



EGE ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GLUTENSİZ KEK FORMÜLASYONLARINDA
HİDROKOLLOİD VE DİYET LİFİ KULLANIMININ
HAMUR REOLOJİSİ VE KEK KALİTESİ ÜZERİNE
OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Neslihan BOZDOĞAN

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Seher KUMCUOĞLU

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi: 26.08.2015

Bornova-İZMİR

2015

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**GLUTENSİZ KEK FORMÜLASYONLARINDA
HİDROKOLLOİD VE DİYET LİFİ KULLANIMININ
HAMUR REOLOJİSİ VE KEK KALİTESİ ÜZERİNE
OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Neslihan BOZDOĞAN

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Seher KUMCUOĞLU

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi: 26.08.2015

Bornova-İZMİR

2015

Neslihan BOZDOĞAN tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Glutensiz Kek Formülasyonlarında Hidrokolloid ve Diyet Lifi Kullanımının Hamur Reolojisi ve Kek Kalitesi Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 26.08.2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/~~oyçokluğu~~ ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı

: Prof. Dr. Sebnem TAYMAN

Raportör Üye

: Yrd. Doç. Dr. Seher KUMCUOĞLU

Üye

: Yrd. Doç. Dr. Melike YILMAZER

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Glutensiz Kek Formülasyonlarında Hidrokolloid ve Diyet Lifi Kullanımının Hamur Reolojisi ve Kek Kalitesi Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

26/08/2015



Neslihan BOZDOĞAN

ÖZET**GLUTENSİZ KEK FORMÜLASYONLARINDA HİDROKOLLOİD
VE DİYET LİFİ KULLANIMININ HAMUR REOLOJİSİ VE KEK
KALİTESİ ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

BOZDOĞAN, Neslihan

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Seher KUMCUOĞLU

Ağustos, 2015, 110 sayfa

Bu tez çalışmasında, glutensiz kek formülasyonlarında kinoa unu, armut posası tozu (APT) ve ksantan gam kullanımının hamur reolojisi ve kek kalitesi üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Armut posası kurutulup öğütülerek, yüksek diyet lifi içeriğine sahip APT elde edilmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında, kabul edilebilirliği en yüksek olan kinoa unu kullanım oranının tespit edilebilmesi amacıyla; kinoa unu, pirinç unu ve patates nişastasının farklı oranlarda (0/50/50, 25/37.5/37.5, 50/25/25, 75/12.5/12.5) kullanımıyla elde edilen hamurların reolojik özellikleri ile üretilen keklerin fiziksel, kimyasal özellikleri ve kalite parametreleri incelenmiştir. Kek hamurlarının yoğunluk değeri, akış davranışları ve viskoelastik davranışları incelendiğinde; kinoa unu kullanım oranının artırılmasıyla kek hamurlarının yoğunluk değerinin arttığı, Herschel-Bulkley modelinin hamurların akış davranışlarını en iyi açıklayan model olduğu ve kinoa unu kullanım oranının artmasıyla elastik modülüs (G') ve viskoz modülüs (G'') değerlerinin arttığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Elde edilen kek örneklerinde kullanılan kinoa miktarının artışıyla, örneklerdeki nem miktarının ve kül miktarının artış gösterdiği tespit edilmiş, kek hacminin ve porozite değerinin arttığı, sertlik değerinin ise azaldığı saptanmıştır ($p<0.05$). Analiz sonuçları değerlendirildiğinde %50 oranında kinoa unu içeren kek formülasyonunun en yüksek kabul edilebilirliğe sahip olduğu belirlenmiş ($p<0.05$) ve çalışmanın ikinci aşaması için kontrol örneği olarak seçilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise %50 oranda kinoa unu içeren un karışımlarına farklı oranlarda APT (%0, 4, 8 ve 12) ve/veya ksantan gam (%0,

0.5, 1) eklenmesinin kek hamurlarının reolojik özellikleri ve kek örneklerinin fiziksel, kimyasal özellikleri ve kalite parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Kullanılan APT ve/veya gam miktarının artışıyla kek hamurlarının yoğunluk değerlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Herschel-Bulkley modelinin örnekler için elde edilen akış davranışı verilerine en iyi uyum gösteren model olduğu ve kullanılan APT ve/veya gam miktarının artışıyla görünür viskozite, elastik modülüs (G') ve viskoz modülüs (G'') değerlerinin arttığı saptanmıştır ($p<0.05$). Kullanılan APT miktarının artışıyla kek hacminin ve porozite değerinin azaldığı, sertlik değerinin ise arttığı görülmüştür ($p<0.05$). Örneklerdeki gam oranının artışıyla birlikte kek hacminin ve porozitenin arttığı ve sertlik değerlerinin ise azalma gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Kek örneklerinin duyu özellikleri renk, doku, görünüş, lezzet ve genel beğeni bakımından değerlendirildiğinde ise, tüm gam oranları için %4 APT içeren örneğin panelistler tarafından yüksek puanla değerlendirildiği görülmüştür ($p<0.05$).

Anahtar kelimeler: Glutensiz kek, diyet lifi, armut posası tozu, hamur reolojisi, kinoa, ksantan gam

ABSTRACT**INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF USING SOME
HYDROCOLLOIDS AND DIETARY FIBERS ON CAKE BATTERS AND
CAKE QUALITIES**

BOZDOĞAN, Neslihan

MSc. in Food Eng.

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Seher KUMCUOĞLU

August, 2015, 110 pages

In this study, influence of adding quinoa flour, pear pomace powder and xanthan gum to the gluten free cake formulations to the dough rheology and cake quality parameters were investigated. Pear pomace powder which has high dietary fibre concentration, were produced by milling of pear pomace.

In the first part of the study, gluten-free cake formulations which have quinoa flour, rice flour and potato starch at different ratios (0/50/50, 25/37.5/37.5, 50/25/25, 75/12.5/12.5) were tested with the purpose of determination the most acceptable quinoa flour ratio. In this part of the study influence of quinoa flour on the rheological properties of batters and physical, chemical properties and quality parameters of cakes were investigated. It was observed that the density of cake batters increased with the increasing in quinoa flour ratio ($p<0.05$). According to the rheological studies, it was found that Herschel-Bulkley is the most suitable model to represent the rheological characteristics of cake batters ($p<0.05$). Also, rheological measurements showed that, an increase in quinoa flour ratio resulted in an increase in elastic modulus (G') ve viscous modulus (G'') values of the samples ($p<0.05$). An increase in quinoa flour ratio of the samples resulted in an increase in moisture and ash contents of the cake samples ($p<0.05$). Also it was observed that, cake volume and porosity values of the cakes increased but hardness values of the cakes decreased with the increase in quinoa flour content ($p<0.05$). Also it was determined that, cake which has 50% quinoa flour is the most acceptable sample according to the analysis ($p<0.05$).

In the second part of the study, the influence of addition of APT (0, 4, 8 and 12% (w/w)) and/or xanthan gum (0, 0.5 and 1% (w/w)) at different levels on the rheological properties of the cake batters and the physical, chemical and quality

parameters of the cake samples which has 50% quinoa flour, were investigated. It was observed that density of the cake batters increased with an increase in the use of APT and/or xanthan gum ($p < 0.05$). It was found that Herschel-Bulkley is the most suitable model to represent the rheological characteristics of cake batters ($p < 0.05$). Also rheological measurements showed that, an increase in APT and/or gum ratios of the flour blends, resulted in an increase in elastic modulus (G') and viscous modulus (G'') values ($p < 0.05$). Also it was ascertain that, cake volume and porosity values of the cakes decreased but hardness values of the cakes increased with the increasing of APT contents of the samples ($p < 0.05$). It was observed that, with the addition of gum to the cake samples, volume and the porosity values of the cakes increased and hardness values of the samples decreased ($p < 0.05$). According to the sensory analysis such as cake color, texture, appearance, flavor and overall acceptance, cake sample which has 4% APT got the highest scores ($p < 0.05$).

Keywords: Gluten-free cake, dietary fiber, pear pomace powder, batter rheology, quinoa, xanthan gum

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince desteğini ve yardımlarını esirgemeyen, sürekli teşvik eden, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Seher KUMCUOĞLU'na değerli görüş ve tavsiyeleriyle bana yol gösterdiği için teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen çok değerli hocalarım Prof. Dr. Şebnem TAVMAN ve Gıda Yük. Müh. Hülya ÇAKMAK'a çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasına 14 MÜH 050 ve EBİLTEM 2014 BİL 013 nolu projelerle maddi destek sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne teşekkür ederim.

Ayrıca 213O205 nolu 1002 projesi ile bu tez çalışmasına maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans arkadaşlarım Merve TURKUT, Gözde Ela GÜRPÜZ, Melike ÖNER ve Zahide MEMELİ'ye bana karşı göstermiş oldukları hoşgörü ve destekten dolayı teşekkür ederim.

Hayatımın her alanında desteklerini her zaman hissettiğim annem Ümmügülsüm BOZDOĞAN, babam Fikret BOZDOĞAN ve sevgili kardeşim Faruk BOZDOĞAN' a bana karşı gösterdikleri sabır ve destek için sonsuz teşekkür ederim.

Neslihan BOZDOĞAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
TEŞEKKÜR.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
TABLolar DİZİNİ	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xx
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1 Çölyak Hastalığı	3
2.2 Glutensiz Fırın Ürünleri Geliştirilmesi Üzerine Çalışmalar	4
2.3 Kinoa.....	9
2.4 Ksantan Gam.....	11
2.5 Meyve Sebzelerden Diyet Lifi Eldesi.....	12
2.6 Glutensiz Fırın Ürünlerinin Diyet Lifi ve Hidrokolloidler ile Zenginleştirilmesi	14
2.7 Glutensiz kek	16
2.8 Kek Hamurunun Reolojik Özellikleri.....	19
3. MATERYAL VE METOD.....	25
3.1 Materyal	25
3.2 Metod	25
3.2.1 Armut posası tozunun elde edilmesi.....	25
3.2.2 Glutensiz kek örneklerinin hazırlanması	28
3.2.3 Armut posası tozu ve unlarda gerçekleştirilen analizler.....	30
3.2.4 Kek hamurlarında gerçekleştirilen analizler	34
3.2.5 Kek örneklerinde gerçekleştirilen analizler	35
3.2.6 İstatistiksel analiz.....	41

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	42
4.1	Armut Posası Tozu ve Unlarda Gerçekleştirilen Analizler	42
4.1.1	Nem analizi	42
4.1.2	Kül analizi	43
4.1.3	Yağ analizi	44
4.1.4	Protein analizi.....	44
4.1.5	Toplam diyet lifi analizi	44
4.1.6	Su aktivitesi tayini.....	45
4.1.7	pH tayini.....	45
4.1.8	Su tutma kapasitesi.....	46
4.1.9	Renk analizi.....	48
4.2	Kek hamurlarında gerçekleştirilen analizler	49
4.2.1	Yoğunluk analizi	49
4.2.2	Reolojik özelliklerin belirlenmesi	51
4.3	Kek örneklerine uygulanan analizler	63
4.3.1	Bileşim	63
4.3.2	Su aktivitesi.....	66
4.3.3	pH değeri.....	68
4.3.4	Piştirme verimi ve piştirme kaybı	69
4.3.5	Özgül hacim	70
4.3.6	Porozite	72
4.3.7	Renk analizi.....	73
4.3.8	Doku profili analizi	78
4.3.9	Duyusal analiz.....	81
4.3.10	Gluten kontaminasyonu analizi.....	85
4.3.11	Taramalı Elektron Mikroskopisi (SEM)	86

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	90
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	93
ÖZGEÇMİŞ.....	110
EKLER	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Ksantan gamin birincil yapısı (Kohajdova and Karovicova, 2009)	12
2.2 Dinamik (osilasyon) testinde viskoelastik bir materyalin kayma gerinimine (deformasyona) karşılık harmonik kayma gerilimi (Sahin, 2008)	23
3.1 Armut posası tozu üretimi	27
3.3 Doku profil analiz eğrisi örneği (Bourne, 2002)	39
4.1 Kek üretiminde kullanılan toz ürünlere ait su tutma kapasitesi değerleri	47
4.2 Farklı oranlarda kinoa unu içeren un karışımlarına ait su tutma kapasitesi değerleri	47
4.3 Farklı oranlarda APT ve gam içeren toz karışımların su tutma kapasitesi değerleri	48
4.4 Kontrol ve farklı oranlarda APT içeren glutensiz kek hamurlarında görünür viskozitenin kayma hızıyla değişimi	52
4.5 Farklı kinoa unu oranlarına sahip kek hamurlarına ait akış eğrileri	53
4.6 Farklı oranlarda APT içeren kek hamurlarına ait akış eğrileri	54
4.7 %50 oranında kinoa unu içeren örneklerle % 0,5 gam ve farklı oranlarda APT eklenmesiyle oluşturulmuş glutensiz kek hamurlarına ait akış eğrileri	55
4.8 %50 oranında kinoa unu içeren örneklerle %1 gam ve farklı oranlarda APT eklenmesiyle oluşturulmuş glutensiz kek hamurlarına ait akış eğrileri	55

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.9 Farklı oranlarda APT ve gam içeren hamurların 20 s^{-1} kayma hızında elde edilen görünür viskozite değerleri	56
4.10 Farklı oranlarda kinoa unu içeren kek hamurlarında elastik modülüs (G') ve viskoz modülüs (G'') değerlerinin frekansla değişimi	59
4.11 Farklı oranlarda APT içeren hamurların elastik modülüs (G') ve viskoz modülüs (G'') değerlerinin frekansla değişimi	60
4.12 Farklı oranlarda APT ve/veya gam içeren hamurların elastik modülüs (G') değerlerinin frekansla değişimi	60
4.13 Farklı oranlarda APT ve/veya gam içeren hamurların viskoz modülüs (G'') değerlerinin frekansla değişimi	61
4.14 Glutensiz kek hamurlarına ait kayıp tanjant ($\tan\delta$) değerlerinin frekans ile değişimi	62
4.15 Gluten kontaminasyon analizi için oluşturulan standart absorbens eğrisi	85
4.16 Armut posası tozu, kinoa unu, pirinç unu ve patates nişastasına ait SEM mikrografları	86
4.17 Farklı oranlarda kinoa unu içeren glutensiz kek örneklerine ait SEM mikrografları	87
4.18 Farklı oranlarda APT içeren kek örneklerine ait SEM mikrografları	88
4.19 Farklı oranlarda APT ve/veya gam içeren kek örneklerine ait SEM mikrografları	89

TABLOLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Farklı oranlarda kinoa unu içeren kek örneklerine ait formülasyonlar (ağırlıkça)	28
3.2 Tez çalışmasının ikinci aşaması için üretilen kek örneklerine ait formülasyonlar (ağırlıkça)	29
4.1 Kek üretiminde kullanılan unların ve armut posası tozunun kimyasal kompozisyonu	43
4.2 Farklı oranlarda kinoa unu içeren örneklere ait yoğunluk değerleri	49
4.3 APT ve Ksantan Gam eklenen kek hamurlarına ait yoğunluk değerleri	50
4.4 Kek hamurlarının akış özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan modellerden hesaplanan katsayılar	57
4.5 Farklı oranlarda kinoa unu içeren glutensiz kek örneklerinin bileşimi	63
4.6 Farklı oranlarda APT ve Ksantan gam içeren kek örneklerinin bileşimi	65
4.7 Farklı kinoa unu oranlarına sahip kek örneklerinin su aktivitesi ve pH değerleri	67
4.8 Farklı oranlarda APT ve Ksantan gam içeren kek örneklerinin su aktivitesi ve pH değerleri	68
4.9 Farklı kinoa unu oranlarına sahip kek örneklerinin pişirme verimi ve pişirme kaybı değerleri	69

TABLOLAR DİZİNİ (devam)

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
4.10 Farklı oranlarda APT ve Ksantan gam içeren kek örneklerinin pişirme verimi ve pişirme kaybı değerleri.....	70
4.11 Farklı kinoa unu oranlarına sahip kek örneklerinin özgül hacim ve porozite değerleri.....	71
4.12 Farklı oranlarda APT ve Ksantan gam içeren kek örneklerinin özgül hacim ve porozite değerleri	72
4.13 Farklı kinoa unu oranları kullanılarak üretilen glutensiz keklere ait renk değerleri.....	76
4.14 Farklı oranlarda APT ve/veya gam içeren kek örneklerine ait renk değerleri.....	77
4.15 Farklı oranlarda kinoa unu içeren kek örneklerine ait doku profili analiz sonuçları.....	78
4.16 Farklı oranlarda APT ve gam içeren keklere ait doku profili analiz sonuçları.....	79
4.17 Farklı oranlarda kinoa unu içeren keklere ait hedonik skala testi sonuçları.....	82
4.18 Farklı oranlarda APT ve/veya gam içeren kek örneklerine ait hedonik skala testi sonuçları.	83

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
K	Kıvam katsayısı
n	Akış davranış katsayısı
η	Viskozite
γ	Kayma deformasyonu (gerinimi)
σ	Kayma gerilimi
G'	Elastik modülüs
G''	Viskoz modülüs
δ	Kayıp zaman (faz kayması)
L*	Parlaklık renk değeri
a*	+ kırmızılık, - yeşillik renk değeri
b*	+ sarılık, - mavilik renk değeri
ΔE	Toplam renk değişimi değeri

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
APT	Armut posası tozu
KG	Ksantan gam
SEM	Taramalı Elektron Mikroskopisi
SRC	Gram kuru maddede su tutma kapasitesi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
W_h	Pişme öncesi hamur ağırlığı
W_k	Pişme sonrası kek ağırlığı
V_k	Kek hacmi

1. GİRİŞ

Çölyak hastalığı, genetik olarak meyilli bireylerde görülen bağışıklık sisteminin glutene karşı verdiği tepkidir (Pietzak, 2012). Çölyak hastalığına sahip bireylerin bağışıklık sistemi; belli bazı tahıllarda bulunan ve prolamin adı verilen proteine karşı tepki vermektedir. Pirinç dahil bütün tahıl ürünleri prolamin içermesine karşın; buğday (gliadin), çavdar (sekalin) ve arpada (horedin) bulunan spesifik prolaminler, çölyak hastalığı olan bireylerde immünolojik reaksiyonlara neden olmaktadır (Pietzak, 2001). Bu hastalığa sahip bireylerin, genetik risk taşıyan toplumlarda genel popülasyonun %0.5-1'ini oluşturduğu ve hastalığın geçtiğimiz birkaç on yılda artış gösterdiği düşünülmektedir (Rubio-Tapia, 2009). Çölyak hastalarının normal bir hayat sürdürebilmeleri için glutensiz bir diyetin vazgeçilmez olması nedeniyle, son yıllarda glutenin görevini üstlenecek bileşenlerin glutensiz ürün formülasyonlarına dahil edilmesi gıda bilimi ve teknolojisi açısından önemli konulardan biri haline gelmiştir (Peressini et al., 2011).

Glutensiz fırın ürünlerinde, yapıdan glutenin uzaklaştırılması önemli problemler yarattığından dolayı gluten içeren ürünlerin sahip olduğu duyu özellikler ve besin değerinin yakalanabilmesi teknolojik anlamda büyük bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle çölyak hastalarına hitap eden fırın ürünleri üretimi için glutenin yerini tutabilecek farklı bileşenlerin formülasyona ilave edilmesi teknolojik anlamda önem taşımaktadır (Gallagher et al., 2004; Demirkese et al., 2010; Peressini et al., 2011). Bu problemlerin önüne geçilmesi amacıyla gluten içermeyen yalancı hububatların kullanımı, formülasyonlara hidrokolloidler, nişasta, maltodekstrin ve çeşitli diyet lifi yapısındaki bileşenlerin dahil edildiği çalışmalara rastlanmaktadır (Lazaridou et al., 2007; Demirkese et al., 2010a; Turabi et al., 2010; Witczak et al., 2010; Peressini et al., 2011; Gularte et al., 2012b).

Son zamanlarda gerçekleştirilen çalışmalar hububat kaynaklı glutensiz ürünlerin besinsel içerik olarak geliştirilmeleri gerektiği sonucunu vermiştir. Amarant, kinoa ve karabuğday gibi gluten içermeyen yalancı hububatların mükemmel besinsel içerik profiline sahip oldukları düşünülmektedir. Bu durum da yalancı hububatların, daha yüksek kaliteye sahip ve daha sağlıklı glutensiz ürünler elde edebilmek amacıyla kullanımını araştırmacılar arasında önemli bir konu haline getirmiştir. Ancak bu ürünlerin endüstrileştirilmesi hala çok sınırlı haldedir. Yalancı hububat içeren lezzetli glutensiz ürünlerin çölyak hastalığına

sahip bireyler tarafından tüketilebilecek olması, yeterli derecede besin almalarında büyük bir avantaj sağlayacaktır.

Gamlar fırıncılık endüstrisinde; hamur reolojisini modifiye etmek (Mandala et al., 2007), gıdanın dokusunu geliştirebilmek (Armero and Collar, 1996), nişastanın retrogradasyonunu yavaşlatmak, nem tutma kapasitesini artırma ve raf ömrünü uzatma (Davidou et al, 1996), ürünün kalitesini genel olarak iyileştirmek ve glutensiz ekmeklerde hamurun viskoelastik özelliklerini geliştirebilmek amacıyla gluten ikamesi olarak kullanılmaktadırlar. Düşük konsantrasyonlarda bile etki gösteren bu polisakkaritlerin üretilecek olan glutensiz keklerin yapısını iyileştirmede önemli rol oynayacağı düşünüldüğü için formülasyonlara eklenmiştir.

Meyve suyu endüstrisi önemli miktarda yan ürün oluşturmakta ve bunların tüketimi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Genellikle bu yan ürünler hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Ancak, bunların yüksek miktarda diyet lifi içeriğine sahip olmaları nedeniyle gıda endüstrisinde yeni doğal bileşimlerin geliştirilmesinde kullanımı söz konusudur (Figuerola et al., 2005). Armut tatlı ve gevrek olması, kendine has bir kokuya ve hafif bir aromaya sahip olması nedeniyle tüketiciler tarafından oldukça tercih edilmektedir. Çoğunlukla monosakkarit ve mineral kaynağı olması nedeniyle taze olarak tüketilmektedir. Fakat bir kısmı, taze meyve suyu, konserve içecekler ve alkol içeren içecekler ve reçellerin hazırlanmasında kullanılmaktadır (Chen et al., 2007). Armut posasının kolay ulaşılabilir ve diyet lifi açısından zengin bir yan ürün olması nedeniyle kinoa unu, patates nişastası ve pirinç unu kullanılarak oluşturulacak olan glutensiz kek formülasyonuna eklenmesi düşünülmüştür.

Gerçekleştirilen çalışma kapsamında yalancı hububat kullanarak hazırlanan kek formülasyonlarına armut posası tozu ve ksantan gam ilavesiyle, üretilen glutensiz keklerin besinsel içerikleri zengileştirmeye ve dokusal özellikleri iyileştirilmeye çalışılmıştır. Farklı formülasyonlarda hazırlanan hamurların reolojik özellikleri belirlenmiş; üretilen kekler ise kalite özellikleri bakımından incelenmiştir. Ayrıca geliştirilen glutensiz keklerin duyuşal anlamda tüketiciye ne derece hitap ettiğı belirlenmeye çalışılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Çölyak Hastalığı

Glutene duyarlı entropati olarak da bilinen çölyak hastalığı, buğday (gliadin), çavdar (sekalin) ve arpada (hordein) bulunan prolamin fraksiyonundaki aminoasitlere karşı intolerans olarak tanımlanabilmektedir. Çölyak hastalığına sahip bu bireylerde, prolaminler ince bağırsak mukozasına zarar vererek kalsiyum, demir, folik asit ya da yağda çözünür vitaminlerin malabsorpsiyonuna neden olmaktadır. (Gujral et al., 2004; Turabi et al., 2010; Lazaridou et al., 2007; Crockett et al., 2011). Doktor Samuel Gee 1887’de çölyak hastalığının klasik semptomlarını, büyüme problemleri, diyare ve halsizlik olarak tanımlamış fakat 1953 yılında Willem Karel Dicke’e kadar bu semptomlara buğday, çavdar ve arpanın neden olduğu belirlenememiştir (Van Bergeijk et al., 1993).

Çölyak hastalığı, duyarlılığı olan bireylerde diyetle alınan glutenin neden olduğu ve gastrointestinal bölgede görülen kronik, iltihaplı bir rahatsızlıktır (Hüttner and Arendt, 2010; Sugai et al., 2010). Duyarlı olan bireylerde, gluten alımı ile ince bağırsak iç yüzeyindeki absorpsiyonusağlayan çıkıntılar (villi) kısalmakta veya tamamıyla ortadan kalkarak bağırsak iç yüzeyi düzleşmektedir. Villilerin yüzeyinde bulunan tek sıra halinde dizilmiş "kripta" hücreleri ise birikerek kalınlaşmaktadır. Böylece absorpsiyonun yapıldığı yüzeyin azalmasıyla birlikte, besin alımı güçleşmektedir. Çölyak hastalığının genel belirtileri; ishal, kabızlık, karın şişliği, kilo kaybı, halsizlik, boy kısalığı, mide gazı, karın ağrısı ve kusmadır. Bazı durumlarda çölyak hastalığı tipik gastrointestinal belirtilerinin yerine, demir eksikliği anemisi, düşük kemik mineral yoğunluğu, kronik yorgunluk, hazımsızlık, kısırlık, düşük yapma, hipertrans anemi, pıhtılaşma bozuklukları, kısa boy, ergenlikte gecikme, eklem ağrısı, folat/çinko eksikliği, diş minesini hipoplazisi, sebebi belirlenememiş nörolojik bozukluklar gibi bağırsak dışı semptomlarla da kendisini gösterebilmektedir (Niewinski, 2008).

Çölyak hastalığının tek bilinen tedavisi, glutenin, gliadin ve hordein içeren *Triticum* ailesi ve yakın akrabaları olan arpa, tritikale ve çavdarın olmadığı yaşam boyu sürececek bir diyet uygulanmasıdır (Ciacci et al., 2007). Amarant, ararot, bütün bakliyatlar, karabuğday, mısır, darı, kinoa, pirinç, sorgum, soya ve tef gibi tahıllar, bakliyatlar ve yalancı hububatlar glutensiz olarak nitelendirilmekte ve çölyak hastaları için güvenli oldukları düşünülmektedir (Ciacci et al. 2007; Green and Cellier 2007; Niewinski 2008).

“Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği”nde gluten intoleransı olan bireyler için üretilen, gluten seviyesini düşürmek için özel olarak işlenmiş buğday, arpa, yulaf, çavdar veya bunların melez çeşitlerinden elde edilmiş bir veya daha fazla bileşen içeren veya bunlardan oluşan, son tüketiciye sunulacak gıdada gluten miktarı 100 mg/kg’dan yüksek olamayacağı belirtilmektedir. Ancak, bu ürünlerin etiketlenmesi, reklamı ve tanıtımında “çok düşük glutenli” ibaresi kullanılır. Son tüketiciye sunulacak gıdadaki gluten seviyesinin 20 ppm i aşmaması koşuluyla “glutensiz” ibaresi kullanılabilir. Yukarıda değinilen “çok düşük glutenli” veya “glutensiz” ibareleri, gıdanın etiketi üzerinde, gıdanın adına yakın bir yerde bulunmalıdır (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2012).

Avrupa’da glutensiz ürün tanımlaması için birçok ülkenin kabul ettiği Codex Alimentarius Commission (2008)’e göre ise glutensiz gıdalar; buğday (tüm triticum çeşitleri), çavdar, arpa, yulaf ve bunların melez çeşitlerinden içermeyen ve gluten düzeyi toplamda 20 mg/kg’ı geçmeyen gıdalar; buğday (tüm triticum çeşitleri), çavdar, arpa, yulaf ve bunların melez çeşitlerinden birini veya birkaçını içeren ancak özel proseslerle glutenin uzaklaştırıldığı ve gluten düzeyi toplamda 20 mg/kg’ı geçmeyen gıdalar olarak iki şekilde tanımlanmıştır. Ayrıca, özel proseslerle gluten içeriği 20-100 mg/kg ‘a düşürülmüş gıdalar da düşük gluten içeriğine sahip gıdalar olarak ayrıca belirtilmiştir.

2.2 Glutensiz Fırın Ürünleri Geliştirilmesi Üzerine Çalışmalar

Gluten içermeyen gıdaların düşük kalitede olması, tüketiciye zayıf ağız hissi ve tat vermeleri gibi büyük problemlerden dolayı hububat temelli glutensiz ürünler üzerindeki çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır. Glutensiz ürün elde edebilmek için yalancı hububatların unlarının ve nişastaların kullanımı oldukça araştırılan bir konudur. Ayrıca ürünleri zenginleştirebilmek ve yapılarını geliştirebilmek amacıyla; süt ürünleri, hidrokolloidler, prebiyotikler ve karışımları ve işlenmiş meyve ve sebzelerin işlenmeleri sonucu elde edilen yan ürünleri (tohum, püre, kabuk vb.) eklenebilmektedir.

Gluten içermeyen unların kullanımı özellikle ekmekçilikte hamurun elastikiyeti ve gaz tutabilme özelliğini düşürdüğünden dolayı önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle, gluten ikamesi olarak kullanılabilecek ve hamurların gaz tutma kapasitesini arttırabilecek farklı jellerin kullanılması üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Glutensiz keklerde de tıpkı ekmekte olduğu gibi gaz tutma

kabiliyetinin azalması sonucu kalite kusurları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca glutensiz ürünlere besin değerlerini arttırıcı bileşenlerin eklenmesi üzerine de çalışmalar gerçekleştirilmektedir (Gallagher et al., 2004; Gobbetti et al., 2007; Matos et al., 2014).

Pirinç, çok düşük miktarda gluten içeriğiyle çölyak hastaları tarafından oldukça iyi tolere edilebilmesinden dolayı glutensiz gıdaların hazırlanmasında en çok kullanılan tahıllardan birisidir. Ancak buğday unu yerine pirinç unu kullanılarak hazırlanan ürünlerin kalite parametrelerinde önemli düzeyde düşüş meydana geldiği için bu formülasyonların optimize edilmesi gerekmektedir. (Ronda et al., 2009). Fırın ürünlerinin tekstür ve görünüş özelliklerini geliştirmede kullanılan pirinç nişastası, gluten içermemesi, düşük sodyum içeriğine sahip olması ve sindirilmesi kolay karbonhidratlarca zengin olması pirincin özel diyetlerde tercih edilmesine neden olmaktadır (Gallagher et al., 2004). Glutensiz fırın ürünlerinde, gluten eksikliğine bağlı olarak meydana gelecek problemleri minimize edebilmek ve glutensiz diyetin besleyici değerini arttırmak gibi amaçlarla formülasyonlara hidrokoloid/ gumlar, emülgatörler, nişasta/ baklagil unları, maltodekstrin, diyet lifi niteliğindeki diğer polisakkaritler ve süt bileşenleri gibi protein yapıların eklenmesi düşünülmüştür. Aguilar et al. (2015) glutensiz hamur ve ekmek kalitesi üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında nohut ve yer bademi unları kısmen veya tamamen emülgatör ve fırıncılık yağı yerine kullanılmının etkilerini incelemişlerdir. Nohut unu kullanımıyla elastik modülüs değerinin ve ekmeğin özgül hacminin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Diğer yandan yer bademi ununun kullanılmının ekmek hacminin düşmesine neden olduğu belirtilmiştir. Nohut ve yer bademi unlarının birlikte kullanılmının emülgatör ve fırıncılık yağının elimine edilesinin etkilerini giderdiği belirtilmiştir. Alencar et al. (2015) tarafından yapılan çalışmada ise kinoa ve amarant unu ile tatlandırıcı kullanılmının glutensiz ekmeklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Amarant, kinoa ve tatlandırıcı eklenen ekmeklerin özgül hacim, sıklık ve su aktivitesi değerlerinin pirinç unu, kasava ve patates nişastası ile üretilen kontrol ekmeğine benzer olduğu; fakat protein, yağ ve kül içeriklerinin kontrol örneğine göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Ayrıca amarant, kinoa ve tatlandırıcılar ile zenginleştirilen örneklerin daha geniş gözenekli yapıya sahip olduğu saptanmıştır. Elde edilen tüm veriler değerlendirildiğinde ise yalancı hububatlar ve tatlandırıcılar kullanılarak nişasta bazlı glutensiz ekmeklere benzer duyu ve fizikokimyasal özelliklere sahip glutensiz ekmeklerin üretilebileceği sonucuna varılmıştır.

Pirinç ve karabuğday unları karışımıyla hazırlanan formülasyonlara hidrokolloid ilavesinin hamur reolojisi ve ekmek kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği Peressini et al. (2011)'de, hidrokolloid ilavesiyle elastik modülüs değerinin önemli ölçüde arttığı ve propilen glukol aljinat (PGA) kullan örneklerin ksantan gam kullanılan örneklerle göre daha yüksek özgül hacim ve daha yumuşak kabuğa sahip olduğu belirtilmiştir. Demirkese et al. (2010a) tarafından gerçekleştirilen çalışmada farklı gamların emülgatörler eklenerek veya eklenmeden kullanılmasının glutensiz ekmeklerin reolojik özellikleri ve kalite parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Ekmek örneklerinde ksantan gam, guar gam, keçiyoynuzu gamı, hidroksi propil metil selüloz (HPMC), pektin ile ksantan-guar gam ve ksantan-keçiyoynuzu gamı karışımları ve Purawave TM ve DATEM emülgatörleri kullanılmıştır. Ksantan gam, ksantan-guar gum ve ksantan gam-keçiyoynuzu gamı karışımı ile DATEM emülgatör karışımlarının eklendiği formülasyonun en yüksek elastik ve viskoz modülüs değerlerine sahip olduğu belirtilmiştir. Nunes et al. (2009) tarafından yapılan ve çeşitli emülgatörlerin glutensiz ekmek kalitesi ve hamur reolojisi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise emülgatör kullanımının glutensiz ekmek kalitesini geliştirici etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Gluten, fırıncılık ürünlerinde ağ yapıyı oluşturmaya ve yapıyı geliştirmesi nedeniyle önemli bir bileşendir. Bu yüzden glutensiz ürünlerin üretiminde temel amaç gluten yerine geçecek protein yapısının sağlanması olmuştur. Bu nedenle proteinlerin çapraz bağlanma özelliğini geliştirerek protein ağını güçlendirebileceği düşüncesiyle transglutaminaz enziminin kullanımı ile ilgili çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Renzetti et al. (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada; transglutaminazın karabuğday ve esmer pirinç unu ile hazırlanan ekmeklerin çeşitli kalite özelliklerini olumlu yönde etkilediği, pişme karakteristiğini geliştirdiği ve tekstürel özellikleri iyileştirdiği belirtilmiştir. Aynı çalışmada yulaf, sorgum (süpürge darısı) ve teff unu kullanılarak elde edilen ekmek örneklerine transglutaminaz kullanımının önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Transglutaminaz enzimi mısır unuyla birlikte kullanıldığında ise viskoelastik özellikleri olumsuz yönde etkilemiştir. Gerçekleştirilen bu çalışmada transglutaminaz kullanımının glutensiz ekmek kalitesine etkisinin protein kaynağıyla doğrudan ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Marco and Rosell (2008a) ise soya fasülyesi ve bezelye izolatlarıyla protein içeriği arttırılmış glutensiz pirinç unu karışımlarının reolojik özellikleri incelenmiş ve fonksiyonel açıdan değerlendirilmiştir. Karışımlara transglutaminaz enzimi ilave edildiğinde, kompozit karışımlarda bulunan protein içeriğinin su tutma kapasitesini önemli

ölçüde arttırdığı ayrıca sinerjistik etki gösterip elastik ve viskoz modülüste düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir.

Blanco et al. (2011)'nın pirinç unu ve HPMC kullanılarak hazırlanmış glutensiz ekmek formülasyonuna asidik gıda katkıları ilavesinin ekmek kalitesi üzerine etkisini araştırdığı çalışmalarında, manosodyum fosfat ilavesinin ekmek tekstürü ve hacmini büyük ölçüde geliştirdiğini belirtmişlerdir. Mariotti et al., (2009) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise mısır nişastası, amarant unu (besleyici özelliği geliştirmek için), bezelye izolatu (protein içeriğini arttırmak için) ve psyllium lifinin (kalınlaştırıcı ve lif kaynağı olarak) farklı oranlarda kullanılması ile hazırlanmış glutensiz hamurların reolojik özellikleri incelenmiş ve psyllium lifinin genellikle hamurun fiziksel kalite özelliklerini geliştirdiği saptanmıştır.

Glutensiz kek, muffin, top kek ve benzeri ürünlerin geliştirilebilmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmalarda formülasyonlara hidrokolloidler, nişasta ve türevleri, protein izolatları, lif kaynakları ilave edilerek, bu bileşenlerin kek hamuru özellikleri ve kek kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda glutensiz pirinç keki formülasyonlarına farklı hidrokolloidler (ksantan gam, guar gam, keçiyoynuzu gamı, κ -karragenan, hidroksi propil metil selüloz (HPMC)) ve bunların karışımları ile emülgatörler eklenmiş; bunların kek hamurunun akış davranışı ve viskoelastik özellikleri ve kek kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Glutensiz kek formülasyonlarında kullanılan ksantan gam ve guar gam kullanımının görünür viskozite değerini arttırdığı belirtilmiştir. HPMC dışındaki gamların ve emülgatörlerin kullanımının kek hamurlarının emülsiyon stabilitesini artırıcı yönde etki gösterdiği belirtilmiştir. Kullanılan hidrokolloid ve emülgatörlerin üretilen glutensiz kek örneklerinin özgül hacim ve porozite değerlerini artırıcı yönde etki ettikleri belirtilmiştir. Depolama işlemi sonrasında örneklerin analizleri gerçekleştirildiğinde, ksantan-guar gam karışımının depolama boyunca sertlik, ağırlık kaybı ve retrogradasyon entalpisini düşürerek bayatlamayı geciktirici yönde bir etki gösterdiği tespit edilmiştir. Tüm bu özelliklerle birlikte hidrokolloid ve emülgatör kullanımının keklerin duyusal ve dokusal özelliklerini geliştirdikleri belirtilmiştir (Köksel et al., 2008; Turabi et al., 2008a; Turabi et al., 2010; Sumnu et al., 2010; Preichardt et al., 2011). Ayrıca Rothschild et al. (2015) kavrulmuş ve kavrulmamış kinoa ununun incelme özelliklerini (pasting properties) belirlemişler ve kavurmanın tüketici açısından kabul edilebilirliğini ve gluten içermeyen kek formülasyonunun fizikokimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Örneklerin son viskozite değerlerinin kavurma

zamanı ile birlikte artış gösterdiği saptanmıştır. Kavurma işlemi uygulanmayan unlardan elde edilen keklerin görünüş, renk ve doku özellikleri bakımından en yüksek puanları aldığını fakat lezzet ve genel beğeni açısından en iyi puanı hazır alınan çikolatalı kekin aldığı belirtilmiştir. De Oliveira Pineli et al. (2015), Brezilya bademinin (baru) yağı alındıktan sonra kalan, besin değeri ve antioksidan içeriği yüksek olan posa kısmını kısmen yağı alınmış baru unu üretiminde kullanmışlardır. Elde ettikleri bu baru ununun glutensiz kek üretiminde kullanımını ve farklı oranlarda ksantan gamın eklenmesinin etkilerini incelemişlerdir. Baru unu kullanılarak elde edilen keklerin karbonhidrat değerlerinin buğday unu ile üretilen keklere oranla daha düşük olduğu fakat protein, yağ ve antioksidan değerlerinin daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Ayrıca elde edilen keklerin lif içeriğinin yüksek olduğu ve demir, çinko ve bakır açısından zengin oldukları tespit edilmiştir. Baru ununun artan oranlarda kullanımıyla kek örneklerinin sertlik değerlerinin artış gösterdiği ve nem değerlerinin de azalma gösterdiği saptanmıştır. Ksantan gam eklenen örneklerdeki gam miktarının artışıyla, örneklerin özgül hacim değerlerinin buğday unu ile elde edilen örneklerle benzerlik gösterdikleri saptanmış ve dokusal ve görünüş açısından kabul edilebilirlikleri değerlendirildiğinde kullanılan formülasyonlar arasında fark bulunmamıştır. Çalışmada baru ununun ksantan gam ile birlikte kullanımının glutensiz kek üretiminde iyi bir seçenek olabileceği belirtilmiştir.

Gularte et al. (2012a), çözüner (inülin ve guar gam) ve çözünmez (yulaf lifi) liflerinin pirinç unu ile yer değiştirilerek kullanımının glutensiz tepsi kekinin kalite parametrelerinde meydana getirdiği değişimi incelemişlerdir. İnülin dışında kullanılan liflerin, hamur viskozitesinde artışa neden olduğu, yulaf lifi-inülin kombinasyonunun ise keklerin özgül hacmini önemli ölçüde geliştirdiği belirtilmiştir. Matos et al. (2014) tarafından gerçekleştirilen ve proteinlerin pirinç bazlı glutensiz muffinin reolojik özellikleri ve kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada soya protein izolatu, bezelye protein izolatu, yumurta beyazı proteini, kazein ve karşılaştırma amacıyla vital buğday gluteni protein kaynağı olarak kullanılmıştır. Yumurta beyazı proteini hariç protein kullanımının elastik modülüsü arttırdığı belirtilmiştir. Kazein ve yumurta beyazı proteininin muffinlerin özgül hacmini önemli ölçüde geliştirdiği, bezelye protein izolatu eklenen muffinlerin ise daha yumuşak ve esnek karaktere sahip olduğu belirtilmiştir.

Wang et al. (1999), %100 bezelye unu kullanılarak hazırlanan glutensiz makarna üretiminde çift vidalı ekstrüder kullanıldığında klasik yöntemle göre daha

gelişmiş doku ve lezzete sahip ürün elde edildiğini saptamışlardır. Huang et al. (2001) tarafından gluten içermeyen makarnanın duyuusal özellikleri ve yapışkanlık değerleri yanıt yüzey yöntemi kullanılarak incelendiğinde; yüksek düzeyde modifiye nişasta, ksantan gam ve keçiyoynuzu gamı kullanılarak hazırlananglutensiz makarnanın buğday unu kullanılarak üretilen makarnayla büyük ölçüde benzerlik gösterdiği bulunmuştur.

2.3 Kinoa

Gluten içermeyen fırıncılık ürünlerinin üretimi, hem üreticiler hem de araştırmacılar için büyük bir problemdir. Hamur hazırlama sırasında gluten proteininin işlevi üç boyutlu protein yapısını oluşturmaktır ve glutensiz ürünlerde bu işlev diğer bileşenler tarafından üstlenilmiştir. Son yıllarda çölyak hastalığına sahip bireylerin sayısındaki artış, glutensiz ürün pazarının hızla büyümesine yol açmıştır. Büyümedeki bu artışın en büyük nedeni, çölyak hastalığının teşhisinde yaşanan ilerlemelerdir (Gallegher et al., 2004; Mendoza, 2005). Glutensiz ürün pazarının bu denli hızlı büyümesi hububat endüstrisini, yüksek kalitede glutensiz ürün üretiminin artması için zorlamaktadır ve bu pazara yüksek kalitede ürün sağlanabilmesi için, araştırma ve geliştirme ile yeni yaklaşımlar kazanılması gerekmektedir (Schober, 2009; Heller, 2009). Yeni teknolojiler geliştirilmesi ve gluten içermeyen unların, nişastaların, hidrokolloidlerin ve yeni gıda bileşenlerinin kullanılması, geleneksel fırıncılık ürünlerine alternatif ürünler geliştirilmesine yardımcı olacaktır (Houben et al., 2012).

Gluten içeren ürünlerin çoğu, buğday, çavdar, arpa ve yulaftan elde edilmektedir. Bu nedenle bu tahıllar ve bu tahıllardan elde edilen unların glutensiz ürün üretiminde kullanılması yasaktır. Sadece gluten içermeyen hububatların ham materyal olarak kullanılmasına izin verilmektedir (Houben et al., 2012). Glutensiz ürünlerin üretiminde kllanılan unlar; pirinç, mısır ve sorgum gibi hububatlardan; fonio, teff, darı ve düğme çiçeği gibi ikincil hububatlardan ve karabuğday, kinoa ve amarant gibi yalancı hububatlardan elde edilmektedir. Tüm bu hububatlar besinsel içerik bakımından zengindirler ve bu nedenle glutensiz ürün diyetinde kullanılmaları sadece çeşitlilik yaratmaları açısından değil, besinsel kalitenin geliştirilmesi bakımından da önemlidir (Moreno et al., 2014).

Yalancı hububatlar; hububat, baklagiller, yağlı tohumlar ve kuruyemişler içerisinde sınıflandırılmamış olan karbonhidratlı gıda tahılları olarak tanımlanmaktadırlar (Fletcher, 2004; Aghamirzaei et al., 2013) ve çift yapraklı

bitkiler olup fonksiyonel özellikleri ve kompozisyonları açısından gerçek hububatlarla benzetilmektedirler (De Lourdes Moreno et al., 2014). Bu hububatların, glutensiz ürünlerin formülasyonlarına besin içeriğini ve sağlık üzerine olumlu etki yaratan biyoaktif bileşen kaynağı olarak eklenmesikonusunda yapılan çalışmalar giderek artmaktadır (De Lourdes Moreno et al., 2014). Bu hububatların en ilgi çekici özellikleri arasında yüksek kalitede protein içermeleri, yüksek diyet lifi içeriğine sahip olmaları ve kalsiyum ve demir benzeri mineraller içermeleri bulunmaktadır (Alvarez-Jubete et al., 2010; Maradini Filho et al., 2015). Bu nedenle yalancı hububatlar sadece glutensiz diyetlerde ürün oluşturma amacıyla değil ayrıca ürünlerin besinsel kalitelerini yükseltme amacıyla da tercih edilmektedir.

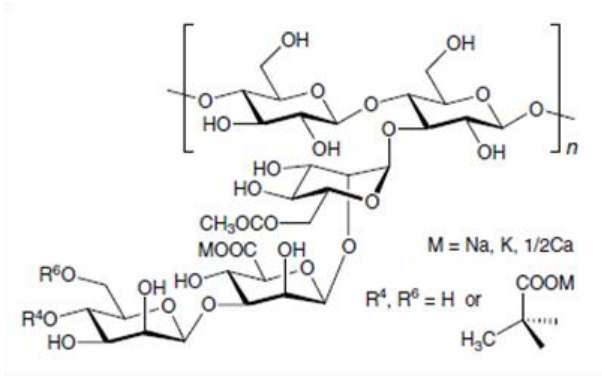
Kinoa Chenopodiaceae ailesinden olan ve Şili, Peru, Ekvador Cumhuriyeti ve Bolivya gibi ülkelerde yani And Dağları civarında doğal olarak yetişebilen ve yetiştiriciliği binlerce yıl önceye dayanan bir bitkidir (Spehar and Santos, 2002; Farro, 2008; Maradini Filho et al., 2015). Kinoa, içerdiği karbonhidratın büyük bir oranının nişasta ve küçük bir oranını ise şekerin oluşturduğu yüksek kalitede protein içeriğine sahip olan bir tahıldır. Ayrıca yapısında lif, B vitamini kompleksleri, vitamin E ve C ve ayrıca kalsiyum, magnezyum, demir, potasyum, fosfor, manganez, çinko, bakır ve sodyum gibi mineralleri ihtiva etmektedir. Pirinç, darı arpa ve buğday gibi geleneksel hububatlar ile karşılaştırılınca, daha yüksek oranlarda toplam protein, metionin ve lizin içermektedir. Ayrıca içerdiği lipidlerin kompozisyonlarındaki yağ asitleri soya fasülyesi yağı ile benzerlik göstermektedir (Chauhan et al., 1992; Ogungbenle, 2003; Comai et al., 2007; Spehar, 2007; Abugoch James, 2009; Vega-Galvez et al., 2010; Maradini Filho et al., 2015)

Kinoa, fonksiyonel gıdalara mükemmel bir örnektir ve bu yalamcı hububatın birçok hastalık riskini azaltabileceği düşünülmektedir. Bu yalancı hububatın fonksiyonel özelliklerinin; içeriğinde bulunan diyet lifi, mineraller, vitaminler, yağ asitleri, antioksidanlar ve özellikle hücre zarının korunmasında nöronal fonksiyonları kanıtlanmış olan, bitki hormonlarından ileri geldiği düşünülmektedir. Bütün bu özellikler kinoaaya diğer bitkisel gıdalara göre insan beslenmesi ve sağlığının korunması açısından büyük avantaj sağlamaktadır (Vega-Gálvez et al., 2010; Repo-Carrasco-Valencia and Serna, 2011; Maradini Filho et al., 2015).

Kinoa; 70'li yılların ortalarında, National Academic Science (NAS) tarafından gelişmekte olan ülkelerdeki beslenme ve yaşam kalitesinin geliştirilebilmesi amacıyla umut vaat edici ve üzerinde çalışılması önerilen 23 bitkiden biri olarak belirtilmiştir (Farro, 2008; Maradini Filho et al., 2015).

2.4 Ksantan Gam

Gamlar; gıda endüstrisinde fonksiyonel bileşenler olarak kullanılan, yüksek moleküler ağırlığa sahip hidrofilik polisakkaritlerdir. Bu fonksiyonel bileşenler, bitkilerden ekstrakte edilebildiği gibi, deniz yosunlarından veya mikrobiyal kaynaklardan da elde edilebilmektedirler. Modifiye edilmiş biyopolimerler ise nişasta ve selüloza kimyasal veya enzimatik uygulamalarla üretilebilmektedirler (Dickinson, 2003). Gamlar fırıncılık endüstrisinde; hamur reolojisini modifiye etmek (Mandala et al., 2007), gıdanın dokusunu geliştirebilmek (Armero and Collar, 1996), nişastanın retrogradasyonunu yavaşlatmak, nem tutma kapasitesini artırma ve raf ömrünü uzatma (Davidou et al, 1996), ürünün kalitesini genel olarak iyileştirmek ve glutensiz ekmeklerde hamurun viskoelastik özelliklerini geliştirebilmek amacıyla gluten ikamesi olarak kullanılmaktadırlar (Rojas et al., 1999; Gomez et al., 2007). Gamlar çok düşük konsantrasyonlarda bile etki gösterebilmelerine rağmen fonksiyonellikleri ve hidrasyon özellikleri gamın kimyasal yapısı, sıcaklık ve pH aralığı, gam konsantrasyonu, partikül boyutu, diğer inorganik iyonların varlığı gibi bir çok etkenden etkilenebilmektedirler (Ward and Andon, 2002). Gamların etki mekanizmaları tam anlaşılmamış olmasına rağmen birkaç adet düşünce literatüre sunulmuştur. (Kohajdova and Karovicova, 2009). Genel olarak hidrokolloidlerin nişasta yapısını zayıflatıcı etki yaptığı ve buna bağlı olarak suyun yapıda daha iyi dağılımının ve tutulmasının sağlandığı ve ekmek içi direncinde azalmaya neden olduğu düşünülmektedir (Armero and Collar, 1996; Guarda et al., 2004).



Şekil 2.1 Ksantan gamın birincil yapısı (Kohajdova and Karovicova, 2009).

Ksantan gam ise *Xanthomonas campestris* bakterisi tarafından üretilen aniyonik ve hücre dışı mikrobiyal bir polisakkarit olup hem sıcak hem de soğuk suda çözünür fakat organik çözücülerin bir çoğunda çözünmez (Khan et al., 2007). Ksantan gam solüsyonları yüksek kayma hızı ile incelen yapı gösterirler. Gamın viskozitesi çok geniş bir pH ve sıcaklık aralığında kararlılık gösterir ve bu polisakkarit enzimatik bozunmaya dirençlidir (Sworn, 2000). Bu gamın en önemli özelliği ise yüksek oranda düşük kayma viskozitesi ve yüksek oranda kayma ile incelen yapı göstermesidir. Ksantan gamın yüksek kayma hızlarında düşük viskozite göstermesi, kolay karıştırılmasını, dökülmesini ve yutulmasını sağlamakta ve düşük kayma hızlarında yüksek viskozite göstermesi ise gama iyi süspansiyon özellikleri vermekte ve koloidal süspansiyonun stabilitesini sağlamaktadır. Ksantan gamın en önemli özelliklerinden birisi sıcaklığa karşı duyarlı olmamasıdır. Bu özelliği sayesinde hamurların yapılarına bağlanmadan genişlemelerini sağlayarak hamurların yüksek sıcaklıklarda bile viskoz kalmalarını sağlamaktadır. Ksantan gam kek hamurlarında yapıyı geliştirmek ve su tutma kapasitesi arttırmak, hacmi arttırmak ve nişasta degradasyonunu sınırlandırarak gıdanın raf ömrünü uzatmak, görünüşünü ve yeme kalitesinin yükseltmek ve diğer hidrokolloidlerin etkisini arttırmak amacıyla da kullanılmaktadır (Gimeno et al., 2004).

2.5 Meyve Sebzelerden Diyet Lifi Eldesi

Geçtiğimiz son birkaç yılda, tüketicilerin hazır gıda alanından beklentileri bir hayli değişikliğe uğramıştır. Bu nedenle günümüzde, gıdaların sadece açlığı gidermeye ve gerekli besinleri sağlamaya değil, tüketicilerin fiziksel ve zihinsel sağlığını geliştirici yönde rol oynamaları da amaçlanmaktadır (Foschia et al.,

2013; Betoret et al., 2011; Brouns and Vermeer, 2000). Bu bağlamda, fonksiyonel gıdalar ürünlerin kalitesini geliştirebilmek amacıyla çok büyük bir fırsat sunmaktadır. İlk üretilen fonksiyonel gıdaları zenginleştirebilmek amacıyla vitamin ve/veya mineral ilavesi yapılmıştır. Daha sonraları ise çalışmalar gıdaların diyet lifleri ve ω -3 yağ asitleri, fitosterol gibi çeşitli mikrobileşenler ile zenginleştirilmesi yönüne kaymıştır (Foschia et al., 2013; Betoret et al., 2011). Özellikle, meyve suyu ve konserve sanayisi gibi sektörlerin yan ürünleri olan ve zirai atık olarak adlandırılan posaların yüksek lif içeriği ve zengin bir biyoaktif madde yelpazesine sahip olmaları nedeniyle gıdalara zenginleştirme amaçlı eklenmeleri oldukça önem verilen bir konu haline gelmiştir. Özellikle fırıncılık ürünlerinde meyve sebzelerden elde edilen ticari diyet lifleri veya meyve sebze sanayisi yan ürünlerinin kullanımına yönelik çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir (Ktenioudaki and Gallagher, 2012). Literatürde yer alan çalışmalarda elma, portakal, limon, mango, armut, havuç, karpuz, kavun, bezelye, şeker pancarı, hurma, patates, domates ve şeftali gibi pek çok meyve ve sebze diyet lifi kaynağı olarak kullanılmıştır. Larrauri et al. (1999)'a göre ürünlerin diyet lifi kaynağı olarak kabul edilebilmeleri ve ticari olarak üretilebilmeleri için toplam diyet lifi içeriklerinin %50'nin üzerinde, nem değerlerinin %9'un altında olması; düşük lipit ve kalori (8.36 kJ/g) değerlerine ve nötr tat ve aromaya sahip olmaları gerekmektedir. Larrauri et al. (1999) göre "ideal diyet lifi"; beslenme açısından sakıncalı hiçbir bileşen içermemeli, minimum kullanımla maksimum fizyolojik etkiyi gösterebilecek şekilde konsantre hale getirilmiş olmalı, tat, renk doku ve koku bakımından tüketime uygun olmalı, çözünür-çözünmez lif içeriği dengeli olmalı ve yeterince biyoaktif bileşen içermelidir. Ayrıca raf ömrü içine ekleneceği gıdaya uygun, gıdanın işleme süreciyle uyum içerisinde ve ekonomik olarak uygun olmalı ve lif kaynağı açısından tüketici gözünde iyi bir imaj bırakacak hammaddeden elde edilmelidir. Literatürde yer alan çalışmalarda, meyve ve sebze posalarından diyet lifi içeriği yüksek ürünlerin elde edilebilmesi için gerekli temel aşamalar yaş öğütme, yıkama, kurutma ve kuru öğütme olarak verilmiştir (Ferguson and Fox, 1978; Fox, 1981; Braddock and Crandall, 1981; Binding Brauerei, 1988; Weber and Chaudhary, 1987; Larrauri, 1994; Larrauri et al., 1999).

Figuerola et al. (2005), gerçekleştirdikleri çalışmada greyfurt, limon, portakal ve elma suyu üretim artıklarını gıda zenginleştirmede kullanılmak üzere lif konsantresi olarak kullanabilmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada elde ettikleri lif konsantrelerinin toplam diyet lifi içeriklerinin elmada çeşide göre %60.7-89.8, turuncgillerde ise %44.2-68.3 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Çalışmalarında gıda endüstrisi atığı olan havuç kabuklarını kullanarak yüksek antioksidan özelliğe sahip posa tozu üretmeyi amaçlayan Chantaro et al. (2008), havuç kabuklarını ön işlem uygulanmadan ve ön işlem olarak haşlama uygulanarak iki şekilde işleyerek haşlamanın etkilerini incelemişlerdir. Haşlamanın işleminin, posa tozunun lif içeriği, su tutma kapasitesi ve şişme kapasitesi gibi özelliklerini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Fakat hem haşlamanın hem de kurutma süresinin β -karoten, toplam fenolik madde ve toplam antioksidan aktivitesinin düşmesine neden olduğu belirtilmiştir.

Al Sayed Hanan and Ahmed (2013) tarafından yapılan bir çalışmada ise karpuz ve kavun kabukları kullanılarak diyet lifi elde edilmiştir. Elde edilen liflerin yüksek fenolik madde ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu gözlenmiştir. Tseng and Zhao (2013) tarafından, yüksek fenolik madde içeriğine sahip şarap endüstrisi atığı olan ve şaraplık üzümlerin kabuk ve çekirdek kısımlarını içeren şarap üzümü posası diyet lifi üretiminde kullanılmıştır. Elde edilen toz ürününün, %59.88 çözünmez, %1.44 çözünür olmak üzere %61.32 toplam diyet lifi içerdiği ve yüksek toplam fenolik madde içeriğine ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. Bchir et al.(2013)'ın gerçekleştirdiği çalışmada ise farklı bir gıda işleme yöntemi olan pişmiş meyve endüstrisi yan ürünlerinden armut, elma ve hurma lifleri üretilmesi amaçlanmıştır. Bu proseste öncelikle meyveler 2 saat boyunca pişirilmiş ve preslenmiştir. Çalışmada yan ürün olarak elde edilen posalar 1:10 oranında su ile oda sıcaklığında 15 dakika süresince karıştırılmış ve 100 μ m naylon filtre yardımıyla süzülerek çözünmeyen kalıntı ayrılmıştır. Ayrılan kalıntının kurutulup öğütülmesiyle elde edilen toz ürünlerin, % 82.0-90.7 arasında diyet lifi içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir. Martin-Cabrejas et al. (1995)'te kivi ve armut pürelerine tek geçişli metalik membran ultrafiltrasyon işlemi uygulanarak elde edilen kivi ve armut posalarının bileşimleri ve gıda endüstrisinde şeker ve diyet lifi olarak kullanımları incelenmiştir. Armut posasının toplam diyet lifi içeriği %43.9, kivi posasının ise %25.8 olarak tespit edilmiştir. Analizleri gerçekleştirilen her iki posanın da hem çözünür hem de çözünmez diyet lifi açısından zengin bir içeriğe sahip oldukları belirtilmiştir.

2.6 Glutensiz Fırın Ürünlerinin Diyet Lifi ve Hidrokolloidler ile Zenginleştirilmesi

Çölyak hastalığına sahip bireylerin genellikle zenginleştirilmemiş, rafine un/nişasta kullanılarak üretilmiş gıdalarla beslenmeleri, normal bir diyetle oranla diyet lifi alımının azalmasına neden olmaktadır. Bireyler üzerinde yapılan

çalışmalarda, glutensiz diyet uygulayan hastaların normal diyetle beslenen kontrol grubuna kıyasla diyet lifi ve çeşitli besin maddelerinin alımının daha az olduğu saptanmıştır (Thompson, 2000; Grehn et al., 2001). Bu nedenle glutensiz ürünlerin diyet lifi kullanılarak zenginleştirilmesi birçok çalışma grubunun araştırma konuları arasına girmiştir (Codex Alimentarius Commision, 2008).

Diyet lifleri; genellikle suda çözünen ve suda çözünmeyen olmak üzere 2 grup altında incelenebilmektedirler. Suda çözünür lifler arasında pektik maddeler, müsilaş, bazı hemiselülozlar ve hidrokolloidler yer alırken, suda çözünmeyen lifler ise selüloz, hemiselüloz ve lignin olarak belirtilebilir. Çözünür lifler viskozite arttırıcı ve glisemik indeksi ve kolesterolü düşürücü etkileri ile bilinirken; çözünmez lifler düşük özgül ağırlık ve intestinal geçişi azaltarak sindirimi kolaylaştırıcı etkileri ile karakterize edilmektedir. Çözünür lifler, çözünmeyen liflere oranla daha yüksek viskoziteyi arttırma, jel oluşturma ve emülgatör olarak görev alma eğilimindedirler (McKee and Latner, 2000; Elleuch et al., 2011). Bu nedenle, literartürde gerçekleştirilen çalışmalar daha çok çözünür liflerin formülasyonlara dahil edilmeleri üzerine yoğunlaşmıştır. Pektin (Angioloni and Collar, 2009; Demirkeseen et al., 2010), β -glukan (Lazaridou et al., 2007), CMC (karboksimetilselüloz) (Lazaridou et al., 2007; Angioloni and Collar, 2009; Anton et al., 2009), HPMC (hidroksi propil metilselüloz) (Angioloni and Collar, 2009; Demirkeseen et al., 2010a; Andersson et al., 2011; Moreira et al., 2011), ksantan (Lazaridou et al., 2007; Turabi et al., 2008a; Demirkeseen et al., 2010a; Turabi et al., 2010; Moreira et al., 2011; Peresini et al., 2011), karragenan (Turabi et al., 2008a), guar gam (Turabi et al., 2008a; Anton et al., 2009; Demirkeseen et al., 2010a; Turabi et al., 2010), keçiboynuzu gamı (Turabi et al., 2008a; Angioloni and Collar, 2009; Demirkeseen et al., 2010a; Turabi et al., 2010), agaroz (Lazaridou et al., 2007), propilen glikol aljinat (PGA) (Peressini et al., 2011) gibi hidrokolloidlerin glutensiz ekmek, kek, kurabiye, tortilla gibi ürünlerin üretiminde kullanıldıkları ve kalitelerinde gelişme sağladıkları belirlenmiştir.

Breckon et al. (2008), yaptıkları çalışmada sarı kek formülasyonu kullanarak, buğday unu yerine glutensiz un karışımı ve ksantan gam ilave etmişlerdir. Sadece glutensiz un karışımı ile hazırlanan keklerin kontrol örneklerine (buğday unu ile hazırlanan) oranla hacimlerinin daha düşük olduğunu ve daha yüksek sıkıştırma kuvvetine, daha az kayma kuvvetine ihtiyaç duyduklarını tespit etmişlerdir. Diğer kek örneklerine kıyasla viskozitelerinin de düşük olduğunu tespit etmişlerdir. %0.25 ksantan gum kullanılarak üretilen kek örnekleri ise sıkıştırma kuvveti ve yükseklik ağışından kontrol örneklerine benzer

bulunmuştur. Sonuç olarak ksantan gum ilavesinin hamur viskozitesini ve kek yüksekliğini arttırıp glutensiz keklerin kalite özelliklerini iyileştirdiği; buğday unu ile hazırlanan keklere çok benzer özelliklere sahip kek eldesine olanak verdiğini belirtmişlerdir. Çeşitli gumlar (ksantan gam, guar gam, keçiyoynuzu gamı, κ-karragenan, HPMC) ve emülgatör karışımları ile formüle ettikleri pirinç unu keklerinin reolojik özellikleri üzerinde araştırma yapan Turabi et al. (2008a), gum ilave edilen hamur örneklerinin kayma ile incelen davranış gösterdiklerini belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan tüm gumlar, pektin dahil, kek hamurlarının emülsiyon stabilitelerinde de artış sağlamıştır. En yüksek kek hacmi yalnızca ksantan gam kullanılan keklerden elde edilmiştir. Gularte et al. (2012a) tarafından yapılan bir çalışmada ise 20 g/100 g oranında pirinç unu yerine diyet lifi ilavesinin glutensiz kek örneklerine ait hamur özelliklerinde, son ürünün teknolojik kalite parametrelerinde (hacim, tekstür) ve besin içeriğinde değişikliğe neden olduğunu belirtilmektedir. Yulaf- inulin veya yulaf- guar gum gibi çözünmez- çözünür lif karışımlarının belirli oranda dengeli olarak alınmasının sağlık açısından daha faydalı olduğu belirtilerek, glutensiz kek formülasyonlarına lif ilavesi karışımlar halinde gerçekleştirilmiştir.

Sabanis et al. (2009), çalışmalarında glutensiz ekmek formülasyonuna farklı tahıl lifleri (buğday, darı, yulaf ve arpa) ilave ederek ekmeğin lifçe zenginleştirilmesini amaçlamışlardır. Darı ve yulaf lifinin glutensiz ekmeğin besleyici ve duysal özelliklerine olumlu etkileri olduğunu ve elde edilen kek içi mikrograflarında daha fazla gaz içerdiğini belirtmişlerdir. Padalino et al. (2013) ise glutensiz spagettinin çeşitli kalite özelliklerinin üzerine sebze unları kullanımının etkisini araştırmış, çalışmasında enginar, kuşkonmaz, kabak, domates, sarı biber, kırmızıbiber, yeşilbiber, havuç, brokoli, ıspanak, patlıcan ve rezene unlarını kullanmıştır. Sebze unu kullanımının spagettinin renk, karotenoid içeriği, diyet lifi miktarı ve bir takım teknolojik özellikleri üzerine olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir. Farklı çalışmalarda buğday unu ile üretilen ekmek, kurabiye, kek veya muffinlere kepek veya meyve sebze liflerinin ilave edilmesi suretiyle fırın ürünlerinin diyet lifi açısından zenginleştirmesine yönelik bilgiler yer almaktadır.

2.7 Glutensiz kek

Gluten, buğdaydan üretilen ekmek, kek, pasta, makarna gibi ürünlerin teknolojik özellikleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Gluten ikamesi olarak bazı gıda katkı maddelerinin kullanılması ile bu ürünlerin çeşitli formülasyonlarının

geliştirilmesi son yıllarda gıda teknolojisinin önemli konuları içerisinde yer almaktadır (Farrell and Kelly, 2001).

Pirinç, çok düşük miktardaki gluten içeriğiyle çölyak hastaları tarafından oldukça iyi tolere edilebilmektedir. Bu nedenle de glutensiz gıdaların hazırlanmasında en çok kullanılan tahıllardan biridir. Ancak buğday unu yerine pirinç unu kullanılarak hazırlanan ürünlerin kalitelerinde önemli düzeyde düşüş meydana gelmektedir. Bu nedenle pirinç unu formülasyonlarının optimize edilmesi gerekmektedir (Ronda et al., 2009). Fırın ürünlerinin doku ve görünüş özelliklerini geliştirmede nişasta ve hidrokolloidler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar arasında pirinç nişastası en sık kullanılanlardandır. Gluten içermemesi, düşük sodyum içeriğine sahip olması ve sindirilmesi kolay karbonhidratlarca zengin olması pirincin özel diyetlerde tercih edilmesine neden olmaktadır (Gallagher et al., 2004). Glutensiz fırın ürünlerinde, gluten eksikliğine bağlı olarak meydana gelecek problemleri minimize edebilmek ve glutensiz diyetin besleyici değerini arttırmak gibi amaçlarla formülasyonlara hidrokolloid/gumlar, emülgatörler, nişasta/baklagil unları, maltodekstrin, diyet lifi niteliğindeki diğer polisakkaritler ve süt bileşenleri gibi protein yapıların dahil edilmesi gündeme gelmiştir. Fırın ürünleri arasında önemli bir yere sahip olan kekin glutensiz hammaddeler kullanılarak üretilmesine yönelik literatürde pek çok çalışma bulunmaktadır.

Glutensiz kek formülasyonlarına gluten ikame edici bileşen olarak çeşitli hidrokoloid ve gamların ilave edilmesi oldukça yaygın bir uygulamadır. Ksantan gam, guar gam, keçiyoynuzu gamı, κ -karragenan, hidroksi propil metil selüloz (HPMC), karboksi metil selüloz (CMC)'un glutensiz kek formülasyonlarına eklendiği çalışmalar bulunmaktadır (Köksel et al., 2008; Turabi et al., 2008a; Sumnu et al., 2010; Preichardt et al., 2011; Ranjbar et al., 2012;). Turabi et al. (2008a) farklı gamları emülgatör karışımlarıyla beraber pirinç bazlı glutensiz formülasyonlara dahil etmiş, ayrıca gamları da karışımlar halinde kullanmıştır. Çalışmada en yüksek görünür viskozite değeri ksantan gam ve guar gamın birlikte kullanıldığı kek formülasyonunda görülürken, en yüksek kek hacmi yalnızca ksantan gam kullanılan keklerden alınmıştır. Emülgatör kullanımının özgül hacmi arttırıp daha yumuşak dokulu kek eldesine imkan verdiği belirtilmiştir. Preichardt et al. (2011) tarafından yapılan çalışma da bunu destekler niteliktedir. Preichardt et al. (2011) ksantan gamın glutensiz pirinç ve mısır keki kalitesini geliştirdiği, özgül hacim ve dokuyu geliştirirken sertlik değerini azaltıp bayatlamayı da geciktirdiğini bildirmiştir. Ayrıca yapılan duyusal değerlendirmede elde edilen

glutensiz keklerin tercih edilebilir olduğu görülmüştür. Turabi et al. (2008b) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise ksantan ve ksantan-guar gam karışımı ilave edilen pirinç bazlı glutensiz keklerin kızıl ötesi-mikrodalga kombine fırında pişirilmesi üzerine yanıt yüzey yöntemi kullanılarak optimizasyon işlemi uygulanmıştır. Sadece ksantan içeren, %5.28 emülgatör ilave edilen ve %60 halojen lamba kullanılarak üretilen keklerin en iyi kalite özelliklerine sahip olduğu belirtilmiştir. Sumnu et al. (2010) ise ksantan gam, guar gam ve bu iki gam karışımının pirinç bazlı glutensiz kekin bayatlaması üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kek örneklerini 22°C’de 120 saat depolamışlardır. Elde edilen veriler ışığında ksantan-guar gam karışımının, depolama boyunca, sertlik, ağırlık kaybı, retrogradasyon entalpisi değerlerini düşürdüğünü belirtmişlerdir. Ranjbar et al. (2012) ise karboksi metil selüloz (CMC) kullanımının pirinç kekinin duysal özelliklerini geliştirdiğini belirtmiştir. Çözünür ve çözünmez diyet liflerininin beraber alınmasının sağlık açısından önemli olduğunu belirten Gularte et al. (2012a), glutensiz kek formülasyonuna çözünür (inülin ve guar gam) ve çözünmez (yulaf lifi) lifleri birlikte eklemiştir. Glutensiz kek kalitesinin incelendiği çalışmada yulaf lifi-inülin karışımının özgül hacmi dolayısıyla poroziteyi arttırdığı ve kek içi ve kabuğunun parlaklığını geliştirdiği belirtilmiştir. Lif kullanımının sertlik değerini arttırdığı ancak en düşük sertliğin gene yulaf lifinin inülin ile birlikte kullanımında görüldüğü belirtilmiştir. Ayrıca diyet lifi içeriğinin artmasıyla nişastanın in vitro hidrolizinde önemli değişiklikler belirlenmiş olup yavaş sindirilen nişastada düşüş meydana getirdiği ifade edilmiştir.

Ronda et al. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada ise farklı nişasta kaynakları (pirinç, mısır, patates ve buğday) ve soya fasulyesi protein izolatu veya buğday proteini kullanılarak üretilen glutensiz kek hamurunun reolojik özellikleri incelenmiştir. Pirinç nişastası ve soya fasulyesi protein izolatu kullanılarak hazırlana kek hamurlarının en yüksek kıvam, viskoz ve elastik modülü, adhesiv kuvvete sahip oldukları ayrıca buğday unu ile yapılan hamurla en çok bu formülasyonun benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Benzer bir çalışma da Matos et al. (2014) tarafından yapılmış olup pirinç bazlı glutensiz muffinin hamur reolojisi ve kalitesi üzerine proteinlerin etkisi incelenmiştir. Bu amaçla glutensiz formülasyona beş farklı protein kaynağı (soya protein izolatu, bezelye protein izolatu, yumurta beyazı proteini, kazein ve karşılaştırma amacıyla buğday gluteni) ilave edilmiştir. Soya protein izolatu, bezelye protein izolatu ve kazein ilavesinin viskoz modülü (G') değerini; kazein ve yumurta bayazı proteini ilavesinin ise muffinlerin özgül hacmini arttırdığı bulunmuştur. Elde edilen tüm sonuçlar

ışığında protein ilavesini glutensiz muffinlerde hamur reolojisi ve kalite özelliklerini geliştirdiği belirtilmiştir.

Levent and Bilgiçli (2011) tarafından yapılan bir çalışmada iseacı bakla (lupin) ve karabuğday unları kullanılarak hazırlanan glutensiz keklerin fiziksel özellikleri incelenmiştir. Yüksek oranda acı bakla unu ilavesinin kek hamurlarının pH değerini düşürdüğü, %5 karabuğday unu ve %20 acı bakla unu kullanımının ise kek hacmini geliştirdiği belirtilmiştir. Bu unların yüksek oranlarda kullanılması kek yumuşaklığını olumsuz etkilerken, düşük miktarlarda kullanılmaları glutensiz kekin fiziksel özelliklerini geliştirmiştir. Gularte et al. (2012b) ise çeşitli baklagil unlarının (nohut, bezelye, mercimek ve fasulye) glutensiz kekin kalitesi ve nişasta ve proteinlerinin in vitro sindirilebilirliğine etkilerini incelemiştir. Çalışmada baklagil unları pirinç unuyla %50 oranında değiştirilmiştir. Baklagil unlarının kullanımı, nohut unu hariç, kek hamuru viskozitesini ve kekin özgül hacmini arttırmıştır. Nohut ve bezelye unlarının kek parlaklığını ve sarılık değerlerini, mercimek dışındaki tüm baklagil unlarının ise sertlik ve çiğnenebilirliği arttırdığı belirlenmiştir. Elde edilen keklerin, toplam protein, kullanılabilir protein, mineral yağ ve diyet lifi açısından zenginleştiği ve glisemik indeksi düşürdüğü belirtilmiştir.

2.8 Kek Hamurunun Reolojik Özellikleri

Reoloji sıvıların akış, katıların ise deformasyon özelliklerini inceleyen bilim dalıdır. Gıdaların reolojik özelliklerinin belirlenmesi işletme ve ürün tasarımı açısından önem taşımaktadır. Kek hamurunun reolojik özellikleri bu hamurdan elde edilecek kekin kalitesi hakkında bilgi vermektedir.

Kek üretiminde kullanılan temel bileşenlerden olan un, yumurta beyazı, sütte bulunan kuru maddeler ve tuz gibi bileşenler keke sertlik verirken; şeker, yumurta sarısı ve yağ kekin yapısını yumuşatmaktadır. Kek hamuru karmaşık bir yapıya sahip olan, çözünmeyen ya da süspansiyon halinde kuru bileşenleri içeren sürekli bir sulu fazdan oluşan, su içinde yağ emülsiyonu olarak kabul edilebilir. Bileşenlerin kendileri arasında oluşan etkileşimler ve yapısal gelişim, karıştırma ve pişirme sırasında gerçekleşmektedir. Kekin kalitesi açısından önemli bir parametre olan yüksek hacmin sağlanmasında çok sayıda küçük hava keseciği oluşumu önemlidir. Bu hava kesecikleri karıştırma sırasında oluşmakta, pişirme sırasında kabartma tozunun etkisiyle oluşan karbondioksit gazı da kek hacmine etki etmektedir. Pişme sırasında nişasta jelatinizasyonu, protein koagülasyonu,

karbondioksit oluşumu; karıştırma ile hamur içinde oluşan hava kesecikleri ve eklenen bileşenlerin kendi aralarındaki etkileşimler sayesinde poröz, yarı katı ve yumuşak bir yapıda kek oluşumu gerçekleşmektedir (Sahin, 2008).

Viskozite bir sıvının akmaya karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır. Kek hamurunun viskozitesi, kek hacmini etkileyen en temel özelliktir. Çünkü kaldırma kuvveti etkisiyle kek yüzeyinden hava keseciklerinin kaçma oranı hamur viskozitesi ile ters orantılıdır. Bu yüzden düşük viskoziteye sahip hamurlarda karıştırma ve pişirme sırasında oluşan hava kesecikleri ve karbondioksit kolayca kek yüzeyinden kaçmakta; düşük hacimli kek oluşumu ve elde edilen kekta çökme görülmesine neden olmaktadır. Yüksek viskoziteli kek hamurunda ise karıştırma ve pişirme sırasında oluşan gazlar kek içinde yeterince genişlememekte bu nedenle kek hacmi yeterli düzeyde artamamaktadır. Sonuç olarak, kek üretiminde optimum viskoziteye sahip hamur formüle edilmesi elde edilen kekin maksimum hacimde olması açısından önem taşımaktadır. Düşük özgül ağırlığa ve yüksek viskoziteye sahip kek hamurları yüksek hacimli kek verirler. Hamur yoğunluğunun artması ise kek hamurunun daha az hava keseciği içerdiğinin göstergesidir ve bu hamurlar düşük elastik ve viskoz modülüs değerleri verirken kek hacminin de düşmesine neden olmaktadır (Sahi and Alava, 2003; Sahin, 2008).

Newton tipi akış gösteren sistemlerde kayma gerilimi, kayma hızı (kayma deformasyonunun değişme hızı) ile orantılı olarak artmaktadır.

$$\frac{F}{A} = \eta \frac{dv}{dx} \quad (2.1)$$

Denklem 2.1’de η viskozite katsayısı olup genellikle viskozite olarak adlandırılır. Newton tipi olmayan sistemler, viskozitenin kayma hızı ile doğrudan orantılı olmadığı sistemler, ise plastik (Bingham) akış, pseudoplastik akış ve dilatant akış olmak üzere üçe ayrılır (Sahin and Sumnu, 2006).

Maddeler kendilerine dışarıdan bir kuvvet uygulandığında akış, deformasyon yada bunların her ikisini beraber sergilemektedirler. Reoloji bilimi ise maddelerin iyi tanımlanmış deformasyon koşulları altında gösterdikleri mekanik özellikleri incelemektedir. Reoloji kavramları viskoz akış, elastik deformasyon ve viskoelastisite olarak sınıflandırılabilir. Literatürde yer alan çalışmalarda farklı formülasyonlarda hazırlanan kek hamurlarının Newton tipi olmayan ve kayma ile incelen (pseudoplastik) davranış sergiledikleri görülmüştür

(Sakiyan et al., 2004; Baixauli et al., 2008; Turabi et al., 2008a; Chesterton et al., 2011; Ronda et al., 2011). Kayma ile incelen davranışta kayma hızının artmasına bağlı olarak viskozitede düşüş görülmektedir. Bu çalışmaların birçoğunda elde edilen veriler Üssel (Power law) modelle uyum göstermiştir. Üssel model (Ostwald-de Waele eşitliği):

$$\sigma_{yz} = K \left(\frac{dv_x}{dy} \right)^n = K (\dot{\gamma}_{yz})^n \quad (2.2)$$

Burada k değeri, kıvam katsayısı (Pa.s); n değeri ise akış davranış katsayısıdır. σ_{yz} kayma gerilimi (Pa) ve $\dot{\gamma}_{yz}$ kayma hızı (1/s) değerlerini göstermektedir. Ayrıca Herschel-Bulkley model kullanıldığı çalışmalara da rastlanmaktadır (Cevoli et al., 2013). Herschel-Bulkley model:

$$\sigma = \sigma_0 + K \cdot \dot{\gamma}^n \quad (2.3)$$

Eşitlik 2.3’de verilen σ ; kayma gerilimini (Pa), $\dot{\gamma}$; kayma hızını (1/s) K ; kıvam indeksini (Pa.sⁿ) ve n akış davranışı indeksini göstermektedir. Demirkesen et al. (2010b) tarafından, pirinç ununa değişen oranlarda kestane unu eklenerek gerçekleştirilen çalışmada sadece pirinç unu kullanılarak hazırlanan hamur hariç bütün örneklerin verilerinin Herschel-Bulkley modeli ile uyumlu olduğu belirtilmiştir.

İdeal elastik katılar Hooke tipi davranış göstermektedir. Bu davranışı gösteren bir materyale bir kuvvet uygulandığında gerilim ve gerinim (deformasyon) arasında doğrusal bir ilişki görülür. Bu ilişki Hooke Yasası olarak adlandırılmaktadır. Hooke Yasası:

$$\sigma = G\gamma \quad (2.4)$$

Burada G değeri, kayma modülüsü (N/m²); σ değeri, kayma gerilimi (N/m²); γ değeri ise kayma gerinimini ifade etmektedir (Sahin, 2008).

Viskoz bir akışkana kuvvet uygulandığında, uygulanan kuvvetin yalnızca bir kısmı kadar deformasyona uğrar, kuvvet kaldırıldığında ise eski haline tamamıyla geri dönemez. Viskoz akışkanlar genellikle viskozite, katılar ise elastisite göstermektedir. Ancak bazı gıdalar, viskoz ve elastik özelliklerin ikisini birlikte gösterdiklerinden viskoelastik materyal olarak adlandırılmaktadırlar. Kek hamuru da viskoz ve elastik özellikleri bir arada gösteren viskoelastik bir yapıdır.

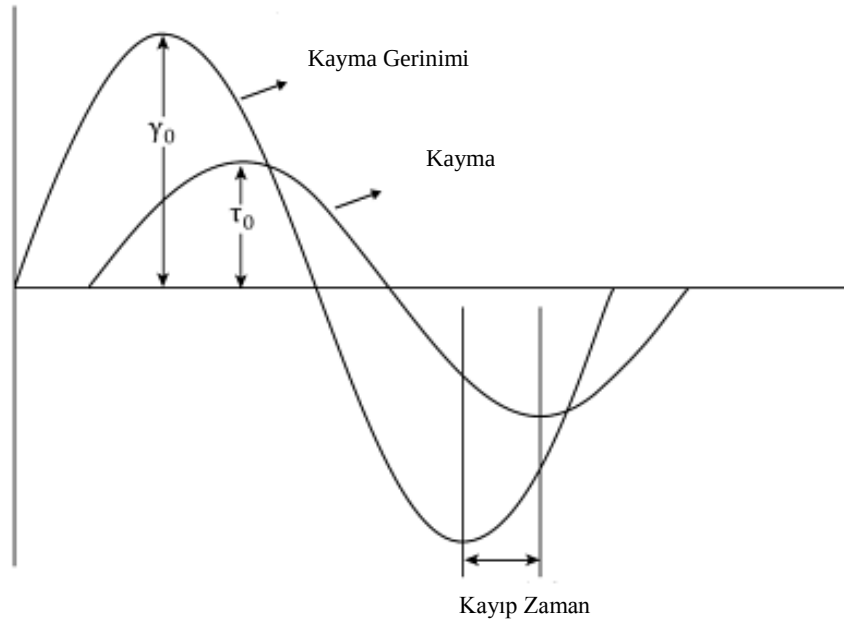
Gıda maddelerinin viskoelastik özelliklerinin belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan en sık kullanılanlar dinamik (osilasyon) testi, creep recovery (yavaş hareketle değişim ve geri kazanım) testi ve stress relaxation (gerilim gevşemesi) testidir (Sahin and Sumnu, 2006). Stress relaxation testinde sabit bir strain (gerinim) değerine sahip materyalin stress (gerilim) değerleri zamanın fonksiyonu olarak incelenmektedir. Viskoelastik katılarda stress değeri zamanla denge gerilim değerine düşer ve bu değer sıfırdan büyüktür, viskoelastik sıvılarda ise kalıntı gerilim değeri sıfırdır. Creep recovery testinde ise materyale sabit bir gerilim uygulanırken deformasyonun zamanla değişimi incelenir ve testin bu kısmı creep olarak adlandırılır. Daha sonra materyale uygulanan gerilim kaldırılıp deformasyonun zamana bağlı değişimi kaydedilmeye devam edilir ve bu kısımda recovery (geri kazanım) olarak ifade edilir. Uygulanan gerilimin kaldırılmasıyla ideal elastik materyaller tamamıyla eski halini geri kazanırken, ideal viskoz materyallerde geri kazanım gerçekleşmez. Viskoelastik materyal ise bu ikisi arasında olduğundan gerilimin kaldırılmasıyla kısmi bir recovery (geri kazanım) değeri gösterir. Dinamik (osilasyon) testinde ise materyal zamanla harmonik olarak değişen bir deformasyon ya da gerilime maruz bırakılır ve buna karşılık gelen diğer bileşen, deformasyon ya da gerilim, gene zamanla harmonik olarak değişecek şekilde kaydedilir (Şekil 2.2). Depolama modülü (elastik modülü, G'), elastik materyallerde daha yüksekken, viskoz materyallerde kayıp modülü (viskoz modülü, G'') daha yüksektir:

$$G' = \frac{\sigma_0 \cos \theta}{\gamma_0} \quad (2.5)$$

$$G'' = \frac{\sigma_0 \sin \theta}{\gamma_0} \quad (2.6)$$

$$\tan \theta = \frac{G''}{G'} \quad (2.7)$$

Burada σ_0 değeri, kayma gerilimi (girdi veya çıktı); γ_0 değeri, kayma gerinimi (girdi veya çıktı); θ değeri ise kayıp zaman (time lag/faz kayması) olarak ifade edilmektedir (Sahin, 2008).



Şekil 2.2 Dinamik (osilasyon) testinde viskoelastik bir materyalin kayma gerinimine (deformasyona) karşılık harmonik kayma gerilimi (Sahin, 2008).

Marco and Rosell (2008a) yaptıkları çalışmada protein izolatu içeren ve içermeyen pirinç keki hamurlarında elastik modülüs (G'), viskoz modülsten (G'') yüksek olup, hamurların viskoelastik katı davranış gösterdikleri belirtilmiştir. Matos et al. (2014) tarafından glutensiz pirinç keki üzerine proteinlerin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada da kek hamurlarında benzer davranış gözlenmiştir. Matos et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada farklı proteinlerin glutensiz muffin hamurlarının viskoelastik karakteri üzerine etkisi araştırılmış ve elastik modülüsün (G') viskoz modülsten (G'') daima daha yüksek olduğu saptanmıştır. Peressini et al. (2011) ekmeğin viskoelastik özellikleri üzerine çözünebilir diyet liflerinin etkisini araştırmışlar ve diyet lifi kullanım oranının artmasıyla G' değerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Ronda et al. (2011) ise diğer çalışmaların tersine bir durum tespit etmiş olup glutensiz kek hamurlarının G'' değeri G' değerine göre daha büyük bulunmuştur. Ayrıca kek hamurunun viskoelastik özelliklerini inceledikleri çalışmalarında frekans tarama testi verilerini Üssel (Power Law) model kullanarak değerlendirmişlerdir.

$$G'(\omega) = G'_{\omega 1} \cdot \omega^a \quad (2.8)$$

$$G''(\omega) = G''_{\omega 1} \cdot \omega^b \quad (2.9)$$

$$\tan \delta(\omega) = \tan \delta_{\omega 1} \cdot \omega^c \quad (2.10)$$

Burada G' elastik modülüsü (Pa), G'' viskoz modülüsü (Pa), $\tan \delta$ kayıp tanjantı ω ise açısal frekansı (rad/s) göstermektedir. $G'_{\omega 1}$, $G''_{\omega 1}$ ve $\tan \delta_{\omega 1}$ değerleri ise bunların 1 Hz' deki değerleridir. a, b ve c üsleri, modülüslerin ve kayıp tanjantın salınım frekansına bağımlılık derecesini göstermektedir. $\tan \delta_{\omega 1}$ değerinin 1'den küçük olması kek hamurunun sıvıdan çok katı davranış sergilediğinin göstergesidir. Viskoelastisite $\tan \delta$ 'nın 1'e yakınlığı olarak tanımlanmaktadır (Matos et al., 2014). Yani $\tan \delta$ 1' den ne kadar küçükse hamur o kadar katı benzeri davranış gösterir. Baixaulli et al. (2008) buğday unu ile yapılan kek hamurunun $\tan \delta$ değerinin 1'den küçük olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Demirkesen et al. (2010b) çalışmasında pirinç unu ile kestane ununun yer değiştirmesi ile elde edilen gluensiz kek hamurlarına ait $\tan \delta$ değerinin 1'den küçük olduğunu saptamıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

Gerçekleştirilen tez çalışmasında glutensiz keklerin üretiminde; kinoa unu, pirinç unu, patates nişastası, pastörize tüm yumurta, süt, hamur yapımında kullanılan katı yağ, şeker, kabartma tozu, ksantan gam ve armut posası tozu kullanılmıştır.

Yapılan çalışmada kullanılan armut posası tozu; yerel bir marketten temin edilmiş olan *Santa Maria* türü armutların sularının uzaklaştırılmasıyla elde edilen posanın kurutulduktan sonra öğütülmesiyle elde edilmiştir. Elde edilen toz ürün kullanıma kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir. Kek üretiminde kullanılan ksantan gam Sigma-Aldrich (St. Louis, USA) firmasından satın alınmıştır. Kinoa tohumları Bora Tarım Ürünleri Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti.'den temin edilmiş olup ve kek üretimi için laboratuvar tipi çekiçli değirmen (Armfield, UK) kullanılarak öğütülmüştür. Elde edilen toz ürüne elek analizi uygulanmış ve 280 µm gözenek büyüklüğüne sahip eleğin altında kalan ürün kek üretiminde kullanılmıştır.

Pirinç unu, Hayat Gıda Sanayi A.Ş.; patates nişastası, Başak Gıda Dağıtım Pazarlama Sanayi Ticaret A.Ş.;şeker, Konya Şeker Sanayi ve Ticaret A.Ş.; yağ, Felda Iffco Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.; kabartma tozu, Dr-Oetker Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.; pastörize tüm yumurta, İpay A.Ş.; süt, Pınar Süt Mamulleri Sanayi A.Ş.' den temin edilmiştir. Kek üretiminde kullanılan tüm malzemeler kullanılacakları zamana kadar uygun koşullarda muhafaza edilmiştir.

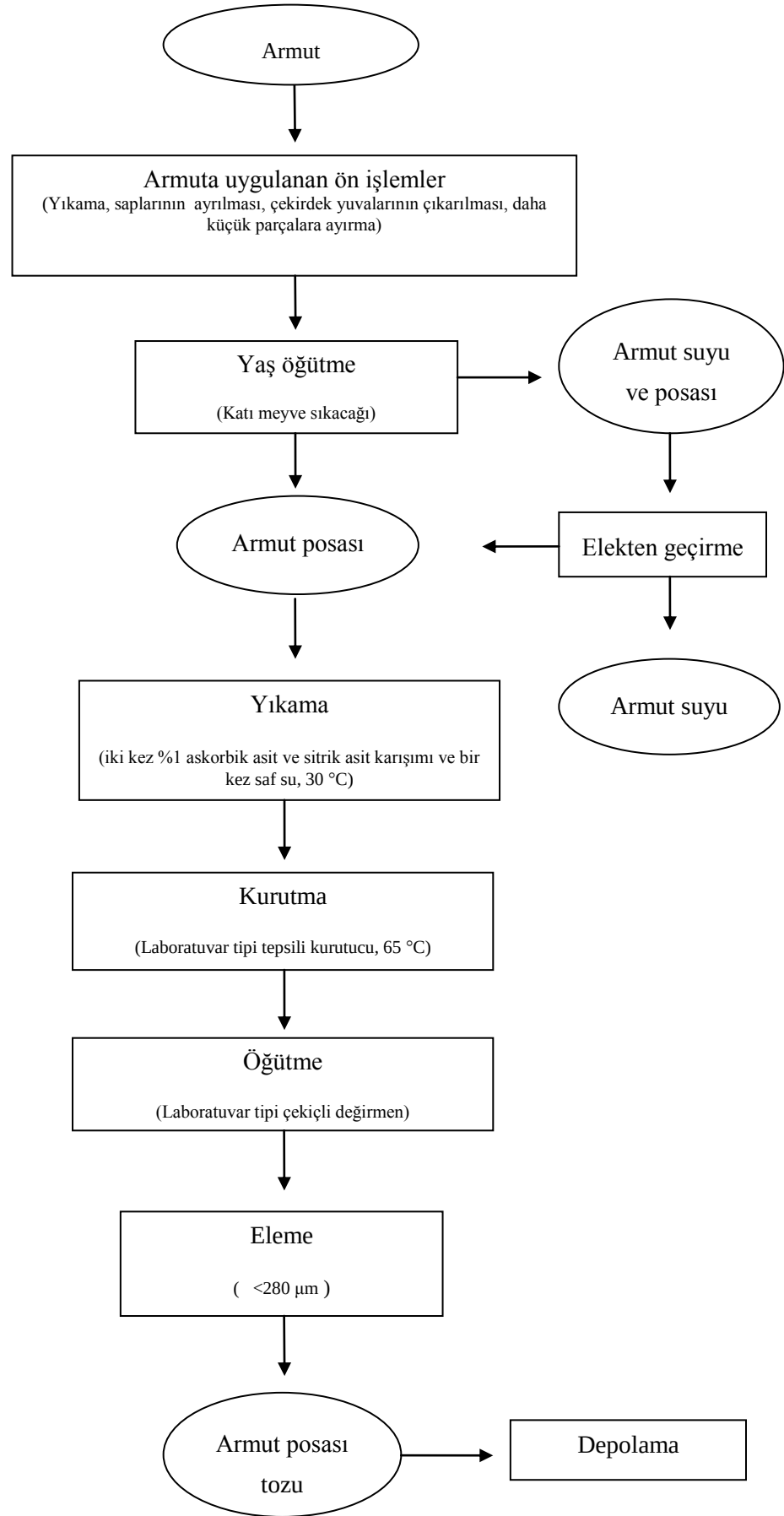
Kimyasal analizlerde kullanılan etil alkol, aseton ve n-hekzan Merck (Darmstadt, Germany)'den temin edilmiştir. Toplam diyet lifi analizi için kullanılan enzimler; α -amilaz, proteaz ve amiloglikozidaz Sigma-Aldrich (St. Louis, USA) firmasından satın alınmıştır.

3.2 Metod

3.2.1 Armut posası tozunun elde edilmesi

Yerel bir marketten temin edilen *Santa Maria* tipi armutların, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Pilot Tesisi Temel

İşlemler Laboratuvarında yıkanıp sapları ve çekirdek evleri ayrıldıktan sonra katı meyve sıkacağı (Santos, Fransa) kullanılarak posa elde edilmiştir. Posa, içeriğinde bulunan istenmeyen bileşenlerin ve potansiyel patojenik mikroorganizmaların uzaklaştırılması amacıyla (Larrauri, 1999) iki kez %1 oranında askorbik-sitrik asit karışımı içeren su ile ve bir kez de saf su ile yıkanmıştır. Yıkama suyunun sıcaklığı 30 °C (Figuerola et al., 2005) ve su miktarının posa miktarına oranı 2:1 olacak şekilde ayarlanmıştır (Larrauri et al., 1996). Daha sonra posada bulunan fazla su uzaklaştırılmış ve laboratuvar tipi tepsili kurutucu (Armfield Tray Drier, UK) ile 65 °C'ta son ürün nem içeriği 9 g/100 g'ın (Figuerola et al., 2005) altına düşene kadar kurutulmuştur. Kurutulmuş olan ara ürün laboratuvar tipi çekiçli değirmen (Armfield, UK) kullanılarak öğütülmüştür. Öğütülen posa partikül büyüklüklerinin homojen olması için elek analizine tabii tutulmuş ve 280 µm elek çapından daha küçük boyuta sahip olanlar kek denemelerinde kullanılmıştır. Armut posası tozu üretimi için uygulanan işlemler Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Armut posası tozu üretimi

3.2.2 Glutensiz kek örneklerinin hazırlanması

Bu tez çalışmasında kullanılan glutensiz kek formülasyonları Gularte et al. (2012)'de verilen formülasyon modifiye edilerek hazırlanmıştır. Kek hamurları; kinoa unu, pirinç unu, patates nişastası, hamur ürünlerinde kullanılan yağ (pastacılık yağı), süt, pastörize tüm yumurta, kabartma tozu, armut posası tozu (APT) ve ksantan gam kullanılarak hazırlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında formülasyonda kullanılacak en uygun kinoa unu oranının belirlenmesi amacıyla farklı oranlarda (%0, 25, 50, 75) kinoa unu pirinç unu ve patates nişastası yerine formülasyona eklenmiştir. İkinci aşamasında ise seçilen kinoa oranındaki un bileşimine (%50 kinoa unu, %25 pirinç unu ve %25 patates nişastası) farklı oranlarda (%0, 4, 8, 12) armut posası tozu ve/veya ksantan gam (%0.5, 1) kinoa unu, pirinç unu ve patates nişastası yerine bileşime eklenmiştir. Kek üretiminde kullanılan formülasyonlar (100 g un karışımı için) ilk aşama için Tablo 3.1'de, ikinci aşama için ise Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.1 Farklı oranlarda kinoa unu içeren kek örneklerinin formülasyonları (ağırlıkça)

Bileşen (g)	Kinoa Oranı (%)			
	0	25	50	75
Pirinç unu	50	37.5	25	12.5
Patates nişastası	50	37.5	25	12.5
Kinoa unu	-	25	50	75
Yumurta	62.5	62.5	62.5	62.5
Süt	75	75	75	75
Şeker	57.5	57.5	57.5	57,5
Yağ	36.25	36.25	36.25	36.25
Kabartma Tozu	3.75	3.75	3.75	3.75

Tablo 3.2 Tez çalışmasının ikinci aşaması için üretilen kek örneklerine ait formülasyonlar (ağırlıkça)

APT ve Gam Eklenmiş Örneklerle Ait Formülasyonlar												
Bileşen (g)	Kontrol	%4 APT	%8 APT	%12 APT	%0.5 K.G	%1 K.G	%0.5 K.G + %4 APT	%0.5 K.G + %8 APT	%0.5 K.G + %12 APT	%1 K.G + %4 APT	%1 K.G + %8 APT	%1 K.G + %12 APT
Pirinç unu	25	24	23	22	24.875	24.75	23.875	22.875	21.875	23.75	22.75	21.75
Patates nişastası	25	24	23	22	24.875	24.75	23.875	22.875	21.875	23.75	22.75	21.75
Kinoa unu	50	48	46	44	49.75	49.5	47.75	45.75	43.75	47.5	45.5	43.5
APT	—	4	8	12	—	—	4	8	12	4	8	12
Ksantan gam	—	—	—	—	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1	1	1
Yumurta	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5
Süt	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Şeker	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5	57.5
Yağ	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25
Kabartma Tozu	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75

Kek hamurlarını hazırlamak amacıyla daha önceden oda sıcaklığına getirilmiş olan pastörize tüm yumurta 4 dakika boyunca yüksek devirde mikser (Kitchen Aid, St. Joseph, Mich., USA) yardımıyla karıştırılmıştır. Sonrasında yumurtalara şeker eklenip 3 dakika yüksek devirde tekrar karıştırılmıştır. Oluşan karışıma yağ ve süt eklenip 3 dakika orta devirde karıştırılmış en son olarak da homojen hale getirilen toz bileşimi (pirinç unu, patates nişastası, kinoa, APT, ksantan gam ve kabartma tozu) karışıma eklenip 1 dakika boyunca düşük hızda karıştırılmıştır. Elde edilen karışım silikon kek kaplarına her bir kaba 60 gram kek hamuru olacak şekilde dökülmüştür. Hazırlanan kek hamurları konvansiyonel fırında (Vestel, Türkiye), alttan ve üstten ısıtma modu seçilerek 170°C'ta 30 dakika boyunca pişirilmiştir. Pişirilen kekler fırından çıkarıldıktan sonra 1 saat soğumaya bırakılmış ve daha sonrasında sızdırmaz kilitli poşetlere aktarılmıştır.

3.2.3 Armut posası tozu ve unlarda gerçekleştirilen analizler

3.2.2.1 Nem tayini

Armut posası tozunun nem tayini, vakumlu etüv (Daihan Wiseven Wov-30, Türkiye) kullanılarak 70 °C'ta yapılmıştır. Analiz öncesinde sabit tartıma getirilen metal petrilere, örneklerden 3'er gram alınmış ve sabit tartıma gelene kadar vakumlu etüvde bekletilmiştir. Nem miktarı yüzde olarak hesaplanmıştır (Anonymous,2000).

Pirinç unu, kinoa unu, patates nişastasının nem tayini, 135 °C'de etüvde (Memmert, Türkiye) gerçekleştirilmiştir. Sabit tartıma getirilmiş olan metal petrilere 2 şer gram örnek tartılmış ve sabit tartıma gelene kadar etüvde bekletilmiştir (AACC, 2000 metod No. 44-19). Ağırlık değişiminden nem miktarları yüzde nem miktarı olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.2 Kül miktarı tayini

Armut posası tozu, pirinç unu ve kinoa unu ve patates nişastasının kül miktarları AACC (2000) Metod No:08-01'e göre belirlenmiştir. Analiz öncesinde sabit tartıma getirilen krozelere 3'er gram örnek tartılmış ve 550 °C'de tüm organik bileşenler yanıcaya kadar kül fırınında yakılmıştır. Yakma sonrasında desikatöre alınan krozeler oda sıcaklığına soğutulup tartılarak yüzde kül miktarı kuru temelde hesaplanmıştır.

3.2.2.3 Yağ miktarı tayini

Toz ürünlerdeki yağ miktarı tayini için AACC (2000) Metod No:30-20 modifiye edilerek kullanılmıştır. 5 gram numune kartuş içerisine tartılmış ve kartuş Soxhlet cihazının ekstraksiyon tüpünün içerisine yerleştirilmiştir. Analiz öncesinde sabit tartıma getirilmiş olan ekstraksiyon balonları ekstraksiyon tüpünün altına yerleştirilmiştir. Ürünlerdeki yağ, ekstraksiyon tüpüne en az sekiz sifon yaptırılmasıyla n-hekzan kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Ekstraksiyon sonunda içinde çözücü ve yağ bulunan balon fazla hekzanın uzaklaştırılması amacıyla vakumlu döner evaporatöre (Heidolph WB 2000, Almanya) bağlanmıştır. Sonrasında balon 105 °C ye ayarlanan etüvde 1 saat tutulmuştur. Etüvden çıkartılan balonlar desikatörde oda sıcaklığına soğutulduktan sonra tartım alınmıştır. Örneklerdeki yağ miktarı kuru temelde hesaplanmıştır.

3.2.2.4 Protein miktarı tayini

Armut posası tozu, kinoa unu, pirinç unu ve patates nişastasındaki protein miktarları, ölçülen azot miktarının 6.25 protein katsayısıyla çarpımıyla elde edilmişlerdir. Ürünlerdeki azot miktarı ise, AACC (2000) 46-30 a göre Leco FP-528 Nitrogen/Protein Determinator (Leco, St. Joseph, Mich., USA) kullanılarak ölçülmüştür (Quinde vd., 2004).

3.2.2.5 Toplam diyet lifi analizi

Pirinç unu, kinoa unu ve armut posası tozundaki toplam diyet lifi miktarlarını belirlemek amacıyla AACC (2000) metot 32-05 modifiye edilerek kullanılmıştır. Öncelikle 1 g örnek 0.1 mg hassasiyet ile 400 ml lik behere tartılmıştır. Örneğin üzerine 50 ml fosfat tamponu (0.08 M, pH 6.0) eklenerek pH 6.0 ± 0.1 e ayarlanmıştır. Ardından çözeltiye 50 µl ısıya dayanıklı α -amilaz (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA) eklenip, beher alüminyum folyo ile sarılıp önceden 100°C'a ısıtılmış olan sıcak su banyosuna aktarılmıştır. Örnek sıcak su banyosunda 5'er dakika aralıklarla yavaşça çalkalanarak yarım saat bekletilmiştir. Yarım saat sonucunda örnek oda koşullarına alınıp oda sıcaklığına soğutulmuştur. Soğuyan örnekler 10 ml 0.275 N NaOH eklenerek pH değerleri 7.5 ± 0.1 e ayarlanıp, 100 µl proteaz (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA) solüsyonu eklenerek 60°C' da bulunan sıcak su banyosunda 30 dakika bekletilmiştir. Su banyosundan çıkarılan örnekler oda sıcaklığına soğutulmuş ve örnekler pH değerlerini 4.5 ± 0.2 'e ayarlayabilmek amacıyla 10 ml 0.325 N HCl eklenmiştir. pH değerleri

ayarlanan örnekler 200 µl amiloglikozidaz (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA) eklenip 60 °C'daki su banyosuna aktarılmışlardır. Sıcak su banyosunda yarım saat bekleyen örnekler çıkarıldıktan sonra önceden 60 °C'ye ısıtılmış olan %95 lik etanolden 280 ml eklenip 60 dakika oda koşullarında bekletilmiştir. Bekleme sonrasında çözelti önceden kurutulup darası alınmış olan Whatman no:1 filtre kağıdı ile Buhner hunisi ve Nuçe erleni yardımıyla vakum uygulanarak filtre edilmiştir. Sonrasında filtre kağıdının üstündeki kalıntı üç kez %78 lik 20 ml etanol, iki kez %95 lik 10 ml etanol ve iki kez 10 ml aseton ile yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra filtre kağıdı ve üstündeki örnek 70 °C'deki vakumlu etüv (Daihan Wiseven Wov-30, Türkiye) yardımıyla sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Sabit tartıma gelen örneğin tartımı alındıktan sonra, kül ve protein içerikleri belirlenmiştir. Örneklerdeki toplam diyet lifi miktarları Eşitlik 3.1 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Toplam diyet lifi} = \frac{\text{Kalıntı Ağırlığı} - (\text{Protein Miktarı} + \text{Kül Miktarı})}{\text{Örnek Miktarı}} \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.2.6 Su aktivitesi tayini

Armut posası tozunun, unların ve patates nişastasının su aktiviteleri, su aktivitesi ölçüm cihazı (Testo AG 400, Germany) ile belirlenmiştir. Analiz için yaklaşık olarak 3-4 g örnek, örnek kabına aktarıldıktan sonra cihazın sızdırmaz örnek haznesine yerleştirilmiştir. Cihazda okunan değer dengeye geldiğinde, su aktivitesi değeri okunmuştur.

3.2.2.7 pH tayini

Armut posası tozunda pH ölçümü AOAC (1998) Metod No: 981.12'ye göre pH metre kullanılarak yapılmıştır. pH metrenin kalibrasyonunda pH'sı 4 ve 7 olan standart çözeltiler kullanılmıştır. 10 gram örnek tartıldıktan sonra pH'sı analiz öncesinde 7 ye ayarlanmış olan 90 ml saf su eklenmiş ve pH metrenin sabitlendiği değer okunmuştur.

3.2.2.8 Su tutma kapasitesi

Armut posası tozu, unlar ve patates nişastası ve kek üretimi için kullanılan un formülasyonlarının su tutma kapasiteleri AACC (2000) Metod 56-11'e göre yapılmıştır. 50 ml lik santrifüj tüpü kapağıyla birlikte tartıldıktan sonra santrifüj tüpüne bilinen bir nem değerine sahip un/un karışımı 5.00 ± 0.05 gram olacak şekilde tartılmıştır. Un/un karışımının üstüne 25.00 ± 0.05 g su eklendikten sonra tüpün kapağı kapatılıp yaklaşık 5 saniye kadar çalkalanmıştır. 5, 10, 15 ve 20. dakikalarda çalkalayarak 20 dakika beklenmiş ve süre bitiminde tüpler santrifüje aktarılmıştır. $1000 \times g$ da 15 dakika boyunca santrifüj işlemi uygulanmış ve işlem sonucunda tüplerdeki fazla suyun akıtılması amacıyla tüpler 90° lik açıyla 10 dakikalık bekletildikten sonra tartılmışlardır. Örneklerin su tutma kapasiteleri Eşitlik 3.2 kullanılarak hesaplanmıştır. SCR, gram kuru maddede su tutma kapasitesini göstermektedir.

$$SCR = \left[\frac{\text{Jel Ağırlığı}}{\text{Un Ağırlığı}} \times \left(\frac{86}{100 - \% \text{unun nem değeri}} \right) - 1 \right] \quad (3.2)$$

3.2.2.9 Renk analizi

Armut posası tozunun renk değeri ölçümleri HunterLab ColorFlex (HunterLab, Reston, VA) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanımdan önce cihaz standart siyah ve beyaz tablaları kullanılarak kalibre edilmiş ve sonrasında ölçümler alınmıştır. Toz üründe, L^* (parlaklık), a^* (+ kırmızı, - yeşil) ve b^* (+ sarı, - mavi) renk değerleri ölçülmüştür.

3.2.4 Kek hamurlarında gerçekleştirilen analizler

3.2.4.1 Yoğunluk

Elde edilen hamurların yoğunlukları Elcometer (Elcometer, Manchester, UK) piknometre kullanılarak ölçülmüştür. 100 ml hacme sahip olan piknometre analiz öncesinde kalibrasyon amacıyla boş olarak tartılmış ve daha sonrasında hamur örnekleri piknometreye doldurulmuştur. Örneklerin fazlası alındıktan sonra elde edilen değer kaydedilmiştir. Yoğunluk değerleri örneklerin kütlelerinin hacimlerine bölünmesiyle elde edilmiştir (Gularte et al., 2012).

3.2.4.2 Reolojik özellikler

Kek hamurlarına ait reolojik özellikler reometre TA DHR3 (TA Instruments Inc., New Castle, DE, USA) kullanılarak belirlenmiştir. Hamur örnekleri hazırlandıktan sonra bekletilmeden analiz edilmişlerdir. Analizler 25 ± 0.1 °C de 40 mm çaplı paralel plaka kullanılarak gerçekleştirilmiş ve plakalar arası boşluk 2 mm olarak ayarlanmıştır.

Akış davranışı: Örneklerin akış davranışlarını tespit edebilmek amacıyla, kayma hızı $0.01-150 \text{ s}^{-1}$ aralığında lineer olarak arttırılmıştır ve yapılan analiz sonucunda kayma geriliminin ve görünür viskozitenin kayma hızı ile değişimi ölçülmüştür. Örneğin akış davranışına en uygun modelin belirlenmesi amacıyla testten elde edilen veriler Üssel (Power Law) model (Eşitlik 3.3) ve Herschel-Bulkley modeli (Eşitlik 3.4) kullanılarak değerlendirilmiştir (Turabi et al., 2008a, Cevoli et al., 2013) .

$$\sigma = K_{cp} \cdot \dot{\gamma}^{np} \quad (3.3)$$

$$\sigma = \sigma_0 + K \cdot \dot{\gamma}^n \quad (3.4)$$

Eşitliklerde verilen σ ; kayma gerilimini (Pa), $\dot{\gamma}$; kayma hızını (1/s) K_{cp} ; kıvam indeksini ($\text{Pa} \cdot \text{s}^n$) ve n akış davranışı indeksini göstermektedir.

Viskoelastik davranış: Öncelikle örneklerle, lineer visko-elastik bölgeyi bulabilmek amacıyla 10 rad/s sabit frekansta ve %10⁻⁵-100 gerilim aralığında gerilim tarama testi yapılmıştır. Gerilim tarama testinin sonucunda %0.4 gerilimin lineer viskoelastik bölgede olduğu tespit edilmiş ve frekans tarama testleri %0.4 sabit gerilimde ve 0.01- 10 Hz aralığında gerçekleştirilmiştir. Frekans tarama testi ile hamurun elastik modülüs (G'), viskoz modülüs (G'') ve hamurun elastikiyeti hakkında bilgi veren faz kayması (δ) değerlerinin frekans ile değişimi incelenmiştir (Ronda et al., 2011)

$$\gamma = \gamma_0 \sin(\omega t) \quad (3.5)$$

$$\sigma = \sigma_0 \sin(\omega t + \delta) \quad (3.6)$$

$$G' = \left(\frac{\sigma_0}{\gamma_0}\right) \cos \delta \quad (3.7)$$

$$G'' = \left(\frac{\sigma_0}{\gamma_0}\right) \sin \delta \quad (3.8)$$

$$\tan(\delta) = \frac{G''}{G'} \quad (3.9)$$

Yukarıdaki denklemlerde; γ plakalar arasındaki örneğin gerinimini, γ_0 gerinimin genliğini, ω salınımın frekansını (rad/s), σ alınan gerinim tarafından oluşturulan kayma gerilimini, σ_0 kayma geriliminin genliğini ve δ ise gerinime bağlı olan mekanik faz kaymasını göstermektedir.

3.2.5 Kek örneklerinde gerçekleştirilen analizler

3.2.5.1 Bileşim

Kek örneklerinin bileşimlerini belirlemek amacıyla, nem, kül, ham yağ ve ham protein içerikleri belirlenmiştir. Nem içeriği AACC (2000) metod 44-15, kül miktarı AACC (2000) metod 08-01, ham yağ miktarı AACC (2000) metod 30-25 uygulanarak tespit edilmiştir. Protein miktarı ise, AACC (2000) 46-30 a göre Leco FP-528 Nitrogen/Protein Determinator (Leco, St. Joseph, Mich., U.S.A.) kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.5.2 Su aktivitesi tayini

Kek örneklerinin su aktiviteleri, su aktivitesi ölçüm cihazı (Testo AG 400, Germany) ile belirlenmiştir. Analiz için homojenize edilmiş olan 3-4 g örnek, örnek kabına aktarıldıktan sonra cihazın sızdırmaz örnek haznesine yerleştirilmiştir. Cihazın gösterdiği değer dengeye geldiğinde, su aktivitesi değeri okunmuştur.

3.2.5.3 pH tayini

Kek örneklerinde pH ölçümü AOAC (1998) Metod No: 981.12'ye göre pH metre kullanılarak yapılmıştır. pH metrenin kalibrasyonunda pH'sı 4 ve 7 olan standart çözeltiler kullanılmıştır. 10 gram homojenize edilmiş olan örnek pH'sı analiz öncesinde 7 ye ayarlanmış olan 90 ml saf suya eklenmiş ve pH metrenin sabitlendiği değer okunmuştur.

3.2.5.4 Pişirme verimi ve pişirme kaybı

Kek örneklerindeki pişirme verimi, kek hamurunun pişirme sonrası ağırlığının pişirme öncesi ağırlığına bölünmesi ile Eşitlik 3.10 kullanılarak elde edilmiştir (Altunakar, 2003).

$$\% \text{Pişirme Verimi} = \frac{W_k}{W_h} \times 100 \quad (3.10)$$

W_h : Pişirme öncesi hamur ağırlığı

W_k : Pişirme sonrası kek ağırlığı

Kek örneklerindeki pişirme kaybı ise pişirme öncesi ve sonrası kek hamurlarında meydana gelen ağırlık kaybının kek hamuru ağırlığına bölünmesiyle Eşitlik 3.11 kullanılarak hesaplanmıştır (Köksel, 2009).

$$\% \text{Pişirme Kaybı} = \frac{W_h - W_k}{W_h} \times 100 \quad (3.11)$$

3.2.5.5 Özgül hacim

Piştirildikten sonra oda sıcaklığında bir saat soğutulan kek örneklerinin ağırlıkları ölçülmüş ve hacim değerleri (cm³) kolza tohumu ile yer değiştirme yöntemi ile belirlenmiştir. Kek örneklerinin özgül hacmi (cm³/g); AACC (2000) Metod 72- 10 da belirtildiği gibi kek hacminin kek kütlesine bölünmesiyle hesaplanmıştır (Eşitlik 3.12).

$$\text{Özgül hacim} = \frac{V_k}{W_k} \quad (3.12)$$

Eşitlikte belirtilen V_k kek hacmini (cm³) , W_k ise kek ağırlığını (g) göstermektedir.

3.2.5.6 Porozite

Kek örneklerinin porozite değerlerini belirlemek amacıyla, kek örnekleri hiç gözenek kalmayınca kadar sıkıştırılmış ve sonrasında kolza tohumu ile yer değiştirme yöntemi kullanılarak örneğin sıkıştırılmış hacmi tespit edilmiştir. Porozite değeri Eşitlik 3.13 kullanılarak hesaplanmıştır (Turabi et al., 2008a).

$$\text{Porozite} = 1 - (\text{Örneğin gerçek hacmi} / \text{Örneğin yığın hacmi}) \quad (3.13)$$

3.2.5.7 Renk analizi

Piştirilen kek örneklerinin kek içi ve kabuk renk değeri ölçümleri Hunter lab ColorFlex (Hunter Associates Inc., Reston, VA, USA) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kullanımdan önce cihaz standart siyah ve beyaz tablaları kullanarak kalibre edilmiş ve sonrasında ölçümler alınmıştır. Kek örneklerinin kabuk ve iç kısımlarının renk değerleri ayrı ayrı olmak üzere, L^* (parlaklık), a^* (+ kırmızı, - yeşil) ve b^* (+ sarı, - mavi) renk değerleri ölçülmüştür. Ölçümler dört paralel ve iki tekerrür olacak şekilde gerçekleştirilmiş ve değerlerin ortalamaları esas alınmıştır. Elde edilen L^* , a^* ve b^* değerleri kullanılarak toplam renk değişimi (ΔE), 3.14, 3.15, 3.16 ve 3.17 eşitlikleri kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\Delta L^* = L_{\text{örnek}}^* - L_{\text{kontrol}}^* \quad (3.14)$$

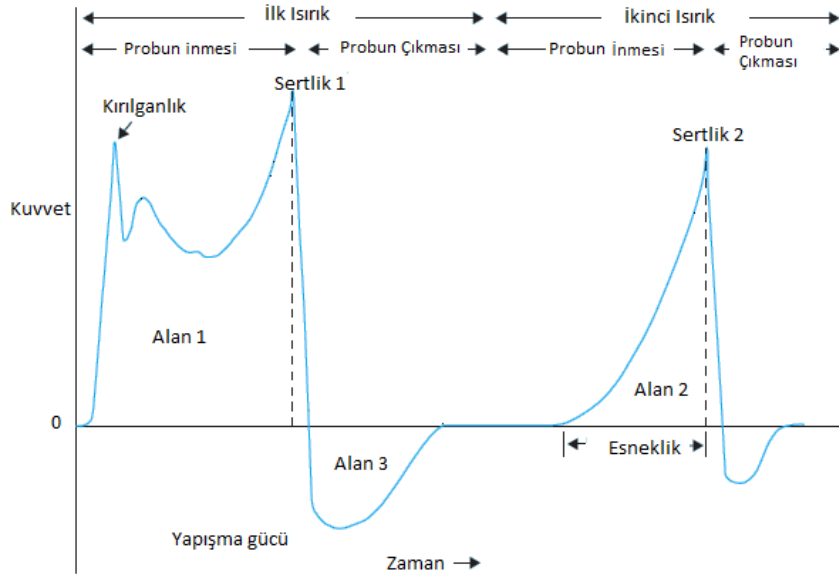
$$\Delta a^* = a_{\text{örnek}}^* - a_{\text{kontrol}}^* \quad (3.15)$$

$$\Delta b^* = b_{\text{örnek}}^* - b_{\text{kontrol}}^* \quad (3.16)$$

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (3.17)$$

3.2.5.8 Doku profili analizi

Örneklerin kek içi doku profili analizleri için Gularte et al. (2012) de belirtilen yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Doku profili analizi TAXT2i doku analiz cihazı (Stable Microsystems, Surrey, UK) kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sertlik, elastiklik (springiness), yapışkanlık ve esneklik değerleri doku profili analizi (TPA) ile hesaplanmıştır (Şekil 3.2). Kek örnekleri pişirildikten sonra yirmi dört saat dinlendirilmiş daha sonrasında ise kesme cihazı yardımıyla 15×40×40 mm boyutlarında kesilmiştir. Doku profili analizinde 36 mm çaplı alüminyum silindirik prob ve 50 N luk yük hücresi kullanılmış, 2 mm/s test hızında kek örneğinin orjinal kalınlığının %50 sine sıkıştırılmıştır. Birinci ve ikinci sıkıştırma arası 30 saniye beklenmiştir. Ölçümler sekiz paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Gularte et al., 2012).



Şekil 3.2 Doku profil analiz eğrisi örneği (Bourne, 2002)

3.2.5.9 Duyusal Analiz

Piştirilen kek örneklerinin duyuşsal değeriendirilmeleri, 20 adet yarı eğitilmiş panelist tarafından puanlama testi yapılarak gerçekteştirilmiştir (Elmacı and Altug, 2005). Gerçekteştirilen duyuşsal analizde, örneklerin renk, doku, lezzet ve genel beğeni özellikleri değeriendirilmiştir. Yapılan test skalası örneği Ek 1' de verilmiştir.

3.2.5.10 Gluten kontaminasyonu analizi

Kek örneklerinde gluten kontaminasyon analizi, gluten analiz test kiti (BioKits Gluten Assay Kit, Neogen Corp., Lansing, MI) kullanılarak yapılmıştır. Test protokolü AOAC (1995) Metod 991.19 baz alınarak, gluten kontaminasyonunun 3-50 ppm aralığında olması halinde tespit edilebilecek şekilde düzenlenmiştir.

Gluten kontaminasyonu için analiz edilecek olan ürüne, etanol kullanılarak seyreltme işlemi uygulandıktan sonra santrifüj işlemi uygulanmıştır. Gluten kontaminasyon miktarı ise ELISA iki aşamalı sandviç metodu kullanılarak üst fazdan tespit edilmiştir.

İlk olarak gluten antijeni, mikro kuyucuklara immobilize edilmiş şekilde bulunan monoklonal antikorlar ile gluten antijeni-antikoru kompleksi

oluşturabilmesi amacıyla mikro kuyucuklara inkübe edilir ve sonrasında ise enzim bağlı antikorlar ile tekrar inkübasyona bırakılır. Üründeki gluten antikor yapışmış kuyucuk ile enzim bağlı antikor arasında sıkışarak kompleks oluşturur ve analit miktarı substrat eklenerek tespit edilir.

Analizlerde kullanılan ekstraksiyon çözeltisi, satın alınan test kiti içerisinde bulunan ekstraksiyon tozunun (gluten extraction additive) 1 L etanol-su karışımında (%40 (v/v)) çözündürülmesiyle hazırlanmıştır.

Analiz öncesinde homojenize edilmiş olan kek örneklerinden 2 şer gram tartılmış ve üzerine 20 ml ekstraksiyon çözeltisi eklenerek 90 saniye boyunca homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnek 700×g de 10 dakika santrifüj edilmiş ve üst faz gluten analizinde kullanılmak amacıyla ayrılmıştır. Örnek ekstraktlarına gluten içermemesi nedeniyle 50 kat, gluten kontrolüne ise 2500 kat kit içerisinde bulunan seyreltme konsantratu kullanılarak seyreltme işlemi uygulanmıştır. Artan oranlarda gluten içeren standartlar ve örnekler kuyucuklar içerisine yerleştirildikten sonra 60 dakika boyunca çalkalamalı inkübatörde bekletilmiştir. İnkübasyon işleminin bitiminde kuyucuklardaki antikorlara bağlanmayan maddeler yıkama çözeltisi kullanılarak uzaklaştırılmışlardır. Kalan fazla yıkama su uzaklaştırıldıktan sonra kuyucuklara 100 µl anti-gliadin peroksidaz eklenmiş ve 30 dakika çalkalamalı inkübatörde bekletilmiştir. İnkübasyon işleminden sonra bağlanmayan maddelerin uzaklaştırılması amacıyla tekrar yıkama işlemi uygulanmıştır. Bağlanan gliadin miktarı, peroksidaz bağlı monoklonal antikorların gliadin gliadin ile reaksiyonu sonucu tespit edilmiştir. Bağlı peroksidaz aktivitesinin belirlenmesi amacıyla tüm kuyucuklara 100 µl TMB (tetra metil benzidin) eklenerek 30 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. 30 dakikanın sonunda tüm kuyucuklara 50µl durdurma çözeltisi eklendikten sonra 450 nm’de absorbans değerleri okunmuştur. Örneklerde bulunan gluten kontaminasyonu miktarları gliadin standartları kullanılarak çizilen kalibrasyon grafiğinden hesaplanmıştır.

3.2.5.11 SEM analizi

Taramalı elektron mikroskopisi analizi kek örneklerine ve patates nişastası, pirinç unu, kinoa unu ve armut posası tozuna uygulanmıştır. Analiz öncesi kek örnekleri -40°C de dondurulmuş ve dondurulan örnekler liyofilizatör (Armfield, FT 33 Vacuum Freeze Drier, England) kullanılarak kurutulmuştur. Toz ürünler ise doğrudan analize alınmıştır. SEM analizleri FEI Quanta 250 FEG taramalı

elektron mikroskobu (FEI Inc., Hillsboro, Oregon, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesinde örnekler altın ile kaplanmışlardır (Emitech K550X).

3.2.6 İstatistiksel analiz

Analizler sonucu elde edilen veriler, farklı formülasyonlar arasında önemli fark ($p < 0.05$) bulunup bulunmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Önemli düzeyde fark bulunduğu karşılaştırma için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Bütün istatistiksel analizler için IBM SPSS 20 programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Gerçekleştirilen tez çalışmasının ilk aşamasında, değişen oranlarda kinoa ununun glutensiz kek formülasyonuna eklenmesinin etkileri incelenmiştir. Kek hamurlarına ait fiziksel özellikler incelendikten sonra pişirilen keklere ait fiziksel ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Analizlerin sonucuna bağlı olarak bir sonraki aşama için en uygun kinoa unu oranı seçilmiştir.

Yapılan çalışmanın ikinci aşamasında ise; seçilen en uygun kinoa unu oranına farklı oranlarda armut posası tozu ve/veya ksantan gam eklenmiştir. Farklı formülasyonlarla elde edilen kek hamurlarının ve kek örneklerinin fiziksel ve kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir.

4.1 Armut Posası Tozu ve Unlarda Gerçekleştirilen Analizler

Glutensiz kek üretimi sırasında kullanılan kinoa unu, pirinç unu, patates nişastası ve armut posası tozunda % nem, yağ (%), protein (%), kül miktarı (%), karbonhidrat (%) miktarları ile armut posası tozu, pirinç unu ve kinoa ununa ait toplam diyet lifi analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizlere ürünlerin bileşimlerine ait değerler Tablo 4.1’de verilmiştir. Yüzde nem içeriği yaş temelde, diğer bileşenler ise kuru temelde hesaplanmıştır. Toz ürünlerde su aktivitesi, su tutma kapasitesi ve armut posası tozunun renk değerleri de belirlenmiştir.

4.1.1 Nem analizi

Toz ürünlerin nem içerikleri depolama sürecinin güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için en önemli parametredir. Unlar düşük su aktiviteleri nedeniyle genellikle güvenli ürünler olarak görülmelerine karşın, gördükleri işlem süresince patojen ve patojen olmayan mikroorganizma bulaşması gerçekleşebilmektedir (Berghofer et al., 2003 ve ICMSF, 1998). Unlardaki nem miktarı genel olarak %11-14 arasında değişmektedir. Ürünlerde, %14 nem düzeyinin üstünde küf ve mantar gelişimi gözlenebilmekte, ayrıca tat değişimi gerçekleşebilmekte ve böceklenme görülebilmektedir (Batoöl et al., 2012). Larrauri (1999) tarafından yapılan çalışmada ticari amaç için kullanılan diyet liflerindeki nem oranının %9’un altında olması gerektiği belirtilmiştir (Larrauri, 1999). Tablo 4.1’den de görülebileceği gibi glutensiz kek ürünlerinde diyet lifi miktarını arttırmak amacıyla kullanılan armut posası tozunun nem oranı 4.90 ± 0.06 olarak tespit edilmiştir. Armut posası tozunun nem değerinin önerilen

değerlere uygun olduğu görülmektedir. Ayrıca, Grigelmo-Miguel et al. (1999) tarafından yapılan çalışmada armut posasından elde edilen diyet lifi konsantresinin nem oranının %10 değerinin altında olduğu belirtilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada kullanılan pirinç unu (13.68 ± 0.07) ve kinoa ununun (12.66 ± 0.07) nem değerlerinin önerilen aralıkta olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Marco and Rosell (2008a) yılında yapılan çalışmada pirinç ununun nem değerinin %12.2 olduğu belirtilmiş ve Föste et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada kinoa ununa ait nem değeri 12.40 ± 0.06 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.1 Kek üretiminde kullanılan unların ve armut posası tozunun kimyasal kompozisyonu

Örnek Adı	Nem (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Kül Miktarı (%)	Toplam Diyet Lifi (%)
Armut Posası Tozu	4.90 ± 0.06	1.88 ± 0.15	2.894 ± 0.06	1.20 ± 0.06	78.93 ± 0.14
Kinoa Unu	12.66 ± 0.07	6.84 ± 0.20	13.72 ± 0.09	2.45 ± 0.21	16.27 ± 0.48
Pirinç unu	13.68 ± 0.07	1.41 ± 0.03	6.867 ± 0.10	0.40 ± 0.06	7.91 ± 1.50
Patates nişastası	17.24 ± 0.9	0.29 ± 0.01	Tespit edilememiştir.	0.24 ± 0.00	0.80 ± 0.01

4.1.2 Kül analizi

Toz ürünlerde mineral miktarının tespiti amacıyla kül analizi gerçekleştirilmiştir. Armut posası tozunun kül miktarı 1.20 ± 0.06 olarak bulunmuştur. Grigelmo-Miguel et al. (1999) tarafından gerçekleştirilen çalışmada kullanılan armut lifi konsantresinin kül miktarı, 1.4 ± 0.1 olarak verilmiştir. Tez çalışması için kullanılan armut posası tozunun kimyasal bileşiminin literatürde yer alan çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür.

Kullanılan kinoa ununun kül miktarı, 2.45 ± 0.21 olarak tespit edilmiştir. Literatürde yer alan çalışmalarda da kinoa ununun $2.4-3.65$ kül ve $54.1-64.2$ karbonhidrat içerdiği belirtilmiştir (White et al., 1955; DeBruin, 1964; Blasco Lamenca, 1979; Lorenz and Coulter, 1991).

4.1.3 Yağ analizi

Üretilen armut posası tozunun yağ miktarı 1.88 ± 0.15 olarak bulunmuştur. Grigelmo-Miguel et al. (1999) tarafından gerçekleştirilen çalışmada kullanılan armut lifi konsantresinin, yağ miktarı 1.0 ± 0.02 olarak belirtilmiştir.

Kinoa ununun yağ içeriği 6.84 ± 0.20 olarak tespit edilmiştir. Literatürde yer alan çalışmalarda da kinoa ununun $4.5-8.75$ oranında ham yağ içerdiği belirtilmiştir (White et al., 1955; DeBruin, 1964; Blasco Lamenca, 1979; Lorenz and Coulter, 1991).

4.1.4 Protein analizi

Çalışmada kullanılan armut posası tozunun protein miktarı 2.89 ± 0.06 , olarak bulunmuştur. Grigelmo-Miguel et al. (1999) tarafından gerçekleştirilen çalışmada kullanılan armuttan elde edilen diyet lifinin protein içeriği ağırlıkça 2.74 ± 0.1 olarak verilmiştir.

Gerçekleştirilen tez çalışmasında kek üretimi için kullanılan kinoa ununun protein miktarı ağırlıkça 13.72 ± 0.09 olarak tespit edilmiştir. Kinoa unu ile ilgili literatürde yer alan çalışmalarda da, kinoa ununun $10-18$ protein içerdiği belirtilmiştir (White et al., 1955; DeBruin, 1964; Blasco Lamenca, 1979; Lorenz and Coulter, 1991).

4.1.5 Toplam diyet lifi analizi

Bu çalışmada üretilen armut posası tozunun 78.93 ± 0.14 (kuru temelde) miktarda toplam diyet lifi içerdiği tespit edilmiştir. Larraurri (1999) tarafından yapılan çalışmada, $50 \text{ g}/100\text{g}$ dan daha fazla diyet lifi içeren ürünlerin diyet lifi açısından iyi bir kaynak olduğu belirtilmiştir. Bundan dolayı elde edilen armut posası tozunun lif kaynağı olarak kullanılabileceği düşünülmüştür. Nawirska and Kwasniewska (2005) tarafından yapılan çalışmada armut posası tozundaki toplam

diyet lifi miktarı % 98.8 olarak belirtilmiştir. Bir başka çalışmada ise olan armut posasındaki toplam diyet lifi miktarı 36.3 ± 1.4 ü çözünmez ve 7.6 ± 1.3 'ü çözünür olmak üzere %43.9 olarak bulunmuştur (Martin-Cabrejas et al., 1995). Gerçekleştirilen bu çalışmada kullanılan armut posası tozunun toplam diyet lifi içeriğinin, Nawirska and Kwasniewska (2005) çalışmasından elde edilen %98.8 değerinden daha düşük, Martin-Cabrejas et al. (1995)'de verilen %43.9 değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Lif elde edilmesinde kullanılan yöntem ve gerçekleştirilen ön işlemlerin, kullanılan hammaddenin türünün, yetiştirme ikliminin ve toprak koşullarının farklılığı çalışmalarda elde edilen ürünlerin diyet lifi içeriklerinin farklı olmasına neden olduğu düşünülmektedir. Kullanılan pirinç ununun diyet lifi miktarı 7.91 ± 1.50 ve kinoa ununun toplam diyet lifi miktarı ise 16.27 ± 0.48 olarak belirlenmiştir. Lamothe et al. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada kinoa ununa ait toplam diyet lifi miktarı %10 olarak belirlenmiştir.

4.1.6 Su aktivitesi tayini

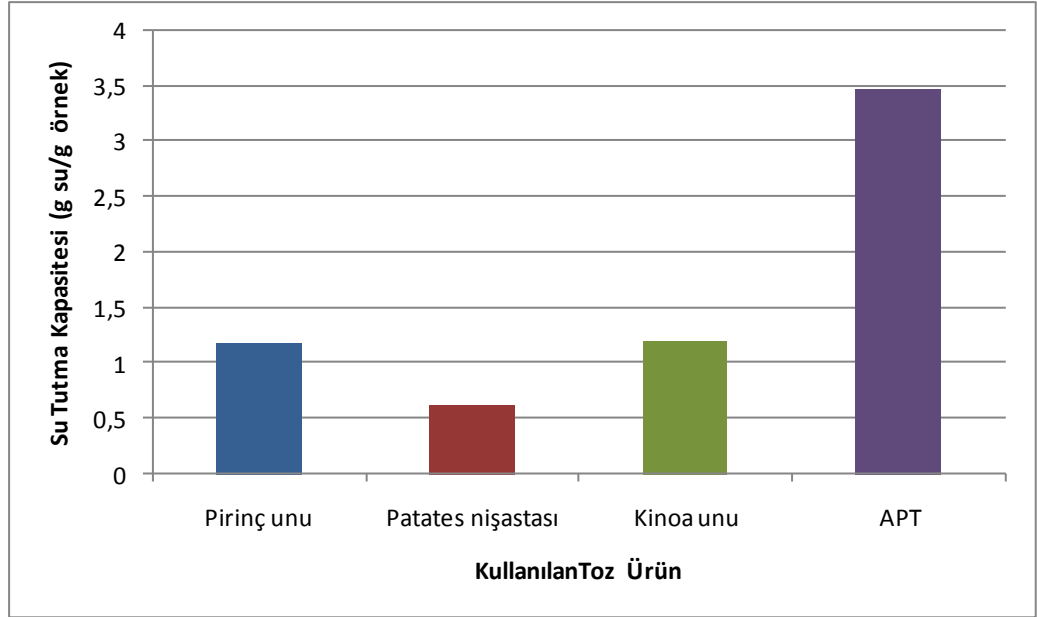
Ürünlerdeki su aktivitesi değeri, mikrobiyolojik bozulma, enzim aktivitesi ve lipid oksidasyonu için kullanılabilir suyun göstergesi olduğundan dolayı önem göstermektedir. Yapılan analizler sonucunda çalışma için kullanılan armut lifinin su aktivitesi 0.313 ± 0.00 olarak bulunmuştur. Fernandez-Lopez et al. (2009), düşük nem içeriğine sahip ürünlerde en ideal su aktivitesi aralığının 0.11-0.40 olduğunu belirtmiştir. Kinoa ununun su aktivitesi 0.512 ± 0.00 , pirinç ununa ait su aktivitesi değeri 0.6 ± 0.01 ve patates nişastasının su aktivitesi değeri ise 0.566 olarak bulunmuştur. Çalışmada kullanılan unlara ait su aktivitesi değerleri gıdanın kararlı olarak kabul edilebilmesi için kritik sınır olan 0.6 değerinin altında bulunmuştur (Quek et al., 2006).

4.1.7 pH tayini

Glutensiz kek üretiminde kullanılan toz ürünlerin pH değerleri son ürünün kalitesini etkileyen parametrelerden birisidir. Çalışmada kullanılan armut posası tozunun pH değeri 5.13 ± 0.01 olarak tespit edilmiştir. Kinoa ununun pH değeri 6.35 ± 0.01 , pirinç ununun pH değeri 6.47 ± 0.01 , patates nişastasının ise 7.01 ± 0.01 olarak bulunmuştur.

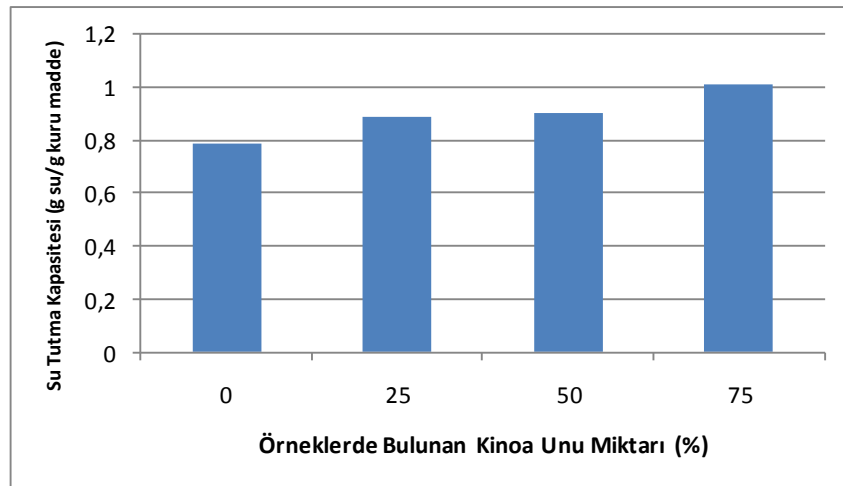
4.1.8 Su tutma kapasitesi

Gerçekleştirilen çalışmada kullanılan toz ürünlere ve toz karışımlarına, elde edilen kek hamurlarının viskoziteleri hakkında bilgi sahibi olabilmek amacıyla su tutma kapasitesi analizi yapılmıştır. Toz ürünlere ve en uygun kinoa unu oranının belirlenmesi amacıyla kullanılan farklı oranlarda kinoa unu içeren toz karışımlarına ait su tutma kapasitesi değerleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de görülmektedir. Elde edilen armut posası tozunun su tutma kapasitesi 3.48 ± 0.11 g su/g kuru madde olarak bulunurken; kinoa ununun su tutma kapasitesi 1.20 ± 0.22 g su/g kuru madde, pirinç ununun 1.18 ± 0.21 g su/g kuru madde ve patates nişastasının 0.62 ± 0.21 g su/g kuru madde olarak belirlenmiştir. Fernandez-Lopez et al. (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada portakaldan elde edilen yüksek diyet lifi içeriğine sahip toz ürünün su tutma kapasitesi 5.83 ± 0.10 g su/g kuru madde olarak bulunmuştur. Tez çalışmasında kullanılan unlar incelendiğinde kinoa ununun su tutma kapasitesinin patates nişastasına oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Wang et al. (2015) nin gerçekleştirdiği kinoa unu ve kinoa unu-buğday unu karışımları üzerine olan çalışmada, kinoa ununun su absorplama indeksi 2.65 g jel/g örnek olarak bulunmuş ve değerin buğday ununun değerinden daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Föste et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada ise pirinç ununun su tutma kapasitesi %109.75 ve kinoa ununun %109.75 olarak bulunmuştur. Toz ürünlerdeki su tutma kapasitesi ürünün kimyasal ve fiziksel özelliklerine bağlı olduğundan dolayı bir miktar farklılık gösterebilmektedir. Ürünlerin su absorplama özelliklerinin genellikle içerdikleri nişastanın karakteristiğiyle ilgili olduğu belirtilmiştir. Ürünlerdeki nişastanın karakteristik özellikleri ise amiloz miktarı, ürünün tanecik yapısı ve moleküler yapısı ile ilişkilidir (Pérez and Bertoft , 2010).

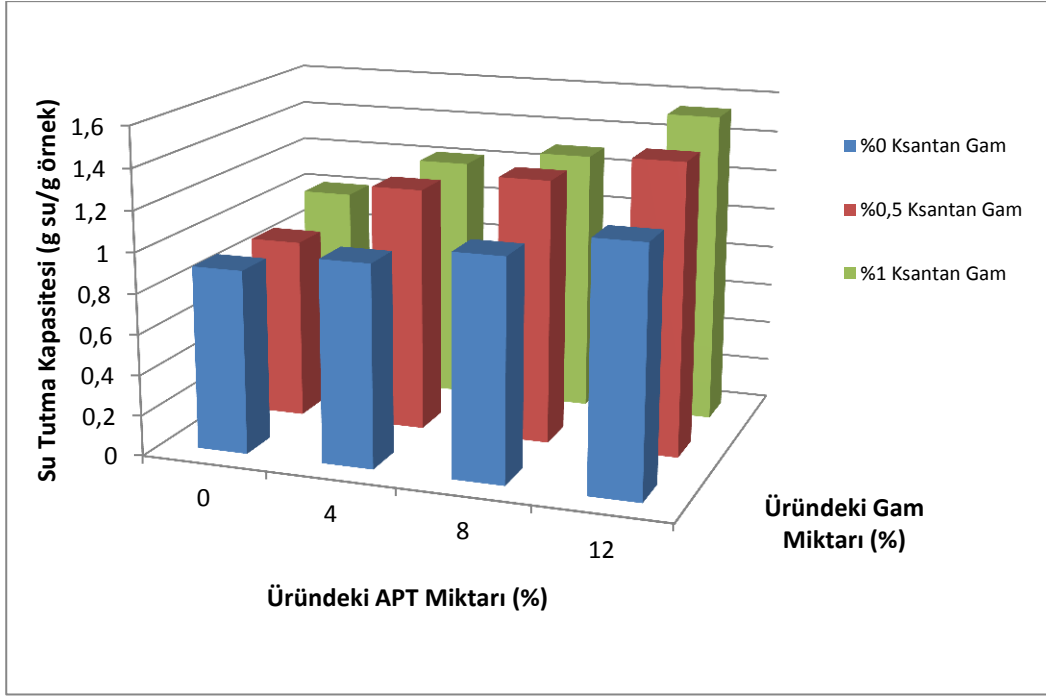


Şekil 4.1 Kek üretiminde kullanılan toz ürünlere ait su tutma kapasitesi değerleri

Tez çalışmasının ilk aşaması olan en uygun kinoa unu oranının tespit edilebilmesi için kullanılan toz karışımlarına ait su tutma kapasitesi değerleri 0.79 ± 0.25 ile 1.01 ± 0.20 arasında değişmektedir (Şekil 4.2). Kinoa unu oranı arttıkça su tutma kapasitesinde artma görülmesine karşın istatistiksel olarak değerlendirildiğinde anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).



Şekil 4.2 Farklı oranlarda kinoa unu içeren un karışımlarına ait su tutma kapasitesi değerleri



Şekil 4.3 Farklı oranlarda APT ve gam içeren toz karışımların su tutma kapasitesi değerleri

Tez çalışmasının ikinci aşaması için kullanılan un karışımlarına ait su tutma kapasitesi sonuçları Şekil 4.3'te verilmiştir. Un karışımına armut lifi ve ksantan gam eklenmesiyle su tutma kapasiteleri artış eğilimi göstermektedir. Fakat istatistiksel olarak incelendiğinde aralarında anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0.05$). Bu artışın armut posası tozunun ve ksantan gamın su tutma kapasitelerinin kullanılan diğer unlara oranla daha yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

4.1.9 Renk analizi

Kurutulan gıdaların renk değerleri en önemli kalite parametrelerinden birisidir ve ısı uygulanarak kurutma ürünlerde kararmaya yol açabilmektedir. Armut posası tozunun L^* değeri 55.795 ± 0.26 , a^* değeri 10.28 ± 0.01 , b^* değeri ise 20.23 ± 0.20 olarak bulunmuştur. Elde edilen L^* değerini düşük ve a^* değerinin yüksek olması örneklerde kararma gerçekleştiğinin göstergesi olarak kabul edilebilir (Garau et al., 2007, Lario et al., 2004, de Moraes Crizel et al., 2013).

4.2 Kek hamurlarında gerçekleştirilen analizler

Hazırlanan kek hamurlarında; kinoa unu, armut posası tozu ve ksantan gamın etkisini incelemek amacıyla, hamurların özgül ağırlıkları ve reolojik özelliklerinin belirlenmesine yönelik analizler gerçekleştirilmiştir.

4.2.1 Yoğunluk analizi

Hamurlarda yoğunluk değeri, hamur içerisinde bulunan hava miktarının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Elde edilen hamur içerisindeki hava miktarı arttıkça yoğunluk değeri düşmekte ve kek hacmi yükselmektedir. Kek hacminin artması istenilen bir durum olması nedeniyle, hamurun yoğunluk değerinin düşmesi istenilen bir özelliktir.

Tez çalışmasının ilk aşamasında, farklı oranlarda kinoa ununun kullanılmasıyla elde edilen hamurların yoğunluk değerleri 0.79 ± 0.00 ile 0.89 ± 0.01 arasında değişmektedir (Tablo 4.2). Kullanılan kinoa ununun miktarı (ağırlıkça) arttıkça, hamurun yoğunluk değeri artma göstermiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde hamurların yoğunluk değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p < 0.05$).

Tablo 4.2 Farklı oranlarda kinoa unu içeren örneklerle ait yoğunluk değerleri

Kinoa Miktarı (%)	Yoğunluk Değeri (g/ml)
0	0.79 ± 0.00^a
25	0.80 ± 0.00^a
50	0.84 ± 0.02^b
75	0.89 ± 0.01^c

Aynı sütundaki farklı harfi (a,b,c) olan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Çalışmanın ikinci aşamasında kek hamurlarının yoğunluk değerlerinin armut posası tozu ve/veya ksantan gam eklenmesiyle değişimi incelenmiştir. Örneklerle ait yoğunluk değerleri Tablo 4.3’de verilmiştir. Hamurların yoğunluk değerleri 0.83 ± 0.00 ile 0.91 ± 0.01 arasında değişmektedir. En düşük yoğunluk

değeri armut posası tozu içermeyen %0.5 ksantan gam ile hazırlanmış kek hamurunda görülürken en yüksek yoğunluk değeri ağırlıkça %12 diyet lifi ve %1 ksantan gam içeren örneklerde bulunmuştur.

Farklı gam oranlarına sahip örneklerin yoğunluk değerleri, armut posası tozunun miktarının değişimine bağlı olarak incelenmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde ksantan gam eklenmeden üretilen hamurların yoğunluk değerlerinde, armut posası miktarının artmasıyla bir değişim gözlenmemiştir ($p>0.05$). Ağırlıkça % 0.5 ve %1 ksantan gam bulunan örneklerin hamurlarının yoğunluk değerlerinde ise armut posası tozunun kullanımının artmasıyla artış görülmüş ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0.05$).

Farklı oranlarda armut posası tozu içeren hamurların yoğunluk değerlerine gam kullanımının etkisi de incelenmiştir. Armut posası tozu içermeyen örneklerin yoğunluk değerlerinde beklenildiği gibi belirgin bir artış gözlenmemiştir ($p>0.05$). Bu da hamurların içerdiği hava miktarında çok fazla bir değişim söz konusu olmadığını gösterir. APT içeren örneklerde ise gam kullanımı arttıkça örneklerin değerleri arasında önemli bir fark olduğu görülmüştür ($p<0.05$).

Tablo 4.3 APT ve Ksantan Gam eklenen kek hamurlarına ait yoğunluk değerleri

Armut Posası Tozu miktarı (%)	Ksantan Gam Oranı (%)		
	0	0.5	1
0	0.84±0.02 ^{aA}	0.83±0.00 ^{aA}	0.85±0.01 ^{aA}
4	0.84±0.00 ^{aA}	0.84±0.00 ^{bA}	0.85±0.00 ^{aB}
8	0.84±0.00 ^{aA}	0.85±0.00 ^{cB}	0.87±0.00 ^{bC}
12	0.84±0.00 ^{aA}	0.86±0.00 ^{dB}	0.91±0.00 ^{cC}

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar ile aynı satırda farklı harfi (A, B, C) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Elde edilen sonuçlar, artan oranda diyet lifi ve gam kullanımı ile hamurlara nüfuz eden hava miktarının azalma gösterdiği şeklinde yorumlanabilir. Bu durum, kek hamurlarının viskozitesinin kullanılan diyet lifine ve gama bağlı olarak artmasının ve kek hacminin düşmesinin nedeni olarak gösterilebilir. Gomez et al. (2010) çalışmalarında, kek formülasyonlarına eklenen liflerin, miktar ve partikül büyüklüğünden bağımsız olarak, hamurların yoğunluk değerlerinde artışa neden

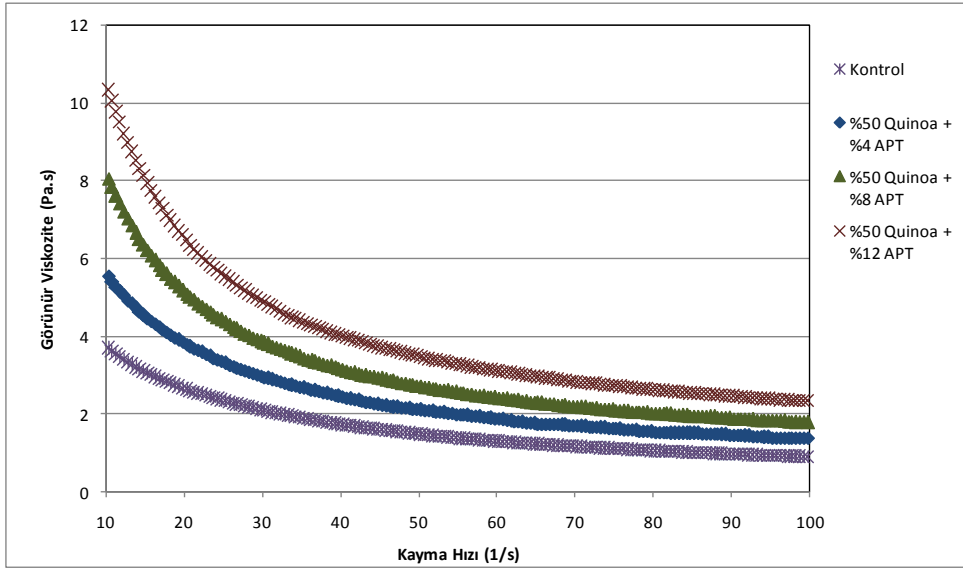
olduğunu ve suda çözünmeyen liflerin eklenmesinin özgül ağırlık değerinde artışa neden olabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında mikro kristalli selüloz kullanan Brys and Zabik (1976), hamurun yoğunluk değeri selüloz kullanım oranıyla birlikte arttığını tespit etmişlerdir. Gomez et al., (2007) tarafından yapılan çalışmada, kek hamurlarında karragenan, guar, HPMC ve ksantan gum kullanımının hamurun yoğunluk değerini arttırdığını ve en fazla etkiyi ksantan gumın gösterdiğini belirtmişlerdir.

4.2.2 Reolojik özelliklerin belirlenmesi

Bir gıdanın reolojik özelliklerinin bilinmesine; işlem süreçlerindeki hesaplamaların doğru yapılabilmesi, geliştirilen üründeki bileşenin fonksiyonunun belirlenmesi, ara veya son ürünün kalite kontrolü, raf ömrü testi, bileşenlerin karakterize edilebilmesi gibi birçok sebeple ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle hazırlanan kek hamurlarının akış davranışlarını ve viskoelastik özelliklerini belirlemek amacıyla ölçümler yapılmıştır.

4.2.2.1 Akış davranışının belirlenmesi

Gerçekleştirilen tez çalışmasında, değişen kinoa unu oranlarına sahip ve %50 kinoa ununa sahip bileşime armut posası tozu ve/veya ksantan gum eklenerek hazırlanan kek hamurlarına ait akış davranışları 25 °C’de akış testi ile belirlenmiştir. Kayma hızına (1/s) karşılık kayma gerilimi (Pa) verileri grafiksel olarak gösterilmiştir ve elde edilen verilere Üssel model ve Herschel-Bulkley modelleri uygulandığında, üssel modele ait akış davranış katsayılarının (n) 1’den küçük olduğu ve tüm kek hamurlarının kayma kuvveti ile incelen yapı (psödoplastik) gösterdiği bulunmuştur (Tablo 4.4). Hazırlanan kek hamurlarının akış özelliklerinin Üssel model ve Herschel-Bulkley modelle açıklanmasına ilişkin Duncan çoklu test sonuçları Ek 4 ve Ek 5’ de verilmiştir. Örnek olarak verilen Şekil 4.4’de farklı oranlarda APT içeren kek hamurlarının viskozitelerinin kayma hızı ile değişimi görülmektedir. Tüm kek hamurlarında benzer değişim gözlenmiştir.



Şekil 4.4 Kontrol ve farklı oranlarda APT içeren glutensiz kek hamurlarında görünür viskozitenin kayma hızıyla değişimi

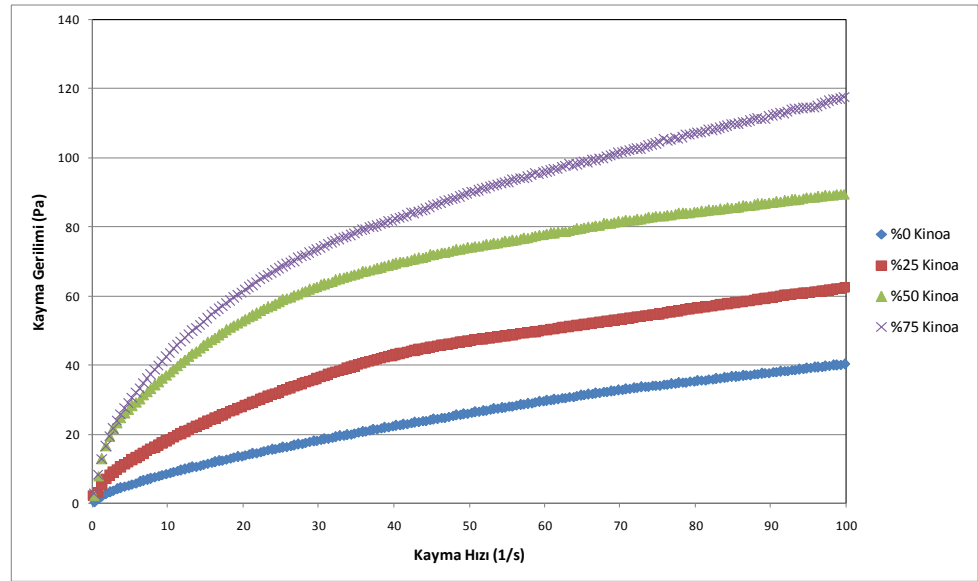
Psödoplastik akış davranışına sahip akışkanların görünür viskozite değerleri, örneğe uygulanan kayma hızı arttıkça azalma göstermektedir. Bu akma şekli uzun çapraz zincirlerden oluşan polimer yapılarda görülmektedir ve çapraz yapıların derecesi viskoziteyi belirlemektedir. Örneğe uygulanan kayma hızı sonucunda yapıdaki polimerlerin çapraz zincirleri azalmakta ve görünür viskozite değerinde düşmektedir. Psödoplastik akış davranışı fırıncılık ürünlerinde hamurun pompalanması, yoğurulması gibi işlemler için önemli bir özelliktir. Yoğurma sırasında hamurun küme haline gelebilmesini ve hamurun homojen olmasını sağlamaktadır (Sabanis and Tzia, 2010). Sivaramakrishnan et al. (2004) tarafından gerçekleştirilen, iki farklı pirinç unundan elde edilen bileşime gluten ikamesi olarak HPMC eklenen çalışmada hamurların akış davranışları incelenmiş ve farklı formülasyonlarda hazırlanan tüm hamurların kayma kuvveti ile incelen akış davranışı gösterdiği belirtilmiştir.

Kayma hızına karşılık kayma gerilimi grafiğinden elde edilen deneysel verilere, Üssel model ve Herschel-Bulkley modelleri uygulandığında, bu modeller arasında en iyi uyumun Herschel-Bulkley modeli ile elde edildiği görülmüştür ($R^2 = 0.928-0.999$). Demirkese et al. (2010b) tarafından, pirinç ununa değişen oranlarda kestane unu eklenerek gerçekleştirilen çalışmada sadece pirinç unu kullanılarak hazırlanan hamur hariç bütün örneklerin verilerinin bu tez çalışmasında olduğu gibi Herschel-Bulkley modeli ile uyumlu olduğu belirtilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada kek hamurları için Üssel model ve

Herschel-Bulkley modellerinden elde edilen kıvam katsayısı (K), akış davranışı katsayısı (n), akma gerilimi (σ_0) ve R^2 değerleri Tablo 4.4'de görülmektedir.

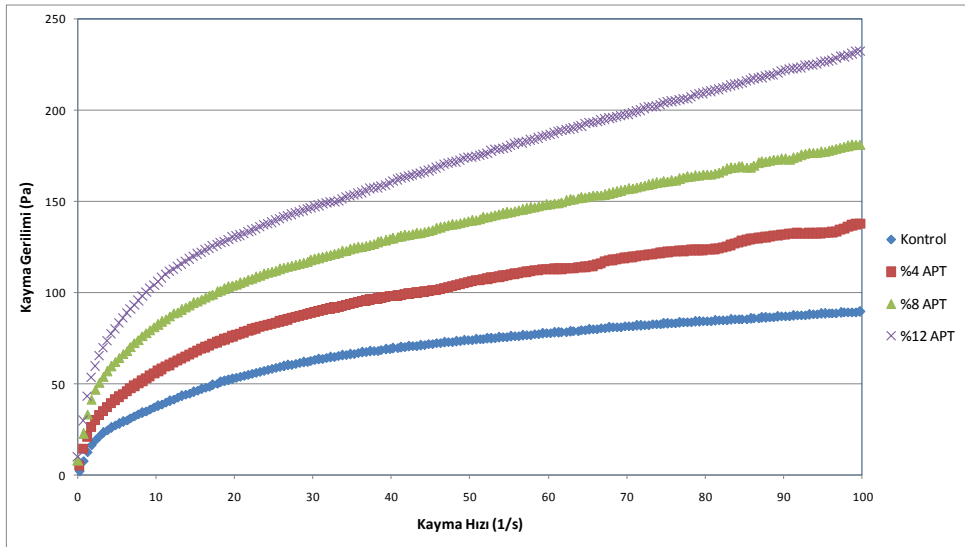
Herschel-Bulkley modeli kullanılarak hesaplanan akış davranış katsayısının (n) 0.002-0.736 arasında, kıvam katsayısının (K) ise 2.241 -26987.428 arasında ve akma gerilimi σ_0 değerlerinin ise -26797.466-419.739 arasında değiştiği görülmektedir. Ancak %0.5 gam ve %8- 12 oranında APT içeren hamurlardan elde edilen veriler denenen modellerle uyum göstermemişlerdir.

Kinoa ununun hamurun reolojik özelliklerine olan etkisinin incelendiği çalışmanın birinci aşamasında, kinoa ununun hamurun reolojik yapısını etkilediği görülmüştür (Tablo 4.4 ve Şekil 4.5). Farklı oranlarda kinoa unu kullanılarak hazırlanan hamurlarda, kinoa unu miktarının artırılmasıyla akma gerilimi (σ_0) ve n değerlerinin azaldığı görülmüştür ($p<0.05$). Örneklerdeki kinoa unu oranı arttıkça kıvam katsayısının ise arttığı tespit edilmiştir ($p<0.05$).

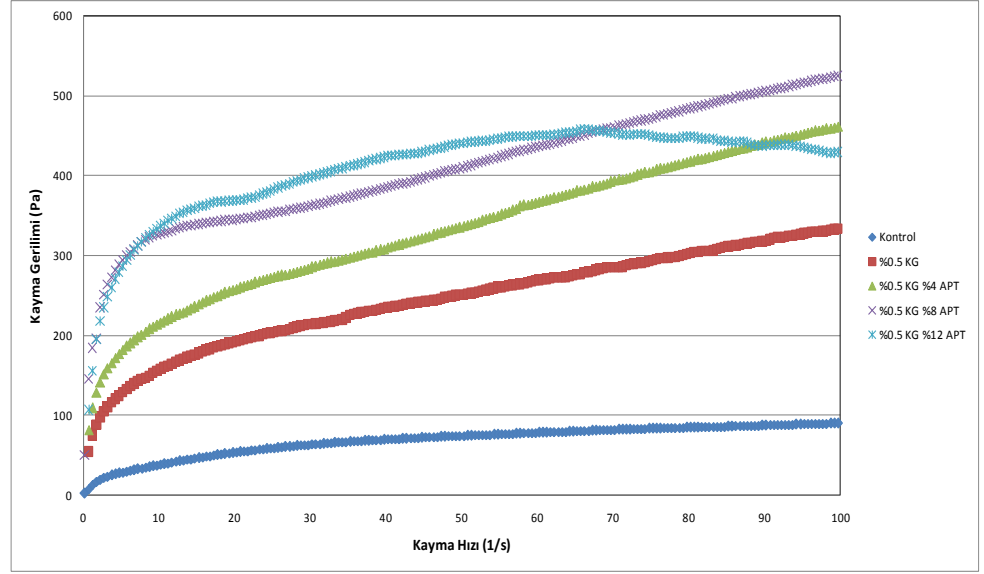


Şekil 4.5 Farklı kinoa unu oranlarına sahip kek hamurlarına ait akış eğrileri

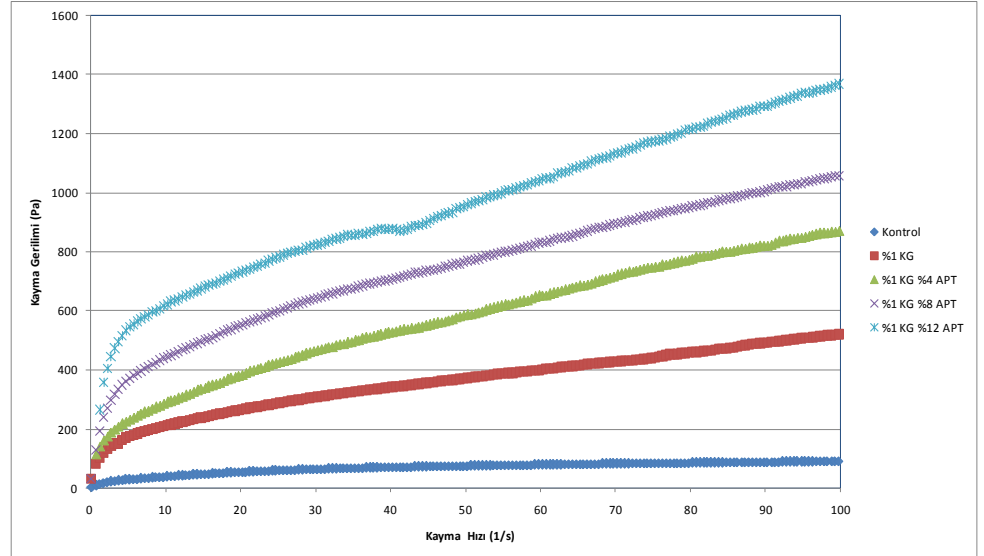
Çalışmanın ikinci aşamasında; %50 kinoa unu, %25 pirinç unu ve %25 patates nişastası içeren un karışımı kontrol örneği olarak alınmıştır. Kullanılan bu formülasyona farklı oranlarda APT ve/veya gam eklendiği durumlarda hamurun reolojik özelliklerinin hem APT'den hem de gamdan etkilendiği belirlenmiştir (Tablo 4.4 ve Şekil 4.6, 4.7 ve 4.8). Örneklere artan oranlarda APT eklenmesi sonucunda, gam içeren ve içermeyen örneklerde lif oranı arttıkça akma geriliminin ve akış davranış katsayılarının arttığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Kıvam katsayısı ise azalma göstermiştir ($p<0.05$) Analiz edilen örneklerdeki diyet lifinin varlığı, akış için gerekli olan başlangıç kuvvetini ve görünür viskoziteyi arttırmaktadır (Demirkese et. al., 2010). Benzer şekilde gam ilavesinin de örneklerin başlangıç akma gerilimi değerlerini arttırdığı tespit edilmiştir ($p<0.05$). Bunun nedeninin diyet lifinin su tutma kapasitesinin daha fazla olması olduğu düşünülmüştür. Demirkese et. al. (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada glutensiz ekmek formülasyonlarında kestane unu, gam ve emülgatör kullanımının hamurun reolojik özelliklerine olan etkileri incelenmiştir. Diyet lifi içeriği yüksek olan kestane ununun, pirinç unu ile yer değiştirmesi ile hazırlanan örneklerde, kestane unu oranının artmasıyla akma geriliminin arttığı saptanmıştır. Ayrıca gam karışımları ve emülgatör ilavesinin de akma gerilimini arttırdığını belirtilmiştir.



Şekil 4.6 Farklı oranlarda APT içeren kek hamurlarına ait akış eğrileri

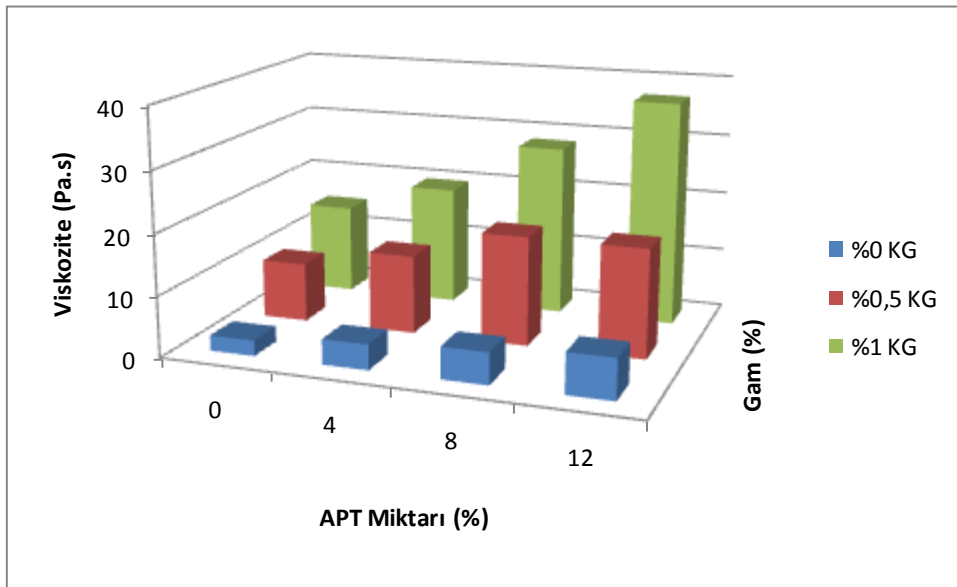


Şekil 4.7 %50 oranında kinoa unu içeren örneklerde %0,5 gam ve farklı oranlarda APT eklenmesiyle oluşturulmuş glutensiz kek hamurlarına ait akış eğrileri



Şekil 4.8 %50 oranında kinoa unu içeren örneklerde %1 gam ve farklı oranlarda APT eklenmesiyle oluşturulmuş glutensiz kek hamurlarına ait akış eğrileri

Şekil 4.9’da %50 kinoa unu içeren glutensiz kek hamurlarına ait viskozite değerlerinin eklenen gam ve diyet lifi ile değişimi 20 s^{-1} sabit kayma hızı için gösterilmiştir. Viskozite değerinin diyet lifi ve gam eklenmesi ile artış gösterdiği belirlenmiştir. Diyet lifi ve gam içeren örnekler karşılaştırıldığında en yüksek görünür viskozitenin %1 gam ve %12 diyet lifi içeren örneğe, en düşük viskozitenin ise diyet lifi ve gam içermeyen örneğe ait olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6. 4.7, 4.8 ve 4.9). Viskozitenin lif konsantrasyonu ile birlikte artış gösterdiği daha önce yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Grigelmo-Miguel et. al. 1999; Memeli, 2015). Nelson (2001)’de liflerin yapısındaki hidroksil gruplarının hidrojen tutma mekanizması ile daha fazla su tuttuğu ve örneklerin akışkanlık özelliklerini düşürdüğü belirtilmiştir. Ayrıca Demirkese et. al. (2010a) tarafından gerçekleştirilen çalışmada gam ve emülgatör karışımlarının hamurun görünür viskozitesini arttırdığı belirtilmiştir. Çalışmamızda kullanılan diyet lifinin su tutma kapasitesi 3.48 g su/g kuru madde olarak bulunmuş ve toz karışımlarının su tutma kapasitesinin diyet lifi miktarı artışı ve gam eklenmesi ile bir miktar arttığı tespit edilmiş, fakat; bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$).



Şekil 4.9 Farklı oranlarda APT ve/veya gam içeren hamurların 20 s^{-1} kayma hızında elde edilecek görünür viskozite değerleri

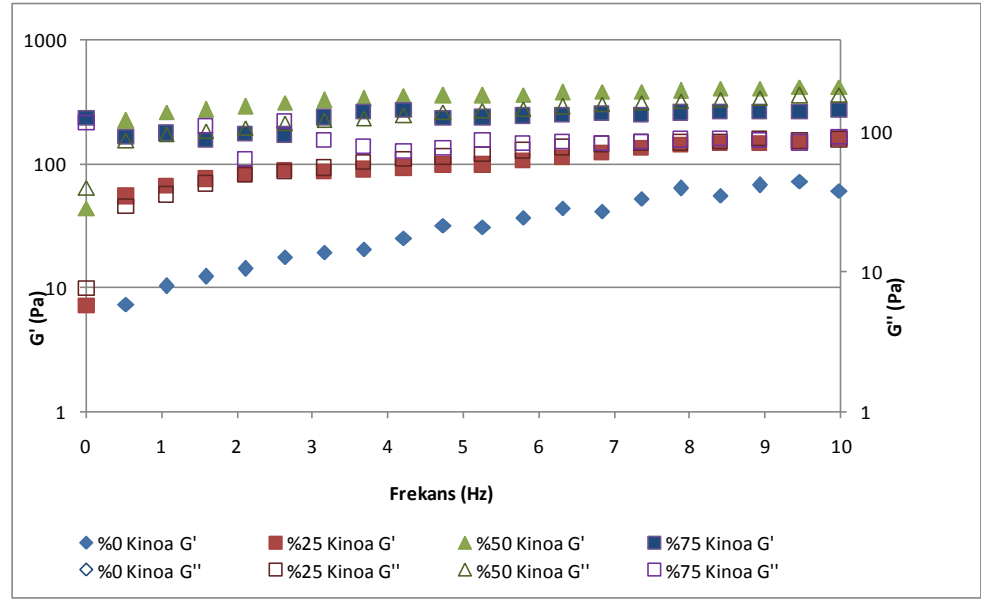
Tablo 4.4 Kek hamurlarının akış özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan modellerden hesaplanan katsayılar

Kek Hamuru Formülasyonu	Üssel Model			Herschel-Bulkley Model			
	n_p	$K_{cp} (Pa.s^n)$	R^2	$\sigma_0 (Pa)$	$K (Pa.s^n)$	n	R^2
%0 Kinoa unu	0.706	1.627	0.996	-1.076	2.241	0.636	0.999
%25 Kinoa unu	0.552	5.200	0.991	-9.148	11.681	0.395	0.995
%50 Kinoa unu	0.444	12.803	0.946	-42.125	51.141	0.208	0.996
%75 Kinoa unu	0.495	12.835	0.972	-22,802	32.298	0.318	0.999
<u>%50 Kinoa unu +</u>							
%4 APT	0.422	20.247	0.973	-22.096	40.077	0.297	0.999
%8APT	0.364	33.930	0.993	-5.573	40.259	0.330	0.998
%12APT	0.361	43.320	0.992	8.231	38.956	0.375	0.996
%0.5 KG	0.325	71.819	0.993	46.685	38.617	0.431	0.995
%0.5 KG + %4 APT	0.320	100.005	0.983	111.919	24.919	0.571	0.993
%0.5 KG + %8 APT	0.236	169.605	0.889	145.154	61.956	0.384	0.949
%0.5 KG + %12 APT	0.184	205.916	0.856	-26797.466	26987.428	0.002	0.928
%1 KG	0.384	84.330	0.990	63.386	42.887	0.507	0.995
%1 KG + %4 APT	0.449	104.327	0.988	119.601	34.932	0.667	0.999
%1 KG + %8 APT	0.405	161.712	0.961	96.287	112.028	0.463	0.995
%1 KG + %12 APT	0.324	282.921	0.967	419.739	31.348	0.736	0.990

4.2.2.2 Viskoelastik davranışın belirlenmesi

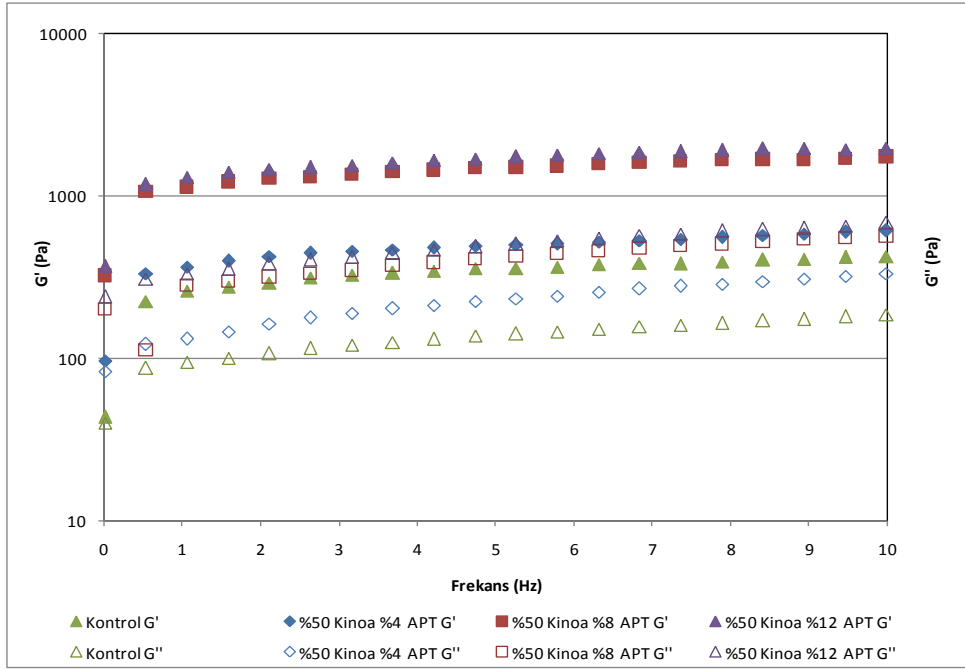
Farklı formülasyonlarda hazırlanan glutensiz kek hamurlarının viskoelastik özellikleri, 25 °C’de lineer bölgede frekans tarama testi uygulanarak belirlenmiştir.

En uygun kinoa oranını belirlemek amacıyla gerçekleştirilen tez çalışmasının ilk aşamasında, farklı oranlarda kinoa unu içeren hamurların viskoelastik özellikleri incelendiğinde, kinoa unu içermeyen örnekte viskoz modülüs (G'') değerinin elastik modülüs (G') değerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kinoa unu kullanılarak hazırlanan tüm kek hamurlarının, elastik modülüs değerinin (G') viskoz modülüs (G'') değerinden daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 4.10, 4.11, 4.12 ve 4.13). Bu da bu örneklerin zayıf jel özelliği veya katı benzeri yapı gösterdiğini ifade etmektedir. En yüksek elastik modülüs ve viskoz modülüs değerleri %50 kinoa unu içeren örnekten elde edilmiştir. Artan oranlarda kinoa unu kullanımıyla, %50 kinoa oranına kadar elastik modülüs ve viskoz modülüs değerleri frekansla artış göstermiştir (Şekil 4.10). %75 oranında kinoa unu kullanılan örneğe ait elastik modülüs ve viskoz modülüs değerlerinin %50 kinoa içeren örneğin değerlerinden daha düşük olduğu bulunmuştur. Föste et al. (2014) tarafından yapılan çalışmada glutensiz ekmek hamurlarına kinoa kepeği ilavesinin hamurun elastikliğini arttırdığı belirtilmiştir. Demirkesen et al. (2010b)’ın glutensiz ekmek hamurlarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında, kestane unu eklenen örneklerde elastik modülüs değerinin viskoz modülüs değerinden daha yüksek olduğunu ve örneklerinin katı benzeri yapı gösterdiğini saptamışlardır. Ayrıca; sadece pirinç unu kullanılarak hazırlanan hamurun ölçümler sırasında homojen yapı göstermediğini ve bu nedenle anlamlı sonuçlar vermediğini belirtmişlerdir.

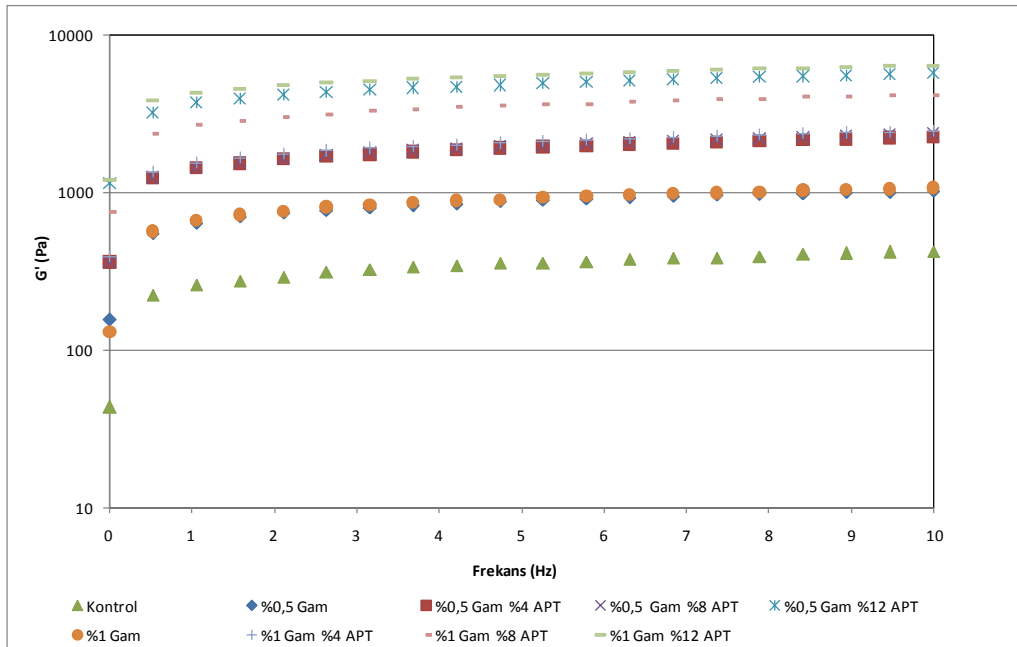


Şekil 4.10 Farklı oranlarda kinoa unu içeren kek hamurlarında elastik modülüs (G') ve viskoz modülüs (G'') değerlerinin frekansla değişimi

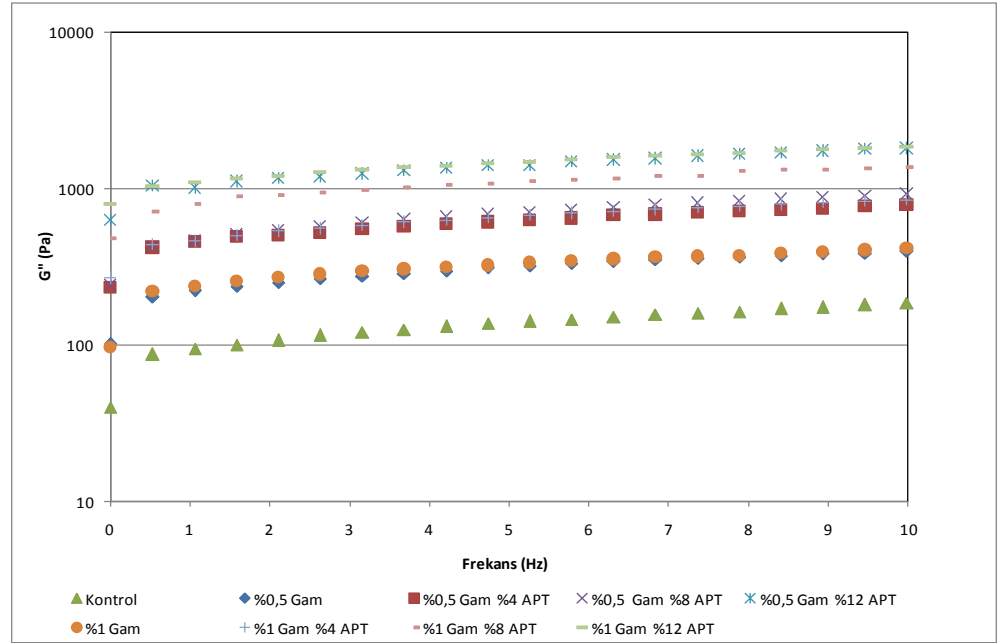
Farklı oranlarda APT ve/veya gam içeren kek hamurlarının viskoelastik davranışları incelendiğinde, tüm örneklerde elastik modülüs (G') değeri viskoz modülüsten yüksek bulunmuştur. Bu durum tüm örneklerin zayıf jel özelliği veya katı benzeri yapı gösterdiğini göstermektedir (Şekil 4.11, 4.12 ve 4.13). Kek hamurlarına hem diyet lifi eklenmesi hem de gam eklenmesi, hamurların hem elastik modülüs değerini hem de viskoz modülüs değerini arttırmıştır. En yüksek elastik modülüs değerinin %1 gam ve %12 diyet lifi içeren örneğe ait olduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçlar literatürde yer alan çalışmalarda da tespit edilmiştir. Matos et al. (2014) farklı kaynaklardan elde edilen proteinlerin glutensiz muffin hamurlarının reolojik özellikleri üzerine olan etkilerini incelemişler ve kullanılan protein oranının artmasıyla elastik modülüs ve viskoz modülüs değerlerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Memeli (2015) tarafından gerçekleştirilen tez çalışmasında elma, havuç ve portakal posası tozlarının pirinç unundan elde edilen kek hamurlarının reolojik özellikleri üzerine etkileri incelenmiş ve tüm örnekler için elastik modülüs (G') değerinin viskoz modülüs değerinden yüksek olduğu bulunmuştur. Demirkese et al. (2010b)'da kestane unu içeren örneklerle gam ve emülgatör eklenmesiyle elastik modülüs ve viskoz modülüs değerlerinin artış gösterdiği belirtilmiştir.



Şekil 4.11 Farklı oranlarda APT içeren hamurların elastik modül (G') ve viskoz modül (G'') değerlerinin frekansla değişimi

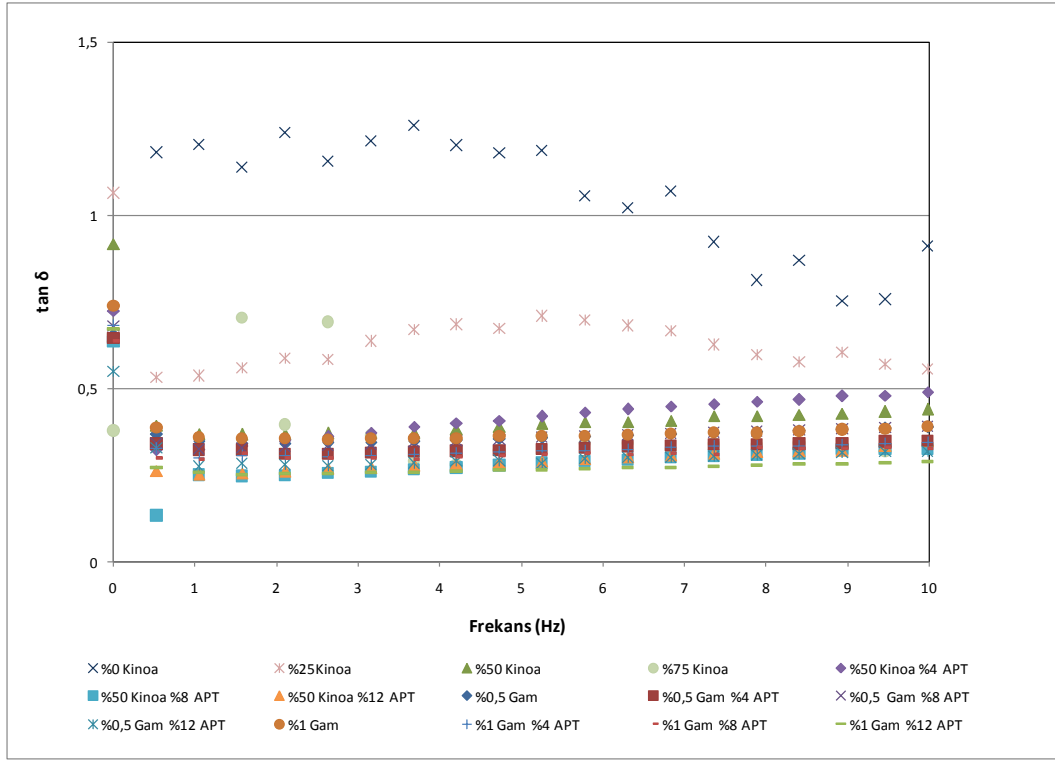


Şekil 4.12 Farklı oranlarda APT ve/veya gam içeren hamurların elastik modül (G') değerlerinin frekansla değişimi



Şekil 4.13 Farklı oranlarda APT ve/veya gam içeren hamurların viskoz modülüs (G'') değerlerinin frekansla değişimi

Kek hamurlarına uygulanan frekans tarama testi sonucu elde edilen $\tan\delta$ değerleri incelendiğinde, tüm örnekler için 1 den küçük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.14). Matos et al. (2014)'a göre viskoelastisite, $\tan\delta$ değerinin 1'e yakınlığı olarak tanımlamakta ve $\tan\delta$ değerinin 1 den küçük olması örneğin katı davranış sergilediğini göstermektedir. Bu tanımlamaya göre kinoa unu içermeyen örnek hariç, tüm glutensiz kek hamurları sıvıdan çok katı özellik göstermektedirler. Memeli (2015) tarafından gerçekleştirilen glutensiz kek hamurlarında farklı meyve sebze posalarının kullanımının incelendiği tez çalışmasında, posa içeren tüm hamurların $\tan\delta$ değerleri 1'in altında bulunmuştur. Aynı şekilde farklı diyet lifleri ve lif karışımları kullanılarak hazırlanan pirinç bazlı glutensiz tüm örneklerin G' değerinin G'' değerinden daha yüksek olduğu bulunmuştur (Gularte et al., 2012). Demirkese et al. (2010b) tarafından gerçekleştirilen çalışmada kestane unu içeren örneklere gam ve emülgatör eklenmesiyle elde edilen hamurların viskoelastik özellikleri incelendiğinde sadece pirinç unundan elde edilen örnek hariç tüm örneklerde G' değerinin G'' değerinden daha yüksek olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$).



Şekil 4.14 Glutensiz kek hamurlarına ait kayıp tanjant ($\tan \delta$) değerlerinin frekans ile değişimi

4.3 Kek örneklerine uygulanan analizler

4.3.1 Bileşim

Tez çalışmasının ilk aşaması için gerçekleştirilen, kinoa ununun değişen oranlarda kullanıldığı keklerin kimyasal bileşimleri Tablo 4.5’de verilmiştir. Kek örneklerinin nem değerleri %27.99-29.91 arasında değişmektedir. En yüksek nem değeri %75 kinoa unu içeren örneğe aittir. Tablo 4.5’ten kek örneklerinin nem değerlerinin %50 kinoa unu oranına kadar azaldığı daha sonrasında ise artış gösterdiği görülmektedir ($p<0.05$).

Tablo 4.5 Farklı oranlarda kinoa unu içeren glutensiz kek örneklerinin bileşimi

Kinoa Miktarı (%)	Nem (%)	Yağ (%)*	Ham Protein (%)*	Kül (%)*
0	29.22±0.96 ^{ab}	22.30±5.60 ^a	6.87±0.27 ^a	1.13±0.02 ^a
25	28.20±1.14 ^{ab}	20.91±5.28 ^a	8.10±0.23 ^b	1.35±0.04 ^b
50	27.99±1.62 ^a	21.04±6.87 ^a	9.49±0.08 ^c	1.48±0.02 ^c
75	29.91±0.35 ^b	19.45±4.80 ^a	9.91±0.14 ^d	1.58±0.01 ^d

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

* İşaretli olan bileşenler kuru madde bazında hesaplanmıştır.

Örneklerin yağ oranları %19.45-22.30 değerleri arasında değişmekte olup, örneklerin yağ miktarları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kinoa unu oranları değiştirilerek üretilen glutensiz keklere ait protein değerleri incelendiğinde bileşimdeki kinoa unu oranı arttıkça protein miktarının arttığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Kinoa ununun protein içeriğinin, pirinç unu ve patates nişastasına göre daha yüksek olması kinoa unu kullanılan örneklerde kullanım miktarına bağlı olarak protein oranının artmasına neden olmuştur. Föste

et al. (2014)'te kinoa kepeğinin glutensiz ekmek hamuru ve ekmek kalitesi üzerine olan etkileri incelenmiş, %10 oranında kinoa kepeğinin pirinç ve mısır unu ile yer değiştirmesi sonucunda ekmeklerin protein miktarında %17'lik bir artış görüldüğü saptanmıştır.

Yapılan analizler sonucunda, kinoa unu miktarı artışı ile örnekteki kül miktarının arttığı belirlenmiştir ($p<0.05$) (Tablo 4.5). Bunun durumun kinoa ununun kül miktarının diğer unlara göre daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Enriquez et al. (2003) tarafından buğday ve kinoa unu karışımları üzerine yapılan bir çalışmada kinoa unu oranı arttıkça karışımdaki kül miktarının arttığı belirtilmiştir.

Tez çalışmasının ikinci aşaması için kek örneklerine farklı oranlarda APT ve/veya gam eklenmiş ve farklı formülasyonlarla hazırlanan keklerin bileşimleri Tablo 4.6'da görülmektedir. Örneklerdeki nem miktarı %30.76-26.17 arasında değişmektedir. En yüksek nem içeriğine %0.5 gam içeren örnek, en düşük nem içeriğine ise %8 APT içeren örnek sahiptir. Gam olmayan örneklerde APT miktarının artırılması nem miktarına etki etmemiştir ($p>0.05$). Gam eklenen örneklerde ise APT oranının artmasıyla nem oranlarında düşme gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Gam kullanımının etkisi incelendiğinde ise APT içermeyen örneklerde eklenen gam, nem miktarının artmasına neden olurken ($p<0.05$), APT içeren örneklerde önemli bir fark yaratmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Bunun nedeninin, gam içeren örneklerdeki APT miktarının artışının gamın nem üzerindeki etkiyi azaltmış olması olduğu düşünülmüştür. Gomez et al. (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada kek örneklerine HPMC eklenmesinin etkileri incelenmiş ve gam eklenen örneklerin nem kaybının kontrol örneğine göre daha az olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni olarak da hidrokolloidlerin, örnekte bulunan bileşenlere bağlı olmakla birlikte su tutma kapasitesini arttırması olduğu belirtilmiştir. Çözünür ve çözünmez diyet liflerinin glutensiz keklere belli oranlarda eklendiği Gularte et al. (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise, diyet lifi ilavesinin keklerin nem değerlerinde anlamlı bir değişime neden olmadığı saptanmış ve kek örneklerinin ortalama nem içeriği %25 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.6 Farklı oranlarda APT ve Ksantan gam içeren kek örneklerinin bileşimi

Analiz	APTMiktarı (%,w/w)	Ksantan Gam Miktarı (%)		
		0	0.5	1
Nem (%)	0	27.99±1.62 ^{aA}	30.76±0.89 ^{cB}	30.65±0.84 ^{bB}
	4	28.79±0.66 ^{aA}	29.16±1.25 ^{bA}	27.99±0.68 ^{aA}
	8	26.17±4.14 ^{aA}	28.56±0.90 ^{abA}	28.57±1.04 ^{aA}
	12	27.85±0.65 ^{aA}	27.53±0.71 ^{aA}	28.19±1.68 ^{aA}
Toplam ham yağ (%)*	0	21.04±6.87 ^{aA}	17.30±4.18 ^{aA}	19.83±5.84 ^{aA}
	4	18.72±4.19 ^{aA}	18.36±4.44 ^{aA}	18.68±4.98 ^{aA}
	8	18.07±3.93 ^{aA}	18.56±4.28 ^{aA}	19.56±4.62 ^{aA}
	12	18.28±4.03 ^{aA}	18.90±3.80 ^{aA}	21.05±6.54 ^{aA}
Toplam ham protein (%)*	0	9.49±0.08 ^{aA}	9.46±0.05 ^{dA}	9.41±0.14 ^{aA}
	4	9.50±0.06 ^{aA}	9.31±0.02 ^{cA}	9.35±0.12 ^{aA}
	8	9.04±0.20 ^{bA}	9.09±0.06 ^{bA}	9.25±0.01 ^{aA}
	12	8.71±0.24 ^{bA}	8.95±0.080 ^{aAB}	9.23±0.00 ^{aB}
Kül (%)*	0	1.48±0.02 ^{aA}	1.52±0.01 ^{bAB}	1.55±0.01 ^{aB}
	4	1.45±0.09 ^{aA}	1.47±0.01 ^{aA}	1.55±0.01 ^{aA}
	8	1.40±0.01 ^{aA}	1.49±0.01 ^{aB}	1.55±0.01 ^{aC}
	12	1.47±0.05 ^{aA}	1.55±0.01 ^{cA}	1.59±0.05 ^{aA}

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar ile aynı satırda farklı harfi (A, B, C) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

* İşaretli olan bileşenler kuru madde bazında hesaplanmıştır.

Kek örneklerinin ait yağ içeriklerinin %17.30-21.05 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 4.6). Değerler istatistiksel olarak incelendiğinde, diyet lifi ve/veya gam kullanımının örneklerin yağ miktarına bir etki yapmadığı görülmüştür (p>0.05). Memeli (2015) tarafından gerçekleştirilen, farklı miktarlarda elma, havuç ve portakal posası tozlarının glutensiz kek üretiminde kullanıldığı tez çalışmasında da glutensiz keklerin kuru temelde yağ miktarları %19.12-19.83 arasında bulunmuş ve eklenen posa tozlarının örneklerin yağ içeriğine etki etmediği saptanmıştır. Gularte et al. (2012) tarafından

gerçekleştirilen diğer bir çalışmada kullanılan inulin, guar gum ve yulaf lifi karışımlarının örneklerin yağ içeriklerini etkilemedikleri belirtilmiştir.

Örneklerdeki protein miktarı %9.50-8.71 arasında değişmektedir (Tablo 4.6). Gam içermeyen ve %0.5 gam içeren örneklerde APT miktarı arttıkça protein miktarında azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). % 1 gam içeren örneklerde protein içeriğinde bir miktar azalma görülmüş olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Armut posası tozu içermeyen, %4 ve 8 armut posası tozu içeren örneklerde gam miktarındaki artış ile protein miktarında bir değişiklik gözlenmemiştir ($p>0.05$). Örneklerdeki protein miktarının APT oranının artmasıyla birlikte azalma göstermesinin nedeninin armut posası tozunun un karışımı (kinoa unu, pirin unu ve patates nişastası) yerine formülasyonda kullanılması olduğu düşünülmektedir. Çünkü kinoa unu armut posası tozuna göre daha yüksek protein içermektedir. Benzer şekilde Gularte et al. (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada glutensiz kek örneklerine diyet lifi eklenmesiyle birlikte protein miktarında düşme olduğu belirtilmiştir.

Kek örneklerinin kül miktarları ise %1.40-1.59 arasında değişim göstermektedir. Tablo 4.6'dan %0 ve 8 APT içeren örneklerin kül miktarlarının gam miktarı ile artış gösterdiği görülmektedir. %0.5 gam içeren örneklerde ise APT oranı arttıkça bir miktar düşme daha sonrasında ise artma gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Kim et al. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada keklerin kül miktarları %1.41-2.17 arasında olduğu tespit edilmiş ve kullanılan diyet lifi miktarı arttıkça keklerin kül miktarının arttığı belirlenmiştir.

4.3.2 Su aktivitesi

Kinoa unu miktarının etkisinin incelendiği çalışmanın birinci aşamasında üretilen kek örneklerinin su aktivitesi değerleri Tablo 4.7'de gösterilmiştir. Örneklerin su aktivitesi değerleri 0.894-0.891 arasında değişmektedir. Örneklerle ait analiz sonuçları istatistiksel olarak incelendiğinde kinoa unu miktarının su aktivitesi değerlerinde anlamlı bir fark oluşturmadağı görülmüştür ($p>0.05$).

Tablo 4.7 Farklı kinoa unu oranlarına sahip kek örneklerinin su aktivitesi ve pH değerleri

Kinoa Miktarı (%)	Su aktivitesi	pH
0	0.894±0.001 ^a	7.56±0.02 ^d
25	0.891±0.015 ^a	7.53±0.01 ^c
50	0.892±0.003 ^a	7.25±0.01 ^b
75	0.894±0.001 ^a	7.07±0.00 ^a

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Kek formülasyonlarında farklı oranlarda APT ve/veya gam kullanımıyla keklerin su aktivitesi değerlerinde meydana gelen değişim Tablo 4.8’de görülmektedir. APT miktarının artışıyla birlikte, su aktivitesi değerlerinde artış gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Glutensiz kek örneklerinin su aktivitesi üzerine gamın etkisi incelendiğinde; APT içermeyen örnekte, gam eklenmesiyle su aktivitesi değerinde düşme gözlemlenmiştir. APT içeren örneklerde ise örnekteki gam miktarının artışıyla su aktivitesi değeri artış göstermiştir ($p<0.05$). Barbosa-Canovas et al. (2007)’de pişmiş keklerin su aktivitesinin 25°C’da 0.944-0.918 aralığında olduğu belirtilmiştir.

Gıdalardaki su aktivitesi değeri biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşebilmesi için gerekli olan suyun varlığını göstermektedir. Su aktivitesi; ürünün raf ömrünü, kokusunu, rengini, lezzetini ve yapısını etkilemektedir. Bu nedenle su aktivitesinin ölçülmesi, mikrobiyolojik riskleri en aza indirme ve gıda kalitesini artırma açısından önemlidir (Ergün, 2012). Bu nedenle su aktivitesi değeri 0.85’in üstünde olan gıdalar riskli olarak kabul edilmektedirler (Pyler, 1988). Bu nedenle tez çalışması için elde edilen kek örneklerinin su aktivitesi değerleri literatürde yer alan çalışmalar ile örtüşse de kek ürünlerinin su aktivitesi değerini güvenli sınırlara çekebilmek amacıyla, örneğe eklenen sıvı miktarının düşürülebileceği ve örneğin üretim sonucunda uygun depolama koşullarında depolanması gerektiği düşünülmüştür.

Tablo4.8 Farklı oranlarda APT ve Ksantan gam içeren kek örneklerinin su aktivitesi ve pH değerleri

Analiz	APT Miktarı (%)	Ksantan Gam Miktarı (%)		
		0	0.5	1
Su aktivitesi	0	0.892±0.003 ^{bB}	0.877±0.001 ^{aA}	0.873±0.002 ^{aA}
	4	0.885±0.001 ^{aA}	0.927±0.001 ^{bB}	0.929±0.001 ^{bcB}
	8	0.891±0.001 ^{bA}	0.929±0.001 ^{bB}	0.931±0.001 ^{cB}
	12	0.895±0.001 ^{bA}	0.929±0.001 ^{bB}	0.926±0.002 ^{bB}
pH	0	7.25±0.01 ^{bB}	7.26±0.01 ^{dB}	7.21±0.01 ^{dA}
	4	7.27±0.01 ^{cC}	7.13±0.00 ^{cA}	7.16±0.01 ^{cB}
	8	6.95±0.01 ^{aA}	7.06±0.01 ^{bC}	6.99±0.01 ^{bB}
	12	6.93±0.00 ^{aB}	6.94±0.01 ^{aB}	6.86±0.05 ^{aA}

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar ile aynı satırda farklı harfi (A, B, C) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

4.3.3 pH değeri

Farklı oranlarda kinoa unu içeren örneklerin ait pH değerleri Tablo 4.7’de verilmiştir. Örneklerin pH değerleri 7.56-7.07 arasında değişmektedir. Kinoa unu miktarı arttırıldıkça pH değerinde düşme gözlemlenmiştir ($p<0.05$). En yüksek pH değeri kinoa içermeyen örnekte bulunurken, en düşük pH değeri ise %75 kinoa içeren örnekte tespit edilmiştir. Kullanılan kinoa ununun pH değerinin pirinç unu ve patates nişastasından daha düşük olması nedeniyle kek örneklerinin pH değerlerinde düşme görüldüğü düşünülmüştür.

Tez çalışmasının ikinci aşaması için (farklı oranlarda APT ve/veya gam kullanımının incelenmesi amacıyla) üretilen kek örneklerinin pH değerleri Tablo 4.8’de görülmektedir. Eklenen APT miktarının artmasıyla birlikte pH değerlerinde düşme gözlemlenmiştir ($p<0.05$). En yüksek pH değeri gam içermeyip %4 oranında APT içeren örnekte (7.27), en düşük pH değeri ise %1 gam ve %12 APT içeren örnekte (6.86) tespit edilmiştir. Örnekler ait pH değerlerinin APT oranıyla birlikte düşmesinin nedeni, APT’nin kullanılan unlara oranla daha düşük pH’ya sahip olmasıdır. Ergün (2012) çalışmasında, dondurulmuş kivi püresi tozu

ilavesiyle keklerin pH değerlerinde düşme gözlemlendiği belirtilmiştir. Masoodi et al. (2002)'de keklerin pH değerinin 6.82-7.19 arasında olduğu verilmiştir.

4.3.4 Pişirme verimi ve pişirme kaybı

Gerçekleştirilen tez çalışmasının ilk aşaması için farklı kinoa unu oranlarında üretilen glutensiz kek örneklerine ait pişirme verimi (%) ve pişirme kaybı değerleri Tablo 4.9'da görülmektedir. Pişirme verimi değerleri %86.79-87.00 arasında, pişirme kaybı değerleri ise %13.11-12.93 arasında değişmektedir. Yapılan analizler sonucu elde edilen veriler istatistiksel olarak incelendiğinde, örneklerdeki kinoa unu miktarının artması, hem pişirme verimi ve hem de pişirme kaybı değerlerinde anlamlı bir fark oluşturmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 4.9 Farklı oranlarda kinoa unu içeren kek örneklerinin pişirme verimi ve pişirme kaybı değerleri

Kinoa Miktarı (%)	Piştirme Verimi (%)	Piştirme Kaybı (%)
0	86.79±1.13 ^a	13.11±1.27 ^a
25	86.50±0.71 ^a	13.62±0.93 ^a
50	87.50±0.71 ^a	12.77±0.93 ^a
75	87.00±1.41 ^a	12.93±1.14 ^a

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

APT ve/veya gam ilavesinin, keklerin pişirme verimi ve pişirme kaybı değerleri üzerine olan etkisi Tablo 4.10'da görülmektedir. Örneklerin pişirme verimi değerleri %87.61-86.00 arasında, pişirme kaybı değerleri ise %13.50-12.39 arasında bulunmuştur. Analiz sonuçları istatistiksel olarak incelendiğinde, APT ve/veya gam eklenerek zenginleştirilen kek örneklerinin hem pişirme verimi değerleri, hem de pişirme kaybı değerleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Köksel (2009) tarafından gerçekleştirilen farklı gamların farklı oranlarda ilavesinin incelendiği tez çalışmasında, konvansiyonel fırında pişirilen glutensiz kek örneklerine ait pişirme kaybı değerlerinin %13-15 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Tablo 4.10 Farklı oranlarda APT ve Ksantan gam içeren kek örneklerinin pişirme verimi ve pişirme kaybı değerleri

Analiz	APT Miktarı (%)	Ksantan Gam Miktarı (%)		
		0	0.5	1
Pişirme Verimi (%)	0	87.24±0.93 ^{aA}	86.69±0.21 ^{aA}	86.50±0.65 ^{aA}
	4	87.61±0.53 ^{aA}	86.68±0.02 ^{aA}	86.55±0.30 ^{aA}
	8	87.28±1.17 ^{aA}	87.35±0.18 ^{aA}	86.70±0.33 ^{aA}
	12	86.00±0.08 ^{aA}	86.85±0.52 ^{aA}	86.71±0.11 ^{aA}
Pişirme Kaybı (%)	0	12.77±0.93 ^{aA}	13.32±0.21 ^{aA}	13.50±0.65 ^{aA}
	4	12.39±0.54 ^{aA}	13.33±0.02 ^{aA}	13.45±0.30 ^{aA}
	8	12.72±0.01 ^{aA}	12.66±0.18 ^{aA}	13.31±0.33 ^{aA}
	12	13.43±0.74 ^{aA}	13.15±0.52 ^{aA}	13.28±0.09 ^{aA}

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar ile aynı satırda farklı harfi (A, B, C) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

4.3.5 Özgül hacim

Farklı oranlarda kinoa unu içeren glutensiz kek örneklerine ait özgül hacim değerleri Tablo 4.11’de görülmektedir. Glutensiz kek örneklerine ait özgül hacim değerleri 1.41-1.61 cm³/g arasında değişmektedir. En yüksek özgül hacim değerinin %75 oranında kinoa içeren örneğe ait olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak incelendiğinde, örneklerde bulunan kinoa unu arttırıldıkça özgül hacim değerlerinin arttığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Föste et. al. (2014) çalışmalarında pirinç ve mısır unu kullanılarak üretilen ekmeklerde, kinoa unu oranının arttırılmasının ekmek hacmini arttırdığını belirtmiştir.

Tablo 4.11 Farklı oranlarda kinoa unu içeren kek örneklerinin özgül hacim ve porozite değerleri

Kinoa Miktarı (%)	Özgül Hacim (cm ³ /g)	Porozite
0	1.41±0.01 ^a	0.12±0.01 ^a
25	1.50±0.02 ^b	0.10±0.01 ^a
50	1.55±0.01 ^c	0.13±0.00 ^a
75	1.61±0.02 ^d	0.16±0.01 ^b

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

APT ve/veya gam eklenmesiyle örneklerin özgül hacimlerinde meydana gelen değişim Tablo 4.12’de görülmektedir. Örneklerle ait özgül hacim değerleri 1.41-2.07 arasında değişmektedir. En yüksek özgül hacim değerinin %1 gam ve %12 diyet lifi içeren örneğe ait olduğu belirlenmiştir. Gam eklenmeyen glutensiz kek örneklerinde, özgül hacim değeri APT oranının arttırılmasıyla önce artmış daha sonra ise azalma göstermiştir (p<0.05). Gam eklenerek elde edilen örneklerde ise APT oranının arttırılmasıyla özgül hacim değerleri artış göstermiştir (p<0.05). APT içermeyen ve %4 oranında APT içeren örneklerde gam miktarındaki artış ile birlikte özgül hacim değerlerinde bir farklılık gözlenmezken (p>0.05), %8 ve 12 oranlarında APT içeren örneklerin özgül hacim değerleri gam miktarındaki artış ile birlikte artmıştır (p<0.05). Benzer sonuç, Sudha et al. (2007) tarafından yapılan çalışmada görülmüştür, elma posası kullanımının artmasıyla özgül hacim değerinin azaldığı saptanmıştır. Gomez et al.(2003) tarafından yapılan bir çalışmada ise ekmek üretiminde selüloz, kakao, kahve, bezelye, portakal ve buğday lifleri kullanılmıştır. Liflerin %2 ve %5 oranlarında kullanımı sonucunda, bütün liflerin ekmeklerin özgül hacim değerini düşürdüğü belirlenmiştir. Gomez et al. (2007)’de farklı hidrokolloidlerin kek kalitesi üzerine etkileri araştırılmış ve hidrokolloid eklenmesi sonucu özgül hacim değerlerinin arttığı belirtilmiştir. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada olduğu gibi hidrokolloid eklenmesi sonucunda hamurların özgül ağırlık değerleri artmış ve buna bağlı olarak keklerin özgül hacim değerleri de artış göstermiştir. Buradan da

anlaşılabileceği gibi kek örneklerinin son hacmi başlangıçta hamurda bulunan hava miktarına değil; hamurun pişme sırasında bulunan havayı tutabilme kapasitesine bağlıdır (Gomez et al., 2007).

Tablo 4.12 Farklı oranlarda APT ve Ksantan gam içeren kek örneklerinin özgül hacim ve porozite değerleri

Analiz	APT miktarı (%)	Ksantan Gam Miktarı (%)		
		0	0.5	1
Özgül Hacim (cm ³ /g)	0	1.55±0.01 ^{bA}	1.51±0.02 ^{aA}	1.55±0.01 ^{aA}
	4	1.61±0.01 ^{cA}	1.55±0.02 ^{aA}	1.68±0.04 ^{bB}
	8	1.55±0.03 ^{bA}	1.61±0.01 ^{bA}	1.89±0.01 ^{cB}
	12	1.41±0.01 ^{aA}	1.98±0.01 ^{cB}	2.07±0.03 ^{dC}
Porozite	0	0.13±0.00 ^{bC}	0.04±0.01 ^{aB}	0.06±0.01 ^{aA}
	4	0.17±0.01 ^{cB}	0.07±0.01 ^{aA}	0.08±0.02 ^{bA}
	8	0.13±0.01 ^{bA}	0.10±0.01 ^{bA}	0.19±0.01 ^{cB}
	12	0.05±0.01 ^{aA}	0.27±0.01 ^{cB}	0.26±0.01 ^{dB}

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar ile aynı satırda farklı harfi (A, B, C) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

4.3.6 Porozite

Farklı oranlarda kinoa unu kullanılarak üretilen glutensiz kek örneklerine ait porozite değerleri incelendiğinde, değerlerin 0.10-0.16 arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 4.11). Analizlerden elde edilen veriler istatistiksel olarak incelendiğinde kinoa unu içermeyen, %25 ve 50 oranlarında kinoa unu içeren örneklerin porozite değerlerinde bir farklılık görülmezken ($p > 0.05$), %75 oranda kinoa ununa sahip örnekte porozite değerinde artış görülmüştür ($p < 0.05$).

Tez çalışmasının ikinci aşaması için üretilen glutensiz kek örneklerine ait porozite değerleri Tablo 4.12’de görülmektedir. Gam içermeyen örneklerde, APT miktarının artmasıyla porozite değeri önce artmış daha sonra ise azalma göstermiştir ($p<0.05$). Gam içermeyen örnekler arasında en düşük porozite değerinin %12 diyet lifi içeren örneğe ait olduğu belirlenmiştir. Gam içeren örneklerde ise diyet lifi miktarının artışıyla birlikte porozite değerinin artış gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$). Örneklerde bulunan gam oranının artışıyla porozite değerinin değişimi incelendiğinde; APT içermeyen ve %4 oranında APT içeren örneklerde gam miktarının artışıyla birlikte porozite değeri azalma gösterirken ($p<0.05$), %8 ve %12 oranlarında APT içeren örneklerde gam miktarındaki artışla birlikte porozite değerinin artış gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$). Lebesi and Tzia (2011) çalışmalarında, çeşitli diyet liflerinin ve yenilebilir tahıl kepeklerinin keklerin kalite özelliklerine etkisi incelemiştir. Tahıl kepeği olarak kullanılan ürünlerden biri olan pirinç kepeği kek örneklerine %30 oranında eklendiğinde, örneğin porozite değerinin kontrol kekinin porozite değerinden daha düşük olduğu belirtilmiştir. Benzer bir çalışma olarak Lazaridou et al. (2007) çalışmalarında farklı hidrokoloidlerin ekmek kalitesi üzerine etkilerini incelemişler ve %1 oranında karboksimetilselüloz (CMC) ve β -glukan ve %2 oranında pektin ilavesinin ekmeklerde porozite değerini arttığını belirtmişlerdir.

4.3.7 Renk analizi

Tez çalışması için üretilen tüm kek örneklerine ait renk değerleri (L^* (parlaklık), a^* (+ kırmızı, - yeşil) , b^* (+ sarı, - yeşil) ve ΔE (toplam renk değişimi)) Tablo 4.13’de verilmiştir. Üretilen keklerin pişirilmesi için konvansiyonel fırın kullanılmasından dolayı örneklere ait kabuk ve kek içi rengi ayrı ayrı incelenmiştir.

En uygun kinoa unu oranının seçilebilmesi amacıyla üretilen, farklı oranlarda kinoa unu içeren kek örneklerinin iç renkleri incelendiğinde L^* değerlerinin 78.00-68.34 arasında, a^* değerlerinin 6.30-8.33 arasında, b^* değerlerinin ise 31.31-34.80 arasında değiştiği belirlenmiştir. Kinoa unu içermeyen kek örneğinin en yüksek L^* değerine sahip olduğu görülmüştür. En yüksek a^* değerinin %75 oranında kinoa unu içeren örneğe ve en yüksek b^*

değerinin ise %25 oranında kinoa unu içeren örneğe ait olduğu saptanmıştır. Kullanılan kinoa unu oranının artmasıyla örneklerin parlaklık değerlerinde azalma, a^* (kırmızılık) ve b^* (sarılık) değerlerinde ise artış görülmüştür ($p<0.05$). Kek örneklerine ait kabuk renkleri incelendiğinde L^* değerlerinin 53.48-44.44 arasında, a^* değerlerinin 17.58-18.77 arasında, b^* değerlerinin ise 35.01-33.68 arasında değiştiği belirlenmiştir. Örneklerdeki kinoa unu oranının artmasıyla keklere ait L^* ve b^* değerleri azalırken a^* değeri ise artış göstermiştir ($p<0.05$). Kinoa unu içermeyen örneğin kabukta en yüksek L^* ve b^* değerlerine ve %75 kinoa içeren örneğin ise en yüksek a^* değerine sahip olduğu bulunmuştur. Kinoa unu kullanım oranının artması örneklerin ΔE değerlerini önemli ölçüde etkilemiştir ($p<0.05$). Örneklerin kek içi ve kabuklarına ait toplam renk değişimi hesaplandığında %75 oranında kinoa unu içeren örneğin ΔE değerinin en yüksek olduğu belirlenmiştir. L^* değerlerinde meydana gelen bu azalma ve dolayısıyla ΔE değerlerinde görülen bu artış kinoa ununun renginden kaynaklanmaktadır. Gomez et al. (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada çeşitli tahılların tam tahıllı unları ve beyaz unları kullanılarak kek örnekleri hazırlanmıştır. Üretilen kek örneklerinin kabuk renk değerleri karşılaştırıldığında, tam tahıllı un kullanılan keklerin L^* ve b^* değerleri çavdar, arpa ve tritordeum tahıllarından üretilen kek örneklerinde azalırken; buğday ve tritikale için beyaz un kullanılan keklerle aynı bulunmuştur. a^* değerinin ise iki farklı un türü kullanımıyla önemli ölçüde değişmediği belirlenmiştir.

APT ve/veya gam ilavesinin keklerin kek içi ve kabuk rengi üzerinde etkili olduğu Tablo 4.14'den görülmektedir. Kek içi renk değerleri incelendiğinde L^* değerinin 71.76-55.39, a^* değerinin 6.80-10.57 ve b^* değerinin ise 16.89-34.21 arasında değiştiği tespit edilmiştir. En yüksek L^* değerinin %50 kinoa unu kullanılarak üretilen kek örneğine, en yüksek a^* değerinin %12 APT içeren örneğe ve en yüksek b^* değerinin ise %1 gam içeren örneğe ait olduğu belirlenmiştir. Gam içeren ve içermeyen örneklerde, APT'nin kullanım oranının arttırılmasıyla kek içi L^* ve b^* değerlerinde düşme gerçekleştiği saptanmış, a^* değerlerinde ise azalma görülmüştür ($p<0.05$) (Ek 6). Örneklerdeki APT kullanımı miktarının artışıyla kek içi ΔE değerlerinde de artış gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Sadece gam kullanımının kek içi L^* , a^* ve b^* değerleri üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı saptanmıştır ($p>0.05$). Gam kullanılan örneklerde tüm APT oranlarında gam miktarının artmasıyla örneklerin L^* ve b^* değerlerinde düşme a^* değerlerinde ise artış gözlemlenmiştir ($p<0.05$). APT içermeyen, %8 ve 12 oranlarında içeren örneklerle gam eklenmesiyle örneklerin kek içi ΔE değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). %4 oranında APT

içeren örneğin ΔE değerinde ise gam artışıyla birlikte düşme olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin kabuk rengi değerleri incelendiğinde, %0.5 ve 1 gam içeren örneklerin kabuk rengi değerlerinin kontrol kekinin renk değerlerine yakın olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$).

Tablo 4.13 Farklı kinoa unu oranları kullanılarak üretilen glutensiz keklere ait renk değerleri

Kinoa Oranı (%)	Kabuk Renk Değerleri				Kek İçi Renk Değerleri			
	L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE
%0 Kinoa unu	53.48±1.20 ^d	17.58±0.78 ^a	35.01±0.48 ^c		78.00±1.10 ^d	6.30±0.78 ^a	31.31±2.04 ^a	
%25 Kinoa unu	50.34±0.06 ^c	18.74±0.03 ^c	36.30±0.28 ^d	3.60±0.14	71.23±0.49 ^c	8.26±0.10 ^c	34.80±0.14 ^d	7.87±0.38 ^b
%50 Kinoa unu	47.15±0.43 ^b	18.20±0.99 ^b	34.21±0.58 ^b	6.51±0.33	71.76±0.87 ^b	6.80±1.56 ^b	33.29±0.75 ^b	6.76±1.03 ^a
%75 Kinoa unu	44.44±0.61 ^a	18.77±0.24 ^d	33.68±0.91 ^a	9.26±0.70	68.34±0.95 ^a	8.33±0.27 ^d	33.80±0.59 ^c	10.19±1.10 ^c

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Tablo 4.14 farklı oranlarda APT ve/veya gam içeren kek örneklerine ait renk değerleri

Kek Formülasyonu	Kabuk Renk Değerleri				Kek İçi Renk Değerleri			
	L*	a*	b*	ΔE	L*	a*	b*	ΔE
%50 Kinoa unu	47.15±0.43	18.20±0.99	34.21±0.58		71.76±0.87	6.80±1.56	33.29±0.75	
%4 APT	55.89±0.67	16.73±0.50	33.78±0.66	8.90±0.76	67.89±0.60	9.41±0.67	31.80±0.43	4.95±0.71
%8APT	53.60±0.07	17.23±0.12	33.89±0.50	6.55±0.05	64.53±0.24	10.54±0.09	31.22±0.56	8.42±0.71
%12APT	49.26±0.36	18.64±0.18	34.39±0.58	2.25±0.23	61.25±0.26	10.57±0.05	30.59±0.05	11.49±0.23
%0.5 KG	49.35±0.47	19.23±0.14	35.93±0.26	2.99±0.45	71.69±0.37	8.01±0.15	33.29±0.28	1.56±0.28
%0.5 KG + %4 APT	42.28±0.40	15.98±0.09	16.77±0.29	18.25±0.35	60.09±0.83	8.12±0.15	18.51±0.16	18.89±0.63
%0.5 KG + %8 APT	43.71±0.54	15.96±0.13	17.24±0.09	17.47±0.11	55.39±0.94	8.80±0.07	17.33±0.15	22.96±0.28
%0.5 KG + %12 APT	41.30±0.18	15.88±0.07	16.43±0.14	18.86±0.18	54.20±0.50	9.18±0.12	16.90±0.20	24.14±0.47
%1 KG	47.74±0.31	19.38±0.17	34.89±0.56	1.57±0.35	71.00±0.14	8.17±0.06	34.21±0.15	1.90±0.08
%1 KG + %4 APT	40.23±0.13	15.97±0.10	15.77±0.15	19.83±0.14	60.41±0.28	7.89±0.10	18.19±0.10	18.92±0.18
%1 KG + %8 APT	42.71±0.13	15.48±0.14	16.20±0.11	18.75±0.14	57.78±0.71	8.64±0.15	17.54±0.17	21.15±0.54
%1 KG + %12 APT	41.00±0.26	15.74±0.05	16.11±0.17	19.28±0.17	55.50±0.27	9.06±0.15	16.89±0.09	23.21±0.27

4.3.8 Doku profili analizi

Farklı oranlarda kinoa unu kullanılarak elde edilen kek örneklerine ait sertlik (hardness), esneklik (springiness), yapışkanlık (cohesiveness) ve elastikiyet (resilience) değerleri Tablo 4.15’ de verilmiştir.

Tablo 4.15 Farklı oranlarda kinoa unu içeren kek örneklerine ait doku profili analizi sonuçları

Dokusal özellikler	Kinoa unu Oranı (%)			
	0	25	50	75
Sertlik (hardness) (N)	59.25±2.91 ^b	33.82±4.16 ^a	31.06±2.24 ^a	30.62±2.28 ^a
Esneklik (springiness)	0.91±0.02 ^a	0.90±0.04 ^a	0.93±0.01 ^a	0.93±0.03 ^a
Yapışkanlık (cohesiveness)	0.52±0.02 ^c	0.44±0.02 ^a	0.49±0.02 ^b	0.53±0.02 ^c
Elastikiyet (resilience)	0.25±0.01 ^c	0.22±0.01 ^a	0.24±0.01 ^a	0.27±0.01 ^d

Aynı satırda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Örneklerden elde edilen doku profili analiz sonuçları incelendiğinde, kinoa ununun pirinç unu ve patates nişastası yerine kullanımının keklerin dokusal özellikleri üzerinde etkili olduğu görülmektedir ($p<0.05$). Örneklere ait sertlik değerleri 30.62-59.25 arasında değişmekte ve kinoa unu kullanım miktarıyla azalmaktadır. En yüksek sertlik değerinin kinoa unu içermeyen örneğe en düşük sertlik değerinin ise %75 oranında kinoa unu içeren örneğe ait olduğu belirlenmiştir. Glutensiz kek örneklerinin esneklik değerlerinin 0.90-0.93 arasında değiştiği saptanmıştır. Kullanılan kinoa unu miktarının, örneklerin esneklik değerleri üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). Üretilen keklerin yapışkanlık değerleri incelendiğinde ise, esneklik değerinin 0.44-0.53 arasında değiştiği belirlenmiştir. Kinoa ununun miktarının arttırılmasıyla örneklerin yapışkanlık değerleri önce azalmış daha sonra ise artış göstermiştir ($p<0.05$). En yüksek yapışkanlık değerinin %75 oranında kinoa unu içeren örneğe,

en düşük yapışkanlık değerinin ise %25 kinoa içeren örneğe ait olduğu yapılan analizler sonucu belirlenmiştir. Kinoa ununun örneklerin elastikiyet değerleri üzerine etkisi incelendiğinde, elastikiyet değerlerinin 0.22-0.27 arasında değiştiği görülmüştür. Kinoa unu miktarı arttırıldığında elastikiyet değerlerinin önce azaldığı daha sonra ise artış gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$). En yüksek elastikiyet değerinin %75 kinoa unu içeren örneğe ait olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.16 Farklı oranlarda APT ve gam içeren keklere ait doku profili analizi sonuçları

Dokusal özellikler	APT miktarı (%)	Ksantan Gam miktarı (%)		
		0	0.5	1
Sertlik (hardness) (N)	0	31.06±2.24 ^{aB}	26.33±4.15 ^{aA}	25.17±2.48 ^{aA}
	4	31.42±0.84 ^{aB}	26.91±1.98 ^{aA}	24.02±2.39 ^{aA}
	8	32.33±2.23 ^{abB}	27.30±2.73 ^{aA}	28.13±2.40 ^{bB}
	12	34.05±0.59 ^{bB}	29.68±1.07 ^{aA}	29.84±2.84 ^{bA}
Esneklik (springiness)	0	0.93±0.01 ^{aAB}	0.90±0.03 ^{aA}	0.94±0.02 ^{abB}
	4	0.90±0.03 ^{aA}	0.93±0.04 ^{bAB}	0.95±0.03 ^{abB}
	8	0.91±0.03 ^{aA}	0.93±0.02 ^{bAB}	0.95±0.03 ^{bB}
	12	0.91±0.02 ^{aA}	0.94±0.01 ^{bA}	0.92±0.02 ^{aA}
Yapışkanlık (cohesiveness)	0	0.49±0.02 ^{bA}	0.53±0.02 ^{bB}	0.54±0.02 ^{cB}
	4	0.50±0.01 ^{bA}	0.48±0.03 ^{aA}	0.53±0.01 ^{bB}
	8	0.44±0.01 ^{aA}	0.48±0.02 ^{aB}	0.51±0.02 ^{aC}
	12	0.44±0.02 ^{aA}	0.48±0.02 ^{aB}	0.50±0.01 ^{aB}
Elastikiyet (resilience)	0	0.24±0.01 ^{bA}	0.27±0.02 ^{bB}	0.27±0.01 ^{bB}
	4	0.24±0.01 ^{bB}	0.23±0.01 ^{aA}	0.24±0.01 ^{aAB}
	8	0.22±0.01 ^{aA}	0.23±0.02 ^{aAB}	0.24±0.01 ^{aB}
	12	0.21±0.01 ^{aA}	0.22±0.01 ^{aB}	0.23±0.01 ^{aB}

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar ile aynı satırda farklı harfi (A, B, C) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Tablo 4.16’da farklı oranlarda APT ve/veya gam kullanılarak üretilen glutensiz keklerin dokusal özellikleri görülmektedir. Sertlik değerleri 25.17-34.05 arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek sertlik değerinin %12 APT içeren örneğe ait olduğu saptanmıştır. Gam içeren ve içermeyen örneklerde APT kullanım oranının arttırılmasıyla sertlik değerleri artma eğilimi göstermiştir ($p<0.05$). Sertlik değerlerine gam kullanım miktarının etkisi araştırıldığında ise tüm örneklerde gam kullanım oranının arttırılmasıyla sertlik değerinin azaldığı görülmüştür ($p<0.05$).

Kek örneklerinin esneklik değerlerinin 0.90-0.95 arasında değiştiği Tablo 4.16’dan görülmektedir. Gam içermeyen örneklerde APT kullanım miktarının arttırılmasının, örneklerin esneklik değerlerine etki etmediği belirlenmiştir ($p>0.05$). %0.5 gam içeren örneklerde ise kullanılan APT oranıyla birlikte örneklerin esneklik değerlerinin artış gösterdiği saptanmıştır ($p<0.05$). %1 gam içeren örneklerde ise %12 APT miktarına kadar, APT oranının arttırılmasıyla esneklik değerleri artmış ($p<0.05$), %12 oranında ise düşme göstermiştir ($p<0.05$). Esneklik değerlerine gam kullanımının etkisi incelendiğinde; APT içermeyen, %4 ve %8 oranlarında içeren örneklerde gam kullanım miktarının artışıyla esneklik değerleri artış göstermiştir ($p<0.05$). %12 oranında APT içeren örnekte ise esneklik değeri önce artmış daha sonra ise azalma göstermiştir ($p<0.05$).

Örneklerin yapışkanlık değerleri 0.44-0.54 aralığında değişmekte olup, en yüksek yapışkanlık değerine %1 gam içeren örneğin sahip olduğu belirlenmiştir. Kek örneklerine eklenen APT oranının arttırılmasıyla gam içeren ve içermeyen örneklerde yapışkanlık değerinin azaldığı saptanmıştır ($p<0.05$). Yapışkanlık değerine gam miktarının etkisi incelendiğinde örneklerde kullanılan tüm APT oranlarında gam miktarının artışıyla yapışkanlık değerinin artış gösterdiği bulunmuştur ($p<0.05$).

Örneğin birinci sıkıştırmadan hemen sonra eski haline dönebilirliği hakkında bilgi veren elastikiyet değerlerinin 0.21-0.27 arasında olduğu saptanmıştır. Kek örneklerinde kullanılan APT miktarındaki artışla birlikte gam içeren ve içermeyen tüm örneklerin elastikiyet değerlerinde düşme meydana geldiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Örneklerin elastikiyet değerlerine gam kullanımının etkisi incelendiğinde ise tüm APT oranlarında gam miktarının artışıyla birlikte elastikiyet değerlerinin artış gösterdiği belirlenmiştir ($p<0.05$).

Memeli (2015) tez çalışmasında elma, portakal ve havuç posası tozlarının glutensiz kek örnekleri üzerine etkilerini incelemiştir. Havuç ve portakal posası kullanılan keklerin sertlik değerlerinin posa tozu kullanım oranının artmasıyla artış gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca çalışmada posa tozu kullanımının örneklerin yapışkanlık, esneklik ve elastikiyet değerlerini düşürdüğü saptanmıştır. Demirkesen et al. (2010b)'da pirinç unu kullanılarak hazırlanan ekmek üretiminde kestane unu ve gam-emülgatör karışımları ilavesiyle ekmeklerin sertlik değerlerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Gam-emülgatör karışımı eklenmesinin örneklerin sertlik değerinde azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Hidrokolloidlerin glutensiz ekmek ve hamurları üzerine etkilerinin incelendiği Sabanis and Tzia (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise, hidrokolloid kullanılan ekmeklerin kontrol örneğine oranla daha yumuşak bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir.

4.3.9 Duyusal analiz

Tablo 4.17'de en uygun kinoa unu oranının seçilebilmesi amacıyla gerçekleştirilen, farklı miktarlarda kinoa unu kullanılarak üretilen glutensiz kek örneklerine ait duyusal analiz sonuçları verilmiştir. Duyusal analiz için kullanılan hedonik skalada “Çok Kötü” : 1, “Kötü” : 2, “Orta” : 3, “İyi” : 4 ve “Çok İyi” : 5 olarak puanlandırılmış ve elde edilen veriler Duncan testi ile %95 güven aralığında değerlendirilmiştir.

Örnekler renk açısından değerlendirildiğinde %50 oranında kinoa unu içeren örneğin en yüksek puanı aldığı belirlenmiştir. %25 ve 50 oranlarında kinoa unu içeren örneklerin, kinoa unu içermeyen ve %75 oranında içeren örneklerle oranla renk açısından daha çok beğenildiği gerçekleştirilen istatistiksel analiz sonucunda tespit edilmiştir ($p<0.05$). Üretilen kek örneklerinin dokusu panelistler tarafından değerlendirildiğinde en beğenilen örneğin %75 kinoa unu içeren örnek olduğu belirlenmiştir. Veriler istatistiksel olarak incelendiğinde kinoa unu miktarının artışıyla örneğin doku açısından daha çok beğenildiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Görünüş açısından ise, %50 kinoa unu içeren kek en beğenilen örnek olmuştur. Kinoa unu eklemenin görünüş açısından kabul edilebilirliği arttırdığı saptanmıştır ($p<0.05$). Lezzet ve genel beğeni açısından da %50 kinoa unu içeren kek panelistler tarafından en yüksek puanla değerlendirilmiştir.

Tablo 4.17 Farklı oranlarda kinoa unu içeren keklere ait hedonik skala testi sonuçları.

“Çok Kötü” : 1, “Kötü” : 2, “Orta” : 3, “İyi” : 4 ve “Çok İyi” : 5

Duyusal Analiz	Kinoa unu Oranı (%)			
	0	25	50	75
Renk	3.68±0.86 ^a	4.33±0.65 ^b	4.40±0.75 ^b	3.20±0.89 ^a
Doku	2.85±1.04 ^a	3.35±0.88 ^{ab}	3.83±0.71 ^{bc}	3.95±0.83 ^d
Görünüş	3.20±0.89 ^a	4.05±0.76 ^b	4.30±0.73 ^b	3.78±0.83 ^b
Lezzet	3.60±1.23 ^{ab}	3.35±0.88 ^a	4.03±0.83 ^b	3.85±0.75 ^{ab}
Genel beğeni	3.43±1.12 ^a	3.40±0.77 ^a	4.03±0.77 ^b	3.75±0.71 ^{ab}

Aynı satırda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Farklı oranlarda kinoa unu kullanılarak elde edilen kek örneklerine ait duyusal analiz sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde %50 oranında kino unu içeren örneğin diğer örneklerle oranla daha çok beğenildiği gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler sonucunda örneklerin besinsel içeriğini ve yapısını geliştirmek amacıyla kullanılan APT ve gamin, kabul edilebilirliği diğer örneklerden daha yüksek olan bu örneğe eklenmesine karar verilmiştir.

Tablo 4.18 Farklı oranlarda APT ve/veya gam içeren kek örneklerin eait hedonik skala testi sonuçları. “Çok Kötü” : 1, “Kötü” : 2, “Orta” : 3, “İyi” : 4 ve “Çok İyi” : 5

Duyusal analiz	APT (%)	Ksantan gam (%)		
		0	0.5	1
Renk	0	4.40±0.75 ^{bA}	4.20±0.52 ^{bA}	4.40±0.60 ^{cA}
	4	4.05±0.51 ^{bA}	4.10±0.55 ^{bA}	4.05±0.69 ^{bcA}
	8	3.58±0.67 ^{aA}	3.60±0.68 ^{aA}	3.83±0.82 ^{bA}
	12	3.48±0.82 ^{aA}	3.25±0.44 ^{aA}	3.20±0.52 ^{aA}
Doku	0	3.83±0.71 ^{aA}	3.90±0.72 ^{bA}	4.30±0.47 ^{bA}
	4	3.95±0.69 ^{aA}	4.00±0.73 ^{bA}	3.90±0.64 ^{bA}
	8	3.75±0.64 ^{aA}	3.70±0.57 ^{abA}	3.75±0.64 ^{abA}
	12	3.55±0.94 ^{aA}	3.35±0.67 ^{aA}	3.70±0.73 ^{aA}
Görünüş	0	4.30±0.73 ^{bA}	4.25±0.44 ^{cA}	4.35±0.67 ^{bA}
	4	4.35±0.59 ^{bA}	4.35±0.59 ^{cA}	4.40±0.50 ^{bA}
	8	4.10±0.72 ^{bA}	3.75±0.64 ^{bA}	4.10±0.64 ^{bA}
	12	3.58±0.67 ^{aA}	3.35±0.59 ^{aA}	3.25±0.64 ^{aA}
Lezzet	0	4.03±0.73 ^{bA}	4.35±0.58 ^{cA}	4.40±0.60 ^{bA}
	4	4.35±0.75 ^{bA}	4.35±0.49 ^{cA}	4.45±0.51 ^{bA}
	8	3.95±0.76 ^{bA}	3.90±0.72 ^{bA}	4.15±0.67 ^{bA}
	12	3.20±0.83 ^{aA}	3.45±0.76 ^{aA}	3.50±0.95 ^{aA}
Genel beğeni	0	4.03±0.77 ^{bA}	4.05±0.51 ^{bcA}	4.30±0.66 ^{bA}
	4	4.15±0.75 ^{bA}	4.23±0.62 ^{cA}	4.35±0.59 ^{bA}
	8	4.05±0.51 ^{bA}	3.70±0.57 ^{abA}	4.05±0.60 ^{bA}
	12	3.48±0.64 ^{aA}	3.35±0.67 ^{aA}	3.40±0.68 ^{aA}

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar ile aynı satırda farklı harfi (A, B, C) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Tez çalışmasının ilk aşamasında duysal analiz sonucunda kabul edilebilirliği diğer örneklerle göre daha yüksek bulunan %50 kinoa unu içeren örneğe armut posası tozunun ve/veya ksantan gamın farklı oranlarda eklenmesiyle elde edilen glutensiz keklerin tüketici tarafından kabul edilebilirliğini araştırmak amacıyla duysal analiz yapılmıştır. Duysal analiz sonuçları Tablo 4.18’de verilmiştir.

Kek örnekleri renk açısından değerlendirildiğinde; en yüksek puanın APT içermeyen kek örneğine ait olduğu görülmektedir. Örneklerdeki APT kullanım miktarının artmasıyla örneklerin rengi için verilen puanlarda düşme gözlemlenmiştir ($p < 0.05$). APT’nin renginin bu düşüşe neden olabileceği düşünülmüştür. Eklenen gam miktarının örneklerin renk değerleri üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı saptanmıştır ($p > 0.05$).

Örneklere APT ve/veya gam eklenmesinin doku üzerindeki etkileri incelendiğinde; bütün gam oranları için en beğenilen örneğin %4 APT içeren kek örneği olduğu belirlenmiştir. Panelistler tarafından en düşük puanla değerlendirilen örnek %12 APT içeren kek örneği olmuştur. Gam içermeyen örneklerde APT oranının artışıyla beğenilme derecelerinde bir değişim gözlenmemiştir ($p>0.05$). %0.5 ve %1 gam oranlarında ise APT miktarının artışıyla beğeni oranlarında düşme gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Doku özelliklerinin gam ile değişiminin incelenmesi sonucu istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Gerçekleştirilen duyusal analiz sonuçlarına göre, gam içeren ve içermeyen örneklerde APT ilavesinin artmasıyla keklerin genel görünüş özelliği için verilen puanların düştüğü görülmüştür ($p<0.05$). Kullanılan gam miktarının görünüş değerleri üzerine etkileri incelendiğinde, gam miktarının artışıyla değerlerde anlamlı bir farklılık gerçekleşmediği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Görünüş açısından en beğenilen örneğin %1 gam ve %4 APT içeren örnek olduğu Tablo 4.18'den görülmektedir.

Örnekler lezzet bakımından değerlendirildiğinde ise APT kullanımının örneklerin lezzet değerleri üzerinde etkili olduğu ($p<0.05$), gam kullanımının ise anlamlı bir etkiye neden olmadığı ($p>0.05$) bulunmuştur. Üretilen kekler arasında lezzet bakımından en beğenilen örneğin %1 gam ve %4 APT içeren örnek olduğu tespit edilmiştir.

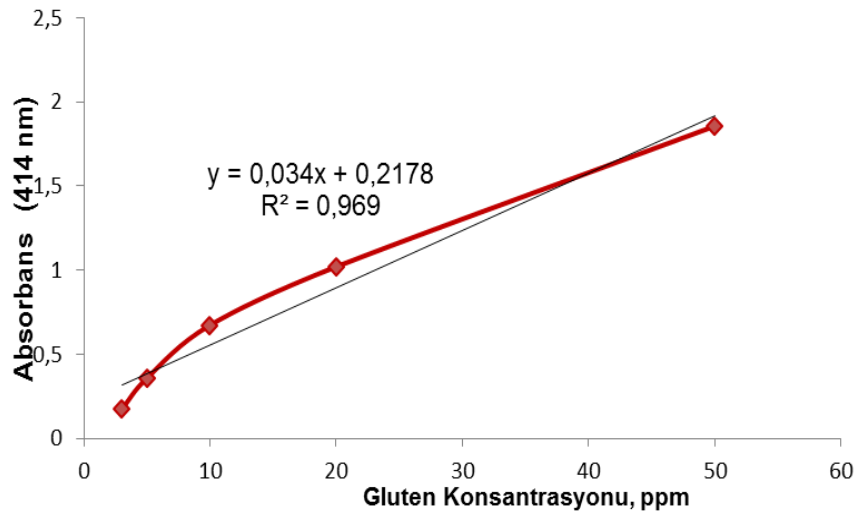
Panelistler tarafından verilen genel beğeni puanları değerlendirildiğinde tüm gam oranları için %12 oranında APT içeren örneğin en düşük puana sahip olduğu görülmüştür. Gam kullanımının genel beğeni üzerine etkisi incelendiğinde ise anlamlı bir etki yapmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$). Genel beğeni açısından da tüm gam oranları için %4 APT içeren kek örneği en yüksek puanla değerlendirilmiş olmakla birlikte %8 APT kullanılan örneğin de oldukça yüksek puanla değerlendirildiği görülmüştür.

Grigelmo-Miguel et al. (2001) çalışmalarında yağı azaltılmış muffinlere şeftali diyet lifi ilavesinin fiziksel özelliklere ve kabul edilebilirliğe etkisini

incelemişlerdir. Muffin örneklerine %2, 3, 4, 5 ve 10 oranında şeftali lifi ilave edildiğinde ve %0-4 arası diyet lifi ilavesinde duyu özelliklerinde bir değişiklik olmadığı saptanmıştır. Muffin örneklerine eklenen şeftali diyet lifi miktarının artırılmasının muffinlerin tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini azalttığı belirlenmiştir.

4.3.10 Gluten kontaminasyonu analizi

Üretilen kek örneklerinin gluten içeriklerinin belirlenmesi amacıyla farklı konsantrasyonlarda gluten içeren standartlar kullanılarak Şekil 4.15’de verilen absorbans eğrisi elde edilmiştir.

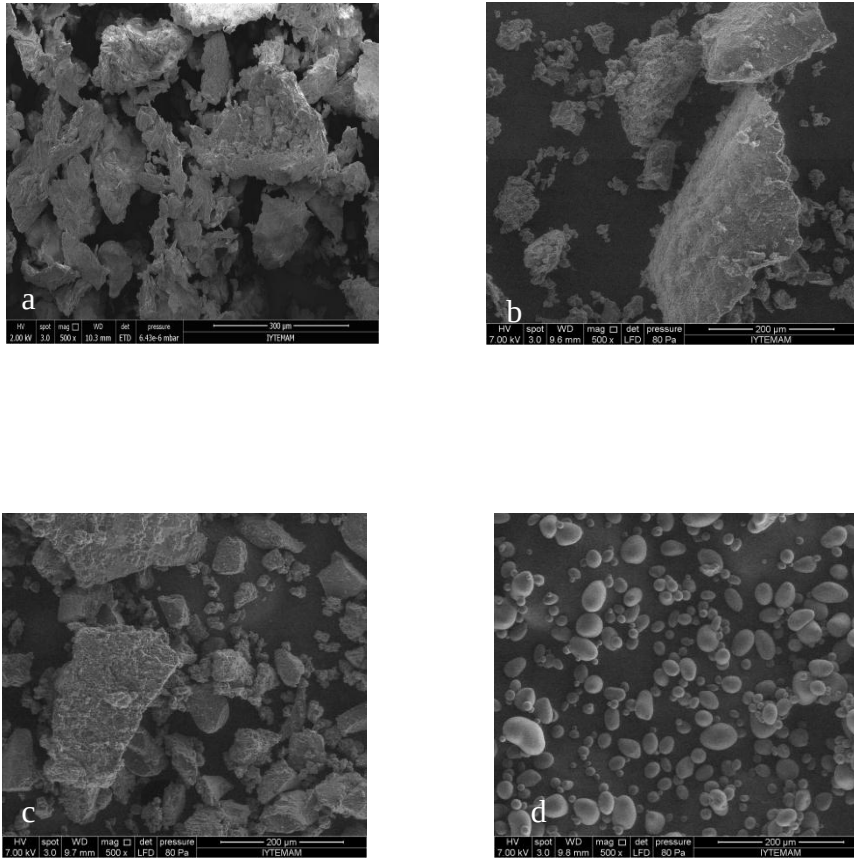


Şekil 4.15 Gluten kontaminasyonu analizi için oluşturulan standart absorbans eğrisi

Gerçekleştirilen gluten kontaminasyonu analizi sonucunda kek örneklerindeki gluten içeriğinin 3 ppm değerinin altında olduğu saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar, kek üretiminde kullanılan bileşenlerin gluten içermediklerini ve üretim ve analizler sırasında gluten kontaminasyonunun olmadığını (veya kontaminasyonun 3 ppm den düşük olduğunu) göstermektedir.

4.3.11 Taramalı elektron mikroskopisi (SEM)

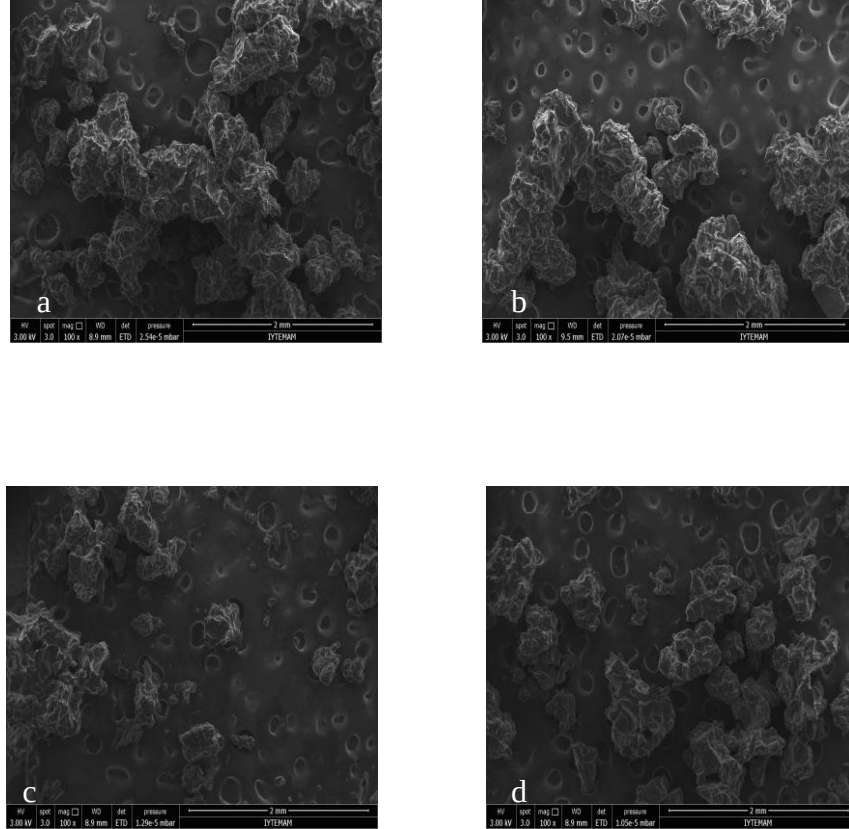
Materyallerin makro ve mikro yapısının yüksek çözünürlükte görüntülenebilmesi için kullanılan taramalı elektron mikroskopisinden (SEM) elde edilen armut posası tozu, kinoa unu, pirinç unu ve patates nişastasına ait x100 oranında büyütülmüş mikrograflar Şekil 4.16’da görülmektedir.



Şekil 4.16 Armut posası tozu, kinoa unu, pirinç unu ve patates nişastasına ait SEM mikrografları (a, APT; b, kinoa unu; c, pirinç unu; d, patates nişastası örneklerinin x100oranında büyütülmüş halidir).

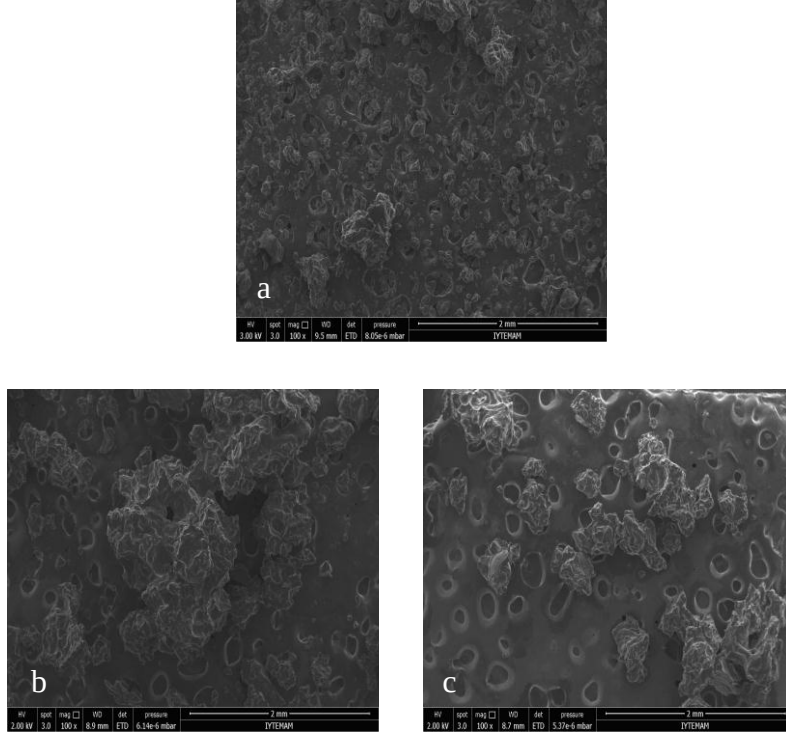
Toz ürünlere ait mikrograflar incelendiğinde APT’nin lifli yapıya sahip olduğu ve pürüzlü partiküller içerdiği; kinoa unu ve pirinç ununun da düzensiz partikül yapısına sahip olduğu görülmektedir. Patates nişastasına ait mikrograflar

incelendiğinde ise düzenli granül yapıda olduğu saptanmıştır. APT, kinoa unu ve pirinç ununun kaba ve düzensiz yapıya sahip olmalarından dolayı düzenli granül yapıya sahip olan patates nişastasına oranla daha fazla su tutma kapasitesine sahip olduğu düşünülmüştür.



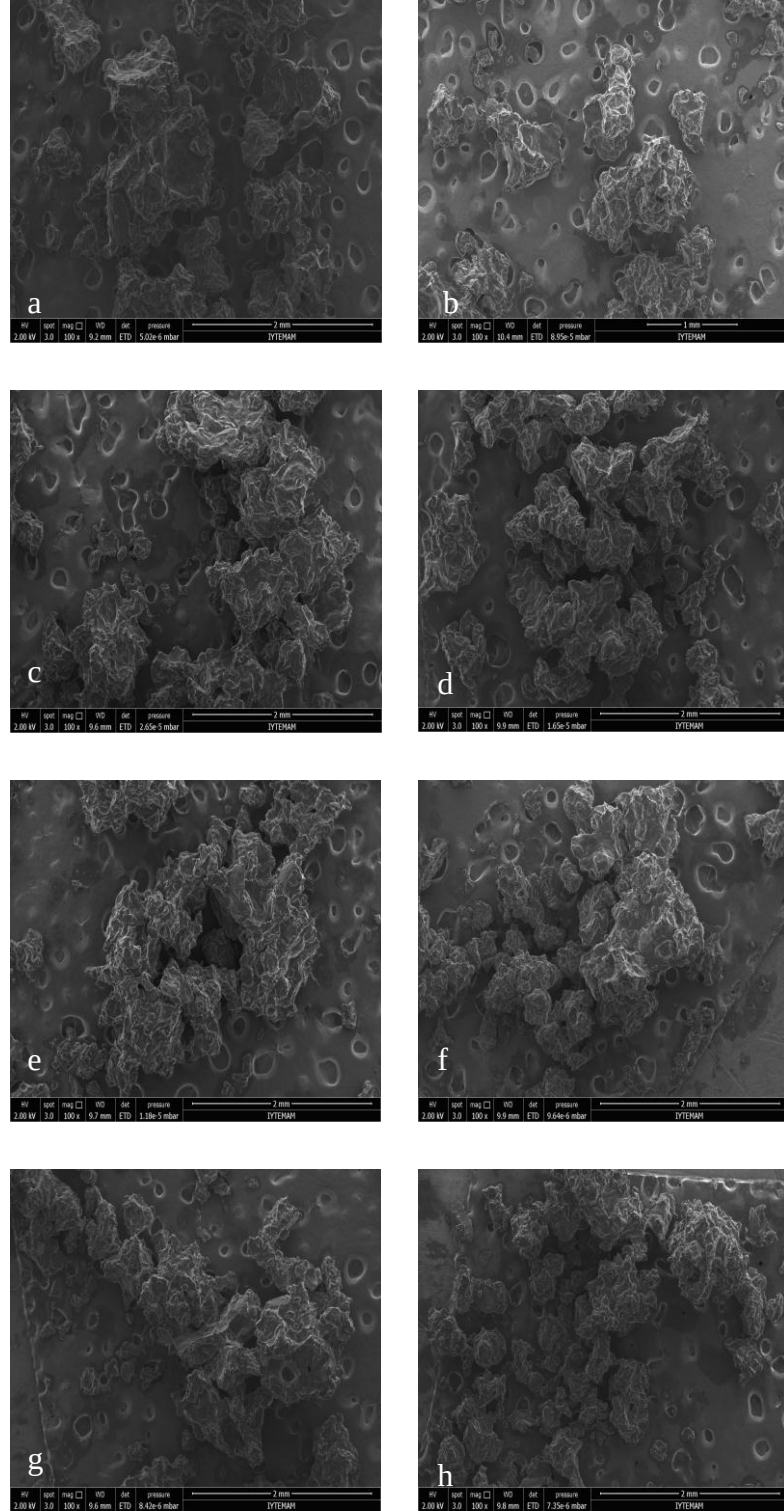
Şekil 4.17 Farklı oranlarda kinoa unu içeren glutensiz kek örneklerine ait SEM mikrografları (a, %0; b, %25; c, %50; d, %75 kinoa unu içeren örneklerin x100 oranında büyütülmüş halidir).

Farklı oranlarda kinoa unu içeren kek örneklerine ait SEM mikrografları Şekil 4.17’de verilmiştir. Kinoa ununun kullanım miktarı ile örneklerin yapısının değiştiği saptanmıştır. Mikrograflar incelendiğinde kullanılan kinoa unu oranının artmasıyla birlikte kek örneklerinde oluşan parçacıklı yapılarda artış gözlemlenmiştir.



Şekil 4.18 Farklı oranlarda APT içeren kek örneklerine ait SEM mikrografları (a, %4; b, %8; c, %10 APT içeren örneklerin x100 oranında büyütülmüş halidir).

Şekil 4.18 ve 4.19’da tez aşamasının ikinci aşamasında kontrol keki olarak kullanılan kek örneğine farklı oranlarda APT ve/veya gam eklenmesiyle elde edilen örnekler için SEM mikrografları verilmiştir. SEM mikrograflarında APT kullanılarak hazırlanan kekler arasında fazla bir fark görülmemekle birlikte keklerin porozitesinin posa tozu kullanım oranının artmasıyla birlikte azaldığını göstermektedir. Gam ilavesinin örneklerin mikro yapısına etkisi incelendiğinde, kekin daha sürekli bir yapı gösterdiği fakat APT oranının arttırılmasıyla bu sürekli yapının azaldığı tespit edilmiştir. Marco and Rosell (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada glutensiz ekmeklere HPMC eklenmesi sonucu örneklerin daha sürekli bir yapı gösterdikleri belirtilmiştir.



Şekil 4.19 Farklı oranlarda APT ve/veya gam içeren kek örneklerine ait SEM mikrografları (a,%0.5 gam; b,%0.5 gam+%4 APT; c, %0.5 gam+%8 APT; d, %0.5 gam+%12 APT; e, %1 gam; f, %1 gam+%4 APT; g, %1 gam+%8 APT; h, %1gam+%12 APT içeren glutensiz kek içlerinin x100 oranında büyütülmüş halidir

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İki aşamalı olarak gerçekleştirilen tez çalışmasının ilk aşamasında piriç unu ve patates nişastasından oluşturulan glutensiz kek örneklerinde kullanılabilecek en uygun kinoa unu oranını belirlemek amacıyla, farklı miktarlarda kinoa unu kullanılarak hazırlanan kek hamuru ve kek örneklerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Bir sonraki aşamada ise armut posasından elde edilmiş yüksek diyet lifi içeriğine sahip toz ürünün ve ksantan gamın glutensiz kek formülasyonlarına farklı oranlarda eklenmesinin hamur reolojisi ve kek kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir.

Armut posasının kurutulup öğütülmesiyle yüksek diyet lifi içeriğine sahip (kuru temelde %78.93) armut posası tozu (APT) elde edilmiştir. Toz ürünlerin kimyasal bileşimleri tespit edildiğinde tez çalışması için kullanılan kinoa ununun piriç unu ve patates nişastasına oranla daha yüksek oranda protein (kuru temelde %13.72) ve diyet lifi (kuru temelde (%16.27) içereğine sahip olduğu görülmüştür. Toz ürünlerin ve toz karışımlarının su tutma kapasiteleri belirlendiğinde, APT ve/veya gam ilavesiyle karışımların su tutma kapasitesi değerlerinin artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir.

Kullanılan kinoa unu miktarının artışıyla kek hamurlarının yoğunluk değerleri %75 oranına kadar artış göstermiştir. Farklı oranlarda kinoa unu kullanılarak hazırlanan kek hamurlarının tümünün kayma kuvvetiyle incelen (psödoplastik) özellik gösterdiği tespit edilmiş ve elde edilen akış davranışı verilerinin en iyi şekilde Herschel-Bulkley modeli ile uyum gösterdiği saptanmıştır. Örneklerin viskoelastik özelliklerinin belirlendiği frekans tarama analizi sonucunda elde edilen mekanik spektrumlarda ise kinoa unu içermeyen örnek hariç olmak üzere tüm örneklerin elastik modülüs değerlerinin viskoz modülüstən büyük olduğu bulunmuş ve kinoa unu içermeyen örnek hariç tüm kek hamurlarının yumuşak jel özelliğine sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Örneklerde kinoa unu kullanım oranının artmasıyla görünür viskozite, elastik modülüs (G') ve viskoz modülüs (G'') değerlerinin de arttığı belirlenmiştir. Kinoa miktarının artışıyla örneklerdeki nem, kül ve ham protein miktarlarının arttığı saptanmıştır. Kinoa ununun artan oranlarda kullanımı sonucu kek hacminin ve porozite değerinin artış gösterdiği; sertlik değerinin ise azaldığı görülmüştür. Kek kabuğu ve kek içinde gerçekleştirilen renk analizleri sonucunda ise kinoa unu miktarının artmasıyla kek kabuğu ve kek içi L^* (parlaklık) değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Kek örnekleri duyusal olarak renk, doku, görünüş, lezzet ve

genel beğeni bakımından değerlendirildiğinde ise, %50 oranında kinoa unu içeren örneğin kabul edilebilirliğinin daha yüksek olduğu belirlenmiş ve bu örnek, glutensiz kek örneklerine APT ve/veya gam eklenmesinin etkilerinin incelenebilmesi için kontrol örneği olarak seçilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında üretilen, %50 kinoa unu içeren örneklerde kullanılan APT ve/veya gam miktarının artışıyla kek hamurlarının yoğunluk değerinin artış gösterdiği belirlenmiştir. Farklı oranlarda APT ve/veya ksantan gam kullanılarak hazırlanan kek hamurlarının reolojik özellikleri incelendiğinde tüm hamurların kayma kuvvetiyle incelen (psödoplastik) özellik gösterdiği saptanmış ve tüm kek hamurlarının yumuşak jel özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen akış davranışı verilerinin, tüm örnekler için en iyi şekilde Herschel-Bulkley modeli ile uyum gösterdikleri saptanmıştır. Kek hamurlarında kullanılan APT ve/veya gam miktarının artışıyla görünür viskozite, elastik modülüs (G') ve viskoz modülüs (G'') değerlerinin arttığı görülmüştür ve tüm örneklerin elastik modülüs değerlerinin viskoz modülüs değerlerinden büyük olduğu bulunmuştur. Kek örneklerinin nem miktarlarına APT miktarının etkisi incelendiğinde; gam içermeyen örneklerde APT miktarının nem miktarına etki etmediği, fakat gam içeren örneklerde APT'nin kullanım oranının artırılmasının nem miktarında düşmeye yol açtığı görülmüştür. Örneklerin nem miktarlarına gam kullanımının etkisi incelendiğinde APT içermeyen örneklerde gam miktarının artmasının nem oranını arttırdığı gözlemlenmiştir. Gam eklenen örneklerde ise APT oranının artmasıyla nem oranlarında düşme görülmüştür. APT kullanım oranının artırılmasıyla örneklerin protein değerlerinin azalma, kül değerlerinin ise artış gösterdiği saptanmıştır. Kullanılan APT miktarının artması; kek hacminin ve porozite değerinin düşmesine, sertlik değerinin ise artmasına neden olmuştur. Gam oranının artışıyla birlikte kek hacminin ve porozitenin arttığı; sertlik değerlerinin ise azalma gösterdiği görülmüştür. Kek kabuğu ve kek içinde gerçekleştirilen renk analizleri sonucunda kullanılan APT miktarının artmasıyla kek kabuğu ve kek içi L^* (parlaklık) değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Kek örneklerinin duyu özellikleri renk, doku, görünüş, lezzet ve genel beğeni bakımından değerlendirildiğinde ise, tüm gam oranları için %4 APT içeren örneğin panelistler tarafından yüksek puanla değerlendirildiği görülmüştür.

Gerçekleştirilen tez çalışmasında kinoa unu, APT ve ksantan gam kullanılarak daha yüksek lif ve protein içeriğine sahip yüksek kalitede glutensiz kek ürünlerinin üretilebileceği tespit edilmiştir.

Gelecekteki çalışmalarda formülasyonların yeniden düzenlenmesi ya da kaliteyi geliştirebilecek yeni bileşenlerin formülasyonlara ilave edilmesi yoluyla kalite kaybına neden olmadan lif içeriğinin arttırılması ve duysal yönden kabul edilebilirliğı arttırabilme yönünde araştırmalar yapılabilir. Literatürde kinoa ununun ve meyve sebze liflerinin fırın ürünlerinde kullanımı üzerine yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, kinoa ununun hali hazırda glutensiz ürün üretiminde kullanılan pirinç unu ve patates nişastasına alternatif olarak kullanımını arttırabilmek amacıyla, farklı fırıncılık ürünlerinde kullanımı ve kalite parametreleri üzerine etkilerinin incelenmesi ayrıca farklı meyve sebze liflerinin diyet lifi kaynağı olarak farklı ürünlerde kullanımının etkilerinin incelenmesi üzerine çalışmalar yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- AACC**, 2000, Approved methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists (Method 32-05).
- AACC**, 2000, Approved methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists (Method 46-13).
- AACC**, 2000, Approved methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists (Method 46-30).
- AACC**, 2000, Approved methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists (Method 08-01).
- AACC**, 2000, Approved methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists (Method 44-19).
- AACC**, 2000, Approved methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists (Method 30-20).
- AACC**, 2000, Approved methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists (Method 44-15A).
- AACC**, 2000, Approved methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists (Method 30-25).
- AACC**, 2000, Approved methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists (Method 72-10).
- AACC**, 2000, Approved methods of the AACC, 10th ed., St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists (Method 56-11).
- Abugoch James, L. E.**, 2009, Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional and functional properties, *Advances in Food and Nutrition Research*, 58(cap.1): 1-31p.
- Aghamirzaei, M., Heydari-Dalfard, A., Karami, F. and Fathi, M.**, 2013, Pseudo-cereals as a functional ingredient: effects on bread nutritional and physiological properties, *Intl J Agri Crop Sci*, 5: 1574-1580p.
- Aguilar, N., Albanell, E., Miñarro, B. and Capellas, M.**, 2015, Chickpea and tiger nut flours as alternatives to emulsifier and shortening in gluten-free bread, *LWT-Food Science and Technology*, 62(1): 225-232pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Alencar, N. M. M., Steel, C. J., Alvim, I. D., de Moraes, E. C. and Bolini, H. M. A.,** 2015, Addition of quinoa and amaranth flour in gluten-free breads: Temporal profile and instrumental analysis, *LWT-Food Science and Technology*, 62(2):1011-1018pp.
- Almeida, S. G. and Sá, W. A. C.,** 2009, Amaranto (*Amaranthus ssp*) e quinoa (*Chenopodium Quinoa*) alimentos alternativos para doentes celiacos, *Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrária e da Saúde XIII*(1): 77-92pp.
- Al-Sayed Hanan, M. A. and Ahmed, A. R.,**2013, Utilization of watermelon rinds and sharlyn melon peels as a natural source of dietary fiber and antioxidants in cake, *Annals of Agricultural Science*, 58(1): 83-95pp.
- Altunakar, B.,** 2003, Fuctionally of Different Batters in Deep-Fat Fred Chicken Nuggets, Master of Science Thesis, METU Science Pure and Applied Science, 55p.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., and Gallagher, E.,** 2010, Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients, *Trends in Food Science and Technology*, 21(2):106-113pp.
- Andersson, H.,Öhgren, C., Johansson, D., Kniola, M. and Stading, M.,** 2011, Extensional flow, viscoelasticity and baking performance of gluten-free zein-starch doughs supplemented with hydrocolloids, *Food Hydrocolloids*, 25(6):1587-1595pp.
- Angioloni, A. and Collar, C.,** 2009, Small and large deformation viscoelastic behaviour of selected fibre blends with gelling properties, *Food Hydrocolloids* 23: 742–748pp.
- Anonymous,** 2000, Official Methods for Analysis, 17th ed., Association of Official Analytical Chemists: Arlington, VA.
- Anton, A. A., Lukow, O. M., Fulcher, R. G. and Arntfield, S. D.,** 2009, Shelf stability and sensory properties of flour tortillas fortified with pinto bean (*Phaseolus vulgaris L.*) flour: effects of hydrocolloid addition. *LWT - Food Science and Technology*, 42: 23-29pp.
- AOAC,** 1990, Official methods of analysis, AOAC, 13th ed., Official method 981.12. pH of acidified foods International Washington D.C.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- AOAC**, 1995, Official methods for analysis, AOAC, 13th Ed., Washington D.C. Official method 991.1.9 Gliadin as a measure of gluten in foods. Colorimetric monoclonal antibodyenzyme immunoassay method, 32: 15-17pp.
- Arendt EKOB, C.M., Schober, T.J., Gallagher. E. and Gormley, T.R.**, 2002, Development of gluten free cereal products, *Farm Food* 12:21–27pp.
- Armero, E. and Collar, C.**, 1996, Antistaling additive affect on fresh wheat bread quality, *Food Science and Technology International*, 2: 323-333pp.
- Baixaulli, R., Sanz, T., Salvador, A. and Fiszman, S. M.**, 2008, Muffins with resistant starch: Baking performance in relation to the rheological properties of the batter, *Journal of Cereal Science*, 47: 502-509pp.
- Barbosa-Cánovas, G. V., Fontana Jr, A. J., Schmidt, S. J., and Labuza, T. P. (Eds.)**, 2008, Water activity in foods: fundamentals and applications (Vol. 13), *John Wiley & Sons*.
- Batool, S. A., Rauf, N., Tahir, S. S. and Kalsoom, R.**, 2012, Microbial and Physico-chemical contamination in the wheat flour of the twin cities of Pakistan. *Int J Food Safety*, 14: 75-82pp.
- Bchir, B., Rabetafika, H. N., Paquot, M. and Blecker, C.**, 2013, Effect of pear, apple and date fibres from cooked fruit by-products on dough performance and bread quality, *Food Bioprocess Technology*, 7(4): 1114-1127pp.
- Berghofer, L. K., Hocking, A. D., Miskelly, D. and Jansson, E.**, 2003, Microbiology of wheat and flour milling in Australia, *International Journal of Food Microbiology*, 85(1): 137-149pp.
- Betoret, E., Betoret, N., Vidal, D., Fito, P.**, 2011, Functional foods development: trends and technologies, *Trends in Food Science and Technology*, 22: 498-508pp.
- Binding Brauerei, A. G.**, 1988, Preparation of Dietary Fiber from Brewers 'Spent Grain and the Product Prepared', *German Fed. Rep. Patent App.*, DE,3: A1.
- Blanco, C. A., Ronda, F., Perez, B. and Pando, V.**, 2011, Improving gluten-free bread quality by enrichment with acidic food additives, *Food Chemistry*, 127: 1204-1209pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Blasco Lamenca, M.,** 1979, Composición de la quinua cultivada en el Altiplano de Puno, Perú, Chemical composition of quinoa (*Chenopodium quinoa*) cultivated in the Puno highlands, Perú, *Turrialba (IICA)*, Jul-Set, 29(3):219-221pp.
- Borges, J. T. S., Bonomo, R. C., Paula, C. D., Oliveira, L. C. and Cesário, M. C.,** 2010, Physicochemical and nutritional characteristics and uses of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), *Temas Agrários* 15(1): 9-23pp.
- Bourne, M.,** 2002, Food texture and viscosity: concept and measurement, *Academic press*.
- Braddock, R. J. and Crandall, P. G.,** 1981, Carbohydrate fiber from orange albedo, *Journal of Food Science*, 46(2): 650-651pp.
- Breckon, D. N., Garrison, S. J. and Gee, D. L.,**2008, A gluten-free flour mix is a successful substitute with the addition of xanthan gum in a yellow cake, *Journal of the American Dietetic Association*, 103(9): 207p.
- Brouns, F. and Vermeer, C.,** 2000. Functional ingredients for reducing the risks of osteoporosis, *Trends in Food Science and Technology*, 11: 22-33pp.
- Bruin, A. D.,** 1964, Investigation of the food value of quinoa and cañihua seed, *Journal of Food Science*, 29(6):872-876pp.
- Brys, K. D. and Zabik, M. E.,** 1976, Microcrystalline cellulose replacement in cakes and biscuits, *Journal of the American Dietetic Association*, 69(1): 50-55pp.
- Cauvain, S.P. and Young, L.S. (eds),** 1998, Technology of breadmaking, *Blackie Academic & Professional*, London, 330–346pp.
- Cevoli, C., Balestra, F., Ragni, L., and Fabbri, A.,** 2013, Rheological characterisation of selected food hydrocolloids by traditional and simplified techniques, *Food Hydrocolloids*, 33(1): 142-150pp.
- Chantaro, P., Devahastin, S. and Chiewchan, N.,** 2008, Production of antioxidant high dietary fiber powder from carrot peels, *LWT - Food Science and Technology*, 41: 1987-1994pp.
- Chauhan, G. S., Eskin, N. A. M., and Tkachuk, R.,**1992, Nutrients and antinutrients in quinoa seed, *Cereal Chemistry*, 69(1): 85-88pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Chen, J., Wang, Z., Wu, J., Wang, Q. and Hu, X.,** 2007, Chemical compositional characterization of eight pear cultivars grown in China, *Food Chemistry*, 104(1): 268-275pp.
- Chesterton, A. K. S., Meza, B. E., Moggridge, G. D., Sadd, P. A. and Wilson, D. I.,** 2011, Rheological characterisation of cake batters generated by planetary mixing: elastic versus viscous effects, *Journal of Food Engineering*, 105: 332-342pp.
- Ciacci, C., Di Fonzo, N., Pontieri, P., Ioerger, B., Bean, S. R., Massardo, D. R., Caporaso, N., Maiuri, L., Del Giudice, L., and Bucci, C.,** 2007, Celiac disease: In vitro and in vivo safety and palatability of wheat-free sorghum food products, *Clinical Nutrition*. 26(6): 799-805pp.
- Codex Alimentarius Commission,** 2008, Codex standard for foods for special dietary use for persons intolerant to gluten, 118-1979pp.
- Comai, S., Bertazzo, A., Bailoni, L., Zancato, M., Costa, C. V. L., and Allegri, G.,** 2007, The content of proteic and nonproteic (free and protein-bound) tryptophan in quinoa and cereal flours, *Food Chemistry*, 100(4): 1350-1355pp.
- Crockett, R., Ie, P. and Vodovotz Y.,** 2011, Effects of soy protein isolate and egg white solids on the physicochemical properties of gluten-free bread, *Food Chemistry*, 129: 84-91pp.
- Davidou, S., Le Meste, M., Debever, E. and Bekaert, D.,** 1996, A contribution to the study of staling of white bread: effect of water and hydrocolloid, *Food Hydrocolloids*, 10: 375-383pp.
- de Moraes Crizel, T., Jablonski, A., de Oliveira Rios, A., Rech, R., and Flôres, S. H.,** 2013, Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer, *LWT-Food Science and Technology*, 53(1):9-14pp.
- de Oliveira Pineli, L. D. L., de Carvalho, M. V., de Aguiar, L. A., de Oliveira, G. T., Celestino, S. M. C., Botelho, R. B. A. and Chiarello, M. D.,** 2015, Use of baru (Brazilian almond) waste from physical extraction of oil to produce flour and cookies. *LWT-Food Science and Technology*, 60(1): 50-55pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Demirkese, I., Mert, B., Sumnu, G. and Sahin S.,** 2010a, Rheological properties of gluten-free bread formulations, *Journal of Food Engineering*, 96: 295-303pp.
- Demirkese, I., Mert, B., Sumnu, G. and Sahin, S.,** 2010b, Utilization of chestnut flour in gluten-free bread formulations, *Journal of Food Engineering*, 101(3): 329-336pp.
- Dickinson, E.,** 2003, Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems, *Food Hydrocolloids*, 17: 25-39pp.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C. and Attia, H.,** 2011, Dietary fibre and fibre-rich by products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review, *Food Chemistry*, 124: 411-421pp.
- Elleuch, M., Besbes, S., Roiseux, O., Blecker, C., Deroanne, C., Drira, N. E., and Attia, H.,** 2008, Date flesh: Chemical composition and characteristics of the dietary fibre, *Food chemistry*, 111(3): 676-682pp.
- Elmaci, Y. and Altug, T.,** 2005, Flavor characterization of three mandarin cultivars (Satsuma, Bodrum, Clemantine) by using GC/MS and flavor profile analysis techniques, *Journal of Food Quality*, 28(2):163-170pp.
- Enriquez, N., Peltzer, M., Raimundi, A., Tosi, V. and Pollio, M. L.,** 2003, Characterization of wheat and quinoa flour blends in relation to their breadmaking quality, *In Anales-Asociacion Quimica Argentina*, 91:47-54pp.
- Ergün, K.,** 2012, Dondurularak kurutulmuş kivi püresi tozu kullanılarak hazırlanan keklerde pişirme yöntemi ve formülasyonun kalite kriterlerine etkisinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 100s.
- FAO** Food and Nutrition, Paper 77, 2003, Food energy – Methods of analysis and conversion factors, Food and Nutrition, Rome, Italy/Washington DC. USA.; Food and Agriculture Organization of the United Nation, FAO.
- Farrell, R. Y. and Kelly, C. P.,** 2001. Celiac sprue. *The American Journal of Gastroenterology*, 96(12): 3237-3246pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Farro, P. C. A.**, 2008, Desenvolvimento de filmes biodegradáveis a partir de derivados do grão de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow) da variedade “Real”, [Tese]. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 303p.
- Ferguson, R. and Fox, K.**, 1978, Dietary Citrus Fibers in Trans. *In ASME citrus Eng. conf., State Hort. Soc.*: 105-162pp.
- Fernández-López, J., Sendra-Nadal, E., Navarro, C., Sayas, E., Viuda-Martos, M. and Alvarez, J. A. P.**, 2009, Storage stability of a high dietary fibre powder from orange by-products. *International Journal Of Food Science and Technology*, 44(4): 748-756pp.
- Figuerola, F., Hurtado, M. L., Estévez, A. M., Chiffelle, I. and Asenjo, F.**, 2005, Fibre concentrates from apple pomace and citrus peel as potential fibre sources for food enrichment, *Food Chemistry*, 91(3): 395-401pp.
- Fletcher, R. J.**, 2004, Pseudocereals, overview, *Encyclopedia of Grain Science*, 488-493pp.
- Foschia, M., Peressini, D., Sensidoni, A. and Brennan, C. S.**, 2013, The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products, *Journal of Cereal Science*, 58(2): 216-227pp.
- Fox K.**, 1981, Potential New Products from Citrus, *The Citrus Ind. Magazine*, 61 (9):26–29pp.
- Föste, M., Nordlohne, S. D., Elgeti, D., Linden, M. H., Heinz, V., Jekle, M. and Becker, T.**, 2014, Impact of quinoa bran on gluten-free dough and bread characteristics, *European Food Research and Technology*, 239(5): 767-775pp.
- Gallagher, E., Gormley, T. R. and Arendt E. K.**, 2004, Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products, *Trends in Food Science and Technology*, 15: 143-152pp.
- Garau, M. C., Simal, S., Rossello, C., and Femenia, A.**, 2007, Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties of dietary fibre and antioxidant capacity of orange (*Citrus aurantium* v. Canoneta) by-products, *Food Chemistry*, 104(3): 1014-1024pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gimeno, E., Morau, C.I. and Kokini, J.L.**, 2004, Effect of xanthan gum and CMC on the structure and texture of corn flour pellets expanded by microwave heating, *Cereal Chemistry*, 8: 100-107pp.
- Gobbetti, M., Rizzello, C. G., Cagno, R. and Angelis, M.**, 2007, Sourdough lactobacilli and celiac disease, *Food Microbiology*, 24: 187-196pp.
- Gomez, M., Manchon, L., Oiette, B., Ruiz, E. and Caballero, P. A.**, 2010a, Adequacy of wholegrain non-wheat flours for layer cake elaboration, *LWT – Food Science and Technology*, 43: 507-513pp.
- Gómez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz, E. and Caballero, P. A.**, 2010b, Effect of fibre size on the quality of fibre-enriched layer cakes, *LWT-Food Science and Technology*, 43(1): 33-38pp.
- Gomez, M., Ronda, F., Blanco, C. A., Caballero, P. A. and Apesteguia, A.**, 2003, Effect of dietary fiber on dough rheology and bread quality, *European Food Research and Technology*, 216: 51-56pp.
- Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanco, C.A. and Rosell, C.M.**, 2007, Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes, *Food Hydrocolloids*, 21: 167-173pp.
- Green, P. H. R. and Cellier, C.**, 2007, Celiac disease, *The New England Journal of Medicine*. 357(17): 1731-1743pp.
- Grehn, S. , Fridell, K., Lilliecreutz, M. and Hallert, C.**, 2001, Dietary habits of Swedish adult coeliac patients treated by a gluten-free diet for 10 years, *Scandinavian Journal of Nutrition/Naringsforskning*, 45:178-182pp.
- Grigelmo-Miguel, N., Ibarz-Ribas, A. and Martín-Belloso, O.**, 1999, Rheology of peach dietary fibre suspensions, *Journal of Food Engineering*, 39(1): 91-99pp.
- Guarda, A., Rosell, C. M., Benedito, C. and Galotto, M. J.**, 2004, Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents, *Food Hydrocolloids*, 18(2): 241-247pp.
- Gujral, H. S., Haros, M. and Rosell, C. M.**, 2004, Improving the texture and delaying staling in rice flour chapati with hydrocolloids and α -amylase, *Journal of Food Engineering*, 65: 89-94pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gularte, M. A., Gomez, M. and Rosell, C. M.,** 2012b, Impact of legume flours on quality and in vitro digestibility of starch and protein from gluten-free cakes, *Food Bioprocess Technology*, 5(8): 3142-3150pp.
- Gularte, M. A., Hera, E., Gomez, M. and Rosell, C. M.,** 2012a, Effect of different fibers on batter and gluten-free layer cake properties, *Food Science and Technology*, 48: 209-214pp.
- Hastings RJ.,** 1989, Comparison of the properties of gels derived from cod surimi and from unwashed and once-washed cod mince, *Int J Food Sci Technol*, 24(1):93–102pp.
- Heller L.,** 2009, Commercial aspects of gluten-free products. In: Gallagher E (ed) *Gluten-free food science and technology*, Wiley-Blackwell, Oxford, 99–106pp.
- Houben, A., Höchstätter, and Becker, T.,**2012, Possibilities to increase the quality in gluten-free bread production: an overview, *European Food Research and Technology*, 235(2): 195-208pp.
- Huang, J. C., Knight, S. and Goad, C.,** 2001, Model prediction for sensory attributes of non-gluten pasta, *Journal of Food Quality*, 24: 495-511pp.
- Hüttner, E. K. and Arendt, E. K.,** 2010, Recent advanced in gluten-free baking and the current status of oats, *Trends in Food Science and Technology*, 21: 303-312pp.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods),** 1998, Application of the Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) System to Ensure Microbiological Safety and Quality. Microorganisms in Food, 4.
- Khan, T., Park, J.K. and Kwon, S.,** 2007, Functional biopolymers produced by biochemical technology considering applications in food engineering, *Korean Journal of Chemical Engineering*, 24: 816-826pp.
- Kim, J. H., Lee, H. J., Lee, H. S., Lim, E. J., Imm, J. Y. and Suh, H. J.,** 2012, Physical and sensory characteristics of fibre-enriched sponge cakes made with *Opuntia humifusa*, *LWT – Food Science and Technology*, 47: 478-484pp.
- Kohajdova, Z. and Karovicova, J.,** 2009. Application of hydrocolloids as baking improvers, *Chemical Papers*, 63 (1): 26-38pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Köksel, H. F., Sumnu, G., Sahin, S. and Basman, A.,** 2008, The effects of xanthan gum on pasting properties of starch in gluten-free cakes baked in microwave-infrared combination oven, CIGR - International Conference of Agricultural Engineering, Brazil.
- Köksel, H.F.,** 2009, Effects of Xanthan and Guar Gums on Quality and Staling of Gluten Free Cakes Baked in Microwave-Infrared Combination Oven, Master of Science Thesis, METU Science Pure and Applied Science, 146p.
- Ktenioudaki, A. and Gallagher, E.,** 2012, Recent advances in the development of high- fibre baked products, *Trends in Food Science and Technology*, 28: 4-14pp.
- Lamothe, L. M., Srichuwong, S., Reuhs, B. L. and Hamaker, B. R.,** 2015, Quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) and amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) provide dietary fibres high in pectic substances and xyloglucans, *Food Chemistry*, 167:490-496pp.
- Lanier T.C., Carvajal P. and Yongsawatdigul, J.,** 2005, Surimi gelation chemistry. In: Park JW (ed) Surimi and surimi seafood, 2nd edn. CRC Press/Taylor & Francis Group, LLC, Boca Raton, FL, 435–490pp.
- Lario, Y., Sendra, E., Garcí, J., Fuentes, C., Sayas-Barberá, E., Fernández-López, J. and Perez-Alvarez, J. A.,** 2004, Preparation of high dietary fiber powder from lemon juice by-products, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 5(1): 113-117pp.
- Larrauri, J. A.,** 1999, New approaches in the preparation of high dietary fibre powders from fruit by-products, *Trends in Food Science and Technology*, 10(1): 3-8pp.
- Larrauri, J. and Jose, A.,** 1994, Procesos para la obtención de productos en polvo con altos contenidos de fibra dietética, *Alimentos*, 19(3): 25-30pp.
- Larrauri, J., Rupérez, P., Bravo, L. and Saura-Calixto, F.,** 1996, High dietary fibre powders from orange and lime peels: associated polyphenols and antioxidant capacity, *Food Research International*, 29(8): 757-762pp.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papegeorgiou, M., Belc, N. and Biliaderis, C. G.,** 2007, Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations, *Journal of Food Engineering*, 79: 1033-1047pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lebesi, D. M. and Tzia, C.,** 2011, Effect of the addition of different dietary fiber and edible cereal bran sources on the baking and sensory characteristics of cupcakes, *Food Bioprocess Technology*, 4: 710-722pp.
- Levent, H. and Bilgiçli, N.,** 2011, Effect of gluten-free flours on physical properties of cakes, *Journal of Food Science and Engineering*, 1: 354-360pp.
- Lorenz, K. and Coulter, L.,** 1991, Quinoa flour in baked products, *Plant Foods for Human Nutrition*, 41(3):213-223pp.
- Mandala, I., Karabela, I. and Kostaropoulos, A.,** 2007. Physical properties of breads containing hydrocolloids stored at low temperature. I. Effect of chilling, *Food Hydrocolloids*, 21: 1397-1406pp.
- Maradini Filho, A. M., Pirozi, M. R., Da Silva Borges, J. T., Pinheiro Sant'Ana, H. M., Paes Chaves, J. B. and Dos Reis Coimbra, J. S.,** 2015, Quinoa: Nutritional, Functional and Antinutritional Aspects, *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, (just-accepted), 00-00pp.
- Marco, C. and Rosell, C. M.,** 2008a, Functional and rheological properties of protein enriched gluten free composite flours, *Journal of Food Engineering*, 88: 94-103pp.
- Marco, C. and Rosell, C. M.,** 2008b, Breadmaking performance of protein enriched, gluten-free breads, *European Food Research and Technology*, 227(4): 1205-1213pp.
- Mariotti, M., Lucisano, M., Pagani, M. A. and Ng, P., K. W.,** 2009, The role of corn starch, amaranth flour, pea isolate, and Psyllium flour on the rheological properties and the ultrastructure of gluten-free doughs, *Food Research International*, 42:963-975pp.
- Martin-Cabrejas, M. A., Esteban, R. M., Lopez-Andreu, F. J., Waldron, K., and Selvendran, R. R.,** 1995, Dietary fiber content of pear and kiwi pomaces, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(3): 662-666 pp.
- Masoodi, F. A., Sharma, B. and Chauhan, G. S.,** 2002, Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes, *Plant Foods for Human Nutrition*, 57: 121-128pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mastebroek, H. D., Limburg, H., Gilles, T. and Marvin, H. J. P.,** 2000, Occurrence of sapogenins in leaves and seeds of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(1): 152-156pp.
- Matos, M. E., Sanz, T. and Rosell, C. M.,** 2014, Establishing the function of proteins on rheological and quality properties of rice based gluten free muffins, *Food Hydrocolloids*, 35: 150-158pp.
- McKee, L. H. and Latner, T. A.,** 2000, Underutilized sources of dietary fiber: a review, *Plant Food Human Nutrition*, 55: 285-304pp.
- Memeli, Z.,** 2015, Bazı Gıda Liflerinin Glutensiz Kek Formülasyonlarında Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 111s.
- Mendoza N.,** 2005, Coeliac disease: an overview of the diagnosis, treatment and management, *Nutr Bull*, 30(3):231–236pp.
- Moreira, R., Chenlo, F. and Torres, M. D.,** 2011, Effect of sodium chloride, sucrose and chestnut starch on rheological properties of chestnut flour doughs, *Food Hydrocolloids*, 25: 1041-1050pp.
- Moreno, M. L., Comino, I. and Sousa, C.,** 2014, Alternative Grains as Potential Raw Material for Gluten-Free Food Development in The Diet of Celiac and Gluten-Sensitive Patients, *Austin J Nutri Food Sci*, 2(3):1016p.
- Nawirska, A. and Kwasniewska, M.,** 2005, Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste, *Food Chemistry*, 91: 221–225pp.
- Nelson, A. L.,** 2001, High-fiber ingredients. *Eagan Press Handbook Series*, first ed. AACC, Minnesota. 44-61pp.
- Niewinski, M. M.,** 2008, Advances in celiac disease and gluten-free diet, *Journal of American Dietetic Association*, 108: 661-672pp.
- Nunes, M. H. B., Moore, M. M., Ryan, L. A. M. and Arendt, E. K.,** 2009, Impact of emulsifiers on the quality and rheological properties of gluten-free breads and batters, *European Food Research and Technology*, 228: 633-642pp.
- Ogungbenle, N. H.,** 2003, Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54(2): 153-158pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Padalino, L., Mastromatteo, M., Lecce, L., Cozzolino, F. and Del Nobile, M. A.,**2013, Manufacture and characterization of gluten-free spaghetti enriched with vegetable flour, *Journal of Cereal Science*, 57: 333-342pp.
- Peressini, D., Pin, M. and Sensidoni, A.,** 2011, Rheology and breadmaking performance rice-buckwheat batters supplemented with hydrocolloids, *Food Hydrocolloids*, 25: 340-349pp.
- Pérez, S. and Bertoft, E.,** 2010, The molecular structures of starch components and their contribution to the architecture of starch granules: A comprehensive review, *Starch-Stärke*, 62(8): 389-420pp.
- Pietzak, M. M., Catassi, C., Drago, S., Fornaroli, F. and Fasano, A.,** 2001, Celiac disease: going against the grains, *Nutrition in Clinical Practice*, 16(6): 335-344pp.
- Pietzak, M.,** 2012, Celiac Disease, Wheat Allergy, and Gluten Sensitivity When Gluten Free Is Not a Fad., *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 36(1): 68-75pp.
- Preichardt, L. D., Vendruscolo, C. T., Gularte, M. A. and Moreira, A. S.,** 2011, The role of xanthan gum in the quality of gluten free cakes: improved bakery products for coeliac patients, *International Journal of Food Science and Technology*, 46: 2591-2597pp.
- Pylar, E. J.,** 1988, Baking Science And Technology, *Sosland Publishing Company*, Kansas, ABD, 1323p.
- Quek, S.Y., Chok, N.K. and Swedlund, P.,** 2006, The physicochemical properties of spray- dried watermelon powders, *Chemical Engineering and Processing*, 46: 386-392pp.
- Quinde, Z., Ullrich, S. E. and Baik, B. K.,** 2004, Genotypic variation in color and discoloration potential of barley-based food products, *Cereal Chemistry*, 81(6):752-758pp.
- Ranjbar, S., Movahhed, S., Nematti, N. and Sokotifar, R.,** 2012, Evaluation of the effect of carboxy methyl cellulose on sensory properties of gluten-free cake, *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 4(19): 3819-3821pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Renzetti, S., Behr, J., Vogel, R. F. and Arendt, E. K.**, 2008, Transglutaminase polymerisation of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) proteins, *Journal of Cereal Science*, 48(3):747-754pp.
- Repo-Carrasco-Valencia, R. A. M. and Serna, L. A.**, 2011, Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Wild.) as a source of dietary fiber and other functional components, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(1): 225-230pp.
- Rojas, J.A., Rosell, C.M. and Benedito, C.**, 1999, Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems, *Food Hydrocolloids*, 13: 23-33pp.
- Ronda, F., Gomez, M., Caballero, P.A., Oliete, B. and Blanco, C.A.**, 2009, Improvement of quality of gluten-free layer cakes, *Food Science and Technology International*, 15:193pp.
- Ronda, F., Oliete, B., Gomez, M., Caballero, P. A. and Pando, V.**, 2011, Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources, *Journal of Food Engineering*, 102: 272-277pp.
- Rothschild, J., Rosentrater, K. A., Onwulata, C., Singh, M., Menutti, L., Jambazian, P. and Omary, M. B.**, 2015, Influence of quinoa roasting on sensory and physicochemical properties of allergen-free, gluten-free cakes. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(8): 1873–1881pp.
- Rubio-Tapia, A., Kyle, R. A., Kaplan, E. L., Johnson, D. R., Page, W., Erdtmann, F. and Murray, J. A.**, 2009, Increased prevalence and mortality in undiagnosed celiac disease, *Gastroenterology*, 137(1), 88-93pp.
- Sabanis, D., Lebesi, D. and Tzia, C.**, 2009, Effect of dietary fibre enrichment on selected properties of gluten-free bread, *LWT - Food Science and Technology*, 42: 1380-1389pp.
- Sahi, S. S. and Alava, J. M.**, 2003, Functionality of emulsifiers in sponge cake production, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 1419-1429pp.
- Sahin, S. and Sumnu, S. G.**, 2006, *Physical Properties of Foods*, Springer, Ankara, Turkey, 251p.
- Sahin, S.**, 2008, Cake batter rheology, 99-120, *Food Engineering Aspects of Baking Sweet Goods*, Sumnu, S. G. and Sahin, S. (Eds.), CRC Press, 304s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sakiyan, O., Sumnu, G., Sahin, S. and Bayram, G.,** 2004, Influence of fat content and emulsifier type on the rheological properties of cake batter, *European Food Research and Technology*, 219: 635-638pp.
- Schober T.J.,** 2009, Manufacture of gluten-free speciality breads and confectionery products. In: Gallagher E (ed) *Gluten-free food science and technology*. Wiley-Blackwell, Oxford, 130–180 pp
- Sivaramakrishnan, H. P., Senge, B. and Chattopadhyay, P. K.,** 2004, Rheological properties of rice dough for making rice bread, *Journal of Food Engineering*, 62(1), 37-45pp.
- Souci S.W., Fachmann W. and Kraut H.,** 2008, Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen, MedPharm Scientific Publishers, Garching bei München.
- Spehar, C. R. and Santos, R. L. B.,** 2002, Quinoa ‘BRS Piabiru’: alternativa para diversificar os sistemas de produção de grãos, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37(6): 889-893pp.
- Spehar, C. R.,** 2007, Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar. Ed. Técnico. Planaltina, DF, Brasil, Embrapa Cerrados, 103p.
- Sudha, M. L., Baskaran, V. and Leelavathi, K.,** 2007, Apple pomace as a source of dietary fiber and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making, *Food Chemistry*, 104: 686-692pp.
- Sugai, E., Nachman, F., Vaquez, H., Gonzales, A., Andrenacci, P., Czech, A., Niveloni, S., Mazure, R., Smecuol, E., Cabanne, A., Maurino, E. and Bai, J. C.,** 2010, Dynamics of celiac disease-specific serology after initiation of a gluten-free diet and use in the assessment of compliance with treatment, *Digestive and Liver Disease*, 42: 352-358pp.
- Sumnu, G., Koksel, F., Sahin, S., Basman, A. and Meda, V.,** 2010, The effects of xanthan and guar gums on staling of gluten-free rice cakes baked in different ovens, *International Journal of Food Science and Technology*, 45: 87-93pp.
- Sun, C., Guneseckaran, S. and Richards, M.P.,** 2007, Effect of xanthan gum on physicochemical properties of whey protein isolate stabilized oil-in-water emulsions, *Food Hydrocolloids*, 21: 555-564pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sworn, G.**, 2000, Xanthan gum. In: Handbook of Hydrocolloids, Edited by G.O. Philips and P.A. Williams. *CRC Press*, 103-115pp.
- Thompson, T.**, 2000, Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet, *Journal of the American Dietetic Association*, Nov.100 (11).
- Trondsen T.**,1998, Blue whiting surimi: new perspectives on the market value, *Fish Res*, 34(1):1–15pp.
- Tseng, A. and Zhao, Y.**, 2013, Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing, *Food Chemistry*, 138: 356-365pp.
- Turabi, E., Sumnu, G. and Sahin, S.**, 2008a, Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend, *Food Hydrocolloids*, 22: 305-312pp.
- Turabi, E., Sumnu, G. and Sahin, S.**, 2008b, Optimization of baking of rice cakes in infrared–microwave combination oven by response surface methodology, *Food Bioprocess Technology*, 1:64–73pp.
- Turabi, E., Sumnu, G. and Sahin, S.**, 2010, Quantitative analyses of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens, *Food Hydrocolloids*, 24: 755-762pp.
- Van Bergeijk, J. D., Mulder, C. J., and Thies, J. E.**, 1993, Coeliac disease. Three cases of delayed diagnosis after a sojourn in the tropics, *The Netherlands Journal Of Medicine*, 43(5-6):222-226pp.
- Vega-Gálvez, A. V., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., and Martínez, E. A.**,2010, Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 2541-2547pp.
- 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: 671–678pp.
- Wang, S., Opassathavorn, A. and Zhu, F.**, 2015, Influence of quinoa flour on quality characteristics of cookie, bread, and Chinese steamed bread, *Journal of Texture Studies* 46(4): 281–292pp

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ward, F.M. and Andon, S.A.,** 2002, Hydrocolloids as film formers, adhesives, and gelling agents for bakery and cereal products, *Cereal Foods World*, 47: 52-55pp.
- Weber, F. E. and Chaudhary, V. K.,** 1987, Recovery and nutritional evaluation of dietary fiber ingredients from a barley by-product, *Cereal foods world* (USA), 32(8):548-550pp.
- White, P. L., Alvistur, E., Dias, C., Viñas, E., White, H. S. and Collazos, C.,** 1955, Nutritive Values of Crops, Nutrient Content and Protein Quality of Quinoa and Cañihua, Edible Seed Products of the Andes Mountains, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 3(6): 531-534pp.
- Witczak, M., Korus, J., Ziobro, R. and Juszczak, L.,** 2010, The effects of maltodextrins on gluten-free dough and quality of bread, *Journal of Food Engineering*, 96: 258-265pp.

ÖZGEÇMİŞ

T.C. vatandaşı olup 1988 yılında Fethiye’de doğmuştur. Liseyi Nazilli Anadolu Lisesi’nde tamamlamıştır. 2007– 2011 yılları arasında lisans eğitimini Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde tamamlamıştır. 2013 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Gıda Teknolojisi Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Meslek stajlarını Pınar Süt Mamülleri San. A.Ş. de ve Ankara Büyükşehir Belediyesi Ankara Halk Ekmek Un Fabrikası A.Ş. de tamamlamıştır. Ayrıca LLP Erasmus Staj Hareketliliği Programı kapsamında VTT Technical Research Centre of Finland’da üç ay süreyle glutensiz ürünler konusunda stajyer olarak çalışmıştır.

EKLER

- EK 1 Duyusal Değerlendirme Formu
- EK 2 Farklı Oranlarda Kinoa Unu Kullanılarak Oluşturulan Un Formülasyonlarının Su Tutma Kapasitelerine Ait Duncan Çoklu Test Sonuçları
- EK 3 Farklı Oranlarda Apt Ve/Veya Ksantan Gam Kullanılarak Oluşturulmuş Toz Formülasyonlarının Su Tutma Kapasitelerine Ait Duncan Çoklu Test Sonuçları
- EK 4 Farklı Oranlarda Kinoa Unu Kullanılarak Oluşturulmuş Kek Hamurlarının Akış Özelliklerinin Üssel Model Ve Herschel-Bulkley Modelle Açıklanmasına İlişkin Duncan Çoklu Test Sonuçları
- EK 5 Farklı Oranlarda APT ve/veya Ksantan Gam Kullanılarak Hazırlanan Hamurların Akış Özelliklerinin Üssel Model İle Açıklanmasına İlişkin Duncan Çoklu Test Sonuçları
- EK 6 Farklı Oranlarda APT ve/veya Ksantan Gam Kullanılarak Hazırlanan Hamurların Akış Özelliklerinin Herschel-Bulkley Modeli İle Açıklanmasına İlişkin Duncan Çoklu Test Sonuçları
- EK 7 Farklı Oranlarda APT ve/veya Ksantan Gam Kullanılarak Hazırlanan Kek Örneklerinin İç Renk Değerlerine İlişkin Duncan Çoklu Test Sonuçları
- EK 8 Farklı Oranlarda APT ve/veya Ksantan Gam Kullanılarak Hazırlanan Kek Örneklerinin Kabuk Renk Değerlerine İlişkin Duncan Çoklu Test Sonuçları
- EK 9 Doku Profil Analizi Grafik Örneği
- EK 10 Armut Posası Tozuna Ve Kinoa Ununa Ait Görseller
- EK 11 Pişirilen Kek Örneklerine Ait Görseller

Ek 1 Duyusal Değerlendirme Formu

HEDONİK SKALA TESTİ						
Panelistin Adı Soyadı: Ürün: Kek Tarih:/...../..... Saat:						
Açıklama: Size verilen kodlanmış örnekleri kalite kriterleri açısından ayrı ayrı 5 puan üzerinden değerlendiriniz.						
1 = Çok Kötü	2 = Kötü	3 = Orta	4 = İyi	5 = Çok İyi		
Kalite Karakterleri	Örnek					
	104	312	408	576	638	745
Renk						
Doku						
Görünüş						
Lezzet						
Genel Beğeni						

Ek 2 Farklı Oranlarda Kinoa Unu Kullanılarak Oluşturulan Un Formülasyonlarının Su Tutma Kapasitelerine Ait Duncan Çoklu Test Sonuçları

Kinoa Unu Miktarı (%)	Su Tutma Kapasitesi
0	0.79±0.25 ^a
25	0.89±0.25 ^a
50	0.91±0.20 ^a
75	1.01±0.20 ^a

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

**Ek 3 Farklı Oranlarda APT Ve/Veya Ksantan Gam Kullanılarak
Oluşturulmuş Toz Formülasyonlarının Su Tutma Kapasitelerine Ait
Duncan Çoklu Test Sonuçları**

APT miktarı (%)	Ksantan Gam Miktarı (%)		
	0	0.5	1
0	0.91±0.20 ^{aA}	0.89±0.28 ^{aA}	1.01±0.17 ^{aA}
4	1.00±0.21 ^{aA}	1.21±0.24 ^{aA}	1.22±0.24 ^{aA}
8	1.09±0.22 ^{bA}	1.30±0.21 ^{aA}	1.30±0.14 ^{aA}
12	1.20±0.21 ^{aA}	1.44±0.05 ^{aA}	1.54±0.22 ^{aA}

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar ile aynı satırda farklı harfi (A, B, C, D) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Ek 4 Farklı oranlarda kinoa unu kullanılarak oluşturulmuş kek hamurlarının akış özelliklerinin Üssel Model ve Herschel-Bulkley Modelle Açıklanmasına İlişkin Duncan Çoklu Test sonuçları

Kek Hamuru Formülasyonu	Üssel Model		Herschel-Bulkley Model		
	n_p	$K_{cp} \text{ (Pa.s}^n\text{)}$	$\sigma_0 \text{ (Pa)}$	$K \text{ (Pa.s}^n\text{)}$	n
%0 Kinoa unu	0.706 ^d	1.627 ^a	-1.076 ^d	2.241 ^a	0.636 ^d
%25 Kinoa unu	0.552 ^c	5.200 ^b	-9.148 ^c	11.681 ^b	0.395 ^c
%50 Kinoa unu	0.444 ^a	12.803 ^c	-42.125 ^c	51.141 ^d	0.208 ^a
%75 Kinoa unu	0.495 ^b	12.835 ^d	-22,802 ^d	32.298 ^c	0.318 ^c

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Ek 5 Farklı Oranlarda APT Ve/Veya Ksantan Gam Kullanılarak Hazırlanan Hamurların Akış Özelliklerinin Üssel Model İle Açıklanmasına İlişkin Duncan Çoklu Test Sonuçları

APTMiktarı		Ksantan Gam Miktarı (%)		
(%)		0	0.5	1
K_{cp} (Pa.sⁿ)	0	12.803 ^{aA}	71.819 ^{aB}	84.330 ^{aC}
	4	20.247 ^{bA}	100.005 ^{bB}	104.327 ^{bC}
	8	33.930 ^{cA}	169.605 ^{cC}	161.712 ^{cB}
	12	43.320 ^{dA}	205.916 ^{dB}	282.921 ^{dC}
n_p	0	0.444 ^{dC}	0.325 ^{dA}	0.384 ^{bB}
	4	0.422 ^{cB}	0.320 ^{cB}	0.449 ^{dC}
	8	0.364 ^{bB}	0.236 ^{bA}	0.405 ^{cC}
	12	0.361 ^{aC}	0.184 ^{aA}	0.324 ^{aB}

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar ile aynı satırda farklı harfi (A, B, C, D) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Ek 6 Farklı Oranlarda APT Ve/Veya Ksantan Gam Kullanılarak Hazırlanan Hamurların Akış Özelliklerinin Herschel-Bulkley Modeli İle Açıklanmasına İlişkin Duncan Çoklu Test Sonuçları

APTMiktarı		Ksantan Gam Miktarı (%)		
	(%)	0	0.5	1
K_{cp} (Pa.sⁿ)	0	51.141 ^{dC}	38.617 ^{bA}	42.887 ^{cB}
	4	40.077 ^{bC}	24.919 ^{aA}	34.932 ^{bB}
	8	40.259 ^{cA}	61.956 ^{cB}	112.028 ^{dC}
	12	38.956 ^{aB}	26987.428 ^{dC}	31.348 ^{aA}
n	0	0.208 ^{aA}	0.431 ^{cB}	0.507 ^{bC}
	4	0.297 ^{bA}	0.571 ^{dB}	0.667 ^{cC}
	8	0.330 ^{cA}	0.384 ^{bB}	0.463 ^{aC}
	12	0.375 ^{dB}	0.002 ^{aA}	0.736 ^{dC}
σ₀ (Pa)	0	-42.125 ^{aA}	46.685 ^{bB}	63.386 ^{aC}
	4	-22.096 ^{bA}	111.919 ^{cB}	119.601 ^{cC}
	8	-5.573 ^{cA}	145.154 ^{dC}	96.287 ^{bB}
	12	8.231 ^{dB}	-26797.466 ^{aA}	419.739 ^{dC}

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar ile aynı satırda farklı harfi (A, B, C, D) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Ek 7 Farklı Oranlarda APT Ve/Veya Ksantan Gam Kullanılarak Hazırlanan Kek Örneklerinin İç Renk Değerlerine İlişkin Duncan Çoklu Test Sonuçları

		APTMiktarı (%)	Ksantan Gam Miktarı (%)		
			0	0.5	1
Kek İçi Renk Değerleri	L*	0	71.76±0.87 ^{dA}	71.69±0.37 ^{dA}	71.00±0.14 ^{dA}
		4	67.89±0.60 ^{cC}	60.09±0.83 ^{cA}	60.41±0.28 ^{cB}
		8	64.53±0.24 ^{bC}	55.39±0.94 ^{bA}	57.78±0.71 ^{bB}
		12	61.25±0.26 ^{aC}	54.20±0.50 ^{aA}	55.50±0.27 ^{aB}
	a*	0	6.80±1.56 ^{aA}	8.01±0.15 ^{aB}	8.17±0.06 ^{bC}
		4	9.41±0.67 ^{bC}	8.12±0.15 ^{bB}	7.89±0.10 ^{aA}
		8	10.54±0.09 ^{cC}	8.80±0.07 ^{cB}	8.64±0.15 ^{cA}
		12	10.57±0.05 ^{dC}	9.18±0.12 ^{dB}	9.06±0.15 ^{dA}
	b*	0	33.29±0.75 ^{dA}	33.29±0.28 ^{dB}	34.21±0.15 ^{dC}
		4	31.80±0.43 ^{cC}	18.51±0.16 ^{cB}	18.19±0.10 ^{cA}
		8	31.22±0.56 ^{bC}	17.33±0.15 ^{bA}	17.54±0.17 ^{bB}
		12	30.59±0.05 ^{aC}	16.90±0.20 ^{aB}	16.89±0.09 ^{aA}
	ΔE	0		1.56±0.28 ^a	1.90±0.08 ^a
		4	4.95±0.71 ^{aA}	18.89±0.63 ^{bB}	18.92±0.18 ^{bC}
		8	8.42±0.71 ^{bA}	22.96±0.28 ^{cC}	21.15±0.54 ^{cB}
		12	11.49±0.23 ^{cA}	24.14±0.47 ^{dC}	23.21±0.27 ^{dB}

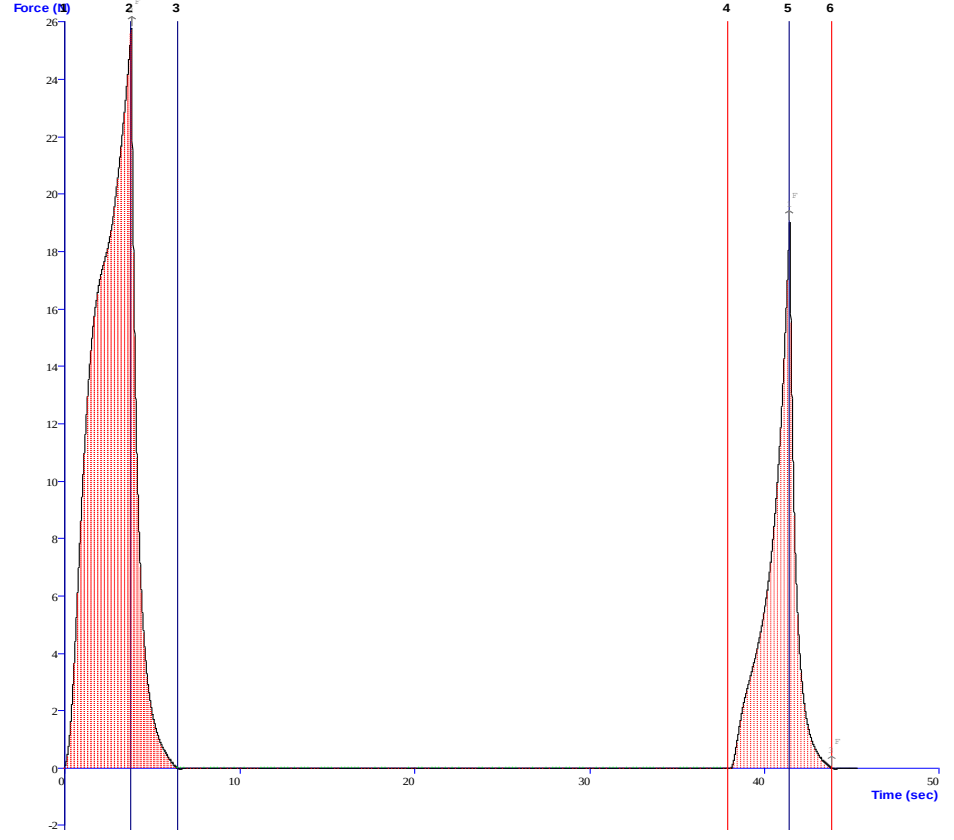
Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar ile aynı satırda farklı harfi (A, B, C, D) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Ek 8 Farklı Oranlarda Apt Ve/Veya Ksantan Gam Kullanılarak Hazırlanan Kek Örneklerinin Kabuk Renk Değerlerine İlişkin Duncan Çoklu Test Sonuçları

		APT Miktarı (%)	Ksantan Gam Miktarı (%)		
			0	0.5	1
Kabuk Renk Değerleri	L*	0	47.15±0.43 ^{aA}	49.35±0.47 ^{dC}	47.74±0.31 ^{dB}
		4	55.89±0.67 ^{dC}	42.28±0.40 ^{bB}	40.23±0.13 ^{aA}
		8	53.60±0.07 ^{cC}	43.71±0.54 ^{c B}	42.71±0.13 ^{cA}
		12	49.26±0.36 ^{b C}	41.30±0.18 ^{a B}	41.00±0.26 ^{bA}
	a*	0	18.20±0.99 ^{cA}	19.23±0.14 ^{dB}	19.38±0.17 ^{dC}
		4	16.73±0.50 ^{aC}	15.98±0.09 ^{cB}	15.97±0.10 ^{cA}
		8	17.23±0.12 ^{b C}	15.96±0.13 ^{bB}	15.48±0.14 ^{aA}
		12	18.64±0.18 ^{dC}	15.88±0.07 ^{aB}	15.74±0.05 ^{bA}
	b*	0	34.21±0.58 ^{cA}	35.93±0.26 ^{dC}	34.89±0.56 ^{dB}
		4	33.78±0.66 ^{aC}	16.77±0.29 ^{bB}	15.77±0.15 ^{aA}
		8	33.89±0.50 ^{bC}	17.24±0.09 ^{cB}	16.20±0.11 ^{cA}
		12	34.39±0.58 ^{dC}	16.43±0.14 ^{aB}	16.11±0.17 ^{bA}
	ΔE	0		2.99±0.45 ^a	1.57±0.35 ^a
		4	8.90±0.76 ^{cA}	18.25±0.35 ^{cB}	19.83±0.14 ^{dC}
		8	6.55±0.05 ^{bA}	17.47±0.11 ^{bB}	18.75±0.14 ^{bC}
		12	2.25±0.23 ^{aA}	18.86±0.18 ^{dB}	19.28±0.17 ^{cC}

Aynı sütunda farklı harfi (a, b, c, d) olan ortalamalar ile aynı satırda farklı harfi (A, B, C, D) olan ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Ek 9 Doku Profil Analizi Grafik Örneği



%12 oranında armut posası tozu içeren keke ait Doku Profil Analizi grafiği

Ek 10 Armut Posası Tozuna Ve Kinoa Ununa Ait Görseller



Armut Posası Tozu (APT)



Kinoa Unu

Ek 11 Pişirilen Kek Örneklerine Ait Görseller



Soldan sağa doğru sırasıyla kinoa unu içermeyen, %25, %50 ve %75 oranında kinoa unu içeren keklere ait görseller



Soldan sağa doğru sırasıyla diyet lifi kaynağı içermeyen kek (%50 Kinoa Unu), %4, %8 ve %12 APT içeren keklere ait görseller



Soldan sağa doğru sırasıyla %1 ve %0.5 Ksantan gam içeren keklere ait görseller



Soldan sağa doğru sırasıyla, %0.5 Ksantan gam ve %4, %8 ve %12 APT içeren keklere ait görseller



Soldan sağa doğru sırasıyla, %1 Ksantan gam ve %4, %8 ve %12 APT içeren keklere ait görseller