

## Mısır Unu ve Gam Kullanımının Ekmeğin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri

Halis Gürbüz KOTANCILAR<sup>1</sup>, Nilüfer İNAN<sup>2\*</sup>, Kimya SEYYED CHERAGHI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Erzurum, Türkiye

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Erzurum, Türkiye

<sup>3</sup>Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Erzurum, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-5833-8230>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3015-6391>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-4404-0787>

\*Sorumlu yazar: nfbaydemir@gmail.com

### Araştırma Makalesi

### ÖZ

#### Makale Tarihi:

Geliş tarihi: 30.06.2022

Kabul tarihi: 14.12.2022

Online Yayınlanma: 05.07.2023

#### Anahtar Kelimeler:

Mısır unu

Mısır ekmeği

Tekstürel analiz

Gam katkısı

Ekmeğin kalitesi

Bu çalışmada mısır unu ve gam katkılı ekmeğin bazı kalite kriterleri araştırılmıştır. Bu amaçla buğday ununa farklı seviyelerde mısır unu (%0, %15, %30) ve beş farklı gam katkısı (karaya, keçiyoynuzu, xanthan, guar ve pektin) 3 farklı oranda (%0, %1, %2) katılarak ekmeğin üretimi yapılmıştır. Üretilen ekmeğin kütle, hacim, spesifik hacim; renk değerleri ile Tekstür Profil Analizi (TPA) parametreleri (sertlik, yapışkanlık, elastikiyet) incelenmiştir. Mısır unu katkısı arttıkça ekmeğin kütlelerinin arttığı fakat hacimlerinin düştüğü görülmekle birlikte kontrol gruplarına en yakın değerleri %1 pektin ve %15 mısır unu katkılı ürünler vermiştir. Mısır unu katkısı ayrıca ekmeğin L (0=siyah, 100=beyaz) renk değerlerinde ise artışa neden olmuştur. Gam ve mısır unu seviyelerindeki artış TPA (Tekstür Profil Analizi) yapışkanlık ve sertlik değerlerinde 24 saat depolanan ürünleri olumlu yönde etkilerken, 48 saat depolanan ürünleri olumsuz yönde etkilemiştir. Mısır unu ve gam seviyesindeki artış aynı zamanda 24 saat ve 48 saat depolanan ürünlerde elastikiyet değerlerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Özellikle hamurun kolay işlenmesini sağlayan xanthan gum ve pektinin kullanımı ve %15 mısır unu katkısı ekmeğin kalite özelliklerini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

## The Effects of Corn Flour and Gum Usage on Some Quality Properties of Bread

### Research Article

#### Article History:

Received: 30.06.2022

Accepted: 14.12.2022

Published online: 05.07.2023

#### Keywords:

Corn flour

Corn bread

Textural analysis

Gum additive

Bread quality

### ABSTRACT

In this study, some quality criteria of corn flour and gum added breads were investigated. For this purpose, bread production was made by adding different levels of corn flour (0%, 15%, 30%) and five different gum additives (caraya, carob, xanthan, guar and pectin) to wheat flour (0%, 1%, 2%). Produced mass, volume, specific volume of breads; color values; Texture Profile Analysis (TPA) parameters (hardness, adhesiveness, elasticity) were examined with. As the corn flour additive increased, it was observed that the bread weights increased but the volumes decreased. Corn flour addition also caused an increase in the L (0=black, 100=white) color values of the bread. While the increase in gum and corn flour levels affected the TPA (Texture Profile Analysis) stickiness and hardness values positively for the products stored for 24 hours, it adversely affected the products stored for 48 hours. It was determined that the increase in corn flour and gum levels also decreased the elasticity values of the products stored for 24 hours and 48 hours. It has been determined that the use of xanthan gum and pectin, which

provides easy processing of the dough, and the addition of 15% corn flour affect the quality properties of breads positively.

**To cite:** Kotancılar HG., İnan N., Cheraghi KY. Mısır Unu ve Gam Kullanımının Ekmeğin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2023; 6(2): 1270-1284.

## 1.Giriş

Ülkemizde ve tüm dünyada temel gıda maddesi olarak ekmeğin kullanılmaktadır. Ekmeğin temel bileşenleri un, su, tuz ve mayadır. Paketsiz ekmeklerde gıda katkı maddesi kullanılmamaktadır (Gültekin ve ark., 2019). Ekmeğin yapımı için yaygın olarak buğday unu tercih edilmektedir. Bunun yanı sıra bazı bölgelerimizde mısır gibi tahıllardan da yararlanılmaktadır (Şahin, 2001).

Mısır tanesi dört ana yapıdan oluşur. Bunlar mısır tanesinin sırasıyla %83, %11, %5 ve %1'ini oluşturan endosperm, tohum, perikarp ve uç kapağıdır (Gwirtz ve ark., 2014). Mısır tanelerinin saklanabilmesi için ise rutubet oranlarının %14'e indirilmesi gerekmektedir. Kurutma işlemi ile rutubet oranları indirilen taneler silolarda depolanabilmektedir (Algül, 2012).

Buğdayda bir depo proteini olan glüten buğday unu ile yapılan ekmeğin hamurlarının yapışkan, viskoelastik özelliklerinden sorumludur. Bunların yanı sıra fermentasyon süresince gaz tutabilme yeteneğinden dolayı kabarık, hacimli ürünler elde edilmesini sağlar (İşlerioğlu ve ark., 2009). Mısır ununda ise glüten bulunmamaktadır. Mısırın ana depolama proteini ise zeindir. Zein mısırdaki protein oranının %45-50'sini oluşturmaktadır (Shukla ve ark., 2001). Bu sebepten mısırlı ekmeklerde sağlam bir hamur yapısı oluşmamaktadır. Duyusal özelliklerini kötü etkilemekle beraber teknolojik olarak işlenmesini de zorlaştırmaktadır. Bu nedenle glüten yerine kullanılacak, hamurun gaz tutma kapasitesi ve elastikiyetini artırıp, geliştirebilecek hidrokolloidler eklenebilmektedir (Bozdoğan, 2015). Glütenin viskoelastik yapısını taklit ederek hamurun gaz tutma kabiliyetini arttıran hidrokolloidlerin glütensiz ekmeğin formülasyonlarında kullanımı gerekli görülmektedir (Hayıt, 2018).

Ekmeklerde sıklıkla buğday unu tercih edilir. Sağlıklı insanların buğday ununu tüketmesinde sakınca yoktur. Fakat Çölyak hastalığı olan bireylerin diyetlerinde buğdayın yanı sıra arpa, yulaf ve çavdarında bulunmaması gerekir. Bundan dolayı hastalar diyetlerinde mısır ekmeği ve mısırlı ürünleri çokça tercih etmektedirler. Çölyak hastalığı dünyanın en yaygın intoleranslarından biridir (Yılmaz ve Doğan, 2015).

Gam terimi ilk olarak yapışkan, sakızımsı, bitkilerden sızan maddeler için kullanılmıştır. Teknik tanımı ise kıvam arttırıcı ve jelleştirici etki vermek için suda dağılan veya çözünebilen polimerik karbonhidratlar şeklindedir. Kolloidal yapıda ve hidrofilik özellikte oldukları için aynı zamanda hidrokolloid olarak da adlandırılmaktadır (Sungur, 2018). Gumların; ürünün yapısını geliştirmek, nişasta retrogradasyonunu yavaşlatmak, nem kaybını azaltmak, glütensiz ekmeğin üretiminde ürüne viskoelastik yapı kazandırmak gibi özellikleri vardır. Bundan dolayı gıda endüstrisinde katkı maddesi olarak tercih edilmektedirler (Ergin, 2011). Hidrokolloidlerin glütensiz ürünler üzerindeki etkisi de hidrokolloidin kaynağı, kimyasal yapısı, modifikasyonu, kullanılma oranı, ürün formülündeki diğer bileşenler ile etkileşimi gibi özelliklerine bağlı olarak değişebilmektedir (İldız, 2015).

Hidrokolloidlerin kullanımında istenilen etkinin görülebilmesi için %2 ve daha az konsantrasyonlarda kullanımının yeterli olduğu belirtilmiştir (Anıl ve ark., 2016).

Guar gamı; guar bitkisinin çekirdeklerinden elde edilen doğal kıvam arttırıcıdır. Normal ekmek ürünlerinde ise bayatlamayı geciktirici etkisi görülmektedir. Kan, kolesterol ve yağ düzeylerini düşürdüğü gibi aynı zamanda kalsiyumun bağırsaklardan kana emilme hızını arttırmaktadır (Gültekin ve ark., 2019). Pektin; galakturonik asit moleküllerinin birbirlerine düz zincir halinde birleşmesi sonucu oluşan bir polisakkarittir. Şekerle birlikte jel oluşturur. Bu nedenle kıvam arttırıcı olarak kullanılmaktadır. Ticari olarak elma ve turuncgillerden üretilmektedir. Xanthan gumı; gıda üretiminde kıvam arttırıcı ve stabilizatör olarak kullanılır. Glikozun ya da sakkarozun *Xanthomonas Campestris* bakterileriyle fermentasyonu sonucu elde edilir. Düşük konsantrasyonlarda yüksek oranda kıvam arttırmaktadır. Karaya gamı; *Bixaceace* familyasına ait *Sterculia urens* cinsi ağaçlardan elde edilir (Nussinovitch, 1997). Unlu mamüllerde bayatlamayı azaltıcı ve raf ömrünü uzatıcı etkisinden dolayı tercih edilmektedir (Ryu ve ark., 1992). Keçiboynuzu gamı; *Ceratonia siliqua* doğal suşları tohumlarının öğütülmüş endospermeleridir. Tekstür oluşturma özelliğinden dolayı gıda sanayiinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Demirtaş, 2007). Son yıllarda yapılan çalışmalarda da glutensiz unlar, gamlar ve nişastaların kullanımı erişte, kek, makarna ve ekmek gibi ürünlerde yapı gelişimini, kabul edilebilirliği ve raf ömrünü arttırmada önemli katkıları olduğu görülmüştür (Anıl ve ark., 2016).

Bu çalışmada amaçlanan özellikle çölyak hastalarının tolere edemedikleri gluten bazlı ürün olan ekmeğin gluten oranını düşürmek için buğday unu yerine mısır unu kullanımını sağlamaktır. Bu nedenle glutenin karakteristik özelliklerini taklit edebilecek bazı gamlar kullanılmıştır. Bu amaçla yapılan çalışmada mısır unu ve gam katkılı ekmeklerin bazı kalite kriterleri araştırılması için buğday ununa farklı seviyelerde mısır unu (%0, %15, %30) ve beş farklı gam katkısı (kanaya, keçiboynuzu, xanthan gum, guar ve pektin) 3 farklı oranda (%0, %1, %2) ilave edilerek ekmek üretimi yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Mısır unu Samsun ilinde değirmenden alınmıştır. Erzurum'dan temin edilen Özsa Un markalı ekmeklik buğday unu kullanılmıştır. Tuz olarak sofralık rafine tuz ve Pakmaya markalı yaş maya piyasadan, su ise Atatürk Üniversitesi içme suyu şebekesinden kullanılmıştır. Gam olarak Karaya, Keçiboynuzu, Xanthan gum, Pektin ve Guar gamlar kullanılmıştır.

### 2.2. Metod

#### 2.2.1. Mısır Ekmeği Üretimi

Çalışmalar Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Tahıl Ürünleri Uygulama Laboratuvarlarında yürütülmüştür. Ekmeklerin farklı oranlarda mısır unu (%0, %15, %30) ve karaya, xanthan gum, keçiboynuzu, guar gam, pektin (%0, %1, %2) katkılı olarak üretimi yapılmıştır. Kontrol ürünlerine %3 maya, %1 tuz ve daha önceden farinografta belirlenen oranda %61,7 su eklenmiştir.

Bileşenler 2 dakika yoğurucuda (Stephan UM 5 universal) yoğurulmuştur. Yoğurma işlemi bittikten sonra elde edilen 480 g civarındaki hamur, 160 g kütleler halinde 3 paralel örnek oluşturacak şekilde kesilerek yuvarlak şekil verilmiştir. Ana fermentasyon işlemi nisbi nemi %75-80 ve sıcaklığı 30°C olan fermentasyon kabiniinde 30 dakika gerçekleştirilmiştir. Kabinden çıktıktan sonra havalandırma işlemi yapılan hamurlar %75-80 nisbi nem ve 30°C'de 30 dakika dinlendirmeye bırakılmıştır. Şekil verilerek tavalara yerleştirilen hamurlar %90 nisbi nem ve 30°C'de 30 dakika son fermentasyonda bekletilmiş, ardından 225°C'de 25 dakika pişirilmiştir.

### 2.2.2.Ekmeklerde yapılan analizler

Ekmek kütlelerinin ölçülmesi: Pişirilen ekmekler 1 saat soğutulduktan sonra tartılarak kütleleri gram cinsinden belirlenmiştir. (Elgün ve ark., 2003).

Ekmek hacminin ölçülmesi: Ekmekler piştikten sonra bir saat soğutulmuş ve kolza tohumu kullanarak hacim esasına göre hacimleri mililitre (mL) cinsinden tespit edilmiştir (Elgün ve ark., 2003).

Ekmeğin spesifik hacminin ölçülmesi: Ekmek hacimleri, kütlelerine bölünerek mL/g cinsinden spesifik hacim değerleri elde edilmiştir (Elgün ve ark., 2003).

Ekmek için renk değerlerinin ölçülmesi: Hazırlanan ekmeklerin renk değerleri üç paralelli olarak Minolta Colorimetri cihazı kullanılarak ölçülüp, sonuçlar Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIELAB; Comission Internationale de l'Eclairage) formülüne göre değerlendirilmiştir (Kotancılar, 2015).

Ekmek için tekstür özelliklerinin belirlenmesi: Tekstür analizleri Carr ve Tadini (2003)'nin önerdiği yöntem modifiye edilerek gerçekleştirilmiştir. Ekmek için analizlerinde kullanılan cihaz 50 mm çapındaki proba sahip SMS (Stable Micro System, model TA-XT,plus, England) analiz cihazıdır. Analizler 2 paralel olarak yürütülmüştür. Kütle, hacim ve renk analizleri yapıldıktan sonra polietilen (PE) poşetlere yerleştirilen ekmekler 24 saat ve 48 saat depolama sonrasında ekmek içleri ayrılarak TPA analizleri gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel analiz: Deneme planına göre 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerden elde edilen değerlere göre SPSS programında varyans analizi yapılmıştır. Daha sonra önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testiyle karşılaştırılmıştır (Yıldız ve Bircan, 2003).

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1.Ekmeklerin Kütle, Hacim ve Spesifik Hacim Değerleri

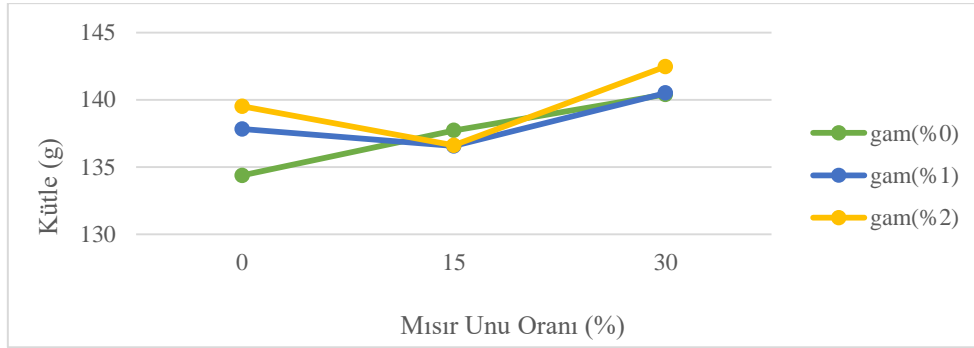
Tablo 1'de gösterildiği gibi, mısır unu seviyesi, farklı oranlarda mısır unu ve gam katkılı ekmeklerin kütleleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Hacimleri ve spesifik hacimleri üzerinde ise bütün varyans kaynaklarının çok önemli derecede etkili olduğu görülmektedir. Özellikle hacim değerleri üzerindeki bu etkinin nedeni, mısır unu oranı ne kadar yüksek olursa, yapının o kadar sıkı olması ve dolayısıyla daha düşük hacimli ekmek elde edilmesidir.

**Tablo 1.** Ekmeklerin kütle, hacim ve spesifik hacim değerlerine ait varyans analiz sonuçları

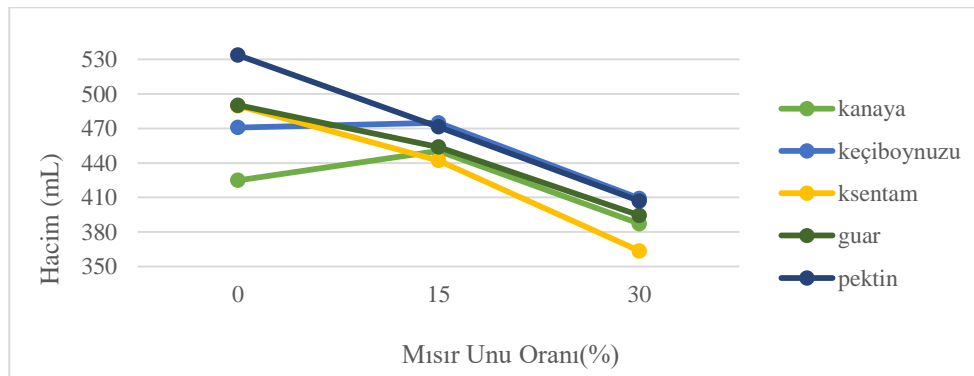
Varyasyon Kaynakları	Kütle (g)			Hacim (mL)		Spesifik Hacim	
	S	KO	F	KO	F	KO	F
Mısır Unu Seviyesi (A)	2	138,53	6,56*	65221,34	180,93**	4,38	176,98**
Gam Çeşidi (B)	4	19,48	0,93	6550,26	18,17**	0,39	15,92**
Gam Seviyesi (C)	2	29,10	1,37	20984,54	58,21**	1,22	49,54**
AXB	8	19,61	0,93	2969,26	8,23**	0,16	6,75**
AXC	4	27,08	1,28	3632,42	10,07**	0,19	7,99**
BXC	8	16,68	0,79	1921,16	5,33**	0,12	4,78**
AXBXC	16	21,66	1,02	1116,46	3,09**	0,07	2,77**
HATA	45	21,10		360,46		0,02	

\* p&lt;0,05 düzeyinde önemli

\*\* p&lt;0,01 düzeyinde çok önemli

**Şekil 1.** Üretilen ekmeklerin kütlelerini etkileyen mısır unu oranı ve gam oranı etkileşimi

Şekil 1’de incelendiğinde gam kullanılmayan ekmeklerde mısır unu oranı arttıkça ağırlığın arttığı gözlenmektedir. %1 ve %2 oranlarında gam kullanılan ekmeklerde ise mısır unu oranı %0’dan %15’e yükseltildiğinde ağırlığın azaldığı gözlenmektedir.

**Şekil 2.** Üretilen ekmeklerin hacimlerini etkileyen mısır unu oranı ve gam çeşidi etkileşimi

Şekil 2’de pektin, guar ve xantham gum ilave edilen ekmeklerde ise mısır unu oranı arttıkça hacmin azaldığı görülmektedir.

Mısır unu katkısı arttıkça kütle değerinin arttığı fakat hacim değerinin azaldığı tespit edilmiştir. Çünkü mısırlı ekmeklerde depo proteini olarak zein baskın gelmektedir. Sağlam bir hamur yapısının oluşmamasından dolayı düşük hacimli daha yoğun ekmekler oluşmaktadır (Shukla ve ark., 2001). Ekmeklerin kütle ve hacim değerlerinde kontrol gruplarına en yakın değerleri ise %1 pektin ve %15 mısır unu seviyesi eklenen ürünler vermektedir. Glütensiz ekmek üretimlerinde ekmek kalitesinin sağlanabilmesi için gam kullanımı gerekliliği büyük önem arz etmektedir (Demirkesen, 2013).

Yapılan bir çalışmada mısır unu, mısır nişastası ve patates nişastası ile elde edilen ekmeklerde hacim artışını sağlamak için guar gamın kullanıldığı görülmektedir (Gambus ve ark., 2001). Yine başka bir çalışmada kek formülasyonlarının içerisine glütensiz un ve xanthan gum eklenmiştir. Sadece glütensiz un karışımı ile hazırlanan keklerde hacimlerinin ve viskozitelerinin düşük olduğu gözlenmiştir. %0,25 xanthan gum ilave edilen formüllerde ise ürünlerin sıkıştırma kuvveti ve yükseklik açısından buğday unu ile yapılan keklere benzer olduğu görülmüştür. Sonuçlar incelendiğinde ise xanthan gum ilavesinin hamur viskozitesini ve kek yüksekliğinin arttırdığı aynı zamanda kalite özelliklerini iyileştirdiği belirtilmiştir (Breckon ve ark., 2008).

Çalışmamızda ise hacim üzerindeki aynı etkileri pektin gamın verdiği görülmektedir. Benzer çalışmalarda da görüldüğü gibi gam kullanımının ürünlerin hacmi başta olmak üzere birçok kalite özelliklerini olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

### 3.2. Ekmek İçlerine Ait L, a ve b Renk Değerleri

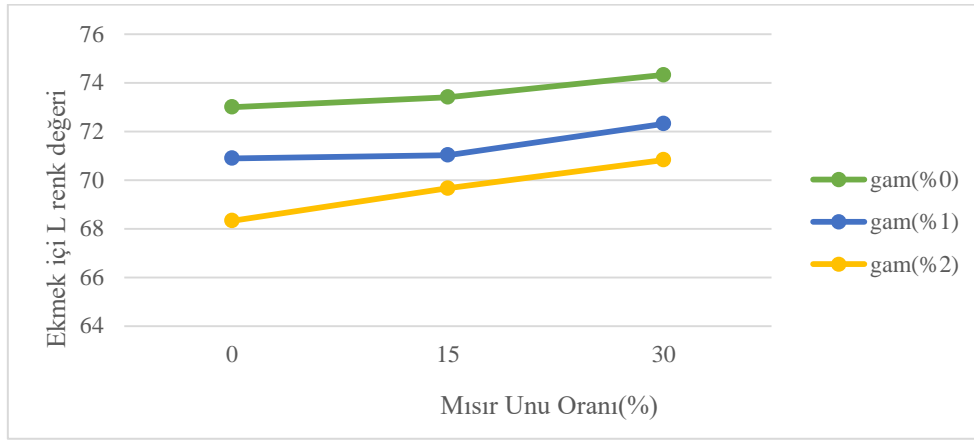
Tablo 2’de görüldüğü gibi L renk değerinde mısır unu seviyesi çok önemli ( $p < 0,01$ ) derecede, gam seviyesi ise önemli derecede ( $p < 0,05$ ) etkili olmuştur. Mısır unu seviyesi a renk değerinde çok önemli ( $p < 0,01$ ) derecede etkili olurken, mısır unu seviyesi, gam seviyesi ve mısır unu seviyesi x gam seviyesi interaksyonu b renk değerinde çok önemli ( $p < 0,01$ ) derecede etkili olmuştur.

**Tablo 2.** Ekmek içlerine ait renk değerlerinin varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	L			a		b	
	S	KO	F	KO	F	KO	F
Mısır Unu Seviyesi(%)(A)	2	111,63	20,17**	0,46	9,96**	1727,05	820,56**
Gam Çeşidi(B)	4	5,95	1,08	0,02	0,52	0,86	0,41
Gam Seviyesi(%)(C)	2	27,07	4,89*	0,11	2,49	42,35	20,12**
AxB	8	1,02	0,18	0,02	0,38	0,4	0,19
AxC	4	2,05	0,37	0,02	0,39	20,26	9,63**
BxC	8	3,09	0,56	0,06	1,37	0,63	0,29
AxBxC	16	0,97	0,18	0,04	0,78	0,64	0,31
HATA	45	5,53		0,05		2,11	

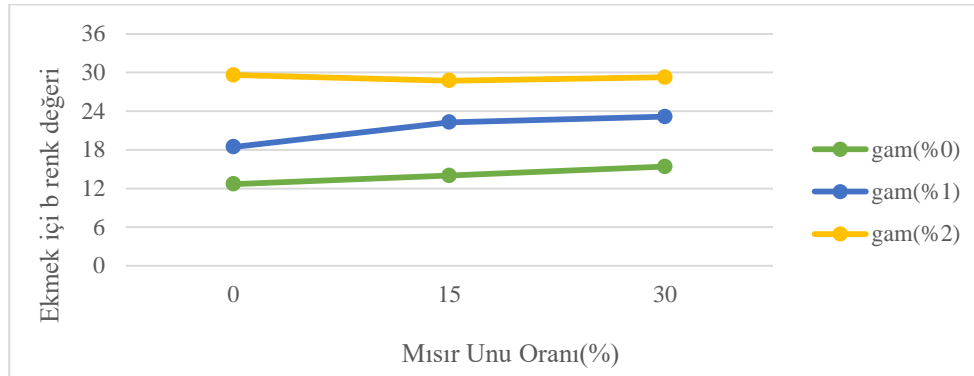
\*  $p < 0,05$  düzeyinde önemli

\*\*  $p < 0,01$  düzeyinde çok önemli



**Şekil 3.** Ekmek içinin L renk değerini etkileyen mısır unu oranı ve gam oranı etkileşimi

Şekil 3’de görüldüğü gibi mısır unu oranı %30 olan ve gam kullanılmayan ekmek içlerinde en yüksek L renk değeri elde edilmiştir. İlave edilen mısır unu oranı arttıkça ve gam oranı azaldıkça renkte açılma gözlenmiştir. Yapılan bir çalışmada yenilebilir kaplama malzemesi olarak mısır unlarının bazı kalite özellikleri ölçülmüştür. Renk özelliklerine bakıldığında mısır unlarının genelde daha açık renkli sonuçlar verdikleri belirtilmiştir (Kılınççeker ve Hepsağ, 2010).



**Şekil 4.** Ekmek içinin b renk değerini etkileyen mısır unu oranı ve gam oranı etkileşimi

Şekil 4 incelendiğinde en yüksek b renk değeri mısır unu oranı %0 ve gam oranı %2 olan ekmek içlerinde görülmüştür. Bu durumda mısır unu olmadan gam ilavesi ile de sarı renk pigmentlerinin arttığı söylenebilir.

Mısır unu katkısı arttıkça ekmek içinin L renk değerinde azalma, +b renk değerinde artış görülmektedir. Gam seviyesi arttıkça L, a ve b renk değerleri de artmaktadır. Ekmek içlerinde kontrol gruplarına en yakın değerleri ise; L renk değerinde %1 guar gam ve %2 pektin gam ve %15 mısır unu seviyesi eklenen ürünler, a renk değerinde %1 pektin ve %30 mısır unu seviyesi eklenen ürünler, b renk değerinde ise %1 guar gam ve %0 mısır unu seviyesi eklenen ürünler vermektedir.

Yapılan bir çalışmada da Fransız ekmeğine benzer glutensiz ekmek üretmek için pirinç unu, mısır unu, patates nişastası, mısır nişastası, maya, tuz, bitkisel yağ ve su kullanarak denemeler yapılmıştır.

Bunlara ilave olarak %1 karboksimetil selüloz, %1,9 guar gam, %2,3 hidroksipropil metil selüloz, %0, xanthan gum, %5 karabuğday unu, %5 yumurta tozu, %5 peynir altı suyu tozu eklenerek farklı ürünler üretilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde guar gam ve hidroksipropil metil selüloz kullanılan örneklerde hacim ve yumuşaklıkta artış gözlenmiştir. Sadece guar gam ilave edilen örneklerde Fransız ekmeğine yakın renk ve gözenek yapısı tespit edilmiştir (Mazaizeve ve ark., 2009). Çalışmamızda da görüldüğü üzere ürünlere guar gam ve pektin gam eklenmesi renk değerlerini olumlu yönde etkilemektedir.

### 3.3. Ekmeklerin TPA Analizlerinden Yapışkanlık, Sertlik ve Elastikiyet Değerleri

#### 3.3.1. Yapışkanlık

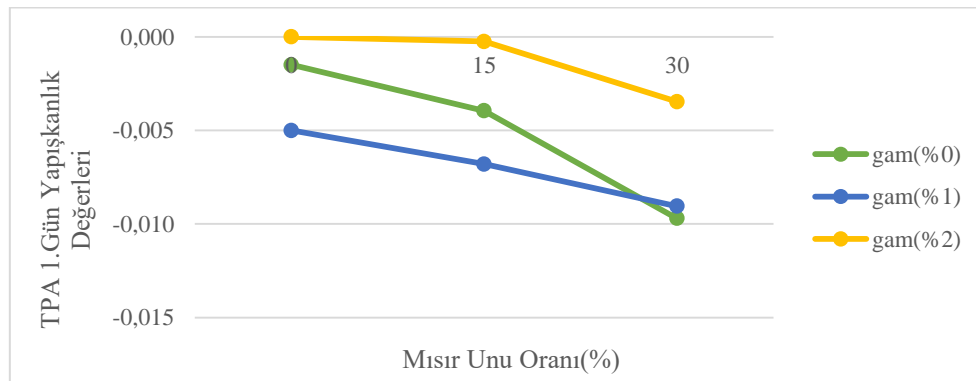
Tablo 3'te görüldüğü gibi F değerinde mısır unu seviyesi, gam çeşidi ve gam seviyesi 1. ve 2. gün için de çok önemli derecede etkili olduğu, mısır unu seviyesi x gam çeşidi x gam seviyesi interaksyonu ise 1.günde önemli derecede etkili olduğu görülmektedir. Gam çeşidi x gam seviyesi interaksyonu 1.günde ve 2.günde çok önemli derecede etkili olmaktadır.

**Tablo 3.** Ekmeklerin 1. ve 2. gün yapışkanlığa ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S	Yapışkanlık			
		1.Gün		2.Gün	
		KO	F	KO	F
Mısır Unu Seviyesi (%) (A)	2	0	14,3**	26,65	579,79**
Gam Çeşidi (B)	4	0	8,1**	5,86	127,52**
Gam Seviyesi (%) (C)	2	0	14,72**	2,63	57,24**
AXB	8	3,2E-5	1,95	5,86	127,54**
AXC	4	1,4E-5	0,86	2,63	57,31**
BXC	8	9,62E-5	5,87**	1,73	37,70**
AXBXC	16	3,63E-5	2,21*	1,73	37,69
HATA	45	1,63E-5		0,04	

\* p<0,05 düzeyinde önemli

\*\* p<0,01 düzeyinde çok önemli



**Şekil 5.** Ekmeklerin TPA yapışkanlık 1. gün değerini etkileyen mısır unu oranı ve gam oranı etkileşimi



Şekil 5’de mısır unu oranı arttıkça yapışkanlık değerlerinin azaldığı, en düşük yapışkanlığın %0 gam oranında ve %30 mısır unu seviyesinde olduğu görülmektedir. Gam Oranı %2 olan ekmeklerde mısır unu seviyesinin %30’a çıkarılmasıyla yapışkanlık değerinde artış olmaktadır.

Mısır unu ve gam katkılı ekmeklerde mısır unu seviyesi ve gam seviyesi arttıkça 1. gün yapışkanlık değerlerinin pozitif olarak arttığı görülmektedir. 2. gün mısır unu ve gam katkısındaki artış yapışkanlık değerlerini olumsuz etkilemektedir. Özellikle xantham gumın ekmeğin özelliklerini iyileştirdiği ancak oranı arttıkça olumsuz etki gösterdiği bilinmektedir (Hayıt, 2018). Depolama süresi arttıkça yapışkanlık değerlerinin olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. Yapışkanlık değerlerinin ürünün nem seviyesine bağlı olduğu ve depolama süresinin artması ile nem seviyesindeki düşüşten dolayı değerler azalma eğilimi göstermektedir (Yalçın ve Şeker, 2016).

Ahmed ve Thomas (2017) tarafından yapılan çalışmada buğday ununa xantham gum, guar gamın  $\beta$ -glukan diyet lifi ilave edilmiştir. Ekmeğin bayatlama, hamurun yapışkanlık ve uzayabilirlik özellikleri incelenmiştir. %0,125-0,5 aralığında ilave edilen gamların olduğu formülasyonlarda hamurda uzayabilirlik ve yapışkanlık özellikleri benzer sonuçlar göstermiştir. 0,25g/100g gam ilavesi ile daha kabul edilebilir hamur yapısı olduğu gözlenmiştir.

### 3.3.2.Sertlik

Tablo 4’de 1.gün ve 2.gün TPA sertlik değerlerinde mısır unu seviyesinin (%0, %15, %30), gam çeşidinin ve gam seviyesinin (%0, %1, %2) çok önemli derecede etkili olduğu görülmektedir.

<b>Tablo 4. Ekmeklerin 1. ve 2. gün sertliğe ait varyans analiz sonuçları</b>					
Varyasyon Kaynakları	S	Sertlik(N)			
		1.Gün		2.Gün	
		KO	F	KO	F
Mısır Unu Seviyesi (%) (A)	2	132,84	150,35**	175,54	78,32**
Gam Çeşidi (B)	4	29,53	33,42**	46,19	20,61**
Gam Seviyesi (%) (C)	2	97,69	110,57**	201,48	89,89**
AXB	8	5,67	6,42**	3,84	1,71
AXC	4	3,47	3,93**	15,17	6,77**
BXC	8	14,85	16,81**	16,88	7,53**
AXBXC	16	4,03	4,56**	3,49	1,56
HATA	45	0,88		2,24	

\* p<0,05 düzeyinde önemli

\*\* p<0,01 düzeyinde çok önemli

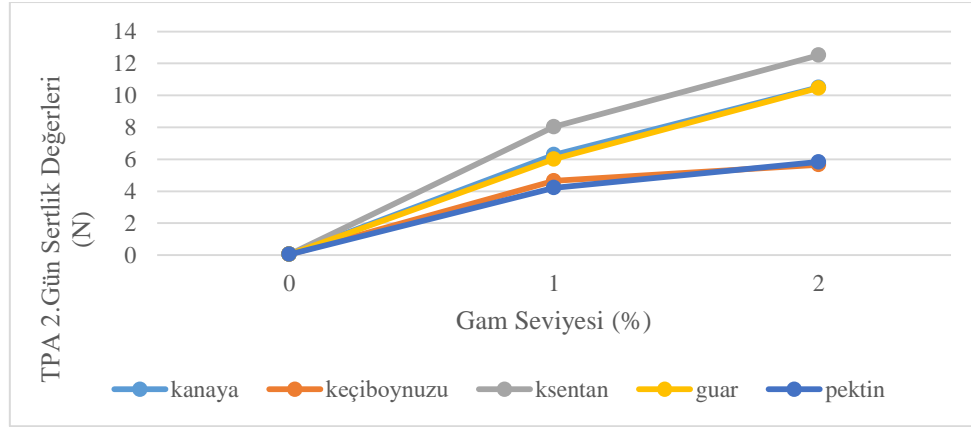
Tablo 5’te verilen sonuçlara göre mısır unu seviyesi arttıkça sertliğin arttığı görülmektedir. Mısır ununda gluten bulunmadığından dolayı mısır unu ilaveli ekmeklerde gaz tutma kapasitesi çok düşüktür. Pişirme sonucunda ise daha düşük hacimli ürünler elde edilmektedir (Özkaya ve Özkaya,

1992). Düşük hacim daha yoğun bir yapıya neden olmakla birlikte analiz sırasında gösterilen kuvvete karşı direnç oluşturmaktadır (Köten ve Ünsal, 2021).

**Tablo 5.** Ekmeklerin mısır unu değişkenine ait 1. Ve 2. Gün TPA analiz sonuçlarından sertlik ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma test sonuçları

Mısır Unu Seviyesi (%)	N	Sertlik (N)			
		1.Gün		2.Gün	
		Ortalama	SD	Ortalama	SD
0	30	3,37	±2,07a	4,14	±2,47a
15	30	4,93	±1,58b	5,95	±2,53b
30	30	7,54	±3,7c	8,93	±4,57c

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)



**Şekil 6.** Ekmeklerin TPA sertlik 2. gün değerini etkileyen gam oranı ve gam çeşidi etkileşimi

Şekil 6'da görüldüğü üzere 2.gün sertlik sonuçlarında en yüksek değer %2 seviyesinde xanthan gumdur. Bütün gam çeşitlerinde gam seviyesi arttıkça sertlik değerlerinin de arttığı görülmektedir.

Shiraldi ve ark. (1996), yaptıkları çalışmada kullanılan hidrokolloidlerin ekmek kalitesini iyileştirdiği ve nişasta retrogradasyonunu geciktirdiğini gözlemlemişlerdir. Fakat ekmeğin bayatlama hızında etkisi olmadığı ve su tutma kapasitesi yüksek olan hidrokolloidlerin ekmeğin sertleşme hızını arttırdığını da belirtmişlerdir.

Çalışmamızda ise mısır unu seviyesi ve gam seviyesindeki artış 1. gün analiz sonuçlarında sertlik değerlerini olumlu etkilemiştir. 2. gün mısır unu ve gam seviyesindeki artış sertliği olumsuz etkiler. 24 saat ve 48 saat depolanan ekmeklerin sertliğinin, saklama süresi arttıkça arttığı gözlemlenmiştir.

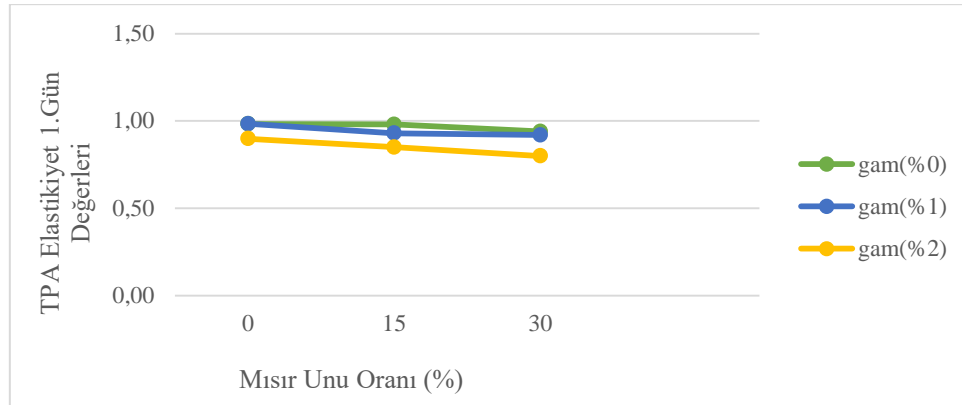
Yapılan bir çalışmada glutensiz ekmeklerin sertlik değerleri 24 ve 72 saatlik depolama sonrasında ölçülmüştür. Depolama süresine bağlı olarak sertlik değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir (Doğan, 2012).

### 3.3.3.Elastikiyet

Tablo 6’da görüldüğü üzere 1.gün ve 2.gün sonuçlarında elastikiyet değeri üzerinde mısır unu seviyesinin (%0, %15, %30), gam çeşidinin ve gam seviyesinin (%0, %1, %2) çok önemli derecede etkili olduğu görülmektedir.

Varyasyon Kaynakları	S	Elastikiyet			
		1.Gün		2.Gün	
		KO	F	KO	F
Mısır Unu Seviyesi (%) (A)	2	0,11	567,29**	0,147	263,71**
Gam Çeşidi (B)	4	0,001	5,61**	0,003	5,93**
Gam Seviyesi (%) (C)	2	0,02	101,13**	0,03	56,76**
AXB	8	0,002	9,09**	0	0,55
AXC	4	0,006	27,97**	0,001	2,15
BXC	8	0,001	3,35**	0,002	3,19**
AXBXC	16	0,001	5,21**	0,001	1,12
HATA	45	0		0,001	

\* p<0,05 düzeyinde önemli      \*\* p<0,01 düzeyinde çok önemli



Şekil 7. Ekmeklerin elastikiyet 1. gün değerini etkileyen mısır unu oranı ve gam oranı etkileşimi

Şekil 7 incelendiğinde mısır unu seviyesi ve gam seviyesi arttıkça ekmek için elastikiyetinin azaldığı görülmektedir.

Mısır unu oranı arttıkça 1.ve 2.gün analiz sonuçlarında elastikiyetin azaldığı görülmektedir. Gam oranı arttıkça 1.ve 2.gün analizlerinde elastikiyet azalmaktadır. Elastikiyet değerlerinde 1. ve 2.gün analiz sonuçlarına bakıldığında kontrol gruplarına en yakın değerleri %15 mısır unu katkısı vermiştir. Mısır unu oranı %15’den %30’a çıkartıldığında elastikiyet değerleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Depolama süresi arttıkça da elastikiyet değerlerinde düşüş olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada pandispanya keklerine farklı oranlarda mısır unu ilavesi yapılmıştır. Mısır unu oranı arttıkça

elastikiyetin önemli derecede azaldığı görülmüştür. Ayrıca mısır unu ilavesinin ürünlerde sertliği arttırdığından dolayı esnekliği düşürdüğü belirtilmiştir (Köten ve Ünsal, 2021).

Yüksel (2019) tarafından yapılan çalışmada buğday ununa hidrokolloid ilave edilerek elde edilen hamurların reolojik özellikleri ve sorasında elde edilen ekmeklerin tekstür profil analizleri incelenmiştir. Hamurlarda viskozite değerleri azalırken, elastikiyet oranlarında artış gözlenmiştir. Çalışmamızda ise şekil 7'de görüldüğü gibi gam oranı ile birlikte mısır unu seviyesi arttıkça elastikiyetin azaldığı görülmektedir. Mısır unu ilavesi olmayan ürünlerde gam kullanımının elastikiyeti olumlu yönde etkilerken, mısır unu kullanımı arttıkça elastikiyet değerlerinde düşüş olduğu görülmektedir.

#### 4. Sonuç

Yapılan çalışmada mısır unu ve gam katkılı üretilen ekmeklerde kütle, hacim ve spesifik hacim ölçümleri, ekmek içi renk değerlerinin ölçümü ve tekstür analizlerinden yapışkanlık, sertlik ve elastikiyet değerlerinin ölçümü yapılmıştır. Sertlik değeri; ekmeğin kuvvet altındaki deformasyonu için gerekli olan gücü ifade eder. Duyusal olarak ise dişler ile örneği sıkıştırmak için gerekli gücü tanımlar, birimi Newton ( $\text{kg.m/s}^2$ ) 'dur. Yapışkanlık değeri; ilk sıkıştırmadan sonra eğer oluştu ise negatif alana işaret etmektedir. Besin yüzeyi ile besinlerin ilişkide olduğu dil, diş, damak gibi yüzeylerin arasındaki çekim kuvvetlerine karşı koymak için gerekli olan güçtür, birimi N.s' dir. Elastikiyet değeri; ilk sıkıştırma yapıldıktan sonra ürünün eski yüksekliğine ne kadar çıkabildiğini ifade eder. İkinci sıkıştırmada ürün yüksekliğinin, ürünün orijinal yüksekliğine bölünmesiyle bulunur (Ertaş ve Doğruer, 2010).

TPA değerlerinin analiz sonuçlarına bakıldığında; kontrol grubuna yakın değerleri %15 mısır unu seviyesinde guar gam ve karaya gam katkılı ekmeklerin verdiği görülmektedir. Çınar ve Dizlek (2018) tarafından yapılan çalışmada da kek hamurlarına guar ve xanthan gum farklı oranlarda (%0,15, %0,30, %0,45, %0,60 ve %0,75) ilave edilerek son üründe kalitesine etkileri incelenmiştir. Hamur yoğunluğu, pişme kaybı, hacim, özgül hacim ve tekstürel özellikleri açısından belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Guar ve xanthan gumun %0,30-0,45 oranlarında kek formülasyonlarına eklendiğinde başarılı sonuçlar elde edildiği rapor edilmiştir.

Ekmek içi renk değerleri sonuçlarına bakıldığında ise xanthan gum ve pektin kullanılan ekmeklerin genel olarak en iyi değerleri %15 mısır unu düzeyinde verdiği sonucuna varılmıştır. Mısır unu kullanımı ölçülen renk değerlerini etkilemektedir.

Formülasyonlarda kullanılan xanthan gum, guar gam ve pektinin ekmek yapımında hamurun kolay işlenmesine yardımcı olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle yoğurma ve şekil verme sırasında xanthan gumun akış özelliği sayesinde topaklaşma önlenmekte ve hamur homojenitesi gelişmektedir. Bunun sonucunda ürünün hacmi artarken pişmiş ürünlerde uniform gözenek yapısını sağlamaktadır (Vardar, 2017). Glütensiz makarnalar ile yapılan bir çalışmada da formülasyona modifiye nişasta, xanthan gum ve keçiyoynuzu gam ilave edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde elde edilen ürünlerin buğday unu

kullanılarak üretilen makarnalar ile büyük ölçüde benzerlik gösterdiği ve hamurun işlenmesini kolaylaştırdığı belirtilmiştir (Huang ve ark., 2001).

Pektin ve guar gam gibi hidrokolloidlerin formülasyonlara eklenmesi; glüten ağına benzer ağ oluşturma, doku özelliklerinin iyileştirme, kıvamı arttırma, emülsiyonları stabilize etme ve son ürün kalitesini arttırma gibi özelliklerinden dolayı glutensiz fırıncılık ürünlerinde tercih edilmektedir (Turkut, 2015). Gambus ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada da mısır unu, mısır nişastası ve patates nişastası ile elde edilen ekmeklerde hacim artışını sağlamak için guar gamın kullanıldığı görülmektedir.

### **Teşekkür**

PRJ2016/248 numaralı projeye desteklerinden dolayı Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### **Kaynakça**

- Ahmed J., Thomas L., Effect of xanthan and guar gum on the pasting, stickiness and extensional properties of brown wheat flour/ $\beta$ -glucan composite doughs, LWT 2018; 87: 443-449.
- Algül I. Mısır ununda aflatoksin, okratoksin a ve ağır metal içeriklerinin belirlenmesi ve kemometrik olarak değerlendirilmesi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir, Yüksek Lisans Tezi, 2012.
- Anıl M., Durmuş Y., Tarakçı Z. Farklı gamlar içeren mısır unlu ve fırınlanmış mısır unlu tarhanaların viskozitelerinin kıyaslanması. Ordu Üniversitesi Bilim Teknik Dergisi 2016; 6(2): 128-135.
- Bozdoğan N. Glutensiz kek formülasyonlarında hidrokolloid ve diyet lifi kullanımının hamur reolojisi ve kek kalitesi üzerine olan etkilerinin incelenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Yüksek Lisans Tezi, 2015.
- Breckon DN., Garrison SJ., Gee DL. 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 2008; 103(9): 207.
- Çınar B., Dizlek H. Farklı tip ve düzeylerde hidrokolloid kullanımının sufle kek kalitesine etkisi. Gıda 2018; 43, 1100–1115.

- Demirkesen I. Kızılötesi-mikrodalga kombinasyonlu fırın için glutensiz ekmek formülasyonlarının geliştirilmesi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 2013.
- Demirtaş Ö. Keçiboynuzu çekirdeklerinden gam üretim yollarının araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- Doğan H. Ekmek teknolojisinde yapıyı etkileyen hidrokolloidlerin reolojik ve mikroskopik yöntemlerle incelenmesi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu, Yüksek Lisans Tezi, 2012.
- Elgün A., Ertugay Z., Certel M., Kotancılar HG. Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu (Düzeltilmiş 3. Baskı). Atatürk Üniversitesi Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Ders Kitapları Serisi No: 82; 245, 2002.
- Ergin A. Çölyak hastalarına özel bisküvi, erişte ve pide üretimi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- Gambus H., Nowatra A., Ziobro R., Gumul D., Sikara M. The effect of use of guar gum with pectin mixture in gluten-free bread, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* 2001; 4: 2.
- Gültekin F., Akın S., Elgün A. Ekmek hakkında güncel bir değerlendirme: sağlık etkileri, gıda katkı maddeleri ve helallik sorunu. *Journal of Halal Life Style* 2019; 1(1): 17.
- Gwirtz J., Casal M. Processing maize flour and corn meal food products. *Annals of the New York Academy of Sciences* 2014; 1312(1); 66-75.
- Hayıt F. Çölyak hastalarına yönelik kısmi pişirilerek dondurma yöntemi ile glutensiz ekmek üretimi ve kalitesinin araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Yüksek Lisans Tezi, 2018.
- Huang JC., Knight S., Goad C. Model prediction for sensory attributes of non-gluten pasta, *Journal of Food Quality* 2001; 24: 495-511.
- İşleroğlu H., Dirim SN., Kaymak Ertekin F. Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *Ege Üniversitesi Gıda Dergisi* 2009; 34(1): 29-36.
- Ildız N. Emülgatörlerin glutensiz ekmek üretiminde kullanılma olanaklarının araştırılması. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Iğdır, Yüksek Lisans Tezi, 2015.
- Kılınççeker O., Hepsağ F. Kaplama malzemesi olarak mısır unlarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2010; 5(2): 20-27.
- Kotancılar HG. Laboratuvar teknikleri ve enstrümental analiz uygulama kılavuzu. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Yayınları 2015; 245: 245.
- Köten M., Ünsal AS. Mısır unu ilavesinin pandispanya tipi keklerin marfogeometrik, fonksiyonel ve tekstürel özelliklerine etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimi Dergisi* 2021; 25(2): 172-184.
- Mezaize S., Chevallier S., Bail L., Lamballerie MD. Optimization of gluten-free formulations for frenchstyle breads. *Journal of Food Science* 2009; 74(3): 140-146.

- Özkaya B., Özkaya H. Mısır katkıları unların teknolojik özelliklerine vital gluten ve SSL'nin (Na-Stearoyl-2-Lactylate) etkileri. A.Ü. Ziraat Fakültesi, Gıda Bilimi Ve Teknolojisi Bölümü, Gıda, 1992; 17(6): 419-426.
- Ryu HS., Park NE., Lee KH. Effect of dietary fiber on the in-vitro digestibility of fish protein. J. Korean Soc Food Nutr. 1992; 21(3): 255-262.
- Schiraldi A., Piazza L., Brenna O., Vittadini E. Structure and properties of bread dough and crumb. Journal of Thermal Analysis 1996; 47: 1339-1360.
- Shukla R., Cheryan M. Zein: the industrial protein from corn. Industrial Crops and Products 2001; 13(3): 171-192.
- Sungur B. Ekmek yapımında hidrokolloidlerin kullanılması. Journal of Tourism and Gastronomy Studies 2018; 6(1): 41-53.
- Şahin S. Türkiye'de mısır ekim alanlarının dağılışı ve mısır üretimi. Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 2001; 21(1): 73-90.
- Turkut GM. Ekşi maya ile glutensiz ekmek üretiminde hamur reolojisi ve ürün özelliklerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Yüksek Lisans Tezi, 2015.
- Yalçın MY. Şeker M. Effect of salt and moisture content reduction on physical and microbiological properties of salted, pressed and freeze dried turkey meat. LWT-Food Science and Technology 2016; 68: 153-159.
- Yıldız N., Bircan H. Araştırma ve deneme metotları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 2003; 266.
- Yılmaz Y., Doğan İ. Glutensiz ekmek karışımlarının kalite ve bileşenler yönünden değerlendirilmesi. Gıda Dergisi 2015; 40(6): 335-342.
- Yüksel F. Agar ve selüloz gam ilavesinin kavılca un ve ekmeğinin reolojik ve dokusal özellikleri üzerine etkisi, Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi 2019; 9(2): 855-861.
- Vardar US. Patates lifinin karakterizasyonu ve glutensiz ekmeğin tekstürel ve teknolojik özelliklerine etkisi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi, 2017.