mm, 5 µm, Hichrom, İngiltere) sisteme entegre edilmiştir.

Çalışma sırasında kullanılan diğer ekipmanlar ise UV spektrofotometre (Agilent, ABD), santrifüj (Sigma 3-18K, Almanya), RVA (Newport Scientific Europe, Avustralya), ultrasonik su banyosu (FALC, İtalya), çalkalamalı su banyosu (Memmert, Almanya), vakum pompası (Knf NEUBERGER, Almanya), derin dondurucu (Sanyo, Japonya), pH metre (Hanna Instruments, Romanya), manyetik karıştırıcı (Velp Scientifica, İtalya), vorteks (Velp Scientifica, İtalya), tekstür analizörü (TA Plus, Lloyd Instruments, İngiltere), hassas terazi (Metler Toledo AB104-5), kül fırını (Protherm PLF 110/8), ve etüvdür (Şimşek Labortechnik, Türkiye). Eliza testi sırasında Bio-Tek ELx808 plate reader kullanılmıştır. Çalışmada erişte yapımında kullanılan ekipmanlar yoğurucu (Kitchen aid K45SS, USA) ve erişte makinesidir; eriştelerin kurutulmasında ise fermentasyon kabini (National M.F.G Co., ABD) kullanılmıştır.

3.4. Metot

3.4.1. Hammadde Analizleri

3.4.1.1. Rutubet Miktarı Tayini

Rutubet miktarı, AACC Metodu No. 44-01 [98]' e göre belirlenmiştir.

3.4.1.2. Kül Miktarı Tayini

Kül miktarı, AACC Metodu No. 08-01 [98]' e göre belirlenmiştir.

3.4.1.3. Protein Miktarı Tayini

Protein miktarı, AACC Metodu No. 46-12 [98]' ye göre belirlenmiştir. Azotun proteine çevrilmesi için kullanılan faktör 6.25 olarak alınmıştır.

3.4.1.4. Renk Analizi

Erişte yapımında kullanılacak olan un örneklerinin renkleri Minolta Spektrophotometer, CM-360d ile CIE L*, a* ve b* renk sistemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu renk skalasında L*=100 beyaz, L*=0 siyah; yüksek pozitif a* kırmızı, yüksek negatif a* yeşil, yüksek pozitif b* sarı ve yüksek negatif b* mavi olarak değerlendirilmiştir. Değerler dört tekrarın ortalaması olarak verilmiştir.

3.4.2. Erişte Yapma Denemesi

Mısır erişttesi hamuru üretimi

Bu çalışmada, erişte örneklerinin formülasyonunun belirlenmesi amacıyla ön denemelerde mısır unu farklı oranlarda jelatinize edilmiştir. Mısır erişttesi üretimi Yalçın ve Başman [25] tarafından önerilen metodun modifiye edilmesi ile yapılmıştır. Mısır unununun %40' ına, toplam un miktarının %80' i (w/w) oranında kaynar su ilave edilmiş ve 5 dakika kaynar su banyosunda bekletilerek jelatinize edilmiştir. İki saat oda sıcaklığında bekletilen jelatinize olmuş mısır unu örneğine jelatinize edilmemiş mısır unu, ksantan gam (%1.5 un bazında) ve guar gam (%1.5 un bazında) ilave edilerek yoğurucuda (KitchenAid K45SS, USA) 10 dakika yoğrulmuştur.

Bakliyat unu katkılı mısır erişttesi hamuru üretimi

Toplam un miktarının %40' ı kadar mısır unu, mısır erişttesi üretiminde belirtildiği şekilde jelatinize edilmiştir. Ardından jelatinize edilmemiş mısır unu, toplam un miktarının %30, 40 ve 50' si olacak şekilde soya, nohut veya mercimek unu, ksantan gam (%1.5 toplam un bazında) ve guar gam (%1.5 toplam un bazında) ilave edilerek yoğurucuda (KitchenAid K45SS, USA) 10 dakika yoğrulmuştur.

Elde edilen hamurlar 15 dakika dinlendirildikten sonra erişte makinesinde 1, 2, 3, 4 ve 5' lik silindirlerden 5' er kez geçirilerek ince bir şerit haline getirilmiş ve kesilmiştir. Ön denemelerle kalite özellikleri üzerinde etkili olan kurutma koşulları (sıcaklık ve nem) ve süresi belirlenmiştir ve erişte örnekleri fermentasyon kabiniinde 50°C' de %60 nispi rutubette 22 saat süresince kurutulmuştur.

3.4.3. Erişte Örneklerinin Kalite Özelliklerinin İncelenmesi

3.4.3.1. Pişme Süresi Tayini

Erişte örneklerinde pişme süresi tayini D'Egidio et al. [99] tarafından önerilen metoda göre yapılmıştır. Bu yöntemde beher içerisinde kaynamakta olan suya atılan erişte örneğinden 7 dakika sonra pens ile bir parça alınıp, cam levhalar arasında sıkıştırılır. Ezilen eriştenin ortasında opak, pişmemiş kısım kayboluncaya kadar bu işleme birer dakika ara ile devam edilir. Başlangıçtan bu ana kadar geçen süre pişme süresi olarak alınır. Sonuçlar üç değer ortalaması olarak verilmiştir.

3.4.3.2. Suya Geçen Madde Miktarı (Pişme Kaybı)

Suya geçen madde miktarı D'Egidio et al. [99] göre belirlenmiştir. Kum banyosunda 25 gram erişte 250 ml suda pişme süresi kadar pişirilip önceden darası belirlenmiş behere süzölmüştür. Süzölen pişme suyu 98°C' de etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuş ve desikatörde soğutulmuş tartılmıştır. Pişme suyuna geçen madde miktarı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Pişme kaybı(\%)} = \frac{G \times 4}{100 - R} \times 100$$

G: Kalıntı miktarı

R: Erişte Rutubeti

3.4.3.3. Su Absorpsiyonu

Pişme kaybı analizinde elde edilen suyu süzölmüş erişte örneği 5 dakika dinlendirildikten sonra tartılarak pişmiş erişte ağırlığı bulunmuştur. Pişmiş erişte ağırlığından pişmemiş erişte ağırlığı çıkarılarak pişme sonucu meydana gelen ağırlık artışı belirlenmiştir. % su absorpsiyonu aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmıştır [100].

$$\text{Su Absorpsiyonu(\%)} = \frac{G2 - G1}{G1} \times 100$$

G2: Eriştenin pişme sonrası ağırlığı

G1: Eriştenin pişme öncesi ağırlığı

3.4.3.4. Hacim Artışı

Hacim artışı analizinde 25 g erişte, eriştinin üzerini kaplayacak kadar damıtık su koyulmuş 250 ml' lik ölçü silindirine eklenmiştir. Su seviyesinde meydana gelen artış kuru erişte hacmini vermiştir. Aynı işlem pişmiş ve süzölmüş erişte için de tekrarlanarak pişmiş erişte hacmi bulunmuştur. % hacim artışı aşğıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır [101].

$$\text{Hacim artışı(\%)} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100$$

V1: Kuru erişte hacmi

V2: Pişmiş erişte hacmi

3.4.3.5. Toplam Organik Madde Miktarı (TOM) Tayini

Toplam organik madde miktarı tayini D'Egidio et al. [99] tarafından önerilen metoda göre yapılmıştır. Yöntem pişirilen erişte yüzeyinin yıkanıp, yıkama suyuna geçen organik madde miktarının kimyasal yöntemle belirlenme esasına dayanmaktadır.

25 g erişte 250 ml'lik suyla pişme süresi kadar pişirilip gözenek açıklığı 2 mm olan süzgeçten süzölmüştür. 5 dakika dinlendirilen erişteler içinde 500 ml saf su bulunan ölçü silindirine koyulmuştur. 4 dakikada bir karıştırılıp 12 dakika sonunda yıkama suyundan 5 ml alınarak 600 ml 'lik behere aktarılmıştır. 80°C'de 2 saat evapore edildikten sonra örnek üzerine 10 ml-1 N Potasyum dikromat ve 20 ml sülfirik asit ilave edilip 1 dakika karıştırılmıştır. Karışım 30 dakika bekletildikten sonra 200 ml saf su ile seyreltilmiş ve 1 ml % 0.5' lik difenilamin eklenmiştir. Fazla potasyum dikromat 0,5 N demir amonyum sülfatla titre edilmiştir. Titrasyon bitiş noktasında, eğik tutulan beherin tam köşesinde renk mor menekşeden yeşile dönmektedir. Şahit olarak aynı deney örnek olmadan yapılır.

$$\text{TOM} = \frac{B-S}{B} \times 20 \times 3.75 \times 100 \times 0.9 \times 1.0283 \times 4$$

B: Şahitte harcanan 0.5 N Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ hacmi (ml)

S: Örnekte harcanan 0.5 N Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ hacmi (ml)

20: 10 ml K₂Cr₂O₇ 'a eşdeğer Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ 'in teorik miktarı (ml)

3.75: 1 ml 0.5 N $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ 'a eşdeğer glukozun miktarı (ml)

100: Seyreltme faktörü

0.9: Glukozu nişastaya çevirme faktörü

1.0283: Nişastanın tamamlanmamış oksidasyonu için düzeltme faktörü

4: 100 g / 25 g

3.4.3.6. Erişte Örneklerinin Renk Analizi

Mısır erişttesi ve bakliyat unu katkılı eriştelerin renkleri Minolta Spektrophotometer, CM-360d kullanılarak belirlenmiştir. Erişteler 212 μm 'lik elekten geçebilecek şekilde öğütülmüştür. Renk ölçümü erişte örneklerinde CIE L*, a* ve b* renk sistemi kullanılarak belirlenmiştir.

3.4.3.7. Kuru ve Pişmiş Eriştelerin Tekstür Özellikleri

Kuru erişttenin tekstür analizi, tekstür analizöründe (TAPlus, Lloyd Instruments, UK) "three- point bending jig" aparatı kullanılarak yapılmıştır. Erişttenin kırılması için gerekli olan maksimum kuvvet (Newton) belirlenmiştir. Aparatın alt kısmının aralığı 30mm'ye, hareketli üst parçanın hızı 2 mm/s sabit hıza ayarlanmıştır. 50N'luk yük hücresi kullanılmıştır. Sonuçlar iki tekrarın ortalaması olarak verilmiştir.

Pişirilen makarnaların tekstür analizinde ise tekstür analizörü (TAPlus, Lloyd Instruments, UK) "spagetti-noodle testing fixture" aparatı ile birlikte kullanılmıştır. Probun sıfır ayarı test kolları birbirine değdirilerek yapılmış ve kollar arasındaki uzaklık 15 mm'ye ayarlanarak analize başlanmıştır. Test hızı 3 mm/sn olarak ayarlanmıştır. Erişte örnekleri cihazın üst üste duran iki silindire sarılmış ve örneklerin kopmaları için gereken maksimum kuvvet (N) ölçülmüştür [75]. Sonuçlar 2 tekrarın ortalaması olarak verilmiştir.

3.4.3.8. Eriştelerin Duyusal Özellikleri

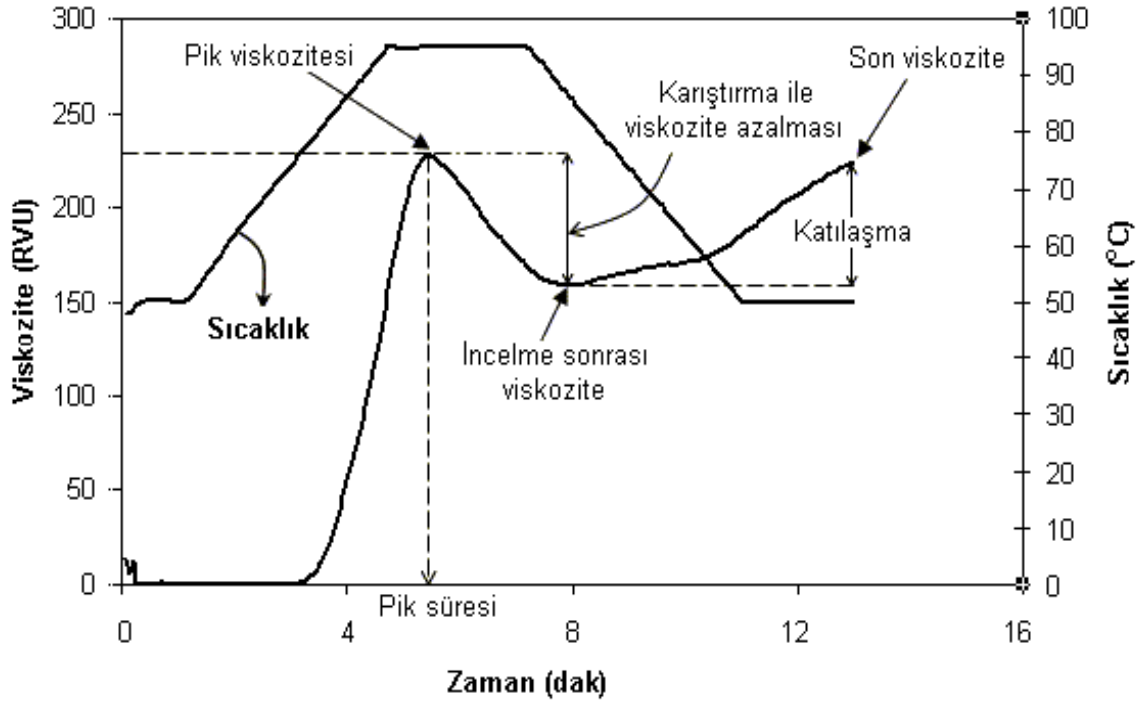
Erişte örneklerinin duyusal değlendirmesi Çizelge 3.1' ye göre 5 panelist tarafından değlendirilmiştir. Erişte örnekleri pişme süresi kadar pişirildikten sonra 2 dakika dinlendirilerek analize tabi tutulmuştur.

Çizelge 3. 1 Erişteler için duyusal değerlendirme formu [101]

	<u>Yüzey Özellikleri</u>
5	Kuru ve düzgün, çok kaygan
4	Az nemli ve pürüzlü, kaygan
3	Orta derecede nemli ve pürüzlü, az kaygan
2	Çok nemli ve pürüzlü, çok az kaygan
1	Aşırı derecede nemli ve pürüzlü, kaygan değil
	<u>Çiğneme Özellikleri</u>
5	Çok az nişastalı ve yapışkan-kohesif, sert
4	Az nişastalı ve yapışkan-kohesif, biraz sert
3	Orta derecede nişastalı ve yapışkan-kohesif, sıkı
2	Çok nişastalı ve yapışkan-kohesif, yumuşak
1	Aşırı derecede nişastalı ve yapışkan-kohesif, çok yumuşak
	<u>Çiğneme Sonrası Ağızdaki His Özellikleri</u>
5	Çok az kumsu ve yapışkan
4	Az kumsu ve yapışkan
3	Orta derecede kumsu ve yapışkan
2	Çok kumsu ve yapışkan
1	Aşırı derecede kumsu ve yapışkan
	<u>Tat</u>
5	Karakteristik erişte tadı çok belirgin
4	Karakteristik erişte tadı belirgin
3	Karakteristik erişte tadı orta düzeyde
2	Karakteristik erişte tadı az
1	Karakteristik erişte tadı yok

3.4.4. Mikroviskoanalizör (RVA™) ile Un Örneklerinin Çirişlenme Özelliklerinin İncelenmesi

Erişte üretiminde kullanılacak olan un örneklerinin ve yapılan erişte örneklerinin çirişlenme (pasting) özellikleri mikroviskoanalizör (Rapid ViscoAnalyzer=RVA-4, Newport Scientific, NSW, Australia) veri analiz yazılımı (Thermocline, Warriewood, NSW, Australia) kullanılarak incelenmiştir. RVA parametreleri; pik viskozitesi, incelme sonrası viskozite ve sistemin test sonunda ulaştığı son viskozite değerleridir. Pik viskozitesi ve incelme sonrası viskozite kullanılarak incelmeyle viskozite azalması değeri; son viskozite ile incelme sonrası viskozite kullanılarak ise katılma değeri hesaplanmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3. 1 Tipik RVA grafiği ve kullanılan parametreler

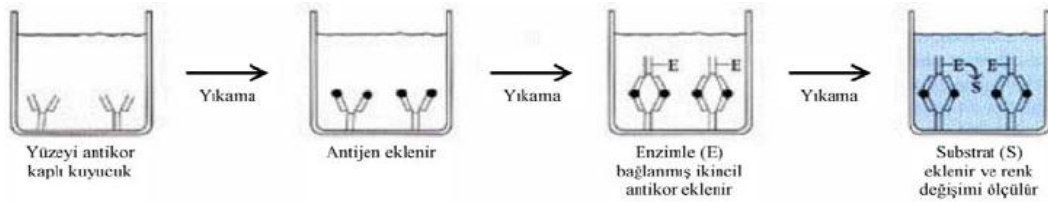
Erişte örnekleri öğütülüp 212 μm ' lik eleklerden geçirilmiştir. Un ve erişte örneklerinden 3.5 g (%14 rutubet esasına göre) tartılarak üzerine 25 g su ilave edilmiştir. Çirişlenme profili RVA' de 23 dakika testi ile belirlenmiştir.

Çizelge 3. 2. Un ve erişte örneklerinin değerlendirilmesinde kullanılan RVA profili

Süre Saat: Dak: Sn	Kriter	Değer
00:00:00	Sıcaklık	50 °C
00:00:00	Hız	960 rpm
00:00:10	Hız	160 rpm
00:01:00	Sıcaklık	50 °C
00:08:30	Sıcaklık	95 °C
00:13:30	Sıcaklık	95 °C
00:21:00	Sıcaklık	50 °C
00:23:00	Sıcaklık	50 °C

3.4.5. İmmünolojik Yöntem ile (ELISA) Gluten Miktarının Belirlenmesi

Çalışmada yapılan erişte örneklerinin gluten içeriği, Neogen firmasının test kiti kullanılarak immünolojik yöntem (ELISA) [102] ile tespit edilmiştir. Yöntem, katı bir desteğe bağlı antijen veya antikor (immunosorbent) ve enzim bağlı immuno reaktant kullanılan bir immuno analizdir. Çalışmada sandviç tipi kit kullanılmıştır. Kitte bulunan mikrotiter kuyucukları gliadine spesifik antikorlarla kaplanmıştır. Kuyucuklara standart veya %40 etanol ile ekstrakte edilmiş örnek solüsyonunun ilave edilmesiyle mevcut gliadin spesifik antikora bağlanmaktadır ve sonuçta antikor-antijen kompleksi oluşmaktadır. Yıkama işlemi ile gliadin dışındaki örnek bileşenleri uzaklaştırılmıştır. Bağlanan gliadin miktarı, gliadin ile peroksidaz bağlı monoklonal antikorun reaksiyonu ile belirlenmektedir. Bağlanmamış enzim konjugatı yıkama aşamasında uzaklaştırılmıştır. Bağlı peroksidaz aktivitesinin belirlenmesi için TMB (tetrametilbenzidin) substratı ilave edilmiştir. Peroksidaz varlığında mavi renk oluşumu gözlenmiştir (Şekil 3.2). Reaksiyon sonlandırıcı reaktif ilavesi ile renk maviden sarıya dönmüş ve 450 nm'de ölçüm yapılmıştır. Gluten miktarı standart eğri yardımıyla örneklerdeki gluten miktarı belirlenmiştir. Sonuçlar 2 değer in ortalaması olarak verilmiştir.



Şekil 3. 2 Test kiti ile analizin şematik gösterimi

Yöntem 1 ppm düzeyine kadar gluten varlığı tespitini mümkün kılmaktadır.

$$\text{Gliadin miktarı (ppm)} = \frac{C (\mu\text{g/ml}) \times 50 \times 20 (\text{ml})}{1000 \times 1 \times 2 (\text{g})}$$

Gluten miktarı (ppm) = Gliadin x 2 (glutenin %50' sini gliadinin oluşturduğu varsayımı yapılmaktadır)

C = Kalibrasyon eğrisinde örnek için okunan absorbansa karşılık gelen derişim miktarı

2 g /20 ml = Ekstrakte edilen örnek miktarının oranı

50 = Seyreltme faktörü

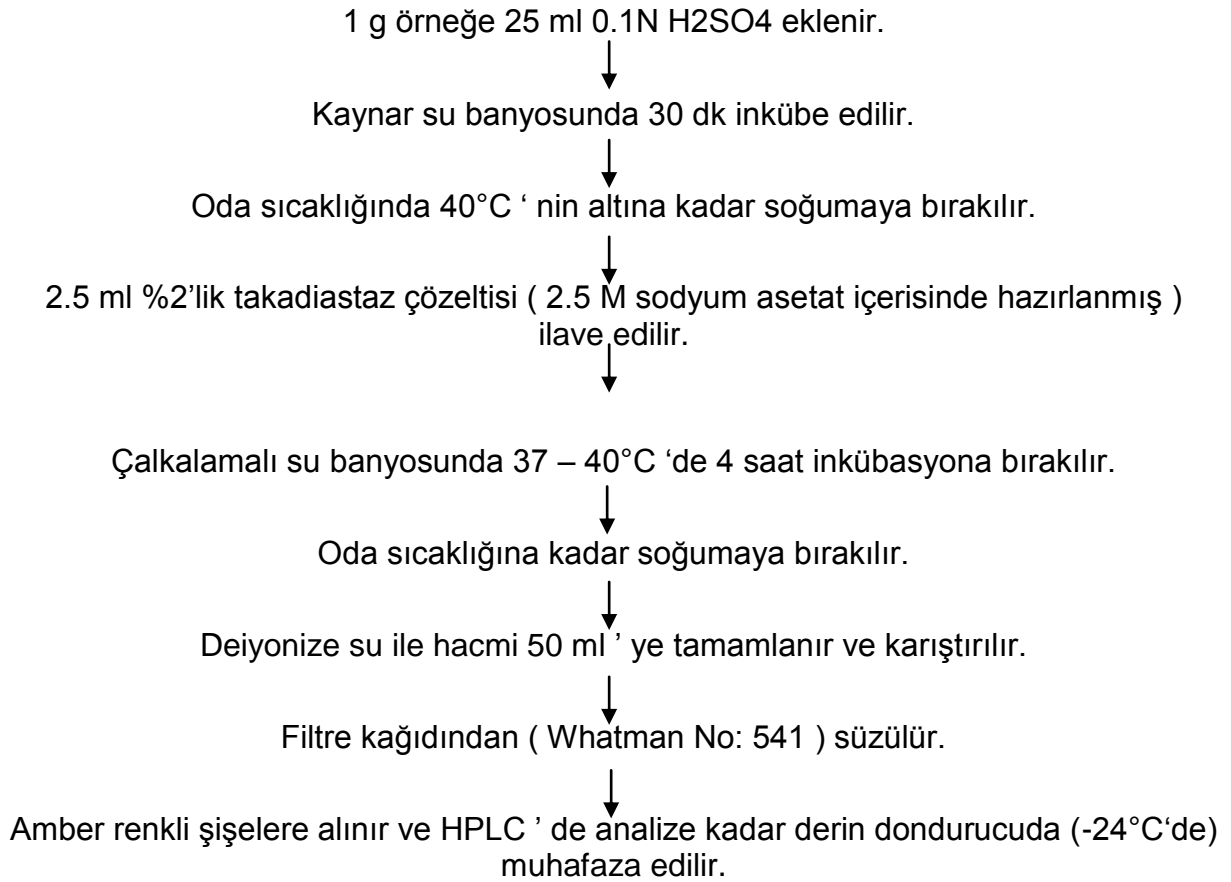
1000= $\mu\text{g/g}$ ' ı mg/kg ' a çevirme faktörü

3.4.6. B Vitaminlerinin Analizleri

Erişte örnekleri 1 mm' lik elekten geçebilecek şekilde öğütülerek analize hazırlanmıştır. Erişte ve un örnekleri vitamin analzi yapılana kadar -24°C ' de saklanmıştır. Örneklerin tiamin, riboflavin ve niasin içerikleri HPLC tekniği ile belirlenmiştir.

3.4.6.1. Tiamin (Vitamin B₁) ve Riboflavin (Vitamin B₂) Tayini

Tiamin ve riboflavinin ekstraksiyonu AACC Metodu 86-70 ve 86-80 [98] tarafından önerilen ve Bilgi Boyacı [46] tarafından modifiye edilen yöntem kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3. 3 Tiamin ve riboflavinin AACC Metodu No. 86-70 ve 86-80 [98]' in Bilgi Boyacı [46] tarafından modifiye edilen yöntemine göre ekstraksiyonu.

Kromatografik analiz:

Tiamin ve riboflavinin kromatografik olarak tayininde Finglas ve Faulks [103] tarafından önerilen ve Bilgi Boyacı [46] tarafından modifiye edilen yöntem kullanılmıştır. Vitamin stok ve standart çözeltilerinden tiamin hidroklorid suda, riboflavin ise metanol-su (30:70, v/v) çözeltilisinde hazırlanmıştır.

Analizde Agilent 1200 model sıvı kromatografisi G1321A floresans detektörü (Agilent, Switzerland) ile birlikte kullanılmıştır.

HPLC kolonu: Poroshell 120 EC-C18 (4.6 mm x 150 mm, 2.7 µm) ters faz kolonu

Mobil faz: metanol-su (30:70, v/v), izokratik

Mobil faz akış hızı: 0.5 ml/dk

Kolon fırın sıcaklığı: B₁ vitamini için 25°C, B₂ vitamini için ise 30°C

Enjeksiyon hacmi: 20 µl

Dedektör: Floresans dedektör (eksitasyon ve emisyon dalgaboyları B₁ vitamini için 365 nm ve 435 nm, B₂ vitamini için ise 450 nm ve 510 nm'dir).

B₁ vitaminin belirlenebilmesi için analiz öncesinde floresans özellikteki türevi olan tiokroma dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu amaçla Finglas ve Faulks [103]' un tiokrom oluşturma metodu modifiye edilerek kullanılmıştır.

5 ml ekstrakt üzerine 1 ml 0,03M potasyum ferrisiyanit çözeltisi ilave edilir.

↓
Vorteks ile 1 dk karıştırılır.

↓
1 dk karanlıkta (amber renkli şişelerde) bekletilir.

↓
0.2 µm' lik filtreden geçirilerek HPLC 'de analizi yapılır.

Şekil 3. 4 Finglas ve Faulks [103]' un modifiye edilmiş tiokrom oluşturma metodu [46].

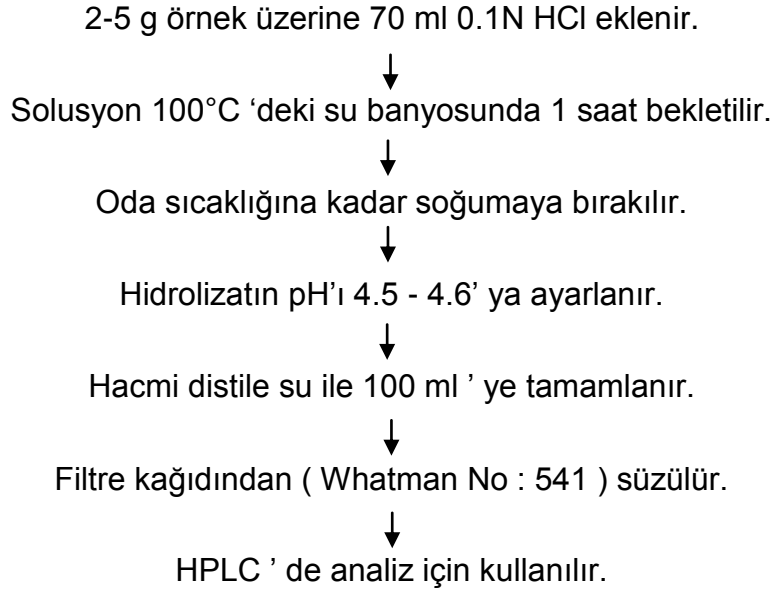
Ölçülen absorbans değerleri yardımıyla örneklerin tiamin ve riboflavin miktarları hesaplanmıştır.

3.4.6.2. Niasin Analizi

Ekstraksiyon çalışması:

Niasin ekstraksiyonu Rose-Sallin et al. [97]' e göre yapılmıştır.

Bu metoda göre nikotinic asit ve nikotinamid piklerinin alanları belirlenip niasin miktarı konsantrasyonlar toplanarak verilmektedir.



Şekil 3. 5 Rose-Sallin et al. [97]' e göre niasin ekstraksiyonu [46].

Kromatografi koşulları:

HPLC kolonu: Nucleosil 5u C18 120A (250 mm x 4.6 mm) ters faz kolonu

Mobil faz çözeltisi: 9.54g potasyum dihidrojen fosfat, 7.6 ml %30'lık hidrojen peroksit ve 1 ml 5×10^{-3} M bakır (II) sülfat 1L'ye tamamlanarak hazırlanan çözelti (mobil faz A) ile mobil faz A- metanol (90:10, v/v) (mobil faz B) (gradyent)

Mobil faz akış hızı: 1 ml/dk

Kolon fırın sıcaklığı: 30 °C

Enjeksiyon hacmi: 20 µl

Dedektör: Floresans dedektör (322 nm eksitasyon, 380 nm emisyon)

Çizelge 3. 3 Rose-Sallin et al. [97] metoduna göre gradiyent ayrımı

Zaman (dk)	Mobil Faz
0	A
33.5	A
34.0	B
36.0	B
36.5	A
51.0	A

Bu metotta niasine kolon sonrası derivatizasyon ile floresans özellik kazandırılmaktadır. Kolon sonrası derivatizasyonda, UV ışımalarını sağlamak için 10 m x 0.6 mm boyutundaki teflon boru hattı siyah ışık lambasının (300-400 nm, 8W) etrafına sarılarak kolon ile floresans dedektör arasına bağlanmıştır.

Nikotinic asit ve nikotinamid için ölçülen absorbans değerleri aşağıdaki formülde yerine konularak örneklerin niasin miktarları hesaplanmıştır.

$$\text{Niasin (mg/100g örnek)(km)} = \frac{100}{\text{Kuru madde}} \times \frac{C \times 10}{\text{Örnek miktarı}}$$

C: örnek absorbansına karşılık gelen nikotinic asit ve nikotinamid konsantrasyon değerlerinin toplamı

3.4.6.3. Validasyon Çalışmaları

Validasyon çalışmaları kapsamında; doğrusalılık, cihazın tekrarlanabilirliği, yöntemin tekrarlanabilirliği, %geri kazanım, doğruluk, gözlenebilme sınırı (Limit of dedection/LOD) ve tayin sınırı (Limit of quantification/LOQ) değerleri hesaplanmıştır.

Doğrusallık (Linearity)

Doğrusallık kullanılan metodun, analizi yapılan analit derişimi ile orantılı olarak sonuç verebilme yeteneğidir. Belirtme katsayısı ($R^2 = \text{coefficient of determination}$) ile tanımlanır [83,104-106]. Bu kriteri değerlendirmek amacıyla; vitamin standartları kullanılarak, biri çalışılan konsantrasyonu içine alan, diğeri ise daha düşük konsantrasyonları kapsayan iki adet 5 noktalı kalibrasyon eğrisi hazırlanmış ve belirtme katsayılarına (R^2) bakılmıştır.

Cihazın Tekrarlanabilirliği

Cihazın tekrarlanabilirliğinde aynı ekstraktla çalışılıp elde edilen sonuçların birbirine yakınlığı değerlendirilmektedir. Bu şekilde cihazdan kaynaklanan değişimler tespit edilmektedir [83]. Cihazın tekrarlanabilirliğini belirlemek için aynı erişte ekstraktı HPLC' ye 10 kez enjekte edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda varyasyon katsayısı (CV değeri) hesaplanarak cihazın tekrarlanabilirliği değerlendirilmiştir [107].

Yöntemin Tekrarlanabilirliği

Kısa zaman aralıklarında aynı laboratuarda aynı operatörün aynı cihazda aynı örnekten aynı metotla ekstrakte ettiği farklı numunelerden elde ettiği sonuçların değerlendirilmesi sonucu belirlenmektedir [83]. Bu kriteri değerlendirmek amacıyla; erişte örneği 10 kez ekstrakte edilmiş ve HPLC yöntemi ile analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, CV değeri hesaplanarak yöntemin tekrarlanabilirliği belirlenmiştir [107].

Geri Kazanım (Recovery)

Bu çalışmada geri kazanım kriterini değerlendirmek amacıyla, vitamin standartları özelteleri, vitamin içeriği belli erişte örneğine, içerdikleri vitamin miktarlarının %50, %100 ve %150 katı oranlarında ilave edilmiştir. Ekstraksiyon ve HPLC ile analiz aşamaları sonucunda elde edilen değerler beklenen değere oranlanarak % geri kazanım (%R) hesaplanmıştır. Validasyon çalışmalarında matriks olarak mısır eriştesi örneği kullanılmıştır.

Doğruluk (Accuracy)

Doğruluk elde edilen değerin gerçek değere yakınlığıdır. Sertifikalı referans madde kullanılarak veya çok iyi tanımlanmış, valide edilmiş bir metotla karşılaştırılarak belirlenebilir [83,104-106]. Bu çalışmada tiamin ve niasin analizlerinin doğruluğunu saptamak için tam buğday unu, riboflavin analizlerinin doğruluğunu saptamak içinse süt tozu kullanılmıştır. Sertifikalı referans materyal içerisindeki tiamin, riboflavin ve niasin miktarları belirlendikten sonra bulunan değerler sertifikalı referans materyalin üzerinde belirtilen miktarlarla karşılaştırılmış ve sonuç % doğruluk olarak verilmiştir.

Çizelge 3. 4 Sertifikalı referans materyalleri; BCR®421 Tam Buğday Unu ve BCR®121 Süt Tozu B vitamini içerikleri

Vitamin	Referans Materyal	Sertifikada Belirtilen Miktar (mg/kg)
B1(tiamin)	BCR®421 Tam Buğday Unu	4.63
B2 (riboflavin)	BCR®121 Süt Tozu	14.5
B3 (niasin)	BCR®121 Süt Tozu	68

Gözlenebilme sınırı / Tayin sınırı

Gözlenebilme sınırı (LOD: Limit of detection): Zemin (baseline) gürültüsünden farklı olduğu tespit edilebilen fakat miktarı belirlenemeyen en küçük analit derişimidir [83,106].

Tayin sınırı (LOQ: Limit of quantification): Uygun doğruluk (accuracy) ve kesinlikle miktarı saptanabilen en küçük derişimdir [83,106].

Bu çalışmada, LOD ve LOQ değerlerini saptamak amacıyla matriks olarak mısır erişttesi olarak kullanılmıştır. Mısır erişttesinin vitamin içeriği belirlendikten sonra; bu matrikse, kademeli olarak azalan konsantrasyonlarda standart vitamin çözeltileri eklenmiş ve ekstraksiyon ile geri alınmıştır. Daha sonra HPLC metoduyla tayin edilebilen en düşük konsantrasyon bulunmuştur. Bu belirlenen konsantrasyonda standart vitamin çözeltisi eklenmiş olan matriks, 10 kez HPLC ile analiz edilmiş ve verilerin standart sapması bulunmuştur. LOD değeri standart sapma 3 ile çarpılarak, LOQ değeri ise standart sapma 10 ile çarpılarak hesaplanmıştır [83,106].

3.4.7. Toplam Besinsel Lif Miktarının Tespiti

Toplam besinsel lif içeriği Megazyme (Megazyme International Ireland Ltd., Ireland) firmasının toplam besinsel lif kiti kullanılarak tayin edilmiştir. Yöntem AOAC 991.43, AOAC 985.29, AACC 32-07 ve AACC 32-05 metotları modifiye edilerek elde edilen bir yöntemdir. Bu metotta amilaz, proteaz ve glukoamilaz enzimleri ile bir dizi reaksiyon gerçekleştirilerek nişasta ve proteinler uzaklaştırılmakta, enzim tarafından parçalanmayan kısım ise % 98' lik etil alkol çözeltisi ile çöktürülmektedir. Ardından Goach krozeden filtre edilip, alkol ve aseton ile yıkanmaktadır. Etüvde kurutulduktan sonra elde edilen kalıntıdan kül miktarı çıkarılarak geriye kalan kısım toplam besinsel

lif olarak adlandırılmaktadır. Sonuçlar kuru madde üzerinden 2 değerin tekrarı olarak verilmiştir.

3.4.8. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Toplam fenolik madde miktarı, Ragae et al. [108]' nın metoduna göre belirlenmiştir. Öğütülmüş örnekler (0.5g) 10 ml % 80' lik metanol çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve 6000 rpm' de santrifüj uygulanmıştır. Ekstraktın üzerine 250 µl Folin-Ciocalteu reaktifi ve 500 µl doymuş sodyum karbonat çözeltisi ilave edilerek inkübe edilmiştir. Tekrar 6000 rpm' de santrifüj işlemi uygulandıktan sonra 725 nm ' de absorbans ölçümü yapılmıştır. Gallik asit standart çözeltileri hazırlanarak kalibrasyon doğrusu çizilmiş ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak verilmiştir. İki tekrar yapılmıştır.

3.4.9. Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite

Troloks eşdeğer antioksidan kapasitesi Serpen et al. [109]' nın metoduna göre belirlenmiştir. ABTS [2–2 azinobis (3-methybenzothiazoline-6-sulfonate)] stok çözeltisi 7mM ABTS çözeltisinin 2.45mM potasyum persülfat çözeltisi ile reaksiyonu sonucu elde edilmiştir. Ardından ABTS stok çözeltisi etanol: su (50:50, v/v) ile seyreltilmiştir. 10 mg örnek Falcon tüpüne alınıp üzerine 10 ml seyreltilmiş ABTS çözeltisi eklenmiş ve karışım 12000 rpm'de 3 dakika santrifüj edilmiştir. Supernatant absorbansı ölçülüp % inhibisyon hesaplanmıştır. Kalibrasyon eğrisi yardımı ile TEAK (Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite) belirlenmiştir. Sonuçlar iki tekrarın ortalaması olacak şekilde verilmiştir.

3.4.10. DPPH Yöntemiyle Antioksidan Analizi

DPPH yöntemi ile antioksidan analizi Lai et al. [110]' nın metoduna göre yapılmıştır. 0.1gram örnek üzerine 1ml distile su ilave edilmiştir. 1 saat ara ara vorteksledikten sonra 3ml etanol eklenerek tekrar vortekslenip ekstrakte edilmiştir ve 1200 rpm' de, 15 dakika, 4°C' de santrifüj edilmiştir. 1 ml supernatant dilüsyon üzerine 1.5 ml etanol ilave edilmiştir. Test tüplerine bu karışımdan 0.25 ml aktarılmıştır ve 2.5 ml DPPH çözeltisi eklenmiştir. 10 dakikalık reaksiyon süresinden sonra 517 nm' de absorbans ölçümleri yapılmıştır (0.25 ml etanol ve 2.5 ml DPPH karıştırılarak hazırlanan çözelti kör olarak kullanılmıştır). Sonuçlar iki tekrarın ortalaması olacak şekilde verilmiştir.

3.4.11. Araştırma Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Araştırma sonuçları SPSS 11.5 for Windows istatistik programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. Farklar önemli bulunduğunda ortalamalar Duncan testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, erişte örneklerinin formülasyonunun belirlenmesi amacıyla ön denemelerde mısır unu jelatinizasyon oranı ile kalite özellikleri üzerinde etkili olan kurutma koşulları (sıcaklık ve nem) ve süresi belirlenmiştir. Erişte örneklerinde, kurutma sırasında nem miktarının düşük olması erişte örneklerinin kırılmasına neden olmaktadır. Ayrıca hızlı bir kurutma uygulandığında erişte örneklerinde zayıf noktalar oluşmaktadır. Kurutma yüksek nem içeriğinde yapıldığında ise kurutma süresi uzamakta ve erişte örneklerinin nem içeriği istenilen oranın üzerinde olabilmektedir. Bu çalışmada baklagil unu katkılı mısır eriştesi için uygun kurutma koşullarının 50°C' de %65 nispi rutubette 22 saat olduğu belirlenmiştir. Mısır eriştesi ve baklagil unu katkılı mısır erişte örneklerinin kuru ve pişmiş örneklerinin fotoğrafları EK 1 ve EK 2' de görülmektedir.

4.1. Hammadde Analizleri

4.1.1. Un Örneklerinin Kimyasal Özellikleri

Erişte üretiminde kullanılan un örneklerinin kimyasal özellikleri Çizelge 4.1.'de görülmektedir.

Çizelge 4. 1 Un örneklerinin kimyasal özellikleri

	Rutubet (%) ⁽¹⁾	Kül (%) ^(1,3)	Protein (%) ^(1,2,3)
Mısır	12.2	0.78	6.78±0.001
Soya	10.8	2.94	23.97±0.140
Nohut	9.6	2.83	23.80±0.024
Mercimek	10.7	2.84	31.10±0.126

¹ Değerler iki tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

² N x 6.25

³ Kuru madde esasına göre

Çalışmada kullanılan un örneklerinde en yüksek kül miktarı % 2.94 ile soya ununda, en düşük kül miktarı ise % 0.78 ile mısır ununda tespit edilmiştir. Literatür incelendiğinde kül içeriğinin mısırdaki %0.19-1.66 [111], soyada %3.0-4.2 [112], nohutta %2.48-3.4 [63,113] ve mercimekte %1.46-4.16 arasında olduğu

görülmektedir [63]. Mısır ununda kül miktarını, Anderson [114] %1.2, Xue ve Ngadi [115] %0.55 olarak saptamışlardır. Çalışma kapsamında kullanılan unların kül içeriği bu aralıklar ile uyumludur.

Yapılan araştırmada, en yüksek protein miktarı % 31.10 ile mercimek ununda, en düşük protein miktarı ise % 6.78 ile mısır ununda bulunmuştur. Çalışma kapsamında kullanılan baklagil unlarının protein içeriğinin mısır unundan oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Mısır ununda protein miktarını, Sandhu et al. [111] %5.18-7.82 arasında vermiş olup Yalçın ve Başman [25] protein miktarını %6.4 olarak saptamışlardır. Literatürde protein miktarı mısır ununda %3.86-7.90 [23,115,116] aralığında verilmiştir. Chung et al. [117] nohut ununda protein miktarını %20.7-25.0, mercimek ununda ise %28.7-31.5 arasında verilmiştir. Stevenson et al. [118] yaptığı bir çalışmada soyanın protein miktarı %37.1-39.6 arasında saptanmıştır. Mısır, nohut ve mercimek unları protein miktarları literatürde verilen aralıklarla uyumlu, soyanın protein miktarı literatüre göre daha düşük bulunmuştur.

4.1.2. Un Örneklerinin Renk Özellikleri

Erişte yapımında kullanılan unların renk özellikleri Çizelge 4.2' de verilmiştir. L^* , a^* ve b^* den oluşan üçlü skalada $L^*=0$ siyah ve $L^*=100$ beyaz olarak, a^* değeri kırmızı-yeşil ve b^* değeri ise sarı-mavi olarak değerlendirilmektedir. Örneklerde L^* değerindeki artma parlaklığın, a^* değerindeki artma örnek renginde kırmızılığın, b^* değerindeki artma ise renkte sarılık değerinin arttığını ifade etmektedir.

Mısır unununun L^* değeri en yüksek olup parlaklığı çalışılan diğer unlara göre daha fazladır. En yüksek a^* değeri unun kırmızı rengine bağlı olarak mercimek ununda, en düşük a^* değeri ise soya ununda elde edilmiştir. Unlarda sarılık değeri birbirine yakın olmakla beraber en yüksek sarılık değeri nohut unundadır.

Çizelge 4. 2 Un örneklerine ait renk değerleri

	$L^{*(1)}$	$a^{*(1)}$	$b^{*(1)}$
Mısır	90.54±0.339	1.26±0.042	16.26±0.543
Soya	87.78±0.218	0.58±0.136	17.44±0.200
Nohut	88.90±0.126	1.32±0.052	18.77±0.186
Mercimek	87.12±0.438	8.69±0.392	17.91±0.662

¹ Değerler dört tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

4.1.3. Un Örneklerinin Mikroviskoanalizör (RVA™) ile Belirlenen Çirişlenme Özellikleri

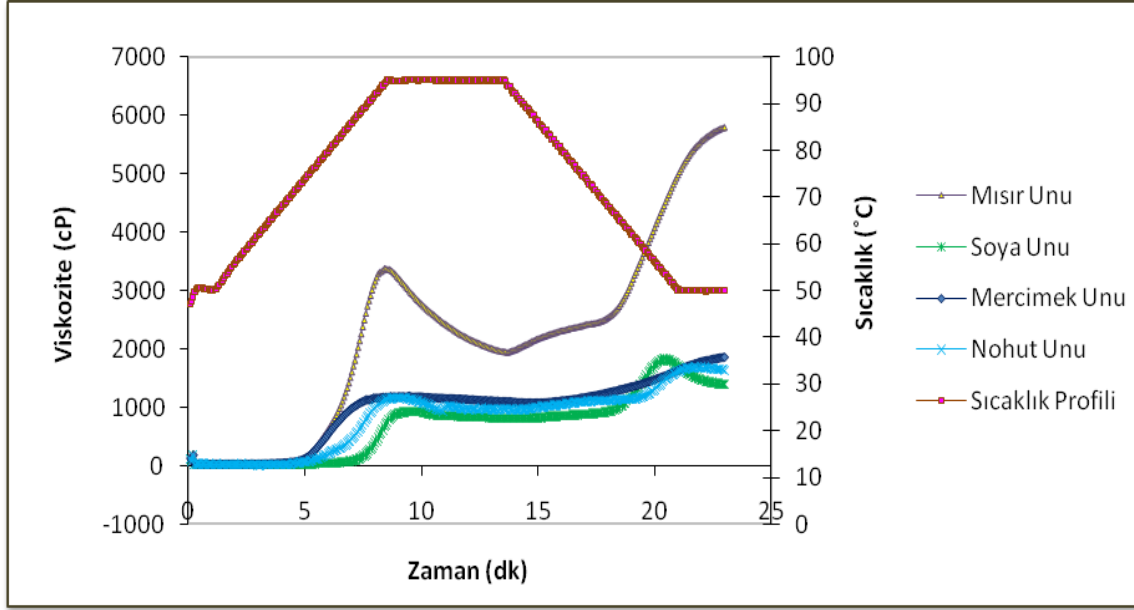
Un örneklerinin çirişlenme özellikleri Çizelge 4.3' te verilmiştir. Mısır ununun pik viskozitesi ve son viskozitesi baklagil unlarından oldukça yüksektir. Bu fark, Şekil 4.1' de un örneklerine ait RVA grafiğinde açıkça görülmektedir.

Çalışmada kullanılan unlar arasında pik viskozitesi en yüksek olan mısır unu, en düşük olan soya unudur. Mısır ununun baklagil unlarına göre pişme esnasında daha yüksek viskozite sergilediği; soğuma esnasında ise daha güçlü bir jel oluşturduğu görülmektedir. Baklagil unları arasında, nohut ve soya unlarının pik viskozitesi, incelme sonrası viskozitesi, son viskozitesi ve katılma değerleri mercimek unundan daha düşüktür. Karıştırma ile viskozite azalması mercimek ununda en düşüktür. Mercimek ve nohut gibi baklagil unlarının farklı çeşitleri ile yapılan bir çalışmada aynı baklagillerin değişik çeşitleri arasında nişastanın çirişlenme özellikleri açısından farklılık olabileceği bulunmuştur. Unların düşük pik viskozitesi, katılma ve son viskozite değerlerine sahip olmasının, unların düşük şişme kabiliyetine ve yüksek protein içeriğine sahip olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Yüksek miktarda proteinin, protein-nişasta etkileşiminin artmasına sebep olabileceği ileri sürülmüştür [117].

Çizelge 4. 3 Un örneklerinin çirişlenme özellikleri

	Pik Viskozitesi (cP)	Karıştırma ile viskozite azalması (cP)	İncelme sonrası viskozite (cP)	Son Viskozite (cP)	Katılma (cP)
Mısır unu	3385.5±26.16	1446.5±75.66	1939.0±101.82	5793.5±14.85	3854.5±116.67
Mercimek unu	1191.0±18.38	119.0±2.83	1072.0±15.56	1856.0±5.66	784.0±9.90
Nohut unu	1171.5±6.36	223.5±16.26	948.0±9.90	1636.5±2.12	688.5±7.78
Soya unu	938.5±3.54	132.0±7.07	806.5±3.54	1389.5±20.51	583.0±24.04

Sonuçlar 2 tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.



Şekil 4. 1 Çalışmada kullanılan un örneklerine ait RVA grafiği

4.2. Erişte Örneklerinin Kimyasal Özellikleri

4.2.1. Erişte Örneklerinin Kül Miktarları

Mısır unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen erişte örneklerinin kül miktarları Çizelge 4.4' te verilmiştir. Erişte örneklerinin kül değerleri % 0.75 ile % 1.81 arasında değişmektedir. En düşük kül miktarı %0.75 ile mısır eriştesinde saptanmıştır. En yüksek kül miktarı ise % 1.81 olup %50 mercimek ve %50 soya unu katkılı erişte örneklerinde belirlenmiştir. Mısır eriştesine baklagil unu katkısı arttıkça kül içeriği de artmaktadır. Kül içeriği arasındaki bu fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

4.2.2. Erişte Örneklerinin Protein Miktarları

Mısır unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen erişte örneklerinin protein miktarları Çizelge 4.4' te verilmiştir. Erişte örneklerinde en düşük protein miktarı mısır eriştesinde %6.56 olarak, en yüksek protein miktarı ise %50 mercimek unu katkılı mısır eriştesinde %17.73 olarak saptanmıştır. Un örnekleri arasında mercimek unu diğer baklagil unlarına göre daha yüksek miktarda protein içermektedir. Baklagil unlarının mısır ununa göre daha fazla protein içermesi sebebiyle, erişte örneklerinde baklagil unu oranı arttıkça protein miktarı da artmaktadır. Shogren et al. [121] yaptığı çalışmada makarnaya katılan soya unu miktarı arttığında; Zhao et al. [122] yaptığı bir çalışmada ise makarnaya katılan nohut ve mercimek ununun miktarı arttığında

makarnaların protein miktarının da arttığını göstermişlerdir. Mısır eriştesi ile karşılaştırıldığında baklagil unu katkılı erişte örneklerinin protein miktarları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmaktadır ($p<0.05$).

Çizelge 4. 4 Mısır eriştesi örneklerinin kül ve protein içerikleri

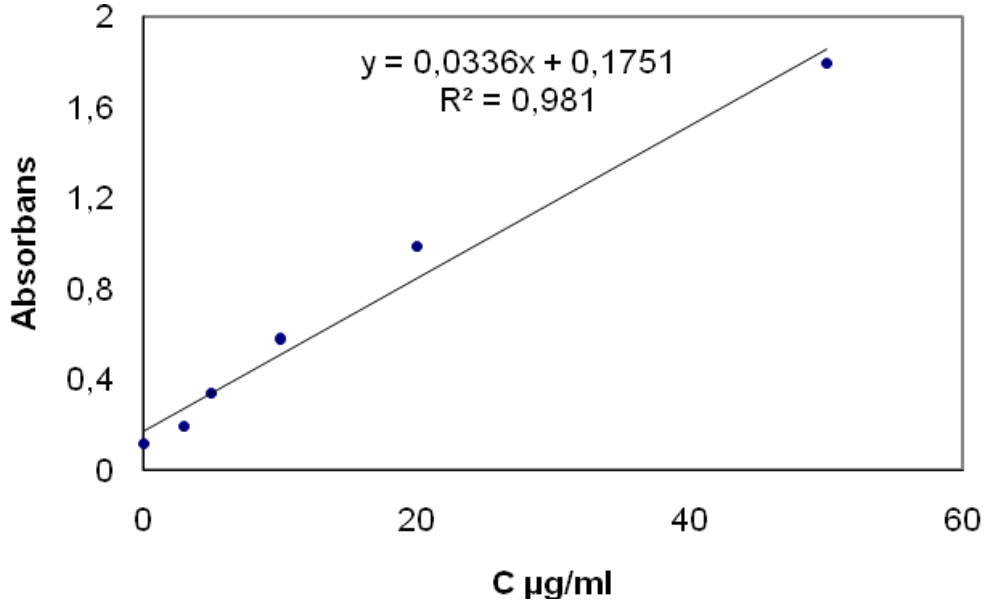
Erişteler	Oran (%)	Kül (%)	Protein (%)
Soya unu katkılı	0	0.75d	6.56d
	30	1.44c	11.53c
	40	1.60b	13.19b
	50	1.81a	14.73a
Nohut unu katkılı	0	0.75d	6.56d
	30	1.36c	11.70c
	40	1.57b	13.20b
	50	1.76a	14.90a
Mercimek unu katkılı	0	0.75d	6.56d
	30	1.39c	13.55c
	40	1.58b	15.75b
	50	1.81a	17.73a

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır ve kuru madde esasına göre verilmiştir. Aynı sütunda aynı harfi kapsayan değerler istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p<0.05$).

4.2.3. Erişte Örneklerinin Gluten Değerleri

Mısır eriştesi ve bakliyat unu katkılı eriştelerin gluten içerikleri Çizelge 4.5' te; gliadin standardına ait kalibrasyon eğrisi Şekil 4.2' de gösterilmiştir.

Kodeks Standartları [123] ve Türk Gıda Kodeksi “Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği” ne (No:2012/4) göre çalışmada üretilen örneklerin gluten miktarı 20 ppm’ den düşük olduğu için gıdalar glutensiz sınıfına girmektedir ve tüketime uygundur. Glutensiz gıdaların üretiminde herhangi bir bulaşıya neden olmamak için hammadde temininde olduğu kadar üretim sırasında kullanılan alet, ekipman ve ortama da çok dikkat edilmesi gerekmektedir.



Şekil 4. 2 Gliadin standardına ait kalibrasyon eğrisi

Çizelge 4. 5 Erişte örneklerinin gluten içerikleri

Erişteler	Oran (%)	Gluten miktarı (ppm)
Mısır eriştəsi		10.76
Soya unu katkılı	30	7.63
	40	3.76
	50	7.53
Nohut unu katkılı	30	7.17
	40	6.17
	50	3.23
Mercimek unu katkılı	30	8.91
	40	8.88
	50	8.49

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

4.3. Eriştelerin Kalite Özelliklerinin İncelenmesi

4.3.1. Pişme Süresi Tayini

Farklı oranlarda soya, nohut veya mercimek unu içeren mısır eriştelerine ait pişme süreleri Çizelge 4.6' da verilmiştir. Mısır eriştesinin pişme süresi 11 dakika olarak tespit edilmiştir. Mısır spagettisi üzerine yapılan bir çalışmada ise bu süre 7 ila 11 dakika olarak verilmektedir [124]. Çizelge incelendiğinde %40 ve %50 soya ve nohut unu katkılı eriştelerin pişme sürelerinin mısır eriştesinden (kontrol) daha uzun olduğu ve farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görölmektedir ($p<0.05$). Mısır eriştesine %30 mercimek unu katkısı pişme süresinde fark oluşturmazken % 40 ve %50 mercimek unu katkısı pişme süresinde azalmaya sebep olmuştur. Bu fark istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

4.3.2. Suya Geçen Madde Miktarı (Pişme Kaybı)

Çizelge 4.6' da farklı oranlarda soya, nohut veya mercimek unu içeren mısır eriştesi örneklerinin suya geçen madde miktarları verilmiştir. Mısır eriştesi örneğinin pişme kaybı %12.7 olarak belirlenmiştir. Mestres et al. [24] yaptıkları bir çalışmada %20 oranında ön jelatinizasyon yapılan mısır eriştesinde, pişme kaybını %38 olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada kurutma öncesi soğuk depolama işlemi yapıldığında, pişme kaybının arttığı ve bu kaybın %41 olarak bulunduğu belirtilmiştir. Erişte üretiminde, mısır-su karışımına farklı sıcaklıklarda buhar uygulanıp kurutma öncesi ısıtma yapıldığında pişme kaybı %16-%30 arasında tespit edilmiştir [24]. Yalçın [101] % 40 oranında jelatinize edilmiş mısır eriştesinde %28.3 pişme kaybı belirtmiştir. Başka bir çalışmada 95°C ön ısıtma yapılan mısır eriştesinin pişme kaybı %29.2 olarak verilmiştir [23]. Lucisano et al. [73] ise mısır spagettisinde pişme kaybını 9g/100g ve üzeri olarak vermektedir. Soya unu katkılı mısır eriştelerinin pişme kayıpları %11.3 ile %12.8 arasında değişmektedir. Nohut unu katkılı mısır eriştelerinin pişme kayıpları ise %8.2 ile %8.9 arasında değişmektedir. Nohut unu katkısının mısır eriştesi örneklerinin pişme kaybını kontrol örneğine göre istatistiksel olarak önemli ölçüde düşürdüğu görölmektedir (Çizelge 4.6). Nohut unu katkı oranının ise erişte örneklerinin pişme kaybı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur ($p>0.05$). Kontrol örneğine göre, % 40 ve %50

oranlarında yapılan mercimek unu katkısının mısır eriştesi örneklerinin pişme kaybını azalttığı görölmüştür. Bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

4.3.3.Su Absorpsiyonu

Farklı oranlarda soya, nohut veya mercimek unu içeren mısır eriştelere ait su absorpsiyon değerleri Çizelge 4.6' da verilmiştir. Mısır eriştesinin su absorpsiyon değeri %161.0 olarak bulunmuştur. Yalçın [101] % 40 oranında jelatinize edilmiş mısır eriştesinin su absorpsiyonunu %97.0 olarak belirlemiştir. Mısır makarnası (spagetti) üzerine yapılan bir çalışmada ise makarnanın su absorpsiyonu % 117 ile %125 arasında verilmiştir [73]. Mısır eriştesine yapılan soya unu katkısı örneklerin su absorpsiyon değerinde kontrol örneğine göre istatistiksel olarak önemli bir azalmaya neden olmuştur ($p<0.05$). Nohut unu katkılı mısır eriştelere ise %30 nohut unu katkılı mısır eriştesinin su absorpsiyonu değeri ile mısır eriştesi arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Nohut unu katkısı %40 ve %50 oranında hazırlanan mısır eriştelere ise su absorpsiyon değeri kontrol örneğine göre önemli ölçüde azalmıştır. Nohut unu katkısı %40 veya %50 oranında olan örneklerde su absorpsiyon değeri benzer bulunmuştur. Mercimek unu katkılı mısır eriştelere baklagil unu katkı oranının su absorpsiyonu üzerine etkisi ile kontrol örneği arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p>0.05$). Benzer bir şekilde, Zhao et al. [122] spagetti ile yaptığı bir çalışmada da makarnaya eklenen mercimek ununun ağırlık artışı üzerine bir etkisinin olmadığı fakat eklenen nohut unu miktarı arttırıldığında pişirme sonrası elde edilen ağırlıkların kontrolden daha düşük olduğu belirtilmiştir.

4.3.4. Hacim Artışı

Farklı oranlarda soya, nohut veya mercimek unu içeren mısır eriştelere ait hacim artışı değerleri Çizelge 4.6' da verilmiştir. Kontrol örneği ile % 30 ve %40 soya unu katkılı mısır eriştesi örnekleri arasında hacim artışı değerlerinde istatistiksel olarak bir fark yoktur ($p>0.05$). Soya unu katkısı % 50 olduğunda ise erişte örneklerinin hacim artışı değerinde belirgin bir azalma olmuştur ($p<0.05$). Mısır eriştesi ve %30 nohut unu katkılı erişte örnekleri ile karşılaştırıldığında % 40 ve %50 nohut unu katkılı mısır eriştesi örneklerinin hacim artışı değerinin azaldığı görölmektedir ($p<0.05$). Mısır eriştesi (kontrol) ile mercimek unu katkılı erişte örnekleri arasında hacim artışı değerleri açaşından istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4. 6 Farklı oranlarda bakliyat unu içeren mısır eriştelerinin pişme özellikleri

Erişteler	Oran (%)	Pişme Süresi (dak)	Pişme Kaybı (%)	Su Absorpsiyonu (%)	Hacim Artışı (%)	TOM (%)
Soya Unu Katkılı	0	11c	12.7ab	161.0a	208.3a	2.18a
	30	11bc	11.3b	146.0b	200.0a	2.04a
	40	12ab	12.2ab	136.1c	200.0a	2.19a
	50	12a	12.8a	136.4c	175.0b	2.25a
Nohut Unu Katkılı	0	11b	12.7a	161.0a	208.3a	2.18a
	30	11b	8.9b	163.0a	200.0a	1.65b
	40	12a	8.2b	152.3b	175.0b	1.60b
	50	12a	8.2b	151.2b	150.0c	1.26b
Mercimek Unu Katkılı	0	11a	12.7a	161.0a	208.3a	2.18a
	30	11a	12.4a	162.1a	200.0a	1.95ab
	40	10b	10.4b	160.1a	208.3a	1.53bc
	50	9c	8.6c	155.4a	191.7a	1.45c

Değerler üç tekrarın ortalamasıdır.

Aynı sütun içinde aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p<0.05$).

4.3.5. Toplam Organik Madde Miktarı

Makarna kalitesini değerlendirmede, TOM yöntemi sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Durum buğdayı irmiğinden üretilen makarnalar için yapılan bir sınıflandırmada TOM değeri 1.4' ün altında olan çok kaliteli, 1.4-2.1 arasında olanlar iyi kaliteli ve 2.1'den büyük olanlar düşük kaliteli olarak nitelendirilmektedir.

Çizelge 4.6' ' da baklagil unu katkılı mısır eriştelerinin TOM değerleri verilmiştir. Mısır eriştelerinin TOM miktarı %2.18 olarak bulunmuştur. Yalçın [101] yaptığı çalışmada %40 oranında jelatinize edilmiş mısır eriştelerinde TOM miktarını %2.55 olarak vermiştir. Mısır eriştelerine, değişik oranlarda soya unu katkısının TOM oranı üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmamıştır. En yüksek TOM değeri %50 soya unu katkılı mısır eriştelerinde elde edilmiştir (%2.25). Buna karşılık nohut unu katkılı mısır eriştelerinin TOM oranları mısır eriştelerine göre önemli ölçüde azalmıştır (Çizelge 4.6). En düşük TOM değerine sahip eriştelerin, 1.26 TOM değeri ile %50 nohut unu katkılı mısır eriştelerinin olduğu belirlenmiştir. Kontrol örneğine göre % 40 ve %50

mercimek unu katkılı mısır eriştesi örneklerinde TOM değerlerinde önemli bir azalma gözlenmiştir ($p<0.05$).

4.3.6. Kuru ve Pişmiş Eriştelerin Tekstür Özellikleri

Mısır unu ve mısır ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen erişte örneklerinin kuru haldeki ve pişirildikten sonraki tekstür özellikleri incelenmiştir. Kuru eriştelerin kırılması ve pişmiş eriştelerin kopması için gerekli olan maksimum kuvvetler Çizelge 4.7' de verilmiştir. Mariotti et al. [7] mısır makarnası ile yaptıkları bir çalışmada kırılma kuvveti 1.16-1.88N aralığında verilmektedir. Yapılan bu çalışmada, Mariotti et al. verdikleri aralıkla uyumlu olarak mısır eriştesinin kırılma kuvveti 1.43N olarak belirlenmiştir. Mısır eriştesine yapılan soya unu katkısının, kırılma için gerekli olan kuvvet üzerinde istatistiksel olarak önemli bir değişikliğe neden olmadığı görölmektedir ($p>0.05$). Mısır ununa %40 veya %50 oranında nohut unu ilave edilerek hazırlanan mısır eriştelerinde ise kırılma için gerekli olan kuvvet kontrol örneğine göre önemli ölçüde artmıştır ($p<0.05$). Erişterde mercimek unu katkı oranı arttıkça mısır eriştelerinin kırılması için gerekli olan kuvvet düzenli bir şekilde arttırmaktadır (Çizelge 4.7.).

Erişterde kopma için gerekli olan kuvvetin yüksek olması istenmektedir. Çizelge incelendiğinde %30 oranında soya unu katkılı mısır eriştesi hariç diğer baklagil unu katkılı erişteler ile kontrol örneğinin (mısır eriştesi) kopma kuvveti açısından erişteler arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır ($p<0.05$). Nohut unu veya mercimek unu katkı oranı %50 olduğunda eriştelerin kopması için gereken kuvvet en fazla olmuştur (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4. 7 Kuru ve pişmiş mısır eriştelerinin tekstür değerleri

Erişteler	Oran (%)	Maksimum Kuvvet¹ (N)	Maksimum Kuvvet² (N)
Soya	0	1.43a	0.37a
Unu	30	1.35a	0.23b
Katkılı	40	1.19a	0.31ab
	50	1.12a	0.35a
Nohut	0	1.43b	0.37ab
Unu	30	1.57b	0.33b
Katkılı	40	2.50a	0.30b
	50	3.09a	0.48a
Mercimek	0	1.43c	0.37ab
Unu	30	2.69b	0.30b
Katkılı	40	3.52ab	0.40ab
	50	3.99a	0.54a

¹ Kuru eriştelerin kırılması için gerekli olan kuvvet

² Pişmiş eriştelerin kopması için gerekli olan kuvvet

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Aynı sütun içinde aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p < 0.05$).

4.3.7. Duyusal Özellikleri

Mısır unu ve mısır ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen erişte örneklerinin duyusal özellikleri Çizelge 4.8' de verilmiştir. Mısır eriştesi ile değişik oranlarda soya, nohut veya mercimek unu katkılı mısır eriştesi örnekleri arasında yüzey özellikleri, çiğneme özellikleri ve tat özellikleri açısından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Değişik oranlarda soya veya nohut unu katkılı eriştelere çiğneme sonrası ağızdaki his açısından mısır eriştesinden daha düşük puan almışlardır. Mısır eriştesi çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri açısından en yüksek puanı almıştır. Bununla beraber, mercimek unu katkılı erişte örnekleri çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri açısından mısır eriştesi ile istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamıştır ($p > 0.05$). %50 mercimek unu katkılı örneğin mısır eriştesinden sonra en beğenilen örnek olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler erişte örneklerinin duyusal özellikleri açısından kabul edilebilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4. 8 Mısır eriştesi örneklerinin duyusal özellikleri

	Oran (%)	Yüzey Özellikleri	Çiğneme Özellikleri	Çiğneme Sonrası Ağızdaki His Özellikleri	Tat
Soya unu katkılı	0	4.2a	4.0a	4.6a	4.2a
	30	4.6a	3.4a	3.6b	3.6a
	40	4.4a	3.8a	3.6b	3.8a
	50	3.8a	3.6a	3.6b	3.2a
Nohut unu katkılı	0	4.2a	4.0a	4.6a	4.2a
	30	4.0a	3.4a	3.4b	3.4a
	40	3.8a	3.2a	3.6b	3.4a
	50	4.0a	3.4a	3.6b	3.6a
Mercimek unu katkılı	0	4.2a	4.0a	4.6a	4.2a
	30	3.8a	3.2a	3.6a	3.4a
	40	4.2a	3.8a	3.8a	3.6a
	50	4.4a	4.2a	4.2a	3.8a

Değerler beş tekrarın ortalamasıdır.

Aynı sütun içinde aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p < 0.05$).

4.3.8. Renk Özellikleri

Mısır eriştesi ve değişik oranlarda baklagil unu katkılı mısır eriştesi örneklerinin renk değerleri Çizelge 4.9' da verilmiştir. Eriştelerde L^* değerinin artması parlaklığın, a^* değerindeki artma erişte rengindeki kırmızılığın, b^* değerindeki artma ise sarılık değerinin arttığını ifade etmektedir. Soya ve nohut unu katkılı eriştelerde L^* değeri mısır eriştesine yakındır. Mercimek unu katkılı eriştelerde mısır eriştesine göre L^* değerinde bir miktar azalma gözlenmiştir. Baklagil unu miktarındaki artış ile birlikte mısır eriştesi örneklerinde a^* değeri artmaktadır. Özellikle mercimek unu katkılı eriştelerde kırmızılık değeri en yüksek olmuştur ve katkı oranının artışı ile artmaktadır. Mısır eriştesi ile mercimek unu katkılı mısır eriştelerinin b^* değerleri yakındır. Soya ve nohut unu katkılı mısır eriştelerinde b^* değeri bir miktar azalmıştır. En düşük b^* değeri %50 nohut unu katkılı mısır eriştesinde gözlenmiştir. Mısır erişteleri arasında %50 mercimek unu katkılı mısır eriştesinde L^* değeri en düşük, a^* ve b^* değerleri en yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4. 9 Eriştelerin renk değerleri

Erişteler	Oran (%)	L*	a*	b*
Mısır eriştesi		88.07±0.542	0.70±0.154	16.26±0.999
Soya unu katkılı	30	88.21±0.194	1.09±0.093	15.36±0.634
	40	87.97±0.192	1.13±0.121	15.33±0.149
	50	87.79±0.324	1.22±0.114	15.32±0.428
Nohut unu katkılı	30	87.58±0.203	1.22±0.114	14.92±0.956
	40	87.51±0.199	1.26±0.047	15.54±0.765
	50	87.75±0.260	1.36±0.185	14.13±0.658
Mercimek unu	30	85.93±0.639	5.61±0.347	15.63±0.919
	40	85.12±0.502	6.71±0.464	16.29±1.359
	50	84.73±0.710	7.34±0.791	16.42±0.624

L*: parlaklık; a*: kırmızılık; b*: sarılık

Değerler dört tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

4.4. Mikroviskoanalizör (RVA™) ile Erişte Örneğlerinin Çirişlenme Özellikleri Tayini

Mısır unu ve mısır ununa farklı oranlarda soya, nohut veya mercimek unu ilave edilerek üretilen mısır eriştesi örneğlerinin çirişlenme özellikleri Çizelge 4.10' da görölmektedir. Örneğlerde nişasta karakterizasyonu mikroviskoanalizör (Rapid Visco Analyser: RVA) kullanılarak yapılmıştır. RVA, prensipte karıştırmalı bir viskometre olup nişasta, tahıl, un gibi hububat ve gıda ürünlerinin çirişlenme özelliklerini belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır [125]. RVA uygulaması kısa test süresi, az örnek miktarı ve değiştirilebilir test koşulları ile analizde avantaj sağlamaktadır [126,127]. Analizde karıştırma, ölçme, ısıtma ve soğutma profilleri kullanılmaktadır [128].

Nişasta granülleri suda çözünmezler. Ancak bağıl nemi yüksek bir ortamda bekletildiklerinde veya su ile temas ettirildiklerinde suyu adsorbe ederek şişerler. Hacim değişimi ve suyun yapıya absorpsiyonu geri dönüşümlüdür ancak yüksek sıcaklıklara ısıtma nişastada geri dönüşümsüz değişikliklere neden olur. Bu değişiklikler sonucunda nişasta granülünün düzenli yapısı bozulur ve polarize ışık mikroskobunda gözlenen malta haçı görüntüsü kaybolur. Bu olaya jelatinizasyon denir [72].

Nişastanın suyu yapısına alması ve şişmesi viskozitenin yükselmesine sebep olmaktadır [72]. Ulaşılan maksimum sıcak çiriş viskozitesi pik viskozitesi [129] olarak adlandırılmaktadır. Pik viskozitesi; nişasta veya nişastalı karışımın su bağlama kapasitesini göstermektedir [130].

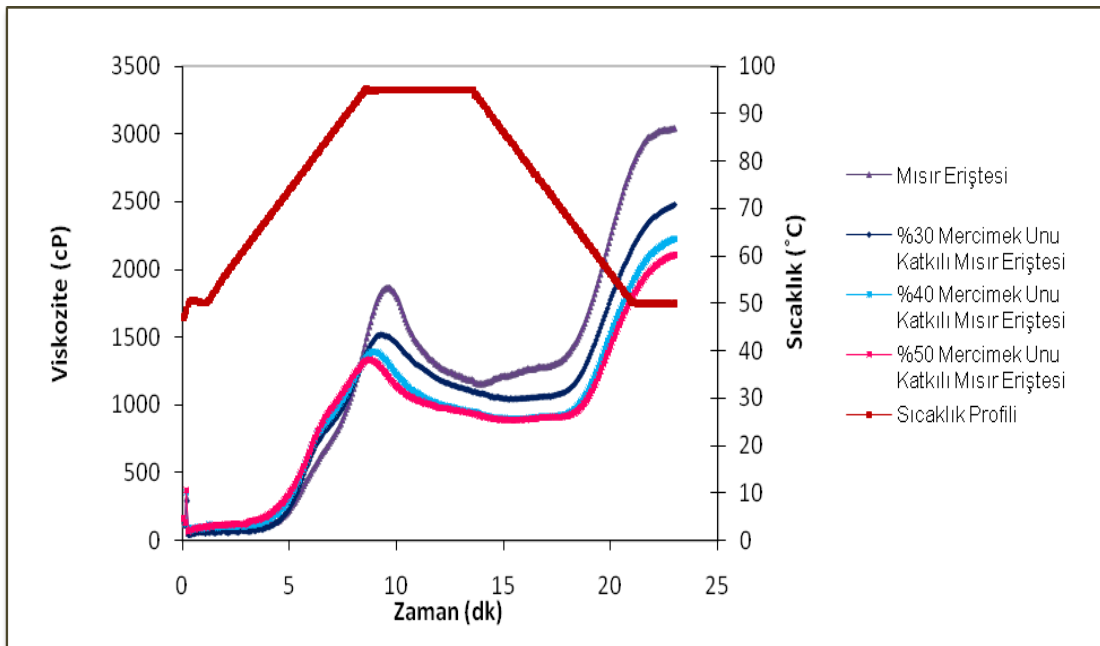
Mısır eriştesi ile karşılaştırıldığında soya, nohut veya mercimek unu katkılarının mısır eriştelerinin pik viskozitelerinde istatistiksel olarak önemli ölçüde azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Erişte örneklerinin baklagil unu katkı oranındaki artışla birlikte pik viskoziteleri düzenli olarak azalmaktadır (Çizelge 4.10). Baklagil unu katkılı mısır eriştesi örnekleri arasında mercimek unu katkılı eriştelerin pik viskozitesi değerlerinin diğerlerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Pik viskozitesi değeri en yüksek mısır eriştesinde (1853.5cP), en düşük ise %50 soya unu katkılı mısır eriştesi örneğinde (674.5cP) bulunmuştur.

Sıcaklık belirli bir süre sabit tutulduğunda nişastanın parçalanması, çözünen amilozun ortama karışması ve karıştırma yönünde oriyantasyonu neticesinde viskozite azalır [130]. Nişasta çirişi için önemli olan bu özelliğe karıştırma ile viskozite azalması veya karıştırma ile incelme (shear thinning) denir [72]. Karıştırma ile viskozite azalması verileri incelendiğinde (Çizelge 4.10) mısır eriştesine göre farklı oranlarda baklagil unu katkılı mısır eriştesi örneklerinde istatistiksel olarak önemli ölçüde azalma gözlenmektedir ($p<0.05$). Mısır eriştesine baklagil unu ilave oranı arttikça karıştırma ile viskozite azalması değerleri genel olarak düşmektedir. Bununla beraber, soya, nohut veya mercimek unlarında %30 veya %40 katkı oranında karıştırma ile viskozite azalması değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Karıştırma ile viskozite azalması en fazla %50 nohut unu katkılı mısır eriştesinde gözlenmiştir.

Mısır eriştesi ile karşılaştırıldığında soya, nohut veya mercimek unu katkılı mısır eriştesi örneklerinin incelme sonrası viskozite değerlerinde istatistiksel olarak önemli ölçüde azalma görölmüştür ($p<0.05$). Genel olarak baklagil unu katkı oranının artması ile incelme sonrası viskozite değerlerinin düzenli olarak daha da azaldığı saptanmıştır. Erişte örnekleri arasında sadece %40 veya %50 oranında mercimek unu katkılı mısır eriştesi örneklerinde incelme sonrası viskozite değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Mısır eriştesinden sonra incelme sonrası viskozite değeri en yüksek olan örnek %30 mercimek unu katkılı mısır eriştesi, en düşük olan örnek ise %50 soya unu katkılı mısır eriştesi olmuştur.

Son viskozite, test sonunda soğuma sonrası elde edilen viskozitedir [127] ve nişastanın viskoz bir çiriş oluşturma yeteneğini göstermektedir [131]. Erişte örnekleri arasında son viskozite değeri en yüksek olan örnek mısır eriştésidir. Mısır eriştésine baklagil unlarının ilave edilmesi ve katkı oranının artması ile son viskozite değerlerinin düzenli olarak azaldığı ve bu azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Son viskozite değeri en düşük olan örnek %50 soya unu katkılı mısır eriştəsi olmuştur. Baklagil unu katkılı mısır eriştəsi örnekleri arasında %30 mercimek unu katkılı mısır eriştésinde en yüksek son viskozite değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.10).

Soğutma sırasında amiloz zincirlerinin hizalanması sebebiyle viskozite artmaktadır [111] ve viskozitedeki bu artışa katılma (setback) denir [72]. Katılma, son viskozite ile incelme sonrası viskozite arasındaki fark kullanılarak belirlenmektedir [127]. Mısır eriştəsi ile karşılaştırıldığında soya, nohut veya mercimek unu katkılı mısır eriştəsi örneklerinin katılma viskozite değerleri arasında istatistiksel olarak önemli ölçüde ($p<0.05$) azalma belirlenmiştir. Baklagil unu katkı oranının artması ile katılma değerlerinin düzenli olarak daha da azaldığı görülmektedir (Çizelge 4.10). En yüksek katılma viskozitesi mısır eriştésinde (1878.5cP), en düşük katılma viskozitesi ise %50 soya unu katkılı mısır eriştésinde (531.5cP) saptanmıştır.



Şekil 4. 3. Mısır eriştəsi ile %30, %40 ve %50 mercimek unu katkılı mısır eriştəsi örneklerinin RVA grafiği

Çizelge 4. 10 Mısır eriştəsi örneklerinin çirışlenme özellikleri

Erişteler	Oran (%)	Pik Viskozitesi	Karıştıırma ile viskozite azalması	İncelme sonrası viskozite	Son Viskozite	Katılășma
Soya Unu Katkılı	0	1853.5a	736.0a	1117.5a	2996.0a	1878.5a
	30	776.0b	192.0b	584.0b	1262.5b	678.5b
	40	726.5c	183.5b	543.c	1163.0c	620.0b
	50	674.5d	153.5c	521.d	1052.5d	531.5c
Nohut Unu Katkılı	0	1853.5a	736.0a	1117.5a	2996.0a	1878.5a
	30	960.0b	126.0b	834.0b	1850.0b	1016.0b
	40	820.5c	104.5b	716.0c	1678.0c	962.0b
	50	680.5d	59.0c	621.5d	1375.5d	754.0c
Mercimek Unu Katkılı	0	1853.5a	736.0a	1117.5a	2996.0a	1878.5a
	30	1524.0b	479.0bc	1045.0b	2482.5b	1437.5b
	40	1393.0c	500.0b	893.0c	2225.5c	1332.5c
	50	1336.5c	450.0c	886.5c	2106.0d	1219.5d

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Aynı sütun içinde aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p<0.05$).

4.5. Vitamin Analizleri

4.5.1. Tiamin Analizleri

Eriřte yapımında kullanılan un örneklerinin tiamin içerikleri Çizelge 4.11 'de gösterilmiştir. Tiamin kromatogramı EK 3' te verilmiştir. Soya, nohut ve mercimek unlarının tiamin miktarı mısır unundan daha yüksek bulunmuştur. Un örneklerinde en düşük tiamin miktarı 1.80 mg/kg ile mısır ununda, en yüksek tiamin miktarı ise 10.52 mg/kg ile mercimek ununda saptanmıştır. Literatürde mısırın tiamin miktarı 0.7-8.6mg/kg [8,35,61] olarak verilmiştir. Lebedzińska ve Szefer [132] yaptığı bir çalışmada mısır ununun tiamin miktarını 0.173mg/100g olarak vermişlerdir. Thompson [8] yaptığı bir çalışmada ise mısır ununun tiamin miktarını 0.07mg/100g olduğunu belirtmiştir. Thompson [8] aynı çalışmada, nohut ununun tiamin miktarını 0.49 mg/100g; soya ununun tiamin miktarını ise 0.70 mg/100g olarak vermiştir. Yapılan başka bir çalışmada soya ununun tiamin miktarı 0.711 mg/100g [132] olarak verilmiştir. Soyanın tiamin miktarı literatürde 0.101-0.912 mg/100g [35,86,133], mercimeğin literatürdeki tiamin miktarı ise 0.13-0.90mg/100g [35,67,134-138] olarak

verilmiştir. Bu çalışmada saptanan tiamin miktarı soya ununda literatürde verilen aralıktadır; mercimek ununda ise literatüre yakın bulunmuştur. Khatoon ve Prakash [136] nohudun tiamin miktarını 0.42mg/100g olarak belirlemiştir. Nohut ile yapılan diğer çalışmalarda, nohudun tiamin miktarı 0.293-0.510mg/100g [119,137,139,140] arasında verilmiştir. Nohut ununun tiamin miktarı literatüre göre yüksek olup bu sonucun bitkinin farklı toprak yapısı ve iklim şartlarında yetişmiş olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Mısır unu ve mısır ununa farklı oranlarda soya, nohut veya mercimek unu ilave edilerek üretilen mısır erişteleri örneklerinin tiamin içerikleri Çizelge 4.12' de görülmektedir. Mısır erişteleri ile soya, mercimek ve nohut unlarıyla zenginleştirilmiş mısır erişteleri örnekleri arasında tiamin içerikleri açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır ($p < 0.05$). Baklagil unu katkılı erişte örneklerinin tiamin değerleri mısır eriştelerinden (1.81 mg/kg) önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Erişte örnekleri arasında tiamin miktarı en fazla olan iki erişte örneği %50 mercimek ve %50 nohut unu katkılı mısır erişteleridir; sırasıyla 6.44 mg/kg ve 5.57 mg/kg tiamin tespit edilmiştir. Soya unu katkılı mısır erişteleri örneklerinde soya oranındaki artış eriştenin tiamin içeriğinde artış sağlamış ve bu artış kontrol örneğine göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bununla birlikte soya unu katkı oranı artışı tiamin oranını artırmakla birlikte bu fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p > 0.05$).

Yapılan bir araştırmada pirinç eriştelerine mercimek, bezelye ve nohut unları ilave edilerek zenginleştirilmiş pirinç erişteleri örneklerinde tiamin miktarları pirinç eriştelerine göre önemli ölçüde yüksek bulunmuştur [76]. Başka bir çalışmada ise pirinç ununa baklagil unları ilave edilerek hazırlanan tarhana örneklerinde tiamin oranı pirinç tarhanasına göre önemli ölçüde yüksek bulunmuştur [141].

4.5.2. Riboflavin Analizleri

Erişte yapımında kullanılan un örneklerinin riboflavin içerikleri Çizelge 4.11 'de yer almaktadır. Riboflavin kromatogramı EK 4' te gösterilmiştir. Yapılan çalışmada soya, nohut ve mercimek unlarında riboflavin oranları birbirlerine yakın olduğu saptanmıştır. Mercimek ununun en yüksek riboflavin oranına (1.22 mg/kg) mısır ununun ise en düşük riboflavin oranına (0.50 mg/kg) sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.11). Mısırın literatürde riboflavin miktarı 0.25-5.6 mg/kg arasındadır [35,61,142]. Mısır ununda yapılan başka çalışmalarda riboflavin miktarı 0.06mg/100g [8] ve

0.067mg/100g [132] olarak verilmiştir. Bu çalışmada mısır ununda saptanan riboflavin miktarı (0.50 mg/kg), verilen bu değerlere yakın bulunmuştur. Nohudun literatürde verilen riboflavin miktarı ise 0.173 mg/100g -0.24 mg/100g aralığındadır [119,135,140,143]. Thompson [8] yaptığı çalışmada riboflavin miktarını nohut ununda 0.11 mg/100g, soya ununda 0.25 mg/100g olduğunu belirtmiştir. Lebedzińska ve Szefer [132] yaptığı çalışmada ise soya ununun riboflavin miktarı 0.395 mg/100 olarak belirlenmiştir. Nohut ununda riboflavin miktarı Thompson'ın bu çalışmasında verdiği değere yakın olup soya ununda Thompson'ın ve Lebedzińska'nın çalışmalarına göre daha düşük bulunmuştur. Literatürde soyanın riboflavin miktarı 0.190-0.321mg/100g [133] arasında; mercimeğin riboflavin miktarı ise 0.061-0.26mg/100g [134,135,142-145] arasında verilmiştir. Soya ve mercimek ununda saptanan riboflavin miktarlarının literatürle uyumlu olduğu görülmektedir.

Mısır unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen erişte örneklerinin riboflavin içerikleri Çizelge 4.12' de gösterilmiştir. Erişte örnekleri arasında en düşük riboflavin oranı 0.52 mg/kg olarak mısır eriştesinde saptanmıştır (kontrol örneği). Mısır ununa farklı oranlarda soya, nohut veya mercimek unu katılarak hazırlanan mısır eriştesi örneklerinin riboflavin oranı kontrol örneğine göre önemli ölçüde artış göstermiştir ($p<0.05$). Erişte örnekleri arasında riboflavin miktarı en yüksek olan iki erişte örneği %50 nohut ve %50 mercimek unu katkılı mısır erişteleridir; sırasıyla 0.79 mg/kg ve 0.88 mg/kg riboflavin tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada pirinç eriştesine mercimek, bezelye ve nohut unları ilave edilerek zenginleştirilmiş pirinç eriştesi örneklerinde riboflavin oranları pirinç eriştesine göre önemli ölçüde artmıştır [76]. Başka bir çalışmada ise pirinç ununa baklagil unları ilave edilerek hazırlanan tarhana örneklerinde riboflavin miktarı pirinç tarhanasına göre önemli ölçüde yüksek bulunmuştur [141]. Çölyak hastaları için güvenli olan pirinç ve mısırdan hazırlanan ürünlerde baklagil unu ilavesinin ürünlerin B vitamini içeriğini de önemli ölçüde artırdığı görülmektedir.

4.5.3. Niasin Analizleri

Çalışmada kullanılan un örneklerinin niasin içerikleri Çizelge 4.11 'de verilmiştir. Nikotinik asit ve nikotinamid kromatogramları sırasıyla EK 5' te ve 6 'da gösterilmiştir. Soya, nohut ve mercimek unlarının niasin miktarı 14.50-28.82 mg/kg arasında bulunmuştur. Baklagil unları arasında en yüksek niasin miktarı, mercimek ununda

bulunmuştur. Mısır ununun ise en düşük niasin oranına (6.63 mg/kg) sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 4.11). Lebedzińska ve Szefer [132] yaptığı çalışmada mısır ununun niasin içeriğini 1.50 mg/100g olduğunu belirtmiş, Thompson [8] ise 2.66 mg/100g olarak tespit etmiştir. Mısırın içerdiği niasin miktarı da literatürde 9.3-70mg/kg arasında verilmektedir [35,61,133]. Mısırın niasin miktarı bu çalışmada literatürde verileden düşük bulunmuştur. Mısırdaki niasin daha çok nikotik asit formunda olup danenin dış katmanında bulunan polisakkaritlere ve peptidlere bağlı olarak bulunmaktadır [135]. Mısır unu elde etme aşamasında ilgili kısmın uzaklaştırılması sebebiyle bu sonuca ulaşıldığı düşünülmektedir. Thompson [8] ile Lebedzińska ve Szefer [132] çalışmalarında soya ununun niasin miktarını sırasıyla 2.61 mg/100g ve 1.86 mg/100g olarak bulmuşlardır. Thompson [8] aynı çalışmasında nohut unu niasin miktarını 1.76 mg/100g olarak tespit etmiştir. Literatürde niasin miktarı nohut için 0.612-2.330 mg/100g [119,139,140,143], soya için 1.65-3.0mg/100g arasında verilmiştir [135,146,147]. Yapılan çalışmada nohut ununun niasin miktarı bu değerlerle uyumlu olup soya ununun niasin miktarı literatürde verilen bu aralıktan biraz daha düşük elde edilmiştir. Mercimeğin niasin miktarı literatürde 9.3-26.05mg/kg arasında verilmiştir [19,134,135,143,144,147]. Yapılan çalışmada mercimeğin niasin miktarı literatürde verilen değerden biraz yüksek bulunmuştur.

Mısır unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen erişte örneklerinin niasin içerikleri Çizelge 4.12' de gösterilmiştir. Erişte örnekleri arasında en düşük niasin oranı 7.34 mg/kg ile mısır eriştesinde tespit edilmiştir. Mısır ununa farklı baklagil unları ilave edilerek zenginleştirilen erişte örneklerinin niasin oranı mısır eriştesinde bulunan miktara göre önemli ölçüde yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Mısır ununa yapılan nohut ve mercimek katkı oranı arttıkça eriştelerin niasin içeriklerinde de istatistiksel olarak önemli ölçüde arttığı görülmektedir (Çizelge 4.12). Buna karşılık, soya unu katkılı mısır eriştelerindeki niasin artışı katkı oranındaki artışla bir miktar artmakla birlikte bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Erişte örnekleri arasında niasin miktarı en yüksek olan iki erişte örneği %50 nohut ve %50 mercimek unu katkılı mısır erişteleridir; sırasıyla 19.27 mg/kg ve 22.62 mg/kg niasin saptanmıştır. Benzer şekilde yapılan bir çalışmada, pirinç eriştesine mercimek, bezelye veya nohut unları ilave edilerek üretilen pirinç eriştesi örneklerinde niasin oranlarının pirinç eriştesine göre önemli ölçüde arttığı gözlenmiştir [76].

Çizelge 4. 11 Un örneklerinin tiamin, riboflavin ve niasin içerikleri

Un	Tiamin (mg/kg)	Riboflavin (mg/kg)	Niasin (mg/kg)
Mısır	1.80 ± 0.003	0.50±0.007	6.63±0.069
Soya	2.73 ± 0.010	1.04±0.008	14.50±0.214
Nohut	8.29 ± 0.058	0.90±0.009	21.57±0.282
Mercimek	10.52 ± 0.056	1.22±0.013	28.82±0.003

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır ve kuru madde esasına göre verilmiştir.

Çizelge 4. 12 Mısır erişteleri örneklerinin tiamin, riboflavin ve niasin içerikleri

Erişteler	Oran (%)	Tiamin (mg/kg)	Riboflavin (mg/kg)	Niasin (mg/kg)
Soya unu katkı	0	1.81b	0.52c	7.34b
	30	2.10ab	0.68b	11.28a
	40	2.45a	0.69b	11.69a
	50	2.54a	0.75a	11.91a
Nohut unu katkı	0	1.81c	0.52c	7.34c
	30	4.09b	0.71b	11.73b
	40	4.53b	0.77a	12.04b
	50	5.57a	0.79a	19.27a
Mercimek unu katkı	0	1.81c	0.52d	7.34d
	30	5.03b	0.66c	11.37c
	40	5.68ab	0.79b	14.32b
	50	6.44a	0.88a	22.62a

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır ve kuru madde esasına göre verilmiştir.

Aynı sütunda aynı harfi kapsayan değerler istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir ($p < 0.05$).

4.5.2. Vitamin Analizlerinin Validasyon Sonuçlarının İncelenmesi

4.5.2.1. Tiamin Analizinin Validasyon Sonuçları

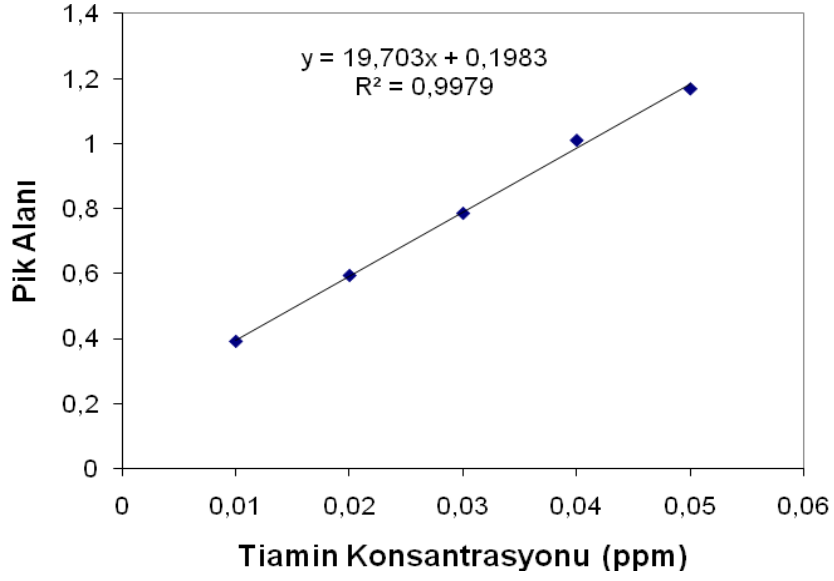
Yapılan validasyon çalışmaları doğrultusunda tiamin analizi için yöntemin tekrarlanabilirliği, cihazın tekrarlanabilirliği, gözlenebilme sınırı (LOD) ile tayin sınırı (LOQ), doğruluk ve %geri kazanım değerleri Çizelge 4.13' te verilmiştir.

Çizelge 4. 13 Tiamin analizi validasyon sonuçları

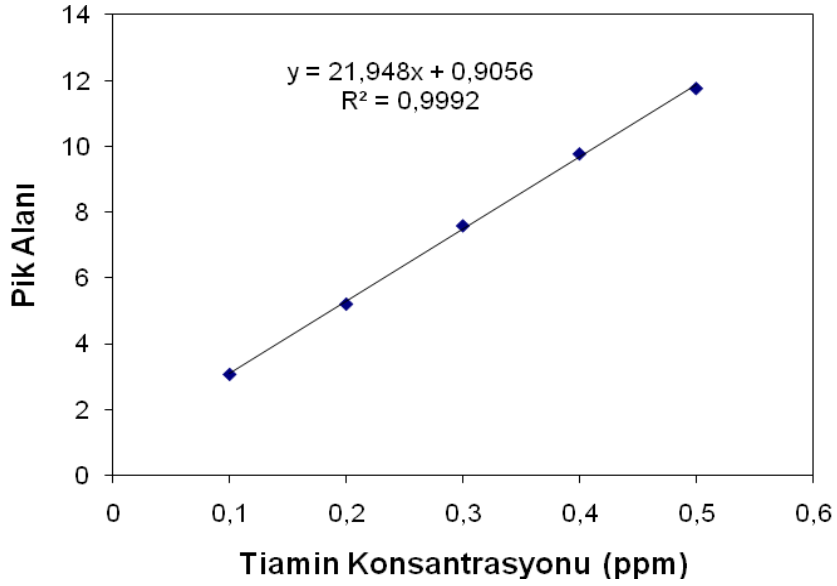
Yöntemin Tekrarlanabilirliği (%CV)	Cihazın Tekrarlanabilirliği (%CV)	LOD/ LOQ (ppm)	Doğruluk (%)	Geri Kazanım (%)		
				%50	%100	%150
8.04	4.66	0.67/ 2.25	99	98	100	103

Çizelge 4.13' te gösterilen validasyon çalışmasının sonuçlarına göre, tiamin analizinde yöntemin tekrarlanabilirliği için hesaplanan CV değeri %8.04; cihazın tekrarlanabilirliği için hesaplanan CV değeri %4.66 olarak bulunmuştur. Cihazın tekrarlanabilirliğinin yöntemin tekrarlanabilirliğine kıyasla daha yüksek olması, bu farkın HPLC ile analiz öncesinde gerçekleştirilen türevlendirme işleminden sonra floresan özelliğın zamanla azalmasından ve yöntemin kişisel farklılıklardan gelebilecek hatalara açık olmasından kaynaklanabileceğini göstermektedir. Tiamin için LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 0.67 ve 2.25 ppm olarak bulunmuştur. Tiamin için gözlenebilme sınırı ve tayin sınırı değerleri, literatürle karşılaştırıldığında literatüre yakın sonuçlar verdiği görülmektedir [44]. Gözlenebilen ve tayin edilebilen en düşük değerler, zenginleştirilmemiş örneklerle çalışıldığı ve ayrıca metot, cihaz ve sistem performansını değerlendirildiği için önem kazanmaktadır. Doğruluk kriteri, sertifikalı referans materyali (CRM 121-tam buğday unu) kullanılarak belirlenmiştir. Materyalin içersindeki 4.63 mg/kg olan tiamin miktarı %99 doğruluk ile 4.58 mg/kg olarak saptanmıştır. Bu sonuç tiamin analizi için kullanılan metodun doğruluk kriterinin yüksek olduğunu göstermektedir. Geri kazanım değerini gözlemek amacıyla tiamin içeriği belirlenen mısır eriştisine, standart vitamin çözeltilerinden içeriğın yarısı (%50), aynı miktarı (%100) ve bir buçuk katı (%150) kadar ekleme yapılmış ve geri kazanım değerleri %98-103 arasında olduğu hesaplanmıştır. Literatürde yapılan çalışmalarda tiamin için geri kazanım değerleri %91-103 arasında verilmiştir [45,84,148]. Sonuçlar doğrultusunda; tiamin için kullanılan metodun geri kazanım değerlerinin oldukça iyi olduğu söylenebilmektedir.

Doğrusallık kapsamında, biri çalışılan konsantrasyonu içine alan, diğeri ise düşük konsantrasyonları kapsayan iki adet 5 noktalı kalibrasyon grafiğı hazırlanmış ve doğrusallık kriteri değerlendirilmiştir. Kalibrasyon grafiklerinin belirtme katsayıları (R^2) düşük konsantrasyonda 0.9979, yüksek konsantrasyonda ise 0.9992 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.4 ve 4.5).



Şekil 4. 4 0.01-0.05 ppm aralığında tiimin kalibrasyon grafiği



Şekil 4. 5 0.1-0.5 ppm aralığında tiimin kalibrasyon grafiği

4.5.2.2. Riboflavin Analizinin Validasyon Sonuçları

Riboflavin analizi için gerçekleştirilen validasyon çalışmaları kapsamında belirlenen yöntemin tekrarlanabilirliği, cihazın tekrarlanabilirliği, LOD/LOQ, doğruluk ve %geri kazanım değerleri Çizelge 4.14' te verilmiştir.

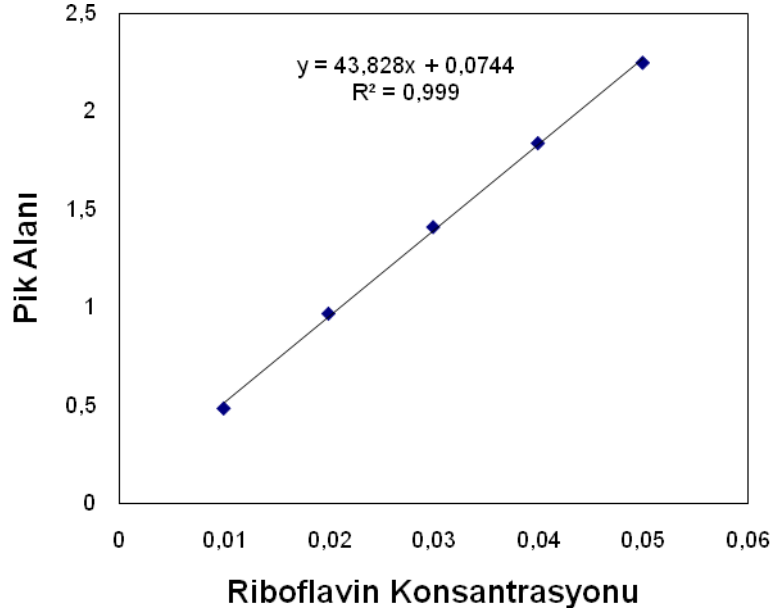
Çizelge 4. 14 Riboflavin analizi validasyon sonuçları

Yöntemin Tekrarlanabilirliği (%CV)	Cihazın Tekrarlanabilirliği (%CV)	LOD/ LOQ (ppm)	Doğruluk (%)	Geri Kazanım (%)		
				%50	%100	%150
9.84	2.29	0.06 / 0.19	95	103	103	100

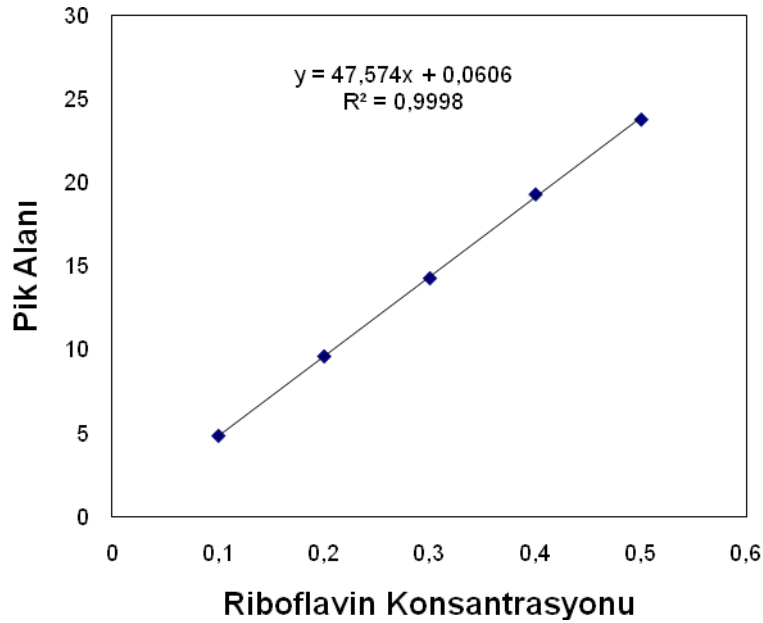
Çizelge 4.14' te gösterilen validasyon çalışmasının sonuçlarına göre, riboflavin analizinde yöntemin tekrarlanabilirliği için hesaplanan CV değeri %9.84; cihazın tekrarlanabilirliği için hesaplanan CV değeri %2.29 olarak bulunmuştur. Cihazın tekrarlanabilirliği oldukça yüksektir. Ancak yöntemin tekrar edilebilirliği analiz gerçekleştirilirken meydana gelebilecek kişisel hatalar nedeniyle daha düşük çıkmış olabilir. LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 0.06 ve 0.19 ppm olarak saptanmıştır. Bu çalışmada zenginleştirilmemiş örneklerle çalışıldığı için gözlenebilen ve tayin edilebilen en düşük değerler önem kazanmaktadır. Riboflavin için gözlenebilme sınırı ve tayin sınırı değerleri, literatürle karşılaştırıldığında sonuçların iyi olduğu görülmektedir [44,47,50]. Doğruluk kriteri, sertifikalı referans materyali (CRM 421-süt tozu) kullanılarak belirlenmiştir. Referans materyalin içerdiği 14.5 mg/kg olan riboflavin miktarı %95 doğruluk ile 13.82 mg/kg olarak saptanmıştır. Elde edilen sonuç, riboflavin için kullanılan metodun doğruluk kriterinin oldukça yüksek olduğunu ve doğruluk kriterinin kabul edilebilir olduğunu göstermektedir.

Geri kazanım değerini gözlemek amacıyla riboflavin içeriği belirlenen mısır eriştisine, standart vitamin çözeltilerinden içeriğin yarısı (%50), aynı miktarı (%100) ve bir buçuk katı (%150) kadar ekleme yapılmış ve geri kazanım değerleri %100-103 arasında olduğu hesaplanmıştır. Literatürde yapılan çalışmalarda riboflavin için geri kazanım değerleri %93-108 arasında verilmiştir [45,50,95]. Sonuçlar doğrultusunda; riboflavin için kullanılan metodun geri kazanım değerlerinin oldukça iyi olduğu söylenebilmektedir.

Doğrusallık kapsamında, biri çalışılan konsantrasyonu içine alan, diğeri ise düşük konsantrasyonları kapsayan iki adet 5 noktalı kalibrasyon grafiğı hazırlanmış ve doğrusallık kriteri değerlendirilmiştir. Kalibrasyon grafiklerinin belirtme katsayıları (R^2) düşük konsantrasyonda 0.999, yüksek konsantrasyonda ise 0.9998 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.6 ve 4.7).



Şekil 4. 6 0.01-0.05 ppm aralığında riboflavin kalibrasyon grafiğı



Şekil 4. 7 0.1-0.5 ppm aralığında riboflavin kalibrasyon grafiğı

4.5.2.3.Niasin Analizinin Validasyon Sonuçları

Niasin analizi için gerçekleştirilen validasyon çalışmaları kapsamında belirlenen yöntemin tekrarlanabilirliği, cihazın tekrarlanabilirliği, LOD/LOQ, doğruluk ve %geri kazanım değerleri Çizelge 4.15' te verilmiştir.

Çizelge 4. 15 Niasin analizi validasyon sonuçları

Yöntemin Tekrarlanabilirliği (%CV)	Cihazın Tekrarlanabilirliği (%CV)	LOD/ LOQ (ppm)	Doğruluk (%)	Geri Kazanım (%)		
				%50	%100	%150
0.58	0.45	0.21/0.71	100	100	101	97

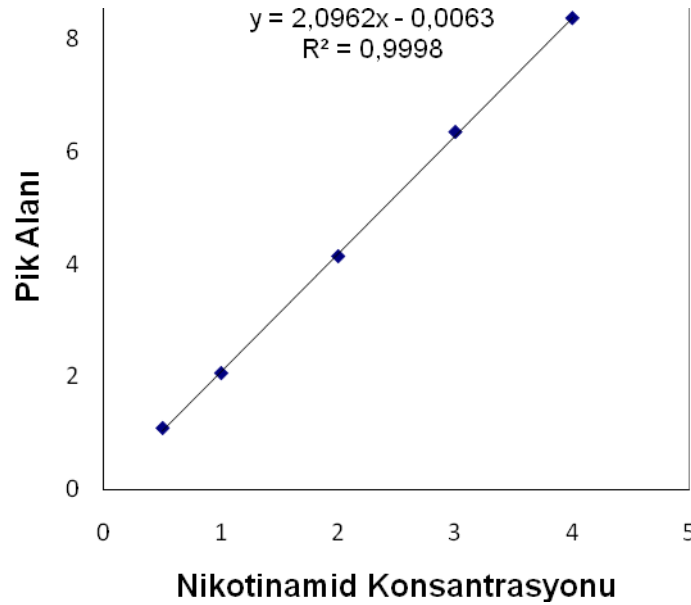
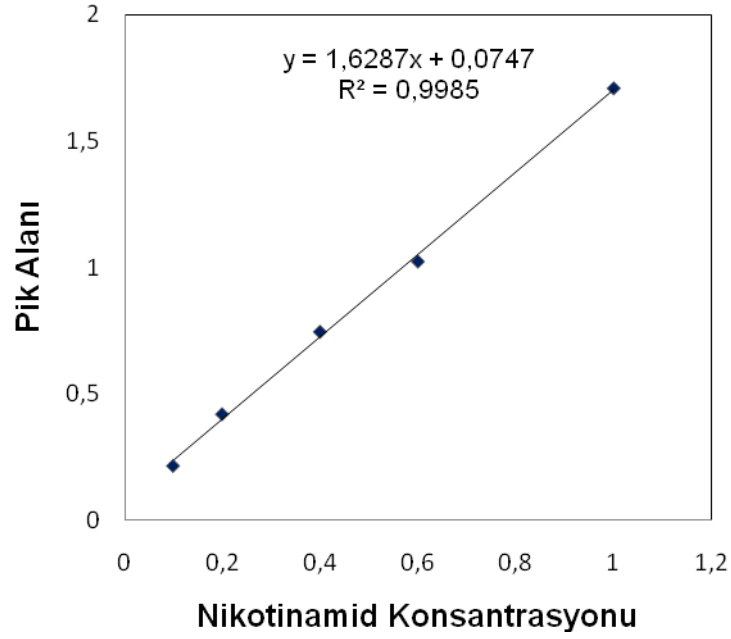
Çizelge 4.15' te gösterilen validasyon çalışmasının sonuçlarına göre, niasin analizinde yöntemin tekrarlanabilirliği için hesaplanan CV değeri %0.58; cihazın tekrarlanabilirliği için hesaplanan CV değeri %0.45 olarak bulunmuştur. Sonuçlara göre yöntemin ve cihazın tekrarlanabilirliği, çalışılan diğer vitaminlere göre daha yüksek bulunmuştur. Niasin için LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 0.21 ve 0.71 ppm olarak bulunmuştur.

Doğruluk kriteri, sertifikalı referans materyali (CRM 421-süt tozu) kullanılarak belirlenmiştir. Sertifikada belirtilen değer ile karşılaştırılarak doğruluk değeri %100 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuç, niasin için kullanılan metodun doğruluk kriterinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu sonuca ulaşılmasında, HPLC ile analizin öncesinde gerçekleştirilen türevlendirme işleminde floresans ışık kaynağı kullanılarak kişisel hatalardan gelebilecek sapmaların önlenmiş olması önemli bir rol oynamaktadır.

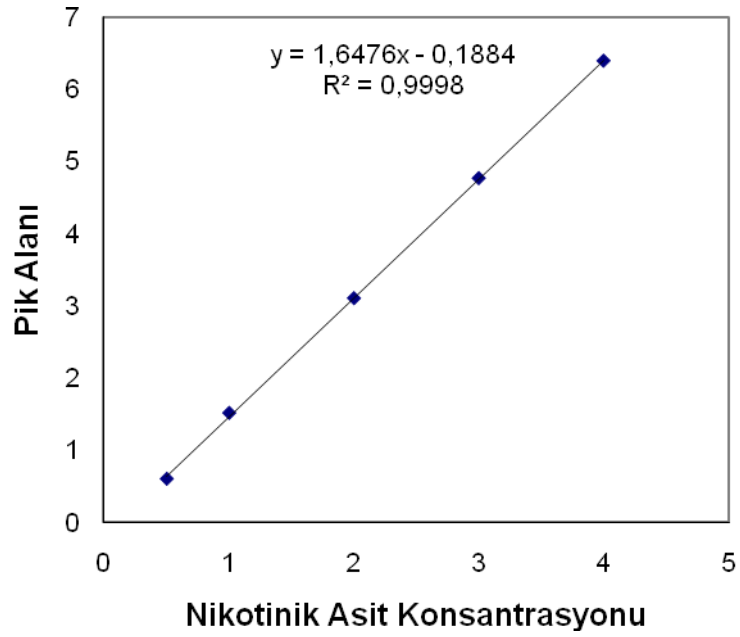
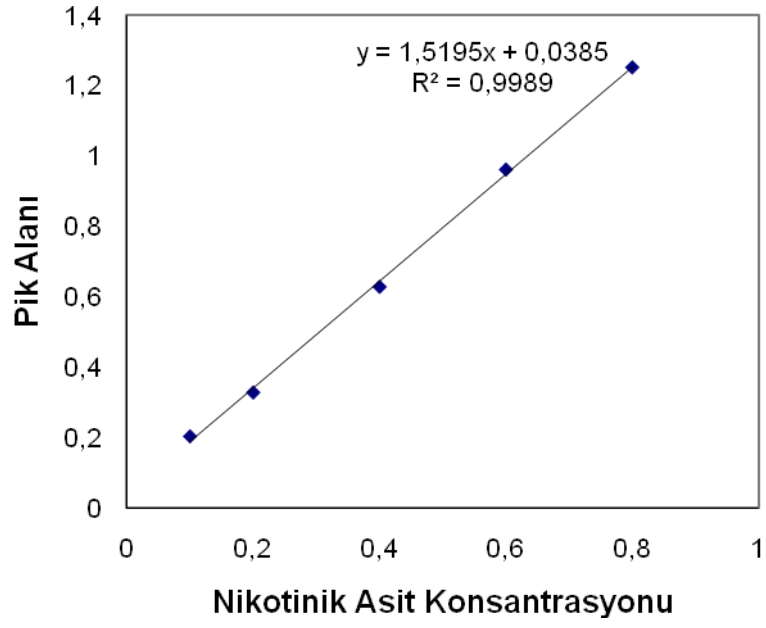
Geri kazanım değerini gözlemek amacıyla niasin içeriği belirlenen mısır eriştesine, standart vitamin çözeltilerinden içeriğin yarısı (%50), aynı miktarı (%100) ve bir buçuk katı (%150) kadar ekleme yapılmış ve geri kazanım değerleri %97-101 arasında olduğu hesaplanmıştır.

Doğrusallık kapsamında, nikotinic asit ve nikotinamid için biri çalışılan konsantrasyonu içine alan, diğeri ise düşük konsantrasyonları kapsayan iki adet 5 noktalı kalibrasyon grafiği hazırlanmış ve doğrusallık kriteri değerlendirilmiştir. Kalibrasyon grafiklerinin belirtme katsayıları (R^2) nikotinamid için düşük

konsantrasyonda 0.9985 ve yüksek konsantrasyonda 0.9998, nikotinik asit için düşük konsantrasyonda 0.9989 ve yüksek konsantrasyonda 0.9998 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.8 ve 4.9). Doğrusallığın kabul edilebilmesi için belirtme katsayısının ≥ 0.997 olması gerekmektedir [149]. Bu sonuçlara bağlı olarak farklı çalışma aralıklarında da yüksek doğrusallığın elde edildiği gözlemlenmiştir.



Şekil 4. 8 0.1-1ppm ve 0.5-4 ppm aralığındaki nikotinamidin kalibrasyon eğrileri



Şekil 4. 9 0.1-0.8 ppm ve 0.5-4 ppm aralığındaki nikotinik asit kalibrasyon eğrileri

4.6. Toplam Besinsel Lif Miktarı

Çalışma kapsamında kullanılan unların besinsel lif içerikleri Çizelge 4.16 'da verilmiştir. Mısır ununa göre baklagil unlarının besinsel lif içerikleri daha yüksek bulunmuştur. Analiz sonucunda en yüksek toplam besinsel lif miktarı nohut ununda (%13.53), en düşük ise mısır ununda (%5.68) elde edilmiştir. Literatür incelendiğinde mısır unu için verilen toplam besinsel lif miktarı %0.6-35.31 arasında verilmektedir [35,116,133,147]. Bu çalışmada mısır ununda tespit edilen besinsel lif miktarı literatürde verilen bu aralığa uymaktadır. Chitra et al. [150] yaptıkları bir çalışmada soya fasülyesinin toplam besinsel lif miktarını 202.2g/kg (%20.22) olarak verirken Collins ve Pangloli [151] soya unundaki besinsel lif miktarını %17.4 olduğunu belirtmektedir. Middelbos ve Fahey [152] bu miktarı soya fasülyesinde %34.4, soya ununda (meal) ise %15.6 - 24.1 aralığında vermektedir. Çizelge incelendiğinde, soya ununda elde edilen toplam besinsel lif miktarının verilen bu değerlere yakın olmakla birlikte biraz düşük olduğu görülmektedir. Buna karşılık, Redondo-Cuenca et al. [153] soya fasülyesi üzerine yaptıkları çalışmada besinsel lif miktarı verilen aralığa (%9.19-16.49) uyumludur. Bunun yanı sıra literatürde nohut ve mercimek için bu miktar sırasıyla %10.80-24.56 [27,29,62,137,147,150,154,155] ve 10.44-20.0 [27,29,137] aralığında verilmektedir. Ramulu ve Udayasekhara Rao [29] yaptığı çalışmada mercimek ve nohut için besinsel lif değerlerini sırasıyla %10.44-10.5 ve %14.34-16.38 olarak saptamışlardır. Nohut unundan elde edilen veriler bu değerlerle uyumludur. Mercimek ununda elde edilen veriler bu değerlere göre biraz daha düşük bulunmuştur. Çalışmada kullanılan unların 212 µm'lik elekten geçirilmesi sırasında kaybedilen kepeğin besinsel lif miktarının daha düşük bulunmasında rol oynadığı düşünülmektedir.

Mısır unu ve mısır ununa farklı oranlarda soya, nohut veya mercimek unu ilave edilerek üretilen erişte örneklerine ait besinsel lif miktarları Çizelge 4.17' de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, baklagil unu katkısının mısır eriştelere besinsel lif içeriğini istatistiksel olarak önemli ölçüde artırdığı görülmektedir ($p<0.05$). Eriştelede soya, mercimek veya nohut ununun oranı arttıkça toplam besinsel lif içerikleri de düzenli bir artış göstermektedir. Mısır eriştesinin toplam besinsel lif içeriği (% 7.43) en düşüktür. Baklagil unu katkılı mısır eriştelere besinsel lif oranı ise %8-74-13.92 arasında değişmektedir. Toplam besinsel lif içeriği en yüksek olan erişte örneğinin beklenildiği gibi %50 nohut unu katkılı mısır eriştesi olduğu saptanmıştır.

Pirinç ununa farklı baklagil unları ilave edilerek hazırlanan erişte örnekleri ile yapılan bir çalışmada da toplam besinsel lif miktarının artış gösterdiği bulunmuştur [76].

Çizelge 4. 16 Un örneklerinin toplam besinsel lif içerikleri

Un	Besinsel lif (%)
Mısır	5.68±0.29
Soya	11.02±0.47
Nohut	13.53±0.29
Mercimek	8.76±0.31

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Çizelge 4. 17 Mısır erişteleri örneklerinin toplam besinsel lif içerikleri

Erişteler	Oran (%)	Besinsel lif (%)
Soya unu katkılı	0	7.43c
	30	11.36b
	40	12.24b
	50	13.43a
Nohut unu katkılı	0	7.43c
	30	12.18b
	40	12.53b
	50	13.92a
Mercimek unu katkılı	0	7.43b
	30	8.74ab
	40	10.20a
	50	11.08a

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır. Aynı sütun içinde aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur (p<0.05)

4.7. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Çalışmada kullanılan mısır ve baklagil un örneklerinin toplam fenolik madde miktarı Çizelge 4.18 'de verilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu reaktantı ile belirlenmiştir. Bu reaktant toplam fenolik madde miktarını belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır.

Mısır unununun toplam fenolik madde miktarı (0.56 mg gallik asit/g) baklagil unlarına göre düşük bulunmuştur. Toplam fenolik madde miktarı en fazla nohut ununda (0.98 mg gallik asit/g) elde edilmiştir. Xu et al. [38] yaptıkları çalışmada toplam fenolik

madde miktarını nohutta 0.98 (mg gallik asit/g), mercimekte 4.86-9.60 (mg gallik asit/g) ve soyada %1.57-5.57 olarak belirlemiştir. Nohut unu için çalışma kapsamında elde edilen veriler, Xu et al. [38]'in çalışmasında verilen toplam fenolik madde miktarı ile uyum göstermektedir. Kalogeropoulos et al. [156] ise pişmiş mercimekte toplam fenolik madde miktarını yaş ağırlıkta olmak üzere 25.9 mg gallik asit/100g (0.259 mg gallik asit/g) olarak tespit etmişlerdir. Mercimek unu için elde edilen toplam fenolik madde miktarı, Xu et al. [38] yaptıkları çalışmaya göre daha düşük tespit edilmiştir. Düşük fenolik madde miktarının unların elenerek kullanılması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Soya fasulyesinde ise toplam fenolik madde miktarı 0.253-81.7 (mg gallik asit/g) olarak belirtilmiştir [34,38,157]. Soya ununun toplam fenolik madde miktarı literatürde verilen aralıklarla uyumlu bulunmuştur.

Mısır unu ve mısır ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen erişte örneklerine ait toplam fenolik madde miktarları Çizelge 4.19' da verilmiştir. Fenolik madde miktarı en düşük olan erişte örneği mısır eriştesi (0.43 mg gallik asit/g), en yüksek olan ise %50 nohut unu katkılı mısır eriştesi (0.68 mg gallik asit/g) olmuştur. Mısır eriştelere soya, mercimek veya nohut ununun miktarı arttıkça fenolik madde içerikleri de düzenli bir artış göstermektedir. Bu artış %40 ve %50 oranında baklagil unu içeren mısır eriştesi örneklerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Benzer bir çalışmada, pirinç ununa farklı baklagil unları ilave edilerek hazırlanan erişte örneklerinde de toplam fenolik madde miktarı artış göstermiştir [76].

Çizelge 4. 18 Un örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri

	Toplam fenolik madde miktarı¹ (mgGA/g)	TEAK (mmol/kg)	DPPH % inhibisyon
Mısır	0.56±0.006	26.88±0.341	6.25±0.215
Soya	0.87±0.026	56.80±0.162	7.56±0.418
Nohut	0.98±0.006	62.03 ±0.170	7.61±0.488
Mercimek	0.65±0.044	41.18 ±0.785	6.65±0.231

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

¹ *Kuru madde esasına göre esasına göre verilmiştir.*

Çizelge 4. 19 Mısır erişttesi örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri

Erişttesler	Oran (%)	Toplam fenolik madde miktarı ¹ (mgGA/g)	TEAK (mmol /kg)	DPPH % inhibisyon
Soya unu katkılı	0	0.43b	20.83c	5.40b
	30	0.44b	37.69b	5.71b
	40	0.59a	39.48a	5.89b
	50	0.61a	39.80a	7.19a
Nohut unu katkılı	0	0.43c	20.83d	5.40c
	30	0.45c	36.40c	6.17b
	40	0.60b	41.30b	6.43b
	50	0.68a	45.83a	7.35a
Mercimek unu katkılı	0	0.43c	20.83c	5.40a
	30	0.45bc	25.71b	5.69a
	40	0.50b	37.09a	5.56a
	50	0.59a	38.49a	5.53a

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

¹ *Kuru madde esasına göre esasına göre verilmiştir.*

Aynı sütunda aynı harfi kapsayan değerler istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

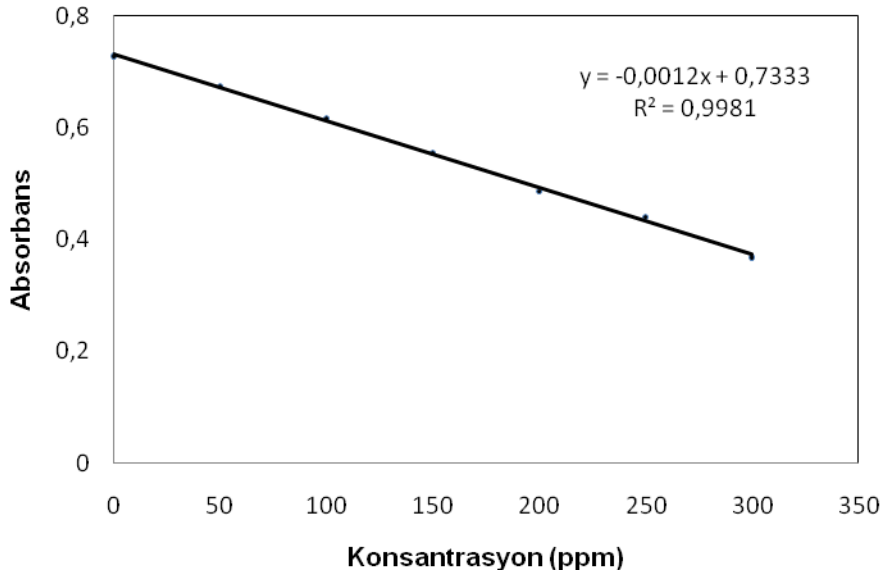
4.8. Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite

Mısır ve baklagil unu örneklerinin troloks eşdeğer antioksidan kapasite değerleri Çizelge 4.18' de verilmiştir. Hesaplamalarda kullanılacak verilerin elde edildiği Standart Kalibrasyon grafiği ve Trolox Standart grafiği sırasıyla Şekil 4.10 ve Şekil 4.11' de yer almaktadır.

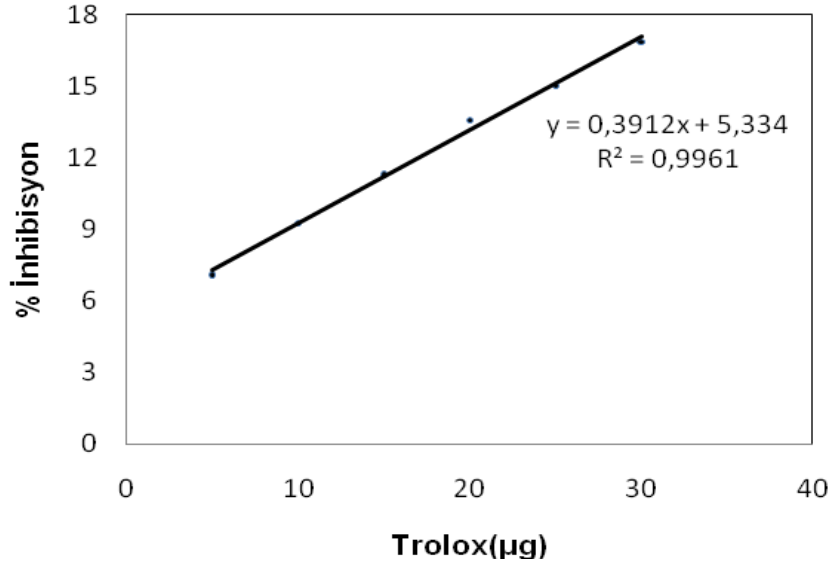
Mısır ununa göre baklagil unlarına ait troloks eşdeğer antioksidan kapasite değerleri daha yüksek bulunmuştur. Analiz sonucunda çalışmada kullanılan baklagil unları içerisinde en yüksek değer nohut ununda (62.03 mmol/kg) elde edilmiştir. Mısır unu ise 26.88 mmol TEAC/kg ile en düşük troloks eşdeğer antioksidan kapasite değerine sahiptir. Mısır ununda elde edilen bu değer Del Pozo-Insfran et al. [158] mısır ile yaptıkları çalışmada verdikleri 17.3-29 µmol TEAC/g aralığıyla uyum göstermektedir. Nohut üzerine yapılan başka bir çalışmada antioksidan kapasite değeri 37.2-45.3 µmol TEAC/g arasında olduğu belirtilmiştir [159]. Mercimekte antioksidan miktarını Marathe et al. [160] 6-12 µmol TEAC/g, Han ve Baik [161] 14.0-14.8 µmol TEAC/g olarak vermişlerdir. Campos-Vega et al. [19] ORAC yöntemiyle mercimekte antioksidan kapasitesini 50.06 µmol TEAC/g olarak belirlemişlerdir. Soya ununda

elde edilen değer ise Slavin et al. [162] ORAC yöntemiyle verdiği antioksidan madde miktarı ile uyumlu bulunmuştur.

Mısır unu ve mısır ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen eriştelerine ait troloks eşdeğer antioksidan kapasite değerleri Çizelge 4.19' da verilmiştir. Mısır erişteleri ve baklagil unu katkılı mısır erişteleri örneklerinin antioksidan içerikleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar vardır ($p < 0.05$). Eriştelerde soya, nohut veya mercimek unu miktarı arttıkça antioksidan madde içerikleri de düzenli bir artış göstermektedir. Bununla beraber, soya ve mercimek unu katkısının %40 veya %50 olması istatistiksel olarak bir fark oluşturmamıştır ($p > 0.05$). Antioksidan madde içeriği en düşük olan erişte örneği mısır erişteleridir (20.83 mmol trolox/kg). En yüksek antioksidan madde içeriği ise %50 nohut unu katkılı mısır eriştelerinde (45.83 mmol/kg) saptanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde (Çizelge 4.19) fenolik madde içeriği yüksek olan eriştelerinin TEAK değerinin de yüksek olduğu gözlenmiştir. Benzer sonuçlar, pirinç ununa farklı baklagil unları ilave edilerek hazırlanan eriştelerinde gözlenmiştir [76].



Şekil 4. 10 Absorbans- Konsantrasyon (ppm) standart kalibrasyon grafiği



Şekil 4. 11 Trolox standart grafiği

4.9. DPPH Yöntemiyle Antioksidan Analizi

Mısır unu ve baklagil unlarına ait DPPH % inhibisyon değerleri Çizelge 4.18 'de verilmiştir. DPPH yöntemiyle antioksidan analizinde DPPH radikalinin absorbansındaki azalma ölçülmektedir. Çizelge incelendiğinde mısır ununun DPPH % inhibisyon değerinin en düşük, nohut ununun ise en yüksek olduğu gözlenmektedir.

Erişte örneklerine ait DPPH % inhibisyon değerleri Çizelge 4.19 'da verilmiştir. Mısır ununa %30 ve %40 oranında soya unu ilave edilerek hazırlanan mısır erişteleri örneklerinin DPPH % inhibisyon değerleri kontrol örneğine göre artış göstermekle birlikte bu artış istatistiksel olarak önemli değildir. Mısır erişteleri ve %50 oranında soya ununun mısır ununa eklenmesi ile hazırlanan mısır erişteleri örneklerindeki DPPH % inhibisyon değerlerindeki artış oranı ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Mısır eriştelerine göre mısır ununa değişik oranlarda nohut unu katılarak hazırlanan mısır erişteleri örneklerinin DPPH % inhibisyon değerleri istatistiksel olarak önemli ölçüde artmıştır ($p < 0.05$). Mısır ununa değişik oranlarda mercimek unu ilave edilerek hazırlanan mısır erişteleri örneklerinin DPPH % inhibisyon değerleri kontrol örneğine göre bir miktar artış göstermiştir Bununla beraber bu artış istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmamıştır ($p > 0.05$).

Çeşitli araştırmalarda antioksidan aktivitesinin ölçümünde kullanılan yöntemlerde bir takım sınırlamalar söz konusudur. Bu nedenle antioksidan aktivitesinin ölçümü ile ilgili olarak birden fazla yöntemin bir arada kullanılması önerilmektedir. Bu çalışmada da antioksidan aktivitesinin ölçümde farklı yöntemlerle çalışılmıştır. Çizelge 4.19 incelendiğinde fenolik madde içeriği ve TEAK değeri yüksek olan erişte örneklerinin DPPH yöntemiyle antioksidan analiz değerlerinin de yüksek olduğu görülmektedir.

Yapılan bir çalışmada çölyak hastalığı olan kişilerin kansere yakalanma risklerinin daha fazla olduğu [163] ve çölyak hastalığının patogeneğinde oksidatif stresin önemli mekanizmalardan biri olduğu gösterilmiştir [3,163]. Buna bağlı olarak diyetle kullanılan antioksidanların kansere yakalanma riskini azaltacağı [163] ve çölyak hastalığının tedavisinde tamamlayıcı olabileceği belirtilmiştir [3]. Bu açıdan değerlendirildiğinde, gıda seçimi kısıtlı olan çölyak hastalarının diyetinde bu araştırmada üretilen baklagil unu katkılı mısır eriştelere de yer alacağı fikrini vermektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada özellikle çölyak hastalarının tüketimi için baklagil unları ilave edilerek zenginleştirilen mısır eriştelere hazırlanmış, örneklerin bazı kalite ve besinsel özellikleri incelenmiştir. Mısır eriştelere %30, 40 ve 50 oranında soya, nohut veya mercimek unu katkısı yapılarak zenginleştirilmiştir. Mısır unu kullanılarak elde edilen hamurun bütünlük göstermesi için ısıtma işlemi uygulanması ile nişasta jelatinizasyonu sağlanmış; ksantan ve guar gum kullanılmıştır. Üretilen erişte örneklerinin kalitesini belirlemek amacıyla pişme analizleri (pişme süresi, pişme kaybı, su absorpsiyonu, hacim artışı ve toplam organik madde miktarı), renk analizi, tekstür analizleri ve duyu analizi gerçekleştirilmiştir. Mikroviskoanalizör (Rapid Visco Analyser: RVA) kullanılarak nişastanın jelatinizasyon ve çirilenme (pasting) özellikleri saptanmıştır. Yapılan eriştelere vitamin, besinsel lif ve antioksidan kapasitelerinin analizi yapılarak bazı besinsel özellikler tespit edilmiştir. Farklı baklagil unları ilavesinin mısır eriştelere tiamin, riboflavin ve niyasin içerikleri üzerine etkisi ters faz HPLC metotları ile belirlenmiştir. Ayrıca validasyon çalışmaları ile HPLC'nin cihaz, metot ve sistem performansı incelenmiştir.

Çalışmada kullanılan mısır unu ve baklagil unları ile erişte örneklerinde kül ve protein analizleri yapılmıştır. Baklagil unlarının kül ve protein içerikleri bakımından zengin olduğu belirlenmiştir. Mısır eriştesi örneklerine baklagil unları ilavesiyle kül ve protein içerikleri artış göstermiştir ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Eriştelere kalite özelliklerinden su absorpsiyonu ve hacim artış değerlerinin yüksek olması istenirken suya geçen madde ve TOM miktarlarının düşük olması istenmektedir. Bu çalışmada mısır eriştesinin su absorpsiyon değeri incelendiğinde %50 baklagil unu katkılı mısır eriştelere göre istatistiksel olarak önemli ölçüde yüksektir. %30 mercimek veya nohut unu katkısı su absorpsiyon değerinde istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmazken %30 soya unu katkısı mısır eriştelere su absorpsiyon değerini istatistiksel olarak önemli ölçüde düşürmüştür. Erişte örneklerinin hacim artış özellikleri incelendiğinde ise, soya ve nohut unu katkılı eriştelere hacim artış değerlerinin mısır eriştesinden istatistiksel olarak düşük olduğu belirlenmiştir. Mercimek unu katkısı ise hacim artış değerinde istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamıştır. Suya geçen madde miktarı açısından

değerlendirildiğinde mısır eriştesinin pişme kaybı %12.7 olarak belirlenmiştir. Soya unu katkılı mısır eriştelerinde pişme kaybı % 11.3-12.8 arasında iken mercimek unu katkılı mısır eriştelerinde % 8.6-12.4 ve nohut unu katkılı mısır eriştelerinde % 8.2-8.9 arasında bulunmuştur. Mısır eriştesi ile %50 soya unu katkılı mısır eriştesi arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken mısır eriştesi ile %50 mercimek ve nohut unu katkılı erişteler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. TOM miktarlarının soya unu katkılı eriştelerde %2.04-2.25 arasında; mercimek unu katkılı eriştelerde % 1.45-1.95 arasında ve nohut unu katkılı eriştelerde %1.26-1.65 arasında olduğu belirlenmiştir. Mısır eriştesinin TOM miktarı ise %2.18 olarak saptanmıştır. En düşük pişme kaybı ve TOM miktarının %50 nohut unu katkılı mısır eriştesine ait olduğu belirlenmiştir.

Eriştelerin kırılması için gerekli olan kuvvetin yüksek olması eriştelerin nakliyatta dirençli olmalarını sağlayacaktır. Bu doğrultuda, erişteler tekstür özellikleri açısından değerlendirildiğinde nohut ve mercimek unu katkısının mısır eriştesinin kırılma için gerekli olan kuvvetini arttırdığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Kopmaya karşı direnç ise pişmiş eriştenin elastikiyeti hakkında fikir vermektedir. Soya unu katkılı mısır eriştelerinin kopması için gerekli olan maksimum kuvvet değerı mısır eriştesinden istatistiksel olarak düşük bulunmuştur ($p<0.05$). %50 mercimek ve nohut unu katkısının ise mısır eriştelerinin kopması için gerekli olan maksimum kuvvet değerini arttırdığı gözlenmiştir.

Çalışmada kullanılan un örneklerinin ve üretilen erişte örneklerinin çirişlenme özellikleri mikrovizkoanalizör (RVA) ile incelenmiştir. Baklagil unu katkılı erişteler çirişlenme özellikleri açısından benzerlik göstermektedir. Baklagil unu katkısının mısır eriştelerinin pik viskozitelerinde, incelme sonrası viskozitelerinde, karıştırma ile viskozite azalmasında, son viskozitelerinde ve katılaşma değerlerinde azalmaya neden olduğu görölmüştür.

Çalışmada kullanılan un örneklerinin ve üretilen erişte örneklerinin tiamin, riboflavin ve niasin içerikleri ters faz HPLC metotları kullanılarak incelenmiştir. Belirlenen vitamin miktarlarının baklagil unu katkısıyla arttığı belirlenmiştir. Mısır ununa yapılan mercimek unu katkısının beklenildiği gibi nohut ve soya unu katkısına göre vitamin miktarını daha fazla arttırdığı saptanmıştır. Vitamin analizinde kullanılan metotların validasyon çalışmaları kapsamında doğrusallık, cihazın tekrarlanabilirliği, yöntemin

tekrarlanabilirliği, doğruluk, %geri kazanım ve LOD/LOQ değerleri değerlendirilmiştir. Doğrusallık kriterini değerlendirmek amacıyla her bir vitamin için iki farklı kalibrasyon grafiği çizilmiştir. Tiamin, riboflavin ve niasin için çalışılan konsantrasyondaki ve düşük konsantrasyondaki kalibrasyon grafiklerinin belirtme katsayılarının 0.9979 ile 0.9998 arasında olduğu grlmştr. Cihazın tekrarlanabilirliğinde CV değerleri tiamin için %4.66, riboflavin için %2.29 ve niasin için sırasıyla % 0.45 olarak bulunmuştur. Yöntemin tekrarlanabilirliği için CV değeri tiamin, riboflavin ve niasin için sırasıyla % 8.04, % 9.84 ve % 0.58 olarak hesaplanmıştır. Doğruluk kriterini gözlemek amacıyla hesaplanan % doğruluk değerleri tiamin, riboflavin ve niasin için sırasıyla; %99, %95 ve %100 olarak belirlenmiştir. Geri kazanım oranlarının tiamin için %98-103, riboflavin için %100-103, niasin için %97-101 aralığında olduğu hesaplanmıştır. LOD/LOQ değerleri ise tiamin için 0.67/ 2.25 mg/kg, riboflavin için 0.06/0.19 mg/kg ve niasin için 0.21/0.71 mg/kg olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara dayanarak metot, cihaz ve sistem performansı değerlendirildiğinde sonuçların oldukça iyi olduğu grlmektedir. Tiamin, riboflavin ve niasin analizleri için kullanılan metot, cihaz ve sistem performansının bu tez çalışmasının amaçlarına uygun olduğu saptanmıştır.

Mısır ununa göre baklagil unlarının besinsel lif, fenolik madde ve antioksidan içeriğinin fazla olduğu gözlenmektedir ve en yüksek değerler nohut ununda belirlenmiştir. Mısır ununa yapılan baklagil unu katkısı, sağlık açısından önemli olduğu bilinen besinsel lif içeriğinde önemli bir artış sağlamıştır ve baklagil unu oranı arttıkça artmaktadır. Mercimek unu katkılı erişte örneklerinin besinsel lif içerikleri soya ve nohut unu içeren erişte örneklerine göre istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur. Erişte örneklerinde fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri mısır ununa baklagil unları ilavesi ile beklenildiği gibi artış göstermiştir fakat % inhibisyon açısından bakıldığında bu artışın mercimek unu katkılı mısır eriştesinde istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur. En yüksek fenolik madde içeriğine ve antioksidan kapasitesine ise %50 nohut unu katkılı mısır eriştesinin sahip olduğu belirlenmiştir.

Yeni bir ürün geliştirildiğinde en önemli özelliklerinden birisi ürünün duyusal özellikleridir. Erişte örneklerine yapılan duyusal değerlendirmede yüzey özellikleri, çiğneme özellikleri, çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri ve tat açısından değerlendirilmiştir. Mısır eriştesi ile baklagil unu katkılı mısır eriştelerinin duyusal

özellikleri arasında genel olarak önemli bir fark bulunmamaktadır fakat soya ve nohut unu katkılı mısır erişteleri tat açısından değerlendirildiğinde mısır eriştesine göre daha düşük puan almıştır. %50 mercimek unu katkılı örneğin mısır eriştesinden sonra en beğenilen örnek olduğu belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları, çalışmada ilk kez üretimi gerçekleştirilen baklagil unu katkılı mısır eriştelerinin kabul edilebilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

ELISA yöntemiyle yapılan gluten analizi sonucunda erişte örneklerinin “glutensiz” sınıfına girdiği belirlenmiştir ve bu ürünler lyak hastaları tarafından güvenle kullanılabilir. Glutensiz diyet kapsamında lyak hastaları için üretilen özel ürün sayısı ülkemizde oldukça kısıtlıdır ve piyasada satışa sunulan glutensiz ürünlerin büyük çoğunluğu yurt dışından gelmektedir. Çölyak hastaları için işlenmiş ürün çeşitliliğinin arttırılması, bu tür gıdaların işleme yöntem ve süreçlerinin geliştirilmesi gıda sanayi açısından önemlidir. Ayrıca bu ürünlerin bireylerin besinsel ihtiyaçlarını karşılaması ve tüketiciler beğenisini sağlaması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada buğday unu yerine kullanılan mısır ununa mercimek, soya ve nohut gibi baklagil unları ilave edilerek lyak hastalarının tüketebileceği besleyici özelliği arttırılmış erişteler üretilmiştir. Bu rnler genel olarak değerlendirildiğinde tiamin, riboflavin ve niasin gibi B vitaminleri içerikleri, protein, besinsel lif, antioksidan aktivite ve fenolik bileşikler açısından doğal olarak zenginleştirilmış ürünler olarak tüketime sunulabilir. Duyusal değerlendirme sonuçları, erişte örneklerinin tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğinin yüksek olduğunu göstermiştir ve bu ürünlerin lyaklı bireyler tarafından tercih edilebileceğini düşündürmektedir. Elde edilen veriler, mercimek, soya ve nohut unlarının kullanımıyla elde edilen eriştelerin lyak hastalarının damak tadına göre farklı seçenekler olarak sunulabileceği fikrini vermektedir. Sayıları oldukça yüksek olan lyak hastalarının sınırlı miktardaki gıda portföyü arasına bu ürünün üretilmesi ve geliştirilmesiyle yeni ürünler eklenmiş olacaktır. Duyusal değerlendirme sonuçları, bu ürünlerin sadece lyak hastaları tarafından değil doğal, sağlıklı fonksiyonel gıdalar ve farklı damak tadı arayan tüketiciler tarafından da kullanılabilirliğini düşündürmektedir.

Bu çalışmada, farklı baklagil unları ilave edilen mısır eriştelerinin bazı kalite özellikleri, kimyasal ve duyusal özellikleri ile bazı besinsel özellikleri ele alınarak incelenmiştir. Bu tür çalışmalarda en önemli sorun ürünün tüketiciler tarafından tercihidir. Bu alışma ile ürünün kabul edilebilir nitelikte olduğu açıkça gösterilmiştir.

Baklagil unu katkılı mısır eşiştelerinin glutensiz ürünlerdeki çeşitliliği arttırmak ile kalmayacağı, aynı zamanda çölyak hastalarının besinsel ihtiyaçlarını karşılamalarına da yardımcı olacağı düşünölmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda, bu ürünlerin diğer kimyasal ve besinsel özellikleri ile ilgili daha detaylı yeni araştırmalara ihtiyaç olacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Gobbetti, M., Giuseppe Rizzello, C., Di Cagno, R. and others,. Sourdough lactobacilli and celiac disease, *Food Microbiology*, 24 (2), 187-196, **2007**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002006001638>.
- [2] Taylor, S.L.,Hefle, S.L., Introduction to food allergy, Y. Mine & F. Shahidi (Ed.). *Nutraceutical proteins and peptides in health and disease* (s. 393-410), **2006**.
- [3] Stojilković, V., Todorović, A., Pejić, S. and others,. Antioxidant status and lipid peroxidation in small intestinal mucosa of children with celiac disease, *Clinical Biochemistry*, 42 (13–14), 1431-1437, **2009**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009912009002628>.
- [4] Sciarini, L.S., Ribotta, P.D., León, A.E. and others,. Influence of Gluten-free Flours and their Mixtures on Batter Properties and Bread Quality, *Food and Bioprocess Technology*, 3 (4), 577-585, **2008**.
- [5] Fric, P., Gabrovská, D.,Nevoral, J., Celiac disease, gluten-free diet, and oats, *Nutrition Reviews*, 69 (2), 107-115, **2011**, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-4887.2010.00368.x>.
- [6] Fasano, A.,Catassi, C., Coeliac disease in children, *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology*, 19 (3), 467-478, **2005**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1521691805000247>.
- [7] Mariotti, M., Iametti, S., Cappa, C. and others,. Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the uncooked products, *Journal of Cereal Science*, 53 (3), 319-327, **2011**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521011000361>.
- [8] Thompson, T., Thiamin, Riboflavin, and Niacin Contents of the Gluten-Free Diet, *Journal of the American Dietetic Association*, 99 (7), 858-862, **1999**.
- [9] Preichardt, L.D., Vendruscolo, C.T., Gularte, M.A. and others,. The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for coeliac patients, *International Journal of Food Science & Technology*, 46 (12), 2591-2597, **2011**, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02788.x>.
- [10] Thompson, T., Dennis, M., Higgins, L.A. and others,. Gluten-free diet survey: are Americans with coeliac disease consuming recommended amounts of

- fibre, iron, calcium and grain foods?, *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 18 (3), 163-169, **2005**, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-277X.2005.00607.x>.
- [11] See, J., Murray, J.A., Gluten-Free Diet: The Medical and Nutrition Management of Celiac Disease, *Nutrition in Clinical Practice*, 21 (1), 1-15, **2006**, <http://ncp.sagepub.com/content/21/1/1.abstract>.
- [12] Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K., Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products, *Trends in Food Science & Technology*, 15 (3-4), 143-152, **2004**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224403002590>.
- [13] Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M. and others,. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations, *Journal of Food Engineering*, 79 (3), 1033-1047, **2007**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877406003025>.
- [14] Lorenzo, G., Zaritzky, N.E., Califano, A.N., Rheological characterization of refrigerated and frozen non-fermented gluten-free dough: Effect of hydrocolloids and lipid phase, *Journal of Cereal Science*, 50 (2), 255-261, **2009**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521009001003>.
- [15] Ensminger, M.E., Konlande, J.E., Ensminger, A.H. and others,. *The Concise Encyclopedia of Foods & Nutrition*, CRC Press, **1995**.
- [16] Kupper, C., Dietary guidelines and implementation for celiac disease, *Gastroenterology*, 128 (4, Supplement 1), S121-S127, **2005**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016508505001939>.
- [17] Pinier, M., Fuhrmann, G., Verdu, E. and others,. Prevention Measures and Exploratory Pharmacological Treatments of Celiac Disease, *Am J Gastroenterol*, 105 (12), 2551- 2561, **2010**.
- [18] Hallert, C., Grant, C., Grehn, S. and others,. Evidence of poor vitamin status in coeliac patients on a gluten-free diet for 10 years, *Alimentary Pharmacology & Therapeutics*, 16 (7), 1333-1339, **2002**, <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2036.2002.01283.x>.
- [19] Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G., Oomah, B.D., Minor components of pulses and their potential impact on human health, *Food Research International*, 43 (2), 461-482, **2010**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996909002695>.

- [20] Duranti, M., Gius, C., Legume seeds: protein content and nutritional value, *Field Crops Research*, 53 (1–3), 31-45, **1997**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037842909700021X>.
- [21] Iqbal, A., Khalil, I.A., Ateeq, N. and others,. Nutritional quality of important food legumes, *Food Chemistry*, 97 (2), 331-335, **2006**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814605003687>.
- [22] Scott, M., Bhatnagar, S., Betran, J., Tryptophan and methionine levels in quality protein maize breeding germplasm, *Maydica*, 49, 303-311, **2004**.
- [23] Waniska, R.D., Yi, T., Lu, J. and others,. Effects of preheating temperature, moisture, and sodium metabisulfite content on quality of noodles prepared from maize flour or meal / Efecto de la temperatura de precalentamiento, humedad y contenido de metabisulfito de sodio en la calidad de fideos de harina o de sémola de maíz, *Food Science and Technology International*, 5 (4), 339-346, **1999**, <http://fst.sagepub.com/content/5/4/339.abstract>.
- [24] Mestres, C., Colonna, P., Alexandre, M.C. and others,. Comparison of various processes for making maize pasta, *Journal of Cereal Science*, 17 (3), 277-290, **1993**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S073352108371026X>.
- [25] Yalçın, S., Başman, A., Quality characteristics of corn noodles containing gelatinized starch, transglutaminase and gum, *Journal of Food Quality*, 31 (4), 465-479, **2008 b**, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-4557.2008.00212.x>.
- [26] Sabanis, D., Lebesi, D., Tzia, C., Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread, *LWT - Food Science and Technology*, 42 (8), 1380-1389, **2009**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643809000875>.
- [27] Tosh, S.M., Yada, S., Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications, *Food Research International*, 43 (2), 450-460, **2010**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996909002701>.
- [28] AACC. The definition of dietary fibre, AACC Report, *Cereal Food World*, 46 (3), 112-126, **2001**.
- [29] Ramulu, P., Udayasekhara Rao, P., Effect of processing on dietary fiber content of cereals and pulses, *Plant Food Hum Nutr*, 50 (3), 249-257, **1997**, <http://dx.doi.org/10.1007/BF02436061>.

- [30] Brennan, C.S., Tudorica, C.M., Evaluation of potential mechanisms by which dietary fibre additions reduce the predicted glycaemic index of fresh pastas, *International Journal of Food Science & Technology*, 43 (12), 2151-2162, **2008**, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01831.x>.
- [31] Adom, K.K., Liu, R.H., Antioxidant Activity of Grains, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (21), 6182-6187, **2002**, <http://dx.doi.org/10.1021/jf0205099>.
- [32] Deng, G.-F., Xu, X.-R., Guo, Y.-J. and others,. Determination of antioxidant property and their lipophilic and hydrophilic phenolic contents in cereal grains, *Journal of Functional Foods*, 4 (4), 906-914, **2012**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S175646461200103X>.
- [33] Halliwell, B., Antioxidants in Human Health and Disease, *Annual Review of Nutrition*, 16 (1), 33-50, **1996**, <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.nu.16.070196.000341>.
- [34] Prakash, D., Upadhyay, G., Singh, B.N. and others,. Antioxidant and free radical-scavenging activities of seeds and agri-wastes of some varieties of soybean (*Glycine max*), *Food Chemistry*, 104 (2), 783-790, **2007**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606010132>.
- [35] Riahi, E., Ramaswamy, H., Structure and Composition of Cereal Grains and Legumes, H. S. Ramaswamy, V. R. G. S., A. Chakraverty & A. S. Mujumdar (Ed.). *Handbook of Postharvest Technology* (s. 1-16), CRC Press, **2003**.
- [36] Fernandez-Orozco, R., Zieliński, H., Piskula, M.K., Contribution of low-molecular-weight antioxidants to the antioxidant capacity of raw and processed lentil seeds, *Food / Nahrung*, 47 (5), 291-299, **2003**, <http://dx.doi.org/10.1002/food.200390069>.
- [37] Yu, L., Perret, J., Davy, B. and others,. Antioxidant Properties of Cereal Products, *Journal of Food Science*, 67 (7), 2600-2603, **2002**, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08784.x>.
- [38] Xu, B.J., Yuan, S.H., Chang, S.K.C., Comparative Analyses of Phenolic Composition, Antioxidant Capacity, and Color of Cool Season Legumes and Other Selected Food Legumes, *Journal of Food Science*, 72 (2), S167-S177, **2007**, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00261.x>.
- [39] López-Amorós, M.L., Hernández, T., Estrella, I., Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity, *Journal of Food*

Composition and Analysis, 19 (4), 277-283, **2006**,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157504001218>.

- [40] Dykes, L., Rooney, L.W., Phenolic Compounds in Cereal Grains and Their Health Benefits, *AACC International, Inc., Cereal Foods World*, 52 (3), 105-111, **2007**.
- [41] Acar, J., Gökmen, V., Fenolik Bileşikler Ve Doğal Renk Maddeleri, İ. Saldamlı (Ed.). *Gıda Kimyası* (3 bs., s. 463-496), Hacettepe Üniversitesi, **2007**.
- [42] Hegedüs, M., Pedersen, B., Eggum, B.O., The influence of milling on the nutritive value of flour from cereal grains. 7. Vitamins and tryptophan, *Plant Food Hum Nutr*, 35 (2), 175-180, **1985**, <http://dx.doi.org/10.1007/BF01092134>.
- [43] Capozzi, V., Menga, V., Digesù, A.M. and others,. Biotechnological Production of Vitamin B2-Enriched Bread and Pasta, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (14), 8013-8020, **2011**, <http://dx.doi.org/10.1021/jf201519h>.
- [44] Leporati, A., Catellani, D., Suman, M. and others,. Application of a liquid chromatography tandem mass spectrometry method to the analysis of water-soluble vitamins in Italian pasta, *Analytica Chimica Acta*, 531 (1), 87-95, **2005**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000326700401325X>.
- [45] Woollard, D.C., Indyk, H.E., Rapid determination of thiamine, riboflavin, pyridoxine, and niacinamide in infant formulas by liquid chromatography, *Journal of AOAC International*, 85 (4), 945-951, **2002**.
- [46] Bilgi Boyacı, B., *Zenginleştirilmiş Unlardan Farklı Koşullarda Üretilen Ekmeklerin Bazı B Vitamini İçeriklerinin İncelenmesi*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2008**.
- [47] Albala-Hurtado, S., Veciana-Nogue's, M.T., Izquierdo-Pulido, M.a. and others,. Determination of water-soluble vitamins in infant milk by high-performance liquid chromatography, *Journal of Chromatography A*, 778 (1-2), 247-253, **1997**,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967397003877>.
- [48] De Leenheer, A.P., Lambert, W.E., Van Bocxlaer, J.F., *Modern Chromatographic Analysis of Vitamins* (3 ed.), Marcel Dekker, New York, USA, **2000**.
- [49] Ollilainen, V., Finglas, P.M., van den Berg, H. and others,. Certification of B-Group Vitamins (B1, B2, B6, and B12) in Four Food Reference Materials,

- Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (1), 315-321, **2001**, <http://dx.doi.org/10.1021/jf9912497>.
- [50] Eitenmiller, R.R., Landen, W.O., Riboflavin, *Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences*, CRC Press, **1999**.
- [51] Fasano, A., Catassi, C., Current Approaches to Diagnosis and Treatment of Celiac Disease: An Evolving Spectrum, *Gastroenterology*, 120 (3), 636-651, **2001**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016508501251877>.
- [52] Cabrera-Chávez, F., Islas-Rubio, A.R., Rouzaud-Sáñez, O. and others., Modification of gluten by methionine binding to prepare wheat bread with reduced reactivity to serum IgA of celiac disease patients, *Journal of Cereal Science*, 52 (2), 310-313, **2010**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521010001244>.
- [53] Fasano, A., Celiac Disease — How to Handle a Clinical Chameleon, *New England Journal of Medicine*, 348 (25), 2568-2570, **2003**, <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMe030050>.
- [54] Feighery, C., Coeliac disease, *BMJ : British Medical Journal*, 319 (7204), 236-239, **1999**.
- [55] Aydoğdu, S., Öztürk, Y., Hastalıktan Çok, Yeni Ve Farklı Bir Yaşam Biçimi Çölyak Hastalığı, *Dünya Gıda Dergisi* 9,70-74, **2004**.
- [56] Lee, A., Newman, J.M., Celiac diet: Its impact on quality of life, *Journal of the American Dietetic Association*, 103 (11), 1533-1535, **2003**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002822303012331>.
- [57] Gélinas, P., McKinnon, C.M., Mena, M.C. and others., Gluten contamination of cereal foods in Canada, *International Journal of Food Science & Technology*, 43 (7), 1245-1252, **2008**, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01599.x>.
- [58] TGKY, Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği, Türk Gıda Kodeksi, Tebliğ No: 2012/4, T.C. Resmi Gazete sayı: 28163. **2012**.
- [59] Rooney, L.W., Serna-Saldivar, S.O., Food Use Of Whole Corn And Dry-Milled Fractions, P. J. White & L. A. Johnson (Ed.). *Corn: Chemistry And Technology* (2nd bs.), **2003**.

- [60] Rooney, L., Suhendro, E., Food Quality of Corn, *Snack Foods Processing*, CRC Press, **2001**.
- [61] Watson, S.A., Description, Development, Structure, and Composition of The Corn Kernel, P. J. White & L. A. Johnson (Ed.). *Corn: Chemistry and Technology* (2 bs., s. 69-106), American Association of Cereal Chemists, **2003**.
- [62] Aguilera, Y., Martín-Cabrejas, M.A., Benítez, V. and others,. Changes in carbohydrate fraction during dehydration process of common legumes, *Journal of Food Composition and Analysis*, 22 (7–8), 678-683, **2009**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157509001148>.
- [63] Boye, J., Zare, F., Pletch, A., Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed, *Food Research International*, 43 (2), 414-431, **2010**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996909002683>.
- [64] Tharanathan, R.N., Mahadevamma, S., Grain legumes—a boon to human nutrition, *Trends in Food Science & Technology*, 14 (12), 507-518, **2003**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224403001614>.
- [65] Maninder, K., Sandhu, K.S., Singh, N., Comparative study of the functional, thermal and pasting properties of flours from different field pea (*Pisum sativum* L.) and pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) cultivars, *Food Chemistry*, 104 (1), 259-267, **2007**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606008995>.
- [66] Duranti, M., Grain legume proteins and nutraceutical properties, *Fitoterapia*, 77 (2), 67-82, **2006**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367326X0500239X>.
- [67] Oomah, B.D., Patras, A., Rawson, A. and others,. 2 - Chemistry of pulses, K. T. Brijesh, G. Aoife, A. G. Brian McKenna A2 - Brijesh K. Tiwari & M. Brian (Ed.). *Pulse Foods* (s. 9-55), Academic Press, San Diego, **2011**.
- [68] Clegg, S., The Use Of Hydrocolloid Gums As Fat Mimetics, S. Roller & S. A. Jones (Ed.). *Handbook of Fat Replacers*, CRC Press, **1996**.
- [69] Ferran, A., Front Matter, *Modern Gastronomy*, CRC Press, **2009**.
- [70] Spiridon, I., Popa, V., Hemicelluloses: Structure and Properties, S. Dumitriu (Ed.). *Polysaccharides* (Second bs., s. 7), CRC Press, **2004**.

- [71] Doublier, J.-L., Cuvelier, G., Gums and Hydrocolloids, *Carbohydrates in Food, Second Edition* (Second bs., s. 233-272), CRC Press, **2006**.
- [72] Köksel, H., Karbonhidratlar, İ. Saldamlı (Ed.). *Gıda Kimyası* (3 bs., s. 49-132), Hacettepe Üniversitesi, **2007**.
- [73] Lucisano, M., Cappa, C., Fongaro, L. and others,. Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the cooking behaviour, *Journal of Cereal Science*, 56 (3), 667-675, **2012**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521012001750>.
- [74] Limroongreungrat, K., Huang, Y.-W., Pasta products made from sweetpotato fortified with soy protein, *LWT - Food Science and Technology*, 40 (2), 200-206, **2007**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643805002240>.
- [75] Yalçın, S., Başman, A., Effects of gelatinisation level, gum and transglutaminase on the quality characteristics of rice noodle, *International Journal of Food Science & Technology*, 43 (9), 1637-1644, **2008 a**, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01674.x>.
- [76] Hosta, H.G., *Farklı Baklagil Unları İle Zenginleştirilmiş Glutensiz Pirinç Eriştelerinin Kalite Ve Bazı Besinsel Özelliklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2011**.
- [77] Kaur, L., Singh, J., Singh, N., Effect of glycerol monostearate on the physico-chemical, thermal, rheological and noodle making properties of corn and potato starches, *Food Hydrocolloids*, 19 (5), 839-849, **2005**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X04001882>.
- [78] Perez-Hidalgo, M.A., Guerra-Hernández, E., Garcı and others,. Dietary Fiber in Three Raw Legumes and Processing Effect on Chick Peas by an Enzymatic-Gravimetric Method, *Journal of Food Composition and Analysis*, 10 (1), 66-72, **1997**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157597905226>.
- [79] Moreno, P., Salvadó, V., Determination of eight water- and fat-soluble vitamins in multi-vitamin pharmaceutical formulations by high-performance liquid chromatography, *Journal of Chromatography A*, 870 (1-2), 207-215, **2000**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967399010213>.
- [80] Saldamlı, İ., Sağlam, F., Vitaminler ve Mineraller, İ. Saldamlı (Ed.). *Gıda Kimyası* (3 bs., s. 365-426), Hacettepe Üniversitesi, **2007**.

- [81] Zhang, H., Chen, S., Liao, W. and others,. Fast simultaneous determination of multiple water-soluble vitamins and vitamin-like compounds in infant formula by UPLC-MS/MS, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, Vol.7 (2), 88-93, **2009**, <http://isfae.org/scientificjournal/2009/issue2/pdf/food/f13.pdf>.
- [82] Riaz, M.N., Asif, M.,Ali, R., Stability of Vitamins during Extrusion, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49 (4), 361-368, **2009**, <http://dx.doi.org/10.1080/10408390802067290>.
- [83] Ball, G.F.M., *Vitamins in Foods: Analysis, Bioavailability and Stability*, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, USA, **2006**.
- [84] Eitenmiller, R.R., Ye, L.,Landen, W.O., Thiamin, *Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences, Second Edition* (s. 291-323), CRC Press, **2007**.
- [85] Gregory, J.F., Vitamins, O. R. Fennema (Ed.). *Food Chemistry* (3rd bs., s. 531-609), Marcel Dekker, Inc., New York, **1996**.
- [86] Tanphaichitr, V., Thiamine, R. B. Rucker & L. J. Machlin (Ed.). *Handbook of Vitamins*, Marcel Dekker, Inc., New York **2001**.
- [87] Rivlin, R.S.,Pinto, J.T., Riboflavin, R. B. Rucker & L. J. Machlin (Ed.). *Handbook of Vitamins*, Marcel Dekker, Inc., New York **2001**.
- [88] Kirkland, J.B., Niacin, R. B. Rucker & L. J. Machlin (Ed.). *Handbook of Vitamins*, Marcel Dekker, Inc., New York **2001**.
- [89] Eitenmiller, R.R., Ye, L.,Landen, W.O., Niacin, *Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences, Second Edition* (s. 361-400), CRC Press, **2007**.
- [90] Lahély, S., Bergaentzlé, M.,Hasselmann, C., Fluorimetric determination of niacin in foods by high-performance liquid chromatography with post-column derivatization, *Food Chemistry*, 65 (1), 129-133, **1999**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814698001824>.
- [91] Hassan, O.,Chee, M.J., Sensitivity of UV detection in simultaneous separation and detection of B-vitamins using HPLC, *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 7 (1), 251-255, **2001**.
- [92] Wang, J.L., Liu, X., Schnute, W. and others,. Simultaneous Analysis of Water-Soluble Vitamins in Vitamin-Enriched Beverages and Multivitamin Dietary

Supplements by UHPLC-MS/MS, *Thermo Scientific, Application Note: 294*, **2011**, <http://www.dionex.com/en-us/webdocs/111445-AN294-LC-Water-Soluble-Vitamins-21Dec2011-LPN3024.pdf>.

- [93] Bilgi Boyaci, B., Han, J.-Y., Masatcioglu, M.T. and others,. Effects of cold extrusion process on thiamine and riboflavin contents of fortified corn extrudates, *Food Chemistry*, 132 (4), 2165-2170, **2012**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814611017687>.
- [94] Finglas, P.M., Recent Developments in the Determination of Water-Soluble Vitamins in Food-Impact on the Use of Food Composition Tables for the Calculation of Vitamin Intakes. Quality and Accessibility of Food-Related Data, Proceedings of the First International Food Data Base Conference, Sydney, Australia, 22-24 September, **1993**.
- [95] Esteve, M.-J., Farré, R., Frígola, A. and others,. Simultaneous Determination of Thiamin and Riboflavin in Mushrooms by Liquid Chromatography, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (3), 1450-1454, **2001**, <http://dx.doi.org/10.1021/jf001040p>.
- [96] Lynch, P.L.M., Young, I.S., Determination of thiamine by high-performance liquid chromatography, *Journal of Chromatography A*, 881 (1–2), 267-284, **2000**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967300000893>.
- [97] Rose-Sallin, C., Blake, C.J., Genoud, D. and others,. Comparison of microbiological and HPLC – fluorescence detection methods for determination of niacin in fortified food products, *Food Chemistry*, 73 (4), 473-480, **2001**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814601001212>.
- [98] AACC. Approved Methods of Analysis (8th ed.), The Association: St Paul, MN., **2000**.
- [99] D'Egidio, M.G., De Stefanis, E., Fortini, S. and others,. Standardization Of Cooking Quality Analysis In Macaroni And Pasta Products, *Cereal Foods World*, 27 (8), 367-368, **1982**.
- [100] Petitot, M., Boyer, L., Minier, C. and others,. Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation, *Food Research International*, 43 (2), 634-641, **2010**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399690900221X>.
- [101] Yalçın, S., *Glutensiz Erişte Üretimi Üzerine Bir Araştırma*, Hacettepe Üniversitesi, **2005**.

- [102] AOAC. Official Methods Of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington. USA., **1991**.
- [103] Finglas, P.M., Faulks, R.M., The HPLC Analysis of Thiamin and Riboflavin in Potatoes, *Food Chemistry* (15), 37-44, **1984**.
- [104] Holcombe, D., The Fitness for Purpose of Analytical Methods A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics, *EURACHEM Guide, United Kingdom*, **1998**.
- [105] Huber, L., Validation of Analytical Methods: Review and Strategy, *Agilent Technologies GmbH, LC/GC International*, 96-105, **1998**.
- [106] Boyacıoğlu, D., Gıda Analizlerinde Avrupa Birliği Metot Performans Parametreleri ve Kıstasları, Laboratuvar Akreditasyonu ve Önemi Semineri, İTÜ Gıda Mühendisliği, **2005**.
- [107] Kütük, D., *Depolama Koşullarının Zenginleştirilmiş Makarnanın Vitamin İçeriği Üzerine Etkisinin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2010**.
- [108] Ragaee, S., Abdel-Aal, E.S.M., Noaman, M., Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use, *Food Chemistry*, 98 (1), 32-38, **2006**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814605004632>.
- [109] Serpen, A., Gökmen, V., Pellegrini, N. and others,. Direct measurement of the total antioxidant capacity of cereal products, *Journal of Cereal Science*, 48 (3), 816-820, **2008**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521008001008>.
- [110] Lai, P., Li, K.Y., Lu, S. and others,. Phytochemicals and antioxidant properties of solvent extracts from Japonica rice bran, *Food Chemistry*, 117 (3), 538-544, **2009**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609004932>.
- [111] Sandhu, K.S., Singh, N., Malhi, N.S., Some properties of corn grains and their flours I: Physicochemical, functional and chapati-making properties of flours, *Food Chemistry*, 101 (3), 938-946, **2007**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606001804>.
- [112] Ukwuru, M.U., Effect of processing on the chemical qualities and functional properties of soy flour, *Plant Food Hum Nutr*, 58 (3), 1-11, **2003**, <http://dx.doi.org/10.1023/B%3AQUAL.0000040318.86089.1a>.

- [113] Kaur, M., Singh, N., Characterization of protein isolates from different Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars, *Food Chemistry*, 102 (1), 366-374, **2007**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606004225>.
- [114] Anderson, R.A., Wild Rice: Nutritional Review, *Cereal Chemistry* 53 (6), 949-955, **1976**.
- [115] Xue, J., Ngadi, M., Thermal properties of batter systems formulated by combinations of different flours, *LWT - Food Science and Technology*, 40 (8), 1459-1465, **2007**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364380600034X>.
- [116] Vaclavik, V., Christian, E., Grains: Cereal, Flour, Rice, and Pasta, *Essentials of Food Science* (s. 81-105), Springer New York, **2008**.
- [117] Chung, H.-J., Liu, Q., Hoover, R. and others,. In vitro starch digestibility, expected glycemic index, and thermal and pasting properties of flours from pea, lentil and chickpea cultivars, *Food Chemistry*, 111 (2), 316-321, **2008**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814608003592>.
- [118] Stevenson, D.G., Doorenbos, R.K., Jane, J.-I. and others,. Structures and Functional Properties of Starch From Seeds of Three Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Varieties*, *Starch - Stärke*, 58 (10), 509-519, **2006**, <http://dx.doi.org/10.1002/star.200600534>.
- [119] Alajaji, S.A., El-Adawy, T.A., Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (8), 806-812, **2006**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157506000561>.
- [120] El-Nahry, F., Mourad, F., Abdel Khalik, S. and others,. Chemical composition and protein quality of lentils (*Lens*) consumed in Egypt, *Plant Food Hum Nutr*, 30 (2), 87-95, **1980**, <http://dx.doi.org/10.1007/BF01099046>.
- [121] Shogren, R.L., Hareland, G.A., Wu, Y.V., Sensory Evaluation and Composition of Spaghetti Fortified with Soy Flour, *Journal of Food Science*, 71 (6), 428-432, **2006**.
- [122] Zhao, Y.H., Manthey, F.A., Chang, S.K.C. and others,. Quality Characteristics of Spaghetti as Affected by Green and Yellow Pea, Lentil, and Chickpea Flours, *Journal of Food Science*, 70 (6), 371-376, **2005**, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb11458.x>.

- [123] Kodeks Standartları. (118 - 1979), *Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten*, **1981** (revizyon 2008).
- [124] Merayo, Y.A., González, R.J., Drago, S.R. and others,. Extrusion conditions and zea mays endosperm hardness affecting gluten-free spaghetti quality, *International Journal of Food Science & Technology*, 46 (11), 2321-2328, **2011**, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02752.x>.
- [125] Taylor, J.R.N., Duodu, K.G., Applications For Non-Wheat Testing Methods, S. P. Cauvain & L. S. Young (Ed.). *The ICC Handbook of Cereals, Flour, Dough & Product Testing: Methods and Applications*, DEStech Pub, **2009**.
- [126] Deffenbaugh, L.B., Walker, C.E., Comparison of starch pasting properties in the Brabender Viscoamylograph and the Rapid Visco-Analyzer, *Cereal Chem.*, 66 (6), 493-499, **1989**.
- [127] Sayar, S., Koxsel, H., Turhan, M., The Effects of Protein-Rich Fraction and Defatting on Pasting Behavior of Chickpea Starch, *Starch - Stärke*, 57 (12), 599-604, **2005**, <http://dx.doi.org/10.1002/star.200500397>.
- [128] Crosbie, G.B., Ross, A.S., *The RVA Handbook (Review)*, AACC International, St. Paul, MN, USA, **2007**.
- [129] Juhász, R., Salgó, A., Pasting Behavior of Amylose, Amylopectin and Their Mixtures as Determined by RVA Curves and First Derivatives, *Starch - Stärke*, 60 (2), 70-78, **2008**, <http://dx.doi.org/10.1002/star.200700634>.
- [130] Doğan, İ.S., Gıda Sanayiinde Hızlı Viskozite Test (HVT) Cihazının Kullanımı, *Gıda*, 25 (6), 429-434, **2000**.
- [131] Kaur, M., Singh, N., Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars, *Food Chemistry*, 91 (3), 403-411, **2005**.
- [132] Lebiedzińska, A., Szefer, P., Vitamins B in grain and cereal-grain food, soy-products and seeds, *Food Chemistry*, 95 (1), 116-122, **2006**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814605000397>.
- [133] Ridley et al., 2004 (*J. Food Comp. Anal.*, 17:423-438) and Alba et al., 2010 (*J. Food Comp. Anal.*, in press) ILSI-CCDB: ILSI. International Life Sciences Institute Crop Composition Database,

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157504000407>,
(Erişim:11/12/2012)

- [134] Prodanov, M., Sierra, I., Vidal-Valverde, C., Effect of germination on the thiamine, riboflavin and niacin contents in legumes, *Z Lebensm Unters Forsch*, 205 (1), 48-52, **1997**, <http://dx.doi.org/10.1007/s002170050122>.
- [135] Crawley, H., Natural Occurrence of Vitamins in Food, P. B. Ottaway (Ed.). *The Technology of Vitamins in Food* (s. 19-41), Aspen Publishers, **1999**.
- [136] Khatoon, N., Prakash, J., Nutritional quality of microwave-cooked and pressure-cooked legumes, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55 (6), 441-448, **2004**, <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.1080/09637480400009102>.
- [137] Ghavidel, R.A., Prakash, J., The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds, *LWT - Food Science and Technology*, 40 (7), 1292-1299, **2007**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643806002209>.
- [138] Grusak, M.A., Nutritional and Health-Beneficial Quality, W. Erskine, F. J. Muehlbauer & A. Sarker (Ed.). *Lentil : Botany, Production and Uses* (s. 368-390), CABI Publishing, Wallingford, Oxon, GBR, **2009**.
- [139] Khattak, A.B., Klopfenstein, C.F., Effects of Gamma Irradiation on the Nutritional Quality of Grain and Legumes. I. Stability of Niacin, Thiamin, and Riboflavin, *Cereal Chemistry*, 66 (3), 169-170, **1989**.
- [140] El-Adawy, T., Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination, *Plant Food Hum Nutr*, 57 (1), 83-97, **2002**, <http://dx.doi.org/10.1023/A%3A1013189620528>.
- [141] Özmen, F.H., *Çölyak Hastaları İçin Baklagil Unları İle Zenginleştirilmiş Piringç Tarhanası*, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, **2011**.
- [142] Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P., Vitamins, *Food Chemistry* (s. 403-420), Springer Berlin Heidelberg, **2009**.
- [143] Prodanov, M., Sierra, I., Vidal-Valverde, C., Influence of soaking and cooking on the thiamin, riboflavin and niacin contents of legumes, *Food Chemistry*, 84

(2), 271-277, 2004,
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814603002115>.

- [144] Vidal-Valverde, C., Prodanov, M., Sierra, I., Natural fermentation of lentils Influence of time, temperature and flour concentration on the kinetics of thiamin, riboflavin and niacin, *Z Lebensm Unters Forsch*, 205 (6), 464-469, 1997, <http://dx.doi.org/10.1007/s002170050200>.
- [145] Vidal-Valverde, C., Frias, J., Sierra, I. and others,. New functional legume foods by germination: effect on the nutritive value of beans, lentils and peas, *Eur Food Res Technol*, 215 (6), 472-477, 2002, <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-002-0602-2>.
- [146] Ward, C.M., Trener, V.C., The determination of niacin in cereals, meat and selected foods by capillary electrophoresis and high performance liquid chromatography, *Food Chemistry*, 60 (4), 667-674, 1997, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814697000228>.
- [147] U.S. Department of Agriculture; Agricultural Research Service,. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 25., <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>, (Erişim:11/12/2012)
- [148] Viñas, P., López-Erroz, C., Balsalobre, N. and others,. Reversed-phase liquid chromatography on an amide stationary phase for the determination of the B group vitamins in baby foods, *Journal of Chromatography A*, 1007 (1–2), 77-84, 2003, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021967303009774>.
- [149] Chan, C.C., Analytical Method Validation: Principles and Practices, S. C. Gad (Ed.). *Pharmaceutical Manufacturing Handbook: Regulations and Quality* (s. 727-743), John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2008.
- [150] Chitra, U., Singh, U., Venkateswara Rao, P., Phytic acid, in vitro protein digestibility, dietary fiber, and minerals of pulses as influenced by processing methods, *Plant Food Hum Nutr*, 49 (4), 307-316, 1996, <http://dx.doi.org/10.1007/BF01091980>.
- [151] Collins, J.L., Pangloli, P., Chemical, Physical and Sensory Attributes of Noodles with Added Sweetpotato and Soy Flour, *Journal of Food Science*, 62 (3), 622-625, 1997, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04446.x>.
- [152] Middelbos, I.S., Fahey, C.G., Soybean Carbohydrates, L. A. Johnson, P. J. White & R. Galloway (Ed.). *Soybeans - Chemistry, Production Processing, and Utilization* (c. 2, s. 269-296), AOCS Press, 2008.

- [153] Redondo-Cuenca, A., Villanueva-Suárez, M.J., Rodríguez-Sevilla, M.D. and others,. Chemical composition and dietary fibre of yellow and green commercial soybeans (*Glycine max*), *Food Chemistry*, 101 (3), 1216-1222, **2007**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814606002445>.
- [154] Wang, N., Hatcher, D.W., Tyler, R.T. and others,. Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.), *Food Research International*, 43 (2), 589-594, **2010**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996909002336>.
- [155] Jukanti, A.K., Gaur, P.M., Gowda, C.L.L. and others,. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review, *British Journal of Nutrition*, 108 (SupplementS1), S11-S26, **2012**, <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114512000797>.
- [156] Kalogeropoulos, N., Chiou, A., Ioannou, M. and others,. Nutritional evaluation and bioactive microconstituents (phytosterols, tocopherols, polyphenols, triterpenic acids) in cooked dry legumes usually consumed in the Mediterranean countries, *Food Chemistry*, 121 (3), 682-690, **2010**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610000452>.
- [157] Cho, K.M., Lee, J.H., Yun, H.D. and others,. Changes of phytochemical constituents (isoflavones, flavanols, and phenolic acids) during cheonggukjang soybeans fermentation using potential probiotics *Bacillus subtilis* CS90, *Journal of Food Composition and Analysis*, 24 (3), 402-410, **2011**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157511000354>.
- [158] Del Pozo-Insfran, D., Brenes, C.H., Serna Saldivar, S.O. and others,. Polyphenolic and antioxidant content of white and blue corn (*Zea mays* L.) products, *Food Research International*, 39 (6), 696-703, **2006**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096399690600010X>.
- [159] Zia-UI-Haq, M., Iqbal, S., Ahmad, S. and others,. Antioxidant Potential Of Desi Chickpea Varieties Commonly Consumed In Pakistan, *Journal of Food Lipids*, 15 (3), 326-342, **2008**, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-4522.2008.00122.x>.
- [160] Marathe, S.A., Rajalakshmi, V., Jamdar, S.N. and others,. Comparative study on antioxidant activity of different varieties of commonly consumed legumes in India, *Food and Chemical Toxicology*, 49 (9), 2005-2012, **2011**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691511002006>.
- [161] Han, H., Baik, B.-K., Antioxidant activity and phenolic content of lentils (*Lens culinaris*), chickpeas (*Cicer arietinum* L.), peas (*Pisum sativum* L.) and

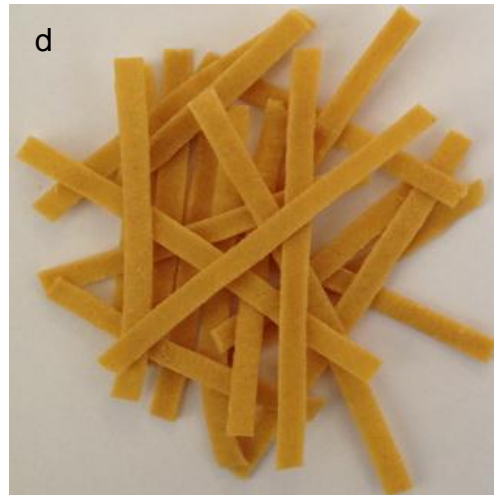
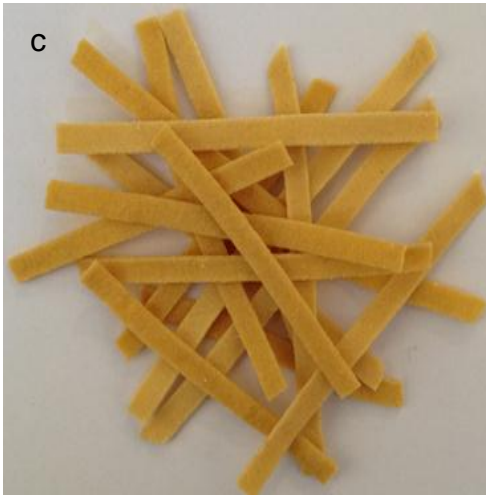
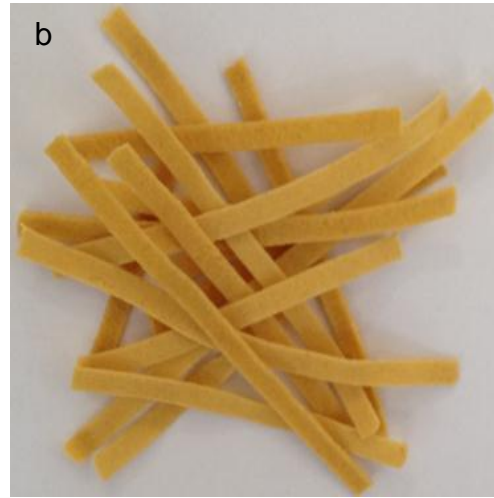
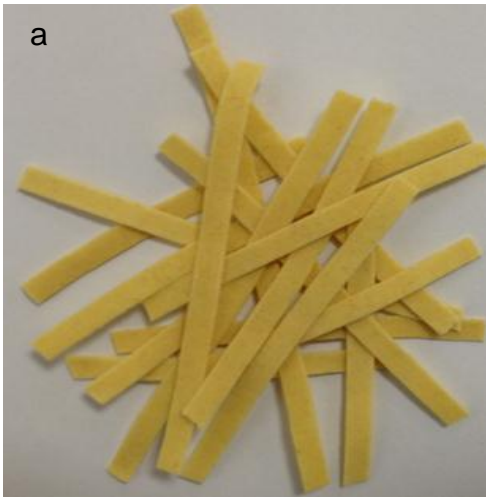
soybeans (*Glycine max*), and their quantitative changes during processing, *International Journal of Food Science & Technology*, 43 (11), 1971-1978, **2008**, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01800.x>.

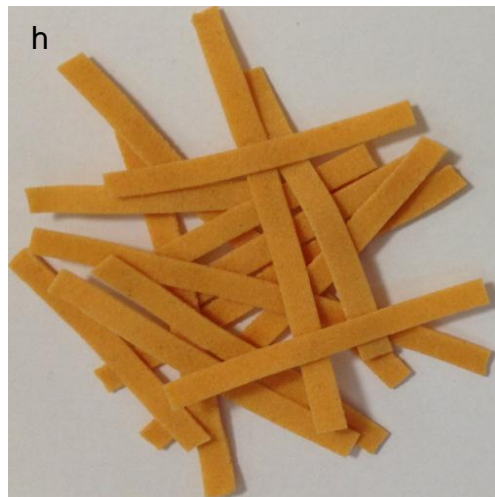
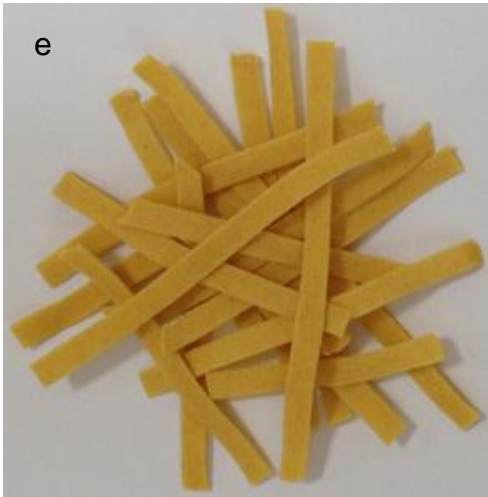
- [162] Slavin, M., Cheng, Z., Luther, M. and others,. Antioxidant properties and phenolic, isoflavone, tocopherol and carotenoid composition of Maryland-grown soybean lines with altered fatty acid profiles, *Food Chemistry*, 114 (1), 20-27, **2009**, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814608010807>.
- [163] Szaflarska-Popławska, A., Siomek, A., Czerwionka-Szaflarska, M. and others,. Oxidatively Damaged DNA/Oxidative Stress in Children with Celiac Disease, *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 19 (8), 1960-1965, **2010**, <http://cebp.aacrjournals.org/content/19/8/1960.abstract>.

EKLER

EK 1: Kuru eriştelerin fotoğrafları

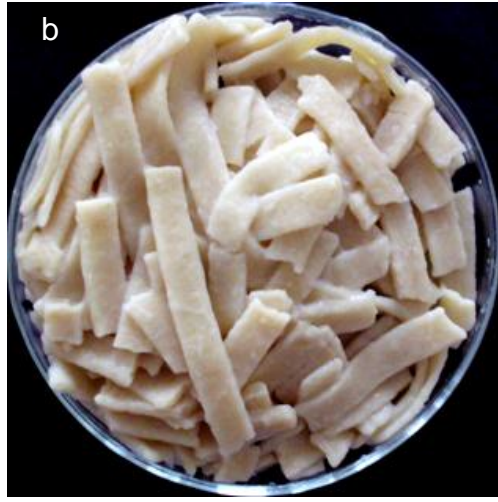
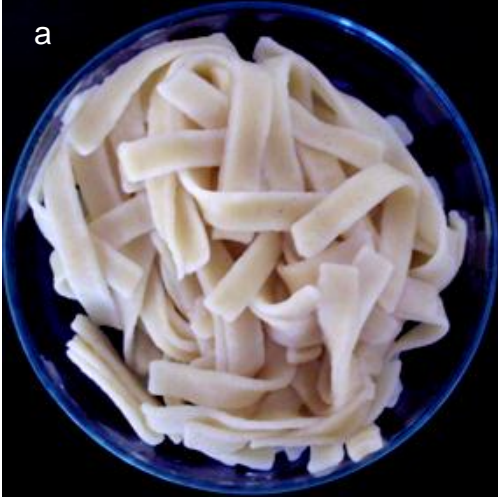
a) Mısır eriştesi (kontrol), b) %30 soya unu katkılı, c) %40 soya unu katkılı, d) %50 soya unu katkılı, e) %30 nohut unu katkılı, f) %40 nohut unu katkılı, g) %50 nohut unu katkılı, h) %30 mercimek unu katkılı, ı) %40 mercimek unu katkılı, i) %50 mercimek unu katkılı





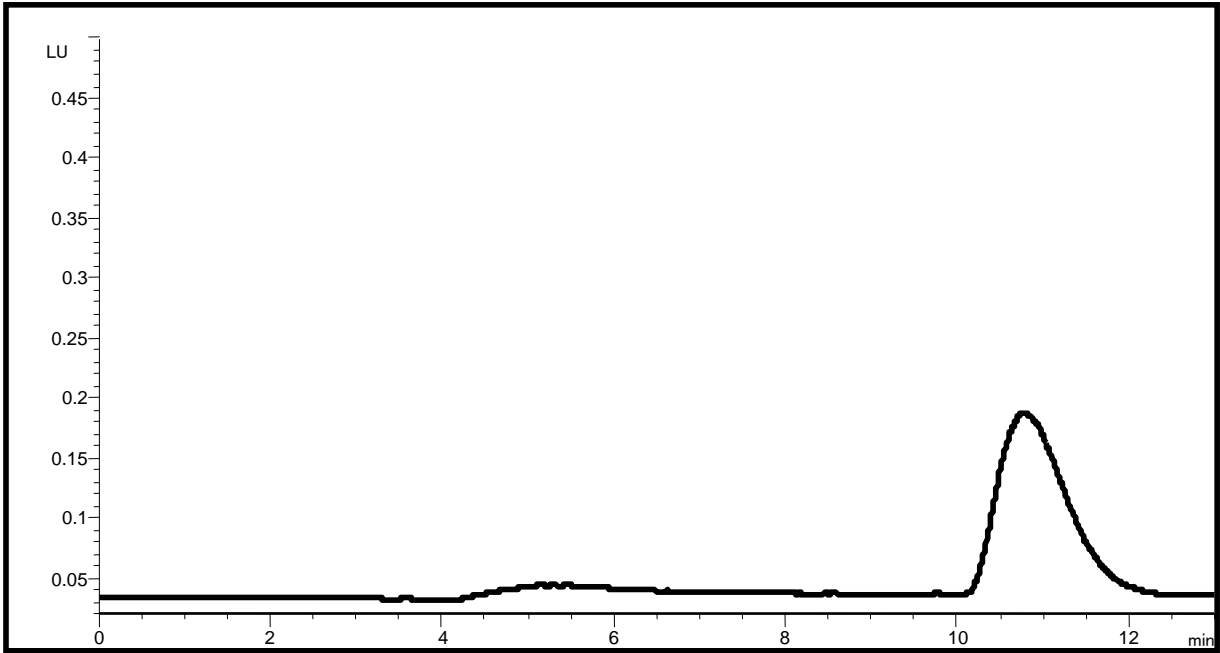
EK 2: Pişmiş eriştelere fotoğrafları

a) Mısır eriştesi (kontrol), b) %30 soya unu katkı, c) %40 soya unu katkı, d) %50 soya unu katkı, e) %30 nohut unu katkı, f) %40 nohut unu katkı, g) %50 nohut unu katkı, h) %30 mercimek unu katkı, i) %40 mercimek unu katkı, j) %50 mercimek unu katkı

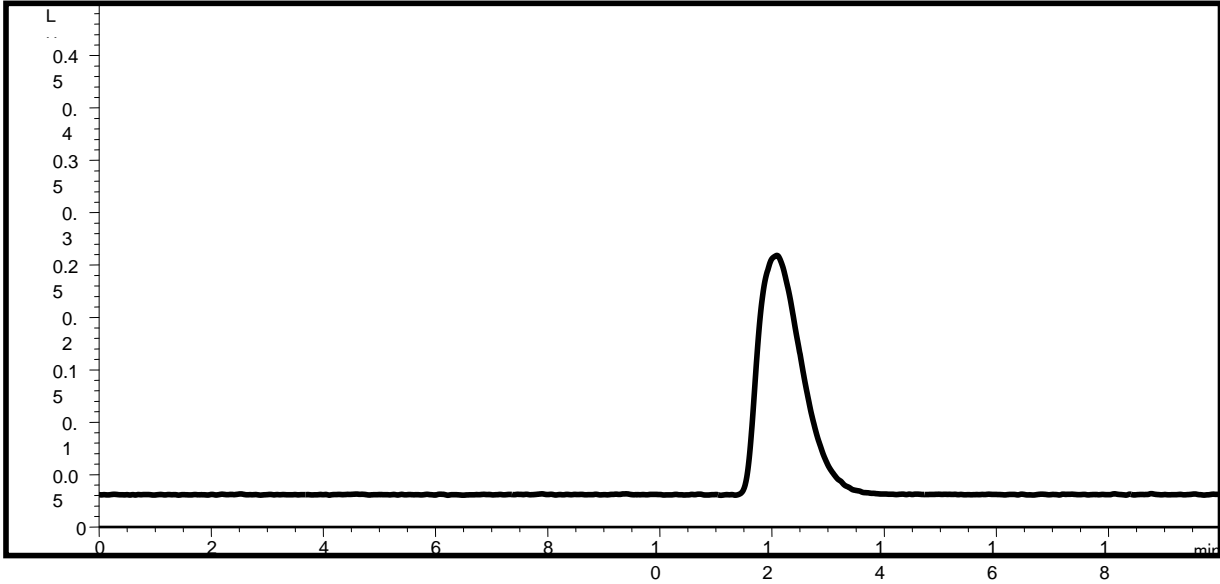




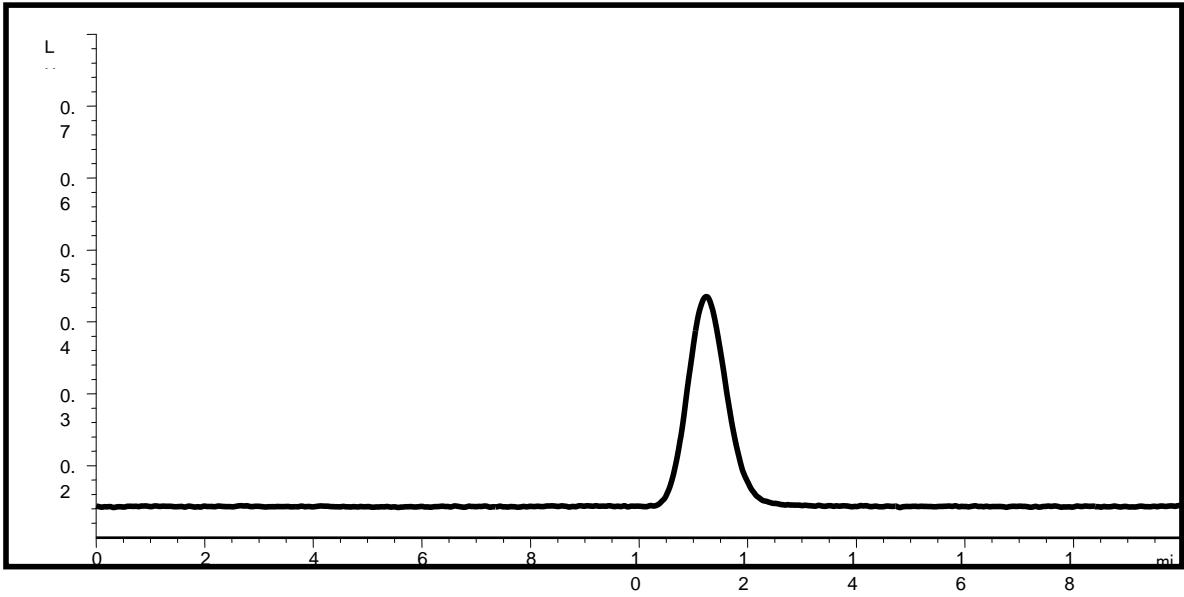
EK 3: Tiamin kromatogramı



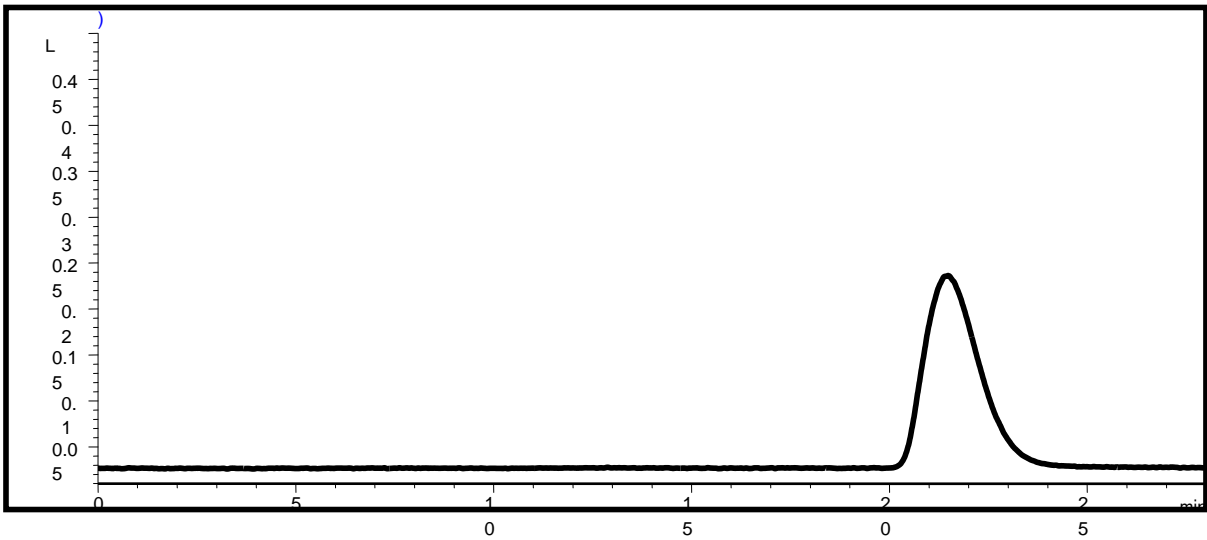
EK 4: Riboflavin kromatogramı



EK 5: Nikotik asit kromatogramı



EK 6: Nikotinamid kromtogramı



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgileri

Adı Soyadı : Nilgün Savtekin
Doğum Yeri : İstanbul
Doğum Yılı : 1986
Medeni Hali : Evli
E-posta : nilgn_86@yahoo.com
Adresi : Fatih Mahallesi, Hacı Bektaş Veli Caddesi, Çevre ve
Şehircilik Bakanlığı Lojmanları A/7, Erzincan

Eğitim

Lise : Ankara Atatürk (Anadolu) Lisesi / ANKARA, 2000-2004
Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü, 2005-2009

Yabancı Dil ve Düzeyi : İngilizce, İleri

İş Deneyimi : Tunay Gıda Sanayi ve Tic. A.Ş.

Deneyim Alanları : Kalite Sorumlusu

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi :

H.Ü. Bilimsel Araştırmalar Birimi Araştırma Projesi: "Çölyak Hastaları için Farklı Baklagil Unlarıyla Zenginleştirilmiş Erişte Üretimi ve Kalite Özellikleri" , 24600.0 TL

Tezden Üretilmiş Yayınlar

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar