

**FARKLI BAKLAGİL UNLARI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ
GLUTENSİZ PİRİNÇ ERİŞTELERİNİN KALİTE VE BAZI
BESİNSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF QUALITY AND SOME NUTRITIONAL
PROPERTIES OF GLUTEN-FREE RICE NOODLES
FORTIFIED WITH DIFFERENT LEGUME FLOURS**

HATİCE GÖZDE HOSTA

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Gıda Mühendisliğı Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

2012

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından **GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Başkan :.....(İmza).....
(Unvanı, Adı ve Soyadı)

Üye (Danışman) :.....(İmza).....
(Unvanı, Adı ve Soyadı)

Üye (Varsa İkinci Danışman) :.....(İmza).....
(Unvanı, Adı ve Soyadı)

Üye :.....(İmza).....
(Unvanı, Adı ve Soyadı)

Üye :.....(İmza).....
(Unvanı, Adı ve Soyadı)

ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/...../..... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunca/...../..... tarihinde kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Fatma SEVİN DÜZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

FARKLI BAKLAGİL UNLARI İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ GLUTENSİZ PİRİNÇ ERİŞTELERİNİN KALİTE VE BAZI BESİNSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

HATİCE GÖZDE HOSTA

ÖZ

Çölyak hastalığı buğdayın gliadin fraksiyonuna ve çavdar (sekalin), arpa (hordein) ve yulafın (avidin) alkolde çözünebilen proteinlerine (prolamin) karşı hayat boyu süren intoleranstır. Etkili tek tedavi yolu ömür boyu sıkı glutensiz diyet uygulamaktır. İlk kez bu çalışmada, pirinç ununa %30, %40 ve %50 oranında bezelye, nohut veya kırmızı mercimek unları katılarak hazırlanan erişte örneklerinin bazı kalite ve besinsel özellikleri incelenmiştir. ELİSA yöntemi ile örneklerde gluten tayini yapılmıştır. Pirinç, bezelye, nohut ve mercimek unlarının L*, a*, b* renk değerlerinin farklı olması erişte örneklerinin renk değerlerini de etkilemiştir. Üretilen eriştelerin pişme özelliklerinin eklenen baklagil unu çeşidi ve oranına bağlı olduğu belirlenmiştir. En düşük pişme kaybı ve TOM değerinin %50 nohut unu katkılı pirinç eriştesi örneğine ait olduğu belirlenmiştir. Duyusal analiz sonucunda pirinç eriştesi ve baklagil unu katkılı erişte örneklerinin kabul edilebilir nitelikte olduğu gözlenmiştir. Yüzey özellikleri, çiğneme özellikleri ve çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri açısından pirinç erişteleri ile baklagil unu katkılı pirinç erişteleri arasında fark bulunmamaktadır. Tat açısından en yüksek puanı ise %30 ve %50 mercimek unu katkılı pirinç erişteleri almıştır. RVA kullanılarak erişte örneklerinin çirşlenme özellikleri incelenmiştir. Pirinç eriştesine baklagil unları ilavesi, nişasta çirşlenme özelliklerinde önemli ölçüde azalmaya sebep olmuştur. Erişte örneklerinde bezelye veya nohut unu katkısı kırılma için gerekli olan kuvveti ve kopma direncini pirinç eriştesine göre arttırmıştır. Çalışmada erişte örneklerinin tiamin, riboflavin ve niasin içerikleri HPLC ile analiz edilmiş ve validasyon çalışmaları yapılmıştır. Baklagil unu katkısının pirinç eriştesinin tiamin, riboflavin ve niasin içeriğini arttırdığı belirlenmiştir. Çalışmada erişte örneklerinin besinsel lif, antioksidan kapasiteleri ve fenolik madde içeriklerinin bezelye, nohut veya mercimek unlarının ilavesiyle arttığı saptanmıştır. En yüksek besinsel lif içeriği ve antioksidan kapasite değeri nohut unu katkılı pirinç eriştelerinde tespit edilmiştir. Tahıl içerikli gıdalarda seçimi sınırlı olan çölyak hastaları için baklagil unu ilave edilmiş pirinç eriştesi örnekleri umut verici gıda ürünleri olarak görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çölyak, glutensiz erişte, pirinç, bezelye, nohut, mercimek, B vitaminleri, besinsel lif, antioksidan kapasite, HPLC

Danışman: Prof. Dr. Süeda Çelik, Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.

INVESTIGATION OF QUALITY AND SOME NUTRITIONAL PROPERTIES OF GLUTEN-FREE RICE NOODLES FORTIFIED WITH DIFFERENT LEGUME FLOURS

HATİCE GÖZDE HOSTA

ABSTRACT

Coeliac disease is a life-long intolerance to the gliadin fraction of wheat and similar alcohol-soluble proteins (prolamines) of rye (secalin), barley (hordein) and oats (avidin). The only effective treatment is a strict adherence to a gluten-free diet throughout the patient's lifetime. In this study for the first time, gluten-free noodle samples, prepared with addition of 30%, 40% and 50% of lentil, green pea or chickpea flours to rice flour, were evaluated in terms of some quality and nutritional properties. Gluten content of noodle samples was determined by ELISA method. The different L*, a*, b* colour values of rice, lentil, green pea and chickpea flours also affected the colour values of noodle samples. It is determined that cooking properties of cooked noodles depend on the type and ratio of legume flours. Lowest cooking loss and TOM values were obtained for %50 chickpea supplemented rice noodle. The overall sensory analysis indicated that utilization of legume flours in formula resulted in rice noodles with acceptable quality characteristics. There is no difference between rice noodle and legume flour supplemented noodles in terms of surface properties, chewing properties and mouthfeel after chewing. In terms of taste, 30% and 50% lentil flour supplemented rice noodle samples gave the best results. It is determined by RVA that legume flour addition to rice noodle cause a decrease in pasting properties of noodle samples. Pea and chickpea flour supplementation to rice noodles results in higher breaking and higher tensile force compared to rice noodle. In the study thiamine, riboflavin and niacin contents of gluten-free noodle samples were analyzed with HPLC and validation procedures were performed. Thiamine, riboflavin, and niacin contents of noodle samples increased by addition of legume flours. It is determined that dietary fiber, antioxidant capacity and total phenolic contents of noodle samples increased by addition of pea, chickpea or lentil flours. Highest dietary fibre and antioxidant capacity values were obtained for chickpea supplemented rice noodles. Legume flour supplemented rice noodle samples seems to be promising food products for the coeliac patients who have limited choice of cereal based foods.

Keywords: Coeliac disease, gluten free noodle, rice, pea, chickpea, lentil, B vitamins, dietary fibre, antioxidant capacity, HPLC

Advisor: Prof. Dr. Süeda Çelik, Hacettepe University, Food Engineering Department, Food Engineering Section.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın 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 dönemim boyunca değerli katkılarıyla yanımda olan sevgili hocam Sayın Prof. Dr. Hamit Höksel' e çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince değerli önerilerini esirgemeyen sevgili hocam Doç. Dr. Arzu Başman'a,

Deneysel çalışmalarımındaki değerli katkılarından dolayı Ar. Gör. Tuğrul Masatçıoğlu, Ar. Gör. Seda Yalçın, Uzman Yelda Zencir ve Uzman Selin Heybeli'ye,

Değerli katkılarından dolayı Arş. Gör. Dilay Kütük, Eda Aktaş, F. Hande Özmen ve Nilgün Gökbayrak Savtekin başta olmak üzere Hububat Araştırma Grubu'ndaki tüm arkadaşlarıma,

Duyusal değerlendirmeyi yapan arkadaşlarıma,

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

“Farklı Baklagil Unları İle Zenginleştirilmiş Glutensiz Pirinç Eriştelerinin Kalite Ve Bazı Besinsel Özelliklerinin İncelenmesi” isimli proje (Proje No: 110 O 028) kapsamında tez çalışmama destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na,

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 sevgili kardeşim Erkan Hosta başta olmak üzere tüm aileme,

en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa No

ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
EKLER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1.GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	5
2.1. Çölyak Hastalığı.....	5
2.2. Pirinç.....	7
2.3. Baklagiller	8
2.4. Ksantan gam.....	11
2.5. Glutensiz makarna ve erişte üretimi.....	11
2.6. Besinsel lif.....	16
2.7. Vitaminler	17
2.7.1. Vitamin B ₁ (Tiamin).....	17
2.7.2. Vitamin B ₂ (Riboflavin)	20
2.7.3. Vitamin B ₃ (Niasin)	21
2.7.4. Bazı B Grubu Vitaminlerin analizleri.....	23
2.8. Antioksidanlar	26
2.9. Fenolik Bileşikler	28

3. MATERYAL VE METOT	30
3.1. Materyal	30
3.2. Kimyasallar ve Diğer Yardımcı Malzemeler	30
3.3. Ekipmanlar	31
3.4. Metotlar	31
3.4.1. Hammadde analizleri	31
3.4.1.1. Rutubet miktarı tayini	31
3.4.1.2. Kül miktarı tayini.....	31
3.4.1.3. Protein miktarı tayini	32
3.4.1.4. Renk Analizi	32
3.4.1.5. İmmünolojik yöntem ile (ELİSA) gluten miktarının belirlenmesi ...	32
3.4.1.6. Mikroviskoanalizör (RVA™) ile un örneklerinin çirşlenme özelliklerinin incelenmesi	33
3.4.2. Erişte yapma denemesi.....	35
3.4.2.1.Pirinç erişttesi hamuru üretimi.....	35
3.4.2.2. Baklagil unu katkılı pirinç erişttesi hamuru üretimi	35
3.4.3. Erişte örneklerinin kalite özelliklerinin incelenmesi.....	36
3.4.3.1.Pişme süresi tayini	36
3.4.3.2. Suya geçen madde miktarı (Pişme kaybı)	36
3.4.3.3. Su Absorpsiyonu.....	37
3.4.3.4. Hacim Artışı	37
3.4.3.5.Toplam Organik Madde Miktarı (TOM) Tayini.....	38
3.4.3.6. Erişte örneklerinin renk analizi	39
3.4.3.7. Kuru ve pişmiş eriştteslerin tekstür özellikleri	39
3.4.3.8. Eriştteslerin duysal özellikleri.....	39
3.4.4. Mikroviskoanalizör (RVA™) ile erişte örneklerinin çirşlenme	

özelliklerinin incelenmesi.....	41
3.4.5. İmmünolojik yöntem ile (ELISA) erişte örneklerinin gluten miktarının belirlenmesi.....	41
3.4.6. B vitaminlerinin analizleri.....	41
3.4.6.1. Tiamin (vitamin B1) ve riboflavin (vitamin B2) tayini.....	41
3.4.6.2. Niasin analizi.....	43
3.4.6.3. Validasyon Çalışmaları	45
3.4.6.3.1. Doğrusallık (Linearity).....	45
3.4.6.3.2. Cihazın tekrarlanabilirliği.....	46
3.4.6.3.3. Yöntemin tekrarlanabilirliği.....	46
3.4.6.3.4. Geri kazanım (Recovery).....	46
3.4.6.3.5. Doğruluk (Accuracy)	46
3.4.6.3.6. Gözlenebilme sınırı / Tayin sınırı	47
3.4.7. Toplam besinsel lif miktarının tespiti	48
3.4.8. Toplam fenolik madde miktarı	48
3.4.9. ABTS ⁺ yöntemiyle antioksidan analizi.....	48
3.4.10. DPPH yöntemiyle antioksidan analizi	49
3.4.11. Araştırma sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi	50
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	51
4.1. Hammadde Analizleri.....	51
4.1.1. Un Örneklerinin kalite özellikleri	51
4.1.2. Un örneklerinin gluten miktarları.....	52
4.1.3. Mikroviskoanalizör (RVA TM) ile un örneklerinin çirleşme özellikleri tayini.....	53
4.2. Erişte Örneklerinin Kimyasal Özellikleri	57
4.2.1. Erişte örneklerinin kül miktarları	57

4.2.2. Erişte örneklerinin protein miktarları	57
4.2.3. Erişte örneklerinin gluten miktarları	58
4.3. Eriştelerin Kalite Özelliklerinin İncelenmesi.....	59
4.3.1. Pişme süresi tayini	59
4.3.2. Suya geçen madde miktarı (Pişme kaybı).....	59
4.3.3.Su absorpsiyonu	60
4.3.4. Hacim artışı	61
4.3.5. Toplam organik madde miktarı.....	61
4.3.6. Kuru ve pişmiş eriştelerin tekstür özellikleri.....	62
4.3.7. Duyusal Özellikleri.....	64
4.3.8. Renk Özellikleri	65
4.4. Mikroviskoanalizör (RVA™) ile erişte örneklerinin çirleşme özellikleri tayini	66
4.5. Vitamin Analizleri	69
4.5.1. Tiamin analizleri	69
4.5.2. Riboflavin analizleri	70
4.5.3. Niasin analizleri	72
4.5.2.Vitamin Analizlerinin Validasyon Sonuçlarının İncelenmesi	73
4.5.2.1.Tiamin Analizinin Validasyon Sonuçları	73
4.5.2.2.Riboflavin Analizinin Validasyon Sonuçları	75
4.5.2.3. Niasin Analizinin Validasyon Sonuçları	77
4.6. Toplam besinsel lif miktarı.....	79
4.7. Toplam fenolik madde miktarı	81
4.8.ABTS ⁺ yöntemi ile antioksidan analizi.....	83
4.9. DPPH yöntemiyle antioksidan analizi.....	84
5.SONUÇ VE ÖNERİLER	86

6. KAYNAKLAR.....	91
ÖZGEÇMİŞ	108

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Buzdağı modeli (Gallagher et al., 2004).....	5
Şekil 2.2. Tiaminin çeşitli formlarının moleküler yapısı (Ball, 2006)	19
Şekil 2.3. Riboflavinin yapısı (Ball, 2006).....	21
Şekil 2.4. Nikotinamid ve nikotinic asit (Ball, 2006).....	22
Şekil 3.1. Test kiti ile analizin şematik gösterimi	33
Şekil 3.2. Tipik RVA grafiği ve kullanılan parametreler	34
Şekil 3.3. Baklagil unu katkılı pirinç eriştesi üretimi	36
Şekil 3.4. Tiamin ve riboflavinin AACC Metodu No. 86-70 ve 86-80 (AACC, 2000)' in Bilgi Boyacı (2008) tarafından modifiye edilen yöntemine göre ekstraksiyonu.	42
Şekil 3.5. Finglas and Faulks (1984)'un modifiye edilmiş tiokrom oluşturma metodu (Bilgi Boyacı, 2008).	43
Şekil 3.6. Rose-Sallin et al. (2001) 'e göre niasin ekstraksiyonu (Bilgi Boyacı, 2008).	44
Şekil 3.7. DPPH yöntemi ile antioksidan analizi.....	49
Şekil 4.2. Çalışmada kullanılan un örneklerine ait RVA grafiği	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1. Un ve erişte örneklerinin değerlendirilmesinde kullanılan RVA profili ...	35
Çizelge 3.2. Erişteler için duyuşal değerlendirme formu (Yalçın, 2005).....	40
Çizelge 3.3. Rose-Sallin et al. (2001) metoduna göre gradiyent ayırım.....	45
Çizelge 3.4. Sertifikalı referans materyalleri; BCR®421 Tam Buğday Unu ve BCR®121 Süt Tozu B vitamini içerikleri	47
Çizelge 4.1. Un örneklerine ait bazı kimyasal ve fiziksel özellikler.....	51
Çizelge 4.2. Un örneklerinin gluten içerikleri.....	53
Çizelge 4.3. Un örneklerinin çirişlenme özellikleri.....	54
Çizelge 4.4. Un karışımlarının çirişlenme özellikleri.....	56
Çizelge 4.5. Erişte örneklerinin kül ve protein içerikleri.....	57
Çizelge 4.6. Erişte örneklerinin gluten içerikleri	59
Çizelge 4.7. Erişte örneklerinin pişme özellikleri.....	62
Çizelge 4.8. Kuru ve pişmiş eriştelerin tekstür değerleri	64
Çizelge 4.9. Erişte örneklerinin duyuşal özellikleri	64
Çizelge 4.10. Erişte örneklerinin renk değerleri	66
Çizelge 4.11. Erişte örneklerinin çirişlenme özellikleri	69
Çizelge 4.13. Erişte örneklerinin tiamin, riboflavin ve niasin içerikleri	72
Çizelge 4.14. Tiamin analizi validasyon sonuçları	74
Çizelge 4.15. Riboflavin analizi validasyon sonuçları	76
Çizelge 4.16. Niasin analizi validasyon sonuçları	78
Çizelge 4.17. Un örneklerinin toplam besinsel lif içerikleri	80
Çizelge 4.19. Un örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri	82

EKLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
EK1: Kuru eriştelerin fotoğrafları.....	102
EK2: Pişmiş eriştelerin fotoğrafları:.....	104
EK3: Tiamin kromatogramı	106
EK4: Riboflavin kromatogramı	106
EK5: Nikotirik asit kromatogramı.....	107
EK6: Nikotinamid kromatogramı	107

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AACC	American Association of Cereal Chemists
Accuracy	Doğruluk
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
FDA	Food and Drug Administration
FMN	Flavin mononükleotid
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
ICC	International Association for Cereal Science and Technology
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
Linearity	Doğrusallık
LOD	Gözlenebilme sınırı (Limit of Dedection)
LOQ	Tayin Sınırı (Limit of Quantification)
NAD	Nikotinamid adenin dinükleotid
NADP	Nikotinamid adenin dinükleotid fosfat
RVA	Rapid Visco Analyser
Recovery	Geri Kazanım
Repeatability	Tekrarlanabilirlik
R ²	Belirtme katsayısı (Coefficient of Determination)
TEAK	Troloks Eşdeğer Antioksidan Kapasite
TGK	Türk Gıda Kodeksi
WHO	World Health Organization

1.GİRİŞ

Çölyak hastalığı buğday, arpa, çavdar ve yulaf gibi tahıllarda bulunan prolamin fraksiyonlarına karşı hayat boyu süren intoleranstır. Tetikleyici faktör olan prolaminler, buğdaydaki gliadin, arpadaki hordein, çavdardaki sekalin ve yulaftaki avidindir. Çölyaklı bireylerde glutene maruz kalınması durumunda ince bağırsaktaki villuslar düzleşmekte ve çeşitli besin öğelerinin malabsorbsiyonuna neden olmaktadır. Dolayısıyla, vücuttaki tüm sistemler olumsuz yönde etkilenmektedir (Lee and Newman, 2003; Hamer, 2005; Yalçın et al., 2008). Çölyak hastalığında etkili tek tedavi yolu ömür boyu glutensiz diyet uygulamaktır. Diyetten glutenin çıkarılması ile villuslar eski haline dönebilmektedir (Lazaridou et al., 2007, Gallagher et al., 2004; Lee and Newman, 2003).

Günümüzde çölyak hastaları için "glutensiz gıdalar" olarak adlandırılan özel diyet amaçlı gıdalar üretilmektedir. Bu ürünlerde hammadde olarak sıklıkla pirinç ve mısır kullanılmakla birlikte amarant, teff, karabuğday, sorgum ve tapyoka gibi tahıllar da kullanılabilir (See and Murray, 2006). Fakat sadece bu unların kullanılması ile viskoelastik bir hamur elde edilememekte ve ürünün organoleptik özellikleri buğday unu kullanılanlar kadar iyi olmamaktadır. Bu nedenle glutensiz fırıncılık ürünlerinde gluteni ikame edecek, ürün kalitesini arttıracak çeşitli katkıların ve üretim tekniklerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir.

Glutensiz ürün formülasyonlarında ksantan gam, guar gam, keçiyoynuzu gamı, selüloz ve beta-glukanlar gibi polisakkarit hidrokolloidleri yapı ve tekstür düzenleyici olarak yer almaktadır. Emülgatörler de glutensiz fırıncılık ürünlerinin kalite ve reolojik özelliklerini geliştirmek amacıyla başarıyla kullanılmaktadır (Gallagher et al., 2004)

Dünyada her dört kişiden birisi mikrobesein elementi yetersizliği ile karşı karşıyadır. Mikrobesein elementi eksikliklerinin önlenmesi amacıyla un, ekmek ve tahıl ürünlerini zenginleştirme çalışmaları sürdürülmektedir. Fakat çölyaklı bireyler iyi bir tiamin, riboflavin, niasin, folik asit ve besinsel lif kaynağı olan bu zenginleştirilmiş tahıl ürünlerini tüketememektedirler. Glutensiz ürünler ise genellikle zenginleştirilmediğinden ve sıklıkla rafine un veya nişastadan üretildiklerinden yerine

üretildikleri gluten içeren karşılıkları kadar besin ögesi içermemektedir. Bu nedenle çölyak hastalarının uyguladığı glutensiz diyetin besinsel olarak dengeli bir diyet olup olmadığı konusunda belirsizlik hala sürmektedir (Thompson, 2005). Thompson (1999, 2000) yaptığı çalışmalarda glutensiz ürünlerin besinsel kalitesini incelemiş bu ürünlerin tiamin, riboflavin, niasin, folat, demir ve besinsel lif içeriklerinin alternatifi oldukları buğday içeren ürünlerden daha düşük olduğunu göstermiştir.

Glutensiz ürünler nişasta, glutensiz tahıl unları ve gamların karıştırılması ile üretildiği için protein içerikleri düşüktür ve özellikle lizin açısından fakirdir. Baklagiller protein içeriğini arttırmaları ve tahıl proteinlerini besinsel olarak tamamlamaları nedeniyle bu ürünler için iyi bir katkı olabilmektedir. Tahıllar insan beslenmesinde temel bir amino asit olan lizin açısından yetersizken baklagiller yüksek oranda bu amino asidi içerirler; aynı zamanda tahıl proteinleri baklagil proteinlerini temel bir amino asit olan metiyonin açısından tamamlamaktadır (Duranti et al., 2005, Marco and Rosell, 2008). Baklagiller iyi birer mineral (özellikle kalsiyum ve demir), B vitamini ve besinsel lif kaynağıdır (Compos-Vega et al., 2009). Pirinç gluten içermemesi nedeniyle çölyak hastaları için güvenlidir ve glutensiz erişte üretiminde kullanılabilir. Sonuç olarak, baklagiller ve tahıllar besinsel olarak tamamlayıcıdır ve glutensiz pirinç eriştesi üretiminde baklagil unları kısmen pirinç unu yerine kullanılabilir.

Makarna ve erişte yapımında hammadde olarak pirinç unu kullanıldığında bütünlük gösteren homojen bir hamur elde edilemediği için bir miktar nişasta jelatinizasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır (Lai, 2001, Yalcin and Basman, 2008a; Sozer, 2008). Pirinç makarnasının tekstürel özelliklerini geliştirmek için pirinç unu jelatinize edilmekte veya ekstrude makarnanın yüzeyine kurutma sırasında buhar uygulanmaktadır. Nişasta jelatinizasyonu ile pişme sırasında erişte yapısı korunmaktadır (Lai, 2001).

Besinsel lif insanların ince bağırsağında sindirime ve emilime dirençli olan ve kalın bağırsakta tam ya da kısmi fermentasyona uğrayan yenilebilir bitki kısımları olarak tanımlanmaktadır (AACC, 2001). Besinsel lifler polisakkaritler (örneğin, selüloz, hemiselülozlar, oligosakkaritler, pektinler, gamlar), mumlar ve ligninin kompleks karışımı olarak kabul edilmektedir. Günümüzde besinsel liflerin insan sağlığı üzerindeki muhtemel yararları arasında divertiküloz, kabızlık, hemoroid ve şişmanlığı

önlemesi, kolon kanseri ve kalp damar hastalıkları riskini azaltması sayılmaktadır. Besinsel liflerin yararlı fizyolojik etkileri arasında kan kolesterol seviyesini ve/veya kan glukoz seviyesini düşürmesi de bulunmaktadır (AACCC,2001; Sabanis et al. 2009; Tosh and Yada, 2009). Glutensiz ürünlerde buğday ununun yerini ticari nişastalar aldığı için besinsel lif içeriği genellikle düşüktür. Tipik bir çölyak hastası diyeti önerilen 25-35 g/gün besinsel lif alımını garanti etmediği için glutensiz ürünlerin besinsel lifler ile zenginleştirilmesi gerekmektedir. Besinsel lifler ile zenginleştirilmiş glutensiz gıdalar sınırlı olmakla birlikte, bu ürünlerin geliştirilmesinin besin kalitesini arttıracığı düşünülmektedir (Sabanis et al, 2009).

Tahıl ve tahıl ürünleri düşük miktarda mikro besin ögesi içermekte ve bunların bir bölümü gıdaların işlenmesi sırasında kayba uğramaktadır (Cheng and Hardy, 2003). Baklagiller ise minör bileşenler açısından zengindirler (Campos-Vega et al., 2009). Bu ürünlerde bulunan suda çözünen vitaminlerin ölçümleri ile ilgili çalışmalarda 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 (Bilgi Boyacı, 2008).

Suda çözünen B grubu vitaminler, çeşitli biyolojik matrikslerde farklı organik formlarda bulunmaktadır (Ollilainen, 2001). B grubu vitaminlerin analizinde mikrobiyolojik, florimetrik ve kolorimetrik yöntemleri esas alan standart AACCC, AOAC ve ICC analiz metotları mevcuttur. Birçok suda çözünen vitaminin standart yöntemlerle analizinde kullanılan florimetrik ve kalorimetrik metotlar da günümüz şartlarına uymamaktadır (Blake, 2007). Son yıllarda hassasiyeti ve tekrar edilebilirliği yüksek olan, güvenilir ve hızlı sonuç alınabilen HPLC (High Performance Liquid Chromatography) tekniği ile B vitaminleri analizleri yapılabilmektedir (Eitenmiller and Landen, 1999; Ollilainen et al, 2001). Fakat tahıl ürünlerinde B vitaminleri analizlerinde HPLC'nin kullanıldığı çalışmalar sınırlı sayıdadır (Bilgi Boyacı, 2008).

Canlılarda oksidan/antioksidan dengesinin antioksidan aleyhine bozulması oksidatif stres gelişimine neden olmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar oksidatif stresin yaşlanma, kanser, kardiyovasküler hastalıklar, romatoid artrit, akut solunum

yetmezliği sendromu, parkinson, alzheimer, obezite ve diyabet gibi hastalıkların oluşumu ile ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Reuter et al., 2010). Antioksidan bakımından zengin ürünlerin dejeneratif hastalıkları önlenmesinde bir araç olarak kabul edilen rolü ve diğer potansiyel pozitif sağlık yararları nedeniyle toplam antioksidan kapasitesinin belirlenmesi giderek artan bir ilgi görmektedir (Serpen et al., 2008).

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 önem taşımaktadırlar (Acar ve Gökmen, 2005). Fenolik bileşikler gıdalardaki oksidasyonu önlemek ile kalmamakta aynı zamanda vücudu oksidatif stresten korumaktadır (López-Amorós et al., 2006). Toplam fenolik madde miktarı antioksidan aktiviteyle direkt ilişkili olduğu için fenolik içeriği yüksek olan gıdaların antioksidan etkisi de yüksek olmaktadır (Compos-Vega, 2009).

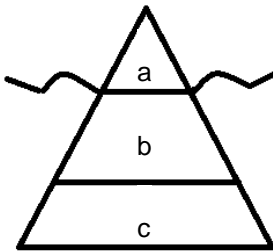
Bu çalışmada bildiğimiz kadarıyla ilk kez, çölyaklı bireyler için pirinç eriştesi üretiminde bezelye, nohut ve mercimek unu katkısının etkisi incelenmiştir. Baklagil unu katkısı %30, 40 ve 50 oranlarında gerçekleştirilmiştir. Erişte üretiminde bütünlük gösteren bir hamur eldesi için ısıl işlem uygulaması ile nişasta jelatinizasyonu sağlanmış ve ksantan gam kullanılmıştır. Bu ürünlerin glutensiz ürünler sınıfına girdiğinin belirlenmesi amacıyla un ve erişte örneklerinde gluten analizleri yapılmıştır. Erişte kalitesini değerlendirmek amacıyla pişme analizleri (pişme süresi, pişme kaybı, su absorpsiyonu, hacim artışı ve toplam organik madde miktarı), renk analizi, tekstür analizleri ve duyuşsal analiz gerçekleştirilmiştir. Erişte örneklerinde nişastanın çirışlenme (pasting) özellikleri mikroviskoanalizör (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. Bunun yanısıra unların ve erişte örneklerinin fenolik madde içerikleri, antioksidan kapasiteleri ve besinsel lif içerikleri de belirlenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Çölyak Hastalığı

Çölyak hastalığı genetik olarak yatkın bireylerde glutenin neden olduğu ince bağırsağı etkileyen bir otoimmün bir hastalıktır (Laurin et al, 2002, Skovbjerg et al., 2004, Lee and Newman, 2003). Çölyaklı bireylerin glutene maruz kalması durumunda ince bağırsak mukozası zarar görmekte ve besinlerin malabsorpsiyonuna neden olmaktadır. Dolayısıyla, vücuttaki tüm sistemler olumsuz yönde etkilenmektedir (Sabanis et al., 2009). Çölyak hastalarında malabsorpsiyona bağlı olarak demir, B12 vitamini ve folat eksikliğine sık rastlanmaktadır. Ayrıca tedavi edilmeyen hastalarda osteoporoz, infertilite ve depresif hastalıklar da sıklıkla görülmektedir (Butterworth et al., 2004). Çölyaklı bireyler için etkili tek tedavi yolu ömür boyu diyetten glutenin çıkartılmasıdır (Lazaridou et al., 2007, Gallagher et al., 2004, Thompson, 2003, Lee and Newman, 2003).

Çölyak hastalığının varlığını açıklamada genellikle buzdağı modeli kullanılmaktadır. Klinik olarak çölyak teşhisi konulan hastalar buzdağının görünen kısmını (a) oluşturmaktadır. Glutensiz diyet uygulayan ve normal bağırsak mukozasına sahip bireyler bu küçük kısımdadır. Su seviyesinin altındaki grup (b) 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 (c) ise potansiyel çölyak hastaları oluşturmaktadır. Bu bireylerde gluten tüketilmesine rağmen mukoza normaldir fakat hastalığın gelişme potansiyeli söz konusudur (Gallagher et al., 2004 and Feighery, 2005).



Şekil 2.1. Buzdağı modeli (Gallagher et al., 2004)

Klinik tanı ile elde edilen çölyak hastalığının görülme sıklığı Birleşik Krallık'ta 1:300, Amerika'da 1:10000 oranında iken taramayla elde edilen görülme sıklığı ise Birleşik Krallık'ta 1:112, Amerika'da 1:111'dir. Bu da daha önce nadir bir hastalık olduğu düşünülen çölyak hastalığının hem risk grubunda hem de toplumun genelinde çok daha sık olduğunu göstermektedir (Fasano and Catassi, 2001). Türkiye' de sağlıklı kan donörlerinde yapılan bir taramada ise prevalans % 1.3 olarak bulunmuştur (Tatar et al., 2004). Dalgic et al. (2011) 2006-2008 yılları arasında Türkiye'nin çeşitli bölgelerindeki 62 ildeki 139 okuldan yaşları 6-17 arasında olan sağlıklı 20190 öğrenciden oluşan örnekleme çölyak hastalığının prevalansının en az % 0.47 olduğunu belirlemişlerdir.

Semptomatik çölyak hastalığı gastrointestinal semptomlar, kilo kaybı, anemi, metabolik kemik hastalıkları ve bitkinlik nedeniyle önemli derecede morbiditeye neden olmaktadır. Çölyak hastalığı teşhisi konmamış hastalarda azalan kemik yoğunluğu, demir veya folat eksikliği gibi gizli bulgulara neden olmaktadır. Bu bireylerde klinik önemi çölyak hastalığından daha fazla olan otoimmün ilişkili hastalıklara da rastlanmaktadır (Green and Jabri, 2003).

Glutensiz ürünlerin besinsel kalitesi ile ilgili çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bir çalışmada glutensiz ürünlerin tiamin, riboflavin ve niasin miktarları zenginleştirilmiş gluten içeren ürünler ile karşılaştırılmıştır. İncelenen 69 üründen 39'unun tiamin, riboflavin ve niasin içeriklerinin zenginleştirilmiş buğday içeren karşılıklarından düşük olduğu belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca 368 glutensiz pirinç unu, ekmek, makarna ve kahvaltılık tahılların zenginleştirilme durumları incelenmiştir. Bu ürünlerden sadece 35 tanesinin zenginleştirildiği belirlenmiştir. İncelenen 268 üründen 196'sında rafine tahıl veya nişastanın temel ingrediye olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacı çölyaklı bireylere tam tahıllı veya zenginleştirilmiş ürünleri ile tiamin, riboflavin ve niasin kaynağı tahıl dışı gıdaları tüketmelerini önermiştir (Thompson, 1999).

Çölyak hastalarının vücut kompozisyonlarının ve günlük besin alımlarının incelendiği bir çalışmada sıkı glutensiz diyet uygulayan bireylerde kilo ve beden kitle indekslerinin kontrol grubuna göre düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çölyaklı kadınlarda kemik mineral miktarını düşük olduğu belirlenmiştir (Kupper, 2005).

Glutensiz diyet uygulayan çölyak hastalarının uzun dönem beslenme alışkanlıkları ve gıda tercihleri incelendiğinde, kontrol grubuna göre, karbonhidrat, yağ ve protein alımının dengesiz olduğu, temel besin öğeleri alımının ise kısıtlı olduğu görülmektedir (Alvarez – Jubete et al., 2009). Hallert et al (2002) 10 yıl süresince glutensiz diyet uygulayan çölyak hastalarının %56'sında vitamin yetersizliği sorunlarına rastlamış ve bu durumu hastaların beslenme alışkanlıklarına bağlamıştır. Mariani et al. (1998) sıkı glutensiz diyet uygulayan çölyaklı adolesanlarda demir, kalsiyum ve besinsel lif alımının RDA değerlerinden düşük olduğunu göstermişlerdir. Çalışmada protein ve lipidlere alınması gereken kalori miktarının önerilenden yüksek olduğu buna karşın karbonhidratlardan alınması önerilen kalori miktarının ise önerilenin altında olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada aşırı kilo ve obezite sorununun sıkı glutensiz diyet uygulamayan hastalardan (%51) ve sağlıklı bireylerden oluşan kontrol grubundan (%47) daha sık olduğu (%72) belirlenmiştir.

Stojiljković et al. (2009) farklı formlarda hastalık gösteren 39 çölyaklı çocuk ile 19 kontrol üzerinde antioksidan enzim aktivitesi, glutation seviyesi ve lipid peroksidasyonu ölçümleri yapmışlardır. Gizli ve aktif çölyaklı bireylerde süperoksit dismutaz aktivitesinin arttığı, glutation peroksidaz ve glutation redüktaz enzimlerinin aktivitesinin ve glutation miktarının ise belirgin şekilde azaldığı gözlenmiştir. Bu çalışmada oksidatif stresin çölyak hastalığının patogenezinde önemli bir faktör olduğu ve çölyaklı bireylerde antioksidan kapasitenin belirgin şekilde azaldığı sonucuna varılmıştır. Araştırmacılar buna bağlı olarak antioksidanların çölyaklı hastalığının tedavisinde tamamlayıcı olabileceğini belirtmişlerdir.

2.2. Pirinç

Pirinç (*Oryza sativa* L.), dünyanın en önemli temel gıda maddelerinden biridir. Pirincin kimyasal kompozisyonu türüne, çevresel faktörlere ve uygulanan prosese bağlıdır. Pirinç bileşenleri aleurone, embriyo ve danenin diğer bölümlerinde farklı olarak dağılmaktadır. Kahverengi pirincin protein içeriği ortama %9.2 olmak üzere %4.3 ile 18.2 arasında değişmektedir. Pirinç tanesinin dış tabakaları albuminler ve globulinler açısından zengin, endosperm glutelin açısından zengindir. Kabuksuz pirinç sınırlı miktarda prolamin içermektedir ve protein dışı azot miktarı %2-4 arasındadır. Pirinç

nişastası amiloz ve amilopektinden oluşmaktadır. Waxy pirinç nişastası %0.8-1.3 amiloz içermektedir. Pirinçte lipidler spherosomlar veya lipid damlacıkları olarak aleurone tabakası, subaleurone tabakası ve embriyoda bulunmaktadır. Pirinç ayrıca vitamin ve mineraller de içermektedir (Riahi and Ramaswamy, 2003).

Amiloz:amilopektin oranı pişmiş pirincin birçok özelliğini belirlemektedir. Amiloz içeriği arttıkça nişasta granülünün su absorplama kapasitesi artar. Bunun sebebi amilozun hidrojen bağı oluşturma veya retrograde olma kapasitesinin amilopektinden daha yüksek olmasıdır. Pişmiş nişastanın tekstür ve parlaklığı üzerinde amiloz:amilopektin oranı etkili olmaktadır.

Pirinç nişastasının jelatinizasyon sıcaklığı çevresel faktörlere ve çeşide bağlı olarak 55-79°C aralığında değişiklik gösterir. Aynı çeşide ait örneklerde jelatinizasyon sıcaklığında 10°C'den fazla sapmalar meydana gelebilmektedir. Tanenin gelişimi sırasında meydana gelen değişimler jelatinizasyon sıcaklığını da değiştirmektedir.

Pirinç unu karakteristik amilograf eğrisine sahiptir. Waxy pirinç amilotip pirinçlere oranla daha düşük sıcaklıklarda pik viskozitesi vermektedir. Waxy pirinç unundan waxy pirinç nişastasına amilograf eğrisine benzer eğriler elde etmek için iki kat konsantrasyona ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun muhtemel nedeni pirinç ununda başta suda çözünmeyen proteinler olmak üzere nişasta dışı bileşenlerin bariyer görevi görmesidir (Juliano, 1972).

2.3. Baklagiller

Yemelik tane baklagiller *Leguminoceae* familyasında olup dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Baklagiller yüksek protein içerikleri nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Ayrıca baklagiller iyi birer kompleks karbonhidrat (besinsel lif ve nişasta), mineral (özellikle kalsiyum ve demir) ve B vitaminleri kaynağıdır (Kaur et al., 2007). Baklagiller düşük miktarda sülfürlü aminoasit ve triptofan içerirken lizin açısından zengindirler. Tahıllar ise düşük miktarda lizin ve yüksek miktarda sülfürlü amino asit içermektedirler. Bu nedenle baklagiller ve tahıllar aminoasit dağılımı açısından tamamlayıcıdır ve birlikte tüketildiklerinde dengeli bir amino asit profili çizerler (Boye et al., 2009 and Duranti et

al., 2005).

Baklagiller fizyolojik olarak birçok faydası olan besinsel lifler bakımından da zengindir. Baklagillerde bulunan oligosakkaritlerden çözünebilir rafinozlar potansiyel prebiyotiklerdir. Bu oligosakkaritler ince bağırsakta sindirilememekte ve adsorplanamamakta, kalın bağırsakta kolon mikroflorası tarafından fermente edilmektedir. Fermantasyon ürünleri gaz ve kısa zincirli yağ asitleridir. Kısa zincirli yağ asitleri kolon mukozası sağlığını desteklemektedir (Tosh and Yada, 2009).

Baklagiller doğal antioksidanlar olarak bilinen birçok fenolik maddeyi içermektedir. Baklagiller içersinde en çok fenolik madde mercimekte bulunmaktadır. Nohut flavonoller, flavon glikozitleri, oligomerik ve polimerik proantosiyantinler olmak üzere birçok fenolik bileşiği içermektedir (Compos-Vega, 2009). Bezelyenin flavonlar, flavonoller ve proantosiyanidinler içerdiğine dair çalışmalar bulunmaktadır (Dueñas et al., 2005).

Baklagil unlarının gıda ingrediyesi olarak başarılı performansları son ürün üzerinde etkili olan fonksiyonel özelliklerine ve duysal kalitelere bağlıdır. Bu fonksiyonel özellikler köpük oluşturma, emülsiyon oluşturma, tekstür, jelleşme, viskozite, su ve yağ adsorpsiyon kapasiteleridir (Kaur et al., 2007).

Baklagil unları ve fraksiyonlarının makarna ürünleri üretiminde kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Bahnassey et al. (1986) yaptıkları çalışmada baklagil unu veya baklagil proteini konsantratu katkılı spagetti üretmiş ve tahıllara baklagil katkısının protein içeriğini ve lizin yararlanımını arttırdığını saptamıştır. Zhao et al. (2005) yeşil ve sarı bezelye, mercimek ve nohut unu kullanarak durum buğdayı irmiğinden ürettikleri spagettilerin besinsel değerinin arttığını göstermiştir. Çalışmada ürün kalitesinin eklenen baklagil unu çeşit ve miktarına bağlı olduğu saptanmıştır. Wood (2009) buğday irmiğine nohut unu ilave etmiş ve zenginleştirilen spagettilerin tüketiciler tarafından kabul edilebilir olduğunu ve amino asit profilinden dolayı besinsel değerinin arttığını belirtmiştir.

Martínez-Villaluenga et al. (2010) yaptıkları çalışmada bakla ve bezelye unlarının protein kalitesi üzerine alkolik ekstraksiyon, fermentasyon ve çimlenme gibi

proseslerin etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın ikinci basamağında işlenmiş unlar irmikle birlikte makarna üretiminde kullanılmıştır. Protein kalitesinin belirlenmesi amacı ile un ve makarna örneklerinin amino asit kompozisyonu ve kimyasal skor belirlenmiştir. Etanol ile ekstrakte edilen bakla unu ile fermente edilmiş veya çimlendirilmiş bezelye ununun poretin kalitesinin işlenmemiş undan yüksek olduğu, makarna formulasyonlarında protein kalitesini arttırmak amacı ile işlenmiş bakla ve bezelye unlarına yer verilebileceğini belirtilmiştir.

Sabanis et al. (2006), lazanya üretiminde durum buğdayına %5, 10, 20, 30 ve 50 oranlarında nohut unu katkısının lazanya hamuru ve lazanya özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. %20 nohut unu ilavesiyle lazanya hamurun güçlendiği, farinograf kalite değerlerinin (FQN= farinograf kalite numarası) arttığı belirlenmiştir. Nohut unu katkısı %10 oranına kadar istenen sarı rengi sağlarken, oran arttığında lazanya renginde bozulmalara, kahverengi renk oluşumuna neden olmuştur. Yüzde 30 ve 50 oranlarında nohut unu içeren lazanyaların koyu renkli olduğu ve pişirildiklerinde yüzeylerinin yapışkan olduğu, çiğneme özelliklerinin istenilen kalitede olmadığı sonucuna varılmıştır. Tat açısından en beğenilen lazanya çeşidinin ise %5 nohut unu katkılı olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar nohut unundaki temel depo proteini olan legumin ile esnek ağ oluşsa da kalitesinin glutenin oluşturduğu kadar iyi olmadığını belirtmişlerdir.

Gallegos-Infante et al. (2010) yaptıkları çalışmada buğday irmiğine fasulye unu ekleyerek ürettikleri spagettilerin kalite özellikleri ile fenolik madde içeriklerini incelemişlerdir. Elde edilen veriler fasulye unu katkısının pişme kaybını artırıp sıklık değerini azaltarak kaliteyi olumsuz etkilediğini bununla beraber toplam fenolik madde miktarını belirgin şekilde arttırdığını göstermektedir.

Bir başka çalışmada ise buğday ununa %15-35 oranında kırmızı, siyah, benekli ve navy fasulye unu eklenerek tortilla üretilmiştir. Hamur reolojisinin, sertliğinin, yapışkanlığının (Cohesiveness) ve bazı fiziksel özelliklerinin fasulye unu konsantrasyonuna bağlı olarak negatif yönde etkilendiği belirlenmiştir. Fasulye unu katkılı tortilla örneklerinin ham protein, toplam fenol ve 2-2' azinobis-(3-methylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS⁺) in vitro antioksidan aktivitelerinin

ve antibesinsel bileşen içeriklerinin buğday unundan üretilen tortilladan yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar %25 katkı oranında besinsel profildeki gelişmenin yanı sıra tortilla tekstürünün de kabul edilebilir özellikte olduğunu belirtmişlerdir (Anton et al., 2008).

Demir (2008) tarafından yapılan bir araştırmada erişte üretiminde çığ ve pişmiş nohut unları, 5 farklı ikame oranında (% 10, 20, 30, 40 ve 50), yumurta katkılı ve katkısız olarak kullanılmıştır. Kuskus üretiminde ise, ıslatılan buğday bulguru tanelerinin üzeri 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 ve 100:0 oranında çığ nohut unu:buğday unu paçalı ile kaplanmıştır. Erişte ve kuskus örneklerinde protein, kül ve mineral miktarının artan nohut unu ikamesine bağlı olarak arttığı belirlenmiştir.

2.4. Ksantan gam

Ksantan, *Xanthomonas campestris* bakterisi tarafından aerobik fermentasyon ile üretilen anyonik polisakkarittir. Ksantan molekülünde ana zincir (1-4) bağlarıyla bağlanmış β -D glucandır. Yan zincirlerindeki trisakkaritler (β -D-mannopiranozil-(1,4)- β -D-glukupranozil-(1,2)-6-O-asetil- β -D-mannopiranozil) birbirini izleyen β -D glukozil birimlerine O-3 pozisyonundan bağlanmaktadır. Ana zincir ile yan zincirdeki trisakkaritlerin yakın uyumu ksantan molekülüne ısı, asit ve alkaliye karşı olağan üstü kararlılık sağlamaktadır (Achayuthakan and Suphantharika, 2008). Moleküler ağırlığı 2×10^6 ile 20×10^6 arasında olup *Xanthomonas* suşuna, besiyeri kompozisyonuna ve fermentasyon koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Çözeltileri psödoplastik özellik gösterir (García-Ochoa et al., 2000). 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 (Köksel, 2007) .

2.5. Glutensiz makarna ve erişte üretimi

Makarna geleneksel olarak durum buğdayı irmiği ve suyun homojen bir karışım oluşacak şekilde karıştırılması ile üretilmektedir. Erişte ise buğday unu, su ve tuz kullanılarak üretilmektedir. Diğer bileşenler arasında nişasta, gam, yumurta, renk maddeleri ve koruyucular olabilmektedir. Erişte, hammaddelerin karıştırılması ile elde

edilen hamurun düzleştirilip, inceltmesi ve ince şeritler halinde kesilmesi ile elde edilir (Fu, 2008).

Gluten makarna ürünlerine kuvvetli matriks sağlayan bir proteindir. Gluten proteinleri makarnanın pişirilmesi sırasında nişastanın fazla miktarda çözülmesini engelleyerek pişme suyuna geçen madde miktarını azaltmakta ve pişirildikten sonra diri (al dante) yapısının korunmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda gluten proteinleri su tutma kapasitesi, hamura ve pişmiş makarnaya viskoelastik yapı sağlamasından dolayı önem taşımaktadır (Hoseney, 1994). Glutensiz ürünlere retrograde nişastadan oluşturulan ağ gluten ağına bir alternatif olabilmektedir. Nişasta retrogradasyonu pişmiş makarnanın sertliğini sağlamada, yapışkanlığını önlemede ve suya geçen madde miktarına azaltma üzerinde etkilidir. Üründe yeterli miktarda retrograde nişasta bulunması için nişastaya belirli bir nem değerinde ısı işlem uygulanması ve sonra soğutulması gerekmektedir. Bu işlemler sırasında özellikle amiloz üç boyutlu ağ oluşturmaktadır (Mestres, 1993 and Mariotti et al., 2011).

Glutensiz makarna ve erişte üretiminde ise çölyak hastalarının tüketebildiği pirinç, sorgum, darı, teff, quinoa, amarant ve karabuğday gibi tahılların kullanılması mümkündür (Kupper, 2005). Glutensiz tahıllar içerisinde pirinç yumuşak tadı, renksiz olması, sodyum seviyesinin düşük olması, kolay sindirilebilir karbonhidrat içeriği ve düşük hipoalerjik özellikleri ile ayrı bir yere sahiptir (Marco and Rosell, 2008).

Makarna ve erişte yapımında hammadde olarak pirinç unu kullanıldığında bütünlük gösteren homojen bir hamur elde edilemediği için bir miktar nişasta jelatinizasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır (Yalcın and Basman, 2008a; Sozer, 2008). Amiloz içeriği yüksek, jelatinizasyon sıcaklığı düşük ve jel konsistansı yüksek olan pirinç türleri erişte üretimi için uygundur. Amiloz içeriği orta düzeyde olan pirinçlerden daha yumuşak bir ürün elde edilmekte ve pişme kaybı daha yüksek olmaktadır. Düşük amiloz içerikli unlar ise pirinç eriştesi üretimi için uygun değildir. Ticari olarak pirinç eriştesi üretiminde modifiye nişastalar (çapraz bağlı veya asetillenmiş) hidrokolloidler ile birlikte kullanılmaktadır (Cham and Suwannaporn, 2010).

Mısır makarnası, mısır ununun belli bir miktar su ile karıştırılması ve ardından

nişastanın kısmi jelatinizasyonunu sağlamak amacı ile karışımın ısıtılması ve hamurun ekstrüzyonu ile elde edilebilmektedir. Şekil verilen hamur kurutulmuş makarna son şeklini almaktadır (Mariotti et al., 2011).

Glutensiz ürünler nişasta, glutensiz tahıl unları ve gıdaların karıştırılması ile üretilen için protein içerikleri düşüktür ve özellikle lizin açısından fakirdir. Bu ürünlerin besinsel değerini arttırmak için farklı kaynaklardan çeşitli proteinler formülasyona ilave edilebilmektedir. Soya, bezelye, whey, yumurta albumini bu kaynaklar arasındadır (Marco et al., 2007).

Bir çalışmada bezelye unu kullanılarak çift vidalı ekstrüder ile makarna benzeri ürün elde edilmiştir (Wang et al., 1999). Bezelye unu nişasta ile zenginleştirildikten sonra üretimde kullanılmıştır. Ekstrüzyon parametreleri olan hamur nemi, vida hızı ve sıcaklığın makarna örneklerinin fiziksel, tekstürel ve pişme özelliklerini etkilediği belirlenmiştir. Elde edilen ürün ticari spagetti ile karşılaştırıldığında pişme süresi ve yapışkanlığının daha az olduğu bununla birlikte pişme kaybının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Huang et al. (2001) yaptıkları çalışmada yanıt yüzey yöntemini kullanarak glutensiz makarna formülasyonlarının geliştirmişlerdir. Formülasyonlar bağımsız değişken olarak ksantan gam, keçiyoynuz gamı, modifiye patates nişastası, tapyoka nişastası, ve patates nişastası içermektedir. Tüm formülasyonlarda mısır unu ve pirinç unu bulunmaktadır. Makarna örnekleri tek vidalı ekstruder kullanılarak üretilmiş ve 90° C' de 5 saat kurutulmuştur. Duyusal analiz sonuçları buğday unundan üretilen makarnaya benzer özellikteki glutensiz makarna üretiminin yüksek miktarda modifiye nişasta, ksantan gam ve keçiyoynuzu gamı kullanımı ile mümkün olduğunu göstermiştir.

Yalcin and Basman (2008a/b) yaptıkları çalışmalarda pirinç eriştesi ve mısır eriştesi kaitesi üzerine jelatinizasyon miktarı ile ksantan gam, keçiyoynuzu gamı ve transglutaminaz enzimi kullanımının etkilerini incelemişlerdir. En kaliteli ürün eldesinin mısır eriştesinde %80, pirinç eriştesinde ise %25 jelatinizasyon oranında sağlandığını, ksantan gam katkısının kalite üzerindeki olumlu etkisinin keçiyoynuzu

gamından daha fazla olduğunu belirtmiştir. Çalışmada elde edilen veriler transglutaminaz ilavesinin tüm erişte örneklerinin kalitesini arttırdığını göstermektedir.

Marti et al., (2010) yaptıkları çalışmada makarna üretim prosesinin esmer pirinç unundan yapılan makarnanın çirilenme, termal özellikler, tekstür ve pişme özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Konvensiyonel makarna üretimi ile pişirmeli ekstrüzyon yöntemi karşılaştırılmıştır. Pişirmeli ekstrüzyon yönteminde un su karışımı ekstruderde 2 dakika süresince 115°C'deki buharla ısıtılarak işleme tabi tutulmaktadır. Isıl işlem uygulanan hamur pelletler şeklinde ekstrude edilmiş, ardından konvensiyonel yöntemde kullanılan sürekli ekstruderde makarna şekli verilmiştir. Her iki yöntemde de makarna örnekleri 50°C'de 14 saat süresince kurutulmuştur. Pişirmeli ekstrüzyon yöntemi ile üretilen makarna örneklerinin pişme özelliklerinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Çalışmada bu örneklerde pik viskozitesinin, son viskozitesinin ve jelatinizasyon sıcaklığının daha düşük olduğunu belirlemiştir.

Bir çalışmada mısır ve patates nişastasından erişte üretiminde gliseril monostearat (GMS) kullanımının etkisi incelenmiştir. GMS eklenmesi mısır ve patates nişastalarında şişme kapasitesini, çözünürlüğü ve sineresisi arttırmıştır. Ayrıca GMS varlığında geçiş sıcaklığı ve jelatinizasyon entalpisi artmıştır. Kontrol olarak emülgatör ve gam içermeyen erişte üretilmiştir. Analizler GMS katkılı eriştenin pişme süresinin fazla olduğunu, su absorpsiyonu ve pişme kaybının ise daha az olduğunu göstermiştir. GMS ilave edilmiş eriştelerin tekstür profil analizi sonucunda sertlik, kohesiflik, elastikiyet, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik parametrelerinde düşüş olduğu gözlemlenmiştir (Kaur et al., 2005).

Clemente et al. (2001) yaptıkları çalışmada pirinç unu (350 g), mısır nişastası (150g), patates nişastası (150 g) ve yumurta (420 g) kullanarak ürettikleri ev yapımı glutensiz makarna ile ticari yumurtalı durum buğdayı makarnasını lezzet, glisemik cevap, gastrik distansiyon ve boşalma ile Hidrojen üretimi açısından karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar üretimde jelatinize pirinç unu kullanıldığında hamurun daha kolay işlenebildiğini belirtmişlerdir. Çalışmada glutensiz ev yapımı makarna ile ticari makarna arasında lezzet açısından bir fark olmadığı saptanmıştır. Panelistler glutensiz makarnanın daha az tokluk hissi verdiğini belirtmişlerdir. Glutensiz

makarna 60. ve 120. dakikalarda daha yüksek postprandial glukoz cevabına neden olsa da 240. dakikada her iki makarnanın neden olduğu postprandial glukoz cevabı arasında fark bulunmadığı tespit edilmiştir. Hidrojen üretimi açısından makarna örnekleri arasında fark bulunmamıştır.

Bir başka çalışmada durum buğdayına ön fermentasyon uygulayarak gluteni azaltılmış makarna üretilmiştir. Araştırmacılar durum buğdayını sıvı ortamda laktik asit bakterileri ile fermente edip elde edilen hamuru dondurarak kurutmuşlardır. Bu şekilde üretilen un ile karabuğday unu 3:7 oranında karıştırılarak makarna üretilmiştir. Fermente edilmeyen hamur ise kontrol olarak kullanılmıştır. İki boyutlu elektroforez sonuçları buğday gliadinie ait 130 banttan 92' sinin laktik asit bakterileri tarafından hidrolize edildiğini göstermiştir. ELISA testi kullanılarak fermentasyon ile makarnanın gluten içeriğinin 6280 ppm' den 1045 ppm'e düştüğü tespit edilmiştir (di Cagno et al., 2005).

Glutensiz ürünler için Kodeks standardı, Dünya Sağlık Örgütü'ne (World Health Organization) bağlı Kodeks Alimentarius Komisyonu (Codex Alimentarius Commission) ve Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agricultural Organization) tarafından 1976 yılında belirlenmiştir. Bu standarda göre glutensiz gıdalar; buğday prolamini ile çavdar, arpa, yulaf veya bunların melez varyetelerini içermeyen ingrediyeentlerde 20 ppm' in altında; buğday, arpa, yulaf, çavdar ve bunların melezlerini içeren ve glutensiz hale getirilmiş ingrediyeentlerde ise 200 ppm'in altında olmalıdır. Standartta glutensiz ingrediyeentler ile glutensiz hale getirilmiş ingrediyeentler içeren karışımların gluten miktarının 200 ppm'i aşmaması gerektiği ifade edilmektedir. (Gallagher et al., 2004). Ülkemizde glutensiz ürünler ile ilgili yasal düzenlemeler ilk kez 2003 yılında düzenlenen Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği (TGKY) Glutensiz Gıdalar Tebliği (Tebliğ no: 2003/33) ile yapılmıştır. Bu tebliğe göre gluteni azaltılmış gıda maddelerinde gluten miktarı kuru madde üzerinden 200 ppm'i geçmemelidir. Gluten içermeyen bileşenlerden oluşan glutensiz gıda maddelerinde gluten miktarı kuru madde üzerinden 20 ppm'i geçmemelidir. 04.01.2012 tarihinde yürürlüğe giren Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği (Tebliğ No: 2012/4)' ile son düzenlemeler yapılmıştır. Bu tebliğe göre çok düşük glutenli gıda

maddelerinde gluten miktarı 100 ppm'i geçmemelidir. Glutensiz gıda maddelerinde ise gluten miktarı 20 ppm'i geçmemelidir.

2.6. Besinsel lif

Son yıllarda yüksek besinsel lifli diyetler beslenmede önemli bir rol oynamaktadır. Besinsel lif insanların ince bağırsağında sindirime ve emilime dirençli olan ve kalın bağırsakta tam ya da kısmi fermentasyona uğrayan yenilebilir bitki kısımlarıdır (AACC, 2001). Besinsel lif terimi esas olarak bitkilerde hücre duvarı materyali olarak bulunan sindirilemeyen polisakkaritler (örneğin, selüloz, hemiselülozlar, oligosakkaritler, pektinler, gamlar), mumlar ve ligninin kompleks karışımı olarak kabul edilmektedir (Sabanis et al., 2009). Günümüzde besinsel liflerin insan sağlığı üzerindeki muhtemel yararları arasında divertiküloz, kabızlık, hemoroid ve şişmanlığı önlemesi, kolon kanseri ve kalp damar hastalıkları riskini azaltması sayılmaktadır. Besinsel liflerin yararlı fizyolojik etkileri arasında kan kolesterol seviyesini ve/veya kan glukoz seviyesini düşürmesi de bulunmaktadır (AACC,2001; Sabanis et al., 2009; Tosh and Yada, 2009). Obezite, tip 2 diyabet ve koroner kalp hastalıkları için bir risk faktörü oluşturmaktadır. Birçok araştırma yüksek miktarda besinsel lif tüketiminin kilo kontrolüne yardımcı olduğunu göstermektedir. Besinsel lifler tip 2 diyabet riskini azaltarak ve kilo kontrolüne yardımcı olarak koroner kalp hastalıkları riskini azaltmaktadır. Besinsel liflerin koroner kalp hastalıklarını önlemede bir etkisi de LDL-kolesterolü düşürmesi yolu ile olmaktadır (Kendall et al., 2010).

Kodeks Komisyonu 2008'de besinsel lifleri, ince bağırsaktaki enzimler tarafından hidrolize edilemeyen, 10 ya da daha fazla karbonhidrat monomerinden oluşan polimerler olarak tanımlamış ve besinsel lifleri 3 kategoride incelemiştir: 1) gıdalarda tüketildiği şekliyle doğal olarak bulunan yenilebilir karbonhidratlar, 2) hammaddeden fiziksel, kimyasal veya enzimatik olarak elde edilen, sağlık için yararlı fizyolojik etkisi yetkili otoriteler tarafından kabul edilen karbonhidrat polimerleri, 3) sağlık için yararlı fizyolojik etkisi yetkili otoriteler tarafından kabul edilen sentetik karbonhidrat polimerleri (Kendall et al., 2010). Besinsel Referans Alım (Dietary Reference Intake) Kurulu ise besinsel lifleri; besinsel lif (buğday ve yulaf kepeği), fonksiyonel lif (dirençli nişasta) ve besinsel ve fonksiyonel lifin toplamı olan toplam lif

olarak 3 kategoriye ayırmıştır (Cummings et al., 2009).

Glutensiz ürünler sıklıkla rafine un veya nişasta kullanılarak üretildikleri ve genellikle zenginleştirilmedikleri için glutensiz diyet uygulayan bireylerde besinsel lif yetersizliği durumuyla karşılaşılabilir. Günlük önerilen besinsel lif miktarı 50 yaş altı yetişkinler için kadınlarda 25 g ve erkeklerde 28g; 50 yaş üzeri yetişkinler için ise kadınlarda 21 g ve erkeklerde 30 g'dır (Stojceska et al., 2010). Grehn et al. (2001) yaptıkları çalışmada glutensiz diyet uygulayan 49 İsviçreli çölyak hastasının besinsel alışkanlıklarını normal diyet uygulayan kontrol grubundaki bireyler (N=498) ile karşılaştırmış ve glutensiz diyet uygulayan çölyak hastası yetişkinlerin besinsel lif alımının kontrol grubundaki bireylerden düşük olduğunu göstermişlerdir.

2.7. Vitaminler

Vitaminler, vücuttaki tepkimeleri düzene sokan biyokatalistler olarak nitelendirilir. Bu öğeler normal metabolik işlevlerde (hücresinin rutin faaliyetlerinde, korunmasında, farklılaşmasında, gelişiminde vb.) çok düşük miktarlarda gereksinim duyulan bileşiklerdir. Çoğu kez koenzim gibi görev yaparak önemli metabolik roller üstlenmektedir. Bazı vitaminler öncü ya da provitamin olarak gıdalar içinde yer almakta ve vücuda girdikten sonra da kimyasal değişikliğe uğrayarak bir veya daha fazla aktif vitamin yapısına dönüşmektedir. Vitaminler, klasik bir sınıflandırma yapıldığında iki gruba ayrılırlar: Yağda çözünen vitaminler A, D, E ve K vitaminleridir. Suda çözünen vitaminler ise tiamin (vitamin B₁), riboflavin (vitamin B₂), niyasin, vitamin B₆, pantotenik asit, folik asit, vitamin B₁₂, biotin, askorbik asittir (Saldamlı ve Sağlam, 2005).

2.7.1. Vitamin B₁ (Tiamin)

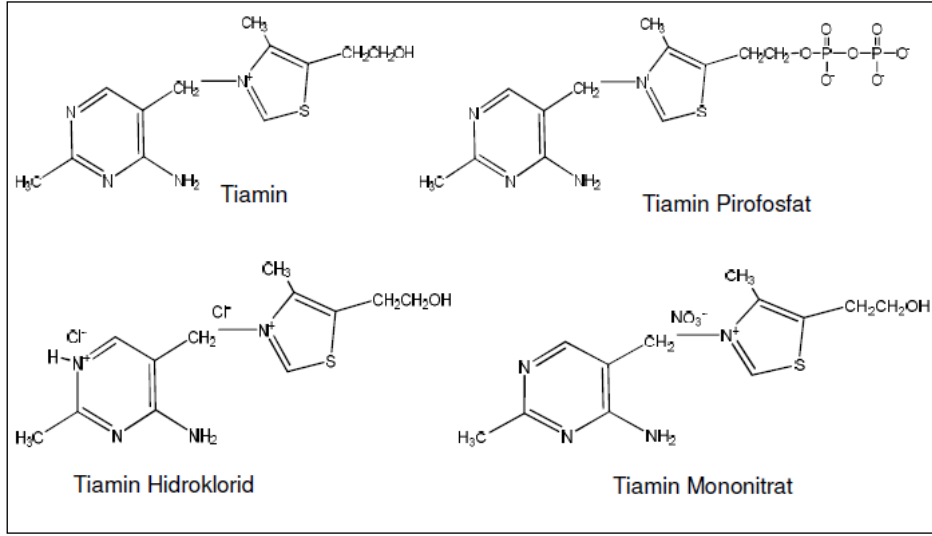
Tiamin pirimidin halkasının (4' amino - 2'- metilpirimidinil - 5'-metil) tiyazol'e (5-(2-hidroksietil)-metil-tiyazol) metilen köprüsü (-CH₂-) ile bağlanmasıyla oluşmuştur. Doğal olarak en sık rastlanan formu tiamin difosfat (veya pirofosfat) olmakla birlikte serbest halde tiamin monofosfat ile tiamin trifosfat şeklinde de bulunmaktadır (Ball, 2006).

Bütün formları bitki ve hayvan dokularında bulunmakla birlikte bitki dokuları hayvan dokularına göre daha fazla serbest tiamin formunu içermektedir. Tiamin metabolizmada tiamin pirofosfat şeklinde etkinlik göstermektedir. Tiamin pirofosfat normal karbonhidrat, nükleik asit ve amino asit metabolizması için gerekli olduğundan merkezi bir rol oynamaktadır. TCA döngüsündeki piruvattan asetil koenzimA sentezinde piruvat dehidrojenaz kompleksi tarafından karakterize edilen alfa-keto asitlerin dekarboksilasyonundaki temel kofaktörlerden birisidir. Tiamin pirofosfat ve diğer tiamin fosfat esterleri sinir impulsları iletiminde görev almaktadır (Eitenmiller and Landen, 1999; Ball, 2006). Tiaminin koenzim olarak makro besin öğelerinin oksidasyonunda ve adenosin trifosfat üretiminde rol aldığı belirtilmiştir (Hanninen et al., 2006).

Tiaminin stabilitesini pH, sıcaklık, ısıtma süresi, su aktivitesi, iyonik kuvvet ve proses metoduna bağlı olarak değişmektedir. Tiamin ışık ve oksidasyona karşı stabil olmasına rağmen suda çözünen vitaminler arasında nötr pH değerinde en düşük stabiliteye sahip olan vitaminlerdendir. Alkali pH değerlerinde ise stabil değildir. pH 2.0-4.0 arasında maksimum stabiliteye sahipken düşük asitliğe sahip gıdalarda ısı işlem ile kayıplar meydana gelebilmektedir. Tiamin ortam sıcaklığında ve düşük su aktivitesinde oldukça dayanıklılık göstermektedir. Kahvaltılık tahıl benzeri kurutulmuş model sistemlerde a_w 0,1 - 0,65 ve 37 °C'den düşük sıcaklıklarda tiaminde çok az veya hiç kayıp olmadığı görülmüştür (Eitenmiller and Landen, 1999; Gregory et al., 2008; Bilgi Boyacı, 2008).

Tiamin hem bitkisel hem de hayvansal kaynaklarda yer almaktadır. Tam tahıl ekmeği ve patates önemli besinsel kaynaklarıdır. Tahılların dış kabuğunda ve ruşeyminde, mayada, sebzelerde ve kuru yemişlerde bulunmaktadır. Domuz, sığır eti, balık, yumurta ve hayvan organları karaciğer, böbrek, beyin ve kalpte bolca bulunmaktadır. Anne sütü ve inek sütü de tiamin içermektedir. B₁ vitamini hububat ürünlerinde kabukta yoğunlaştığı için; unun öğütülmesi ve pirincin parlatılması esnasında kabuktaki vitaminin çoğu kaybedilmektedir (Eitenmiller and Landen, 1999; Belitz et al., 2009). Besinsel tiaminin dört ana kaynağı ve toplam günlük alımdaki katkıları; tam tahıllar ve tahıl ürünleri (%50), sebzeler (%20), et (%10) ve süt ürünleri (%10) dir.

Beyaz pirinç, şeker, alkol, yağ ve diğer işlenmiş gıdalar zayıf tiamin kaynaklarıdır (Lynch and Young, 2000).



Şekil 2.2. Tiaminin çeşitli formlarının moleküler yapısı (Ball, 2006)

Tiamin yetersizliği, sinir ve sindirim sistemi bozuklukları şeklinde ortaya çıkmaktadır. Yetişkinlerdeki tiamin eksikliğinin semptomları arasında uykusuzluk, halsizlik, kilo kaybı, asabiyet sayılabilir. Yenidoğanlar, yetersiz anne sütü emen bebeklerde solunum güçlüğü ve siyanoz görülebilmektedir. Bunu izleyen süreçte ishal, kusma, kilo kaybı ve ses kısılması görülebilir (Lynch and Young, 2000). Tiamin yetersizliğinin temel rahatsızlığı olan beriberi hastalığı ilk olarak 20. yüzyıldan önce kabuksuz pirinçle beslenen Uzak Doğu ülkelerinde yaygın olarak görülmüş ve pirincin zenginleştirilmesi ile büyük ölçüde ortadan kaldırılmıştır. Uzun süre düşük tiamin alımı sonucunda ortaya çıkan Beriberi hastalığı kuru beriberi, yaş beriberi ve çocuk beriberi olarak üç farklı formda bulunmaktadır. Kuru beriberi; iştahsızlık, yorgunluk, periferik sinir iltihabı semptomları gösterirken yaş beriberi beden faaliyetlerinde düzensizlik, kas güçsüzlüğü, ödem ve kalp zayıflığına neden olmaktadır. Kusma, katılma, karın şişkinliği, iştahsızlık ile karakterize edilen çocuk beriberisi ise hızlı şekilde kalbin durması ve ölüm ile sonuçlanabilmektedir. Şiddetli tiamin eksikliği olarak tanımlanan Wernicke-Korsakoff's sendromu ise halüsinasyon, karıştırma, akıl hastalığını içeren zihinsel bozukluklar ve koma ile karakterize edilmektedir. Bu hastalığa çoğunlukla gıda almadan uzun süre alkol kullanan kişilerde

rastlanılmaktadır (Eitenmiller and Landen, 1999; Lynch and Young, 2000; Baysal, 2002; Ball, 2006).

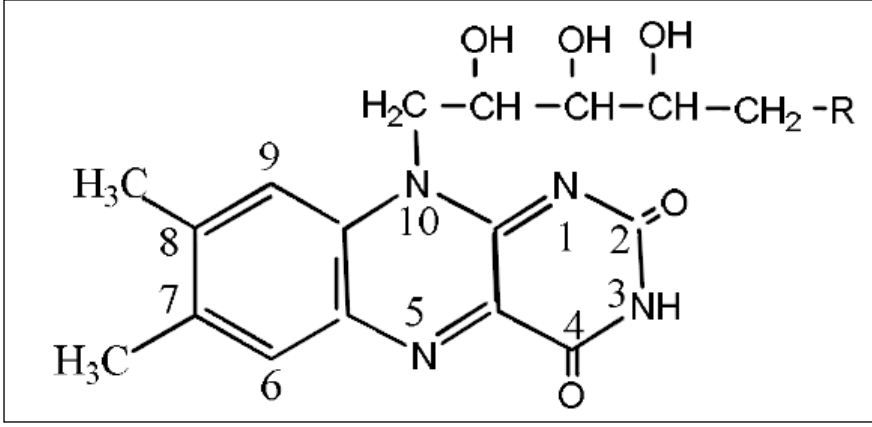
2.7.2. Vitamin B₂ (Riboflavin)

Riboflavin 7,8-dimetil-10 (1'-ribitil) izoalloksozin yapısındadır (Şekil 2.3). İzoalloksozin halkası flavin halkası olarak bilinmektedir. Flavin halkası 7, 8 pozisyonlarında metillenmiştir. Vitamin 10 pozisyonunda D- ribitil ile substitue olmuştur. Ribitil yan zincirinin 5' pozisyonunun fosforilasyonu ile flavin mononükleotid (FMN), 5'-adenozil monofosfat biriminin eklenmesi ile de flavin adenin dinükleotid (FAD) meydana gelmektedir. FMN ve FAD çeşitli oksidasyon-redüksiyon proseslerini katalizleyen flavine bağlı çok sayıda enzimin koenzimi olarak görev yapmaktadır. Bir molekülden diğer moleküle hidrojen taşınmasında görev almaktadırlar. Koenzimler FMN ve FAD, gıdalarda ve sindirim sisteminde bulunan fosfataz enzimlerinin aktivitesi sonucunda riboflavin formuna dönüşmektedir (Eitenmiller and Landen, 1999).

Riboflavin, FMN ve FAD ışığa karşı çok duyarlıdır. Riboflavin ışıktan korunduğu takdirde ısı ve oksidasyona karşı stabildir. Bu nedenle birçok gıdaya uygulanan işlemler riboflavin içeriği üzerinde az etki göstermektedir. Riboflavin asidik ortamda en fazla stabiliteye sahipken nötral pH'da stabilitesi azalmakta, alkali ortamda ise degradasyona uğramaktadır. FMN ve FAD pH 5.0'ın altında riboflavine dönüşmekte ve pH 7.0'ın üzerinde isoalloxazine halkası tahrip olmaktadır. Fotokimyasal reaksiyon asidik veya nötral solusyonlarda gerçekleştiğinde ribitil yan zinciri kırılmakta ve lumikrom oluşmaktadır. Alkali ortamda ise ribitil yan zincirinin deoksi-ucu karbonunda meydana gelen kırılma ile lumiflavin meydana gelmektedir. Lumiflavin riboflavine göre daha kuvvetli floresan özellik gösterdiğinden kromatografik analiz ile flavin belirlenmesinde lumiflavin reaksiyonu önemli bir analitik araçtır (Gregory, 2008; Eitenmiller and Landen, 1999).

Hububat taneleri düşük konsantrasyonlarda flavin içermelerine rağmen hububatın temel gıda olduğu ülkelerde önemli kaynak teşkil etmektedirler (Ball, 2006). Riboflavinin en önemli kaynakları süt ve süt ürünleri, yumurta, çeşitli sebzeler, maya, et ürünleri, özellikle sakatatlardan kalp, karaciğer ve böbrek, ve balık karaciğeri ve yumurtası sayılabilir (Belitz et al., 2009). Riboflavinin çoğunluğu ruşeym ve kepek

kısımında bulunduğundan öğütme ile önemli miktarda kayıp meydana gelmektedir (Rivlin, 1975). Öğütme işlemi ile % 60'a kadar kayıp meydana geldiğinden unun riboflavin ile zenginleştirilmesi ile ekmek ve tüketime hazır kahvaltılık hububat ürünlerine katkıda bulunulabilmektedir (Ball, 2006).

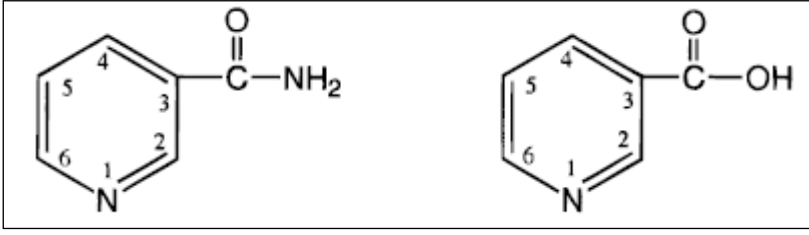


Şekil 2.3. Riboflavinin yapısı (Ball, 2006)

Riboflavin yetersizliği genellikle diğer suda çözünen vitamin yetersizlikleriyle beraber meydana gelmektedir. Riboflavin metabolizmasının folik asit, niyasin ve vitamin B₆ metabolizmasıyla olan yakın ilişkisi birbiriyle bağlantılı olan yetersizlik semptomları veya diğer besinlere ihtiyaç duyan metabolik sistemlerin düzensiz çalışması ile sonuçlanmaktadır. Riboflavinin yetersiz alınması durumunda deride, özellikle dudak, burun ve göz kenarlarında yaralar görülmektedir. Bunların yanısıra görme zorluğu, göz damarlarında genişleme, yanma ve sinir sistemi bozuklukları da yetersizlik belirtilerindedir (Eitenmiller and Landen, 1999).

2.7.3. Vitamin B₃ (Niasin)

Niasin, kimyasal olarak nikotinik asit (piridin 3-karboksilik asit) ve nikotin amid (piridin 3-karboksilik asit amid) formunda olup bu bileşiklerin genel ismidir. Asit ve amid formları birbirine dönüşebilmektedir ve biyolojik aktiviteleri benzerdir (Mawatari et al., 1991). Nikotinik asit Nikotinamid Adenin Dinükleotid (NAD) ve Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat (NADP) oluşumunda amid forma dönüşür (Eitenmiller and Landen, 1999).



Şekil 2.4. Nikotinamid ve nikotinic asit (Ball, 2006)

Niasin suda çözünen vitaminler içinde en stabil olandır. Biyolojik aktivitesi ısı işlem, asit, alkali ve ışıktan etkilenmemektedir. Bu nedenle ekstraksiyonunda asit ve baz hidrolizi kullanılabilir. Bu durumda niasin koenzimden ayrılıp serbest hale geçer (Eitenmiller and Landen, 1999).

Niasin bitkisel ve hayvansal kaynaklı gıdalarda serbest ve bağlı formlarda bulunmaktadır. Tahıllarda bulunan niasin genel olarak polisakkaritlere, polipeptid ve fenollere bağlı formdadır. Besinsel olarak yararlanımı olmayan, kimyasal olarak bağlı formların analizi kromatografik heterojeniteye ve kimyasal kompozisyonda çeşitliliğe neden olmaktadır. Alkali uygulaması niasini bu kompleks türevlerden ayırarak toplam niasin ölçümüne olanak sağlamaktadır (Gregory, 2008).

Hayvan organları, karaciğer, yağsız et, tahıllar, maya ve mantarlar niasin açısından zengindir. (Belitz et al., 2009). Niasin için önerilen günlük miktar 6.6mg/100 kkal düzeyindedir. Hastalık durumlarında ve gebelik döneminde gereksinim artmaktadır (Saldamlı ve Sağlam, 2005). Yüksek protein içeren gıdalarda triptofanın nikotinamide metabolik dönüşümü nedeniyle besinsel niasine olan ihtiyaç azalmaktadır. Bu nedenle bir gıdanın toplam niasin aktivitesi ancak triptofan dönüşümü de göz önüne alınarak belirlenebilir. Canlılarda vücuda alınan 60 mg triptofandan 1 mg niasin elde edilmektedir (Eitenmiller and Landen, 1999; Ball, 2006; Gregory, 2008).

Niasin eksikliği uykusuzluk, iştah ve kilo kaybı, dil ve ağız ağrıları, hazımsızlık, karın ağrısı, baş ağrısı, sinirlilik, unutkanlık ve dikkat dağınıklığı dahil olmak üzere birden çok belirtiler gösterir. 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. Goldberger et al. yoğunlaştırılmış maya ile pellegrayı iyileştirmişlerdir. Mayalar niasin yönünden zengin olduğundan mayalı ekme mayasız ekmeğe göre daha fazla niasin sağlamaktadır. Öğütme sırasında kepek ve embriyonun ayrılması ile tahılların niasin değeri azaldığından saflaştırma işlemi sonrasında bazı ülkelerde niasin ile zenginleştirilmektedir. Pellegra, 3-D hastalığı denilen dermatoz, demans ve ishal semptomlarını içermektedir. Pellegra; mısır ve diğer hububat ürünlerinin temel hammadde olduğu bölgelerde problem olmaya devam etmektedir. Gelişmiş ülkelerdeki alkoliklerin gelişen pellegra riski altında olduğu belirtilmektedir (Eitenmiller and Landen, 1999).

2.7.4. Bazı B Grubu Vitaminlerin analizleri

Vitaminlerin belirlenmesinde kullanılan HPLC metodları genellikle yüksek vitamin ve düşük dolgu maddesi içerikleri nedeniyle farmasotikler veya vitamin tabletlerine kolayca uygulanmaktadır. Fakat gıda matriksleri normalde iz miktarda vitamin içerirler ve suda çözünebilir vitaminlerin belirlenmesi için ekstrakte edilmeleri zordur. Gıdalarda bulunan 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 (Skurray, 1981; Lebiezinska et al., 2007). Gıdalarda bulunan vitaminlerin tespiti için, özellikle farklı gıda matrikslerine uygulanabilen güvenilir ve düzenli olarak validasyonu yapılan analiz tekniklerinin oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Finglas, 1993).

Suda çözünen B grubu vitaminler, çeşitli biyolojik matrikslerde farklı organik formlarda bulunmaktadır. B grubu vitaminlerin analizinde mikrobiyolojik, florimetrik ve kolorimetrik yöntemleri esas alan standart AACC, AOAC ve ICC analiz metodları mevcuttur. Yirmibeş yıldan fazla zamandır kullanılan mikrobiyolojik yöntemlerin resmi prosedürleri genellikle iyi tanımlanmamıştır ve günümüzdeki laboratuvar koşullarına tam olarak uymamaktadır. Birçok suda çözünen vitaminin standart yöntemlerle analizinde kullanılan florimetrik ve kalorimetrik metodlar da günümüz şartlarına

uymamaktadır (Blake, 2007, Bilgi-Boyacı,2008). Fakat günümüzde sıvı kromatografisi metotlarının hızı, duyarlılığı, seçiciliği, oldukça başarılı tekrar edilebilirliği bunların modern gıda analiz laboratuvarlarında kullanımları için bir tercih nedeni olmaktadır. Bununla beraber, bu metotlarda kromatografik ayırım ve kalibrasyon proseslerini de içine alacak şekilde metotların standardizasyonu gereklidir ve çeşitli gıdaları kapsayan daha yeni karşılaştırmalı verilere ihtiyaç duyulmaktadır (Rizzolo and Polesello, 1992; Olds et al, 1993; Hollman et al. 1993; Bergaentzle et al., 1995; Eitenmiller and Landen, 1999; Ollilainen et al., 2001). Fakat hububat ürünlerinde B vitaminleri analizlerinde HPLC'nin kullanıldığı çalışmalar sınırlı sayıdadır.

HPLC ile yapılan analizlerde kullanılacak olan kromatografik yöntemin seçilmesi; uygulanan ekstraksiyon ve temizleme prosedürlerine ve 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 (Ball, 2006).

Suda çözünen vitaminlerin gıdalarda belirlenmesi için UV ve floresan dedektörlü HPLC kullanılmaktadır. UV dedektörlü HPLC ile özellikle zenginleştirilmemiş gıdalarda az miktarda vitamin bulunduğundan genellikle yeterli hassasiyet ve spesiflik elde edilememektedir. Floresan dedektörlü sıvı kromatografisi ise vitaminin doğal floresansını kullanarak veya uygun floresan özellikte bir kompleks oluşturmak için derivatizasyon ile daha iyi hassasiyet ve spesiflik sağlayabilmektedir (Finglas, 1993). Floresan dedektör kullanımı ile girişim yapan maddelerin aralığı da azalmaktadır (Wimalasiri and Wills, 1985). Bunun yanısıra HPLC metotları farklı vitaminlerin aynı anda belirlenmesine olanak sağlamaktadır (Eitenmiller and Landen, 1999; Esteve et al., 2001).

Tiamin ve riboflavin birlikte aynı zamanda elverişli biçimde tayin edilebildiği için bu iki vitamini aynı ekstraktan analiz edebilen metotlar bulunmaktadır (Bilgi Boyacı, 2008). Bununla beraber riboflavin mikrobiyolojik, direk florometrik, HPLC ve kapiler elektroforez yöntemleri ile de belirlenebilmektedir. Direk florometrik ve HPLC yöntemleri gıdalardaki riboflavini belirlemek için en çok kullanılan metotlardır ve

floresan metot riboflavin vitamerlerinin HPLC ile ayırımından sonra kullanılmaktadır (Hidiroglou et al., 2008).

Lebiedzińska et al. (2007) yaptıkları çalışmada ters faz HPLC sistemini kalorimetrik elektrokimyasal (ED) ve ultraviyole dedektör ile kombine ederek B1, B6 ve B12 vitaminlerinin analizini bitkisel ve hayvansal gıda matrikslerinde gerçekleştirmişlerdir. Yapılan validasyon çalışmaları yöntemin doğruluk, geri kazanım ve tekrarlanabilirlik değerlerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Analiz süresinin kısa olması (18 dakika) yöntemin bir diğer avantajıdır.

HPLC ile yapılan analizlerde bazı durumlarda daha uygun dedeksiyonun ve/veya daha uygun bir kromatografik metodun kullanımının kolaylaştırılması için analizi yapılan analitin kimyasal türevinin oluşturulması gerekmektedir. Türevlendirme işlemi analitin türevlendirilmesinin gerekliliğine göre analit HPLC kolonuna girmeden önce veya kolondan çıktıktan sonra uygulanabilmektedir (Ball, 2006). Kolon öncesi türevlendirmede reaksiyon ürün kolona enjekte edilmeden önce gerçekleştirilmektedir. Analizi gerçekleştirilecek örneklerin sayısı fazla olduğunda kolon öncesi türevlendirmenin avantajları sınırlıdır (Gfeller, 1979). Türevlendirme işlemi manuel olarak yapıldığından daha fazla beceri gerektirmekte ve standardize olmamış koşullarda gerçekleşmektedir. Avantajı ise reaksiyon karışımının enjeksiyon öncesinde temizlenmesi ve daha basit ve verimli bir kromatografik sistem ile çalışılmasıdır. Kolon sonrası türevlendirmede analizi yapılacak solusyon kolondan geçtikten sonra ayrılan bileşikler ile türevlendirici madde karıştırıcı T ve dedektör arasına yerleştirilen ısıtılmış reaksiyon halkasında reaksiyona girmektedir (Ball, 2006). Kolon sonrası türevlendirmenin dezavantajı ise türevlendirici maddenin sisteme dahil edilebilmesi için ikinci bir pompa gerektirmesi ve piklerde genişlemeye neden olmasıdır (Ball, 2006; Kawasaki and Egi, 2000).

Tiamin, fosfat esterleri, alkali ortamda potasyum ferrisiyanit ($K_3Fe(CN)_6$) ile reaksiyona girdiğinde floresans özelliği gösteren tiokromu oluşturur. Ortamda floresans özelliği gösteren başka bileşenler bulunmadığı takdirde, tiokromun floresan yoğunluğu, örnekteki toplam tiaminin bir göstergesidir (Eitenmilller and Landen, 1999, Bilgi Boyacı, 2008). Tiokrom reaksiyonuna dayanan tiamin analiz metotlarında asit

hidrolizi ve tiaminin fosforlu formlarından ayrılması için takadiastaz gibi enzim uygulaması aşamaları bulunmaktadır (Finglas, 1993). HPLC metotlarında UV dedektörler düşük hassasiyetleri nedeniyle genellikle tercih edilmemektedir. Tiamin tiokroma dönüştürüldükten sonra florasan dedektör ile duyarlı bir şekilde tespit edilebilmektedir (Skurray, 1981).

Gıdalardaki riboflavin miktarının belirlendiği HPLC metotları riboflavin, FMN ve FAD'nin analizlerini aynı anda gerçekleştirebilmekte veya UV veya floresan dedektörlü sistemde toplam riboflavin miktarını belirleyebilmektedir. Riboflavin doğal floresans özellik gösterdiği için kimyasal derivatizasyona gerek olmadan florometrik olarak tespit edilebilmektedir (Eitenmiller and Landen, 1999).

Niasinin HPLC metotları ile belirlenmesi ise genellikle ion- pairing ters faz kromatografisi ile UV dedektör kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu tekniğin gıda ürünlerine uygulanması çoğunlukla kartuş ekstraksiyonları ve kolon değişimi gibi kompleks temizleme prosedürleri gerektirmektedir (Rose-Sallin et al., 2001). Floresans dedektörün kullanımı ise spesifikliği ve duyarlılığı arttırmaktadır. Fakat niasin doğal olarak floresans özelliğe sahip olmadığı için kolon sonrası derivatizasyon ile niasine floresans özelliğinin kazandırılması gerekmektedir (Mawatari et al., 1991). Siyanojen bromid kullanılarak floresan türevleri oluşturulabilir. Hidrojen peroksit ve bakır (II) iyonları varlığında kolon sonrası UV ışını da floresan özellik kazanmasını sağlar (Rose-Sallin et al., 2001, Lahély et al., 1999).

2.8. Antioksidanlar

Canlılarda oksidan/antioksidan dengesinin antioksidan aleyhine bozulması oksidatif stres gelişimine neden olmaktadır. Oksidatif stres lipidler, DNA ve proteinler gibi büyük biyomoleküllerin zarar görmesine neden olmaktadır (Valko et al., 2007). Biyolojik sistemlerde antioksidanlar oksidatif zararı önler ve kardiyovasküler, nörolojik ve karsinogenik hastalıkları önlemeye yardımcı olur (Andre et al., 2010). Bu nedenle gıdalardaki toplam antioksidan kapasitenin ölçümü antioksidanlar açısından zengin gıdaların sağlık üzerine potansiyel etkileri hakkında fikir verebilmektedir (Gökmen et al., 2009).

Antioksidanlar, tatta ve gıdaların besinsel kalitesindeki istenmeyen değişimleri önlemede önemli rol oynarlar. Tahıl taneleri, insan ve hayvan beslenmesinde enerji ve proteinin önemli bir bölümünü sağlar. Besinlerin kimyasal kompozisyonu ve biyoyararlanımını tahılların tür ve çeşitliliğine göre değişir ve gıdaların işleme şeklinden de etkilenebilir. Duyusal özelliklerinin iyi olması tüketici tercihini de etkilemektedir (Zielin'ski and Kozłowska, 2000; Ragae and Abdel-Aal, 2006).

Antioksidanlar kaynaklarına göre doğal ve yapay olmak üzere iki gruba ayrılır. Doğal antioksidanlar içinde tokoferoller, askorbik asit ve türevleri, nordihidroguayenet asiti, aminoasitler, peptidler ve proteinler yer almaktadır. Bütillenmiş hidroksianizol (BHA), bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve propil galat (PG) ise yapay antioksidanlardandır (Saldamlı ve Uygun, 2007). Meyveler ve sebzeler, tüm tane tahıllar ve kuru baklagiller doğal antioksidanlar bakımından oldukça zengin gıda gruplarıdır (Miller et al., 2000).

Antioksidan analizlerinde HPLC, GC, TLC (thin layer chromatography), elektroforez, NIRS (Near Infrared Spectroscopy) ve voltametri teknikleri kullanılmakla birlikte UV dedektörün kullanıldığı ters faz HPLC metotları yaygın olarak tercih edilmektedir. Ekstraksiyonda antioksidanların polaritelerindeki farklılara bağlı olarak çeşitli solventler kullanılabilir. Literatürde antioksidan ekstraksiyon için en uygun solventin metanol olduğu belirtilmiştir (Andre et al., 2010).

Gıdaların antioksidan kapasitelerinin ölçümünde çeşitli yöntemler kullanılabilir. İçerdikleri kimyasal reaksiyona göre antioksidan kapasite yöntemleri genel olarak iki başlık altında incelenmektedir:

1. Hidrojen atomu transferi (HAT) bazlı reaksiyonlar
2. Elektron transferi (ET) bazlı reaksiyonlar

HAT bazlı reaksiyonların çoğunda oksidan ve substrat azo bileşiklerinin dekompozisyonu ile termal olarak oluşan peroksil radikalleri ile reaksiyona girmek için rekabet etmektedir. Bu yöntemler indüklenmiş düşük yoğunluklu lipoprotein otooksidasyonunun inhibisyonu, Oksijen radikali absorbans kapasitesi (ORAC),

Toplam radikal tutma parametresi (TRAP) ve krosin ağartma testleridir. Elektron transferi bazlı metotlar antioksidanın oksidan varlığında indirgenme kapasitesini ölçmektedir. Antioksidan indirgendiğinde renk değişimi olmaktadır. Renkteki değişim örnekteki antioksidan miktarı ile korelasyon göstermektedir. Folin-Ciocalteu Reaktantı ile toplam fenolik madde miktarı metodu, Troloks eşdeğer antioksidan kapasite (TEAK), Ferrik iyon indirgeme antioksidan gücü (FRAP), oksidan olarak Cu(II) kompleksinin ve DPPH'in kullanıldığı "Toplam antioksidan potansiyeli" ölçüm metotları ET bazlı metotlar arasındadır (Huang et al., 2005). Troloks eşdeğeri antioksidan kapasite olarak ifade edilen TEAC/ABTS yöntemi ABTS radikal katyonunun antioksidanlar tarafından inhibisyonunu temel alır. Antioksidanlar varlığında ABTS radikal katyonunun absorpsiyonunda belirli bir süre içindeki azalmadan yararlanarak toplam antioksidan kapasite troloks cinsinden bulunur. Antioksidan aktivitelerinin tayini için DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikal yakalama ölçüm yöntemi, stabilitesi, kolaylığı ve tekrarlanabilirliği nedeniyle çok kullanılan bir yöntemdir. (Brand-Williams et al., 1995). Antioksidan aktivitesinin ölçümde kullanılan yöntemlerin sınırlamaları nedeniyle bir gıdanın antioksidan aktivitesinin ölçümünde birden fazla yöntemin kullanılması önerilmektedir (Standley et al., 2001).

2.9. Fenolik Bileşikler

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. Fenolik bileşiklerin önemli bir özelliği olan 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 (Acar ve Gökmen, 2005). Toplam fenolik madde miktarı direkt olarak antioksidan aktivite ile bağlantılıdır. Fenolik madde içeriği yüksekse antioksidan kapasitesi de yüksektir (Amarowicz et al., 2004).

Baklagiller çoğunlukla tanninler, fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere birçok fenolik bileşici içermektedirler. Koyu renkli baklagillerin fenolik madde içeriği genellikle daha yüksektir. Baklagillerin fenolik içerikleri ve antioksidan aktiviteleri çeşide göre değişmektedir. En yüksek fenolik bileşik içeriğine mercimek sahip olup onu kırmızı barbunya fasulye ve siyah fasulye izlemektedir. Nohut, flavonoller, flavon glikozitleri, oligomerik ve polimerik proantosiyandinlerce zengin olup toplam fenolik bileşik içeriği 0.92-1.68 mg Gallik asit ekuvalent g⁻¹'dir (Compos-Vega, 2009).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışma kapsamında kullanılan pirinç ve bezelye unları piyasadan temin edilen örneklerin Brabender Quadrumat Junior değirmeninde öğütülmesi ile hazırlanmıştır. Unlar 212-µm elekten geçebilecek şekilde öğütülmüştür. Nohut ve kırmızı mercimek unları ile ksantam gam ise piyasadan temin edilmiştir. Nohut ve mercimek unları da 212-µm elekten geçirildikten sonra kullanılmıştır.

3.2. Kimyasallar ve Diğer Yardımcı Malzemeler

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.

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-Ciocalteu's phenol (Sigma-Aldrich, Almanya) ve potasyum persülfat (Fluka, İsviçre) kullanılmıştır. Gluten analizinde Gluten Assay Kit (BIOKITS, USA) 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 asit (Merck, Almanya)'tir.

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 örnekleme (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) ve 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.

Bunların yanısıra 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 Labor teknik, Türkiye). Eliza testi sırasında Bio-Tek ELx808 plate reader kullanılmıştır. Çalışmada erişte yapımında kullanılan ekipmanlar ise yoğurucu (Kitchen aid K45SS, USA) ve erişte makinesidir. Eriştelerin kurutulmasında ise fermentasyon kabini (National M.F.G Co., ABD) kullanılmıştır.

3.4. Metotlar

3.4.1. Hammadde analizleri

3.4.1.1. Rutubet miktarı tayini

Rutubet miktarı, AACC Metodu No. 44-01 (AACC, 2000)'e göre belirlenmiştir.

3.4.1.2. Kül miktarı tayini

Kül miktarı, AACC Metodu No. 08-01 (AACC, 2000)'e göre belirlenmiştir.

3.4.1.3. Protein miktarı tayini

Protein miktarı, AACC Metodu No. 46-12 (AACC, 2000)'ye göre belirlenmiştir. Azotun proteine çevrilmesi için faktör; mercimek, bezelye ve nohut unlarında 6.25, pirinç ununda 5.95 olarak alınmıştır.

3.4.1.4. Renk Analizi

Erişte yapımında kullanılacak olan un örneklerinin renkleri Minolta Spektrofotometer, CM-360d kullanılarak belirlenmiştir. Un örneklerinde renk ölçümü CIE L*, a* ve b* renk sistemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu renk skalasında L* parlaklık, a* kırmızılık ve b* sarılık olarak değerlendirilmektedir. Değerler dört tekrarın ortalaması olarak verilmiştir.

3.4.1.5. İmmünolojik yöntem ile (ELİSA) gluten miktarının belirlenmesi

Çalışmada kullanılan pirinç ve baklagil unlarının gluten içeriği immünolojik yöntem (ELİSA) ile (AOAC 991.19, 1991) belirlenmiştir. Yöntem antijen-antikor reaksiyonuna dayanmaktadır. Çalışmada sandviç tipi kit kullanılmıştır. Örnekler %40 etanol ile ekstrakte edilmektedir. Kitte bulunan mikrotiter kuyucukları gliadine spesifik antikorlarla kaplanmıştır (Şekil 3.1-a). Kuyucuklara standart veya örnek solüsyonunun ilavesiyle mevcut gliadin spesifik antikora bağlanmakta ve sonuçta antikor-antijen kompleksi oluşmaktadır (Şekil 3.1-b). Yıkama işlemi ile gliadin harici örnek bileşenleri uzaklaştırılmaktadır. Bağlanan gliadin miktarı, gliadin ile peroksidaz bağlı monoklonal antikorun reaksiyonu ile belirlenmektedir. Bağlanmamış enzim konjugatı yıkama aşamasında uzaklaştırılmaktadır (Şekil 3.1-c). Bağlı peroksidaz aktivitesi TMB (tetrametilbenzidin) substrat ilavesi ile belirlenmektedir. Peroksidaz varlığında mavi renk oluşumu gözlenmektedir. Reaksiyon sonlandırıcı reaktif ilavesi ile renk maviden sarıya dönüşmekte ve 450 nm'de ölçüm yapılmaktadır (Şekil 3.1-d). Örneklerdeki gluten miktarı standart eğri yardımıyla belirlenmektedir. Sonuçlar 2 değer ortalaması olarak verilmiştir. Yöntem 1 ppm düzeyine kadar gluten varlığı tespitini mümkün kılmaktadır. Değerler iki tekrarın ortalaması olarak verilmiştir.

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

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

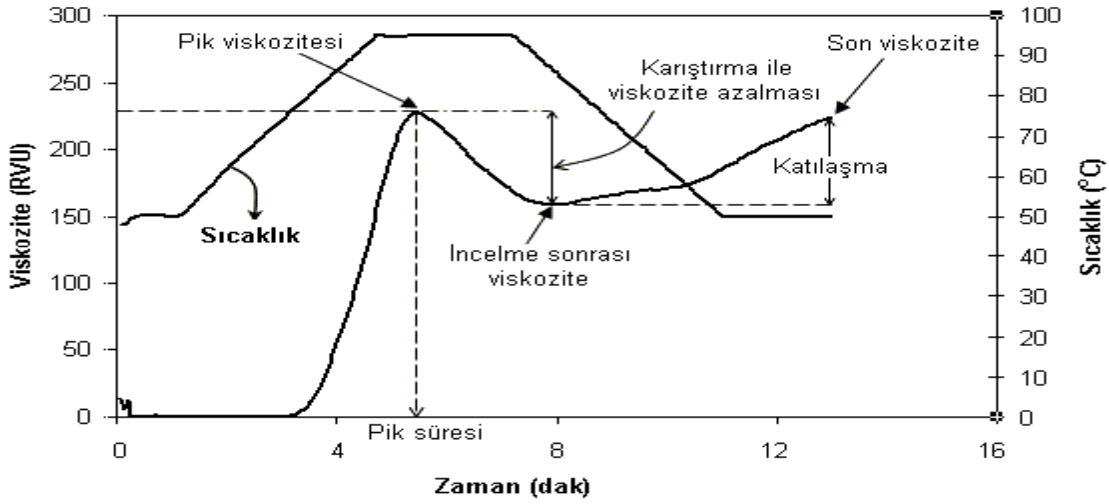
1000= $\mu\text{g/g}$ ' ı mg/kg ' a çevirme faktörü



Şekil 3.1. Test kiti ile analizin şematik gösterimi

3.4.1.6. Mikroviskoanalizör (RVA™) ile un örneklerinin çirışlenme özelliklerinin incelenmesi

Un örneklerinin ve erişte üretiminde kullanılacak olan un karışımının çirışlenme (pasting) özellikleri mikroviskoanalizör (Rapid ViscoAnalyzer=RVA-4, Newport Scientific, NSW, Australia) kullanılarak belirlenmiştir. Tipik bir RVA grafiğı Şekil 3.2.'de verilmiştir. RVA parametreleri; pik viskozitesi, incelve sonrası viskozite ve sistemin test sonunda ulaştığı son viskozite değerleridir. Bu parametreler kullanılarak karıştırmayla viskozite azalması değeri (karıştırmayla viskozite azalması=pik viskozitesi-incelve sonrası viskozite) ve katılma değeri (katılma=son viskozite-incelve sonrası viskozite) hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Tipik RVA grafiği ve kullanılan parametreler

212 µm'lik elekten geçirilen un örneklerinin RVA analizi 3.5 g örnek üzerinden gerçekleştirilmiştir. Analizde Standart 2 profili kullanılmıştır. Standart 2 profilinde sıcaklık-hız değişimi Çizelge 3.1'de belirtilmiştir. Değerler 2 tekrarın ortalaması olarak verilmiştir.

$$M_2 = (100 - 14) \times M_1 / (100 - W_1)$$

$$W_2 = 25.0 + (M_1 - M_2)$$

M_1 = %14 nem esasına göre tartılacak örnek miktarı, g

M_2 = Düzeltilmiş örnek miktarı, g

W_1 = Örneğin nem miktarı, %

W_2 = Düzeltilmiş su miktarı, g

Çizelge 3.1. Standart 2 profilinde sıcaklık-hız değişimi

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

3.4.2. Erişte yapma denemesi

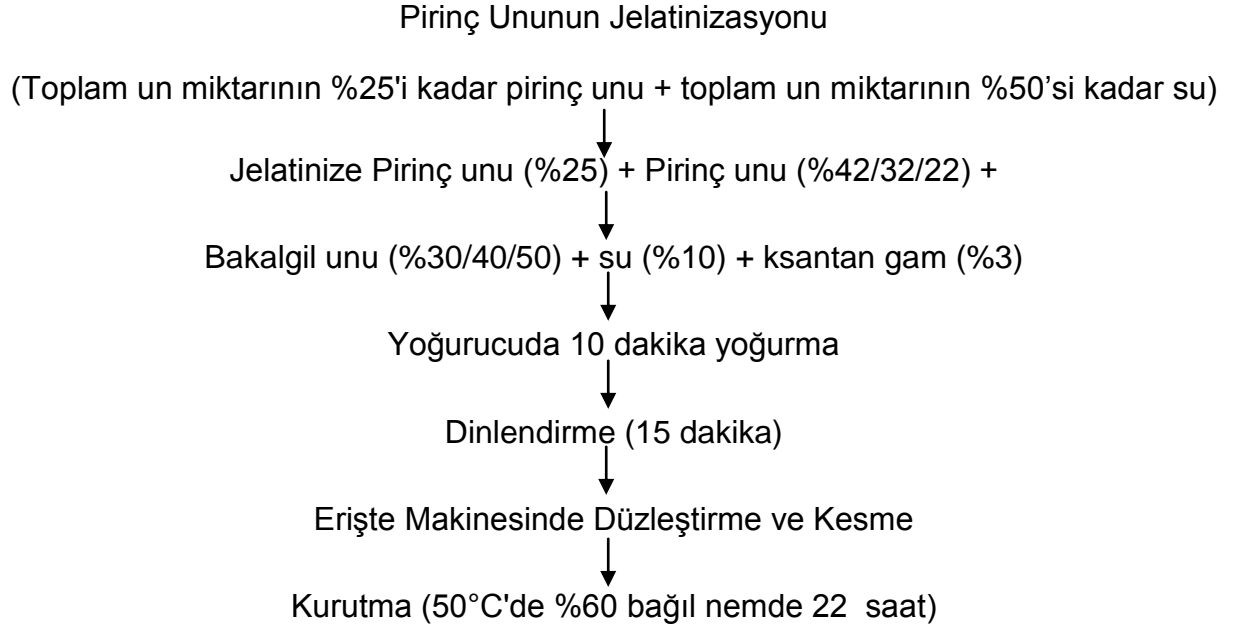
3.4.2.1.Pirinç eriştesi hamuru üretimi

Pirinç eriştesi üretimi Yalçın (2005) tarafından önerilen metoda göre yapılmıştır. Pirinç ununun %25' ine jelatinizasyon amacı ile 2 katı (w/w) kaynar su ilave edilmiş ve 5 dakika kaynar su banyosunda bekletilmiştir. Oda sıcaklığında 2 saat beklettikten sonra jelatinize olmuş pirinç unu örneğine jelatinize edilmemiş pirinç unu, ksantan gam (%3 un bazında) ve toplam su unun %70'i olacak şekilde ilave edilerek yoğurucuda (KitchenAid K45SS, USA) 10 dakika yoğurulmuştur.

3.4.2.2. Baklagil unu katkılı pirinç eriştesi hamuru üretimi

Toplam un miktarının %25'i kadar pirinç unu, pirinç eriştesi üretiminde belirtildiği şekilde jelatinize edilmiştir. Jelatinizasyon amacıyla eklenen su miktarı toplam un miktarının %50'si olmaktadır. Ardından jelatinize edilmemiş pirinç unu, un miktarının %30, 40 ve 50'si olacak şekilde bezelye, nohut veya mercimek unu, ksantan gam (%3) ve su (%10 un bazında) ilave edilerek yoğurucuda (KitchenAid K45SS, USA) 10 dakika yoğurulmuştur.

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. Erişteler fermentasyon kabininde 50°C' de %60 nispi rutubette 22 saat sũresince kurutulmuştur (şekil 3.3). Erişte ¼retimi 2 tekrarlı yapılmıştır.



şekil 3.3. Baklagil unu katkılı pirinç eriştesi ¼retimi

3.4.3. Erişte ¼rneklerinin kalite ¼zelliklerinin incelenmesi

3.4.3.1. Pişme sũresi tayini

Pişme sũresi tayini D'Egidio et al (1982) tarafından ¼nerilen metoda g¼re yapılmıştır. Bu y¼ntemde beher içerisinde pişirmeye başlanan erişte ¼rneęinden 7-8 dakika sonra pens ile bir parça alınıp, cam levhalar arasında sıkıştırılır. Cam levhalar arasında ezilen eriştenin ortasında opak, pişmemiş kısım kayboluncaya kadar bu işleme birer dakika ara ile devam edilir. Başlangıçtan bu ana kadar geçen sũre pişme sũresi olarak alınır. Sonuçlar ¼ değerin ortalaması olarak verilmiştir.

3.4.3.2. Suya geçen madde miktarı (Pişme kaybı)

Pişme kaybı, pişirme sırasında erişteden pişirme suyuna geçen toplam katı madde miktarıdır. Pişme kaybı D'Egido et al (1982) g¼re belirlenmiştir. 220°C'ye ayarlanmış kum banyosunda 25 gram erişte 250 ml suda pişme sũresi kadar pişirilmiştir.

Ardından pişirme suyu darası belli behere alınmış ve 98°C'de etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Pişme kaybı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Pişme kaybı (\%)} = (Gx4 / 100 - R) \times 100$$

G: Kalıntı miktarı

R: Erişte Rutubeti

3.4.3.3. Su Absorpsiyonu

Pişmiş ve süzölmüş erişte örneği tartılarak pişmiş erişte ağırlığı bulunmuştur. Pişmiş erişte ağırlığından pişmemiş erişte ağırlığı çıkarılarak pişme sonucu meydana gelen ağırlık artışı tespit edilmiştir ve % su absorpsiyonu hesaplanmıştır (Petitot et al., 2009). 220°C'ye ayarlanmış kum banyosunda 25 gram erişte 250 ml suda pişme süresi kadar pişirildikten sonra süzölmüş ve 5 dakika dinlendirildikten sonra tartılmıştır.

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

G2: Eriştenin pişme sonrası ağırlığı

G1: Eriştenin pişme öncesi ağırlığı

3.4.3.4. Hacim Artışı

250 ml' lik ölçü silindirine eriştenin üzerini kaplayacak kadar damıtık su koyulmuş ve yaklaşık 4 cm boyunda kesilmiş 25 g erişte eklenmiştir. Su seviyesindeki artış kuru erişte hacmidir (V1). Aynı işlem pişmiş ve süzölmüş erişte için de tekrarlanarak pişmiş erişte hacmi (V2) bulunmuştur. % hacim artışı aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Köksel ve ark., 2000). Sonuçlar üç tekrarın ortalaması olarak verilmiştir.

$$\text{Hacim artışı (\%)} = ((V2 - V1)/V1) \times 100$$

3.4.3.5. Toplam Organik Madde Miktarı (TOM) Tayini

Toplam organik madde miktarı tayini D' Egido et al (1982) tarafından önerilen metoda göre yapılmıştır. Yöntem erişteleri pişirdikten sonra bir miktar su ile yıkayıp örnek yüzeyindeki maddeleri suya geçirmek ve daha sonra yıkama suyundaki organik madde miktarını kimyasal yöntemle belirleme esasına dayanmaktadır.

25 g erişte 250 ml saf suyla 220°C'ye ayarlanmış kum banyosunda pişme süresi kadar pişirilmiştir. Gözenek açıklığı 2 mm olan süzgeçten süzülüp 5 dakika dinlendirilmiştir. Ardından erişte için 500 ml su bulunan ölçü silindire konarak 12 dakika süresince 4 dakikada bir karıştırılmıştır. Bu süre sonunda yıkama suyundan 5 ml alınarak 600 ml 'lik behere aktarılmış 80 °C'de 2 saat evapore edilmiştir. Evaporasyon sonunda örnek üzerine 10 ml - 1 N potasyum dikromat ve 20 ml sülfürik 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, ışık altında 600 ml' lik beher eğik tutularak yapılmaktadır. Titrasyon bitiş noktasında tam köşedeki renk mor menekşeden yeşile dönmektedir. Sonuçlar 3 tekrarın ortalaması olarak verilmiştir.

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

TOM : Toplam organik madde miktarı

B : Şahit için harcanan 0.5 N Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ miktarı (ml)

S : Örnek için harcanan 0.5 N Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ miktarı (ml)

20 : 10 ml K₂Cr₂O₇ çözeltisine karşılık gelen Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ çözeltisi miktarı

3.75 : 1 ml 0.5 N Fe(NH₄)₂(SO₄)₂ çözeltisine karşılık gelen glukoz miktarı (mg)

100 : Seyreltme faktörü

0.9 : Glukozu nişastaya çevirme faktörü

1.0283 : Nişastanın oksitlenmeyen miktarı için düzeltme faktörü

4 : 100g/25g

1000 : 1g/1000mg

3.4.3.6. Erişte örneklerinin renk analizi

Pirinç erişteleri ve baklagil unu katkılı eriştelerin renkleri Minolta Spektrophotometer, CM-360d kullanılarak belirlenmiştir. Erişteler 1 mm'lik elekten geçebilecek şekilde öğütülmüştür. Renk ölçümü erişte örneklerinde CIE L^* , a^* ve b^* renk sistemi kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar dört tekrarın ortalaması olarak verilmiştir.

3.4.3.7. Kuru ve pişmiş eriştelerin tekstür özellikleri

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

Piştirilen eriştelerin tekstür analizinde, tekstür analizörü (TAPlus, Lloyd Instruments, UK) "spagetti-noodle testing fixture" aparatı ile birlikte kullanılmıştır. Proben sıfır ayarı kollar birbirine değiştirilerek yapılmıştır. Kollar arası uzaklık 15 mm olacak şekilde ayarlandıktan sonra analize başlanmıştır. Erişte cihazın üst üste duran iki silindire sarılarak üstteki silindir 3 mm/sn sabit hızla uzaklaştırılmış ve erişte örneklerini koparmak için gerekli maksimum kuvvet (N) ölçülmüştür (Yalcin and Basman, 2008a). Sonuçlar 2 tekrarın ortalaması olarak verilmiştir.

3.4.3.8. Eriştelerin duyu özellikleri

Erişte örneklerinin duyu değerlendirilmesi Çizelge 3.2' e göre 5 panelist tarafından yapılmıştır. Erişte örnekleri pişme süresi kadar pişirildikten sonra 2 dakika dinlendirilmiş ve analize tabi tutulmuştur.

Yüzey özellikleri erişte örneklerinin nemlilik, pürüzlülük ve kayganlık özelliklerini ifade etmektedir. Çiğneme özellikleri erişte örneklerinin sertlik, yapışkanlık ve ağızda bıraktığı nişasta tadı ile ilgilidir. Çiğneme sonrası ağızdaki his özelliklerinde erişte örnekleri ağızda bıraktığı kumsu his ve yapışkan tabaka varlığı açısından değerlendirilmektedir. Tat değerlendirilmesinde ise karakteristik erişte tadının varlığı irdelenmiştir (Yalçın, 2005).

Çizelge 3.2. Erişteler için duyusal değerlendirme formu (Yalçın, 2005)

	<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 erişte örneklerinin çirışlenme özelliklerinin incelenmesi

Erişte örneklerinin çirışlenme (pasting) özellikleri mikroviskoanalizör (Rapid ViscoAnalyzer=RVA-4, Newport Scientific, NSW, Australia) kullanılarak incelenmiştir. Kurutulmuş erişte örnekleri öğütölüp 212 µm' lik eleklerden geçirdikten sonra RVA'da pasting profili Çizelge 3.1' de belirtilen Standart 2 profili ile belirlenmiştir. Sonuçlar 2 tekrarın ortalaması olarak verilmiştir.

3.4.5. İmmünolojik yöntem ile (ELISA) erişte örneklerinin gluten miktarının belirlenmesi

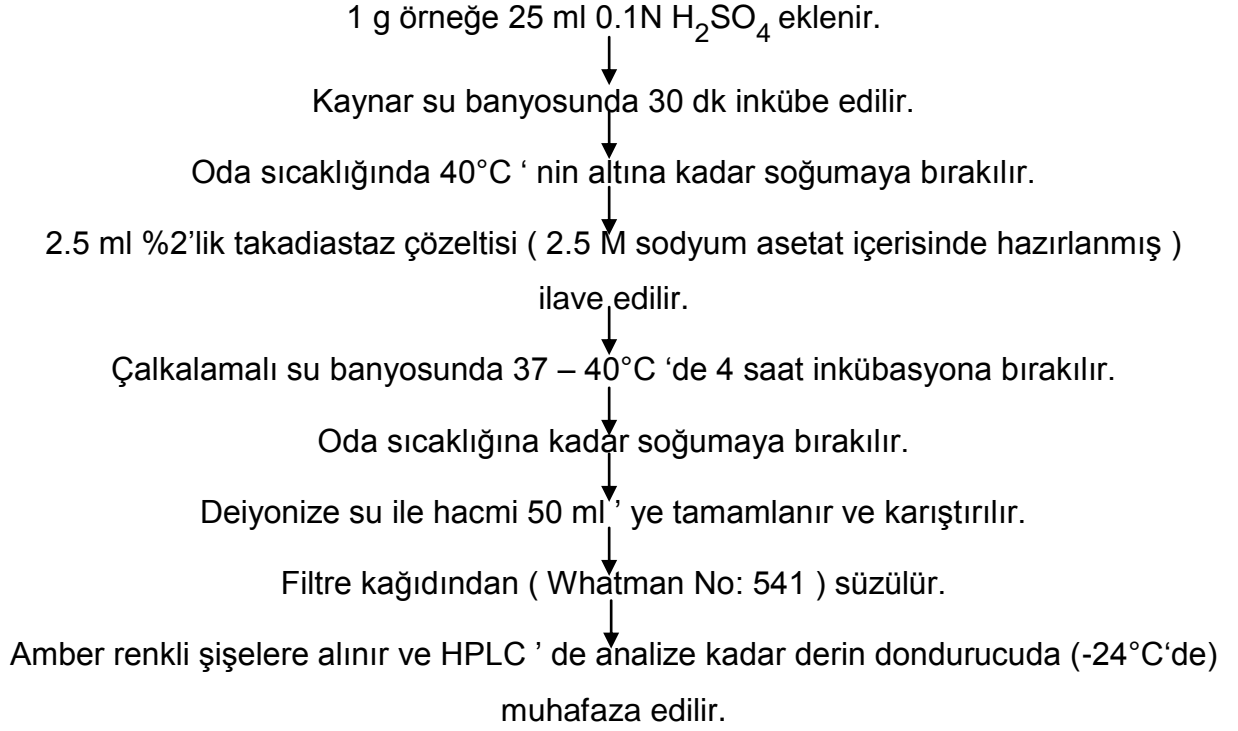
Çalışmada üretilen erişte örneklerinin gluten içeriği immünolojik yöntem (ELISA) ile (AOAC 991.19, 1991) Bölüm 3.4.1.5'te belirtildiği şekilde tespit edilmiştir. İki tekrar yapılmıştır.

3.4.6. B vitaminlerinin analizleri

Erişte örnekleri 1 mm'lik elekten geçebilecek şekilde öğütölülerek analize hazırlanmıştır. Erişte ve un örnekleri vitamin analzi yapılana kadar -24°C' de saklanmıştır. Örneklerin tiamin, riboflavin ve niasin içerikleri HPLC yöntemleri 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 (AACC, 2000) tarafından önerilen ve Bilgi Boyacı (2008) tarafından modifiye edilen yöntem kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Tiamin ve riboflavinin AACC Metodu No. 86-70 ve 86-80 (AACC, 2000)' in Bilgi Boyacı (2008) tarafından modifiye edilen yöntemine göre ekstraksiyonu.

Kromatografik analiz:

Tiamin ve riboflavinin kromatografik olarak tayininde Finglas and Faulks (1984) tarafından önerilen ve Bilgi Boyacı (2008) tarafından modifiye edilen yöntem kullanılmıştır. Vitamin stok ve standart çözeltilerinden tiamin hidroklorid suda, riboflavin ise metanol-su (30:70, v/v) çözeltisinde hazırlanmıştır.

Analizde Agilent 1200 model sıvı kromatografisi G1321A floresans detektör (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

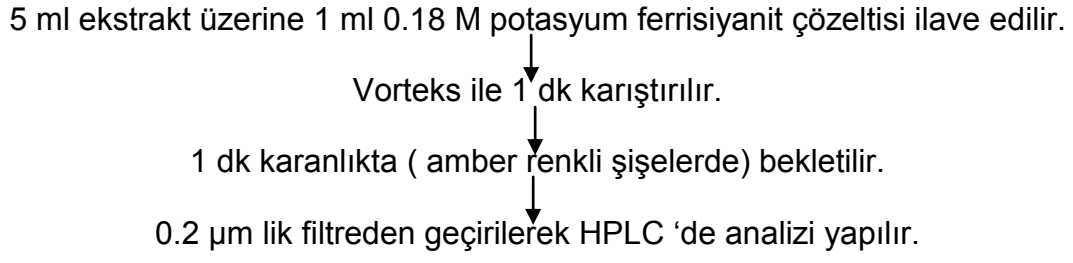
Mobil faz akış hızı: 0.5 ml/dk

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 and Faulks (1984) ' un tiokrom oluşturma metodu modifiye edilerek kullanılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Finglas and Faulks (1984)'un modifiye edilmiş tiokrom oluşturma metodu (Bilgi Boyacı, 2008).

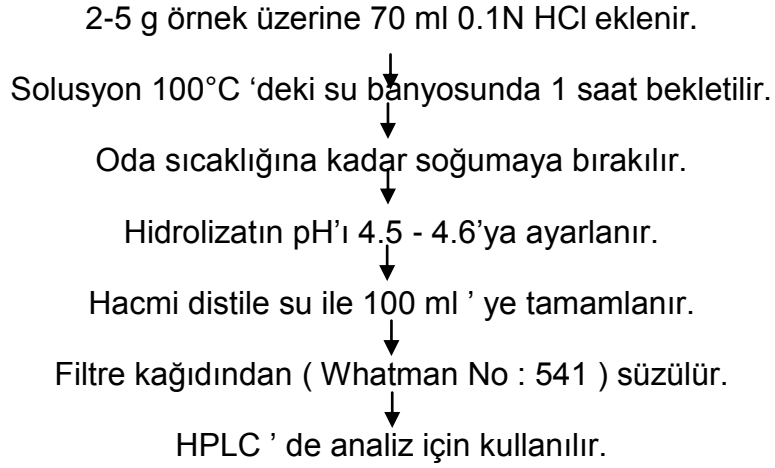
Ölçülen absorbans değerleri yardımıyla örneklerin tiamin ve riboflavin miktarları hesaplanmıştır.

3.4.6.2. Niasin analizi

Ekstraksiyon çalışması:

Niasin ekstraksiyonu Rose-Sallin et al. (2001) 'e göre yapılmıştır (Şekil 3.6).

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



Şekil 3.6. Rose-Sallin et al. (2001) 'e göre niasin ekstraksiyonu (Bilgi Boyacı, 2008).

Kromatografik analiz:

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)

Bu metotta niasine kolon sonrası derivatizasyon ile floresans özellik kazandırılmaktadır. Kolon sonrası derivatizasyonda, UV ışınmasını 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.

Çizelge 3.3. Rose-Sallin et al. (2001) metoduna göre gradiyent ayırım.

Zaman (dk)	Mobil Faz
0	A
33.5	A
34	B
36	B
36.5	A
51	A

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; bir cihazın, metodun veya sistemin performansının belirlenen koşullara uygun olduğunu göstermek amacı ile yapılmaktadır. Validasyon çalışmaları kapsamında; doğruluk, cihazın tekrarlanabilirliği, yöntemin tekrarlanabilirliği, %geri kazanım, doğruluk, gözlenebilirlik sınırı (Limit of detection/LOD) ve tayin sınırı (Limit of quantification/LOQ) değerleri hesaplanmıştır.

3.4.6.3.1. 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 (Holcombe, 1998; Huber, 1998; Boyacıoğlu, 2005; Ball, 2006). 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.

3.4.6.3.2.Cihazın tekrarlanabilirliği

Cihazın tekrarlanabilirliğinde aynı ekstraktla çalışılıp elde edilen sonuçların birbirine yakınlığı değerlendirilmektedir. Bu şekilde cihazdan kaynaklanan değişimler tespit edilmektedir (Ball, 2006). 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 (Kütük, 2010).

3.4.6.3.3.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 (Ball, 2006). 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 (Kütük, 2010).

3.4.6.3.4.Geri kazanım (Recovery)

Bu çalışmada geri kazanım kriterini değerlendirmek amacıyla, vitamin standartları çözeltileri, 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 pirinç eriştesi örneği kullanılmıştır.

3.4.6.3.5. Doğruluk (Accuracy)

Doğruluk elde edilen değer gerçeğe yakınlığıdır. Sertifikalı referans madde kullanılarak veya çok iyi tanımlanmış, valide edilmiş bir metotla karşılaştırılarak belirlenebilir (Holcombe, 1998; Huber, 1998; Boyacıoğlu, 2005; Ball, 2006). Bu çalışmada tiamin analizlerinin doğruluğunu saptamak için tam buğday unu; riboflavin ve niasin 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)
B ₁ (tiamin)	BCR [®] 421 Tam Buğday Unu	4.63
B ₂ (riboflavin)	BCR [®] 121 Süt Tozu	14.5
B ₃ (niasin)	BCR [®] 121 Süt Tozu	68

3.4.6.3.6. Gözlenebilme sınırı / Tayin sınırı

Gözlenebilme sınırı (LOD: Limit of detection): Zemin (baseline) gürültüsünden farklı olduğu tespit edilebilen fakat miktarı belirlenemeyen en küçük analit derişimidir (Ball, 2006; Boyacıoğlu, 2005).

Tayin sınırı (LOQ: Limit of quantification): Uygun doğruluk (accuracy) ve kesinlikle miktarı saptanabilen en küçük derişimdir (Ball, 2006; Boyacıoğlu, 2005).

Bu çalışmada, LOD ve LOQ değerlerini saptamak amacıyla matriks olarak pirinç eriştesi olarak kullanılmıştır. Pirinç eriştesinin 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 çözeltileri 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 (Ball, 2006; Boyacıoğlu, 2005).

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 Gooch 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 kurumadde üzerinden 2 değerin tekrarı olarak verilmiştir.

3.4.8. Toplam fenolik madde miktarı

Toplam fenolik madde miktarı Ragae et al. (2006) metoduna göre belirlenmiştir. Öğütülmüş örnekler (0.5 g) 10 ml % 80' lik metanol çözeltisi ile 30 dakika çalkalanarak ekstrakte edilmiştir. 6000 rpm' de 20 dakika santrifüj işleminden sonra test tüpüne 250 µl ekstrakt alınmış ve üzerine 250 µl Folin-Ciocalteu reaktifi ve 500 µl doymuş sodyum karbonat çözeltisi ilave edilmiştir. Karışımın hacmi distile su ile 5 ml' ye tamamlanmıştır. 30 dakikalık inkübasyon süresinin ardından tekrar 6000 rpm'de 10 dakika santrifüj işlemi uygulanmıştır. Absorbans ölçümü 725 nm'de yapılmıştır. Gallik asit standart çözeltileri hazırlanarak kalibrasyon doğrusu çizilmiş ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak verilmiştir. İki tekrar yapılmıştır.

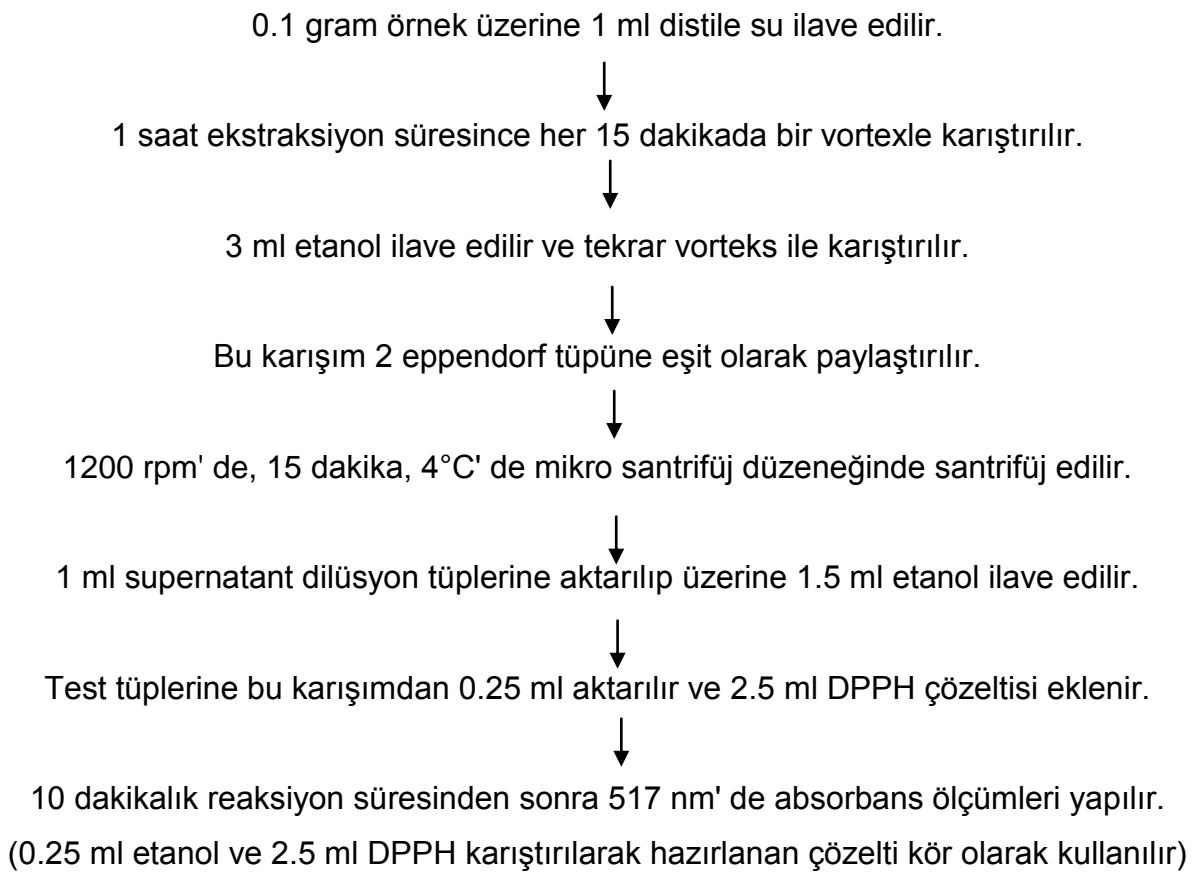
3.4.9. ABTS⁺ yöntemiyle antioksidan analizi

Troloks eşdeğer antioksidan kapasite Serpen et al. (2008) metoduna göre belirlenmiştir. ABTS [2-2 azinobis (3-methybenzothiazoline-6-sulfonate)] stok çözeltisi 7mM ABTS çözeltisininin 2.45mM potasyum persülfat çözeltisi ile reaksiyonu sonucu elde edilmiştir. Ardından ABTS stok çözeltisi etanol: su (50:50, v/v) ile 734 nm'de absorbansı 0.70 ± 0.02 olacak şekilde seyreltilmiştir. Örnekler öğütüldükten sonra 10 mg örnek Falcon tüpüne alınıp üzerine 10 ml seyreltilmiş ABTS çözeltisi eklenmiştir. Çalkalamanın ardından karışım 12000 rpm'de 3 dakika santrifüj edilmiştir. Supernatant absorbansı ölçülüp % inhibisyon hesaplanmıştır. Kalibrasyon eğrisi

yardımları ile TEAK (Troluks Eşdeğer Antioksidan Kapasite) belirlenmiştir. Sonuçlar iki tekrarın ortalaması olacak şekilde verilmiştir.

3.4.10. DPPH yöntemiyle antioksidan analizi

Antioksidan analizinde kullanılan diğer bir yöntem ise % radikal yakalama aktivitesi veya DPPH (Sigma D9132, 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikali yakalama aktivitesidir. Kısaca DPPH yöntemi olarak anılan yöntemle antioksidan analizi Yu et al. (2002) metodu modifiye edilerek yapılmıştır (Şekil 3.7). Sonuçlar iki tekrarın ortalaması olacak şekilde verilmiştir.



Şekil 3.7. DPPH yöntemi ile antioksidan analizi

$$\text{DPPH \% inhibisyon} = [(A_k - A_o) / (A_k)] \times 100$$

A_k = DPPH+etanol (kontrol) absorbansı

A_o = DPPH+ örnek absorbansı

3.4.11. Araştırma sonuçlarının istatistiksel 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. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada üretilen erişte örneklerinin formülasyonunun belirlenmesinde ön denemelerde pirinç unu farklı oranlarda jelatinize edilmiştir. Uygun jelatinizasyon oranı tespit edildikten sonra yoğurma sırasında baklagil unu ile birlikte eklenmesi gereken su miktarı tespit edilmiştir. Ön denemelerle kalite özellikleri üzerinde etkili olan kurutma koşulları (sıcaklık ve nem) ve süresi de belirlenmiştir. Kurutma sırasında nem miktarının düşük olması erişte örneklerinin kıvrılmasına neden olmaktadır. Ayrıca hızlı bir kurutma gerçekleştiği için erişte örneklerinde zayıf noktalar oluşmaktadır. Yüksek nem içeriğinde kurutmada ise kurutma süresi uzamakta ve erişte örneklerinin nem içeriği istenilen oranın üzerinde olabilmektedir. Bu çalışmada baklagil unu katkılı pirinç eriştesi için uygun kurutma koşullarının 50°C' de %60 nispi rutubette 22 saat olduğu belirlenmiştir. Pirinç eriştesi ve baklagil unu katkılı pirinç eriştelerinin kuru ve pişmiş örneklerinin fotoğrafları EK 1 ve 2' de görülmektedir.

4.1. Hammadde Analizleri

4.1.1. Un Örneklerinin kalite özellikleri

Çalışma kapsamında kullanılan unlara ait kimyasal ve fiziksel özellikler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Un örneklerine ait bazı kimyasal ve fiziksel özellikler

	Rutubet (%) ⁽¹⁾	Protein (%) ^(1,5)	Kül (%) ^(1,5)	L ^{*(2)}	a ^{*(2)}	b ^{*(2)}
Pirinç	13.2±0.01	7.04±0.062 ³	0.34±0.008	91.28±1.215	-0.55±0.061	5.01±0.173
Bezelye	10.1±0.01	25.29±1.237 ⁴	2.53±0.006	81.57±0.061	-4.81±0.069	19.53±0.958
Nohut	9.4±0.01	26.09±0.177 ⁴	2.89±0.027	88.83±0.815	2.22±0.124	17.53±0.524
Mercimek	9.7±0.01	29.83±0.088 ⁴	2.41±0.034	84.53±0.316	11.25±0.163	20.74±0.318

1 Değerler iki tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

2 Değerler dört tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

³N x 5.95

⁴N x 6.25

⁵Kurumadde esasına göre

Un örneklerinde, en yüksek protein miktarı % 29.83 ile mercimek ununda, en düşük protein miktarı ise % 7.04 ile pirinç ununda bulunmuştur. Çalışma kapsamında kullanılan baklagil unlarının protein içeriğinin pirinç unundan oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Demir (2008) nohut ununda protein miktarını %21.88 olarak saptamıştır. Literatürde protein miktarının bezelyede %19.4-34.7, nohutta %18.4-29.0 ve mercimekte %26.4-31.4 arasında olduğu belirtilmiştir (Boye et al., 2009). Elde edilen protein değerleri bu aralıklardadır. Pirinç ununda Yalcın and Basman (2008a) protein miktarını %6.9 olarak saptamıştır. Juliano et al., (1985), öğütülmüş pirinçte protein içeriğinin %6.3-%7.1 aralığında olduğunu belirtmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar bu değerler ile uyumludur. 2.54

Yapılan araştırmada, en yüksek kül miktarı % 2.89 ile nohut ununda tespit edilmiştir. En düşük kül miktarı ise % 0.34 ile pirinç ununda tespit edilmiştir. Demir (2008) nohut ununun kül içeriğini %2.54 olarak tespit etmiştir. Literatür incelendiğinde kül içeriğinin bezelyede %3.81-4.05, nohutta %2.48-3.4 ve mercimekte %1.46-4.16 arasında olduğu görülmektedir (Boye et al., 2009). Çalışma kapsamında kullanılan unların kül içerikleri bu aralıklar ile uyumludur.

Un örneklerine CIE L*, a* ve b* renk değerleri Çizelge 4.1' de verilmiştir. L*, a* ve b* den oluşan üçlü skalada L*=0 siyah, L*= 100 beyaz olup a* değeri kırmızı-yeşil ve b* değeri sarı-mavi skalayı göstermektedir. Unlar içersinde en yüksek parlaklığa sahip olan pirinç unudur. Bezelye ununun yüksek -a* değerine sahip olması yeşil olduğunu ifade etmektedir. Mercimek ununda kırmızılık değeri diğer un çeşitlerine göre oldukça yüksektir.

4.1.2. Un örneklerinin gluten miktarları

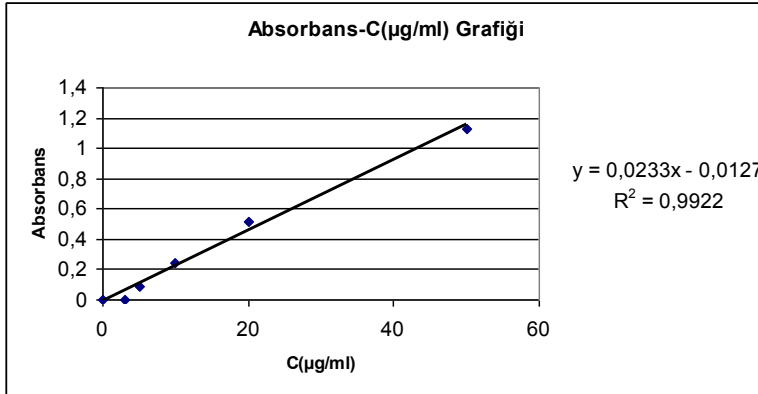
Çalışmada kullanılan hammaddelerin gluten miktarları Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Gliadin standardına ait kalibrasyon eğrisi Şekil 4.1.' de verilmiştir. Pirinç, bezelye ve nohut unlarında gluten miktarının 20 ppm' in altında olduğu, Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği' ne göre glutensiz olarak değerlendirilebileceği görülmektedir. Mercimek unu ise 87.54 ppm gluten içermektedir. Bunun nedeninin mercimeğin öğütülmesi sırasında meydana gelen

kontaminasyon olduğu düşünülmektedir. Glutensiz ürün formülasyonunda kullanılacak olan hammaddelerin üretim hattında kontaminasyonu önlemek amacıyla sadece glutensiz hammaddelerin işlenmesi önerilmektedir.

Çizelge 4.2. Un örneklerinin gluten içerikleri

Gluten miktarı (ppm)	
Pirinç	2.20
Bezelye	<1
Nohut	8.72
Mercimek	87.54

Sonuçlar 2 tekrarın ortalamasıdır.



Şekil 4.1. Gliadin standardına ait kalibrasyon eğrisi

4.1.3. Mikroviskoanalizör (RVA™) ile un örneklerinin çirilenme özellikleri tayini

Çalışmada kullanılan un örneklerinin nişasta çirilenme özellikleri Çizelge 4.3' de verilmiştir. Pirinç ununun pik viskozitesi ve son viskozitesi baklagil unlarından oldukça yüksektir. Şekil 4.2' de un örneklerine ait RVA grafiğinde bu fark açıkça görülmektedir. Pik viskozitesi; nişasta veya nişastalı karışımın su bağlama kapasitesini göstermektedir. Çalışmada kullanılan unlar arasında pik viskozitesi en düşük olan mercimek unudur. Karıştırma ile viskozite azalması, şişmiş granüllerin kesme (shear)

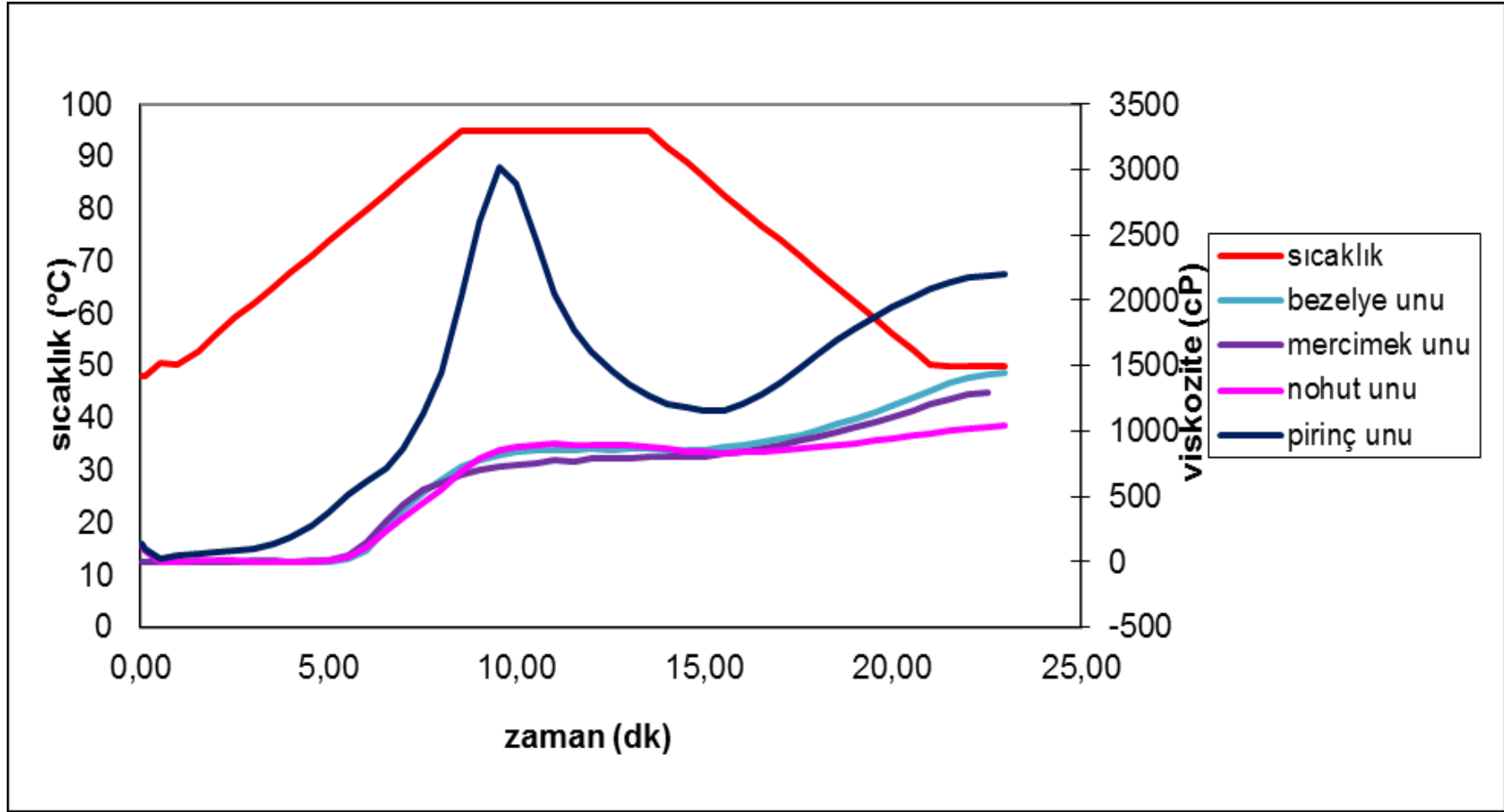
kuvveti ile parçalanma kolaylığıdır. Çiriş soğutulduğunda amiloz moleküllerinin kümeleşmesine bağlı olarak viskozite artmaktadır. Viskozitedeki artış katılma değeridir. Çalışmada kullanılan unlar içerisinde en düşük katılma değeri nohut ununa aittir.

Çizelge 4.3. Un örneklerinin çirişlenme özellikleri

	Pik Viskozitesi (cP)	Karıştırma ile viskozite azalması (cP)	İncelme sonrası viskozite (cP)	Son Viskozite (cP)	Katılma (cP)
Pirinç unu	4617.0±70.71	1692.5±43.13	2924.5±27.58	3565.0±69.30	1872.5±26.16
Bezelye unu	869.0±16.97	851.0±18.38	18.0±1.41	1445.5±55.86	594.5±37.48
Mercimek unu	797.0±11.31	793.5±14.85	3.5±3.53	1304.0±14.14	510.5±0.71
Nohut unu	910.0±15.56	824.0±8.49	86.0±7.07	1038.5±0.71	214.5±7.78

Sonuçlar 2 tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

Çalışmada kullanılan pirinç unu-baklagil unu karışımlarına ait çirişlenme özellikleri çizelge 4.4' de verilmiştir. Un örneklerinin çirişlenme özellikleri göz önüne alındığında pirinç ununa baklagil unlarının eklenmesinin pik viskozitesi, incelme sonrası viskozite, son viskozite ve katılma değerlerinde azalmaya neden olması beklenmektedir. Çizelge 4.4 incelendiğinde sonuçların bu doğrultuda olduğu, baklagil unu katkısının bu değerlerde istatistiksel olarak önemli bir azalmaya neden olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Baklagil unu oranındaki artışın bu değerlerde neden olduğu azalma istatistiksel olarak önemlidir. Pirinç unu ile pirinç ununa farklı oranlarda baklagil unu ilave edilmiş örnekler arasında karıştırma ile viskozite azalması değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir azalma gözlenmektedir. Bununla beraber, %30 ve %40 baklagil unu içeren pirinç unu örnekleri ile %40 ve %50 baklagil unu içeren pirinç unu örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir.



Şekil 4.2. Çalışmada kullanılan un örneklerine ait RVA grafiği

Çizelge 4.4. Un karışımlarının çirleşme özellikleri

	Pik Viskozitesi (cP)	Karıştırma ile viskozite azalması (cP)	İncelme sonrası viskozite (cP)	Son Viskozite (cP)	Katılma (cP)
Pirinç unu	4617.0a	1692.5a	2924.5a	3565.0a	1872.5a
%30 Bezelye unu + %70 pirinç unu	2355.0b	1155.0b	1200.0b	2214.5b	1059.5b
%40 Bezelye unu + %60 pirinç unu	1865.5c	1099.0bc	766.5c	2031.5c	932.5c
%50 Bezelye unu + %50 pirinç unu	1458.5d	1036.0c	422.5d	1894.0d	858.0d
Pirinç unu	4617.0a	1692.5a	2924.5a	3565.0a	1872.5a
%30 Mercimek unu + %70 pirinç unu	2431.0b	1139.5b	1291.5b	2234.5b	1095.0b
%40 Mercimek unu + %60 pirinç unu	1947.5c	1098.5bc	849.0c	2084.5c	986.0c
%50 Mercimek unu + %50 pirinç unu	1539.5d	1073.5c	466.0d	1985.0d	911.5d
Pirinç unu	4617.0a	16925.0a	2924.5a	3565.a	1872.5a
%30 Nohut unu + %70 pirinç unu	2650.5b	1149.5b	1501.0b	2143.b	994.0b
%40 Nohut unu + %60 pirinç unu	2088.0c	1107.0bc	981.0c	1988.c	881.5c
%50 Nohut unu + %50 pirinç unu	1615.0d	1057.5c	557.5d	1839.d	782.0d

Sonuçlar 2 tekrarın ortalamasıdır.

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

4.2. Erişte rneklerinin Kimyasal zellikleri

4.2.1. Erişte rneklerinin kül miktarları

Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen erişte örneklerinin kül miktarları izelge 4.5.'de verilmiştir. En düşük kül miktarı %0.31 ile pirinç eriştesinde, en yüksek kül miktarı ise % 1,92 ile %50 nohut unu katkılı erişte örneğinde saptanmıştır. Çalışmada kullanılan baklagil unları içerisinde en yüksek kül içeriğine nohut ununun sahip olması %50 nohut unu katkılı erişte örneğinde en yüksek kül miktarının saptanmasında rol oynamıştır. Pirinç eriştesi ile baklagil unu katkılı erişte örneklerinin kl içeriği arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Baklagil unu miktarı arttıkça kl içeriği de artmaktadır.

4.2.2. Erişte rneklerinin protein miktarları

Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen erişte örneklerinin protein miktarları izelge 4.5.'de verilmiştir. Pirinç eriştesine göre baklagil unları katkılı erişte örneklerinin protein miktarı daha yüksektir. Pirinç eriştesi ile karşılaştırıldığında baklagil unu katkılı erişte örneklerinin protein miktarları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmaktadır. Baklagil unu oranı arttıkça protein miktarı da artmaktadır ($p < 0.05$).

Çizelge 4.5. Erişte örneklerinin kül ve protein içerikleri.

Erişteler	Oran (%)	Kül (%)	Protein (%)
Bezelye unu katkı	0	0.31b	5.04d
	30	1.16a	11.88c
	40	1.38a	14.37b
	50	1.61a	16.48a
Nohut unu katkı	0	0.31c	5.04d
	30	1.27b	12.05c
	40	1.53b	13.96b
	50	1.92a	15.37a
Mercimek unu katkı	0	0.31b	5.04d
	30	1.12a	13.07c
	40	1.23a	14.74b
	50	1.32a	16.57a

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır ve kurumadde esasına göre verilmiştir.

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

¹N x 5.95

4.2.3. Erişte örneklerinin gluten miktarları

Çalışmada üretilen erişte örneklerinin gluten içerikleri Çizelge 4.6' da verilmiştir. Pirinç eriştesi, bezelye unu katkıli eriştelere ve nohut unu katkıli eriştelere Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği' göre gluten miktarı 20 ppm' den düşük olduğu için glutensiz sınıfına girmektedir. Mercimek unu katkıli pirinç eriştelereinde gluten miktarı 20 ppm'den yüksek bulunmuştur ve bu ürünler glutensiz olarak değerlendirilemez (Çizelge 4.6). Piyasadan temin edilen mercimek ununda kontaminasyon olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle mercimek unu katkıli pirinç eriştelereinde de gluten miktarı yüksek bulunmuştur. Glutensiz gıdaların üretiminde herhangi bir bulaşıya neden olmamak için gerek hammadde temininde gerekse üretim sırasında kullanılan alet, ekipman ve ortama çok dikkat edilmesi gerektiği açıkça görülmektedir.

Çizelge 4.6. Erişte örneklerinin gluten içerikleri

Erişteler	Oran (%)	Gluten miktarı (ppm)
Pirinç eriştəsi		<1
Bezelye unu katkılı	30	8.03
	40	7.24
	50	1.68
Nohut unu katkılı	30	<1
	40	7.16
	50	<1
Mercimek unu katkılı	30	28.76
	40	34.32
	50	41.58

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

4.3. Eriştelerin Kalite Özelliklerinin İncelenmesi

4.3.1. Pişme süresi tayini

Erişte örneklerinin pişme süreleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Nohut unu katkısı erişte örneklerinin pişme süreleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmamıştır. Bezelye ve mercimek unu katkılı erişte örneklerinin pişme sürelerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Çizelge incelendiğinde %30 ve %40 bezelye unu katkılı eriştelerin pişme süresinin pirinç eriştesinden (kontrol) daha uzun olduğu görülmektedir. Mercimek unu katkılı pirinç eriştelerinin tümünde pişme süresinin kontrolden daha kısa olduğu belirlenmiştir.

4.3.2. Suyu geçen madde miktarı (Pişme kaybı)

Erişte örneklerinin suya geçen madde miktarları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Pirinç eriştesi örneğinin pişme kaybının %9.02 olduğu belirlenmiştir. Yalçın (2005) % 25 oranında jelatinize edilmiş pirinç eriştesinin pişme kaybını %11.1 olarak tespit etmiştir. Cham and Suwannaporn (2010) ise pirinç eriştelerinin pişme kayıplarını %8.45-8.85

arasında olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada pirinç eriştesi için tespit edilen pişme kaybı önceki çalışmalarda elde edilen değerler ile uyum içerisinde dir .

Bezelye unu katkılı pirinç eriştelerinin pişme kayıpları %9.93 ile 11.19 arasında değişmektedir. Bezelye unu katkısının eriştelerin pişme kaybı değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur. Nohut unu katkılı pirinç eriştelerinin pişme kayıpları ise %5.94 ile 9.06 arasında değişmekte olup, %50 nohut unu katkılı pirinç eriştesinin pişme kaybının en düşük olduğu görülmektedir. Bu fark istatistiksel açıdan önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur.

Pirinç eriştesi ile mercimek unu katkılı erişte örnekleri arasında pişme kaybı değerleri açısından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamaktadır. Çizelge 4.7. incelendiğinde mercimek unu oranındaki artışın pişme kaybı değerlerini etkilemediği görülmektedir.

4.3.3.Su absorpsiyonu

Erişte örneklerinin su absorpsiyonunu değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Makarna kalitesi arttıkça genellikle su absorpsiyonu değeri de artmaktadır. Pirinç eriştesinin su absorpsiyonu değeri %174.5 olarak tespit edilmiştir. Yalçın (2005) % 25 oranında jelatinize edilmiş pirinç eriştesinin su absorpsiyonunu %117.5 olarak belirlemiştir. Cham and Suwannaporn (2010) yaptıkları çalışmada amiloz içeriği yüksek pirinç ununa ısı-nem ve tavlama (annealing) işlemlerini uygulamışlardır. Isı nem uygulaması düşük nem içeriğinde gerçekleştirilirken tavlama işlemi aşırı su varlığında gerçekleştirilmektedir. Isı ve nem uygulanan pirinç unu kullanılarak üretilen kuru erişte örneğinde su absorpsiyonunu değerleri %420.5 olarak belirlemiştir. Tavlama işlemi uygulanan pirinç unu kullanılarak üretilen taze erişte örneğinde ise su absorpsiyonu değeri %98.78 olarak tespit edilmiştir.

Yüzde 30 ve 40 bezelye unu katkılı pirinç erişteleri ile kontrol pirinç eriştesinin su absorpsiyonu değerleri istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır. Bezelye unu katkısı %50 olduğunda ise su absorpsiyonundaki azalmanın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Nohut unu katkılı pirinç eriştelerinde baklagil unu miktarının su absorpsiyonu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Mercimek unu katkılı pirinç eriştelerinde ise %30 ve 50 mercimek unu katkılı pirinç eriştesinin su absorpsiyonu değeri ile pirinç eriştesi arasındaki istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

4.3.4. Hacim artışı

Farklı oranlarda baklagil unu içeren pirinç eriştelerinin hacim artışı değerleri Çizelge 4.7' de verilmiştir. Pirinç eriştesi ile karşılaştırıldığında bezelye ve nohut unu katkılı pirinç eriştesi örneklerinin hacim artışı değerinde istatistiksel olarak önemli ölçüde ($p < 0.05$) azalma görülmüştür. Bezelye ve mercimek unu oranındaki artış ile hacim artışı değeri düzenli biçimde azalmıştır. Çizelge incelendiğinde %40 mercimek unu katkılı örnek hariç pirinç eriştesi ile diğer mercimek unu katkılı erişte örnekleri arasında hacim artışı değerleri açasından istatistiksel olarak fark olmadığı görülmektedir.

4.3.5. Toplam organik madde miktarı

Erişte örneklerinin TOM miktarları Çizelge 4.7' de verilmiştir. TOM yöntemi makarna kalitesini değerlendirmede sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Durum buğdayı irmiğinden üretilen makarnalar için yapılan bir sınıflandırmada TOM miktarı 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 (D'Egidio et al., 1982; ICC, 1995).

Pirinç eriştesinin (kontrol) TOM miktarı %1.56 olarak tespit edilmiştir. Yalçın (2005) %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç eriştesinin TOM miktarını %1.40 olarak belirlemiştir. Pirinç eriştesinde belirlenen TOM miktarı bu değere yakındır.

Çizelgede baklagil unu katkılı pirinç eriştelerinde TOM miktarlarının %1.26-2.26 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük TOM miktarı %50 nohut unu katkılı pirinç eriştesinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Erişte örneklerinin pişme özellikleri

Erişteler	Oran (%)	Pişme Süresi (dak)	Pişme Kaybı (%)	Su Absorpsiyonu (%)	Hacim Artışı (%)	TOM (%)
	0	13.0b	9.02a	174.51a	200.00a	1.56c
Bezelye	30	15.0a	10.63a	181.66a	140.00b	1.94b
Unu	40	14.3a	11.19a	175.52a	134.67c	2.26a
Katkılı	50	13.3b	9.93a	141.38b	124.00d	1.49c
	0	13.0a	9.02a	174.51a	200.00a	1.56c
Nohut Unu	30	13.0a	8.70a	169.29a	190.00b	1.85b
Katkılı	40	13.3a	9.06a	162.01a	150.00c	2.21a
	50	13.3a	5.94b	160.68a	146.67c	1.26d
Mercimek	0	13.0a	9.02a	174.51ab	200.00a	1.56c
Unu	30	8.3c	9.77a	192.89a	191.67a	1.87b
Katkılı	40	8.7c	9.06a	136.45c	126.67b	1.91b
	50	9.7b	10.64a	164.78b	193.33a	2.18a

Değerler üç tekrarın ortalamasıdır.

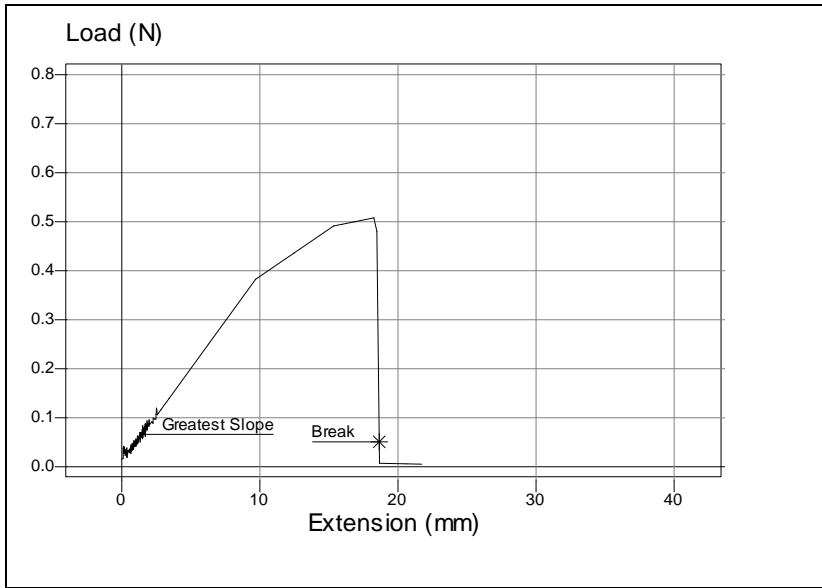
Aynı sütun içinde aynı harf ile gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($p < 0.05$).

4.3.6. Kuru ve pişmiş eriştelerin tekstür özellikleri

Kuru eriştelerin kırılması ve pişmiş eriştelerin kopması için gerekli olan maksimum kuvvet belirlenmiştir. Pirinç unu ve pirinç ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen erişte örneklerinin kuru halde ve pişirildikten sonraki tekstür değerleri Çizelge 4.8' de görülmektedir. Şekil 4.3.'de ise %30 mercimek unu katkılı pişmiş pirinç eriştesine ait tekstür grafiği örnek olarak verilmiştir.

Pişmiş pirinç eriştesinin kopması için gereken kuvvet 0.63 N bulunmuştur. Bir çalışmada pirinç eriştesinin kopması için gereken kuvvet 0.62 N olarak belirtilmiştir

(Yalçın, 2005). Çalışma kapsamında elde edilen tekstür değeri bu değer ile uyumludur. Eriştelerde kopma için gerekli olan kuvvetin yüksek olması istenmektedir. Bezelye ve nohut unu katkısının kuru pirinç eriştelerinin kırılması için gerekli olan kuvveti istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttırdığı görülmektedir. Mercimek unu katkılı kuru pirinç eriştelerinde kırılma için gerekli olan kuvvet % 40 mercimek unu katkılı erişte örneği hariç kontrol örneğine göre artmıştır. Bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Çizelge incelendiğinde eriştelerin kırılması için gerekli olan kuvveti en çok bezelye unu katkısının arttırdığı gözlenmektedir. Mercimek unu katkılı pişmiş pirinç eriştelerinde ise kopma için gerekli olan kuvvet kontrol örneğine göre azalmıştır. Bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bezelye ve nohut unu katkılı pişmiş pirinç eriştelerinde kopma için gerekli olan kuvvet kontrol örneğine göre artmıştır ($p<0.05$). Genel bir değerlendirme ile baklagil unu katkısının eriştelerde kırılma için gerekli kuvveti arttırdığı görülmektedir. Erişte üretiminde protein kalite ve miktarı önem taşımaktadır (Hoseney, 1994). Bu çalışmada protein miktarındaki artışın yapıyı kuvvetlendirdiği ve kırılma için gerekli maksimum kuvvetin artmasına neden olduğu düşünölmektedir.



Şekil 4.3. %30 mercimek unu katkılı pişmiş pirinç eriştesine ait tekstür grafiği

Çizelge 4.8. Kuru ve pişmiş eriştelere tekstür değerleri

Erişteler	Oran (%)	Maksimum Kuvvet ¹ (N)	Maksimum Kuvvet ² (N)
Bezelye unu katkı	0	1.57b	0.63b
	30	7.14a	0.80a
	40	6.90a	0.74a
	50	7.79a	0.79a
Nohut unu katkı	0	1.57c	0.63c
	30	4.56b	0.76b
	40	5.22a	0.79a
	50	5.38a	0.75b
Mercimek unu katkı	0	1.57c	0.63a
	30	3.14b	0.54b
	40	1.18d	0.36c
	50	3.75a	0.52b

1 Kuru eriştelere kırılması için gerekli olan kuvvet

2 Pişmiş eriştelere 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

Pirinç unu ve pirinç ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen erişte örneklerinin duyusal özellikleri Çizelge 4.9' da verilmiştir. Yüzey özellikleri, çiğneme özellikleri ve çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri açısından pirinç eriştelere ile baklagil un katkı pirinç eriştelere arasında fark bulunmamaktadır. %30 bezelye ve nohut un katkı eriştelere ile %50 mercimek katkı erişte çiğneme özellikleri açısından pirinç eriştesinden yüksek puan almıştır. Çizelgede çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri açısından en yüksek değeri pirinç eriştesinin aldığı görülmektedir. Pirinç eriştesi ile Bezelye ve nohut un katkı pirinç eriştelere tat açısından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p < 0.05$). Tat açısından en yüksek puanı ise %30 ve %50 mercimek un katkı pirinç eriştelere almıştır. Elde edilen veriler erişte örneklerinin duyusal özellikleri açısından kabul edilebilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.9. Erişte örneklerinin duyusal özellikleri

Erişteler	Oran (%)	Yüzey Özellikleri	Çiğneme Özellikleri	Çiğneme Sonrası Ağızdaki His Özellikleri	Tat
Bezelye unu katkı	0	4.0a	3.6a	4.4a	3.2a
	30	4.2a	4.4a	4.0a	2.8a
	40	4.0a	4.0a	3.3a	2.8a
	50	3.4a	3.4a	3.2a	3.2a
Nohut unu katkı	0	4.0a	3.6a	4.4a	3.2a
	30	4.2a	4.4a	4.0a	2.8a
	40	4.0a	4.0a	3.6a	2.8a
	50	3.4a	3.6a	3.2a	3.2a
Mercimek unu katkı	0	4.0a	3.6a	4.4a	3.2b
	30	4.2a	3.4a	4.0a	4.2a
	40	3.4a	3.6a	3.6a	4.0ab
	50	4.0a	4.2a	4.0a	4.2a

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

Eriştenin renk ve görünüşü erişte kalitesi ve tüketici tercihleri açısından önemli bir parametredir (Özkaya ve ark., 2004).

Pirinç eriştesi ve değişik oranlarda baklagil unu katkılı pirinç eriştesi örneklerinin renk değerleri Çizelge 4.10' da verilmiştir. Eriştelerde L^* değerinin artması parlaklığın, a^* değerindeki artma erişte rengindeki kırmızılığın b^* değerindeki artma ise sarılık değerinin arttığını ifade etmektedir. L^* değerinin en yüksek pirinç eriştesinde olduğu gözlenmiştir. Baklagil unu miktarındaki artış ile birlikte L^* değeri azalmaktadır. En yüksek a^* değeri %50 mercimek unu katkılı pirinç eriştesinde, en yüksek b^* değeri %50 bezelye unu katkılı pirinç eriştesinde bulunmuştur. Çalışmada kullanılan un örneklerinin renk özellikleri incelendiğinde (Çizelge 4.1.) erişte örneklerine ait renk değerleri ile uyumlu bir değişiklik olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.10. Erişte örneklerinin renk değerleri

Erişteler	Oran (%)	L*	a*	b*
Pirinç eriştəsi		91.19±1.175	-0.30±0.034	5.22±0.448
Bezelye unu katkılı	30	83.44±1.312	-3.95±0.090	16.46±0.744
	40	81.97±2.737	-3.88±0.125	17.49±1.445
	50	87.74±1.418	-3.86±0.188	18.10±1.608
Nohut unu katkılı	30	85.72±1.371	0.95±0.384	13.16±0.610
	40	85.22±1.806	1.09±0.326	14.08±0.862
	50	84.28±1.320	1.87±0.321	14.08±0.510
Mercimek unu katkılı	30	83.33±0.692	9.66±0.284	13.31±0.259
	40	83.08±0.581	10.8±0.543	14.02±0.590
	50	80.64±1.744	11.67±0.624	14.81±0.340

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

Değerler dört tekrarın ortalamasıdır ve standart sapmaları ile verilmiştir.

4.4. Mikroviskoanalizör (RVA™) ile erişte örneklerinin çirışlenme özellikleri tayini

Pirinç unu ve pirinç ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen erişte örneklerinin çirışlenme özellikleri Çizelge 4.11' de verilmiştir.

RVA testi suyun eklenmesi, ısıtma, maksimum sıcaklıkta bekletme, soğutma ve son sıcaklıkta bekletme olmak üzere 5 bölümde incelenebilir. Su eklenir eklenmez nişasta granülüne nüfuz etmeye ve proteinler gibi diğer molekülleri sarmaya başlamaktadır. Bu aşamada nişasta granülünün şişmesi minimal düzeydedir. Sıcaklık yükseldikçe granüller belirgin bir şekilde şişmeye başlamaktadır. Nişasta granülünün içindeki su, granülündeki kristal kısımların erimesine yardımcı olur. Bu durumda suyun nişasta granülünde hareketi hızlanmaktadır. Bu durum genellikle

nişastanın jelatinizasyonundan sonra başlamaktadır. Nişasta, şişme sırasında su absorblamaktadır. Bir süre sonra ortamda ulaşılabilir suyun azalması nedeniyle nişasta granülleri arasında fiziksel interaksiyonlar meydana gelmektedir. Çirişlenme, bu interaksiyonlara bağlı olarak ısıtma fazında meydana gelen viskozitedeki ani artıştır. Ulaşılan maksimum viskozite değeri pik viskozitesi değeridir. Bir süre sonra viskozite nişasta moleküllerinin kendilerini sistemin karıştırıldığı doğrultuda yönlendirmesinden dolayı azalmaya başlar. Bu durum ısıtma fazında da başlayabilmekte olup maksimum sıcaklıkta bekletme fazında da devam etmektedir. Soğutma fazında nişastadaki glukan zincirleri birbirleri ile interaksiyona girer (retrogradasyon) ve sistemin viskozitesi artarak jel oluşur. RVA testinde son sıcaklıkta bekletme sırasında viskozite artmaya devam etmektedir. Viskozite ulaştığı bu maksimum değerden sonra çok yavaş düşmektedir (Batey, 2009).

Pirinç erişttesi ile karşılaştırıldığında bezelye, nohut veya mercimek unu katkılarının pirinç eriştteslerinin pik viskozitelerinde istatistiksel olarak önemli ölçüde azalmaya sebep olduğu ve baklagil unu katkı oranı arttıkça düzenli olarak daha da azaldığı saptanmıştır. Baklagil unu katkılı pirinç erişttesleri arasında nohut unu katkılı eriştteslerin pik viskozitesi değerlerinin diğerlerinden daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

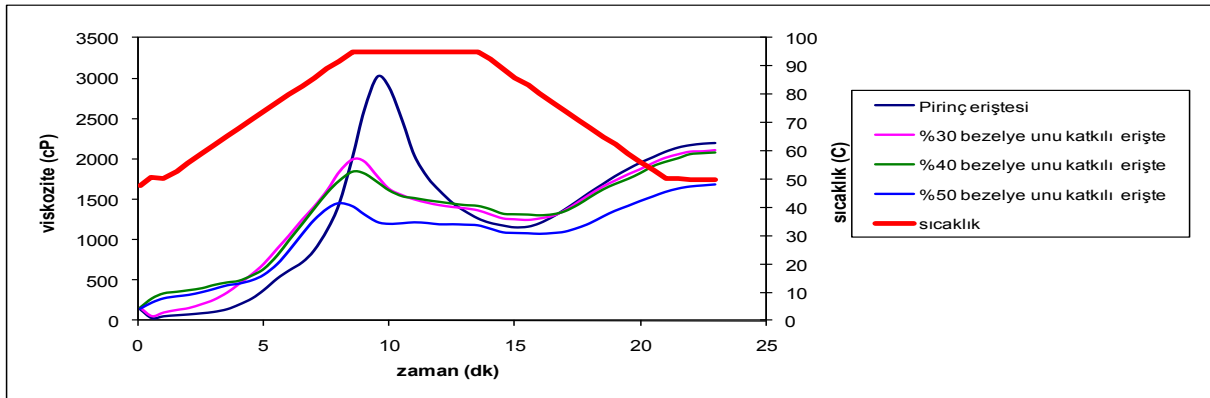
Bezelye ve mercimek unu katkılı eriştteslerde baklagil unu katkısı %30 ve %40 olduğunda karıştırma ile viskozite azalması değerlerinde meydana gelen farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir. Bu iki çeşitte baklagil unu oranı %50 olduğunda ise karıştırma ile viskozite azalması değeri pirinç erişttesine göre önemli ölçüde azalmaktadır. Pirinç erişttesi ile nohut unu katkılı pirinç erişttesi örnekleri arasında ise karıştırma ile viskozite azalması değerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık görülmemiştir.

Pirinç erişttesi ile karşılaştırıldığında bezelye, nohut veya mercimek unu katkılı pirinç erişttesi örneklerinin incelme sonrası viskozite değerlerinde istatistiksel olarak önemli ölçüde ($p < 0.05$) azalma görülmüştür. Baklagil unu katkı oranının artması ile incelme sonrası viskozite değerlerinin düzenli olarak daha da azaldığı saptanmıştır. İncelme

sonrası viskozite değeri en yüksek pirinç eriştesinde saptanırken, en düşük %50 bezelye unu katkıli erişte örneğinde belirlenmiştir.

Belirli bir örneğin kalite yönünden değerlendirilmesinde en fazla kullanılan parametre olan son viskozite; örneğin pişirildikten veya soğutulduktan sonra viskoz çiriş veya jel oluşturabilme kabiliyetini göstermektedir (Erkan, 2004). Pirinç eriştesi ile baklagil unu katkı oranı %30 olan pirinç erişteleri arasında son viskozite değeri bakımından istatistiksel olarak önemli ölçüde farklılık yoktur ($p<0.05$). Yüzde 30 baklagil unu katkısının istatistiksel olarak önemli bir azalmaya neden olmadığı belirlenmiştir. Pirinç eriştesi ile baklagil unu katkı oranı %40 ve %50 olan pirinç eriştelerinin son viskozite değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır ve bu değerlerin pirinç eriştesine göre azaldığı görülmektedir. Nohut unu katkıli pirinç eriştesinde (%50) mercimek ve bezelye (%50) unu katkıli pirinç eriştelerine göre daha yüksek son viskozite değeri elde edilmiştir.

Pirinç eriştesi ile karşılaştırıldığında bezelye, nohut veya mercimek unu katkıli pirinç eriştesi örneklerinin katılma viskozite değeri arasında istatistiksel olarak önemli ölçüde ($p<0.05$) azalma belirlenmiştir. Baklagil unu katkı oranının artması ile katılma viskozite değerlerinin düzenli olarak daha da azaldığı saptanmiştır. En yüksek katılma viskozitesi pirinç eriştesinde saptanırken, en düşük katılma viskozitesi %50 bezelye unu katkıli eriştede belirlenmiştir.



şekil 4.4. Pirinç eriştesi ve %30, %40 ve %50 bezelye unu katkıli erişte örneklerinin RVA grafiği

Çizelge 4.11. Erişte örneklerinin çirışlenme özellikleri

Erişteler	Oran (%)	Pik Viskozitesi (cP)	Karıştırma ile viskozite azalması (cP)	İncelme sonrası viskozite (cP)	Son Viskozite (cP)	Katılaşma (cP)
Bezelye Unu Katkılı	0	3104.0a	1251.0ab	1853.0a	2313.5a	1062.5a
	30	2017.5b	1242.5ab	775.0b	2117.0ab	874.5b
	40	1857.5c	1301.0a	556.5c	2060.0b	759.0c
	50	1458.5d	1064.0b	394.5d	1676.5c	612.0d
Mercimek Unu Katkılı	0	3104.0a	1251.0a	1853.0a	2313.5ab	1062.5a
	30	2129.5b	1396.0a	733.5b	2349.0a	953.0b
	40	1818.5c	1193.0a	625.5bc	2091.5b	898.5b
	50	1457.5d	958.5b	499.0c	1743.5c	785.0c
Nohut Unu Katkılı	0	3104.0a	1251.0a	1853.0a	2313.5a	1062.5a
	30	2305.5b	1372.0a	933.5b	2350.0a	978.0b
	40	2117.5c	1368.0a	749.5c	2184ab	816.0c
	50	1815.5d	1326.5a	489.0d	2070.5b	744.0d

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

Çalışmada kullanılan un örneklerinin tiamin içerikleri Çizelge 4.12 'de gösterilmiştir. Tiamin kromatogramı Ek: 3'de verilmiştir. Un örneklerinde en düşük tiamin miktarı pirinç ununda saptanmıştır. Pirinç unu 1.02 mg/kg tiamin içerirken baklagil unları 9.35 mg/kg ile 14.46 mg/kg arasında tiamin içermektedir. Thompson (1999) yaptığı çalışmada pirinç ununun tiamin içeriğini 0.14 mg/100g olarak belirlemiştir. Bir başka kaynakta ise pirincin tiamin içeriğinin 0.2-1.1mg/100g arasında olduğu belirtilmiştir (Juliano and Bechtel, 1985). Bu çalışmada elde edilen değer belirtilen değerlerle uyumludur. Thompson (1999) aynı çalışmada nohut ununun tiamin içeriğini ise 0.49 mg/100g olarak belirlenmiştir. Petitot et al. (2009) bezelye ununun tiamin içeriğini

0.83 mg/100g olarak belirtmiştir. Mahoney et al. (1946) ise yaptıkları çalışmada taze bezelyenin tiamin içeriğini 1.668 mg/100g olarak belirlemiştir. Bu çalışmada tespit edilen değer literatürde belirtilen aralıktadır.

Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen erişte örneklerinin tiamin içerikleri Çizelge 4.13' de verilmiştir. Pirinç eriştesi ile mercimek, bezelye ve nohut unlarıyla zenginleştirilmiş pirinç eriştesi örnekleri arasında tiamin içerikleri açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar vardır ($p<0.05$). Baklagil unu katkılı erişte örneklerinin tiamin miktarları pirinç eriştesinden önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. En yüksek tiamin oranı ise %50 bezelye (8.53 mg/kg) ve mercimek unu (7.97 mg/kg) katkılı pirinç eriştesi örneklerinden elde edilmiştir.

4.5.2. Riboflavin analizleri

Çalışmada kullanılan un örneklerinin riboflavin içerikleri Çizelge 4.12'de gösterilmiştir. Riboflavin kromatogramı Ek: 4'de verilmiştir. Bezelye, nohut ve mercimek ununun riboflavin içeriklerinin birbirine oldukça yakın olduğu ve pirinç unundan yüksek olduğu saptanmıştır. Literatürde pirincin riboflavin içeriğinin 0.2-1.1mg/100g arasında olduğu belirtilmiştir (Juliano and Bechtel, 1985). Thompson (1999) yaptığı çalışmada pirinç ununun riboflavin içeriğini 0.02 mg/100g olarak saptamıştır. Bu çalışmada pirinç ununda tespit edilen riboflavin miktarının belirtilen değerler ile uyumlu olduğu görülmektedir. Aynı çalışmada nohut ununun riboflavin içeriği ise 0.11 mg/100g olarak belirtilmiştir. Nohut ununda tespit edilen riboflavin miktarının bu değere yakın olduğu Çizelge 4.14'de görülmektedir. Petitot et al. (2009) bezelye ununun riboflavin içeriğinin 0.14 mg/100g olduğunu belirtmiştir. Bezelye ununda saptanan riboflavin miktarı (0.98 mg/kg=0.098 mg/100g) bu değere yakındır. Bir çalışmada taze nohudun riboflavin içeriği 1.73 mg/kg olarak saptanmıştır (Alajaji and El-Adawy, 2006). Bu çalışmada tespit edilen miktar bu değerinin altında olup, kaybın kurutma ve öğütme aşamalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bir kaynakta mercimeğin riboflavin içeriği 0.238 mg/100g olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada elde edilen değer bu değerden düşüktür.

Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen erişte örneklerinin riboflavin içerikleri Çizelge 4.13'de gösterilmiştir. Pirinç eriştesi ile karşılaştırıldığında baklagil unu katkılı erişte örneklerinin riboflavin miktarları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmaktadır ($p < 0.05$). Baklagil unu katkılı erişte örneklerinin riboflavin değerleri pirinç eriştesinden yüksek bulunmuştur. En yüksek riboflavin içeriği %50 mercimek unu (0.72 mg/kg) katkılı pirinç eriştesi örneğinde tespit edilmiştir. Bunu %50 bezelye unu (0.65a mg/kg) katkılı pirinç eriştesi örneği izlemektedir. Genel olarak bezelye, nohut ve mercimek ununun riboflavin içeriklerinin birbirine oldukça yakın değerlerde (Çizelge 4.12) olmasının bir sonucu olarak baklagil unu katkılı pirinç eriştelere riboflavin değerleri de biri birine yakındır ve baklagil unu katkı oranı arttıkça bu değerlerde artış gözlenmektedir. Bezelye ve mercimek unu oranındaki artış erişte örneklerinin riboflavin içeriğinde istatistiksel olarak önemli bir artış sağlamaktadır. Nohut unu oranındaki artış riboflavin içeriğinde artış sağlamakla birlikte %30 ve 40 nohut unu katkılı eriştelere istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır.

Çizelge 4.12. Un örneklerinin tiamin, riboflavin ve niasin içerikleri

Un	Tiamin (mg/kg)	Riboflavin (mg/kg)	Niasin (mg/kg)
Pirinç	1.02	0.21	5.01
Bezelye	14.46	0.98	24.06
Nohut	9.35	0.97	12.89
Mercimek	12.84	0.94	15.20

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır ve kurumadde esasına göre verilmiştir.

Çizelge 4.13. Erişte örneklerinin tiamin, riboflavin ve niasin içerikleri

Erişteler	Oran (%)	Tiamin (mg/kg)	Riboflavin (mg/kg)	Niasin (mg/kg)
Bezelye unu katkı	0	1.08c	0.21d	5.54d
	30	5.81b	0.43c	12.17c
	40	6.95b	0.54b	14.27b
	50	8.53a	0.65a	16.00a
Nohut unu katkı	0	1.08d	0.21c	5.54d
	30	5.50c	0.42b	6.71c
	40	5.72b	0.45b	7.34b
	50	5.88a	0.53a	8.84a
Mercimek unu katkı	0	1.08c	0.21d	5.54d
	30	6.46b	0.44c	5.93c
	40	7.39a	0.54b	6.47b
	50	7.97a	0.72a	7.44a

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır ve kurumadde esasına göre verilmiştir.

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

4.5.3. Niasin analizleri

Pirinç unu ve baklagil unu örneklerinin niasin içerikleri Çizelge 4.12' de verilmiştir. Nikotinic asit ve nikotinamid kromatogramları sırasıyla Ek: 5 ve 6 'da gösterilmiştir. Bezelye, nohut ve mercimek unlarının niasin içerikleri pirinç ununun niasin içeriğinden yüksek bulunmuştur. En yüksek niasin içeriğine bezelye ununun (24.06 mg/kg) sahip olduğu belirlenmiştir.

Bezelyenin niasin içeriği 31 mg/kg olarak belirtilmiştir (Petitot et al., 2009). Bu çalışmada elde edilen değer, belirtilen değere göre daha düşük bulunmuştur. Nohutun niasin içeriğinin ise 1.72 mg/100g olduğu belirtilmiştir (Riahi and Ramaswamy, 2003). Bu çalışmada nohut ununda tespit edilen niasin miktarı belirtilen

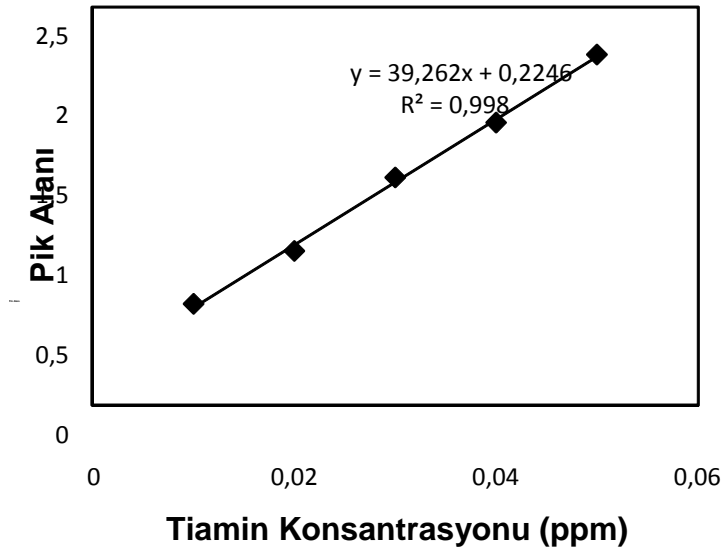
değerden düşük bulunmuştur. Campos-Vega et al. (2010) mercimekteki niasin miktarının 9.3-20.1mg/kg aralığında olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen değer bu aralıktadır.

Pirinç unu ve farklı baklagil unları kullanılarak üretilen erişte örneklerinin niasin içerikleri Çizelge 4.13'de verilmiştir. Pirinç eriştesi ile farklı baklagil unu katkılı erişte örneklerinin niasin içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır ($p < 0.05$). En düşük niasin miktarı pirinç eriştesinde (5.54 mg/kg) tespit edilmiştir. Baklagil unu oranındaki artış eriştelere niasin içeriğinde artış sağlamıştır. Niasin miktarını en çok bezelye unu katkısının arttırdığı belirlenmiştir ($p < 0.05$).

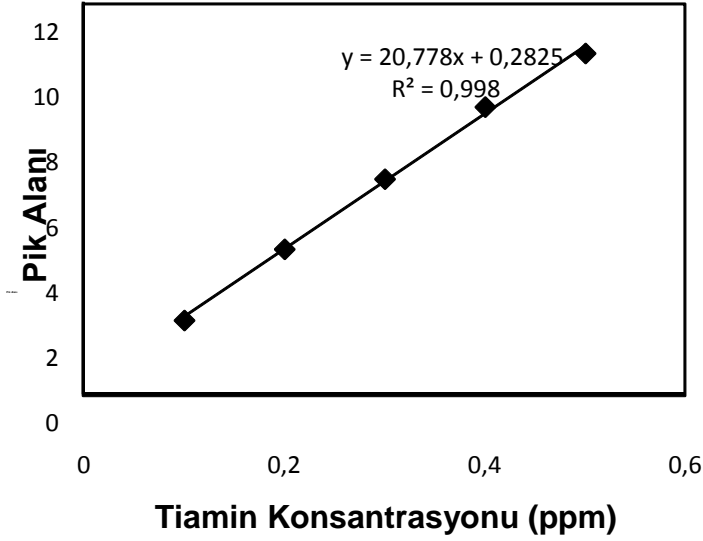
4.5.2. Vitamin Analizlerinin Validasyon Sonuçlarının İncelenmesi

4.5.2.1. Tiamin Analizinin Validasyon Sonuçları

Doğrusallık kriterini değerlendirmek için biri çalışılan konsantrasyonu içine alan, diğeri ise düşük konsantrasyonları kapsayan iki adet 5 noktalı kalibrasyon grafiği hazırlanmıştır. Kalibrasyon grafiklerinin belirtme katsayıları (R^2) 0.998 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.4 ve 4.5). Farklı konsantrasyonlarda da doğrusallığın sağlandığı gözlenmiştir.



Şekil 4.4. 0.01-0.05 ppm aralığında tiamin kalibrasyon grafiği



Şekil 4.5. 0.1-0.5 ppm aralığında tiamin kalibrasyon grafiği

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

Çizelge 4.14. Tiamin analizi validasyon sonuçları

Yöntemin Tekrarlanabilirliği (%CV)	Cihazın Tekrarlanabilirliği (%CV)	LOD (ppm)	LOQ (ppm)	Doğruluk (%)	Geri Kazanım (%)		
					%50	%100	%150
8.45	4.25	0.98	3.27	99	100	94	104

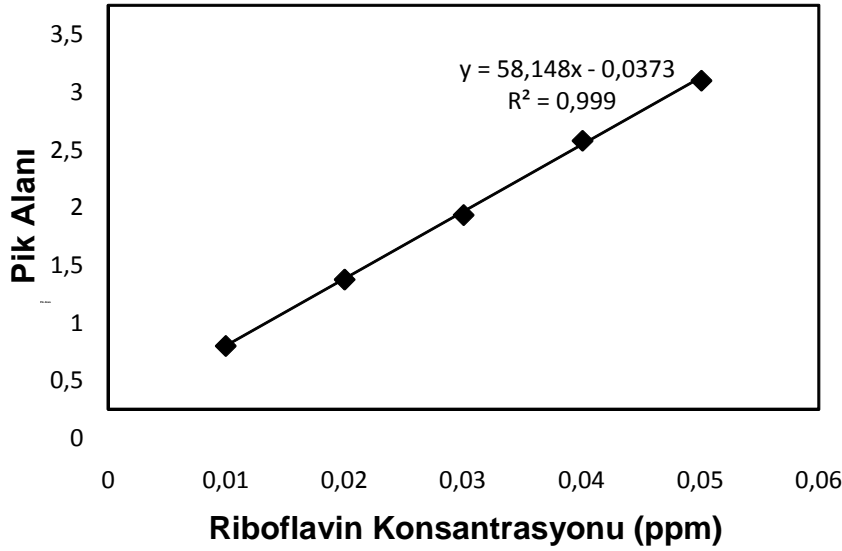
Tiamin analizi için validasyon çalışmalarında yöntemin tekrarlanabilirliği için CV değeri %8.45, cihazın tekrarlanabilirliği için ise CV değeri %4.25 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.14). Tiamin analizlerinde HPLC ile analiz aşaması öncesinde gerçekleştirilen türevlendirme işleminden sonra vitamin miktarının zamanla azalması ve yöntemin kişisel farklılıklardan gelebilecek hatalara açık olması cihazın tekrarlanabilirliği için CV değerinin yüksek çıkmasında rol oynamaktadır. LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 0.98 ve 3.27 ppm olarak bulunmuştur.

Sertifikalı referans materyali (tam buğday unu) içersindeki 4.63 mg/kg olan tiamin miktarı %99 doğruluk ile 4.59 mg/kg olarak saptanmıştır. Bu sonuç tiamin analizi için kullanılan metodun doğruluk kriterinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

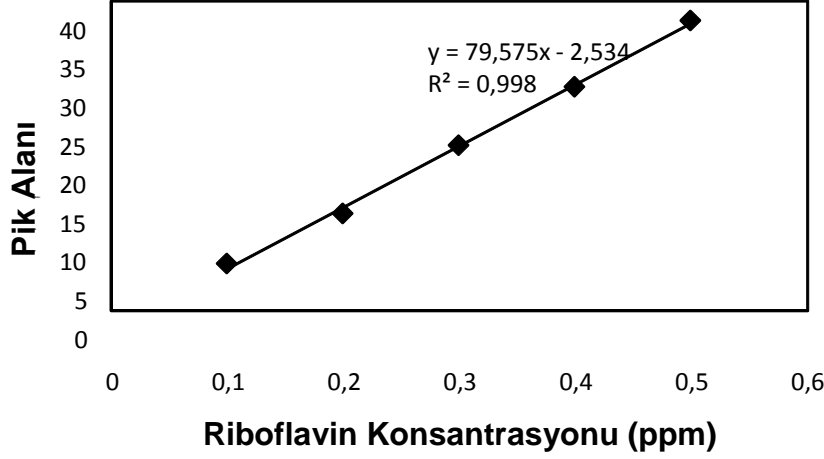
Geri kazanım değerlerini belirlemek için tiamin içeriği tespit edilmiş pirinç eriştesine, içeriğinin yarısı (%50), tamamı (%100) ve bir buçuk katı (%150) kadar standart tiamin ilavesi yapılmıştır. Geri kazanım sonuçlarının %94-104 arasında olduğu hesaplanmıştır.

4.5.2.2. Riboflavin Analizinin Validasyon Sonuçları

Doğrusallık kriterini değerlendirmek için biri çalışılan konsantrasyonu içine alan, diğeri ise düşük konsantrasyonları kapsayan iki adet 5 noktalı kalibrasyon grafiği hazırlanmıştır. Kalibrasyon grafiklerinin belirtme katsayıları (R^2) sırasıyla 0.999 ve 0.998 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.6 ve 4.7). Farklı konsantrasyonlarda da doğrusallığın sağlandığı gözlenmiştir.



Şekil 4.6. 0.01-0.05 ppm aralığında riboflavin kalibrasyon grafiği



Şekil 4.7. 0.1-0.5 ppm aralığında riboflavin kalibrasyon grafiği

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

Çizelge 4.15. Riboflavin analizi validasyon sonuçları

Yöntemin Tekrarlanabilirliği (%CV)	Cihazın Tekrarlanabilirliği (%CV)	LOD (ppm)	LOQ (ppm)	Doğruluk (%)	Geri Kazanım (%)		
					%50	%100	%150
9.86	2.51	0.05	0.17	96	109	105	96

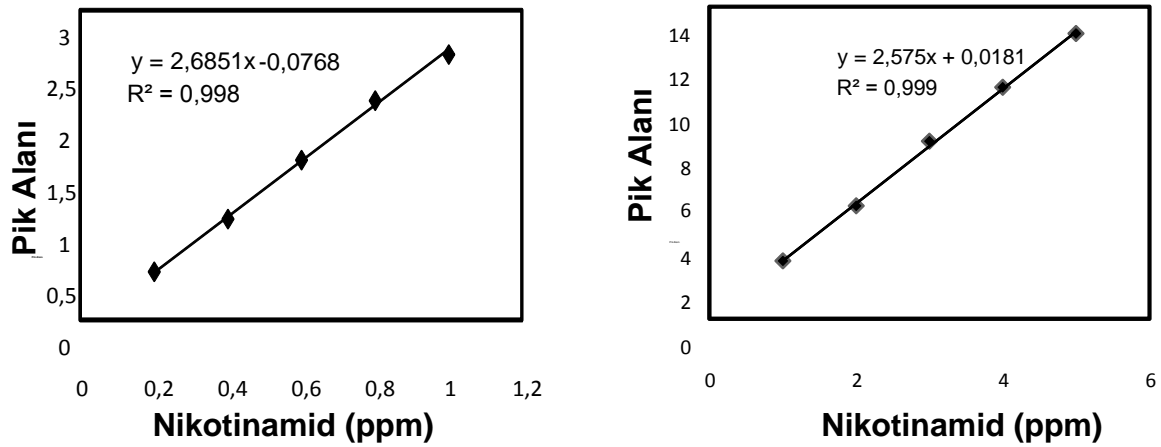
Riboflavin analizi için validasyon çalışmalarında yöntemin tekrarlanabilirliği için CV değeri %9.86, cihazın tekrarlanabilirliği için ise CV değeri %2.51 olarak belirlenmiştir. LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 0.05 ve 0.17 ppm olarak bulunmuştur. Tiamin ve riboflavin analizlerinde aynı kolon kullanılmasına rağmen LOD ve LOQ değerleri açısından riboflavinde daha iyi bir sonuç alındığı görülmektedir. Bunun nedeni büyük olasılıkla riboflavinin floresans özelliğe olması nedeniyle, HPLC ile analiz öncesinde ekstra bir türevlendirme işlemine gerek duyulmadan, riboflavin ekstraktının analizde direkt olarak kullanılabilmesidir. Böylece türevlendirme aşamasında karşılaşılan zamanla vitamin miktarının azalması sorunu ve kişisel farklılıklardan gelebilecek hatalar bu analizde çok fazla etkili olmamıştır.

Doğruluk değerinin saptanmasında sertifikalı referans materyal olarak süt tozu kullanılmıştır. Referans materyal içerisindeki 14.5 mg/kg olan riboflavin miktarı %96 doğruluk ile 13.97 mg/kg olarak saptanmıştır. Bu sonuç riboflavin analizi için kullanılan metodun doğruluk kriterinin kabul edilebilir olduğunu göstermektedir.

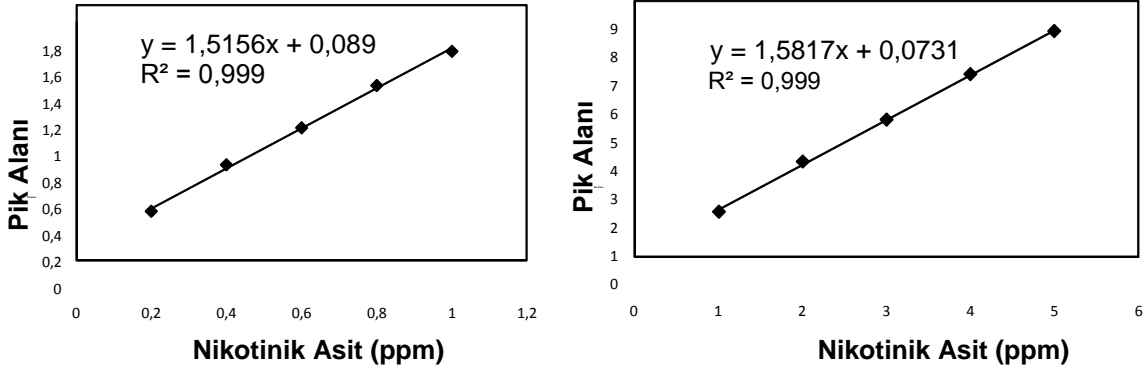
Geri kazanım değerlerini belirlemek için riboflavin içeriği tespit edilmiş pirinç eriştesine, içeriğinin yarısı (%50), tamamı (%100) ve bir buçuk katı (%150) kadar standart riboflavin ilavesi yapılmıştır. Geri kazanım sonuçlarının %96-109 arasında olduğu hesaplanmıştır.

4.5.2.3. Niasin Analizinin Validasyon Sonuçları

Doğrusallık kriterinin değerlendirilmesinde nikotinik asit ve nikotinamid için biri çalışılan konsantrasyonu içine alan, diğeri ise düşük konsantrasyonları kapsayan iki adet 5 noktalı kalibrasyon grafiği hazırlanmıştır. Nikotinamid için kalibrasyon grafiklerinin belirtme katsayıları düşük konsantrasyonda 0.998 ve yüksek konsantrasyonda 0.999 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.8). Nikotinik asit için de kalibrasyon grafiklerinin belirtme katsayıları düşük yüksek konsantrasyonda 0.999 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.9). Bu sonuçlar farklı konsantrasyonlarda da doğrusallığın sağlandığı göstermektedir.



Şekil 4.8. 0.1-1ppm ve 1-5 ppm aralığındaki nikotinamidin kalibrasyon eğrileri



Şekil 4.9. 0.1-1 ppm ve 1-5 ppm aralığındaki nikotirik asit kalibrasyon eğrileri

Niasin analizi için gerçekleştirilen validasyon çalışmaları kapsamında bulunan yöntemin tekrarlanabilirliği, cihazın tekrarlanabilirliği, doğruluk, %geri kazanım ve LOD/LOQ değerleri Çizelge 4.16' da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Niasin analizi validasyon sonuçları

Yöntemin Tekrarlanabilirliği (%CV)	Cihazın Tekrarlanabilirliği (%CV)	LOD (ppm)	LOQ (ppm)	Doğruluk (%)	Geri Kazanım (%)		
					%50	%100	%150
0.65	0.21	0.96	3.21	100	100	95	100

Çizelge incelendiğinde yöntemin tekrarlanabilirliği için hesaplanan CV değerinin %0.65, cihazın tekrarlanabilirliği için hesaplanan CV değerinin ise %0.21 olduğu görülmektedir. Tiamin ve riboflavin analizleri için yapılan validasyon çalışmaları da göz önüne alındığında yöntem ve cihaz tekrarlanabilirliği açısından en iyi sonuçların niasin analizlerinde elde edildiği görülmektedir. Bu durumu HPLC ile analiz aşaması öncesinde gerçekleştirilen türevlendirme işleminde floresans ışık kaynağı kullanılarak kişisel hatalardan gelebilecek sapmaların önlenmiş olması da etkileyebilir. Analizi gerçekleştirilen B vitaminleri içerisinde stabilitesi en yüksek olanın niasin olması da bu sonuçlarda etkili olmuştur. Niasin için LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 0.96 ve 3.21 ppm olarak bulunmuştur.

Doğruluk kriterinin değerlendirilmesinde sertifikalı referans materyal (CRM 421-süt tozu) içerisindeki niasin miktarı tespit edilmiş ve sertifikada belirtilen değer ile karşılaştırılmıştır. Doğruluk değeri %100 olarak hesaplanmıştır. Doğruluk değerinin yüksek olmasında HPLC ile analiz aşaması öncesinde gerçekleştirilen türevlendirme işleminde floresans ışık kaynağı kullanılarak kişisel hatalardan gelebilecek sapmaların önlenmiş olması önemli bir rol oynamaktadır.

Geri kazanım değerlerini belirlemek için niasin içeriği tespit edilmiş pirinç eriştisine, içeriğinin yarısı (%50), tamamı (%100) ve bir buçuk katı (%150) kadar standart niasin ilavesi yapılmıştır. Geri kazanım değerlerinin %95-100 arasında olduğu tespit edilmiştir.

4.6. Toplam besinsel lif miktarı

Kullanılan unların besinsel lif içerikleri Çizelge 4.17 'de verilmiştir. Nohut ununun besinsel lif içeriğinin çalışmada kullanılan diğer unlardan yüksek olduğu belirlenmiştir. Cheng and Hardy (2003) yaptıkları çalışmada beyaz pirinçte toplam besinsel lif miktarını farklı türlerde %0.22-1.79 değerleri arasında olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada pirinç unundaki tespit edilen besinsel lif miktarı bu aralıktadır. Tosh and Yada (2009), besinsel lif miktarlarının nohut için 18–22 (g/100 g), mercimek 18–20 (g/100 g), bezelye 14–26 (g/100 g) aralıklarında olabileceğini belirtmiştir. Elde edilen veriler bu değerlerde yakın olmakla birlikte daha düşüktür. Çalışmada kullanılan unların 212 µm'lik elekten geçirilmesi sırasında kaybedilen kepeğin besinsel lif miktarının daha düşük bulunmasında rol oynadığı düşünülmektedir.

Pirinç unu ve pirinç ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen erişte örneklerinin toplam besinsel lif miktarları Çizelge 4.18' de verilmiştir. Pirinç erişttesi ve farklı baklagil unları katkılı pirinç erişttesi örneklerinin toplam besinsel lif içeriği arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Eriştteelerde bezelye, mercimek veya nohut ununun miktarı arttıkça toplam besinsel lif içerileri de düzenli bir artış göstermektedir. Pirinç erişttesinin toplam besinsel lif içeriği % 3.84 iken baklagil unu katkılı pirinç eriştteelerinininki %9.18-13.85 arasındadır. Toplam besinsel lif içeriği en yüksek olan erişte örneği %50 nohut unu katkılı pirinç erişttesidir

Çalışmada kullanılan un örneklerinin besinsel lif içeriği ile eriştelelerin besinsel lif içeriklerinin karşılaştırılması formülasyonunda yer alan ksantan gamin da besinsel lif içeriğinin artmasında rol oynadığı fikrini vermektedir.

Çizelge 4.17. Un örneklerinin toplam besinsel lif içerikleri

Un	Besinsel lif (%)
Pirinç	0.96
Bezelye	12.98
Nohut	15.45
Mercimek	12.27

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

Çizelge 4.18. Erişte örneklerinin toplam besinsel lif içerikleri

Erişteler	Oran (%)	Besinsel lif (%)
Bezelye unu katkılı	0	3.84d
	30	9.64c
	40	10.86b
	50	11.62a
Nohut unu katkılı	0	3.84d
	30	10.36c
	40	12.56b
	50	13.85a
Mercimek unu katkılı	0	3.84c
	30	9.18b
	40	10.83a
	50	11.06a

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

Toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu reaktantı ile belirlenmiştir. Bu reaktant toplam fenolikleri belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır. Un örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri Çizelge 4.19' da verilmiştir. Fenolik madde içeriği en yüksek olanın nohut unu, en düşük olanın ise pirinç unu olduğu belirlenmiştir.

Campos-Vega et al. (2009), fenolik madde miktarlarını bezelyede 1.53 (mg gallik asit/g), nohutta 1.81(mg gallik asit/g) ve mercimekte 6.56 (mg gallik asit/g) olarak belirtmiştir. Xu et al. ise (2007) yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde miktarını bezelyede 0.65-0.99 (mg gallik asit/g), mercimekte 4.86-9.60 (mg gallik asit/g) ve nohutta 0.98 (mg gallik asit/g) olarak belirlemişlerdir. Çalışmada elde edilen veriler bezelye ve nohut unlarında bu değerler ile uyumlu olup mercimek ununda bu değerlerden düşük bulunmuştur.

Pirinç unu ve pirinç ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen erişte örneklerinin toplam fenolik madde içeriği Çizelge 4.20' de verilmiştir. Fenolik madde miktarı en düşük olan erişte örneği pirinç eriştesidir (0.12 mg gallik asit/g). Pirinç eriştesi ve farklı baklagil unları katkılı pirinç eriştesi örneklerinin toplam fenolik madde miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Eriştelerde bezelye, mercimek veya nohut ununun miktarı arttıkça fenolik madde içerikleri de düzenli bir artış göstermektedir ve bu artış istatistiksel olarak önemlidir. Çizelgeler incelendiğinde en yüksek fenolik madde içeriğine %50 nohut unu katkılı pirinç eriştesinin sahip olduğu, bunu %50 bezelye ve mercimek unu katkılı erişte örneklerinin izlediği görölmektedir.

Çizelge 4.19. Un örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri

	Fenolik madde¹ (mgGA/g)	TEAK (mmol/kg)	DPPH % inhibisyon
Pirinç	0.18	23.00	2.56
Bezelye	0.64	66.65	5.15
Nohut	1.06	85.23	5.28
Mercimek	0.77	58.18	4.73

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

1 kurumadde esasına göre

Çizelge 4.20. Erişte örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri

Erişteler	Oran (%)	Fenolik madde¹ (mgGA/g)	TEAK (mmol /kg)	DPPH % inhibisyon
Bezelye unu katkılı	0	0.12d	7.13d	2.38c
	30	0.33c	19.70c	2.52c
	40	0.48b	26.99b	3.66b
	50	0.68a	39.50a	4.82a
Nohut unu katkılı	0	0.12d	7.13d	2.38d
	30	0.25c	26.57c	2.89c
	40	0.59b	32.64b	3.69b
	50	0.78a	39.40a	4.22a
Mercimek unu katkılı	0	0.12d	7.13d	2.38b
	30	0.27c	13.47c	2.86b
	40	0.38b	16.23b	3.90a
	50	0.65a	20.44a	4.42a

Değerler iki tekrarın ortalamasıdır.

1 kurumadde esasına göre

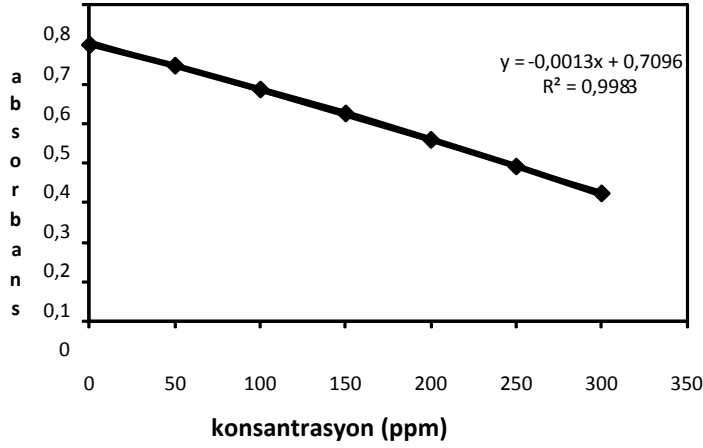
Aynı sütunda aynı harfi kapsayan değerler istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir (p<0.05).

4.8.ABTS⁺ yöntemi ile antioksidan analizi

Un örneklerine ait troloks eşdeğer antioksidan kapasite değerleri Çizelge 4.19' da verilmiştir. Troloks kalibrasyon grafiği Şekil 4.10'de verilmiştir.

Çalışmada kullanılan baklagil unları içerisinde Troloks eşdeğer antioksidan kapasite değerinin en yüksek nohut ununda olduğu saptanmıştır. Bezelye, nohut ve mercimek unlarının antioksidan kapasitelerinin pirinç unundan yüksek olduğu belirlenmiştir. Serpen et al. (2008) pirinç ununun antioksidan kapasitesini 20.0 ± 2.0 TEAK/kg olarak saptamıştır. Bu çalışmada pirinç unu için tespit edilen antioksidan kapasite bu değer ile uyumludur. Oomah et al., (2010), ORAC yöntemiyle mercimekte antioksidan miktarının $58.10 \mu\text{mol/g}$ (mmol trolox/kg) TEAK olarak belirlemiştir. Mercimek ununda belirlenen TEAK miktarı bu değer ile uyumludur.

Pirinç unu ve pirinç ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen erişte örneklerinin troloks eşdeğer antioksidan kapasite değerleri Çizelge 4.20' de gösterilmiştir. Pirinç eriştesi ve baklagil unu katkılı pirinç eriştesi örneklerinin antioksidan içerikleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar vardır ($p < 0.05$). Antioksidan madde miktarı en düşük olan erişte örneği pirinç eriştesidir ($7.13 \text{ mmol trolox/kg}$). Erişteelerde bezelye, mercimek veya nohut ununun miktarı arttıkça fenolik madde içerikleri de düzenli bir artış göstermektedir ve bu fark istatistiksel olarak önemlidir. Analizi gerçekleştirilen erişteeler içinde en yüksek troloks eşdeğer antioksidan kapasiteye sahip olan örnekler %50 bezelye unu ve nohut unu katkılı pirinç erişteeleridir. Sonuçlar incelendiğinde (Çizelge 4.20) fenolik madde içeriği yüksek olan erişte örneğinin TEAK değerinin de yüksek olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.10. Absorbans- Konsantrasyon (ppm) standart kalibrasyon grafiği

4.9. DPPH yöntemiyle antioksidan analizi

DPPH yöntemiyle antioksidan analizinde DPPH radikalinin absorbansındaki azalma ölçülmektedir. Un örneklerine ait DPPH % inhibisyon değerleri Çizelge 4.19' da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde bezelye, nohut ve mercimek unlarının DPPH % inhibisyon değerlerinin birbirine yakın olduğu ve pirinç unundan yüksek olduğu görülmektedir.

Pirinç unu ve pirinç ununa farklı baklagil unları ilave edilerek üretilen erişte örneklerinin DPPH % inhibisyon değerleri Çizelge 4.20' de verilmiştir. Pirinç eriştesi ve baklagil unu katkılı pirinç eriştesi örneklerinin DPPH % inhibisyon değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar vardır ($p < 0.05$). DPPH % inhibisyon değeri en düşük olan erişte örneği pirinç eriştesidir. Çizelge incelendiğinde % 30 bezelye ve mercimek unu katkılı örnekler hariç tüm örneklerde DPPH % inhibisyon değeri baklagil unu katkısı arttıkça istatistiksel olarak önemli ölçüde artmaktadır. En yüksek DPPH % inhibisyon değerleri sırasıyla %50 bezelye ve %50 mercimek unu katkılı örneklerde elde edilmiştir.

Antioksidan aktivitesinin ölçümde kullanılan yöntemlerin sınırlamaları nedeniyle bir gıdanın antioksidan aktivitesinin ölçümünde birden fazla yöntemin kullanılması önerilmektedir. Bu çalışmada da antioksidan aktivitesinin ölçümde farklı yöntemler kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde (Çizelge 4.20) fenolik madde içeriği ve TEAK

değeri yüksek olan erişte rneklerinin DPPH yöntemiyle antioksidan analiz değerlerinin de yüksek olduğu gözlenmektedir.

Biyolojik sistemlerde antioksidanlar oksidatif hasara karşı koruyucu etkileri bulunmaktadır ve kardiyovasküler, nörolojik ve karsinojenik hastalıkları önlemeye yardımcı olabilmektedir (Andre et al., 2010). Bir çalışmada oksidatif stresin lyak hastalığının patogenezinde önemli bir faktör olduğu gösterilmiş ve buna bağlı olarak antioksidanların lyaklı hastalığının tedavisinde tamamlayıcı olabileceği belirtilmiştir (Stojiljkovi et al, 2009). Bu bağlamda, piriç eriştesine göre daha yüksek antioksidan aktivitesi gösteren baklagil unu katkılı piriç eriştelerinin lyak hastalarının diyetinde önemli bir yer alabileceği dşnlmektedir.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada çölyak hastalarının tüketimine yönelik olarak hazırlanan bezelye, nohut veya mercimek unu katkılı pirinç eriştelerinin bazı kalite ve besinsel özellikleri incelenmiştir. Araştırmada %30, 40 ve 50 bezelye, nohut veya mercimek unu katkılı pirinç erişteleri üretilmiştir. Erişte üretiminde bütünlük gösteren bir hamur eldesi için ısıtma işlemi uygulaması ile nişasta jelatinizasyonu sağlanmış ve ksantan gum kullanılmıştır. Erişte 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. Erişte örneklerinde nişastanın jelatinizasyon ve çirilenme (pasting) özellikleri mikrovizkoanalizör (Rapid Visco Analyser: RVA) ile saptanmıştır. Erişte örneklerinin besinsel özelliklerini belirlemek amacıyla ters faz HPLC metotları ile tiamin, riboflavin ve niasin analizleri yapılmış ve validasyon çalışmaları ile cihaz, metot ve sistem performansı incelenmiştir. Bunun yanı sıra unların ve erişte örneklerinin fenolik madde içerikleri, antioksidan kapasiteleri ve besinsel lif içerikleri de belirlenmiştir.

Un ve erişte örneklerinde kül ile protein analizleri gerçekleştirilmiştir. Baklagil unlarının kül ve protein içerikleri bakımından zengin olduğu belirlenmiştir. Erişte örneklerine baklagil unları ilavesiyle kül ve protein içerikleri artış göstermiştir ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Eriştelerde pişme kaybı değeri ve TOM miktarının düşük olması istenmektedir. Pişme kaybının bezelye unu katkılı pirinç eriştelerinde %9.93-10.63 arasında, nohut unu katkılı pirinç eriştelerinde %5.94-9.06 arasında ve mercimek unu katkılı pirinç eriştelerinde %9.06-10.64 arasında olduğu belirlenmiştir. Pirinç eriştelerinin pişme kaybı ise %9.02 olarak tespit edilmiştir. TOM miktarlarının bezelye unu katkılı eriştelerde %1.49-2.26 arasında; nohut unu katkılı eriştelerde %1.26-2.21 arasında ve mercimek unu katkılı eriştelerde %1.87-2.18 arasında olduğu saptanmıştır. Pirinç eriştelerindeki TOM miktarı %1.56'dır. Erişte örneklerinin pişme özellikleri değerlendirildiğinde en düşük pişme kaybı ve TOM miktarının %50 nohut unu katkılı pirinç eriştelerine ait olduğu belirlenmiştir.

Erişte örnekleri hacim artışı değerleri açısından da değerlendirilmiştir. Yüzde 30 ve %50 mercimek unu katkılı pirinç eriştelere hariç diğer baklagil unu katkılı eriştelere hacim artışı değerlerinin pirinç eriştesinin hacim artışı değerinden istatistiksel olarak önemli ölçüde düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Erişte örnekleri su absorpsiyonu değerleri açısından karşılaştırıldığında %50 bezelye ve %40 mercimek unu katkılı pirinç eriştelere hariç diğer baklagil unu katkılı eriştelere su absorpsiyonu değerlerinin pirinç eriştesinin su absorpsiyonu değeri ile istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı görülmüştür ($p<0.05$).

Erişte örnekleri tekstür özellikleri açısından değerlendirildiğinde bezelye unu katkısının kırılma için gerekli olan kuvveti diğer un katkılarına göre önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Eriştelere kırılması için gerekli olan kuvvetin yüksek olması, ürünün kırılma bir yapıya sahip olmadığını ve nakliyatla direnç sağlayabileceğini göstermektedir. Kopmaya karşı direnç ise pişmiş eriştenin elastikiyeti hakkında fikir vermektedir. Pirinç eriştesi ile karşılaştırıldığında bezelye ve nohut unu katkısının erişte örneklerinin kopması için gerekli olan maksimum kuvvet değerini istatistiksel olarak önemli ölçüde ($p<0.05$) arttırdığı görülmüştür. Mercimek unu katkılı eriştelere kopması için gerekli olan maksimum kuvvet değeri ise kontrol eriştesinden düşüktür ($p<0.05$).

Erişte örnekleri duyu değerlendirilmede yüzey özellikleri, çiğneme özellikleri ve çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Pirinç eriştesi ile baklagil unu katkılı pirinç eriştelere duyu özellikleri arasında genel olarak önemli bir fark bulunmamakla birlikte %30 ve %50 mercimek unu katkılı pirinç eriştelere tat açısından diğerlerinden yüksek puan almıştır. Duyu değerlendirme sonuçları çalışmada ilk kez üretimi gerçekleştirilen baklagil unu katkılı pirinç eriştelere kabul edilebilirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Çalışmada kullanılan un örneklerinin ve üretilen erişte örneklerinin çirşlenme özellikleri mikrovizkoanalizör (RVA) ile incelenmiştir. Baklagil unlarının çirşlenme özellikleri birbirlerine yakın olup pirinç ununun pik viskozitesi, karıştırma ile viskozite azalması, incelme sonrası viskozite, son viskozite ve katılma değerlerini baklagil

unlarına göre oldukça yüksektir. Baklagil unu katkısının pirinç eriştelerinin pik viskozitelerinde azalmaya neden olduğu gözlenmiştir. Baklagil unu katkılı erişteler çirişlenme özellikleri açısından benzerlik göstermektedir. Çalışmada nohut unu katkılı eriştelerin pik viskozitelerinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Ters faz HPLC metotları kullanılarak çalışmada kullanılan un örneklerinin ve üretilen erişte örneklerinin tiamin, riboflavin ve niasin içerikleri belirlenmiştir. Bezelye, nohut ve mercimek unu katkısının pirinç eriştesinin beklenildiği gibi tiamin, riboflavin ve niasin içeriğini önemli düzeyde arttırdığı saptanmıştır. Bezelye ununun tiamin ve niasin içeriğinin diğer unlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Vitamin analizinde kullanılan metotların validasyon çalışmaları kapsamında doğrusallık, cihazın tekrarlanabilirliği, yöntemin tekrarlanabilirliği, doğruluk, %geri kazanım, LOD ve LOQ değerleri irdelenmiştir. Geri kazanım oranlarının tiamin için %94-104, riboflavin için %96-109, niasin için %95-100 aralığında olduğu hesaplanmıştır. Doğruluk kriterini gözlemek amacıyla hesaplanan %doğruluk değerleri tiamin, riboflavin ve niasin için sırasıyla; %99, %96 ve %100 olarak belirlenmiştir. Doğrusallık kriterini değerlendirmek amacıyla; her vitamin için iki farklı kalibrasyon grafiği çizilmiştir. Tiamin, riboflavin ve niasin için çalışılan konsantrasyondaki ve düşük konsantrasyondaki kalibrasyon grafiklerinin belirtme katsayılarının 0.998 ile 0.999 arasında olduğu görülmüştür. Yöntemin tekrarlanabilirliği için CV değeri tiamin, riboflavin ve niasin için sırasıyla %8.45, %9.86 ve %0.65 olarak hesaplanmıştır. Cihazın tekrarlanabilirliği için ise CV değerleri tiamin, riboflavin ve niasin için sırasıyla %4.25, %2.51ve %0.21 olarak bulunmuştur. LOD değerleri tiamin için 0.98 ppm, riboflavin için 0.05 ppm ve niasin için 0.96 ppm olarak bulunmuştur. LOQ değerleri ise tiamin için 3.27 ppm, riboflavin için 0.17 ppm ve niasin için 3.21 ppm olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara dayanarak metot, cihaz ve sistem performansı değerlendirildiğinde sonuçların oldukça iyi olduğu; tiamin, riboflavin ve niasin analizleri için kullanılan metot, cihaz ve sistem performansının bu tez çalışmasının amaçlarına uygun olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada vitamin analizlerinde, Finglas ve Faulks (1984) ile Rose-Sallin et al. (2001)' in Bilgi Boyacı (2008) tarafından modifiye edilen yöntemleri ile Batifoulier ve

ark. (2005 ve 2006)'nın yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler ekmek için en iyi sonuç veren analiz yöntemleridir. Bu çalışmada aynı metotlar erişte analizleri için kullanılmıştır. Validasyon çalışmaları ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda ekmek için modifiye edilmiş olan bu yöntemlerin farklı erişte ürünleri için de kullanılabilirliğini göstermektedir. Ülkemizde piyasada satışa sunulan farklı gıda ürünlerinin de mikro besin öğeleri içeriklerinin araştırılarak uygun yöntemlerin geliştirilmesi ve piyasa denetimlerinin rutin olarak yapılabilmesi için yoğun araştırmaların sürdürülmesinin gerektiği ve bu konuda daha çok veriye ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Günümüzde besinsel liflerin bazı hastalıklara karşı koruyucu etkisinin olabileceği bilinmektedir. Pirinç eriştesinde toplam besinsel lif miktarı baklagil unu katkılı pirinç eriştelerinden oldukça düşük bulunmuştur. Baklagil unu katkısı pirinç eriştesinin besinsel lif miktarında önemli bir artış sağlamıştır. Nohut unu katkılı erişte örneklerinin besinsel lif içerikleri benzer oranda bezelye ve mercimek unu içeren erişte örneklerinden yüksektir.

Çalışmada kullanılan pirinç unu ve baklagil unlarının antioksidan özellikleri incelendiğinde baklagil unlarının fenolik madde içeriğinin ve antioksidan kapasitesinin pirinç unundan yüksek olduğu gözlenmiştir. En yüksek fenolik madde içeriğine ve antioksidan kapasitesine nohut unu sahiptir. Genel olarak baklagil unu katkılı erişte örneklerinin fenolik madde içeriklerinin ve antioksidan kapasitelerinin pirinç eriştesinden yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ülkemizde glutensiz diyet uygulayan çölyak hastaları için üretilen özel ürün sayısı son derece sınırlıdır. Çölyak hastaları için işlenmiş ürün çeşitliliğinin artırılması, bu tür gıdaların işleme yöntem ve süreçlerinin geliştirilmesi gıda sanayi açısından önemlidir. Ayrıca bu ürünlerin bireylerin besinsel ihtiyaçlarını karşılaması ve tüketici beğenisini sağlaması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada pirinç ununa mercimek, bezelye ve nohut gibi baklagil unları ilave edilerek çölyak hastalarının tüketebileceği besleyici özelliği artırılmış erişteler üretilmiştir. Bu ürünler genel olarak değerlendirildiğinde tiamin, riboflavin ve niasin gibi B vitaminleri içerikleri, protein, besinsel lif, antioksidan aktivite ve fenolik bileşikler açısından doğal olarak

zenginleştirilmiş ürünler olarak tüketime sunulabilir. Duyusal değerlendirme sonuçları, erişte örneklerinin tüketici tarafından kabul edilebilirliğininin yüksek olduğunu, bu ürünlerin çölyaklı bireyler tarafından tercih edilebileceğini düşündürmektedir. Baklagil unu katkılı eriştelerin kırılması için gerekli olan kuvvetin genel olarak pirinç eriştesinden yüksek olması bu ürünlerin nakliyatında da kolaylık sağlayacak ve ürünün üretildiği merkezden diğer bölgelere iletilmesinde kolaylık sağlayacaktır. Baklagil unu katkılı pirinç eriştelerinin glutensiz ürünlerdeki çeşitliliği arttırmak ile kalmayacağı, aynı zamanda çölyak hastalarının besinsel ihtiyaçlarını karşılamalarına da yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu ürünlerle ilgili yapılacak daha detaylı yeni araştırmalara ihtiyaç vardır.

6. KAYNAKLAR

- AACC, 2000, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, (8th ed.), The Association: St Paul, MN.
- AACC, 2001, The definition of dietary fibre, AACC Report, Cereal Food World, 46, (3), 112–126.
- Acar, J. Ve Gökmen, V., 2005, Fenolik Niteşikler ve Doğal Renk Maddeleri, Gıda Kimyası, İlbilge Saldamlı (ed.), Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 463-496.
- Achayuthakan, P., Suphantharika, M., 2008, Pasting and rheological properties of waxy corn starch as affected by guar gum and xanthan gum, Carbohydrate Polymers 71, 9–17.
- Alajaji, S. A., El-Adawy, T. A., 2006, Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods, Journal of Food Composition and Analysis 19, 806–812.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., Gallagher, E., 2009, Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. International Journal of Food Sciences and Nutrition. 60(S4): 240-257.
- Amarowicz, R., Troszynska, A., Barylko-Pikielna, N., and Shahidi, F., 2004, Extracts of polyphenolics from legume seeds – Correlation between their total antioxidant activity, total phenolics content, tannins content and astringency. Journal of Food Lipids, 11, 278–286.
- Andre', C., Castanheira, I., Cruz, J.M., Paseiro, P., Sanches-Silva, A., 2010, Analytical strategies to evaluate antioxidants in food: a review, Trends in Food Science and Technology 21, 229-246.
- Anton, A. A., Ross, K. A., Lukow, O. M., Fulcher, R. G., Arntfield, S. D., 2008, Influence of added bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.) on some physical and nutritional properties of wheat flour tortillas, Food Chemistry 109, 33–41.
- AOAC, 1990, Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Methods 942.23, 953.17, 957.17 and 986.27, 15th edition, The Association, Arlington, VA, USA.
- AOAC, 1991, Official Methods Of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington. USA.
- Bahnassey, Y., Khan, K. and Harrold, R., 1986, Fortification of spaghetti with edible legumes. I. Physicochemical, antinutritional, amino acid and mineral composition, Cereal Chem., 63, 210-215.

- Ball, G.F.M., 2006, Vitamins in Foods: Analysis, Bioavailability and Stability, CRC Press, Taylor & Francis Group, ISBN 1-57444-804-8, 20, Boca Raton, Florida, USA.
- Batey, I. L., Interpretation of RVA curves, 2009, The RVA Handbook, Edited by Graham B. Crosbie and Andrew S. Ross, ISBN: 1-891127-54-3.
- Baysal, A., 2002, Beslenme, Hatiboğlu Yayınevi, Yenilenmiş 9.Baskı, ISBN 975-7527-73-4, Ankara.
- Belitz, H.D., Grosch W. and Schieberle P., 2009, Food Chemistry, 4th revised and extended edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 411-415.
- Bergaentzlé M., Arella F., Bourguignon J.B., Hasselmann C., 1995, Determination of vitamin B₆ in foods by HPLC – a collaborative study., Food Chemistry, 52, 81-86.
- Bilgi Boyacı B., 2008, Zenginleştirilmiş Unlardan Farklı Koşullarda Üretilen Ekmeklerin Bazı B Vitamini İçeriklerinin, Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği, Doktora Tezi, Ankara.
- Blake, C.J., 2007, Analytical procedures for water-soluble vitamins in foods and dietary supplements: a review. Analytical & Bioanalytical Chemistry, 389, 63-76.
- Boyacıoğlu D., 2005, Gıda Analizlerinde Avrupa Birliği Metot Performans Parametreleri ve Kıstasları, Laboratuvar Akreditasyonu ve Önemi Semineri, İ.T.Ü Gıda Mühendisliği Böl., Maslak-İstanbul.
- Boye, J., Zare, F., Pletch. A.. 2009, Pulse proteins: Processing. characterization. functional properties and applications in food and feed, Food Research International, doi:10.1016/j.foodres.2009.09.003.
- Butterworth, J. R., Banfield, L. M., Iqbal, T. H., Cooper, B. T., 2004, Factors relating to compliance with a gluten-free diet in patients with celiac disease: comparison of white Caucasian and South Asian patients, Clinical Nutrition, 23, 1127-1134.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C., 1995, Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm.-Wiss.Technol., 28, 25-30.
- Campos-Vega, R., Loarca-Pina. G., Dave Oomah. B., 2009, Minor components of pulses and their potential impact on human health, Food Research International, doi:10.1016/j.foodres.2009.09.004.
- Cham, S. And Suwannaporn, P., 2010, Effect of hydrothermal treatment of rice flour on various rice noodles quality, Journal of Cereal Science, doi:10.1016/j.jcs.2010.01.002.

- Cheng, Z.J. and Hardy R.W., 2003, Effect of extrusion processing of feed ingredients on apparent digestibility coefficient of nutrients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition*, 9, 77-83.
- Clemente, G., Giacco, R., Lasorella, G., Coppola, S., Trapanese, E., Torre, P., Greco, L., 2001, Homemade Gluten-Free Pasta Is as Well or Better Digested Than Gluten-Containing Pasta, *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 32, 110-113.
- Cummings, J. H., Mann, J. I., Nishida, C., and Vorster, H. H., 2009, Dietary fibre: an agreed definition, *Lancet*. 373, 365–366.
- Dalgic B, Sari S, Basturk B, Ensari A, Egritas O, Bukulmez A, Baris Z, 2011, Prevalence of celiac disease in healthy Turkish school children, *Am J Gastroenterol.*, 106(8):1565.
- D'egidio, G., Stefanis, E. D., Fortini, S., Galterio, G., Nardi, S., Sgrulletta, D., Bozzini, A., 1982, Standardization of cooking quality analysis in macaroni and pasta products, *Cereal Foods World*, 27, 367-368.
- Demir, Berat, 2008, nohut ununun geleneksel erişte ve kuskus üretiminde kullanım imkanları üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- di Cagno, R., de Angelis, M., Alfonsi, G., de Vincenzi, M., Silano, M., Vincentini, O, Gobbett, M., 2005, Pasta Made from Durum Wheat Semolina Fermented with Selected Lactobacilli as a Tool for a Potential Decrease of the Gluten Intolerance, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 4393-4402.
- Doğan, İ.S., 2000, Gıda Sanayinde hızlı viskozite test (HVT) Cihazının Kullanımı, *Gıda*, 25 (6), 429-434.
- Dueñas, M., Hernández, T., & Estrella, I., 2006, Assessment of in vitro antioxidant capacity of the seed coat and the cotyledon of legumes in relation to their phenolic contents, *Food Chemistry*, 98, 95-103.
- Duranti, M., 2005, Review Grain legume proteins and nutraceutical properties, *Fitoterapia* 77,67–82.
- Eitenmiller, R.R. and Landen, W.O., 1999, *Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences*, CRC Press, New York.
- Erkan, H., 2004, Farklı Tahıl Unları Kullanılarak Üretilen Tarhana Örneklerinin Kimyasal, Fonksiyonel ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması, (Doktora tezi), Gıda Mühendisliği, Hacettepe Üniversitesi, 06532 Beytepe, Ankara, Türkiye.

- Esteve M., Farré R., Frígola A. and García-Cantabella J., 2001, Simultaneous Determination of Thiamin and Riboflavin in Mushrooms by Liquid Chromatography, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 1450-1454.
- FAO, 1995, Nutrition Education for the Public, FAO Food and Nutrition Paper 59, Rome.
- Fasano, A., Catassi, C., 2001, Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. *Gastroenterology*, 120, 636–651.
- Feighery, C., 1999, Fortnightly review: Coeliac disease, *BMJ* 319, 236-239.
- Finglas, P.M. and Faulks R.M., 1984, The HPLC Analysis of Thiamin and Riboflavin in Potatoes, *Food Chemistry*, 15: 37-44.
- Finglas, P.M., 1993, 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*, 22-24 September 1993, Sydney, Australia.
- Fu, B. X., 2008, Asian noodles: History, Classification, Raw Materials, And Processing, *Food Research International*, 41: 888-902.
- Gallagher, E., Gormley, T. R., Arendt, E. K., 2004, Recent advances in the formulation of gluten-free cereal based products. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 143-152.
- Gallegos-Infante, J.A., Rocha-Guzman, N.E., Gonzales-Laredo, R. F., Pulido-Alonso, J., 2010, Effect of processing on the antioxidant properties of extracts from Mexican barley (*Hordeum vulgare*) cultivar, *Food Chemistry*, 119, 903-906.
- García-Ochoa, F., Santos, V.E., Casas, J.A., and Gómez, E., 2000, Xanthan gum: Production, recovery and properties, *Biotechnology Advances*, 18, 549–579.
- Gfeller, J.C., Huen J. M. and Thevenin J. P., 1979, Automated pre-column derivatisation HPLC, *Chromatographia* Vol. 12 No. 6, 368-370.
- Green, H. R. And Jabri B., 2003, Coeliac disease, *Lancet*, 362, 383–91.
- Gregory, J.F., 2008, *Vitamins. Food Chemistry*. Owen R. Fennema (ed.). 4th edition, Marcel Dekker, Inc. New York, ISBN 0-8247-9691-8.
- Grehn, S., Fridell, K., Lilliecreutz, M., Hallert, C., 2001, Dietary habits of Swedish adult coeliac patients treated by a gluten-free diet for 10 years, *Scandinavian Journal of Nutrition*, 45, 178–182.

- Hallert, C., Grant, C., Grehn, S., Grännö, C., Hultén, S., Midhagen, G., Ström, M., Svensson, H., Valdimarsson, T., 2002, Evidence of poor vitamin status in coeliac patients on a gluten-free diet for 10 years, *Aliment Pharmacol Ther*; 16, 1333– 1339.
- Hamer, R.J., 2005, Coeliac Disease: Background and biochemical aspects, Review Article, *Biotechnology Advances*, 23, 6, 401-408.
- Hanninen, S.A., Darling P.B., Sole M.J., Barr A., Keith M.E., 2006, The Prevalence of Thiamin Deficiency in Hospitalized Patients With Congestive Heart Failure. *Journal of The American Colage of Cardiology*, 47, 2, 354-361.
- Heudi, O., Kilinc, T., Fontannaz, P., 2005, Separation of water-soluble vitamins by reversed-phase high performance liquid chromatography with ultra-violet detection: Application to polyvitaminated premixes, *Journal of Chromatography A*, 1070 , 49–56.
- Hidiroglou, N., Peace R.W., Jee P., Leggee D., Kuhnlein H., 2008, Levels of folate, pyridoxine, niacin and riboflavin in traditional foods of Canadian Arctic Indigenous Peoples, *Journal of Food Composition and Analysis*, Canada 21, 474-780.
- Holcombe, D., 1998, *The Fitness for Purpose of Analytical Methods A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics*, EURACHEM Guide, United Kingdom.
- Hollman P.C.H., Slangen J.H., Wagstaffe P.J., Faure U., Southgate D.A.T. and Finglas P.M., 1993, Intercomparison of methods for the determination of vitamins in foods, *Water-soluble vitamins*, 118, 481-488.
- Horwitt, M., Harper, A., Henderson, L., 1981, Niacin-tryptophan relationships for evaluating niacin equivalents. *The American Journal of Clinical Nutrition* 34, 423-427.
- Hoseney, R.C., 1994, *Principles of Cereal Science and Technology*, Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN.
- Huang, D., Ou, B., Prior, R.L., 2005, The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays, *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, 53, 1841-56.
- Huang, J.C., Knight, S., Goad, C., 2001, Model prediction for sensory attributes of non-gluten pasta, *Journal of Food Quality*, 24, 495–511.
- Huber, L., 1998, *Validation of Analytical Methods: Review and Strategy*, Agilent Technologies GmbH, LC/GC International, February 1998, 96-105, Waldbronn, Germany.

- ICC, 1995, Standard Methods of the ICC, Method 117, 119 and 153, International Association of Cereal Science and Technology, Vienna, Austria.
- Juliano, B.O. and Bechtel, D.B., 1985, The Rice Grain and Its Gross Composition, Rice: Chemistry and Technology, (eds) Juliano, B.O., Department of Cereal Chemistry International Rice Research Institute Los Baños, Laguna, Philippines, 17-57.
- Juliano, B.O., 1972, The Rice Grain and Its Gross Composition, Rice: Chemistry and Technology, edited by D. F. Houston, page 30-31.
- Kaur, L., Singh, J., Singh, N., 2005, Effect of glycerol monostearate on the physico-chemical, thermal, rheological and noodle making properties of corn and potato starches, Food Hydrocolloids, 19, 839-849.
- Kaur, M., Sandhu, K. S., Singh, N., 2007, 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, 259–267.
- Kawasaki, T., and Egi Y., 2000, Modern chromatographic analysis of vitamins Ed. by A. P. de Leenheer, Willy E. Lambert, Jan F. Van Bocxlaer, 3rd Edition ,CRC Press ISBN 0824703162.
- Kendall, WC C., Esfahani, A., Jenkins, JA D., 2010, The link between dietary fibre and human health, Food Hydrocolloids, 24, 42–48.
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A., Karacan, H., 2000, Hububat Laboratuvarı El Kitabı, 91-100.
- Köksel, H., 2007, Karbonhidratlar, Gıda Kimyası, Editör Saldamlı, İ., Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 3. Baskı, ISBN 978-975-491-190-9.
- Kupper, C., 2005, Dietary Guidelines and Implementation for Celiac Disease, Gastroenterology, 128, 121–127.
- Kütük, D., 2010, Depolama Koşullarının Zenginleştirilmiş Makarnanın Vitamin İçeriği Üzerine Etkisinin Araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi), Gıda Mühendisliği, Hacettepe Üniversitesi, 06532 Beytepe, Ankara, Türkiye.
- Lahély, S., Bergaentzlé M., Hasselmann C., 1999, Fluorimetric determination of niasin in foods by high-performance liquid chromatography with post-column derivatization, Food Chemistry, 65, 129-133.
- Lai, H-M., 2001, Effects of rice properties and emulsifiers on the quality of rice pasta, Journal of the Science of Food and Agriculture, 82, 203-216.

- Laurin, P., Wolving, M., Falth-Magnusson, K., 2002, Even small amounts of gluten cause relapse in children with celiac disease, *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 34, 26–30.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C. G., 2007, Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations, *Journal of Food Engineering* 79, 1033-1047.
- Lebiedzińska, A., Marszał, M. L., Kuta, J., Szefer, P., 2007, Reversed-phase high-liquid chromatography method with coulometric electrochemical and ultraviolet detection for the quantification of vitamins B1 (thiamine), B6 (pyridoxamine, pyridoxal and pyridoxine) and B12 in animal and plant foods, *Journal of Chromatography A*, 1173, 71–80.
- Lee, A. and Newman, J.M., 2003, Celiac diet: Its impact on quality of life, *J.Am. Diet Assoc.* 103,1533-1535.
- López-Amorós, M. L., Hernandez, T., Estrella, I., 2006, Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity, *Journal of Composition and Analysis*, 19, 277-283.
- Lynch, P.L.M. and Young, I.S., 2000, Determination of thiamine by high-performance liquid chromatography, *Journal of Chromatography A*, 881, 267-284.
- Mahoney, C. H., Walls, E. P., Hunter, H.A., Scott, L.E., 1946, Vitamin Content Of Peas, Effect of Freezing, Canning, and Dehydration, *Industrial and Engineering Chemistry*, 6, 654-657.
- Marco, C., Pérez, G., Ribotta, P., Rosell, C. M., 2007, Effect of microbial transglutaminase on the protein fractions of rice, pea and their blends, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87, 2576-2582.
- Marco, C., Rosell, C. M., 2008, Functional and rheological properties of protein enriched gluten free composite flours, *Journal of Food Engineering* 88, 94–103.
- Mariani, P., Grazia, V. M., la Vecchia, A., Cipolletta, E., Calvani, L., Bonamico, M., 1998, The Gluten-Free Diet: A Nutritional Risk Factor for Adolescents with Celiac Disease. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 27, 519-523.
- Mariotti, M., Lametti, S., Cappa, C., Rasmussen, P., Lucisano, M., 2011, Characterisation of gluten-free pasta through conventional and innovative methods: Evaluation of the uncooked products, *Journal of Cereal Science*, 53, 319-327.
- Martínez-Villaluenga, C., Torres, A., Frias, J., Vidal-Valverde, C., 2010, Semolina supplementation with processed lupin and pigeon pea flours improve protein quality of pasta, *Food Science and Technology* 43, 617–622.

- Marti, A., Seetharaman, K., Pagani, M. A., 2010, Rice-based pasta: A comparison between conventional pasta-making and extrusion-cooking, *Journal of Cereal Science*, doi:10.1016/j.jcs.2010.07.002.
- Mawatari, K., Linuma, F., Watanabe, M., 1991, Determination of Nicotinic Nicotinamide in Human Serum by High-Performance Liquid Chromatography with Postcolumn Ultraviolet-Irradiation and Fluorescence Detection, *Analytical Sciences*, 7, 733-736.
- Mestres, C., Colonna, P., Alexandre, M. C., Matencio, F., 1993, Comparison of various processes for making maize pasta, *Journal of Cereal Science*, 17, 277-290.
- Miller, H.E., Rigelhof, F., Marquart, L., Prakash, A., and Kanter, M., 2000, Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables. *Journal of American College of Nutrition*, 19, 312-319.
- Niewinski, M. M., 2008, Advances in celiac disease and gluten-free diet, *Journal of American Dietetic Association*, 108, 661-672.
- Olds, S.J., Vanderslice J.T., Brochetti D., 1993, Vitamin B6 in raw and fried chicken by HPLC. *Journal of Food Science*, 58, 3, 505 -507.
- Ollilainen, V., Finglas, P.M., Van Den Berg, H., De Froidmont-Görtz, I., 2001, Certification of B-group vitamins (B₁, B₂, B₆ and B₁₂) in four food reference materials, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 315-321.
- Oomah, B.D., Caspar, F., Malcolmson, L.J., Bellido, A.S., 2010, Phenolics and antioxidant activity of lentil and pea hulls, *Food Research International* 44, 436-441.
- Petitot, M., Boyer, L., Minier, C., Micard, V., 2009, Fortification of pasta split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation, *Food Research international*, doi:10.1016/j.foodres.2009.07.020.
- Ragaei, S., Abdel-Aal. E.S.M., Noaman. M.. 2006, Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chemistry* 98, 32–38.
- Rekha, P. N., Singhal, S., Pandit, A. B., 2004, A study on degradation kinetics of thiamine in red gram splits (*Cajanus cajan* L.), *Food Chemistry* 85, 591–598.
- Reuter, S., Gupta, S. C., Chaturvedi, M. M., Aggarwal, B. B., 2010, Oxidative stress, inflammation, and cancer: How are they linked?, *Free Radical Biology and Medicine* 49, 1603–1616.
- Riahi, E. and Ramaswamy, H. S., 2003, Structure and Composition of Cereal Grains and Legumes, *Handbook of Postharvest Technology*, Edited by

- Ramaswamy, H. S., Vijaya Raghavan G. S., Chakraverty, A., Mujumdar, A. S.
- Rivlin, R.S., 1975, Riboflavin, Plenum Press, New York and London, ISBN 0-306-30814-2.
- Rizzolo, A. and Polesello, S., 1992, Chromatographic determination of vitamins in foods, *Journal of Chromatography*, 624, 103-152.
- Rose-Sallin, C., Blake C.J., Genoud, D., Tagliaferri, E.G., 2001, Comparison of microbiological and HPLC- fluorescence detection methods for determination of niacin in fortified food products. *Food Chemistry*, 73, 473-480.
- Sabanis, D., Lebesi. D., Tzia. C., 2009, Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread. *Food Science and Technology* 42, 1380–1389.
- Sabanis, D., Marki, E. and Doxastakis, G. 2006, Effect of durum flour enrichment with chickpea flour on the characteristics of dough and lasagne. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 1938-1944.
- Saldamlı, İ. ve Sağlam F., 1998, Vitaminler ve Mineraller, *Gıda Kimyası, İlbilge Saldamlı (ed.), Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 352-380.*
- See, J. and Murray, J. A., 2006, Gluten-Free Diet: The Medical and Nutrition Management of Celiac Disease. *Nutrition in Clinical Practice*, 21, 1-15.
- Serpen, A., Gokmen, V., Pellegrini, N., Fogliano, V., 2008, Direct measurement of the antioxidant capacity of cereal products. *Journal of Cereal Science* 48, 816-820.
- Skovbjerg, H., Koch, C., Anthonsen, D., Sjöström, 2004, Deamidation and cross-linking of gliadin peptides by transglutaminases and the relation to celiac disease, *Biochimica Acta*, 1690, 3, 1-11.
- Skurray G.R., 1981, A rapid method for selectively determining small amounts of niacin, riboflavin and thiamine in foods, *Food Chemistry*, 7, 77-80.
- Sozer, N.. 2009, Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums, *Food Hydrocolloids*, 23, 849-855.
- Standley, L., Winteron, P., Marnewick, J. L., Gelderblom, C. A., Joubert, E., Britz, T. J., 2001, Influence of processing stages on antimutagenic and antioxidant potentials of rooibos tea, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 114-117.

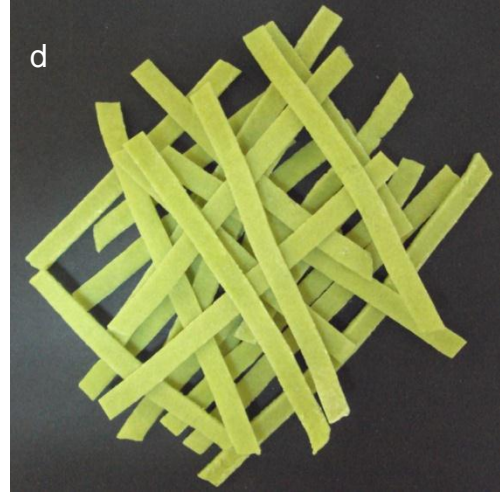
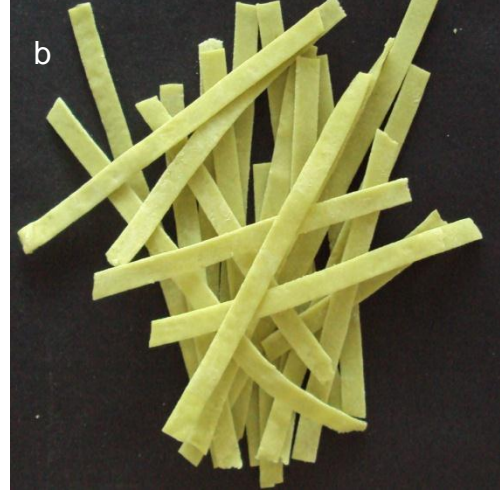
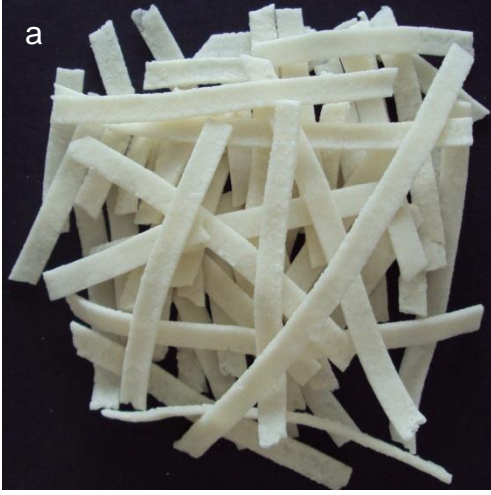
- Stojceska, V., Ainsworth, P., Plunkett, A., İbanoğlu, Ő., 2009, The advantage of using extrusion processing for increasing dietary fibre level in gluten-free products, *Food Chemistry*, 121, 156-164.
- Stojilković, V., Todorović, A., Pejić, S., Kasapović, J., Saicić, Z.S., Radlović, N., Pajović, S.B., 2009, Antioxidant status and lipid peroxidation in small intestinal mucosa of children with celiac disease. *Clinical Biochemistry* 42, 1431–1437.
- Tatar, G., Elsurer, R., SimŐek, H., Balaban, Y. H., Hascelik, G., Ozcebe, O. I., Buyukasik, Y., Sokmensuer, C., 2004, Screening of tissue transglutaminase antibody in healthy blood donors for Celiac Disease screening in the Turkish population. *Digestive Diseases and Sciences*, 49: 1479-1484.
- TGYK, 2003, Glutensiz Ürünler Tebliği. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Tebliğ no: 2003/33, T.C. Resmi Gazete sayı: 24686.
- TGYK, 2012, Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, Tebliğ no: 2012/4, T.C. Resmi Gazete sayı: 28163.
- Thompson, T., 1999, Thiamin, riboflavin, and niacin contents of the gluten free diet: is there cause for concern? *J Am Diet Assoc* 99:858-862.
- Thompson, T., 2000, Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet, *J Am Diet Assoc* 100:1389-1395.
- Thompson, T., 2003, Oats and the gluten-free diet, *Journal of The American Dietetic Association*, 106, 376-379.
- Thompson, T., Dennis M., Higgins L. A., Lee A.R., Sharrett, M.K., 2005, Gluten-free diet survey: are Americans with coeliac disease consuming recommended amounts of fibre, iron, calcium and grain foods? *J Hum Nutr Diet*. 18, 163–169.
- Tosh, S. M. and Yada, S., 2009, Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization. functional attributes. and applications. *Food Research International*. doi:10.1016/j.foodres.2009.09.005.
- Özkaya, B., Özkaya, H., Bayrak, H. ve Gökpinar, F., 2004, Erişte kalitesine kurutma işlemlerinin etkileri, *Van Y.Y. Üniversitesi Geleneksel Gıda Sempozyumu*. 60-66.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M.T.D., Mazur, M., Telser, J., 2007, Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease, *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology* 39, 44–84.
- Van Den Berg H., van Schaik F., Finglas, P.M., Froidmont-Görtz I., 1996, Third EU MAT intercomparison on methods for the determination of vitamins B₁, B₂ and B₆ in foods by HPLC. Collaborative study. *Food Chemistry*, 57, 101-108.

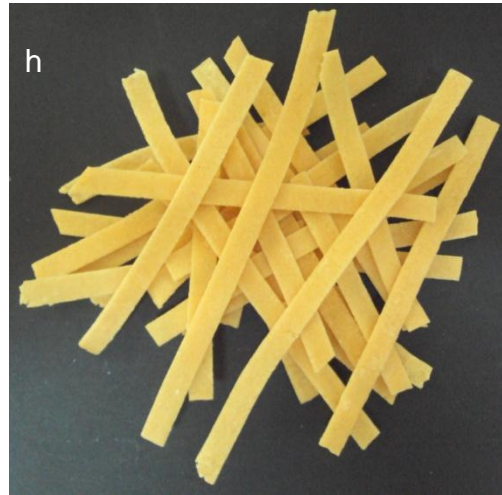
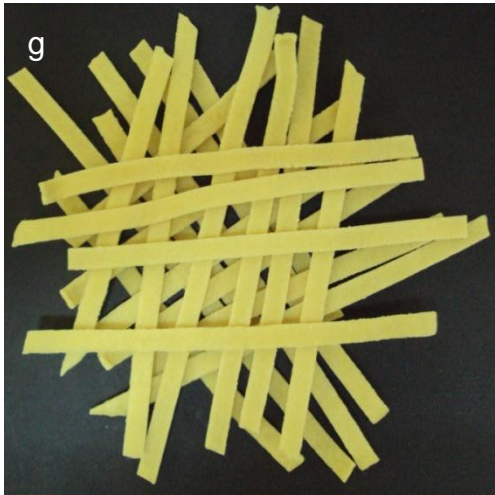
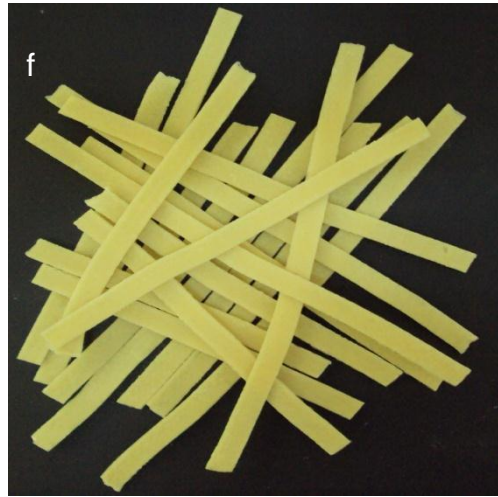
- Wang, N., Bhirud, P. R., Sosulski, F. W. and Tyler, R. T., 1999, Pasta- like product from pea flour by twin-screw extrusion. *Journal of Food Science*, 64, 671-678.
- Ward, C., M. and Trenerryb V. C., 1997, The Determination of Niacin in Cereals, Meat and Selected Foods by Capillary Electrophoresis and High Performance Liquid Chromatography. *Food Chemistry*. Vol. 60. No. 4. pp. 667-664.
- Wimalasiri, P. and Wills B.H., 1985, Simultaneous analysis of thiamin and riboflavin in foods by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography*, 318, 412-416.
- Wood, A. J., 2009, Texture, processing and organoleptic properties of chickpea-fortified spaghetti with insights to the underlying mechanisms of traditional durum pasta quality, *Journal of Cereal Science* 49, 128-133.
- Xu, B.J., Sam, K.C., Chang, S.K.C., 2008, Effect of soaking, boiling, and steaming on total phenolic content and antioxidant activities of cool season food legumes, *Food Chemistry* 110,1–13.
- Yalcin, S. and Basman A., 2008a, Effects of gelatinisation level, gum and transglutaminase on the quality characteristics of rice noodle, *International Journal of Food Science and Technology* 43, 1637–1644.
- Yalcin, S. And Basman A., 2008b, Quality characteristics of corn noodles containing gelatinized starch, transglutaminase and gum, *Journal of Food Quality* 31, 465-479.
- Yalçın, E., Çelik, S., Köksel, H. , 2008, Chemical and sensory properties of new gluten-free food products: Rice and corn tarhana, *Food Sci. Biotechno.* 728 - 733.
- Yalçın, S., 2005, Glutensiz erişte üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.
- Yu, L., Haley, S., Perret, J., Harris, M., Wilson, J., Qian, M., 2002, Free Radical Scavenging Properties of Wheat Extracts, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 1619-1624.
- Zielin`Ski, H., Kozłowska, H., 2000, Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. *Food Chemistry*, 48, 2008-2016.
- Zhao, Y. H., Manthey, F. A., Chang, S. K. C., Hou, H. J., Yuan, S. H., 2005, Quality characteristics of spaghetti as affected by green and yellow pea, lentil, and chickpea flours, *Journal of Food Science*, 70, 371–376.

EKLER

EK1: Kuru eriştelerin fotoğrafları

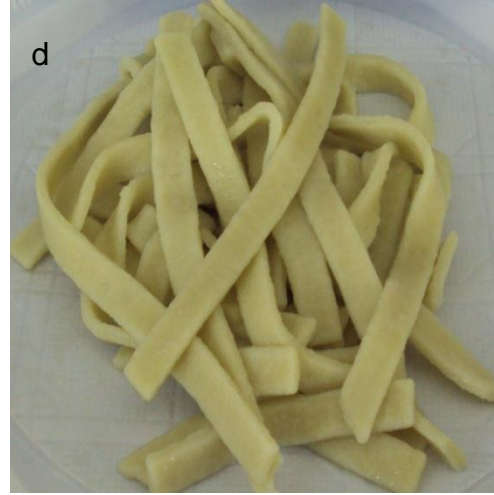
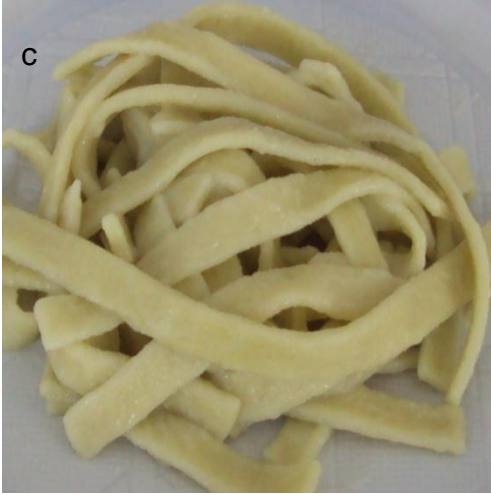
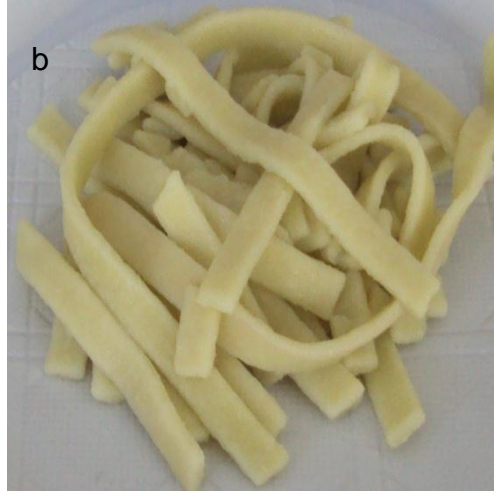
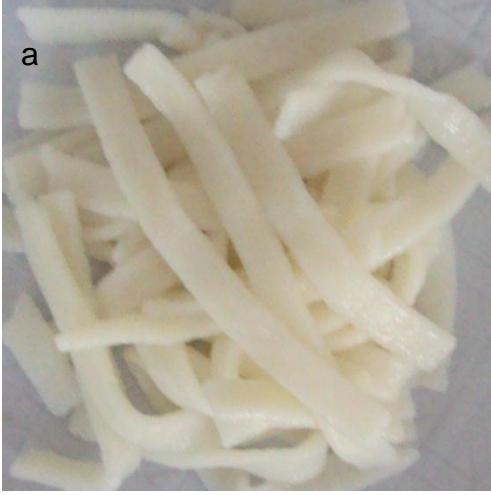
a) pirinç eriştesi (kontrol), b) %30 bezelye unu katkılı, c) %40 bezelye unu katkılı, d) %50 bezelye unu katkılı, e) %30 nohut unu katkılı, f) %40 nohut unu katkılı, g) %50 nohut unu katkılı, h) %30 mercimek unu katkılı, ı) %40 mercimek unu katkılı, k) %50 mercimek unu katkılı

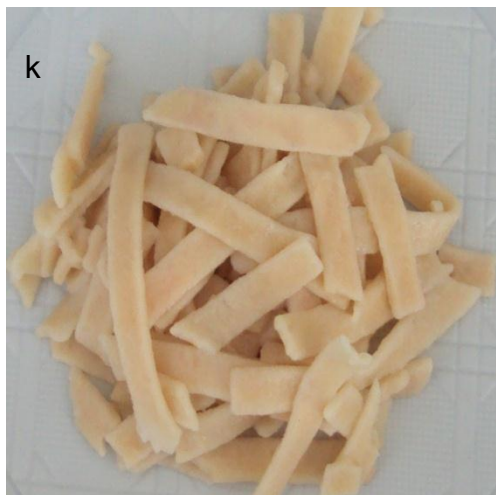
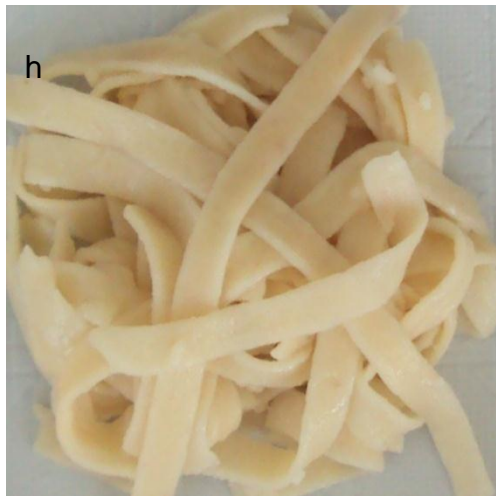
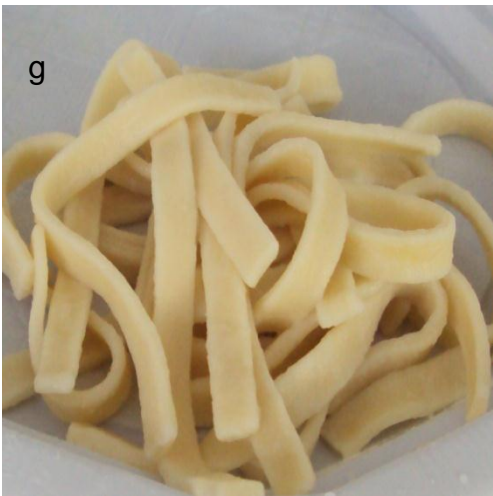
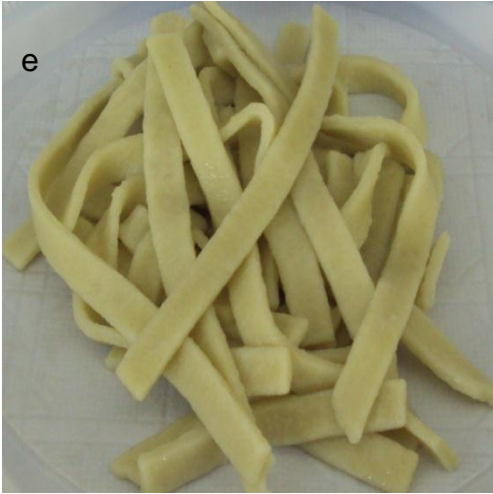




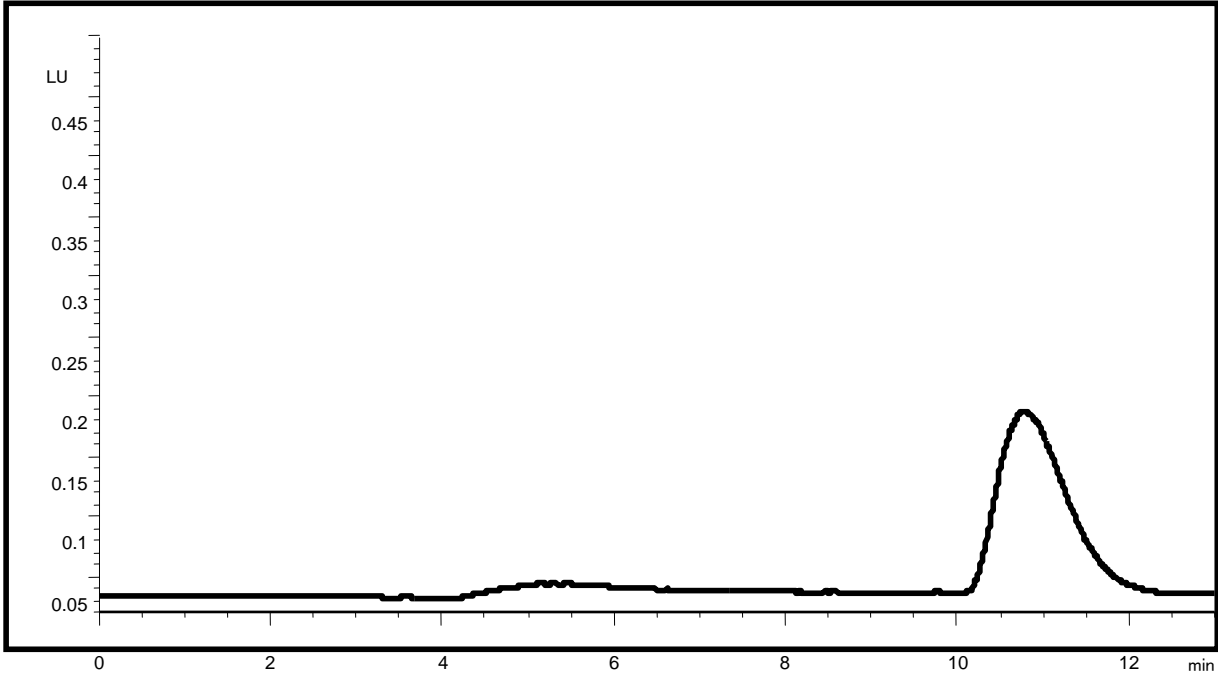
EK2: Pişmiş eriştelerin fotoğrafları:

a) pirinç eriştesi (kontrol), b) %30 bezelye unu katkılı, c) %40 bezelye unu katkılı, d) %50 bezelye 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, k) %50 mercimek unu katkılı

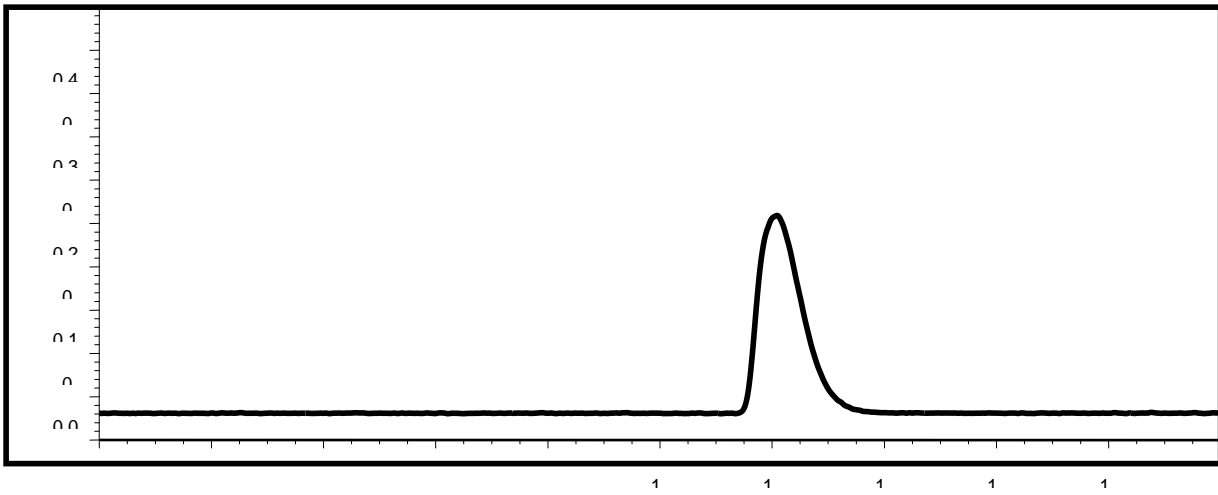




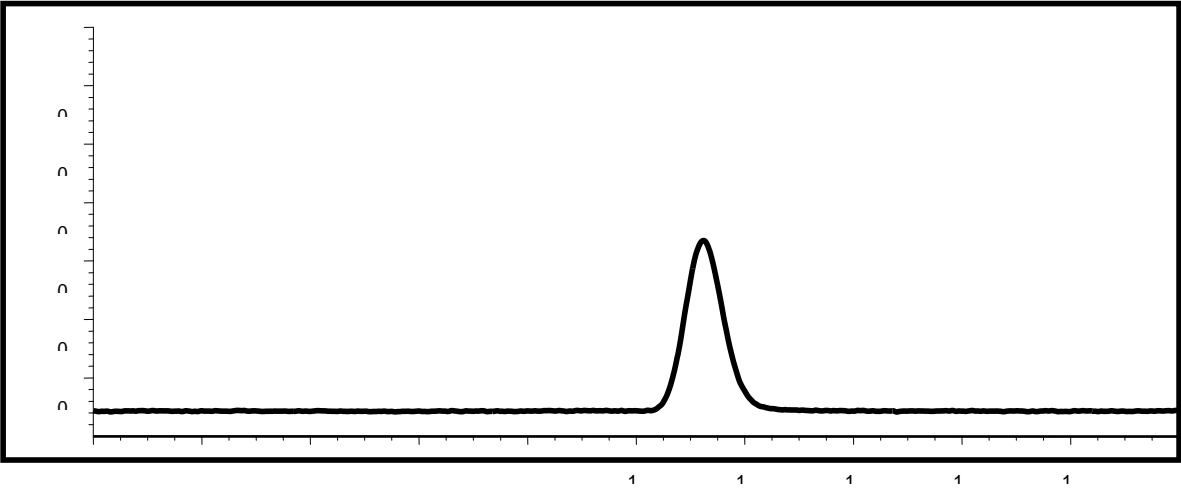
EK3: Tiamin kromatogramı



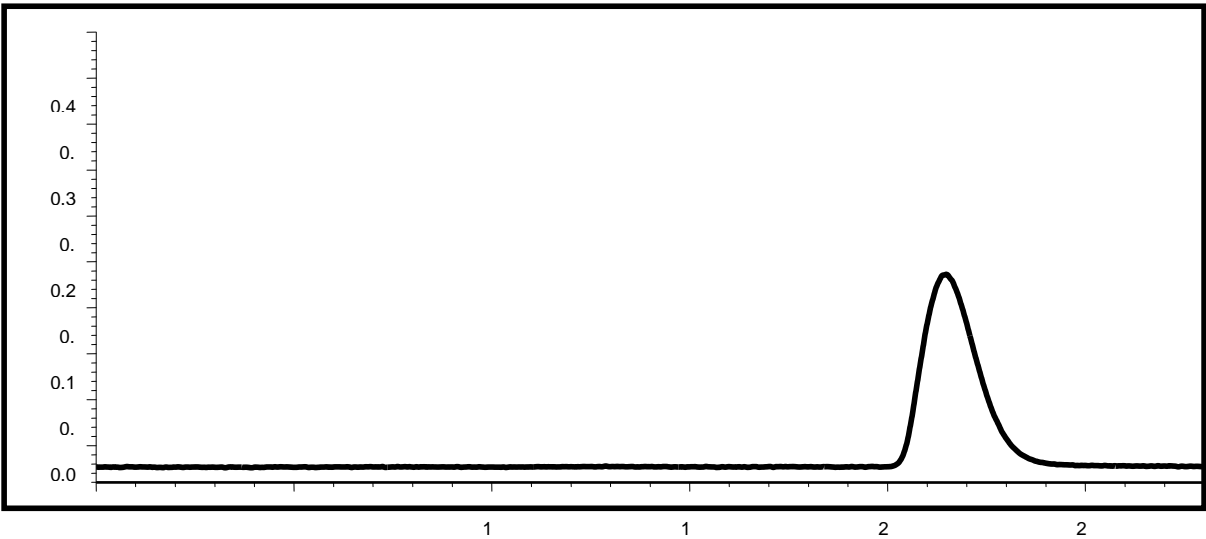
EY4: Riboflavin kromatogramı



EK5: Nikotinik asit kromatogramı



EK6: Nikotinamid kromatogramı



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı Soyadı : Hatice Gözde HOSTA
Doğum Yeri : Ankara
Doğum Yılı : 1986
Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise : Hacı Ömer Tarman Anadolu Lisesi / ANKARA,
2000-2004
Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü, 2005-2009
Yabancı Dil : İngilizce