

GLUTENSİZ ERİŞTE ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA

A STUDY ON PRODUCTION OF GLUTEN FREE
NOODLES

SEDA YALÇIN

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

2005

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

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

Başkan :

Prof. Dr. Hamit KÖKSEL

Üye :

Prof. Dr. Berrin ÖZKAYA

Üye :

Öğr. Gör. Dr. Arzu BAŞMAN (Danışman)

ONAY

Bu tez/....../2005 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

....../....../2005

Prof. Dr. Ahmet ÖZDURAL

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

GLUTENSİZ ERİŞTE ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Seda Yalçın

ÖZ

Tahıl ürünleri, bazı kişilerde çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir. Çölyak hastalığı da bunlardan biri olup glutene karşı hassasiyet yüzünden oluşan bir bağırsak emilim düzensizliğidir. Çölyak hastalarının buğday, çavdar, arpa, tritikale ve yulaftan kaçınmaları gerekmektedir. Mısır, pirinç, millet, sorgum gibi diğer tahıllar, amarant ve quinoa gibi tahıl benzerleri güvenilir hammaddeler arasındadır. Glutensiz bir diyet çölyak hastalığının tedavisinde etkin rol oynamaktadır. Ancak bu kez de bu tip gıdalarda gerekli ağ yapının oluşmasını sağlayan gluten fraksiyonunun yerine formülasyona girecek hammaddelerin aranması gündeme gelmektedir. Bu tür problemlerin çözümünde hammaddeye uygulanacak jelatinizasyon gibi çeşitli işlemler, proteinlerin enzimlerle modifikasyonu ve çeşitli gamların ilavesi gibi yöntemler kullanılabilmektedir.

Glutensiz erişte raf ömrünün uzun olması ve kontrollü şekilde üretimin yapıldığı merkezden diğer bölgelere ulaştırılabilme olanağı ile çölyak hastaları için iyi bir seçenek oluşturmaktadır. Bu çalışmada pirinç veya mısır unundan glutensiz erişte üretimi araştırılmıştır. Pirinç ve mısır ununun hamur oluşturma özelliğini geliştirmek için pirinç unu %15, 20, 25, 30 oranında jelatinize edilmiş ve mısır unu %40, 60, 80 oranında jelatinize edilmiştir. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç veya mısır unu içeren erişte örnekleri pişme özellikleri (pişme süresi, pişme kaybı, toplam organik madde, su absorpsiyonu, hacim artışı), duyu özellikler (yüzey özellikleri, çiğneme özellikleri, çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri ve tat), tekstür analizörü ile belirlenen maksimum kuvvet ve renk değerleri açısından değerlendirilmiştir. %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu veya %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu içeren erişte örneklerinin diğer erişte örneklerine kıyasla daha iyi pişme özelliklerine ve duyu özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir.

En iyi kalite özelliklerine sahip pirinç veya mısır erişte örneği formülasyonuna gam (keçiboynuzu gamı veya ksantan gam, %3) veya transglutaminaz enzimi (%0.5)

(enzim ile inkübasyon süresi 1 veya 2 saat) veya her ikisi birden ilave edilmiş ve erişte örnekleri pişme özellikleri, renk, duyuşal özellikler ve tekstür özelliği ağışından değerlendirilmiştir. Pirinç ve mısır eriştelerinin pişme ve duyuşal özellikleri değerlendirildiğinde ksantan gam içeren erişte örneklerinin keçiboynuzu gamı içerenlere kıyasla daha iyi olduğu belirlenmiştir. Transglutaminaz (TG) ilavesi de erişte kalitesinde pişme ve duyuşal özellikler ağışından iyileşme sağlamıştır. Gam ilavesinin pirinç eriştelerinin tekstür analizi sonucuna etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ve keçiboynuzu gamı ilave edilmiş erişte örnekleri en yüksek maksimum kuvvet değerini vermiştir. TG nin pirinç erişte örneklerinin maksimum kuvvet değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsizdir. Pirinç eriştelerinin tekstür analiz sonuçlarının aksine, transglutaminaz mısır eriştelerinin maksimum kuvvet değerlerinde artışa sebep olurken gamın önemli bir etkisi olmamıştır. Pirinç eriştelerinin pişme kaybı ve TOM değerleri mısır eriştelerinkinden oldukça düşük bulunmuş, su absorpsiyonu ve hacim artışı değerlerinin ise benzer olduğu gözlenmiştir. Pirinç eriştelerine kıyasla, mısır erişte örnekleri için daha yüksek duyuşal puanlar ve daha düşük maksimum kuvvet değerleri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *ölyak hastalığı, Glutensiz erişte, pirinç, mısır, gam, transglutaminaz, kalite*

Danışman: Öğr. Gör. Dr. Arzu Başman, Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

A STUDY ON PRODUCTION OF GLUTEN FREE NOODLES

Seda Yalçın

ABSTRACT

Cereal products may cause various diseases in some people. Celiac disease is one of these which cause intestinal mucosal damage due to the sensitivity to gluten. Patients with celiac disease must avoid wheat, rye, barley, triticale and oat. Other cereals (including corn, rice, millet, sorghum) and pseudo-cereals (amaranth, quinoa) are safe. A diet without gluten plays an important role in the treatment of celiac disease. But this brings other issues during processing such as investigation for raw materials that can replace the gluten fraction which provides the essential network in cereal products. Various treatments on raw materials such as gelatinization, modification of proteins by enzymes and addition of various gums can be used to solve these kind of problems.

Gluten-free noodle is a good choice for celiac patients with a long shelf-life and ease of transportation from a controlled processing center. In this study, gluten-free noodle production from rice or corn flour was investigated. In order to improve the dough forming ability of rice and corn flour, the rice flour or corn flour was gelatinized at the levels of 15%, 20%, 25%, 30% and 40%, 60%, 80%, respectively. The noodle samples including rice or corn flour gelatinized at various levels were evaluated in terms of cooking properties (cooking time, cooking loss, total organic matter, water absorption, swelling volume), sensory properties (surface properties, chewing properties, mouthfeel after chewing and taste), maximum force determined by texture analyzer and color values. Noodle samples including rice flour gelatinized at a level of 25% or corn flour gelatinized at a level of 80% were found to have better cooking properties and sensory properties as compared to other noodle samples.

Gum (xanthan gum or locustbean gum, 3%) or transglutaminase enzyme (0.5%) (incubation time with enzyme is 1hr or 2 hr) or both of them were added to the formulation of the rice or corn noodle samples having best quality characteristics and the noodle samples were evaluated in terms of cooking properties, color, sensory properties and texture property. When the cooking and sensory properties

of the noodle samples were evaluated, it was found that the noodles samples including xanthan gum were better as compared to the ones including locustbean gum. Transglutaminase (TG) addition also caused an improvement in noodle quality in terms of cooking and sensory properties. The effect of gum addition on texture analysis result was found to be significant for rice noodles and the noodle samples including locustbean gum had the highest maximum force value. The effect of TG on maximum force values of rice noodle samples were insignificant. In contrary to the texture analysis results for rice noodle samples, transglutaminase caused an increase in maximum force values of the corn noodle samples while the gum did not cause a significant effect on maximum force values. The cooking loss and TOM values of rice noodles were found to be lower than those of corn noodles while the water absorption and swelling volume values were similar. As compared to rice noodles, higher sensory scores and lower maximum force values were obtained for corn noodle samples.

Key Words: *celiac disease, Gluten-free noodle, rice, corn, gum, transglutaminase, quality*

Advisor: Öğr. Gör. Dr. Arzu Başman, Hacettepe University, Food Engineering Department

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın belirlenmesi, planlanması ve yürütülmesinde bana yol gösteren, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam sayın Öğr. Gör. Dr. Arzu Başman'a

Çalışmam sırasında beni yönlendiren, hammaddelerimin teminini sağlayan ve bilgilerini esirgemeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Hamit Köksel'e ,

Çalışmayı proje olarak destekleyen Afyon Kocatepe Üniversitesi Araştırma Fonuna,

Proje yürütücülüğünü yapan Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanı sayın Prof. Dr. Abdullah Çağlar'a,

Duyusal değerlendirmeyi yapan arkadaşlarıma,

Renk ve tekstür analizlerini yaparken yardımlarından dolayı Uzman Yelda Zencir ve Uzman Selin Heybeli' ye,

Tez sonuçlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde bana yol gösteren Doç. Dr. Tülay Saraçbaşı ve Öğr. Gör. Dr. Serpil Aktaş'a,

Çalışma arkadaşlarıma ve Tülin Özderen'e,

Bana çalışmam sırasında desteğini esirgemeyen sevgili aileme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZ.....	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
EKLER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Çölyak Hastalığı	3
2.2. Çölyak Hastalığının Belirtileri.....	4
2.3. Çölyak Hastalığının Mekanizması	4
2.4. Gamların Özellikleri	5
2.4.1. Ksantan Gam	5
2.4.2. Keçiboynuzu Gamı	7
2.5. Transglutaminaz Enziminin Özellikleri	8
2.5.1. Transglutaminazın oluşturduğu ϵ -(γ -Glu)Lys bağının neden olduğu değişimler	9
2.5.1.1. Jel oluşturma.....	9
2.5.1.2. Viskozite.....	9
2.5.1.3. Termal stabilite.....	10
2.5.1.4. Su tutma kapasitesi.....	10
2.5.2. Transglutaminaz enzimi ile ilgili çalışmalar.....	10
2.6. Glutensiz Ürün Geliştirmek Amacıyla Yapılan Çalışmalar	15
2.6.1. Glutensiz Ekmek Üretimi Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	15
2.6.2. Glutensiz Bisküvi Üretimi Üzerine Yapılan Çalışmalar	16
2.6.3. Glutensiz Makarna Üretimi Üzerine Yapılan Çalışmalar	17
2.6.3.1. Öğütme metodlarının ve un partikül boyutunun glutensiz makarna ve erişte üretimi üzerine etkisi	17
2.6.3.2. Nişasta özelliğinin glutensiz makarna ve erişte üretimi üzerine etkisi	18

2.6.3.3. Isıl işlem uygulamasının glutensiz makarna ve erişte üretimi üzerine etkisi.....	18
2.6.3.4. Emülsifiye edici ajan llavesinin glutensiz makarna ve erişte üretimi üzerine etkisi	23
3. MATERYAL VE METOD.....	25
3.1. Materyal	25
3.2. Metot.....	25
3.2.1. Hammadde Analizleri	25
3.2.1.1. Rutubet miktarı tayini	25
3.2.1.2. Kül miktarı tayini.....	25
3.2.1.3. Protein miktarı tayini.....	25
3.2.1.4. Renk analizi	25
3.2.1.5. İmmünolojik Yöntemle (ELİSA) Gluten Belirlenmesi	26
3.2.2. Pirinç Eriştesi Üretimi	27
3.2.2.1. Nişasta jelatinizasyonu.....	27
3.2.2.2. Erişte üretimi	28
3.2.3. Mısır Eriştesi Üretimi	29
3.2.3.1. Nişasta jelatinizasyonu.....	29
3.2.3.2. Erişte üretimi	29
3.2.4. Erişte Örneklerinin Kalite Karakteristiklerinin Belirlenmesi	30
3.2.4.1. Pirinç ve mısır eriştelerinin pişme özellikleri	30
3.2.4.1.1. Pişme süresi tayini	30
3.2.4.1.2. Suya geçen madde miktarı (Pişme kaybı).....	30
3.2.4.1.3. Su absorpsiyonu	31
3.2.4.1.4. Hacim artışı.....	31
3.2.4.1.5. Toplam organik madde miktarı (TOM) tayini	31
3.2.4.2. Pirinç ve mısır eriştelerinin renk özellikleri.....	32
3.2.4.3. Pirinç ve mısır eriştelerinin duyu özellikleri	33
3.2.4.4. Pirinç ve mısır eriştelerinin tekstür özellikleri	34
3.2.5. İstatistiksel Değerlendirme	36
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	37
4.1. Pirinç ve Mısır Ununun Kalite Özellikleri	37
4.2. Pirinç Eriştesinin Kalite Özellikleri.....	37

4.2.1. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu ilavesinin pirinç eriştelerinin kalite özellikleri üzerine etkisi	37
4.2.1.1. Pişme özellikleri	37
4.2.1.1.1. Pişme süresi	37
4.2.1.1.2. Suya geçen madde miktarı (Pişme kaybı).....	38
4.2.1.1.3. Su absorpsiyonu	38
4.2.1.1.4. Hacim artışı.....	39
4.2.1.1.5. Toplam organik madde miktarı (TOM)	40
4.2.1.2. Renk özellikleri	41
4.2.1.3. Duyusal özellikler	41
4.2.1.4. Tekstür özellikleri	42
4.2.2. Gam ve Transglutaminaz ilavesinin pirinç eriştelerinin kalite özellikleri üzerine etkisi.....	43
4.2.2.1. Pişme özellikleri	43
4.2.2.1.1. Suya geçen madde miktarı (Pişme kaybı).....	43
4.2.2.1.2. Su absorpsiyonu	46
4.2.2.1.3. Hacim artışı.....	47
4.2.2.1.4. Toplam organik madde (TOM) miktarı	48
4.2.2.2. Renk özellikleri	49
4.2.2.3. Duyusal özellikleri	51
4.2.2.4. Tekstür özellikleri	53
4.3. Mısır Eriştesinin Kalite Özellikleri.....	54
4.3.1. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu ilavesinin mısır eriştelerinin kalite özellikleri üzerine etkisi	54
4.3.1.1. Pişme özellikleri	54
4.3.1.1.1. Pişme süresi	54
4.3.1.1.2. Suya geçen madde miktarı (Pişme kaybı).....	55
4.3.1.1.3. Su absorpsiyonu	55
4.3.1.1.4. Hacim artışı.....	56
4.3.1.1.5. Toplam organik madde (TOM) miktarı	56
4.3.1.2. Renk özellikleri	57
4.3.1.3. Duyusal özellikler	57
4.3.1.4. Tekstür özellikleri	58
4.3.2. Gam ve Transglutaminaz ilavesinin mısır eriştelerinin kalite	

özellikleri üzerine etkisi.....	59
4.3.2.1. Pişme özellikleri	59
4.3.2.1.1. Suya geçen madde miktarı (Pişme kaybı).....	59
4.3.2.1.2. Su absorpsiyonu	60
4.3.2.1.3. Hacim artışı.....	62
4.3.2.1.4. Toplam organik madde (TOM) miktarı	63
4.3.2.2. Renk özellikleri	64
4.3.2.3. Duyusal özellikler	65
4.3.2.4. Tekstür özellikleri	67
4.4. Pirinç Erişteleriyle Mısır Erişteleri Arasındaki Fark	68
SONUÇLAR.....	71
KAYNAKLAR	74
EKLER.....	81
ÖZGEÇMİŞ	91

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Ksantan gamın yapısı	6
Şekil 2.2. Keçiboynuzu gamının yapısı	7
Şekil 3.1. Gliadin standartlarına ait kalibrasyon eğrisi	27
Şekil 3.2. Erişte makinası	28
Şekil 3.3. Erişte için duyusal değerlendirme formu	34
Şekil 3.4. Tekstür ölçme cihazı ve makarna test aparatı	35
Şekil 3.5. Tekstür ölçme cihazında makarna test aparatıyla elde edilen eğri.....	35
Şekil 4.1. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun farklı gamlarla hazırlanan pirinç eriştelerinin pişme kaybı değerlerine etkisi	45
Şekil 4.2. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun farklı gamlarla hazırlanan pirinç eriştelerinin su absorpsiyonu değerlerine etkisi	46
Şekil 4.3. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun farklı gamlarla hazırlanan pirinç eriştelerinin hacim artışı değerlerine etkisi.....	48
Şekil 4.4. Pirinç eriştelerinin pişme kaybı değerleriyle TOM değerleri arasındaki ilişki	49
Şekil 4.5. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun farklı gamlarla hazırlanan mısır eriştelerinin su absorpsiyonu değerlerine etkisi.....	60
Şekil 4.6. Mısır eriştelerinin pişme kaybı değerleriyle TOM değerleri arasındaki ilişki	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Pirinç ve mısır ununun kalite özellikleri.....	37
Çizelge 4.2. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç erişmelerinin pişme özellikleri	39
Çizelge 4.3. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç erişmelerinin renk değerleri.....	41
Çizelge 4.4. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç erişmelerinin duysal özellikleri.....	42
Çizelge 4.5. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç erişmelerinin tekstür değerleri	42
Çizelge 4.6. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun pirinç erişmelerinin pişme özelliklerine etkisi	44
Çizelge 4.7. Gam çeşidinin pirinç erişmelerinin pişme özellikleri üzerine etkisi.....	45
Çizelge 4.8. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun pirinç erişmelerinin TOM değeri üzerine etkisi	49
Çizelge 4.9. Farklı gam ilave edilmiş ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun pirinç erişmelerinin renk özelliklerine etkisi	50
Çizelge 4.10. Gam çeşidinin pirinç erişmelerinin renk değerleri üzerine etkisi	51
Çizelge 4.11. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun renk değerleri üzerine Etkisi	51
Çizelge 4.12. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun pirinç erişmelerinin duysal özelliklerine etkisi.....	52
Çizelge 4.13. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun pirinç erişmelerinin tekstür değerine etkisi.....	53
Çizelge 4.14. Gam çeşidinin pirinç erişmelerinin tekstür değerine etkisi	54
Çizelge 4.15. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır erişmelerinin pişme özellikleri	56
Çizelge 4.16. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır erişmelerinin renk değerleri.....	57
Çizelge 4.17. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır erişmelerinin duysal özellikleri.....	58
Çizelge 4.18. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır erişmelerinin tekstür değerleri	58

Çizelge 4.19. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin pişme özelliklerine etkisi	61
Çizelge 4.20. Gam çeşidinin mısır eriştelerinin pişme özellikleri üzerine etkisi	62
Çizelge 4.21. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin pişme kaybı değeri üzerine etkisi	62
Çizelge 4.22. Farklı gam ilave edilmiş ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin renk özelliklerine etkisi	64
Çizelge 4.23. Gam çeşidinin mısır eriştelerinin renk değerleri üzerine etkisi	65
Çizelge 4.24. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun eriştelerin renk değerleri üzerine etkisi	65
Çizelge 4.25. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin duysal özelliklerine etkisi	66
Çizelge 4.26. Farklı gam ilave edilmiş ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin tekstür değerlerine etkisi	68
Çizelge 4.27. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin tekstür değerleri üzerine etkisi	68

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CGTase	: Siklodekstrin glikoksil transferaz enzimi
G-L	: Glutaminil ve lizil arası kovalent çapraz bağlar
GMS	: Gliseril monostearat
GO	: Glukoz Oksidaz enzimi
KM3000	: Ticari emülgatör
MA	: Molekül Ağırlığı
MTGase	: Mikrobiyal Transglutaminaz
RP-HPLC	: Ters faz-yüksek performanslı sıvı kromatografisi
SDS-PAGE	: SDS-poliakrilamid jel elektroforez
SPD	: Sodyum tripolyphosphate
STMP	: Sodyumtrimetafosfat
STP	: Sodyum phosphate dibasic
TG	: Transglutaminaz

EKLER DİZİNİ

Ek 1-Çizelge 1. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştelerinin hacim artışı değerleri üzerine etkisi	81
Ek 1-Çizelge 2. Farklı gam ilave edilmiş ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübe edilmiş pirinç eriştelerinin hacim artışı değerleri	81
Ek 1-Çizelge 3. Hacim artışı değerlerinin paralellerin toplamı ve karelerinin toplamı değerleri	82
Ek 1-Çizelge 4. TG ve gamlar için farklı seviyelerdeki veriler toplamı	82
Ek 1-Şekil 1. Farklı gam ilavesinin ve TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştelerinin hacim artışı değerleri üzerine etkisi	84
Ek 2-Çizelge 1. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin tekstür değerleri üzerine etkisi...	85
Ek 2-Çizelge 2. Farklı gam ilave edilmiş ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübe edilmiş pirinç eriştelerinin hacim artışı değerleri	85
Ek 2-Çizelge 3. Tekstür değerlerinin paralellerin toplamı ve karelerinin toplamı değerleri	86
Ek 2-Çizelge 4. TG ve gamlar için farklı seviyelerdeki veriler toplamı	86
Ek 2-Şekil 1. Farklı gam ilavesinin ve TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştelerinin hacim artışı değerleri üzerine etkisi	88
Ek 3-Şekil 1. %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu ve TG enzimi (%0.5) (2 saat inkübe edilmiş) içeren pirinç erişttesi	89
Ek 3-Şekil 2. %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu,keçiboynuzu gamı (%3) ve TG enzimi (%0.5) (2 saat inkübe edilmiş) içeren pirinç erişttesi	89
Ek 3-Şekil 3. %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu, ksantan gam (%3) ve TG enzimi (%0.5) (2 saat inkübe edilmiş) içeren pirinç erişttesi.....	89
Ek 4-Şekil 1. %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu ve TG enzimi (%0.5) (2 saat inkübe edilmiş) içeren mısır erişttesi.....	90
Ek 4-Şekil 2. %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu, keçiboynuzu gamı (%3) ve TG enzimi (%0.5) (2 saat inkübe edilmiş) içeren mısır erişttesi	90
Ek 4-Şekil 3. %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu, ksantan gam (%3)	

ve TG enzimi (%0.5) (2 saat inkübe edilmiş) içeren mısır eriştesi..... 90

1. GİRİŞ

Tahıl ürünleri, bazı kişilerde çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir. Çölyak hastalığı da bunlardan biri olup glutene karşı hassasiyet yüzünden oluşan bir bağırsak emilim düzensizliğidir. Çölyak hastalığına sahip bireylerde demir, folik asit, kalsiyum, mineral ve B₁₂ vitamini eksikliği görülmekte ve kemik yoğunluğu azalmaktadır (Lorenz and Lee, 1977; Green and Jabri, 2003; Gallagher et al., 2004; Butterworth et al., 2004; Hamer, 2005). Çölyak hastalarının gluten ve gluten benzeri proteinleri içeren tahılları (buğday, çavdar, arpa, tritikale ve yulaf) tüketmekten kaçınmaları gerekmektedir (Lai, 2001). Çölyak hastalığının tedavisi ancak hayat boyu glutensiz bir diyetle devam etmekle mümkün olmaktadır. Bunun için de gluten proteininin diyetten tümüyle uzaklaştırılması gerekmektedir (Koning, 2003, Lee and Newman, 2003; Butterworth et al., 2004; Hamer, 2005).

Son yıllarda ülkemizde gıda üreticileri çölyak hastalarının beslenme gereksinimlerini karşılayabilmek için gluten içermeyen gıdaların (ekmek, bisküvi) üretimine yönelmişlerdir. Gluten içermeyen pirinç unu ve/veya mısır unu gıda formülasyonlarında bu amaçla kullanılmaktadır. Ancak bu unlardan yapılan ürünlerde viskoelastik bir hamur elde edilememekte ve hamur dağılmaktadır. Bu nedenle bu tip gıdalarda gerekli ağ yapının oluşmasını sağlayan gluten fraksiyonunun yerine formülasyona girebilecek hammaddeler gerekmektedir. Ayrıca düzgün hamur yapısını sağlamak için una ısıtma işlemi gibi bir takım ön işlemler de uygulanabilmektedir.

Erişte yapımında hammadde olarak pirinç unu kullanıldığında, bir miktar nişasta jelatinizasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü pirinç unundan bütünlük gösteren (kohesif) homojen bir hamur elde edilemez. Erişte üretimi sırasında jelatinizasyon un ile sıcak su karışımının kaynar su banyosunda bekletilmesiyle sağlanmaktadır (Lai, 2001).

Makarna yapımında mısır unu kullanıldığında aynı pirinç ununda olduğu gibi iyi bir hamur eldesi için ısıtma işlemi gerekmektedir. Isıtma işlemi öncelikle mısır ununa uygulanarak jelatinizasyon gerçekleştirilmektedir. Daha sonra ekstrüderden şekil verilerek çıkarılan makarnalara da buhar uygulanarak ikinci bir ısıtma işlemi ile yapının daha sıkı olması sağlanmaktadır (Mestres et al., 1993).

Eriştede sıkı yapı eldesi, yapışkanlığın azalması ve nişastanın yapıda daha iyi tutulmasını sağlamak için erişteye gam gibi stabilizörler ve/veya emülsifiye edici ajanlar da eklenebilmektedir (Lai, 2001).

Transglutaminaz enzimi, Japonya'da makarna ve erişte yapımında tekstürü iyileştirmek amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Çin eriştelerinde de transglutaminaz ilavesi ile sertlik değeri artmaktadır. Transglutaminaz enzimi, lizindeki amino grubuyla glutamindeki karboksiamid grubu arasında çapraz bağ oluşturmaktadır. Bu çapraz bağlar ısıya dayanıklı olup eriştelerin sertlik ve elastikiyet özellikleri pişirmeden sonra uzun süre kalıcı olmaktadır. Transglutaminaz ile hamurun yapısı kuvvetlendirildiği için nişasta protein ağ yapısı içerisinde daha iyi tutulmaktadır. Suyu geçen katı madde miktarı da transglutaminaz ilavesi ile azalmaktadır. Suyu geçen nişasta miktarının azalmasından dolayı makarna ve eriştelerin yüzeyi daha az yapışkandır ve kümeleşme de azalmıştır (Kuraishi et al., 2001).

Bu çalışmada çölyak hastalığına sahip bireyler için erişte üretiminde gluten içermeyen tahıl unları (pirinç unu ve mısır unu) kullanılmıştır. Fakat bu tür ürünlerde bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunların çözümü için pirinç ve mısır ununa bir takım ön işlemler (ısıl işlem ile nişasta jelatinizasyonu) uygulanıp, gam (keçiboynuzu gamı veya ksantan gam) ve/veya transglutaminaz enzimi ilavesi yapılmıştır. Transglutaminaz enzimi ilave edilen eriştelerde farklı sürelerde (1 saat ve 2 saat) inkübasyon gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın başında pirinç unu (%15, 20, 25, 30 oranlarında), mısır unu (%40, 60, 80 oranlarında) jelatinize edilmiş ve erişteler üretilmiştir. Pirinç ve mısır erişteleri analiz edilerek her ikisi için de en iyi jelatinizasyon oranı belirlenmiştir. Erişteleri değerlendirmek amacıyla pişme analizleri (pişme süresi, pişme kaybı, hacim artışı, su absorpsiyonu ve toplam organik madde miktarı), renk analizi, tekstür analizi ve duyu analizi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra en iyi jelatinizasyon oranına sahip erişte formülasyonuna gam ve/veya transglutaminaz enzimi ilave edilerek erişte üretilmiştir. Gam ve TG ilavesinin eriştenin pişme özellikleri, renk özellikleri, duyu özellikleri ve tekstür özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Çölyak Hastalığı

Protein ve enerji kaynağı olarak beslenmemizde büyük bir yeri olan tahıl ürünleri bazı kişilerde hastalıklara neden olabilmektedir. Bunlardan biri çölyak hastalığıdır. Çölyak hastalığı, glutene karşı hassasiyet yüzünden oluşan bir bağırsak emilim düzensizliğidir (Lorenz and Lee, 1977; Lee and Newman, 2003; Mills and Breiteneder, 2005). Çölyak hastaları, tahıllarda bulunan gluten ve gluten benzeri proteinleri tolere edememektedir. Çölyak hastalığına bu proteinde bulunan özel aminoasit dizilimleri içeren peptid zincirleri neden olmaktadır. Bu peptid zincirleri, buğdayda gliadin, çavdarda secalin ve arpada hordeinde bulunmaktadır (Lee and Newman, 2003; Gallagher et al., 2004; Skovbjerg et al., 2004). Bu nedenle bu hastalığa sahip bireylerin buğday, arpa, çavdar ve yulaf gibi gluten ve gluten benzeri proteinleri içeren tahılları tüketmekten kaçınmaları gerekmektedir (Thompson, 2000; Lai, 2001). Çölyak hastalığı; Avrupa' da 200-350 kişide bir, ABD'de 250-500 kişide bir, Türkiye'de 300-500 kişide bir, Afrika ve Uzakdoğu'da ise ender görülen bir hastalıktır (Tandoruk, 2005).

Bu bireylerde glutene maruz kalınması durumunda ince bağırsakta bulunan villiler düzleşmekte ve besin maddelerinin emilimini güçleştirmektedir (Lai, 2001; Lee and Newman, 2003; Hamer, 2005). Bu nedenle çölyak hastalığına sahip bireylerde demir, folik asit, kalsiyum, mineral ve B₁₂ vitamini eksikliği görülmektedir ve kemik yoğunluğu azalmaktadır (Lorenz and Lee, 1977; Green and Jabri, 2003; Gallagher et al., 2004; Butterworth et al., 2004; Hamer, 2005). Eğer gluten proteini günlük diyetten uzaklaştırılırsa villiler eski haline dönebilmektedir. Fakat gluten proteini içeren gıdaların tekrar tüketimi durumunda bu hastalık yeniden ortaya çıkmaktadır. Çölyak hastalığının tedavisi ancak hayat boyu glutensiz bir diyetle devam etmekle mümkün olmaktadır. Bunun için de gluten proteininin diyetten tümüyle uzaklaştırılması gerekmektedir (Lee and Newman, 2003; Butterworth et al., 2004; Hamer, 2005; Koning, 2003).

Ekmek, bisküvi, küçük kek (muffin), kraker, tatlılar (kek, krema, dolgu, dondurma, dondurma külahı, pasta, tart, puding), makarna, erişte, spagetti, çorba (un ile hazırlanmış kremalı sebze çorbası, et suyu çorbası), ekmek içeren et ürünleri

(köfte, kadınbudu köfte), una bulanmış kanatlı ürünleri, un ile hazırlanmış balık çeşitleri, salata sosu ve bira glutensiz bir diyetle bulunmaması gereken gıdalar arasındadır (Lorenz and Lee, 1977; Gallagher et al., 2004).

2.2. Çölyak Hastalığının Belirtileri

Çölyak hastalığının oluşmasında vücutta genetik yerdeğiştirme (predisposition), çevresel faktörler ve immünolojik inflamasyon gibi 3 etken olduğu belirlenmiştir (Murray, 1999; Gallagher et al., 2004). Hamilelik, gezginci ishali, mide-bağırsak iltihabı (gastroenteritis) ve mide-bağırsak ameliyatı bu hastalığı tetikleyici faktörler arasındadır (Green and Jabri, 2003).

Çölyak hastalığının belirtileri çok sık tekrarlanan karın ağrıları, kronik ishal, kilo kaybı, açık renkli ve kötü kokulu dışkı, kaslarda kramp meydana gelmesi, yorgunluk, büyüme geriliği, bebeklikte gelişme ve büyüme bozukluklarıdır (Lorenz and Lee, 1977; Guandalini and Gupta, 2002; Lee and Newman, 2003). Çölyak hastalığı bebeklerde ve küçük çocuklarda ishal, büyüme geriliği ile ortaya çıkmaktadır. Bunun yanısıra kusma, sinirlilik de görülmektedir. Büyük çocuklarda ise boyda kısalık, nörolojik belirtiler ve kansızlık gözlenmektedir (Guandalini and Gupta, 2002; Green and Jabri, 2003).

2.3. Çölyak Hastalığının Mekanizması

Bazı araştırmacılar tarafından aktiviteleri ince bağırsağın epitelyumuna bağlı olan gastrik ve pankreatik enzimlerin çölyak hastalığında normal aktivitede olduğu ancak epitel doku zarar gördüğü zaman bu enzimlerin aktivitelerinin azaldığı bildirilmiştir. Çölyak hastalığında peptidaz enziminin eksik olduğu düşünülmüş ancak çölyak hastası olan çocukların mukozalarında bulunan peptidaz enzimlerinde eksikliğe rastlanmamıştır (Lorenz and Lee, 1977).

Strumayer isimli bir araştırmacı çölyak hastalarının tahıllara olan hassasiyetinin immünolojik yanıtın çok pankreas tarafından sentezlenen amilaz enziminin eksikliğinden kaynaklandığını ileri sürmüştür. Bağırsağa salgılanan amilazın bir kısmı gliadin proteinlerince bağlanıp inaktif hale gelerek sindirimi engellemektedir. Bu da bağırsakta nişastanın hidrolizini engellemekte, buna bağlı olarak glukoz üretimini azaltmaktadır (Lorenz and Lee, 1977).

2.4. Gamların Özellikleri

Gamlar, gıda endüstrisinde katkı maddesi olarak gıda yapısını geliştirmek, nişasta retrogradasyonunu yavaşlatmak, nem kaybını azaltmak, ürünün kalitesini geliştirmek, glutensiz ekmek üretiminde glutenin ürüne kazandırdığı viskoelastik yapıyı sağlamak için kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan gamlar guar gam, keçiyoynuzu gamı ve ksantan gam'dır (Rojas et al., 1999). Gamlar nişasta ile kullanıldığında, ürünün kalite ve stabilitesini geliştirmekte, maliyeti azaltmakta ve işlemi kolaylaştırmaktadır (Shi and BeMiller, 2002).

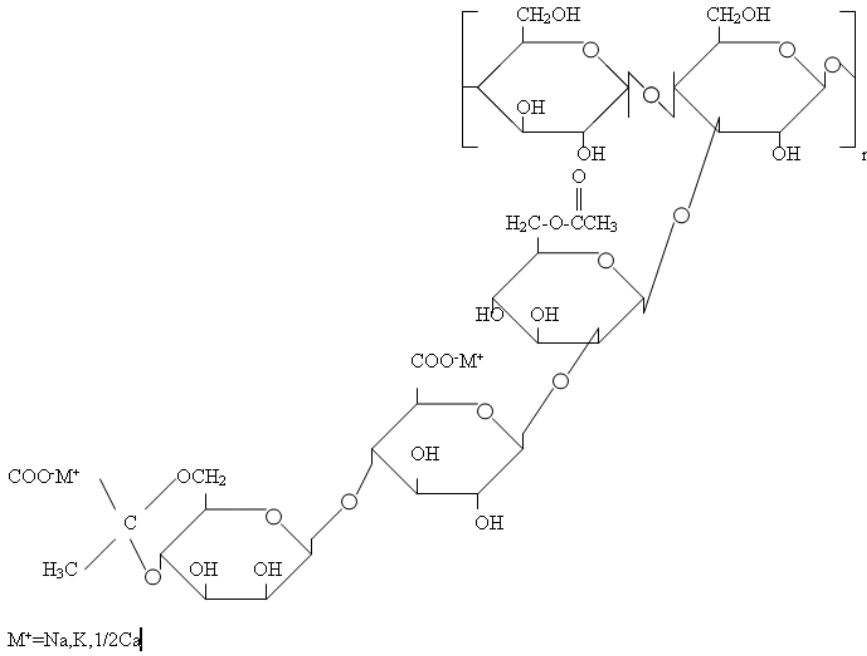
2.4.1. Ksantan gam

Xanthomonas campestris, lahana bitkisinde bulunan ve hücre dışı polisakkarit oluşturan bir bakteridir (Katzbauer, 1998). Ksantan gam, Xanthomonas campestris'in aerobik fermentasyonu ile üretilen lineer olmayan anyonik polisakkarittir. Ksantan gam, çözeltide sert, düzenli veya zincir konformasyonunda bulunan, jel oluşturmeyen bir polisakkarittir (Ramirez et al., 2002). Ksantan gam, oligosakkarit gruplarıyla bağlanmış selüloz zincirinden oluşmaktadır (Whistler and Daniel, 1990) (Şekil 2.1). Ksantan molekülünde ana zincirdeki β -D-glikopiranozil birimlerine birer atlayarak O-3 pozisyonundan trisakkarit birimleri bağlanmıştır. Bu trisakkarit α -D-mannopiranoz, β -D-glukopiranoz ve β -D-mannopiranozdan oluşmuştur. Yan zincirin ana zincire bağlandığı noktadaki D-mannoz biriminde O-6 pozisyonunda bir asetil grubu vardır. β -D-mannopiranozil uçlarının yaklaşık yarısına pürivik asit bağlanmıştır (Köksel, 1998; Ramirez et al., 2002)

Ksantan gam, düşük derişimlerde bile yüksek viskoziteli çözelti oluşturma yeteneğindedir. Bu çözeltilerin stabilitesi sıcaklık veya pH'dan etkilenmemektedir. Bundan dolayı ksantan gam, gıda endüstrisinde büyük bir ilgi görmektedir. Ksantan gam, diğer jel oluşturmeyen galaktomannan yapısındaki polisakkaritlerle birlikte viskoziteyi artırıp jel oluşumunu sağlamaktadır. Galaktomannanlar, baklagil tohumunun endosperminden ekstrakte edilen polisakkarittir ve gıda endüstrisinde kalınlaştırıcı ajan (kıvam artırıcı) olarak sıkça kullanılmaktadır. Ticari olarak bulunan galaktomannanlar keçiyoynuzu gamı, tara gam ve guar gamdır (Ramirez et al., 2002).

Ksantan gam, soğuk ve sıcak suda çözünmektedir. Ksantan gam, diğer çoğu hidrokolloidler gibi sulu ortamda agregat oluşumunu engellemek için karıştırmaya ihtiyaç duymaktadır (Whistler and Daniel, 1990; Ramirez et al., 2002).

Ksantan gam, doğal bir polimer olduğundan biyolojik olarak tamamen parçalanabilmektedir. Ksantan gamın ana zincirinin selüloza benzemesine rağmen selülazların atağına karşı dirençlidir. Trisakkarit yan zincirleri enzimatik atağa karşı bir bariyer gibi davranmaktadır. Ksantan gam düzensiz formda olduğunda fungal selülazlar ana zincirin parçalanmasını hızlandırmakta, fakat düzenli heliks yapısına zarar verememektedir. Bundan dolayı ksantan gam, yüksek enzim aktivitesinin olduğu uygulamalarda kalınlaştırıcı ve stabilizör olarak çok stabildir (Ramirez et al., 2002).



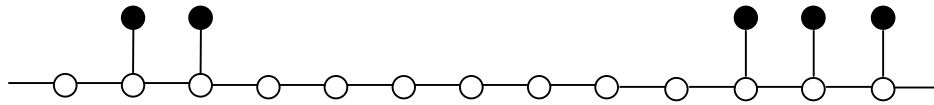
Şekil 2.1. Ksantan gamın yapısı

Ksantan gam, stabilizör ve kalınlaştırıcı olarak birçok gıdada kullanılmaktadır (Anonymous, 1995). Ksantan gam, içkilerde aroma arttırmayı ve portakal sularında bulanıklık sebebi partiküllerin kararlı durumda kalmasını sağlamaktadır. Isıya dayanıklılığı nedeniyle süspansiyon ajanı ve stabilizör olarak çeşitli konserve gıdalarda kullanılmaktadır. Dondurulmuş gıdalarda çözünme sırasında sineresisi azaltmak amacıyla kullanılmaktadır (Whistler and Daniel, 1990). Fırıncılık ürünlerinde ksantan gam kullanımı, nişasta granüllerinin birbirine tutunmasını arttırmakta, yapının oluşmasına katkıda bulunmakta ve nemin korunmasını sağlayarak raf ömrünü arttırmaktadır (Katzbauer, 1998). Ksantan gam ayrıca turta dolgularında da kullanılmaktadır (Street, 1991).

2.4.2. Keçiboynuzu gamı

Keçiboynuzu gamı, *Ceratonea siliqua* adlı keçiboynuzu tohumundan elde edilmiş bir galaktomannandır. Galaktomannanın ana zinciri (1-4)-bağlı β -D-mannopiranozil birimlerinden oluşur ve bu ana zincirin O-6 pozisyonlarına %50'den daha yüksek oranda tekli α -D-galaktopiranozil birimleri bağlanmıştır (Şekil 2.2). Keçiboynuzu gamı, suda az çözünmektedir (Whistler and Daniel, 1990; Anonymous, 1995; Köksel, 1998)

Keçiboynuzu gamı molekülleri çıplak β -(1-4)-mannan segmentleri içerdiği için oda sıcaklığındaki suda sınırlı düzeyde çözünür. İyi bir çözünme sağlamak için yaklaşık 85°C'ye ısıtma gereklidir (Köksel, 1998).



○ D = mannopiranozil

● D = galaktopiranozil

Şekil 2.2. Keçiboynuzu gamının yapısı

Keçiboynuzu gamı, süt ürünleri ve dondurulmuş tatlılarda kullanılmaktadır. Nadiren tek başına, genellikle de karboksimetil selüloz, karregen, ksantan ve guar gam ile kombinasyon halinde kullanılır. Turta dolgularında stabilizör olarak kullanılmaktadır (Whistler and Daniel, 1990; Street, 1991; Köksel, 1998). Dondurma ve benzeri ürünlerde şok ısı değişimine karşı direnç ve arzu edilen tekstürü oluşturma özelliği sağlar. Genellikle kullanma düzeyi % 0.05-0.25 değerleri arasında değişir. Kuru çorbalık karışımlarda, salata ve yemek soslarında, ekme, kek ve bisküvi üretiminde hamurun reolojik özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılabilir (Whistler and Daniel, 1990; Köksel, 1998). Keçiboynuzu gamı pasta ve çöreklerde bayatlamayı önlemekte, keklerde parçalanmadan kesilebilmeyi sağlamaktadır (Tunalıoğlu ve Özkaya, 2003).

2.5. Transglutaminaz Enziminin Özellikleri

Transglutaminaz enzimi (glutaminil-peptid: amin γ -glutamiltransferaz, E.C. 2.3.2.13), doğada yaygın olarak çeşitli hayvansal ve bitkisel dokularda bulunmaktadır (Zhu et al., 1995; Motoki and Seguro, 1998; Kuraishi et al., 1996, 2001). Transglutaminaz (TG), önceleri kobay karaciğerinden ve sığır plazmasından sınırlı düzeyde elde edilmekteydi ancak bu kaynaktan elde edilen transglutaminazın ticari boyutta üretimi pratik değildir. 1989 yılında *Streptoverticillium sp.* den mikrobiyal transglutaminaz izole edilmiştir (Motoki and Seguro, 1998; Kuraishi et al., 2001). Mikrobiyal transglutaminaz (MTGase), birçok gıdanın işleme aralığı olan pH 5-9 aralığında stabildir. Enzimatik aktivite için optimum sıcaklık 50°C olup, 50°C'de 10 dakika 70°C'de ise bir kaç dakika aktivitesini sürdürebilmektedir. 10°C ve donma noktasının az üstünde ise biraz aktivite gösterebilmektedir (Kuraishi et al., 1996, 2001; Motoki and Seguro, 1998). MTGase'in izoelektrik noktası 8.9 olup, moleküler ağırlığının SDS-poliakrilamid jel elektroforez (SDS-PAGE) ve jel filtrasyon kromatografisi metodlarıyla 38.000 (MA) olduğu belirlenmiştir (Motoki and Seguro, 1998).

Transglutaminazın katalizlediği reaksiyonlar şunlardır;

- Transglutaminaz, protein veya peptid bağlı glutaminil yapısındaki γ -karboksiamid ile primer amin arası açıl transfer reaksiyonunu katalizlemektedir.

- Transglutaminaz, proteinlerin yapısındaki glutaminil ve lizil arası kovalent çapraz bağlar oluşturmaktadır.
- Uygun primer aminler olmadığında veya lizinin ϵ -amino grubunun bazı kimyasal ajanlarla bloke olması durumunda su, alıcı olarak kullanılmakta ve transglutaminazın deamidasyon tepkimesi ile glutaminil-glutamil dönüşümü sağlanmaktadır. Güvenilir ve tüketilebilir özellikte bir bloke edici ajan olmadığı için gıda endüstrisinde deamidasyon tepkimesi şu an pratikte kullanılamamaktadır (Zhu et al., 1995; Kuraishi et al., 1996, 2001; Motoki and Seguro, 1998; Gerrard and Sutton, 2005).

2.5.1. Transglutaminazın oluşturduğu ϵ -(γ -Glu)Lys bağının neden olduğu değişimler

2.5.1.1. Jel oluşturma

Tek başına jel oluşturamayan protein solüsyonuna TG enzimi ilavesiyle proteinler arasında çapraz bağ gerçekleştirilerek jel oluşumu sağlanabilmektedir. Jel oluşturabilen bir proteinde ise TG ilavesiyle daha sıkı jel oluşmaktadır. Soya proteini ve miyosin ancak ısı işlemi ile jel oluşturabilmekte, TG ilavesinde ise ısı işlemine gerek duyulmamaktadır. Jel oluşumundaki bu değişimler ϵ -(γ -Glu)Lys bağının oluşumuna bağlıdır. Ancak bu bağların jel gücünü arttırmada bir sınırı olmakta ve fazla miktardaki bağ oluşumu jel yapısını zayıflatabilmektedir. Örneğin; %10 luk kazeinat çözeltisinin 37°C ve pH 6.5'da 20 ünite/g-protein seviyesinde transglutaminaz ilavesinde oluşturduğu jel 15 ünite/g-protein seviyesinde transglutaminaz ilave edilene göre daha zayıftır. Fazla miktarda ϵ -(γ -Glu)Lys bağları içeren jellerin su tutma kapasiteleri de azalmakta ve sineresis görülebilmektedir (Kuraishi et al., 1996).

2.5.1.2. Viskozite

Protein, polimerleştirilip molekül ağırlığı arttırılırsa solüsyon viskozitesinde artış olmaktadır. Dolayısıyla protein çözeltilerinde MTGase ile viskozite artışı sağlanabilmektedir. Çeşitli konsantrasyonlarda MTGase ile pH 6.5'da ve 55°C'de 30 dakika muamele edilmiş kazeinat çözeltisi enzimin inaktive edilmesi için ısıtılmış ve çapraz bağlanma reaksiyonu durdurulmuştur. Dondurularak

kurutulduktan sonra MTGase ile muamele edilmiş kazeinat tozu tekrar hidrate edilmiş ve kazeinat jelinin yüksek enzim konsantrasyonlarında daha viskoz olduğu gözlenmiştir (Kuraishi et al., 1996).

2.5.1.3. Termal stabilite

TG enzimi ile oluşan ϵ -(γ -Glu)Lys bağı kovalent bağıdır ve sıcaklık değişimlerine karşı stabildir. Yani MTGase ile oluşan jel termostabil bir yapı kazanmaktadır. Bu jelin termal stabilitesi molekül içi ve moleküller arası oluşan bağlarla gelişmektedir. Jelatin jeli hidrofobik bağlarla stabilize edilmekte, dolayısıyla sıcaklık değişimlerinden etkilenmekte ve belirli sıcaklık derecelerine kadar ısıtıldığında çözünmektedir. TG ile muamele edildiğinde yapısına giren az sayıdaki ϵ -(γ -Glu)Lys bağları sayesinde termostabilitesi önemli derecede artmaktadır (Kuraishi et al., 1996).

2.5.1.4. Su tutma kapasitesi

Transglutaminaz tarafından gerçekleştirilen ϵ -(γ -Glu)Lys bağı ile oluşan jelin su tutma kapasitesi artmaktadır. Jelatin jelleri su moleküllerini protein matris yapısı içerisinde tutmakta ve %2 protein konsantrasyonunda bile stabil jel oluşturmak mümkün olmaktadır. Sosis, yoğurt gibi gıda jellerinde, jelden solüsyonun ayrılması ile gerçekleşen sineresis gözlenebilmektedir. Bundan dolayı bu tür gıdalara su tutma özelliği olan jelatin ilave edilebilmektedir. Bu tür jellere TG ilavesi yapıldığında sıcaklık değişimlerine rağmen suyu tutan G-L bağları oluşmaktadır. Dolayısıyla sineresis engellenerek jelatine gerek duyulmamaktadır (Kuraishi et al., 1996).

2.5.2. Transglutaminaz enzimi ile ilgili çalışmalar

Transglutaminaz enziminin gıdalardaki uygulama alanları şunlardır;

- Gıda proteinlerinde bulunan lizin aminoasitini çeşitli kimyasal reaksiyonlardan korumaktadır.
- Yağların ve yağda çözünen maddelerin enkapsüle olmasını sağlamaktadır.
- Isıya ve suya dayanıklı filmlerin oluşumunu sağlamaktadır.
- Jelleşme için ısı işleme gerek duyulmamaktadır.

- Elastikliği ve su tutma kapasitesini iyileştirmektedir.
- Çözünürlüğü ve fonksiyonel özellikleri değiştirmektedir.
- Elzem aminoasitleri içeren farklı proteinlerin çapraz bağlanmasını gerçekleştirerek gıda proteinlerinin besin değerini arttırmaktadır.
- Diğer jeller sıcaklığın yükselmesiyle erimesine rağmen, enzim ile oluşan jeller erimemektedir.
- Isıtma işlemi sonrası jel sıklığı artmaktadır.
- Oluşan jeller deterjan veya denatüre edici maddelerle çözünmemektedir (Zhu et al., 1995; Motoki and Seguro, 1998).

Bir çalışmada buğdaya tavlama sırasında glukoz oksidaz (GO) veya transglutaminaz (TG) ilavesinin un proteinleri üzerine etkisi araştırılmıştır. GO dozu 0.4, 2.0 ve 4.0 U/g tane ve TG dozu 0.01, 0.05, 0.1, 1.0, 1.5 ve 2.0 U/g tane'dir. Buğday proteinlerindeki modifikasyonlar gluten kalitesinde ve alveograf parametrelerindeki değişimlerin incelenmesi ile belirlenmiştir. TG derişimi arttırılınca gluten indeks değerinin düştüğü gözlenmiştir. Yüksek TG konsantrasyonlarında gluten indeks değerleri daha düşük seviyede olmasına rağmen, bu gluten indeks değerleri (TG'nin 1.0 ve 1.5 U/g tane uygulamaları için olan hariç) ekmek yapımı için optimum (60-90) aralıktadır. TG ilavesi, aynı zamanda alveograf parametrelerini de modifiye etmektedir. Enzim konsantrasyonu arttıkça (TG) ekstensibilite değerinde hafif düşüş olmaktadır. İki enzim karşılaştırıldığında GO enzimi buğday ununda bulunan proteinlerin özellikleri üzerine TG enzimine kıyasla daha fazla etki yaratmaktadır (Rosell et al., 2003).

TG'nin buğday, soya , arpa, buğday-soya ve buğday-arpa proteinleri üzerine etkisi ile oluşan polimerler SDS-PAGE yöntemiyle incelenmiştir. TG, proteinlerin yapısındaki glutaminil ve lizil grupları arası kovalent çapraz bağların oluşumunu katalizlemektedir. Elektroforez sonucunda artan inkübasyon süresi ile çapraz bağlanmanın önemli derecede arttığı, bazı protein monomerlerinin kaybolduğu veya azaldığı gözlenmiştir. Densitometrik sonuçlar, soya proteinlerinin TG için en iyi substrat olduğunu, arpa ve buğday proteinlerinin reaktivite açısından benzer olduğunu göstermiştir (Basman et al., 2002a).

Larre et al. (2000), transglutaminaz ilave edilmiş gluten proteininin reolojik özelliklerindeki değişimi araştırmıştır. Yüksek molekül ağırlıklı glutenin

proteinlerinin çapraz bağlanmadan daha fazla etkilendiğini gözlemlemiştir. TG ile modifiye edilmiş gluten proteinin, modifiye edilmemiş gluten proteinine nazaran ısı işleme daha az hassasiyet gösterdiğini belirlemiştir.

Fırıncılık ürünlerinde transglutaminaz enzimi kullanımı ile ilgili ilk çalışmaların Gottmann et al. tarafından 1992 yılında yapıldığı bildirilmiştir. Hamur stabilitesinin ve ekmek hacminin yoğurma esnasında transglutaminaz enzimi ilavesi ile iyileştirilebileceği belirlenmiştir. Bir başka araştırmacı, transglutaminazın ekmek içi gözenek yapısını kuvvetlendirdiğini ve hamurun su absorpsiyonunu arttırdığını bildirmiştir. Tüm bu etkiler ticari ekmek üretim masraflarını azaltmaktadır (Kuraishi et al., 2001).

Bir başka çalışmada TG ilavesinin kuvvetli gluten ve yüksek pişme kalitesine sahip buğday ununun hamur özellikleri ve pişme performansı üzerine yaptığı etki araştırılmıştır. Bu amaçla farinogram ölçümleri, mikroekstensibilite ölçümü ve pişme testi analizleri yapılmıştır. TG'nin düşük konsantrasyonlarında, hamurun maksimum gerginliğinde önemli bir düşüş olmuştur. TG konsantrasyonu arttıkça hamurun ekstensibilitesi düşmekte, uzamaya karşı direnç de artmaktadır. Eğer TG konsantrasyonu çok yüksek ise gluten yapısı ve hamur zarar görmektedir. TG'nin düşük konsantrasyonlarında ise pişme testinde kontrol ile TG ilave edilmiş ekmekler arasında bir fark bulunamamıştır. TG'nin yüksek konsantrasyonlarında hamurun işlenmesi zorlaşır ve hamur yapısındaki bozulmalardan dolayı ekmek hacmi de azalır. Sonuç olarak hamur özelliklerini ve pişme performansını geliştirmek için TG kullanımı, zayıf gluten ve düşük pişme performansına sahip unlar için önerilmektedir (Bauer et al., 2003).

Ekmek üretiminde emülsifiye edici ajanlar yerine TG kullanıldığında hamur işlenebilirliği ve dayanıklılığı artmıştır. Ayrıca daha beyaz ve uniform kabuk elde edilmiş, hacim artmıştır. TG, ekmekte oksidasyon ajanlarının (potasyum bromat ve azodikarboksiamid) yerine de kullanılabilir. TG enzimi ayrıca çavdar ekmeklerinde de denenmiştir. TG kullanımı ile hamurun işlenebilirliği kolaylaşmış ve ekmek kalitesi artmıştır. Katmanlı hamurlarda TG kullanımı ise ürün işlenebilirliğini ve kalitesini iyileştirmiştir (Poza, 2002).

Bir çalışmada artan miktarlarda TG (% 0.10, 0.25, 0.50, 1.00, 1.50 w/w) ilavesinin Roane (yumuşak kırmızı kışık buğday) ve Sharpshooter (sert kırmızı yazlık buğday) unlarının reolojik (farinograf, tekstür analizörü ile mikroekstensibilite testi) ve ekmeklik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Artan TG ilavesi ile farinograf su absorpsiyonu ve ekstensibilite azalmış ve R_{max} değerleri artmıştır. Düşük seviyelerdeki TG' nin ekmek kalitesini (kabuk ve ekmek içi karakteristikleri) düzeltici etkisi varken yüksek seviyelerde (%1 ve 1.5) olumsuz etkisi vardır. TG'nin düşük ilave dozlarındaki olumlu etkisi yumuşak buğday çeşidi Roane' de daha belirgindir (Basman et al., 2002b).

Bir çalışmada TG enziminin (%0.25) katalizlediği çapraz bağlama ile buğday ununa arpa veya soya unununun ekmek kalitesinde bozulma olmaksızın ilave edilebilme olasılığı araştırılmıştır. Hamurun reolojik özellikleri (farinograf, tekstür analizörü ile mikroekstensibilite testi) ve ekmeklik özellikleri incelenmiştir. Artan miktarlarda arpa/soya unu (TG'li veya TG'siz) ilavesinin yumuşak ve sert buğday (Roane ve Sharpshooter) unlarının su absorpsiyonunu arttırdığı gözlenmiştir. Artan seviyelerde TG ile bu karışımlarda hamur direnci artmış ve ekstensibilite azalmıştır. TG çok az miktarda (% 0.25, w/w) ilave edildiğinde bile, arpa unu ilave edilmiş ekmeklerin üretiminde oldukça umut vericidir fakat soya unu ilaveli ekmeklerin kalitesini önemli derecede düzeltmemiştir (Basman et al., 2003).

Bir çalışmada transglutaminaz enzimi kullanılarak pirinç unundan ekmek üretimi incelenmiştir. Pirinç proteinlerinin TG ile çapraz bağlanması sonucu serbest aminoasit miktarında azalma olmaktadır. Bu çapraz bağlama işleminin hamurun elastikiyeti ve kıvamını geliştirdiği gözlenmiştir. Pirinç unundan yapılan hamurun viskoelastik özelliklerindeki gelişmenin, pirinç unununun ekmek yapımı sırasında oluşan karbondioksit gazını tutabilme yeteneğinin artmasıyla yakından ilgisi bulunmaktadır. Transglutaminazın pirinç ekmeği kabuğu ve ekmek hacmi özelliklerini iyileştirerek ekmek kalitesini geliştirdiği gözlenmiştir (Gujral et al., 2003).

Transglutaminaz sadece ekmeklerde değil kek, bisküvi gibi fırıncılık ürünlerinde de faydalı etkiler yaratmaktadır. TG ilavesi ile bazı keklerde hacim, gözenek yapısı ve kek tekstürü iyileşmektedir. Ayrıca keklerin pişme sonrası hacminde azalma önlenmektedir. TG ilave edilmiş "puff pastry" gibi katmanlı ürünlerde pişme sonrası

hamur katmanlarının daha iyi kabardığı ve hacmin %30 arttığı gözlenmiştir. Transglutaminaz ilavesi ile bisküvide gevreklik artmış ve bu özellik daha uzun süre korunmuştur. Kızartılmış bir hamur ürünü olan “doughnut” larda yağ absorpsiyonu TG ilavesi ile yaklaşık %25 oranında azalmaktadır (Kuraishi et al., 2001). Bir çalışmada kurvasan hamurunda transglutaminazın kullanım olasılığı araştırılmıştır. Pişirmeden sonra TG içeren kurvasanda hacim artmış, tekstür, çiğneme özelliği ve tabakalı yapının kontrole nazaran daha iyi olduğu gözlenmiştir (Gerrard et al., 2000).

Transglutaminaz Japonya’da üretilen makarna ve eriştelere tekstürü iyileştirmek amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, makarnada 0.2 ünite/g-un seviyesinde transglutaminaz kullanıldığında enzim ilave edilmemiş makarnaya göre daha yüksek sertlik değerleri elde edilmiştir. Çin eriştelere de TG ilavesi ile sertlik değeri artmaktadır (Kuraishi et al., 2001). Bir çalışmada erişte tekstürü üzerine mikrobiyal transglutaminazın etkisi araştırılmıştır. Transglutaminaz enziminin oranı arttıkça pişmiş eriştenin uzamaya karşı direnci, sertliği ve yapışkanlığının arttığı gözlenmiş ve buna etkenin transglutaminaz enziminin proteinler arasındaki gerçekleştirdiği çapraz bağlama reaksiyonu olduğu belirlenmiştir (Wu and Corke, 2005).

Transglutaminazın oluşturduğu çapraz bağlar ısıya dayanıklı olup eriştelere sertlik ve elastikiyet özellikleri pişirmeden sonra uzun süre kalıcı olmaktadır. Transglutaminaz ile hamurun yapısı kuvvetlendirildiği için hamurdaki nişasta oluşan ağ yapısı içerisinde daha iyi tutulmaktadır. Suya geçen katı madde miktarı da TG ilavesi ile azalmaktadır. Suya geçen nişasta miktarının azalmasından dolayı makarna ve eriştelere yüzeyi daha az yapışkandır ve kümeleşme de azalmıştır. Bu şekilde ürün kalitesi artmaktadır (Kuraishi et al., 2001).

Sakamoto et al. (1996), düşük kaliteli unların kullanıldığı erişte ve makarnalarda pişme sonrası tekstürdeki bozulmanın TG ilavesi ile önlenemediğini ve ürün dayanıklılığının arttığını bildirmiştir.

Bir çalışmada yüksek oranda kepek bulunan spaghetti formülasyonuna TG enzimi ilavesinin kalite karakteristiklerine etkisi araştırılmıştır. Araştırmada iki çeşit durum buğdayı ve bir çeşit ekmeklik buğday kullanılmıştır. Kepek %15 ve %30, TG

enzimi % 0.2 ve 0.4 (w/w) oranlarında ilave edilmiştir. Spagettinin TOM değeri ve duyusal özelliklerinin kullanılan buğday türünden, kepekten ve TG ilavesinden etkilendiği gözlenmiştir. TG ilave edilen örnekler, her bir buğday çeşidinin kontrol örneğine kıyasla düşük TOM değeri ve yüksek puanda duyusal özelliklere (sertlik, yapışkanlık ve kümeleşme) sahip olduğu belirlenmiştir. TG ilavesi, kepekten kaynaklanan bozucu etkiyi düzelterek spaghetti yapısını geliştirmiş ve bu etki zayıf buğday çeşidinde daha fazla gözlenmiştir (Basman et al., 2005).

2.6. Glutensiz Ürün Geliştirmek Amacıyla Yapılan Çalışmalar

Buğday ununda bulunan gluten proteinleri (gliadin ve glutenin) birbirleri ve diğer un bileşenleri ile etkileşerek güçlü ve viskoelastik bir hamur yapısı oluşturmakta ve fermentasyon sırasında oluşan gazın tutulmasını sağlamaktadır. Gliadin, gluten proteininin büyük bir çoğunluğunu oluşturur ve hamurun kohesif yapısından sorumludur. Glutenin ise hamurun uzamasına karşı direnç sağlamaktadır (Hoseney, 1994). Gluten, çoğu fırıncılık ürünlerinin kabuk yapısına ve görünüşe de katkıda bulunmaktadır. Glutenin uzaklaştırılması, fırıncılar için önemli sorunlar yaratmaktadır. Çoğu glutensiz ürün, düşük kalitede olmakta ve iyi aroma özelliği göstermemektedir (Gallagher et al., 2004).

Son yıllarda gıda üreticileri çölyak hastalarının beslenme gereksinimlerini karşılayabilmek için gluten içermeyen gıdaların üretimine yönelmişlerdir. Bu amaçla mısır unu, pirinç unu, millet, sorgum gibi tahıllar ve amarant gibi tahıl benzerleri kullanılabilir (Anand et al., 1978; Campbell, 1982; Janatuinen et al., 1995; Luchetti and DeVincenzi, 1995).

2.6.1. Glutensiz ekmek üretimi üzerine yapılan çalışmalar

Pirinç unu, hipoallerjik özellikte, renksiz ve yavan tada sahip bir hammaddedir. Diğer tahıllarla karşılaştırıldığında pirinç, yüksek lizin içeriğine sahiptir ve yetersiz lizin ve triptofan içeren buğday prolaminine kıyasla glutelini daha dengeli aminoasit profiline sahiptir. Bununla birlikte pirinç proteinleri gluten içermediği için ekmek üretiminde fermentasyon sırasında oluşan gazı tutabilecek ağ yapısına sahip değildir. Aynı durum gluten içermeyen diğer tahıl unları için de geçerlidir. Bu nedenle bu tür hamurlarda gluten proteininin yerini alabilecek, alışlagelmiş kaliteyi sağlayabilecek hammaddeler gerekmektedir (Gujiral and Rosell, 2004).

İklim koşullarından dolayı pirinç üretiminin buğday ya da mısır üretiminden daha çok olduğu ülkelerde ekmek ve fırıncılık ürünlerinde buğday unu yerine kısmen pirinç unu kullanımı tercih edilmektedir (Sivaramakrishnan et al., 2004).

Bir çalışmada pirinç unundan glutensiz ekmek üretiminde nişastayı hidrolize eden enzimlerden α -amilaz ve CGTase (siklodekstrin glikozil transferaz) in ekmek bayatlamasını geciktirmedeki etkisi araştırılmıştır. Pirinç unu, ekmeğin hızlı bayatlamasına neden olmaktadır. Pirinç nişastası buğday nişastasına nazaran retrogradasyona daha eğilimlidir. α -amilaz ilavesi ekmek hacmini arttırmakta ve kabuk sertlik değerini iyileştirmekte fakat yapışkan bir tekstüre neden olmaktadır. CGTase ilavesi ise α -amilaza nazaran daha yüksek hacim artışı ile benzer kabuk sertlik değerine ve daha iyi tekstüre neden olmaktadır. Her iki enzim de ekmeğin muhafazası sırasında amilopektinin neden olduğu retrogradasyonu azaltmaktadır. α -amilaz ile nişasta hidrolizi bayatlamayı geciktirmede yeterli değildir. CGTase enziminin ise bayatlamayı geciktirmede daha iyi olduğu düşünülmektedir (Gujiral et al., 2003).

Bir çalışmada, glutensiz ekmek üretiminde gluten proteininin viskoelastik özelliğini sağlayacak maddeler araştırılmıştır. Bu maddeler; gamlar, soya proteini ve yumurta akıdır. Bu çalışmada hammadde olarak jelatinize pirinç unu, jelatinize mısır nişastası ve mısır unu kullanılmıştır. Glutensiz ekmek üretiminde en iyi sonuç hammaddenin yanısıra metilselüloz, gam arabik ve yumurta albumini karışımında elde edilmiştir (Toufeili et al., 1994).

2.6.2. Glutensiz bisküvi üretimi üzerine yapılan çalışmalar

Bir çalışmada mısır unundan elde edilen bisküvinin çap genişliğini etkileyen faktörler üzerine çalışılmıştır. Bunun için mısır ununa su ve soya fasulyesi yağı katılarak hamur elde edilmiş ve bisküvi yapılmıştır. Bu bisküvinin çapının kontrol bisküvi örneğine kıyasla daha büyük olduğu gözlenmiştir. Yapılan çalışmada bisküvinin çapı üzerine eklenen su oranının çok az bir etkisi olduğu fakat yüksek hidrasyon sürelerinin çapı arttırdığı belirlenmiştir. Bisküvi çapı üzerine pişirme sırasında uygulanan sıcaklığın etkisi de araştırılmış ve 90°C sıcaklığın geniş çaplı bisküvi eldesinde en uygun sıcaklık olduğu bulunmuştur. Ayrıca mısır ununun partikül boyutunun bisküvi çapı üzerine etkisi incelenmiş ve mısır ununun partikül

boyutu azaldıkça bisküvilerin çapının azaldığı gözlenmiştir (Badi and Hosene, 1978).

Bir çalışmada, mısır, pirinç ve amarant unlarından glutensiz bisküvi üretiminde TG kullanım olanağı araştırılmıştır. Transglutaminaz enziminin mısır, pirinç ve amarant proteinleri üzerinde kovalent çapraz bağ oluşturması SDS-PAGE, jel filtrasyon ve RP-HPLC teknikleri ile incelenmiştir. Daha sonra bu unlara ve bunların %50'lik karışımlarına TG ilave edilip hamur hazırlanarak 1 ve 2 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra bisküvi kalite özellikleri (çap, kalınlık, yayılma oranı, sertlik ve renk değerleri) incelenmiştir. SDS-PAGE ve RP-HPLC sonuçları arasında bazı farklılıklar olsa da amarant, pirinç ve mısır proteinlerinin TG etkisi ile kovalent çapraz bağlarla birleştiği anlaşılmaktadır. Proteinler arasındaki bu çapraz bağlar gluten benzeri bir ağ yapısı oluşturarak hamurun işlenmesi ve şekil verilmesi aşamalarında olumlu etkide bulunarak son ürün olan bisküvi kalitesini geliştirme potansiyeline sahiptir. Denenen üç farklı un içerisinde mısır ve amarant örnekleri daha iyi bisküvi özellikleri vermiştir. TG ilavesi bu örneklerde sertlik değerlerini olumlu yönde etkilemiştir. Un karışımlarından hazırlanan örneklerde tüm bisküvi özellikleri birlikte ele alındığında mısır unu içeren karışımların daha iyi olduğu özellikle de mısır+pirinç unu içeren bisküvilerin daha iyi olduğu gözlenmiştir (Köksel ve Başman, 2005).

2.6.3. Glutensiz makarna ve erişte üretimi üzerine yapılan çalışmalar

Pirinç unu, glutensiz makarna ve benzeri ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Bu tür ürünler özellikle Asya ülkelerinde yaygındır. Bu ülkelerde makarna yapımında pirinç unu ile birlikte çeşitli nişastalar da kullanılmaktadır. Son yıllarda glutensiz makarna geliştirmek amacıyla mısır unu da kullanılmaktadır (Mestres et al., 1993).

2.6.3.1. Öğütme metodlarının ve un partikül boyutunun glutensiz makarna ve erişte üretimi üzerine etkisi

Öğütme metodlarının (ıslak öğütme, kuru öğütme) pirinç unu ve pirinç vermicellisinin fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisini araştırmak ve un partikül boyutunun pirinç vermicelli kalitesi üzerine etkisine karar vermek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Pirinç vermicellisi, Güneydoğu Asya ülkelerine özgü bir erişte türüdür ve genellikle ıslak öğütülmüş pirinç unundan hazırlanmaktadır. Kalite

özellikleri ve düşük pişme kaybı vermicellinin tercih edilme sebepleri arasındadır. Pirinç vermicellisinin temel bileşeni olan pirinç unu vermicelli kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Islak öğütme, pirinç tanelerinin su içerisinde bekletildikten sonra bir miktar su ile çift diskli taş değirmende öğütülmesi ve metal öğütücüde daha küçük parçalara inceltilerek un haline getirilmesidir. Islak öğütme işleminde büyük miktarda suya ihtiyaç duyulduğundan bu şekilde üretilen pirinç eriştelere maliyeti fazla olmaktadır. Kuru öğütme, pirinç tanelerinin metal öğütücüde öğütülerek un haline getirilmesidir. Her iki öğütme metodu kullanılarak öğütülen pirinç unlarından hazırlanan pirinç eriştelere arasında pişme kaybı değeri dışında diğer pişme özellikleri bakımından fark bulunmamıştır. Kuru öğütme metoduna göre öğütülen pirinç unu içeren pirinç eriştesinin pişme kaybı değeri ıslak öğütme metoduna göre öğütülen pirinç unlarından hazırlanan pirinç eriştesininkinden daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni kuru öğütme metodunda pirinç ununda bulunan nişastanın zarar görmesi ve eriştenin pişirilmesi sırasında suya geçmesidir. Ayrıca unun partikül boyutu azaldıkça üründeki pişme kaybının azaldığı yani pişme kalitesinin iyileştiği gözlenmiştir (Yoenyong-buddhagal and Noomhorm, 2002).

2.6.3.2. Nişasta özelliğinin glutensiz makarna ve erişte üretimi üzerine etkisi

Bir çalışmada amilotip mısır nişastası ile mumsu mısır nişastasının spagetti pişme kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Mumsu mısır nişastasının oranı yükseldikçe, spagettinin pişme kalitesinin bozulduğu ve elastikiyetinin azaldığı gözlenmiştir. Amilotip mısır nişastasının oranı yükseldiğinde ise makarnada daha sıkı yapı oluşturduğu belirlenmiştir (Dexter and Matsuo, 1979).

2.6.3.3. Isıl işlem uygulamasının glutensiz makarna ve erişte üretimi üzerine etkisi

Son yıllarda birçok araştırmacı tarafından pirinç ve mısır unundan makarna üretimi için işlem koşulları belirlenmektedir (Mestres et al., 1993). Çünkü pirinç ve mısır proteini, kohesif hamur yapısını sağlayan buğday glutenini içermemektedir (Lai, 2001). Hamura viskoelastik yapıyı kazandıracak işlemlerden biri, hamurun yüksek sıcaklıkta ısı ile işleme tabi tutulmasıdır. Isıl işlem, unda bulunan nişastanın jelatinizasyonunu sağlamak için yapılmaktadır. Buradaki jelatinize nişastanın rolü

bağlayıcı ajan olmasıdır (Mestres et al., 1993). Nişasta jelatinizasyonu ile pişirme sırasında erişte yapısı korunmaktadır. Jelatinizasyon derecesine, pirinç çeşidine göre karar verilmektedir ve bu oran %20 -80 arasında değişmektedir (Lai, 2001).

Jelatinize nişasta, makarna üretiminde uygulanan ekstrüzyon işleminde de bağlayıcı rol oynamakta ve yüksek oranda jelatinizasyon yüksek ekstrüzyon basıncına neden olabildiğinden istenmemektedir (Juliano and Sakurai, 1985).

Isıl işlem hamura birkaç şekilde uygulanmaktadır. Bunlar:

1. Unun sıcak su ile karıştırılıp belirli süre kaynar suda bekletilmesi
2. Ekstrüzyon sırasında düşük sıcaklık yerine yüksek sıcaklığın uygulanması
3. Hamura şekil verildikten sonra buhar uygulaması, haşlama veya mikrodalga ile ısıtmadır (Mestres et al., 1993).

Uzakdoğu'da makarna yapımında genellikle kırık pirinç taneleri kullanılmaktadır. Kırık pirinç tanelerinin öğütülmesi sonrası elde edilen pirinç ununa ısıl işlem uygulanarak nişastanın jelatinizasyonu sağlanmaktadır. Hamur elde edilip, bu hamur ekstrüderden geçirilerek makarna şekli verilmektedir (Dendy, 2001).

Literatürde gluten içermeyen makarnaların üretiminde 2 aşamalı ısıl işlem kullanılmıştır. Bunlar; ekstrüzyon öncesi ilk ısıl işlem ve kurutma öncesi ikinci ısıl işlemdir. İlk ısıl işlemde hamura 1 dakika süresince buhar uygulanmaktadır. Bu şekilde hamur kohesif bir yapı kazanarak kolay şekil alması sağlanmaktadır. İkinci ısıl işlemde ise makarnanın pişme kalitesini arttırmak için şekil verilmiş hamura 30 dakika buhar uygulanmaktadır. Bu işlem genellikle sorgum ve mısır vermicellisine yapılmaktadır. Bir çalışmada pirinç eriştesinde ilk ısıl işlemi takiben 30 dakika buhar tutma işlemi veya kurutma öncesi 1-15 dakika sıcak suda kaynatma işlemi uygulanmıştır. Bir başka çalışmada baklagil nişastasından vermicelli yapımında nişasta çirişine ekstrüzyon sonrası sıcak suda 3-5 dakika pişirme işlemi uygulanmıştır (Mestres et al., 1993).

Bir çalışmada pH, mısır nişastası ve fosfatların (sodium tripolyphosphate (SPD) ve sodium phosphate dibasic (STP)) pirinç ununun çirişlenme özellikleri ile bu undan üretilen pirinç eriştesinin pişme ve duyusal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır.

Erişte üretimi için pirinç unu ile su 1/7 oranında (w/v) karıştırılmış, pH'sı ayarlanıp SPD veya STP'den biri karışıma eklenmiştir. Elde edilen karışıma 8 dakika buhar uygulanarak oluşan jel oda sıcaklığında 30 dakika boyunca soğutulmuş ve şeritler halinde kesilmiştir. Bu şekilde üretilen eriştelere sertlik, kayganlık gibi duyu özellikleri ile pişme kaybı ve su absorpsiyonu gibi pişme özellikleri analizlerle belirlenmiştir. Eriştenin pişme kaybı ve su absorpsiyonu değerleri üzerine pH'nın etkisi önemli bulunmuştur. En düşük pişme kaybı ve su absorpsiyonu değeri pH 6.2'de gözlenmiştir. Mısır nişastası ilavesinin pirinç ununun jelatinizasyon sıcaklığını düşürdüğü belirlenmiştir. Katkısız pirinç eriştesi duyu analizde daha fazla sertlik değeri, daha az kayganlık değeri vermiştir. Düşük pH'lı veya mısır nişastası katılmış eriştelere sertlik değerinin az olduğu görülmüştür. Fosfat ilavesi, eriştelere kayganlığı arttırarak kaliteyi geliştirmiştir. SPD katkılı eriştenin, STP katkılı erişteye nazaran daha fazla kayganlık değerine sahip olduğu bildirilmiştir (Wang et al., 2000).

Bir başka çalışmada mısır unundan makarna üretimi üzerine araştırma yapılmıştır. Mısır ununun % 20'sine kaynar su (%35) ilave edilerek ısı işlem uygulanmış ve 60°C'de 30 dakika bekletilmiştir. Bu karışıma geri kalan mısır unu (%80) ilave edilip karıştırılmış ve ekstrüzyon işlemi ile şekil verilmiştir. Makarnaların bir kısmı 37°C'de 24 saat kurutulmuştur (1. çeşit), diğer kısmı ise 4°C'de 24 saat bekletilip (soğuk depolama) 37°C'de 24 saat boyunca kurutulmuştur (2. çeşit). Ayrıca bir başka üretimde ise önce mısır unu deiyonize su ile ıslatılmış ve 12 dakika boyunca oda sıcaklığında karıştırılmıştır (120 devir/dakika). Sonra bu karışıma 5-9 dakika içinde son sıcaklık 75, 85 ya da 100°C olana kadar buhar tutulmuştur. Buhar, bu sıcaklıkta sabit kalacak şekilde ayarlanarak hamur 15 dakika bekletilmiştir. Bu işlemde son nem %38-43 arasında olacak şekilde başlangıçta ilave edilecek su miktarı ayarlanmıştır. Hamurun son sıcaklığı 50-60°C olacak şekilde 15 dakika karıştırılarak soğutma işlemi uygulanmıştır. Soğutulan hamur ekstrüderden geçirilerek şekil verilmiştir. Bu makarnanın bir kısmı 55°C'de 12 saat boyunca kurutulmuştur (3. çeşit), diğer kısmına ise 95°C'de %95'lik bağıl nemde 1-3 saat boyunca ısı işlem uygulandıktan sonra 55°C'de 12 saat boyunca kurutma işlemi uygulanmıştır (4. çeşit). Bu şekilde üretilen makarnaların herbirine pişme kaybı analizi yapılmıştır. Bu analizler sonucunda pişme kayıpları %38 (1. çeşit), %41 (2. çeşit), %40 (3. çeşit, 75°C' de), %28 (3. çeşit, 85°C' de), %39 (3. çeşit, 100°C' de),

%28 (4. çeşit, 75°C' de), %16 (4. çeşit, 85°C' de), %30 (4. çeşit, 100°C' de) olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre buhar uygulama işleminin pişme kaybını azalttığı belirlenmiştir. En iyi sonuç hamurda son sıcaklık 85°C olana kadar buhar uygulama işleminde elde edilmiş ve ikinci ısı işlem uygulamasının pişme kaybını düşürerek pişme kalitesini arttırdığı gözlenmiştir (Mestres et al., 1993).

Bir çalışmada nişasta jelatinizasyonunun erişte kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Bunun için pirinç unu (0.5 g) ile sıcak su (5 g) karıştırılmış ve nişasta jelatinize edilmiştir. Bu karışıma un (13.95 g) ve ılık su (6 g) ilave edilerek 15 dakika karıştırılmıştır. Hamurda ağırlıkça % 42-45 su bulunmaktadır. Hamur yüzeyine 1 dakika buhar uygulanarak yüzey jelatinizasyonu yapılmıştır. Hamur, jelatinize nişastanın homojen dağılımı için 15 dakika karıştırılmış ve 1.5 mm por çapındaki ekstrüderden basınçla geçirilerek kaynar suya atılmıştır. 2 dakika bekletildikten sonra pişirme işlemini durdurmak için buzlu suya daldırılıp çıkartılmış ve bir gece kurutulmuştur. Bu şekilde üretilen pirinç eriştelerinin pişme kaliteleri incelenmiştir. Üretilen eriştelerde pişme kaybı çok düşük (% 0.27-0.74), su absorpsiyonu ise çok yüksek (% 248-296) bulunmuştur. Bu sonuçlar, eriştelerin iyi pişme kalitesine sahip olduğunu göstermektedir (Bhattacharya et al., 1999).

Mungbean eriştelerinin fiziksel özellikleri üzerine jelatinize nişasta miktarı, hamurdaki nem, üretim sırasında hamura uygulanan ısı işlem süresi, soğutulduktan sonra gerekli sıcaklıkta tutma süresi ve sıcaklığının etkisi araştırılmıştır. Üretim için bir miktar nişasta (% 4.0, 4.5, 5.0), su ile karıştırılıp, kaynar su banyosunda 5 dakika tutularak jelatinize edilmiş ve geri kalan nişasta ilave edilip su ile mikserde karıştırılıp hamur elde edilmiştir. Hamurun nem içeriği önceden belirlenen seviyeye (% 50, 55, 60) ayarlanmış ve ekstrüderden çıkan hamur kaynar su içerisinde bırakılmıştır. Erişteler burada belirli sürelerde (20, 40, 60 sn) pişirilip musluk suyu altında soğutularak gerekli sıcaklıklarda (-18, -5, 8 °C) belirli sürelerde (18, 27, 36 saat) tutulmuştur. Erişteler soğuk musluk suyu içerisinde 2 saat bekletilip, kurutucuda 40°C'de 6 saat boyunca kurutulmuştur. Düşük nem içeriğindeki (%50) hamurdan elde edilen erişteler düşük pişme kaybı, yüksek L değeri (opak) ve yüksek kesme kuvveti göstermektedir. Jelatinizasyon derecesinin ve belirli sıcaklıkta tutma süresinin eriştelerin fiziksel özellikleri üzerine önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Hamurun nem içeriği, eriştelerin bütün fiziksel

özellikleri üzerine etkili olmuş, belirli sıcaklıkta tutma derecesi ise sadece pişme kaybı ve saydamlık üzerine etkili olmuştur. Isıl işlem süresi, hamurun son nemini belirlemektedir. Eriştelerde düşük pişme kaybı, yüksek kesme kuvveti ve saydam olması tercih edilmektedir. En iyi özelliklere sahip olan eriştelerin hamur nemi %50, ısıtılma süresi 40 sn ve belirli sürede tutma sıcaklığı 8°C'dedir (Galvez et al., 1994).

Bir çalışmada kimyasal olarak modifiye edilmiş tapioka nişastası ile yüksek amilozlu mısır nişastasının karışımından erişte yapılmış ve bu erişte mung bean nişastasından yapılan erişte ile fiziksel özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır. Mung bean eriştesinin üretiminde, normal nişasta ile jelatinize nişasta çirisi 25°C'de karıştırılıp ekstrüderden geçirilerek kaynar su içerisine atılmış, pişirmeyi durdurmak için eriştelere soğuk suya daldırılıp buzdolabı ısısında tutulmuş, soğuk su ile yıkanıp kurutulmuştur. Bu çalışmada yüksek amilozlu mısır nişastası (%70 amiloz) basınç reaktöründe jelatinize edilmiştir. Yüksek amilozlu nişasta ile su karışımı (% 10, 15, 20, kurumadde esasına göre) ısıtılmış (10 dakika) ve basınç reaktörüne verilmiştir. Nişasta-su karışımı burada 100 rpm de karıştırılmış ve 150°C ye ısıtılarak 15 dakika boyunca bu sıcaklıkta bekletilmiştir. Karışım 90°C ye soğutulmuş 1 saat bu ısıda tutulmuştur. Normal tapioka nişastası (200 g, kurumadde esasına göre) ile jelatinize yüksek amilozlu nişasta çirisi (200, 400, 600 veya 800 g) 10 dakika boyunca karıştırılmıştır. Elde edilen karışım 2 mm çapındaki ekstrüderden geçirilerek içerisinde % 0.001 miktarında soya fasulyesi yağı içeren kaynar su içerisine aktarılmıştır. Erişteler belirli sürelerde (10, 20, 30, 40, 50 ve 60 sn) pişirilerek buzlu su içerisine aktarılmış ve burada 5-10 dakika tutulmuş, 24 saat boyunca soğuk odada (5°C) askıda bekletilmiş, bunu takiben 25°C'deki suda 24 saat tutulmuş ve oda sıcaklığında kurutulmuştur. Tapioka nişastası, sodyumtrimetafosfat (STMP) ile çeşitli pH değerlerinde (11.0, 11.5), sıcaklıklarda (25, 35, 45°C) ve sürelerde (1.5, 2.5, 3.5 saat) çapraz bağlanmıştır. Farklı çapraz bağlama işlemlerinin nişastanın fonksiyonel özelliklerini etkilediği gözlenmiştir. Bu çalışma sonucunda sadece doğal veya çapraz bağlı tapioka nişastası kullanılarak yapılan eriştelere kabul edilemez özellikte olduğu belirlenmiştir. Çapraz bağlı tapioka nişastası ile yüksek amilozlu nişasta karışımından elde edilen eriştelere incelendiğinde pişme işlemi öncesi ve sonrasında eriştelere iyi kalitede olduğu belirlenmiştir. Duyusal analizde ise bu

karışımdan elde edilen eriştelere mung bean nişastasından yapılan eriştelere kıyasla tercih edilmiştir (Kasemsuwan et al., 1998).

2.6.3.4. Emülsifiye edici ajan ilavesinin glutensiz makarna ve erişte üretimi üzerine etkisi

Erişteye gam gibi stabilizörler ve emülsifiye edici ajanlar da eklenebilmektedir. Bu maddelerin kullanım nedeni, eriştede sıkı yapı eldesi, yapışkanlığın azalması ve nişastanın yapıda daha iyi tutunmasını sağlamaktır. Ayrıca emülsifiye edici ajanlar ekstrüzyon işlemlerinde yağ gibi rol oynamaktadır. Bu da daha kolay bir üretim sağlamak ve üründe daha az şekil bozukluğuna neden olmaktadır (Lai, 2001).

Bir çalışmada pirinç makarnasının kalitesi üzerine pirinç özellikleri ve ilave edilen emülsifiye edici ajanların etkisi araştırılmıştır. Çalışmada iki çeşit pirinç unu (yüksek ve düşük amiloz içerikli pirinç unu) kullanılmıştır. Emülsifiye edici ajan olarak ise GMS (gliseril monostearat) ve ticari emülgatör (KM3000; D-sorbitol, soya fasulyesi yağı, lesitin, propilen glikol, gliserin yağ asiti esteri ve sukroz yağ asiti esteri) kullanılmıştır. Çalışmada iki defa jelatinizasyon işlemi uygulanmıştır. Birincisi, ekstrüzyondan önce pirinç ununun ön jelatinizasyonu, ikincisi ise ekstrüzyondan sonra pirinç makarnasının yüzey jelatinizasyonudur. Bunun için pirinç unu bir gece suda veya su/emülsifiye edici ajan içeren karışımda (5, 10 veya 20 g/kg kurumadde esasına göre) bekletilerek nemi %40'a çıkarılmıştır. Sonra pirinç ununa 85°C'de 10 dakika buhar uygulanmış ve emülsifiye edici ajan ilave edilmiştir. Ekstrüzyon işlemi yapıldıktan sonra elde edilen makarnaya bir saat süresince buhar uygulanmıştır. Daha sonra makarna 50°C'de bir saat ardından da 35°C'de altı saat boyunca kurutulmuştur. Bu şekilde üretilen makarnaların kalite özellikleri incelenmiştir. GMS, yüksek amiloz içerikli makarnanın pişme özelliklerini geliştirmiş, pişme kaybını düşürüp pişme ağırlığını arttırmış ve makarnada yapışkanlığı azaltmıştır. Pirinç makarnasına kurutma işleminden önce buhar uygulanması da pişme özelliklerini geliştirmiştir. Düşük amiloz içerikli pirinç unundan hazırlanan makarnada ise iyi sonuç alınmamıştır. GMS katılan makarnanın renginin krem renginde, KM3000 katılan makarnanın renginin ise sarımsı renkte olduğu gözlemlenmiştir. Buhar uygulanan makarnalarda ise görsel olarak renk daha koyudur (Lai, 2001).

Bir başka araştırmada mısır nişastasından erişte üretiminde gliseril monostearat (GMS) kullanımının etkisi araştırılmıştır. Erişte üretimi için kuru mısır nişastası (%95) ile pişmiş mısır nişastası (%5) karıştırılmıştır. Pişmiş nişasta, kuru nişastaya 1/7 oranında su katılarak hazırlanmıştır. Elde edilen hamur ekstrüderden geçirilerek erişte üretilmiştir. Bu erişteler, 30 saniye süresince kaynar suda bekletildikten sonra akan su altında 3 dakika tutularak soğutulmuş ve kurutucuda 40°C'de kurutulmuştur. Analizler sonucunda GMS katılarak yapılan eriştenin pişme süresinin fazla olduğu, su absorpsiyonu ve pişme kaybının düşük olduğu belirlenmiştir. Bu eriştelerin tekstür özellikleri incelendiğinde GMS ilavesinin eriştenin sertliğini biraz, kohesifliğini, yapışkanlığını, elastikiyetini ve çiğnenebilirliğini ise önemli derecede düşürdüğu gözlenmiştir (Kaur et al., 2005).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu tez çalışması kapsamında glutensiz erişte üretiminde hammadde olarak ticari pirinç ve ticari mısır örneği kullanılmıştır. Pirinç ve mısır örneği, Brabender Quadrumat Junior değirmeninde öğütülmüş, elde edilen unlar 212 µm'lik elekten elenmiş, elek üzerinde kalan kısım tekrar öğütülerek 212 µm'lik elekten elenmiştir. 212 µm'lik eleğin üstünde kalan un ise jelatinizasyonda kullanılmak üzere 425 µm'lik elekten elenerek kepeği ayrılmıştır.

Erişte üretiminde bazı denemelerde ingrediyan olarak keçiyoynuzu gamı (Incom A.Ş., Mersin), ksantan gam (Kuzey Kimya, İstanbul) ve/veya transglutaminaz enzimi (100 ünite/g) (Ajinomoto, Teaneck, N.J., USA) kullanılmıştır. Keçiyoynuzu gamı ve ksantan gam pirinç ununa veya mısır ununa %3 oranında, transglutaminaz enzimi %0.5 oranında ilave edilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Hammadde Analizleri

3.2.1.1. Rutubet miktarı tayini

Rutubet miktarı, AACC Metod No:44-15A (AACC, 1990)'a göre saptanmıştır.

3.2.1.2. Kül miktarı tayini

Kül miktarı, AACC Metod No:08-01 (AACC, 1990)'a göre saptanmıştır.

3.2.1.3. Protein miktarı tayini

Protein miktarı, AACC Metod No:46-11A (AACC, 1990)'a göre saptanmıştır.

Pirinç unu için çevirme faktörü 5.95, mısır unu için 6.25 olarak alınmıştır.

3.2.1.4. Renk analizi

Pirinç ve mısır unlarının renkleri Minolta Spectrophotometer, CM-360d kullanılarak belirlenmiştir. Hunter renk değerleri (L, a, b)'nden oluşan üçlü skalada

L=100 beyaz, L= 0 siyah; yüksek pozitif a renk değeri kırmızı, yüksek negatif a renk değeri yeşil; yüksek pozitif b renk değeri sarı ve yüksek negatif b renk değeri mavi olarak değerlendirilmiştir. Renk değerleri 2 değer in ortalaması olarak verilmiştir.

3.2.1.5. İmmünolojik Yöntemle (ELİSA) Gluten Belirlenmesi

Glutene intoleransı olan bireyler için gıdaların seçiminde ve kalite kontrolünde gluten belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. 27.09.2003 tarihinde yayınlanmış olan Türk Gıda Kodeksi “Glutensiz Gıda Maddeleri Tebliği” ne göre buğday, arpa, çavdar ve yulaf içeren “gluteni azaltılmış gıda maddelerin” de gluten miktarı kurumadde üzerinden 200 ppm’i geçmemelidir. Ayrıca buğday, arpa, çavdar, yulaf yerine kullanılan gluten içermeyen bileşenlerden oluşan “glutensiz gıda maddeleri” nde gluten miktarı kurumadde üzerinden 20 ppm’i geçmemelidir. Bu çalışmada glutensiz erişte üretmek amaçlandığı için ELİSA yöntemine dayalı immünolojik yöntemle (AOAC 991.19 referans nolu analiz metodu, 1991) gluten analiz kiti kullanılarak kantitatif olarak pirinç ve mısır ununda gliadin ve gluten içeriği belirlenmiştir. Örnekler %40’lık etanolde 1 gece bekletilerek ekstrakte edilmiştir. Testin esası antijen-antikor reaksiyonuna dayanmaktadır. Kitde bulunan mikrotiter kuyucukları gliadine spesifik antikorlarla kaplanmıştır. Kuyucuklara standart veya örnek solüsyonunun ilavesiyle mevcut gliadin spesifik antikora bağlanmaktadır. Sonuçta antikor-antijen kompleksi oluşmaktadır. Antikora bağlanmamış olan örnek bileşenleri yöntemin yıkama aşamalarında uzaklaştırılmaktadır. Bağlanan gliadin antikorla konjuge edilmiş peroksidaz enzimi ile belirlenmektedir. Bağlanmamış enzim konjugatı yıkama aşamasında uzaklaştırılmaktadır. Kuyucuklara enzim substratı ve kromojen ilave edilip inkübe edilmektedir. Bağlı enzim konjugatı renksiz kromojeni mavi bir ürüne dönüştürmektedir. Reaksiyon sonlandırıcı reaktif ilavesi ile renk maviden sarıya dönüşmekte ve 450 nm’de ölçüm yapılmaktadır. Sonuçlar 2 değer in ortalaması olarak verilmiştir. Bu yöntem kullanılarak 1 ppm düzeyine kadar gluten varlığı tespit edilebilmektedir.

$$\text{Gliadin miktarı (ppm)} = \frac{C \text{ (ng/ml)} \times 50 \times 100 \text{ (ml)}}{1000 \times 1 \times 10 \text{ (g)}}$$

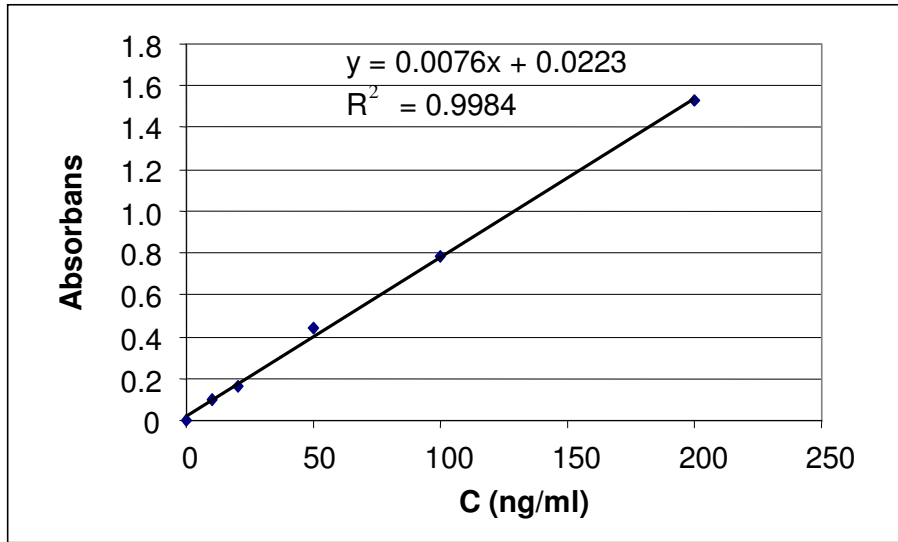
Gluten miktarı (ppm) = Gliadin x 2

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

10 g /100 ml = Ekstrakte edilen örnek miktarının oranı

50 = Seyreltme faktörü

1000= ng/g' ı mg/kg' a çevirme faktörü



Şekil 3.1. Gliadin standartlarına ait kalibrasyon eğrisi

3.2.2. Pirinç Eriştesi Üretimi

3.2.2.1. Nişasta jelatinizasyonu

Erişte üretiminde gluten içermeyen pirinç unu kullanıldığında hamurda gluten proteininin sağladığı gerekli ağ yapı oluşmamaktadır. Bu yüzden hammaddeye bazı ön işlemler uygulanarak gluten benzeri bir ağ yapının oluşumu sağlanabilmektedir. Unda bulunan nişastanın ısı ile jelatinizasyonu bu ön işlemlerden biridir. Bu çalışmada pirinç eriştesi üretiminde kullanılacak olan toplam 800g (%14 rutubet esasına göre) pirinç ununun belirli miktarlardaki kısmına (%15, %20, %25 ve %30) jelatinizasyon işlemi uygulanmıştır. Bu amaçla belirli miktardaki pirinç ununa (> 212 μ m) 2 katı (w/w) kaynar su ilave edilmiş ve 5 dakika

kaynar su banyosunda bekletilmiştir. Oda sıcaklığında 2 saat bekletildikten sonra erişte üretiminde kullanılmıştır.

3.2.2.2. Erişte üretimi

Madde 3.2.2.1 de belirtildiği şekilde jelatinize edilen pirinç unu örneğine jelatinize edilmemiş pirinç unu ve toplam suunun %70'i (w/w) olacak şekilde su katılarak yoğurucuda (KitchenAid K45SS, USA) 2 dakikada bir kenarlarda kalan hamur toparlanarak toplam 15 dakika yoğurulmuştur. Elde edilen hamur kapalı bir kaptaki 35°C'de 30 dakika etüvde dinlendirilmeye bırakılmıştır. Dinlendirilmiş hamur erişte makinasında (Ampia 150, İtalya) (Şekil 3.2) sırasıyla 1, 3 ve 5 numaraya ayarlanmış silindirler arasından 5'er kez geçirilip şekil verilmiş ve ince tabaka haline getirilmiştir. İnceltelen hamur erişte halinde kesilmiş ve etüvde 45°C'de 22 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutma işlemi bittikten sonra erişteler plastik poşetlerde paketlenip 15 gün boyunca dinlendirilmiştir.



Şekil 3.2. Erişte makinası

Çalışmanın ikinci kısmında ilk kısımda hazırlanan erişte örneklerinden en iyi kalite özelliklerine (pişme özellikleri, renk, tekstür ve duysal özellikler) sahip olan erişte örneğinin jelatinizasyon derecesi esas alınarak formülasyona un miktarının %3'ü oranında keçiyoynuzu gamı veya ksantan gam ilave edilmiştir. İlk kısımda belirtildiği şekilde erişte örnekleri hazırlanmıştır.

En iyi kalite özelliğine sahip erişte örneğine transglutaminaz (TG) ilavesinin nasıl bir etki yarattığını belirlemek için aynı jelatinizasyon derecesi esas alınarak formülasyona un miktarının %0.5'i oranında TG ilave edilmiştir. Kontrol örneğinde TG bulunmamaktadır. Ayrıca aynı jelatinizasyon derecesinde gam ilave edilerek hazırlanan örnek formülasyonuna da TG (%0.5) ilavesi yapılmıştır. Erişte üretimi aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Erişte üretiminde hamurun 35°C'de 30 dakika etüvde dinlendirme işleminin yanısıra TG ilave edilmiş örneklerde erişte şekli verildikten sonra kurutmaya geçilmeden önce TG enziminin aktivite gösterebilmesi için etüv içerisine su püskürtülerek nemli ortam sağlanmış, 45°C'de 2 farklı sürede (1 saat veya 2 saat) bekletme işlemi uygulanmıştır. Bu aşamada transglutaminaz enziminin oluşturduğu çapraz bağların sıkı bir yapı sağlayarak gluten benzeri bir ağ yapı meydana getireceği düşünülmektedir.

3.2.3. Mısır Eriştesi Üretimi

3.2.3.1. Nişasta jelatinizasyonu

Erişte üretiminde mısır unu kullanıldığında da pirinç ununda olduğu gibi hamurda gluten proteininin sağladığı gerekli ağ yapı oluşmamaktadır. Bu nedenle unda bulunan nişastanın ısı ile jelatinizasyonu gerekmektedir. Bu amaçla mısır eriştesi üretiminde kullanılacak olan toplam 800 g (%14 rutubet esasına göre) mısır ununun belirli miktardaki kısmına (%40, %60 ve %80) jelatinizasyon işlemi uygulanmıştır. Belirli miktardaki mısır ununun (>212 µm) üzerine toplam un miktarının %70'i (w/w) oranında kaynar su ilave edilmiş ve 5 dakika kaynar su banyosunda bekletilmiştir. Bu örnekler oda sıcaklığında 2 saat bekletildikten sonra erişte üretiminde kullanılmıştır.

3.2.3.2. Erişte üretimi

Madde 3.2.3.1'de belirtildiği şekilde jelatinize edilen mısır unu örneğine jelatinize edilmemiş mısır unu katılarak yoğurucuda (KitchenAid K45SS, USA) 2 dakikada bir kenarlarda kalan hamur toparlanarak toplam 15 dakika yoğurulmuştur. Jelatinizasyonda kullanılan su hamur oluşumu için yeterli olmuş ayrıca su ilave edilmemiştir. Pirinç eriştesinde olduğu gibi en iyi kalite özelliklerine (pişme özellikleri, renk, tekstür ve duyu özellikleri) sahip olan mısır eriştesi örneğinin jelatinizasyon derecesi esas alınarak formülasyona un miktarının %3'ü oranında

keçiboynuzu gamı veya ksantan gam ilave edilmiştir. Mısır eriştesine TG ilavesinin etkisini belirleyebilmek için en iyi kalite özelliğine sahip olan mısır eriştesi örneğinin jelatinizasyon derecesi esas alınarak formülasyona un miktarının %0.5'i oranında TG ilave edilmiştir. Ayrıca aynı jelatinizasyon derecesinde gam ilave edilerek hazırlanan örnek formülasyonuna da TG (un miktarının %0.5'i) ilavesi yapılmıştır.

3.2.4. Erişte Örneklelerinin Kalite Karakteristiklerinin Belirlenmesi

3.2.4.1. Pirinç ve mısır eriştelerinin pişme özellikleri

3.2.4.1.1. Pişme süresi tayini

Erişte örneklelerinde pişme süresi tayini D'Egidio et al. (1982) tarafından belirtilen yöntemle göre yapılmıştır. Kaynamakta olan suyun içerisine bir miktar erişte atılıp 7. dakikadan itibaren örnek alınıp cam levhalar arasında sıkıştırılır. Eriştenin ortasındaki açık renkli pişmemiş kısım kayboluncaya kadar bu işleme birer dakika ara ile devam edilir. Başlangıçtan bu ana kadar geçen süre pişme süresi olarak alınır. Sonuçlar 2 değerin ortalaması olarak verilmiştir.

3.2.4.1.2. Suya geçen madde miktarı (Pişme kaybı)

Pişme kaybı analizi için 400 ml'lik bir behere 250 ml çeşme suyu konup kaynatılmış ve içerisine 25 g erişte ilave edilmiştir. Pişirme işlemi sıcaklığı ayarlanarak sabit tutulabilen kum banyosunda gerçekleştirilmiştir. Pirinç ve mısır erişteleri pişme süresi tayininde belirlenen süre kadar pişirilmiş ve pişme suyu süzölmüştür. Elde edilen süzöntü önceden darası belirlenmiş bir behere aktarılmıştır. Sonra 98°C' ye ayarlanmış etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar (24 saat) kurutulmuş ve desikatörde bekletildikten sonra tartılmıştır. Buradan pişme suyuna geçen madde miktarı % olarak aşağıda belirtildiği şekilde hesaplanmıştır (D'Egidio et al., 1982). Sonuçlar 3 değerin ortalaması olarak verilmiştir.

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

G: Kalıntı miktarı (kurutma işlemi sonrası ağırlık ile kabın darası arası fark)

R: Erişte rutubeti

3.2.4.1.3. Su absorpsiyonu

Suya geçen madde miktarı analizinde elde edilen suyu süzölmüş pişmiş erişte örneği tartılmış ve pişmiş erişte ağırlığı (G_2) bulunmuştur. Pişmiş erişte ağırlığı değerinden pişmemiş erişte ağırlığı (G_1) çıkarılarak pişirme sonucu meydana gelen ağırlık artışı tespit edilmiş ve % su absorpsiyonu değeri aşıağıda belirtildiği şekilde hesaplanmıştır (Köksel ve ark., 2000). Sonuçlar 2 değerin ortalaması olarak verilmiştir.

$$\text{Su Absorpsiyonu (\%)} = \frac{(G_2 - G_1)}{G_1} \times 100$$

3.2.4.1.4. Hacim artışı

Hacim artışı analizi için 250 ml'lik ölçü silindirine, eriştenin üzerini kaplayacak kadar damıtık su konulmuş ve 25 g erişte ilave edilmiştir. Su seviyesindeki artış kuru erişte hacmidir (V_1). Suya geçen madde miktarı analizinde pişirilmiş ve süzölmüş erişte için de aynı hacim ölçme işlemi tekrarlanmıştır. Su seviyesindeki artış, pişmiş erişte hacmidir (V_2). Buradan % hacim artışı hesaplanmıştır (Köksel ve ark., 2000). Sonuçlar 2 değerin ortalaması olarak verilmiştir.

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

3.2.4.1.5. Toplam organik madde miktarı (TOM) tayini

Yöntem, erişteyi pişirdikten sonra bir miktar su ile yıkayıp örnek yüzeyindeki organik maddeleri suya geçirmek ve daha sonra yıkama suyundaki organik madde miktarını kimyasal yöntemle belirleme esasına dayanmaktadır. 25 g makarna kaynamakta olan 250 ml tuzsuz çeşme suyu içerisinde pişme süresi kadar

pişirilmiştir. Bu süre sonunda pişen erişte gözenek açıklığı 2 mm olan süzgeçten süzölmüş ve örnek 5 dakika dinlendirildikten sonra içinde 500 ml su bulunan ölçü silindire konularak 12 dakika tutulmuştur. Bu sırada her 4 dakikada bir karıştırılmıştır. Süre sonunda yıkama suyundan 5 ml alınarak 600 ml hacmindeki behere aktarılmış ve 80°C'de 2 saat evapore edilmiştir. Evaporasyon tamamlandıktan sonra örnek üzerine 10 ml 1 N potasyum dikromat ilave edilerek ıslatılmış, çeker ocakta 20 ml %96'lık sülfürik asit ilave edilmiş, 1 dakika karıştırıldıktan sonra 30 dakika bekletilmiştir. Karışım 200 ml su ilavesi ile seyreltildikten sonra 1 ml %0.5'lik difenilamin çözeltisi ilave edilmiş ve fazla potasyum dikromat 0.5N $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ ile titre edilmiştir. Titrasyon bitiş noktasında renk mor-menekşeden yeşile dönmektedir. Sonuç 100 g örnekten yıkama suyuna geçen nişastanın gram olarak miktarı şeklinde verilmektedir (D'Egidio et al., 1982; Köksel ve ark., 2000). Sonuçlar 4 değer in ortalaması olarak verilmiştir.

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

B: Şahitde harcanan 0.5 N $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ 'in hacmi (ml)

S: Örnekte harcanan 0.5 N $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ 'nin hacmi (ml)

20: 10 ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 'a eşdeğer $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ ' in teorik olarak miktarı (ml)

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

100: Seyreltme faktörü

0.9: Glukozu nişastaya çevirme faktörü

1.0283: Nişastanın tamamlanmamış oksidasyonu için düzeltme faktörü

4: 100 g / 25 g

3.2.4.2. Pirinç ve mısır eriştelere nin renk özellikleri

Pirinç ve mısır eriştelere kahve değirmeninde (Moulinex) öğütölerek renk tayini için örnek (<212µm) hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin renkleri Minolta Spectrophotometer, CM-360d kullanılarak belirlenmiştir. Hunter renk değere ri (L,

a, b)' nden oluşan üçlü skalada L=100 beyaz, L= 0 siyah; yüksek pozitif a değeri kırmızı, yüksek negatif a değeri yeşil; yüksek pozitif b değeri sarı ve yüksek negatif b değeri mavi olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar 2 değer in ortalaması olarak verilmiştir.

3.2.4.3. Pirinç ve mısır eriştelerinin duyu sal özellikleri

Pirinç ve mısır eriştelerinin duyu sal değ erlendirmesi gün ışığı altında yaşları 25 ile 45 arasında değ işen ve sigara kullanmayan 5 panelist tarafından yapılmıştır. Eriştelerde kontrol örneği kontrol şeklinde belirtilmiş, diğer örnekle r ise rastgele seçilmiş iki basamaklı rakamlarla numaralandırılmıştır.

Erişte örnekle ri pişme süresi kadar pişirilmiş ve 2 dakika dinlendirildikten sonra aşağıda açıklanan özellikler açısından şekil 3.3' de verilen duyu sal değ erlendirme formuna göre analize tabi tutulmuştur.

Yüzey özellikleri; 1-2 adet erişte ağıza alınıp dudaklar arasında baskı uygulanmış ve örnekle r nemlilik, kayganlık, pürüzlülük gibi yüzey özellikleri açısından değ erlendirilmiştir.

Çiğneme özellikleri; Yeterince erişte azı dişler arasına yerleştirilip çiğnenmiş ve örnekle r sertlik, yapışkanlık, kü tlenin kohesifliği, ağızda bıraktığı nişasta hissi gibi çiğneme özelliklerince değ erlendirilmiştir.

Çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri; Yeterince erişte azı dişler arasına yerleştirilip 5-10 kez çiğnendikten sonra ağızda bıraktığı his kumsuluk ve yapışkan tabaka varlığı açısından değ erlendirilmiştir.

Tat; Eriştelerin tadının tespiti yapılmıştır.

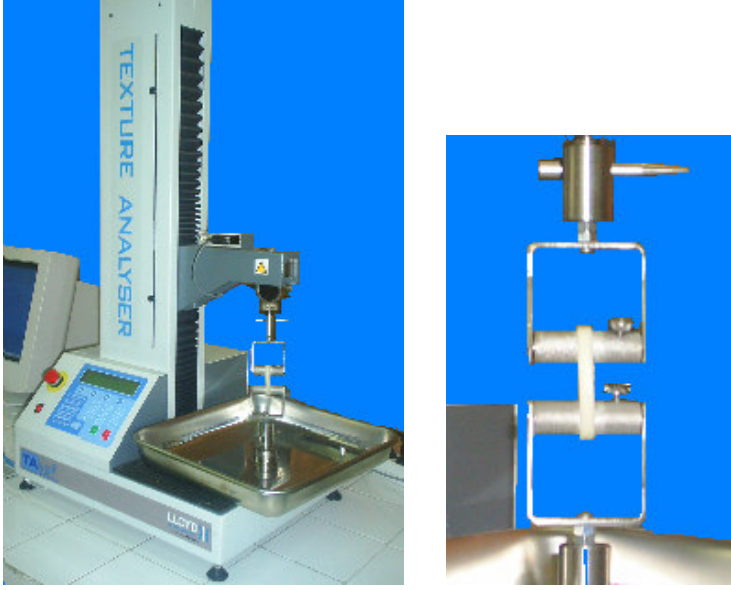
Şekil 3.3. Erişte için duyuusal değerlendirme formu

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

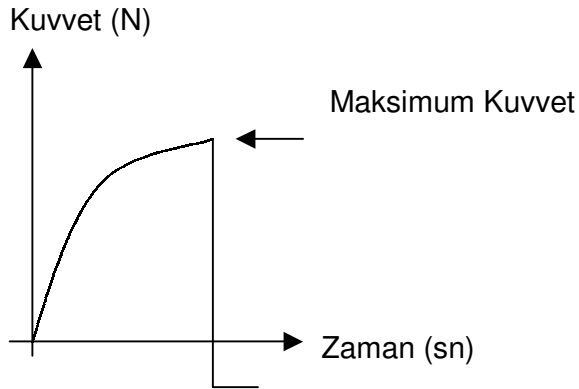
3.2.4.4. Pirinç ve mısır eriştelereinin tekstür özellikleri

Üretilen pirinç ve mısır eriştelereinin tekstür analizi Tekstür analizöründe (Ametek Lloyd Instruments Ltd, UK) makarna ve spaghetti gibi ürünlerin tekstür analizi için önerilen aparat (spagetti-noodle testing fixture) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.4). Probuñ sıfır ayarı, kollar birbirine değdirilerek yapılmakta ve test kollar arası uzaklık 15 mm olacak şekilde ayarlandıktan sonra başlatılmaktadır. Test hızı 3 mm/sn olarak belirlenmiştir. Bu aparatla pişmiş erişte örneklerini koparmak için

gerekli maksimum kuvvet test edilir (Şekil 3.5). Sonuçlar 3 değerin ortalaması olarak verilmiştir.



Şekil 3.4. Tekstür ölçme cihazı ve makarna test aparatı



Şekil 3.5. Tekstür ölçme cihazında makarna test aparatıyla elde edilen eğri

3.2.5. İstatistiksel Değerlendirme

Veriler normal dağılım açısından test edilmiş ve jelatinizasyon dereceleri arası farkı belirlemek için tek yönlü, gam ve transglutaminaz ilavesinin pişme özellikleri, renk değerleri ve tekstür değerleri üzerine etkisini belirlemek için iki yönlü varyans analizi (SPSS Windows) kullanılmıştır. Örnekler arası farkın önemli olduğu durumlarda ortalamalar arası farkı belirlemek için LSD testi kullanılmıştır. Etkileşimin nemsiz olduğu durumda, verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde sadece gam çeşidinin veya TG ile farklı sürelerde inkübasyonun pişme kaybı, su absorpsiyonu, hacim artışı, TOM, renk değerleri ve tekstür değeri üzerine etkisi incelenmiştir. Etkileşimin önemli olduğu durumda kareler ortalaması üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Erişte rneklerinin duyusal özelliklerine ait standart sapma değerleri belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Pirinç ve Mısır Ununun Kalite Özellikleri

Pirinç ve mısır ununun (partikül boyutu < 212 µm) kül, protein değerleri ve renk analizi sonuçları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Pirinç ununun kül ve protein miktarı mısır unundan yüksektir. Pirinç ve mısır ununun renk değerlerine bakıldığında pirinç unu diğerine kıyasla daha fazla parlaklığa sahiptir. Mısır ununun ise a (kırmızıya kayma) ve b (sarıya kayma) renk değerleri pirinç ununa nazaran oldukça yüksektir. Pirinç unu 2.81 ppm, mısır unu ise 4.68 ppm gluten içermektedir. Türk Gıda Kodeksi No: 2003/33 Tebliğine göre bu unların gluten miktarı 20 ppm'den düşük olduğu için glutensiz sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.1. Pirinç ve mısır ununun kalite özellikleri

	Kül (%k.m.)	Protein (%k.m.)	Gluten Miktarı (ppm)	Renk		
				L	a	b
Pirinç unu	0.51	7.5	2.81	95.28	0.21	7.36
Mısır unu	0.19	6.4	4.68	89.52	5.84	30.77

4.2. Pirinç Eriştesinin Kalite Özellikleri

4.2.1. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu ilavesinin pirinç eriştelere kalite özellikleri üzerine etkisi

4.2.1.1. Pişme özellikleri

4.2.1.1.1. Pişme süresi

Pirinç unundan yapılan eriştelere pişme süresi buğday unundan yapılan eriştelere kıyasla daha kısadır. Pirinç unundan yapılan eriştelere pişme süresi 10 dakika olarak bulunmuştur. Buğday unundan yapılan eriştelere pişme süresinin 10 ile 16 dakika arasında değiştiği bildirilmiştir (Oh et al., 1985).

4.2.1.1.2. Suya geçen madde miktarı (Pişme kaybı)

Suya geçen madde miktarı, makarna ve eriştenin değerlendirilmesinde önemli bir kalite kriteridir. İyi kaliteli bir makarnanın pişirme sırasında dağılıp deforme olmaması, şeklini koruması ve diri özellikte olması yani suya geçen madde miktarının az olması istenmektedir (Köksel ve ark., 2000). Eriştede yüksek pişme kaybı istenmemektedir. Yüksek pişme kaybı, nişastanın yüksek oranda çözüldüğünü ve pişme toleransının düşük olduğunu göstermektedir (Bhattacharya et al., 1999).

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştelerinin pişme kaybı değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Bu değerler %11.1 ile %15.4 arasında değişmektedir. Pirinç ununa uygulanan jelatinizasyon oranının, pirinç eriştelerinin pişme kaybı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.2 incelendiğinde %15 ve %30 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştelerinin pişme kaybı değerlerinin en yüksek olduğu ve istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı gözlenmiştir. %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren erişte örneği ise en düşük pişme kaybı değerine (%11.1) sahiptir. Bu çalışmada pirinç eriştelerinin pişme kaybı değerleri literature (Yoenyong-buddhagal and Noomhorm, 2002) nazaran yüksek bulunmuştur. Bir çalışmada ıslak öğütme ile hazırlanan pirinç unu içeren pirinç vermicellisinin pişme kaybı değeri %4.40, kuru öğütme ile hazırlanan pirinç unu içeren pirinç vermicellisinin pişme kaybı değeri %5.00 olarak bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada çeşitli partikül boyutlarında ıslak öğütme ile hazırlanmış pirinç unu içeren pirinç vermicellislerinin pişme kaybı değerleri %3.13 ile %7.71 arasında değişmektedir. (Yoenyong-buddhagal and Noomhorm, 2002). Bu değerlerin tez çalışmasında bulunan değerlerden düşük olmasının nedeni pirinç vermicellisine biri 15 dakika diğeri 2 saat olmak üzere iki kez buhar uygulanmakta ve ekstrüzyon işlemi yapılmaktadır.

4.2.1.1.3. Su absorpsiyonu

Pişme sırasında eriştelerin su absorpsiyonunun fazla olması istenmektedir. Su tutma kapasitesinin düşük olması sonucunda erişteler pişme sonrası sert tekstür vermektedir (Bhattacharya et al., 1999).

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştelerinin su absorpsiyonu değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Pirinç eriştelerinin su absorpsiyonu değerleri %108.0 ile %117.5 arasında değişmektedir. Pirinç ununa uygulanan jelatinizasyon oranının, pirinç eriştelerinin su absorpsiyon değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Çizelge 4.2'ye göre %20 ve %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren erişte örneklerinin su absorpsiyonu değerleri diğer örneklerinkine göre daha yüksek olup istatistiksel olarak değerlendirildiğinde aynı grupta yer almıştır. %30 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren erişte örneğinin su absorpsiyonu değeri %15 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren erişte örneği ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Bu çalışmada pirinç eriştelerinin su absorpsiyonu değerleri literature (Yoenyongbuddhagal and Noomhorm, 2002) nazaran yüksek bulunmuştur. Bir çalışmada ıslak öğütme ile hazırlanan pirinç unu içeren pirinç vermicellisinin su absorpsiyonu değeri %77.42, kuru öğütme ile hazırlanan pirinç unu içeren pirinç vermicellisinin su absorpsiyonu değeri %77.26 olarak bildirilmiştir. Ayrıca çeşitli partikül boyutlarında öğütülmüş pirinç unu içeren pirinç vermicellislerinin su absorpsiyonu değerlerinin %76.01 ile %77.16 arasında değiştiği bildirilmiştir (Yoenyongbuddhagal and Noomhorm, 2002).

Çizelge 4.2. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştelerinin pişme özellikleri^a

Jelatinizasyon Oranı (%)	Pişme Kaybı (%)	Su Absorpsiyonu (%)	Hacim Artışı (%)	TOM (%)
15	15.4 a	108.0 b	140 b	2.15 a
20	12.3 b	116.5 a	157 a	1.50 c
25	11.1 c	117.5 a	158 a	1.40 c
30	15.2 a	108.0 b	142 b	1.83 b

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)

4.2.1.1.4. Hacim artışı

Pişme sırasında eriştede hacim artışının fazla olması istenmektedir. Çünkü hacim artışının az olması, eriştelerin daha az su absorpladığını göstermekte ve bu da

eriştelerin pişme sonrası sert yapıda olmasına neden olmaktadır (Bhattacharya et al., 1999).

Çizelge 4.2'de farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştelerine ait hacim artışı değerleri verilmiştir. Bu değerler %140 ile %158 arasında değişmektedir. Pirinç ununa uygulanan jelatinizasyon oranının, pirinç eriştelerinin hacim artışı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Su absorpsiyonu yüksek olan %20 ve %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren eriştelerin hacim artışı değerlerinin de %15 ve %30 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren erişte örneklerine kıyasla oldukça yüksek olduğu ve istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı gözlenmiştir. Hacim artışı değerleri düşük olan %15 ile %30 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç erişteleri aynı grupta yer almaktadır.

4.2.1.1.5. Toplam organik madde (TOM) miktarı

TOM analizi, pişmiş spagettinin yüzeyinde bulunan nişasta ve diğer organik bileşiklerin belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Makarnanın yüzeyinde bulunan fazla miktarda madde, TOM değerini yükseltecektir (Kruger and Matsuo, 1996). Kaliteli bir makarna, pişirme sırasında deforme olmamalıdır. Eğer deforme olursa pişme suyuna fazla miktarda nişasta geçmekte ve makarnaların yapışkanlığını arttırarak birbiri içinde kümeleşmesine neden olmakta ve yüksek TOM değerleri elde edilmektedir. Bu da istenmeyen bir durumdur (Köksel ve ark., 2000). TOM değeri %2.1'in üstünde ise makarna düşük kaliteli, %1.4-2.1 arasında ise makarna iyi kaliteli, %1.4'ün altında ise makarna çok iyi kalitelidir. Bu sınıflandırma durum buğday irmiğinden yapılan makarnalar içindir (D'Egidio et al., 1982; Köksel ve ark., 2000).

Pirinç eriştelerinin TOM değerleri %1.40 ile %2.15 arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Çizelge 4.2 incelendiğinde %20 ve %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren erişte örneklerinin TOM değerlerinin pişme kaybı değerlerinde olduğu gibi diğer örneklere kıyasla oldukça düşük olduğu ve aynı grupta yer aldığı gözlenmiştir. %15 jelatinizasyon oranında hazırlanmış pirinç erişte örneği hariç diğer örneklerin

hepsi durum buğday irmiğinden üretilen makarnalar için yapılan sınıflandırma dikkate alındığında iyi kalitelidir.

4.2.1.2. Renk özellikleri

Renk, ürünün görüntüsünü ve albenisini etkileyen faktörlerden biridir. Renk analizinde ölçülen değerler L (siyah-beyaz), a (yeşil-kırmızı) ve b (mavi-sarı)'dır.

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştelere renk değerleri (L, a, b değerleri) Çizelge 4.3'de verilmiştir. Pirinç ununa uygulanan jelatinizasyon oranının L renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$), a ve b renk değerleri üzerine etkisi önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur ($\alpha=0.05$).

Çizelge 4.3. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştelere renk değerleri^a

Jelatinizasyon Oranı (%)	L	a	b
15	89.54 a	0.12	6.86
20	89.58 a	0.12	6.88
25	89.10 b	0.16	7.38
30	89.50 a	0.14	7.35

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)

4.2.1.3. Duyusal özellikler

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştelere duyusal analizi konusunda uzman 5 panelist tarafından gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.4'de verilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre pirinç eriştesinin yüzey özellikleri, çiğneme özellikleri, çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri ve tat üzerine erişte yapımında kullanılan pirinç ununa uygulanan jelatinizasyon oranının etkisi olduğu gözlenmiştir. Eriştenin tüm duyusal özellikleri incelendiğinde %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştesinin duyusal özelliklerinin diğer özelliklere kıyasla daha iyi olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştelerinin duyuşal özellikleri

Jelatinizasyon Oranı (%)	Yüzey Özellikleri	Çiğneme Özellikleri	Çiğneme Sonrası Ağızdaki His Özellikleri	Tat
15	3.0±0.58	2.5±0.34	2.3±0.27	2.0±0.00
20	2.9±0.32	2.8±0.06	2.5±0.50	2.1±0.22
25	3.5±0.69	3.3±0.70	3.4±0.22	3.6±0.55
30	3.2±0.30	3.2±0.14	2.8±0.43	3.2±0.45

± : Standart sapma

4.2.1.4. Tekstür özellikleri

Pirinç eriştelerinin tekstür analizöründe gösterdiği maksimum kuvvet değerleri 0.51 N ile 0.69 N arasında değişmektedir (Çizelge 4.5). Bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Çizelge 4.5 incelendiğinde %15 ve %20 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren erişte örneklerinin tekstür değerlerinin diğer örneklere kıyasla düşük olduğu ve aynı grupta yer aldığı gözlenmiştir. %30 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren erişte örneği ise en yüksek maksimum kuvvet değerine (0.69 N) sahiptir.

Çizelge 4.5. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştelerinin tekstür değerleri^a

Jelatinizasyon Oranı (%)	Maksimum Kuvvet (N)
15	0.51 c
20	0.54 c
25	0.62 b
30	0.69 a

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren erişte örnekleri pişme özellikleri ve duyuşal özellikler açısından değerlendirildiğinde %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren erişte örneğinin diğer örneklere kıyasla daha iyi kalitede olduğu belirlenmiştir. %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren erişte örneğinin

tekstür analizi sonucu da %15 ve %20 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren örneklerle göre yüksek bulunmuştur.

4.2.2. Gam ve Transglutaminaz ilavesinin pirinç eriştelerinin kalite özellikleri üzerine etkisi

4.2.2.1. Pişme özellikleri

En iyi kalite özelliklerine sahip olan %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren erişte örneği formülasyonuna gam (keçiboynuzu gamı, ksantan gam) veya transglutaminaz enzimi (enzim ile inkübasyon süresi 1 veya 2 saat) ilavesinin veya her ikisinin birden ilavesinin erişte kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. İki faktörlü (gam çeşidi x TG ile inkübasyon süresi) tesadüf blokları deneme deseni ANOVA sonuçlarına bakıldığında pirinç eriştelerinin pişme kaybı, su absorpsiyonu, TOM değerleri üzerine gam çeşidi x TG ilavesi interaksyonunun önemsiz olduğu gözlenmiştir ($P>0.05$). Bu sebeple verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde sadece gam çeşidinin veya TG ile farklı sürelerde inkübasyonun pişme kaybı, su absorpsiyonu, TOM değerleri üzerine etkisi incelenmiştir. Pirinç eriştesinin hacim artışı değeri üzerine gam çeşidi x TG ilavesi interaksyonu ise istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Hacim artışı verilerinin değerlendirilmesinde iki etkenli varyans çözümlemesi yapılmıştır.

4.2.2.1.1. Suya geçen madde miktarı (Pişme kaybı)

Pirinç eriştelerinin pişme kaybı değerleri %10.1 ile %11.1 arasında değişmektedir (Çizelge 4.6). Gam çeşidinin eriştelerin pişme kaybı değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.7). Çizelge 4.7'e göre keçiboynuzu gamı ilave edilmiş erişte örnekleri ile gam ilave edilmemiş erişte örneklerinin pişme kaybı açısından istatistiksel olarak aynı grupta yer aldığı gözlenmiştir. Ksantan gam ilave edilmiş erişte örnekleri ise en düşük pişme kaybı değeri ile diğerlerinden farklı grupta yer almıştır. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştelerinin pişme kaybı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştesinin pişme kaybı değerine etkisinin gösterildiği Şekil 4.1 incelendiğinde TG ile farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştelerinin pişme kaybı değerlerini düşürdüğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştelerinin pişme özelliklerine etkisi

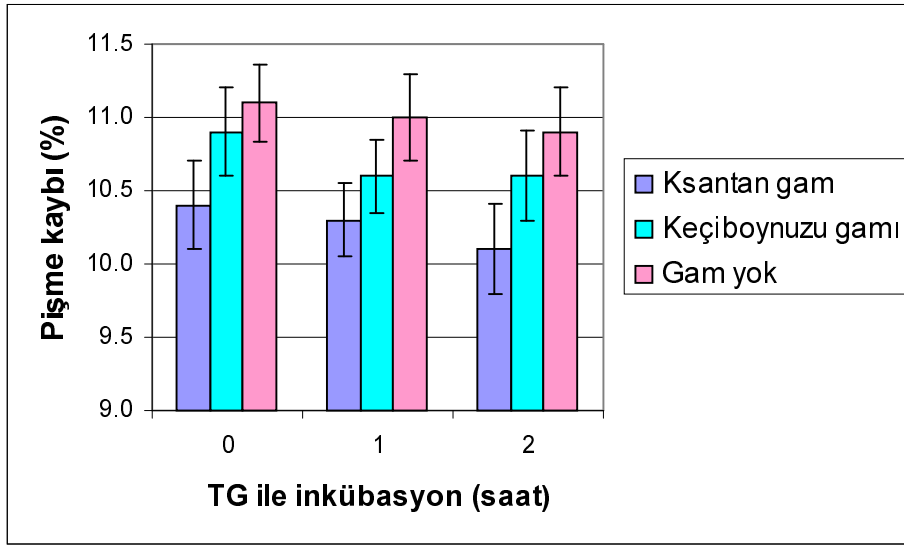
Jelatinizasyon Oranı (%)	Gam	TG (inkübasyon Süresi)	Pişme Kaybı (%)	Su Absorpsiyonu (%)	Hacim Artışı (%)	TOM (%)
25	-	-	11.1	117.5	158	1.40
		TG (1 saat)	11.0	117.5	154	1.40
		TG (2 saat)	10.9	118.0	150	1.25
25	Keçiboynuzu gamı (%3)	-	10.9	116.0	147	1.28
		TG (1 saat)	10.6	116.0	147	1.20
		TG (2 saat)	10.6	116.0	153	1.13
25	Ksantan gam (%3)	-	10.4	118.0	154	1.10
		TG (1 saat)	10.3	118.5	158	1.00
		TG (2 saat)	10.1	118.5	158	0.90

TG ilave edilmiş örneklerde pişme kaybı değerlerinin düşük olması, protein molekülleri arasında TG etkisi ile oluşan çapraz bağlama reaksiyonu sonrasında nişastanın bu sıkı yapı içerisinde tutulduğu fikrini vermektedir.

Çizelge 4.7. Gam çeşidinin pirinç eriştelerinin pişme özellikleri üzerine etkisi^a

Gam	Pişme kaybı (%)	Su absorpsiyonu (%)	Hacim artışı (%)	TOM (%)
-	11.0 a	117.7 ab	154.0 a	1.35 a
Keçiboynuzu gamı	10.7 a	116.0 b	149.0 b	1.20 b
Ksantan gam	10.3 b	118.3 a	156.7 a	1.00 c

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)



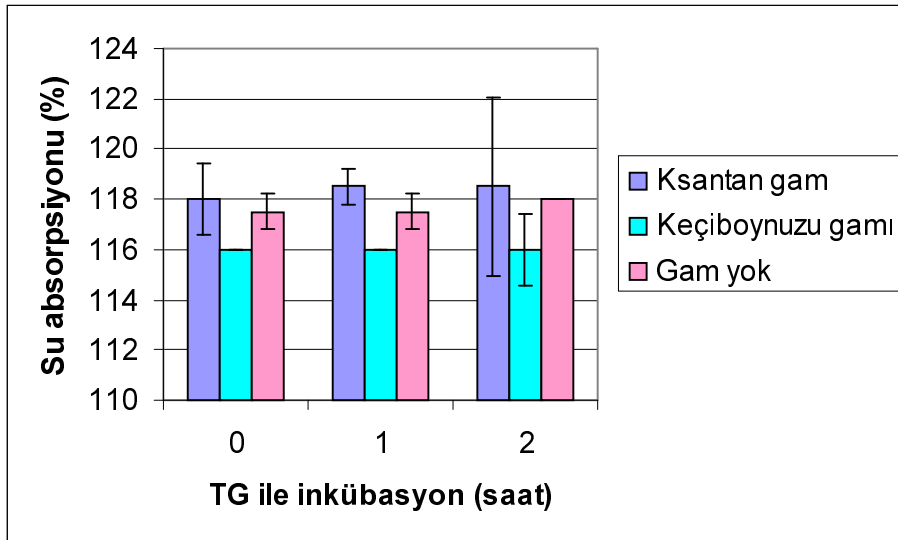
Şekil 4.1. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun farklı gamlarla hazırlanan pirinç eriştelerinin pişme kaybı değerlerine etkisi

En düşük pişme kaybı değerine ksantan gam ilave edilmiş ve TG ile 2 saat inkübe edilmiş pirinç erişteleri sahiptir. Bu çalışmadaki pirinç eriştelerine ait pişme kaybı değerleri literatürdeki verilere (Lai, 2001) kıyasla düşük bulunmuştur. Pirinç unundan hazırlanan pirinç makarnalarının pişme kaybı değerleri %25-%60 arasında değişirken, üretim sırasında buhar uygulaması sonucu pişme kaybı değerlerinin %17-%33'e kadar düştüğü, emülsifiye edici ajanların (GMS; gliseril

monostearat KM3000; ticari emülgatör) ilavesiyle ise %13-%39 ve %22-%46'ya kadar düştüğü, bu işlemlerin ikisi birden uygulandığında ise pişme kaybı değerlerinin GMS ilave edilmiş pirinç makarnalarında %11-%31'e ve KM3000 ilave edilmiş pirinç makarnalarında ise %18-%42'ye düştüğü bildirilmiştir (Lai, 2001).

4.2.2.1.2. Su absorpsiyonu

Gam ve/veya TG ilave edilmiş ve farklı sürelerde inkübe edilmiş pirinç eriştelerinin su absorpsiyonu değerleri %116.0 ile %118.5 arasında değişmektedir (Çizelge 4.6). Gam çeşidinin pirinç eriştelerinin su absorpsiyonu değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.7). Bu sonuçlara göre keçiboynuzu gamı ilave edilmiş erişte örnekleri en düşük, ksantan gam ilave edilmiş erişte örnekleri ise en yüksek su absorpsiyonu değerini vermektedir. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun etkisinin ise önemsiz ($P > 0.05$) olduğu bulunmuştur. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştelerinin su absorpsiyon değeri üzerine etkisinin gösterildiği Şekil 4.2 incelendiğinde TG ile farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştelerinin su absorpsiyonu değerlerini arttırdığı gözlenmiştir. En yüksek su absorpsiyonu değerini, TG ilavesi yapıp 2 saat inkübe edilmiş ksantan gam ilave edilmiş pirinç erişteleri vermiştir.



Şekil 4.2. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun farklı gamlarla hazırlanan pirinç eriştelerinin su absorpsiyonu değerlerine etkisi

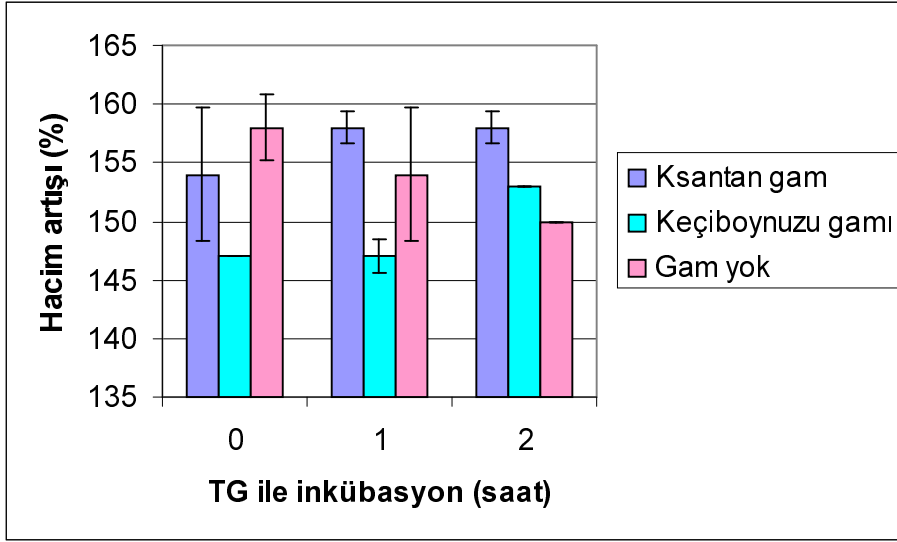
Bu çalışmadaki pirinç eriştelerine ait su absorpsiyonu değerleri literatürdeki verilere (Lai, 2001) benzer bulunmuştur. Pirinç unundan hazırlanan pirinç makarnalarının su absorpsiyonu değerleri %93-%106 arasında değişirken, üretim sırasında buhar uygulaması sonucu su absorpsiyonu değerlerinin %95-%118'e kadar çıktığı, emülsifiye edici ajanlardan GMS (gliseril monostearat) ilavesiyle %102-%155'e, KM3000 (ticari emülgatör) ilavesiyle %95-%110'a kadar çıktığı, bu işlemlerin ikisi birden uygulandığında ise su absorpsiyonu değerlerinin GMS ilave edilmiş pirinç makarnalarında %119-%166'ya ve KM3000 ilave edilmiş pirinç makarnalarında ise %97-%135'e çıktığı bildirilmiştir (Lai, 2001).

4.2.2.1.3. Hacim artışı

Gam ve/veya TG ilave edilmiş ve farklı sürelerde inkübe edilmiş pirinç eriştelerinin hacim artışı değerleri %147 ile %158 arasında değişmektedir (Çizelge 4.6). Gam çeşidinin pirinç eriştelerinin hacim artışı değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.7). Ksantan gam ilave edilmiş erişte örnekleri ile gam ilave edilmemiş erişte örnekleri istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Keçiboynuzu gamı ilave edilmiş erişte örnekleri ise diğerlerinden farklı olup en düşük hacim artışı değerine sahiptir (Çizelge 4.7). TG ile farklı sürelerde inkübasyonun hacim artışı değerine etkisinin ise önemsiz olduğu ($P>0.05$) bulunmuştur. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştesinin hacim artışı değerine etkisinin gösterildiği Şekil 4.3 incelendiğinde TG ile farklı sürelerde inkübasyonun keçiboynuzu gamı ve ksantan gam ilave edilmiş pirinç eriştelerinin hacim artışı değerlerini artırdığı gözlenmiştir. Gam ilave edilmemiş örneklerde ise TG ile inkübasyon süresi arttıkça hacim artışı değerleri düşmüştür. En yüksek hacim artışı değerini, TG ilavesi yapılıp 2 saat inkübe edilmiş ksantan gam ilave edilmiş pirinç eriştesi vermiştir.

TG ve gam interaksiyonunun pirinç eriştesinin hacim artışı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Ek 1 - Şekil 1).

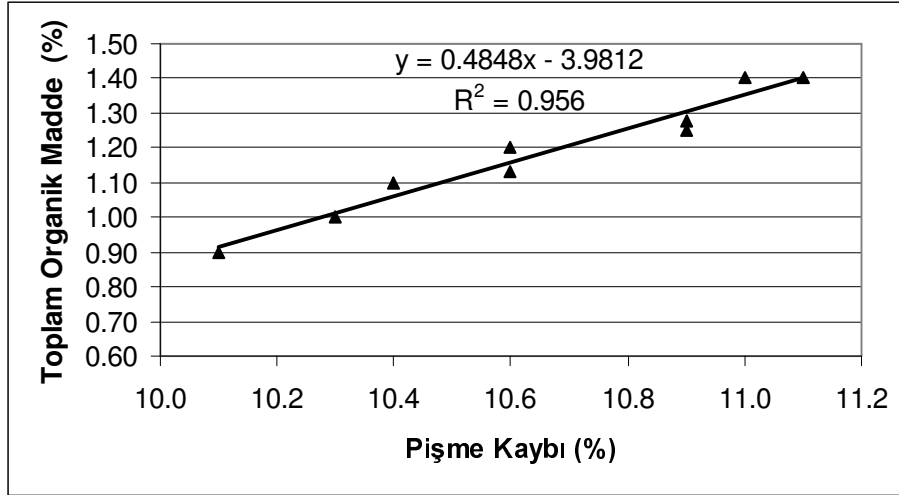
Pirinç erişteleri arasında su absorpsiyonu değeri en düşük olan keçiboynuzu gamı ilave edilmiş pirinç eriştelerinin hacim artışı değerinin de en düşük olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.7).



Şekil 4.3. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun farklı gamlarla hazırlanan pirinç eriştelerinin hacim artışı değerlerine etkisi

4.2.2.1.4. Toplam organik madde (TOM) miktarı

Gam ve/veya TG ilave edilmiş ve farklı sürelerde inkübe edilmiş pirinç eriştelerinin TOM değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Bu değerler %0.90 ile %1.40 arasında değişmektedir. Gam çeşidinin pirinç eriştelerinin TOM değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuş ve farklı gam ilave edilmiş pirinç eriştelerinin herbiri istatistiksel olarak farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.7). Ksantan gam ilave edilmiş erişte örnekleri en düşük TOM değerine sahiptir. En düşük pişme kaybı değerini veren ksantan gam ilave edilmiş pirinç eriştelerinin TOM değeri de en düşüktür. Gam ve/veya TG ilave edilmiş erişte örneklerinin pişme kaybı değerleri ile TOM değerleri arasında yüksek korelasyon katsayısı (r değeri= 0.98) gözlenmiştir (Şekil 4.4). En yüksek TOM değerine ise gam ilave edilmemiş erişte örnekleri sahiptir. TG ilavesinin pirinç eriştelerinin TOM değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur ve erişte örneklerinin hepsi farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.8). TG ilave edilmemiş erişte örnekleri en yüksek TOM değerine sahiptir. TG ilave edilmiş ve 2 saat inkübe edilmiş erişte örnekleri ise en düşük TOM değerine sahiptir. Bu da protein molekülleri arasında TG etkisi ile çapraz bağlama reaksiyonu gerçekleştiğini ve nişastanın bu sıkı yapı içerisinde tutulduğu fikrini vermektedir.



Şekil 4.4. Pirinç eriştelerinin pişme kaybı değerleriyle TOM değerleri arasındaki ilişki

Çizelge 4.8. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştelerinin TOM değeri üzerine etkisi^a

TG (inkübasyon süresi)	TOM (%)
-	1.26 a
TG(1 saat)	1.21 b
TG(2 saat)	1.09 c

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)

4.2.2.2. Renk özellikleri

En iyi kalite özelliklerine sahip olan %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren erişte örneği formülasyonuna gam (keçiboynuzu gamı, ksantan gam) veya transglutaminaz enzimi (enzim ile inkübasyon süresi 1 veya 2 saat) ilavesinin veya her ikisinin birden ilavesinin eriştelerin renk özellikleri üzerine etkisi incelenmiş ve renk değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. İki faktörlü (gam çeşidi x TG inkübasyon süresi) tesadüf blokları deneme deseni ANOVA sonuçlarına bakıldığında pirinç eriştelerinin renk değerleri üzerine gam çeşidi x TG ilavesi interaksiyonunun önemsiz olduğu gözlenmiştir ($P>0.05$). Bu sebeple verilerin istatistiksel olarak

değerlendirilmesinde sadece gam çeşidinin veya TG ile farklı sürelerde inkübasyonun renk değerleri (L, a, b) üzerine etkisi incelenmiştir. Gam çeşidinin pirinç eriştelerinin L renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuş (Çizelge 4.10), TG ile farklı sürelerde inkübasyonun etkisi ise önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$) (Çizelge 4.11). Gam ilave edilmemiş erişte örnekleri ile keçiyoynuzu gamı ilave edilmiş erişte örneklerinin L renk değeri istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Ksantan gam ilave edilmiş erişte örneğinin L renk değeri daha düşüktür.

Çizelge 4.9. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştelerinin renk özelliklerine etkisi

Jelatinizasyon Oranı (%)	Gam	TG (inkübasyon süresi)	L	a	b
25	-	-	89.10	0.16	7.38
		TG (1 saat)	89.48	0.19	7.63
		TG (2 saat)	89.38	0.17	7.89
25	Keçiyoynuzu gamı (%3)	-	89.33	0.16	7.15
		TG (1 saat)	89.31	0.21	7.63
		TG (2 saat)	89.02	0.22	7.77
25	Ksantan gam (%3)	-	89.22	0.27	7.42
		TG (1 saat)	88.77	0.31	7.86
		TG (2 saat)	88.34	0.36	8.41

Pirinç eriştelerinin a renk değerleri ise 0.16 ile 0.36 arasında değişmektedir (Çizelge 4.9). Gam veya TG ilavesinin pirinç eriştelerinin a renk değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.10 ve Çizelge 4.11). Gam ilave edilmemiş erişte örneği ile keçiyoynuzu gamı ilave edilmiş erişte örneği a renk değeri açısından istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır. Ksantan gam ilave edilmiş erişte örneği ise diğerlerinden farklı grupta olup a renk değeri daha yüksektir (Çizelge 4.10). TG ilave edilmiş ve 1 ile 2 saat inkübe edilmiş erişte

örnekleri a renk değerleri açısından istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.11).

Pirinç eriştelerinin b renk değerleri 7.15 ile 8.41 arasında değişmektedir (Çizelge 4.9). Gam çeşidinin pirinç eriştelerinin b renk değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuş ($P>0.05$), TG ilavesinin etkisinin ise önemli ($P<0.05$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.11). TG ilave edilmiş ve 2 saat inkübe edilmiş erişte örnekleri en yüksek b renk değerine sahiptir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.10. Gam çeşidinin pirinç eriştelerinin renk değerleri üzerine etkisi^a

Gam	L	a	b
-	89.32 a	0.17 b	7.63
Keçiboynuzu gamı	89.22 a	0.19 b	7.52
Ksantan gam	88.78 b	0.31 a	7.90

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)

Çizelge 4.11. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun renk değerleri üzerine etkisi^a

TG (inkübasyon süresi)	L	a	b
-	89.22	0.19 b	7.32 b
TG(1 saat)	89.19	0.24 a	7.71 ab
TG(2 saat)	88.91	0.25 a	8.02 a

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)

4.2.2.3. Duyusal özellikler

%25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren, gam ve/veya TG ilave edilmiş pirinç eriştelerinin duyusal değerlendirilmesi 5 panelist tarafından yapılmış ve değerlendirme sonuçları Çizelge 4.12'de ortalama + standart sapma cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştelerinin duyuşal özelliklerine etkisi

Jelatinizasyon Oranı (%)	Gam	TG (inkübasyon süresi)	Yüzey Özellikleri	Çiğneme Özellikleri	Çiğneme Sonrası Ağızdaki His Özellikleri	Tat
25	-	-	3.5±0.69	3.3±0.70	3.4±0.22	3.6±0.55
		TG (1 saat)	3.3±0.43	3.1±0.24	3.3±0.43	3.3±0.67
		TG (2 saat)	3.1±0.43	3.0±0.14	3.2±0.45	3.3±0.45
25	Keçiboynuzu gamı (%3)	-	3.1±0.62	3.1±0.11	2.7±0.27	3.2±0.45
		TG (1 saat)	3.2±0.17	3.1±0.31	2.9±0.22	3.2±0.45
		TG (2 saat)	3.3±0.15	3.2±0.11	3.1±0.45	3.3±0.67
25	Ksantan gam (%3)	-	4.0±0.38	3.6±0.21	3.8±0.57	4.4±0.42
		TG (1 saat)	4.3±0.27	4.2±0.19	4.2±0.27	4.4±0.55
		TG (2 saat)	4.2±0.61	4.1±0.48	4.3±0.45	4.4±0.55

± Standart sapma

Çizelge 4.12 incelendiğinde ksantan gam içeren erişte örneklerinin tüm duyuşal özellikleri diğer erişte örneklerinkine kıyasla daha yüksek bulunmuştur. En iyi puanı yüzey ve çiğneme özelliklerinde ksantan gam ve TG ile 1 saat inkübe edilmiş erişte örneği, çiğneme sonrası ağızdaki his özelliğinde ise ksantan gam ve TG ile 2 saat inkübe edilmiş erişte örneği almıştır. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun ksantan gam ilave edilmiş eriştelerin tat özelliği haricindeki tüm duyuşal özellikleri üzerine olumlu etkisi gözlenmiştir. Gam ilave edilmemiş örneklerde TG ile farklı sürelerde inkübasyonla duyuşal özelliklere ait puanlarda azalma, keçiboynuzu gamı ilave edilmiş örneklerde artış gözlenmiştir.

4.2.2.4. Tekstür özellikleri

Gam ve/veya TG ilave edilmiş ve farklı sürelerde inkübe edilmiş pirinç eriştelerinin tekstür değeri Çizelge 4.13'de verilmiştir. Bu değerler 0.63 N ile 0.89 N arasında değişmektedir.

Çizelge 4.13. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun pirinç eriştelerinin tekstür değerine etkisi

Jelatinizasyon Oranı (%)	Gam	TG (inkübasyon süresi)	Maksimum Kuvvet (N)
25	-	-	0.63
		TG (1 saat)	0.64
		TG (2 saat)	0.71
25	Keçiboynuzu gamı (%3)	-	0.78
		TG (1 saat)	0.89
		TG (2 saat)	0.80
25	Ksantan gam (%3)	-	0.85
		TG (1 saat)	0.78
		TG (2 saat)	0.73

İki faktörlü (gam çeşidi x TG inkübasyon süresi) tesadüf blokları deneme deseni ANOVA sonuçlarına bakıldığında pirinç eriştelerinin tekstür değeri üzerine gam çeşidi x TG ilavesi interaksiyonunun önemsiz olduğu gözlenmiştir ($P>0.05$). Bu sebeple verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde sadece gam çeşidinin veya TG ile farklı sürelerde inkübasyonun tekstür değeri üzerine etkisi incelenmiştir. Gam çeşidinin pirinç eriştelerinin tekstür değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Ksantan gam ilave edilmiş erişte örnekleri ile gam ilave edilmemiş erişte örnekleri istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Keçiboynuzu gamı ilave edilmiş erişte örnekleri ise diğerlerinden farklı olup en yüksek tekstür değerine sahiptir (Çizelge 4.14). TG ile farklı sürelerde inkübasyonun tekstür değerine etkisinin ise önemsiz olduğu ($P>0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Gam çeşidinin pirinç eriştelerinin tekstür değerine etkisi^a

Gam	Maksimum Kuvvet (N)
-	0.66 b
Keçiboynuzu gamı	0.82 a
Ksantan gam	0.72 b

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)

4.3. Mısır Eriştesinin Kalite Özellikleri

4.3.1. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu ilavesinin mısır eriştelerinin kalite özellikleri üzerine etkisi

4.3.1.1. Pişme özellikleri

4.3.1.1.1. Pişme süresi

Mısır unundan yapılan eriştelerde pişme süresi 11 dakika olarak belirlenmiştir. Buğday unundan yapılan eriştelerde pişme süresinin 10 ile 16 dakika arasında değiştiği bildirilmiştir (Oh et al., 1985).

4.3.1.1.2. Suya geçen madde miktarı (Pişme kaybı)

Pişme kaybı eriştelerin pişme kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Yüksek pişme kaybı, nişastanın fazla çözünüp pişme suyuna karışmasına ve ağızda yapışkanlığa neden olmaktadır (Bhattacharya et al., 1999). Pişirme sırasında erişte şeklini korumalı yani dağılmamalı, yapışkanlık göstermemelidir. Ayrıca pişme suyuna geçen madde miktarı da az olmalıdır (Lai, 2001).

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır eriştelerinin pişme kaybı değerleri izelge 4.15'de verilmiştir. Bu değerler %23.8 ile %28.3 arasında değişmektedir. Mısır ununa uygulanan jelatinizasyon oranının, mısır eriştesinin suya geçen madde miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuş ve eriştelerin pişme kaybı değerlerinin farklı gruplarda yer aldığı görülmüştür. %40 oranında jelatinize edilmiş mısır unu içeren erişte örneği en yüksek pişme kaybı değerini vermiştir. %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu içeren erişte örneğinin pişme kaybı değeri ise diğer örneklere kıyasla oldukça düşüktür. Bu çalışmadaki mısır eriştelerinin pişme kaybı değerleri literatürdeki (Mestres et al., 1993) bir mısır makarnasının pişme kaybı değerine kıyasla yüksek olup, diğer mısır makarnalarının pişme kaybı değerlerine ise benzemektedir. Bir çalışmada mısır ununa kaynar su ilave edilerek hazırlanan mısır makarnasının pişme kaybı değeri %38 bulunurken, üretim sırasında kurutmadan önce soğuk depolama işlemi uygulandığında pişme kaybı değerinin %41'e çıkıldığı bildirilmiştir. Ayrıca mısır unu-su karışımına son sıcaklık 75°C, 85°C ve 100°C olacak şekilde buhar uygulanarak hazırlanan mısır makarnalarının pişme kaybı değerleri %40, %28, %39 bulunurken üretim sırasında kurutmadan önce ısıl işlem uygulandığında pişme kaybı değerlerinin %28, %16, %30'a kadar düştüğü bildirilmiştir (Mestres et al., 1993).

4.3.1.1.3. Su absorpsiyonu

Pişme sırasında eriştelerin fazla miktarda su absorplaması istenmektedir. Düşük su absorpsiyonu, eriştelerin pişme sonrası sert yapıda olmasına neden olmaktadır (Bhattacharya et al., 1999).

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır eriştelerinin su absorpsiyon değerleri izelge 4.15'de verilmiştir. Bu değerler %97.0 ile %115.5

arasında değişmektedir. Mısır eriştelerinin herbirinin su absorpsiyonu değeri istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ($P<0.05$). %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu içeren erişte örneğinin su absorpsiyonu değeri diğer iki örneğe kıyasla oldukça yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır eriştelerinin pişme özellikleri^a

Jelatinizasyon Oranı (%)	Pişme Kaybı (%)	Su Absorpsiyonu (%)	Hacim Artışı (%)	TOM (%)
40	28.3 a	97.0 c	137 c	2.55 a
60	27.5 b	100.5 b	147 b	2.45 a
80	23.8 c	115.5 a	150 a	2.28 b

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)

4.3.1.1.4. Hacim artışı

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır eriştelere ait hacim artışı değerleri Çizelge 4.15'de verilmiştir. Bu değerler %137 ile %150 arasında değişmektedir. Jelatinizasyon oranı arttıkça eriştelerin hacim artışı değeri artmış ve mısır erişteleri istatistiksel olarak birbirinden farklı gruplarda yer almıştır. En yüksek hacim artışı değerini %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu içeren erişte vermiştir.

4.3.1.1.5. Toplam organik madde (TOM) miktarı

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır eriştelerinin TOM değeri %2.28 ile %2.55 arasında değişmektedir (Çizelge 4.15) ve değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Çizelge 4.15 incelendiğinde %40 ve %60 oranında jelatinize edilmiş mısır unu içeren erişte örneklerinin TOM değerleri açısından aynı grupta yer aldığı gözlenmiştir. %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu içeren erişte örneğinin TOM değeri ise diğer mısır eriştelerinkine kıyasla oldukça düşük bulunmuştur. Pirinç eriştelerinde de gözlendiği gibi bu örneklerin TOM değerleri pişme kaybı değerleri ile uyum içindedir.

4.3.1.2. Renk özellikleri

Renk ve görünüş, tüketici tarafından gözlemlenen ilk kalite özelliğidir. Parlaklık, eriştelere yüksek kaliteli olarak algılanmasında gerekli bir özelliktir (Wu and Corke, 2005).

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır eriştelere renk değerleri (L, a, b değerleri) Çizelge 4.16'da verilmiştir. Mısır ununa uygulanan jelatinizasyon oranının L ve a renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$), b renk değeri üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). %40 ve %80 oranlarında jelatinize edilmiş mısır unu içeren erişte örnekleri L ve a renk değerleri açısından farklı grupta yer almıştır.

Çizelge 4.16. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır eriştelere renk değerleri^a

Jelatinizasyon Oranı (%)	L	a	b
40	85.89 a	5.03 b	23.74
60	85.31 ab	5.32 a	23.72
80	84.91 b	5.24 a	23.94

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)

4.3.1.3. Duyusal özellikler

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır eriştelere duyu analizi, konusunda uzman 5 panelist tarafından gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.17'de ortalama + standart sapma cinsinden verilmiştir. Duyu analiz sonuçlarına göre mısır ununa uygulanan jelatinizasyon oranının mısır eriştelere yüzey özellikleri ve çiğneme özellikleri üzerine etkisinin olmadığı, çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri ve tat üzerine etkisinin olduğu gözlenmiştir. %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır eriştelere duyu özelliklerinin diğer örneklerle kıyasla daha iyi olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır eriştelerinin duyusal özellikleri

Jelatinizasyon Oranı (%)	Yüzey Özellikleri	Çiğneme Özellikleri	Çiğneme Sonrası Ağızdaki His Özellikleri	Tat
40	3.5±0.30	3.6±0.31	3.3±0.33	3.4±0.55
60	3.4±0.37	3.6±0.27	3.4±0.42	3.5±0.50
80	3.5±0.90	3.6±0.38	3.8±0.45	3.7±0.57

± : Standart sapma

4.3.1.4. Tekstür özellikleri

Mısır erişteleri için tekstür analizöründe belirlenen maksimum kuvvet değerleri 0.66 N ile 0.74 N arasında değişmektedir (Çizelge 4.18). Bu değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Çizelge 4.18. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır eriştelerinin tekstür değerleri

Jelatinizasyon Oranı (%)	Maksimum Kuvvet (N)
40	0.69
60	0.74
80	0.66

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş mısır unu içeren erişte örnekleri pişme özellikleri ve duyusal özellikler açısından değerlendirildiğinde %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu içeren erişte örneğinin diğer örneklere kıyasla daha iyi kalitede olduğu belirlenmiştir.

4.3.2. Gam ve Transglutaminaz ilavesinin mısır eriştelerinin kalite özellikleri üzerine etkisi

4.3.2.1. Pişme özellikleri

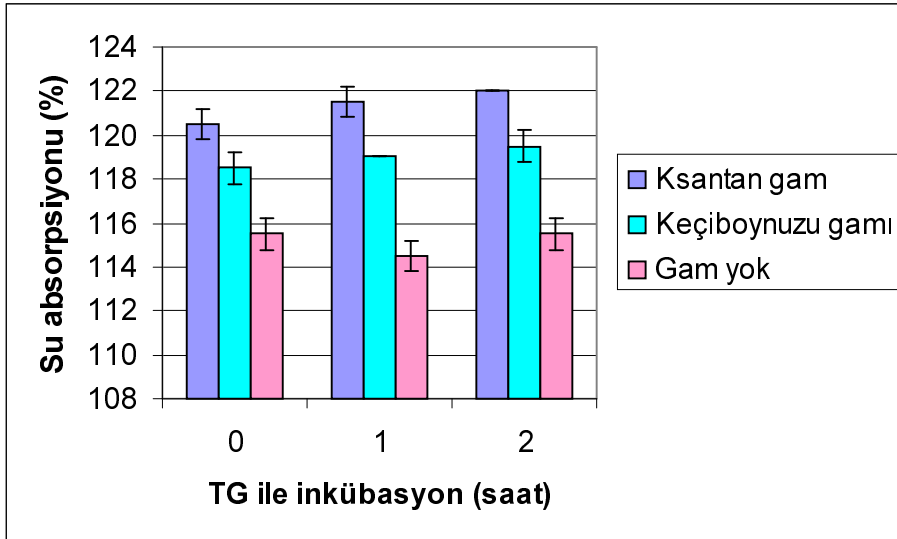
En iyi kalite özelliklerine sahip olan %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu içeren erişte örneği formülasyonuna gam (keçiboynuzu gamı, ksantan gam) veya transglutaminaz enzimi (enzim ile inkübasyon süresi 1 veya 2 saat) veya her ikisinin birden ilavesinin erişte kalitesi üzerine etkisi incelenmiştir. İki faktörlü (gam çeşidi x TG ile inkübasyon süresi) tesadüf blokları deneme deseni ANOVA sonuçlarına bakıldığında mısır eriştelerinin pişme kaybı, su absorpsiyonu, hacim artışı ve TOM değerleri üzerine gam çeşidi x TG ilavesi interaksiyonunun önemsiz olduğu gözlenmiştir ($P>0.05$). Bu sebeple verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde sadece gam çeşidinin veya TG ile farklı sürelerde inkübasyonun pişme kaybı, su absorpsiyonu, hacim artışı ve TOM değerleri üzerine etkisi incelenmiştir.

4.3.2.1.1. Suya geçen madde miktarı (Pişme kaybı)

Gam ve/veya TG ilave edilmiş ve farklı sürelerde inkübe edilmiş mısır eriştelerine ait pişme kaybı değerleri %19.2 ile %23.8 arasında değişmektedir (Çizelge 4.19). Gam çeşidinin eriştelerin pişme kaybı değerleri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.20). İstatistiksel olarak gam ilave edilmiş ve edilmemiş erişte örnekleri pişme kaybı değerleri açısından farklı grupta yer almıştır. Gam ilavesinin erişte örneklerinin pişme kaybı değerini düşürdüğu belirlenmiştir. Ksantan gam ilave edilmiş erişte örnekleri en düşük pişme kaybı değerini vermiştir. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin pişme kaybı değerleri üzerine etkisi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.21). TG ilave edilmemiş erişte örneklerinin pişme kaybı değeri TG ilave edilmiş örneklere kıyasla daha yüksektir. TG ilavesi yapılan ve 1 saat veya 2 saat inkübe edilmiş erişte örnekleri aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.21). TG ilave edilmiş örneklerde pişme kaybı değerlerinin düşük olması, protein molekülleri arasında TG etkisi ile oluşan çapraz bağlama reaksiyonu sonrasında nişastanın bu sıkı yapı içerisinde tutulduğu fikrini vermektedir.

4.3.2.1.2. Su absorpsiyonu

Gam ve/veya TG ilave edilmiş ve farklı sürelerde inkübe edilmiş mısır eriştelerinin su absorpsiyonu değerleri %114.5 ile %122.0 arasında değişmektedir (Çizelge 4.19). Gam çeşidinin mısır eriştelerinin su absorpsiyonu değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$) (Çizelge 4.20). Gam ilave edilmemiş erişte örnekleri en düşük, ksantan gam ilave edilmiş erişte örnekleri ise en yüksek su absorpsiyonu değerini vermiştir. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin su absorpsiyonu değerleri üzerine etkisi önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştesinin su absorpsiyon değerine etkisinin gösterildiği Şekil 4.5 incelendiğinde TG ile farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin su absorpsiyonu değerlerini arttırdığı gözlenmiştir. En yüksek su absorpsiyonu değerini, TG ilavesi yapılıp 2 saat inkübe edilmiş ksantan gam ilave edilmiş mısır eriştesi vermiştir.



Şekil 4.5. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun farklı gamlarla hazırlanan mısır eriştelerinin su absorpsiyonu değerlerine etkisi

Çizelge 4.19. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin pişme özelliklerine etkisi

Jelatinizasyon Oranı (%)	Gam	TG (inkübasyon Süresi)	Pişme Kaybı (%)	Su Absorpsiyonu (%)	Hacim Artışı (%)	TOM (%)
80	-	-	23.8	115.5	150	2.38
		TG (1 saat)	22.4	114.5	163	2.23
		TG (2 saat)	22.2	115.5	163	2.13
80	Keçiboynuzu gamı (%3)	-	21.0	118.5	155	2.03
		TG (1 saat)	20.0	119.0	168	1.95
		TG (2 saat)	19.8	119.5	168	1.85
80	Ksantan gam (%3)	-	20.5	120.5	168	1.93
		TG (1 saat)	19.5	121.5	168	1.75
		TG (2 saat)	19.2	122.0	168	1.60

4.3.2.1.3. Hacim artışı

Gam ve/veya TG ilave edilmiş ve farklı sürelerde inkübe edilmiş mısır eriştelerinin hacim artışı değerleri %150 ile %168 arasında değişmektedir (Çizelge 4.19). Gam çeşidinin eriştelerin hacim artışı değeri üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.20). Ksantan gam ilave edilmiş erişte örnekleri ile keçiboynuzu gamı ilave edilmiş erişte örnekleri hacim artışı değerleri açısından istatistiksel olarak aynı gruptadır. Gam ilave edilmemiş erişte örneklerinin ise hacim artışı değerleri daha düşüktür (Çizelge 4.20). TG ile farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin hacim artışı değerleri üzerine etkisi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.21). TG ilave edilmemiş erişte örneklerinin hacim artışı değeri TG ilave edilmiş örneklere kıyasla düşük bulunmuştur. TG ilavesi yapılan ve 1 saat veya 2 saat inkübe edilmiş erişte örnekleri arasında hacim artışı değeri açısından istatistiksel olarak fark yoktur (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.20. Gam çeşidinin mısır eriştelerinin pişme özellikleri üzerine etkisi^a

Gam	Pişme Kaybı (%)	Su absorpsiyonu (%)	Hacim Artışı (%)	TOM (%)
-	22.8 a	115.2 c	158.7 b	2.21 a
Keçiboynuzu gamı	20.3 b	119.0 b	163.7 a	1.94 b
Ksantan gam	19.7 c	121.3 a	168.0 a	1.76 c

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)

Çizelge 4.21. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin pişme özellikleri üzerine etkisi^a

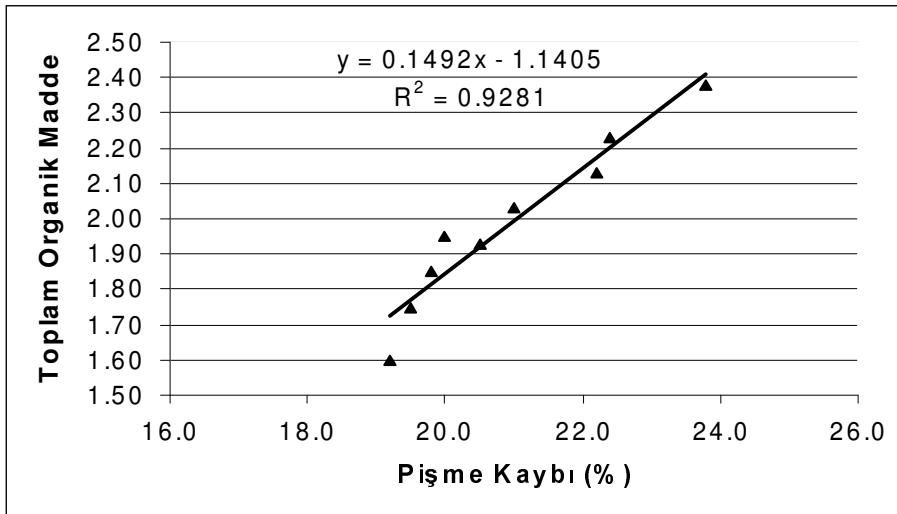
TG (inkübasyon süresi)	Pişme Kaybı (%)	Hacim Artışı (%)	TOM (%)
-	21.8 a	157.7 b	2.08 a
TG (1 saat)	20.6 b	166.3 a	1.98 b
TG (2 saat)	20.4 b	166.3 a	1.86 c

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)

4.3.2.1.4. Toplam organik madde (TOM) miktarı

Gam ve/veya TG ilave edilmiş ve farklı sürelerde inkübe edilmiş mısır eriştelerinin TOM değerleri Çizelge 4.19'da verilmiştir. Bu değerler %1.60 ile %2.38 arasında değişmektedir. Gam çeşidinin mısır eriştelerinin TOM değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuş ve farklı gam ilave edilmiş mısır eriştelerinin herbiri istatistiksel olarak farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.20). Ksantan gam içeren erişte örnekleri, pişme kaybı değerinde olduğu gibi en düşük TOM değerine sahiptir. En yüksek TOM değerine ise gam ilave edilmemiş erişte örnekleri sahiptir. Bu verilere bakıldığında gam ilavesinin erişte örneğinin TOM değerini düşürdüğü gözlenmektedir. TG ilavesinin mısır eriştelerinin TOM değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.21) ve her bir erişte örneği farklı grupta yer almıştır. TG ilave edilmemiş erişte örnekleri yüksek TOM değerine sahipken TG ilave edilmiş ve 2 saat inkübe edilmiş erişte örneklerinde TOM değerleri düşük bulunmuştur. Bu da protein molekülleri arasında TG etkisi ile çapraz bağlama reaksiyonunun gerçekleştiğini ve nişastanın bu sıkı yapı içerisinde tutulduğu fikrini vermektedir.

Gam ve/veya TG ilave edilmiş ve farklı sürelerde inkübe edilmiş mısır eriştelerinin pişme kaybı değerleri ile TOM değerleri arasında yüksek korelasyon katsayısı (r değeri=0.96) gözlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Mısır eriştelerinin pişme kaybı değerleriyle TOM değerleri arasındaki ilişki

4.3.2.2. Renk özellikleri

En iyi kalite özelliklerine sahip olan %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu içeren erişte örneği formülasyonuna gam (keçiboynuzu gamı, ksantan gam) veya transglutaminaz enzimi (enzim ile inkübasyon süresi 1 veya 2 saat) ilavesinin veya her ikisinin birden ilavesinin eriştelere renk özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. İki faktörlü (gam çeşidi x TG inkübasyon süresi) tesadüf blokları deneme deseni ANOVA sonuçlarına bakıldığında mısır eriştelere renk değerleri (L, a, b) üzerine gam çeşidi x TG ilavesi etkisinin önemsiz olduğu gözlemlenmiştir ($P>0.05$). Bu sebeple verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde sadece gam çeşidinin veya TG ile farklı sürelerde inkübasyonun renk değerleri üzerine etkisi incelenmiştir. Gam ve/veya TG ilave edilerek yapılan erişte örneklerinin renk analizi sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir. Mısır eriştelere L renk değerleri 84.25 ile 85.02, a renk değerleri 4.98 ile 5.51, b renk değerleri ise 22.46 ile 23.94 arasında değişim göstermektedir.

Çizelge 4.22. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelere renk özelliklerine etkisi

Jelatinizasyon Oranı (%)	Gam	TG (inkübasyon süresi)	L	a	b
80	-	-	84.91	5.24	23.94
		TG (1 saat)	84.25	5.51	23.66
		TG (2 saat)	84.45	5.38	22.49
80	Keçiboynuzu gamı (%3)	-	84.85	5.15	23.80
		TG (1 saat)	84.69	5.30	23.09
		TG (2 saat)	85.02	5.17	22.48
80	Ksantan gam (%3)	-	84.91	4.98	22.46
		TG (1 saat)	85.02	5.13	22.82
		TG (2 saat)	84.91	5.21	22.85

Gam ilavesinin mısır eriştesinin L ve a renk değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$), b renk değerleri üzerine etkisi ise önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.23). Ksantan gam ilave edilmiş erişte örneği ile keçiboynuzu gamı ilave edilmiş erişte örneği L ve a renk değerleri açısından istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.23). Mısır eriştelerinin L, a ve b renk değerleri üzerine TG ilavesinin etkisi ise önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.23. Gam çeşidinin mısır eriştelerinin renk değerleri üzerine etkisi

Gam	L	a	b
-	84.54 b	5.37 a	23.36
Keçiboynuzu gamı	84.85 a	5.21 ab	23.12
Ksantan gam	84.95 a	5.10 b	22.71

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)

Çizelge 4.24. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun eriştelerin renk değerleri üzerine etkisi

TG (inkübasyon süresi)	L	a	b
-	84.89	5.12	23.40
TG (1 saat)	84.65	5.31	23.19
TG (2 saat)	84.79	5.25	22.60

4.3.2.3. Duyusal özellikler

Gam ve/veya TG ilave edilmiş mısır eriştelerinin duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.25'de ortalama + standart sapma cinsinden verilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin duyuşal özelliklerine etkisi

Jelatinizasyon Oranı (%)	Gam	TG (inkübasyon süresi)	Yüzey Özellikleri	Çiğneme Özellikleri	Çiğneme Sonrası Ağızdaki His Özellikleri	Tat
80	-	-	3.5±0.90	3.6±0.38	3.8±0.45	3.7±0.57
		TG (1 saat)	3.4±0.38	3.5±0.50	3.6±0.55	3.7±0.57
		TG (2 saat)	3.8±0.28	3.6±0.45	3.8±0.21	3.7±0.67
80	Keçiboynuzu gamı (%3)	-	3.9±0.32	3.4±0.32	3.7±0.41	3.4±0.65
		TG (1 saat)	3.5±0.43	3.7±0.24	3.7±0.38	3.4±0.55
		TG (2 saat)	3.4±0.69	3.8±0.36	3.6±0.57	3.4±0.89
80	Ksantan gam (%3)	-	4.2±0.37	4.2±0.52	4.1±0.42	4.2±0.76
		TG (1 saat)	4.2±0.25	4.1±0.43	4.5±0.47	4.4±0.42
		TG (2 saat)	4.2±0.17	4.1±0.56	4.5±0.50	4.3±0.61

± Standart sapma

Duyusal analizde eriştelerin yüzey özellikleri üzerine TG ilavesinin etkisi gözlenmiştir. Gam ilave edilmemiş erişteler arasında yüzey özellikleri bakımından en yüksek puan TG ilave edilmiş ve 2 saat inkübe edilmiş erişte örneğine aittir. Bu eriştelerin diğer özelliklerinde ise TG ilavesinin pek etkisi olmamıştır. Keçiboynuzu gamı ilave edilmiş mısır eriştelerinin yüzey özelliklerinde TG ilavesi ile bir düşüş, çiğneme özelliklerinde ise artış gözlenmiştir. Keçiboynuzu gamı ilave edilmiş eriştelerin diğer özelliklerinde TG ilavesi ile fazla bir değişim olmamıştır. Ksantan gam ilave edilmiş eriştelerin çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri üzerine TG enziminin olumlu etkisi olmuştur. Ksantan gam ilave edilmiş eriştelerin diğer özelliklerinde ise TG ilavesi ile önemli bir değişim olmamıştır. Gam içermeyen erişte örnekleriyle kıyaslandığında keçiboynuzu gamı ilavesinin yüzey özelliklerini geliştirdiği diğer duyusal özellikleri ise olumsuz yönde etkilediği, ksantan gam ilavesinin ise eriştelerin tüm duyusal özelliklerini iyileştirdiği gözlenmiştir. En iyi puanı yüzey ve çiğneme sonrası ağızdaki his özelliklerinde ksantan gam ilave edilmiş ve TG ile 2 saat inkübe edilmiş erişte örneği, çiğneme özelliğinde ksantan gam ilave edilmiş erişte örneği, tat özelliğinde ise ksantan gam ilave edilmiş ve TG ile 1 saat inkübe edilmiş erişte örneği almıştır.

4.3.2.4. Tekstür özellikleri

Gam ve/veya TG ilave edilmiş ve farklı sürelerde inkübe edilmiş mısır eriştelerinin tekstür değerleri Çizelge 4.26'da verilmiştir. Bu değerler 0.58 N ile 0.88 N arasında değişmektedir. İki faktörlü (gam çeşidi x TG inkübasyon süresi) tesadüf blokları deneme deseni ANOVA sonuçlarına bakıldığında mısır eriştelerinin tekstür değerleri üzerine TG ve gam interaksiyonunun önemli olduğu gözlenmiştir ($P<0.05$) (Ek 2 - Şekil 1). TG ile farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin tekstür değerleri üzerine etkisi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.27). TG ilave edilmemiş erişte örneklerinin tekstür değerleri TG ilave edilmiş örneklere kıyasla düşük bulunmuştur. TG ile 1 saat veya 2 saat inkübe edilmiş erişte örnekleri arasında tekstür değerleri açısından istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. TG ilavesinin eriştenin yapısını sıkılaştırdığı ve maksimum kuvvet değerini yükselttiği gözlenmiştir. Gam çeşidinin mısır eriştelerinin tekstür değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 4.26. Farklı gam ilave edilmiş ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin tekstür değerine etkisi

Jelatinizasyon Oranı (%)	Gam	TG (inkübasyon süresi)	Maksimum Kuvvet (N)
80	-	-	0.66
		TG (1 saat)	0.70
		TG (2 saat)	0.85
80	Keçiboynuzu gamı (%3)	-	0.58
		TG (1 saat)	0.88
		TG (2 saat)	0.84
80	Ksantan gam (%3)	-	0.65
		TG (1 saat)	0.83
		TG (2 saat)	0.66

Çizelge 4.27. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin tekstür değeri üzerine etkisi^a

TG (inkübasyon süresi)	Maksimum Kuvvet (N)
-	0.63 b
TG (1 saat)	0.80 a
TG (2 saat)	0.78 a

^a Aynı sütun içinde aynı harfle gösterilen değerler arasında LSD testi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bir fark yoktur ($\alpha=0.05$)

4.4. Pirinç Erişteleriyle Mısır Erişteleri Arasındaki Fark

Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştelerinin pişme kaybı değerleri (%11.2-15.4) mısır eriştelerinin pişme kaybı değerlerine (%23.8-28.3) nazaran düşük bulunmuştur. Pirinç eriştelerinin su absorpsiyonu (%108.0-117.5)

ve hacim artışı (%142-158) değerleri mısır eriştelerinin su absorpsiyonu (%97.0-115.5) ve hacim artışı (%137-150) değerlerine benzemektedir. Pirińç eriştelerinin TOM değerleri (%1.40-2.15) mısır eriştelerinin TOM değerlerine (%2.28-2.55) kıyasla düşük bulunmuştur. Mısır eriştelerinin L renk değerleri (84.91-85.89) pirińç eriştelerinin L renk değerlerine (89.10-89.58) kıyasla düşük bulunmuştur. Mısır eriştelerinin a ve b renk değerleri (a, 5.03-5.32; b, 23.72-23.94) pirińç eriştelerinkine (a, 0.12-0.16; b, 6.86-7.38) nazaran oldukça yüksek bulunmuştur. Yani mısır eriştelerinin parlaklığı pirińç eriştelerinkinden daha az olup, kırmızı ve sarı renge kaymaları daha fazladır. Mısır eriştelerinin duyuşal özelliklerine ait puanların pirińç eriştelerinkine kıyasla daha yüksek olduğu ve mısır eriştelerinin panelistler tarafından daha fazla tercih edildiği görölmüştür. Mısır eriştelerinin tekstür analizöründe elde edilen maksimum kuvvet (0.66-0.74 N) pirińç eriştelerinin gösterdiği maksimum kuvvetten (0.51-0.69 N) daha fazladır.

Gam ve/veya TG ilave edilmiş ve farklı sürelerde inkübe edilmiş mısır eriştelerinin pişme kaybı değerleri %19.2 ile %23.8 arasında olup pirińç eriştelerinin pişme kaybı değerlerine (%10.1-11.1) kıyasla yüksek bulunmuştur. Mısır eriştelerinin TOM değerleri de (%1.60-2.38) pirińç eriştelerinin TOM değerlerine (%0.90-1.40) nazaran yüksektir. Mısır ve pirińç eriştelerinin su absorpsiyonu ve hacim artışı değerleri benzer bulunmuştur. Gam ilavesinin pirińç ve mısır eriştelerinin pişme özellikleri üzerine etkisinin önemli olduğu bulunmuştur. Pirińç eriştelerinde TG ile farklı sürelerde inkübasyonun sadece TOM değeri üzerine etkisi bulunmuştur. Mısır eriştelerinde ise pişme kaybı, hacim artışı ve TOM değerleri üzerine TG etkisi bulunup sadece su absorpsiyonu üzerine bulunmamıştır. Mısır eriştelerinin L renk değerleri (84.25-85.02) pirińç eriştelerinin L renk değerlerine (88.34-89.48) kıyasla düşük bulunmuştur. Mısır eriştelerinin a ve b renk değerleri (a, 4.98-5.51; b, 22.46-23.94) ise pirińç eriştelerinkine (a, 0.16-0.36; b, 7.15-8.41) nazaran oldukça yüksek bulunmuştur. Yani mısır eriştelerinin parlaklığı pirińç eriştelerinkinden daha az olup, kırmızı ve sarı renge kaymaları daha fazladır. Gam ilavesinin ve TG ile farklı sürelerde inkübasyonun pirińç eriştelerinin renk değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Mısır eriştelerinin renk değerleri üzerine sadece gamın etkisi görölmüştür. Mısır eriştelerinin duyuşal özelliklerine ait puanların pirińç eriştelerinkine benzer olduğu gözlenmiştir. Mısır eriştelerinin

tekstür analizöründe gösterdiği maksimum kuvvet (0.58-0.88 N), piriç eriştelerinin gösterdiği maksimum kuvvetten (0.63-0.89 N) daha düşük bulunmuştur.

SONUÇLAR

Bu çalışmada glutensiz erişte üretiminde hammadde olarak pirinç ve mısır unu kullanılmıştır. Bu unlara ilk başta ısı işlem ile jelatinizasyon (pirinç ununda %15, %20, %25, %30, mısır ununda %40, %60, %80) uygulanmış ve elde edilen hamurdan erişte yapılmıştır. Bu eriştelere kalite özelliklerini değerlendirmek için pişme testi, renk analizi, duyu analizi ve tekstür analizi yapılmıştır. Farklı oranlarda jelatinize edilmiş pirinç ve mısır unu içeren erişte örnekleri pişme özellikleri (pişme süresi, pişme kaybı, toplam organik madde, su absorpsiyonu, hacim artışı) ve duyu özellikleri (yüzey özellikleri, çiğneme özellikleri, çiğneme sonrası ağızdaki his özellikleri ve tat) açısından değerlendirildiğinde %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştesinin ve %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır eriştesinin diğer erişte örneklerine kıyasla daha iyi kalitede olduğu belirlenmiştir. En iyi kalite özelliklerine sahip olan %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu içeren pirinç eriştesi ile %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu içeren mısır eriştesi formülasyonuna gam (keçiboynuzu gamı, ksantan gam) veya transglutaminaz enzimi (enzim ile inkübasyon süresi 1 veya 2 saat) veya her ikisinin birden ilavesinin erişte kalitesi üzerine etkisi pişme testi, renk analizi, duyu analizi ve tekstür analizi yapılarak incelenmiştir. En iyi jelatinizasyon oranına sahip erişte formülasyonuna gam ve/veya TG ilave edilmiş eriştelerin pişme ve duyu özellikleri incelendiğinde pirinç ve mısır eriştelere ksantan gam ilavesinin keçiboynuzu gamı ilavesine nazaran erişte kalitesini olumlu yönde etkilediği ve TG ilavesinin tüm erişte örneklerinin kalitesini iyileştirdiği gözlenmiştir. Keçiboynuzu gamı ilavesi pirinç ve mısır eriştelere pişme özelliklerinde olumlu bir etki yaratmış, duyu özelliklerinde ise azalmaya neden olmuştur. Eriştelere renk özellikleri üzerine gam ve/veya TG ilavesinin önemli bir etkisi olmamıştır. Eriştelere tekstür değerleri incelendiğinde pirinç eriştesi üzerine gam çeşidinin önemli bir etkisi olup, en yüksek maksimum kuvvet değerini keçiboynuzu gamı ilave edilmiş erişte örneği sağlamıştır. TG ile farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelere tekstür analizi sonucu üzerine etkisi önemli bulunmuş, en yüksek maksimum kuvvet değerini TG ile 1 saat inkübe edilmiş erişte örneği vermiştir.

Mısır eriştelere ile pirinç eriştelere kıyaslandığında pişme özellikleri ve tekstür değerleri bakımından pirinç eriştelere kalite değerleri daha yüksek, duyu analizi

özellikler bakımından ise mısır eriştelerinin kalite değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Son yıllarda ülkemizde gıda üreticileri çölyak hastalarının beslenme gereksinimlerini karşılayabilmek için gluten içermeyen gıdaların (ekmek, bisküvi) üretimine yönelmişlerdir. Gluten içermeyen pirinç unu ve/veya mısır unu gıda formülasyonlarında bu amaçla kullanılmaktadır. Ancak bu unlardan yapılan ürünlerde viskoelastik bir hamur elde edilememekte ve hamur dağılmaktadır. Bu nedenle bu tip gıdalarda gerekli ağ yapının oluşmasını sağlayan gluten fraksiyonunun yerine formülasyona girebilecek hammaddeler gerekmektedir. Eriştenin pişme sırasında yapısını koruması ve dağılmaması için yapıya gam gibi stabilizörlerin eklenmesi olumlu etki yaratmıştır. Gam (keçiboynuzu gamı, ksantan gam) ilavesiyle pişirme sırasında pirinç ve mısır eriştesinin pişme kayıpları azalmaktadır. Pirinç unu veya mısır unundan yapılan eriştelere gam ilavesiyle ilgili literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Transglutaminaz enzimi ilavesi hamurun erişte makinasında işlenebilirliğini kolaylaştırmış, eriştelerin yüzeyinde pirinç ve mısır unundan ileri gelen pürüzlü yapının düzelmesini sağlamıştır. Bu enzimin katalizlediği çapraz bağlama reaksiyonu sayesinde nişasta oluşan bu sıkı yapı içerisinde tutulmakta ve pişme kayıpları azalmakta ve eriştelerin görünüşü iyileşmektedir. Benzer şekilde bir çalışmada da TG ilave edilmiş spaghettilerinde de toplam organik madde miktarında azalma gözlenmiştir (Başman et al., 2005).

Bu çalışmadan elde edilen bulguların çölyak hastaları için erişte üretimi konusunda ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Türkiye’de ticari boyutta çölyak hastalarına yönelik sadece ekmek ve bisküvi üretimi yapılmaktadır. Çölyaklı bireyler için ekmek üretimi sadece Ankara ve İstanbul’da yapılmakta, ekmeğin bayatlama sürecinin kısa olduğu düşünülürse diğer merkezlerdeki hastalara iletilememektedir. Bisküvi ise günlük diyetle yer almadığından sadece ara öğünlerde tüketilebilir bir gıdadır. Raf ömrünün uzun olması, dolayısıyla kontrollü bir şekilde üretiminin yapıldığı merkezden diğer bölgelere iletilebilme olanağı sayesinde glutensiz eriştenin çölyaklı bireylerin günlük diyetinde önemli bir yer alacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma kapsamında üretilen glutensiz eriştelere ülkemizdeki çölyaklı bireyler için ürün çeşitliliğinin artırılmasında katkısı olacaktır. Ülkemizdeki ekonomik kaynaklar kullanılarak glutensiz erişte üretiminin yapılması ile çölyaklı bireyler için ithal edilen ve oldukça yüksek fiyatlara satılan glutensiz makarnaya iyi bir alternatif geliştirildiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- AACC, 1990, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, (8th ed.), The Association: St Paul, MN.
- Anand, B.S., Piris, J. And Truelove, S.C., 1978, The role of various cereals in coeliac disease, 47:185, 101-110.
- Anonymous, 1995, Food Additives: U.S. Materials, Applications, Technomic Publishing Company, USA, 224-226.
- AOAC, 1991, Official Methods Of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Arlington, USA.
- Badi, S. M., Hosney, R. C., 1978, Corn flour: use in cookies, Cereal Chemistry, 55, 4, 495-504.
- Basman, A., Köksel, H., PKW, N., 2002a, Effects of transglutaminase on SDS-PAGE patterns of wheat, soy and barley proteins and their blends, Journal of Food Science, 67, 7, 2654-2658.
- Basman, A., Köksel, H., PKW, N., 2002b, Effects of increasing levels of transglutaminase on the rheological properties and bread quality characteristics of two wheat flours, European Food Research and Technology, 215, 419-424.
- Basman, A., Köksel, H., PKW, N., 2003, Utilization of transglutaminase to increase the level of barley and soy flour incorporation in wheat flour breads, Journal of Food Science, 68, 8, 2453-2460.
- Basman, A., Köksel, H., Atli, A., 2005, Effects of increasing levels of transglutaminase on cooking quality of bran supplemented spaghetti, European Food Research and Technology (basımda).
- Bauer, N., Koehler, P., Wieser, H., Schieberle, P., 2003, Studies on effects of microbial transglutaminase on gluten proteins of wheat. II. Rheological properties, Cereal Chemistry, 80, 6, 787-790.

- Bhattacharya, M., Zee, S. Y., Corke, H., 1999, Physicochemical properties related to quality of rice noodles, *Cereal Chemistry*, 76, 6, 861-867.
- Butterworth, J. R., Banfield, L. M., Iqbal, T. H., Cooper, B. T., 2004, Factors relating to compliance with a gluten-free diet in patients with celiac disease: comparison of white Caucasian and South Asian patients, *Clinical Nutrition*, 23, 1127-1134.
- Campbell, J.A., 1982, Foods for patients with celiac disease, *Canadian Medical Association Journal*, 127:10, 963-965.
- D'Egidio, M. G., Stefanis, E. D., Fortini, S., Galterio, G., Nardi, S., Sgrulletta, D., Bozzini, 1982, Standardization of cooking quality analysis in macaroni and pasta products, *Cereal Foods World*, 27, 8, 367-368.
- Dendy, D. A. V., 2001, Noodles (Rice Pasta). *Cereals and cereal products Chemistry and technology*, Dendy, D. A. V., Dobraszczyk, B. J (ed), Aspen Publishers, Maryland, pp 276-314.
- Dexter, J. E., Matsuo, R. R., 1979, Effect of Starch on Pasta Dough Rheology and Spaghetti Cooking Quality, *Cereal Chemistry*, 56, 3, 190-195.
- Gallagher, E., Gormley, T. R., Arendt, E. K., 2004, Recent advances in the formulation of gluten free cereal-based products, *Trends in Food Science and Technology*, 15, 143-152.
- Galvez, F. C. F., Resurreccion, A. V. A., Ware, G. O., 1994, Process variables, gelatinized starch and moisture effects on physical properties of mungbean noodles, *Journal of Food Science*, 59, 2, 378-386.
- Gerrard, J. A., Sutton, K. H., 2005, Addition of transglutaminase to cereal products may generate the epitope responsible for coeliac disease, *Trends in Food Science and Technology*, 16, 510–512.
- Gerrard, J.A., Newberry, M.P., Ross, M., Wilson, A.J., Fayle, S.E. and Kavale, S., 2000, Pastry Lift and Croissant Volume as Affected by Microbial Transglutaminase, *Journal of Food Science*, 65, 2, 312-314.

- Green, P. H. R., Jabri, B., 2003, Celiac disease, *The Lancet*, 362, 383-391.
- Guandalini, S., Gupta, P., 2002, Celiac disease A diagnostic challenge with many facets, *Clinical and Applied Immunology Reviews*, 2, 6, 293-305.
- Gujiral, H. S., Haros, M., Rosell, C. M., 2003, Starch Hydrolyzing Enzymes for Retarding the Staling of Rice Bread, *Cereal Chemistry*, 80, 6, 750-754.
- Gujiral, H. S., Rosell, C. M., 2004, Functionality of rice flour modified with a microbial transglutaminase, *Journal of Cereal Science*, 39, 225-230.
- Hamer, R. J., 2005, Coeliac Disease: Background and biochemical aspects, *Biotechnology Advances*, 23, 401-408.
- Hoseney, R. C., 1994, Gluten Proteins, *Principles of Cereal Science and Technology*, American Association of Cereal Chemists, USA, Second edition, 197-211.
- Janatuinen, E.K., Pikkarainen, P.H., Kemppainen, T.A., Kosma, V.M., Jarvinen, R.M., Usitupa, M.I. and Julkunen, R.J., 1995, A comparison of diets with and without oats in adults with celiac disease, *The New England Journal of Medicine*, 333:16, 1033-1037.
- Juliano, B. O., Sakurai, J., 1985, Miscellaneous Rice Products, *Rice: Chemistry and Technology*, Juliano, B. O. (ed), The American Association of Cereal Chemists, USA, 592-599.
- Kasemsuwan, T., Bailey, T., Jane, J., 1998, Preparation of clear noodles with mixtures of tapioca and high-amylose starches, *Carbohydrate Polymers*, 32, 301-312.
- Katzbauer, B., 1998, Properties and applications of xanthan gum, *Polymer Degradation and Stability*, 59, 81-84.
- Kaur, L., Singh, J., Singh, N., 2005, Effect of glycerol monostearate on the physico-chemical, thermal, rheological and noodle making properties of corn and potato starches, *Food Hydrocolloids*, 19, 839-849.

- Koning, F., 2003, The molecular basis of Celiac disease, *Journal of Molecular Recognition*, 16, 333–336.
- Köksel, H., 1998, Karbonhidratlar, *Gıda Kimyası, Saldamlı, İ. (ed), Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 94-96.*
- Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A., Karacan, H., 2000, *Hububat Laboratuvarı El Kitabı, 91-100.*
- Köksel, H., Başman, A., 2005, Türkiye'deki Çölyak Hastaları İçin Glutensiz Bisküvi Üretiminde Transglutaminaz Enziminin Kullanım Olanaklarının Araştırılması, Ankara, Proje No: 01 02 602 011.
- Kruger, J. E., Matsuo, R. B., 1996, Textural measurement of cooked spaghetti. *Pasta and Noodle Technology. Degidio, M. G., Nardi, S. (ed), American Association of Cereal Chemists, U.S.A., 133-156.*
- Kuraishi, C., Sakamoto, J. and Soeda, T., 1996, The usefulness of Transglutaminase for Food Processing, *Biotechnology for Improved Foods and Flavors* edited by: Gary R. Takeoka, Roy Teranishi, Patrick J. Williams, Akio Kobayashi, ACS Symposium Series 637, USA.
- Kuraishi, C., Yamazaki, K. and Susa, Y., 2001, Transglutaminase: Its Utilization in the Food Industry, *Food Reviews International*, 17, 2, 221-246.
- Lai, H-M., 2001, Effects of rice properties and emulsifiers on the quality of rice pasta, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 203-216.
- Larre, C., Denery-Papini, S., Popineau, Y., Deshayes, G., Desserme, C., Lefebvre, J., 2000, Biochemical Analysis and Rheological Properties of Gluten Modified by Transglutaminase, *Cereal Chemistry*, 77, 32-38.
- Lee, A., Newman, J. M., 2003, Coeliac diet: Its impact on quality of life, *Journal of The American Dietetic Association*, 103, 11, 1533-1535.
- Lorenz, K., Lee, V. A., 1977, The nutritional and physiological impact of cereal products in human nutrition, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 16, 383-456.

- Luchetti, R. and DeVincenzi, M., 1995, Gluten-sensitive enteropathy, *Annali Dell Istituto Superiore di Sanita*, 31:3, 323-336.
- Mestres, C., Colonna, P., Alexandre, M. C., Matencio, F., 1993, Comparison of various processes for making maize pasta, *Journal of Cereal Science*, 17, 277-290.
- Mills, E. N. C., Breiteneder, H., 2005, Food allergy and its relevance to industrial food proteins, *Biotechnology Advances*, 23, 409-414.
- Motoki, M., Seguro, K., 1998, Transglutaminase and its use for food processing, *Trends in Food Science and Technology*, 9, 204-210.
- Murray, J. A., 1999, The widening spectrum of celiac disease, *American Society for Clinical Nutrition*, 69, 354-365.
- Oh, N. H., Seib, P. A., Deyoe, C. W., Ward, A. B., Deyoe, C. W., 1985, Noodles. IV. Influence of flour protein, extraction rate, particle size and starch damage on the quality characteristics of dry noodles, *Cereal Chemistry*, 62, 6, 441-446.
- Poza, O. D., 2002, Transglutaminase in Baking Applications, *Cereal Foods World*, 47, 3, 93-95.
- Ramirez, J. A., Barrera, M., Morales, O. G., Vazquez, M., 2002, Effect of xanthan and locust bean gums on the gelling properties of myofibrillar protein, *Food Hydrocolloids*, 16, 11-16.
- Rojas, J. A., Rosell, C. M., Barber, C. B., 1999, Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems, *Food Hydrocolloids*, 13, 27-33.
- Rosell, C. M., Wang, J., Aja, S., Bean, S., Lookhart, G., 2003, Wheat flour proteins as affected by transglutaminase and glucose oxidase, *Cereal Chemistry*, 80, 1, 52-55.
- Shi, X., BeMiller, J. N., 2002, Effects of food gums on viscosities of starch suspensions during pasting, *Carbohydrate Polymers*, 50, 7-18.

- Sivaramakrishnan, H. P., Senge, B., Chattopadhyay, P. K., 2004, Rheological properties of rice dough for making rice bread, *Journal of Food Engineering*, 62, 37-45.
- Skovbjerg, H., Koch, C., Anthonsen, D., Sjöström, 2004, Deamidation and cross-linking of gliadin peptides by transglutaminases and the relation to celiac disease, *Biochimica Acta*, 1690, 3, 1-11.
- Sakamoto, H., Yamazaki, K., Kaga, C., Yamamoto, Y., Ito, R., Kurosawa, Y., 1996, Strength enhancement by addition of Microbial Transglutaminase during Chinese Noodle Processing, *Nippon Shokuhin Kagaku Kaishi*, 43, 5, 598-602.
- Street, C. A., 1991, *Additional Product Ingredients, Flour Confectionery Manufacture*, VCH Publishers, USA, 49-51.
- Tandoruk, Ö., 2005, Çölyak dosyası, *Dünya Gıda Dergisi*, 15-25.
- Thompson, T., 2000, Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet, *Journal of The American Dietetic Association*, 100, 11, 1389-1396.
- Toufeili, I., Dagher, S., Shadarevian, S., Nouredine, A., Sarakbi, M., Farran, M. T., 1994, Formulation of gluten-free pocket-type flat breads: Optimization of methylcellulose, gum Arabic, and egg albumen levels by response surface methodology, *Cereal Chemistry*, 71, 6, 594-601.
- Tunalıoğlu, R., Özkaya, M. T., 2003, Keçiboynuzu, *T.E.A.E-BAKIŞ*, 3, 5, 1-4.
- Wang, H.-H., Sun, D.-W., Zeng, Q., Lu, Y., 2000, Effect of pH, corn starch and phosphates on the pasting properties of rice flour, *Journal of Food Engineering*, 46, 133-138.
- Whistler, R. L., Daniel, J. R., 1990, *Functions of Polysaccharides in Foods*, *Food Additives*, Branen, A. L., Davidson, P. M., Salminen, S (ed), Marcel Dekker, USA, 413-421.

Wu, J., Corke, H., 2005, Quality of dried white salted noodles affected by microbial transglutaminase, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 2587–2594.

Yoenyong-buddhagal, S., Noomhorm, A., 2002, Effect of raw material preparation on rice vermicelli quality, *Starch/Starke*, 54, 534-539.

Zhu, Y., Rinzema, A., Tramper, J., Bol, J., 1995, Microbial transglutaminase-a review of its production and application in food processing, *Appl Microbiol Biotechnol*, 44, 277-282.

EK 1

TG ve gam interaksiyonunun piriç eriştesinin hacim artışı değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Ek 1-Çizelge 1). Bu interaksiyonun varlığını göstermek için aşağıdaki yol izlenmiştir.

Ek 1-Çizelge 1. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun piriç eriştelerinin hacim artışı değerleri üzerine etkisi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F_{Tablo}	F
TG	2	1.78	0.89	4.26	0.10
Gam	2	181.78	90.89	4.26	10.49*
TGxGam İnteraksiyonu	4	131.56	32.89	3.63	3.79*
Hata	9	78.00	8.67		
Genel	17	393.11			

Farklı gam ilave edilmiş ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübe edilmiş piriç eriştelerinin hacim artışı değerlerinin 2 paraleli de Ek 1-Çizelge 2'de verilmiştir.

Ek 1-Çizelge 2. Farklı gam ilave edilmiş ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübe edilmiş piriç eriştelerinin hacim artışı değerleri

Paraleller	G_0TG_0	G_0TG_1	G_0TG_2	G_1TG_0	G_1TG_1	G_1TG_2	G_2TG_0	G_2TG_1	G_2TG_2
1	156	150	150	147	146	153	150	157	157
2	160	158	150	147	148	153	158	159	159

G_0 :Gam yok

G_1 :Keçiboynuzu gamı

G_2 :Ksantan gam

TG_0 :TG yok

TG_1 :TG ilave edilmiş ve 1 saat inkübe edilmiş

TG_2 :TG ilave edilmiş ve 2 saat inkübe edilmiş

Paralellerden 100 değeri çıkartılarak kodlama yapılmış ve yeni hacim artışı değerlerinin toplamı ve karelerinin toplamı değerleri Ek 1-Çizelge 3'de verilmiştir.

Ek 1-Çizelge 3. Hacim artışı değerlerinin paralellerin toplamı ve karelerinin toplamı değerleri

	G ₀ TG ₀	G ₀ TG ₁	G ₀ TG ₂	G ₁ TG ₀	G ₁ TG ₁	G ₁ TG ₂	G ₂ TG ₀	G ₂ TG ₁	G ₂ TG ₂
T _j	116	108	100	94	94	106	108	116	116
$\sum_{i:1}^2 Y_{ij}^2$	6736	5864	5000	4418	4420	5618	5864	6730	6730

$$T_j = \text{paralel}_1 + \text{paralel}_2$$

$$\sum_{i:1}^2 Y_{ij}^2 = (\text{paralel}_1)^2 + (\text{paralel}_2)^2$$

Gam ve TG için ayrı ayrı 0. seviyede, 1. seviyede ve 2. seviyedeki hacim artışı değerlerinin toplamı Ek 1-Çizelge 4'de verilmiştir.

Ek 1-Çizelge 4. TG ve gamlar için farklı seviyelerdeki veriler toplamı

	0. seviye	1. seviye	2. seviye
T _i (TG'ler için aynı seviyede veriler toplamı)	318	318	322
T _j (Gamlar için aynı seviyede veriler toplamı)	324	294	340

$$T_{..} = 958 \text{ (T}_{j}\text{'lerin toplamı)}$$

$$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 = 51380 \text{ (} \sum_{i:1}^2 Y_{ij}^2 \text{lerin toplamı)}$$

3 x 3 x 2 (TG değişken sayısı, gam değişken sayısı, paralel sayısı) = 18

KT: Kareler toplamı

KO: Kareler ortalaması

F_{SdE,SdH}: F tablosundan okunan değer (Etkenin serbestlik derecesi, hatanın serbestlik derecesi)

F_H : Hesap yoluyla bulunan F değeri

$$KT_{\text{genel}} = \sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - (T_{..}^2/18)$$

$$KT_{TG} = (318^2+318^2+322^2)/6 - (T_{..}^2/18)$$

$$KT_G = (324^2+294^2+340^2)/6 - (T_{..}^2/18)$$

$$KT_{TG \times G} = \sum T_j^2 - KT_{TG} - KT_G - (T_{..}^2/18)$$

$$KT_{HATA} = KT_{\text{genel}} - KT_{TG} - KT_G$$

$$KO_{TG} = KT_{TG}/2 \quad (Sd_{TG} = 3-1)$$

$$KO_G = KT_G/2 \quad (Sd_G = 3-1)$$

$$KO_{TG \times G} = KT_{TG \times G}/4 \quad (Sd_{TG \times G} = 2*2)$$

$$KO_{HATA} = KT_{HATA}/9 \quad (Sd_{HATA} = 17-2-2-4)$$

$$F_{TG} = KO_{TG}/KO_{HATA}$$

$$F_G = KO_G/KO_{HATA}$$

$$F_{TG \times G} = KO_{TG \times G}/KO_{HATA}$$

Varyans çözümlemesi:

- H_0 : Erişte örneğinin hacim artışı üzerine TG'nin etkisi yoktur.

$$F_{TG}: 0.10$$

$$F_{2,9}: 4.26 \quad (Sd_{TG}, Sd_{HATA})$$

$$F_{TABLO} > F_{HESAP} \quad H_0 \text{ Kabul.}$$

- H_0 : Erişte örneğinin hacim artışı üzerine gamın etkisi yoktur.

$$F_G: 10.49$$

$$F_{2,9}: 4.26 \quad (Sd_G, Sd_{HATA})$$

$$F_{HESAP} > F_{TABLO} \quad H_0 \text{ Red}$$

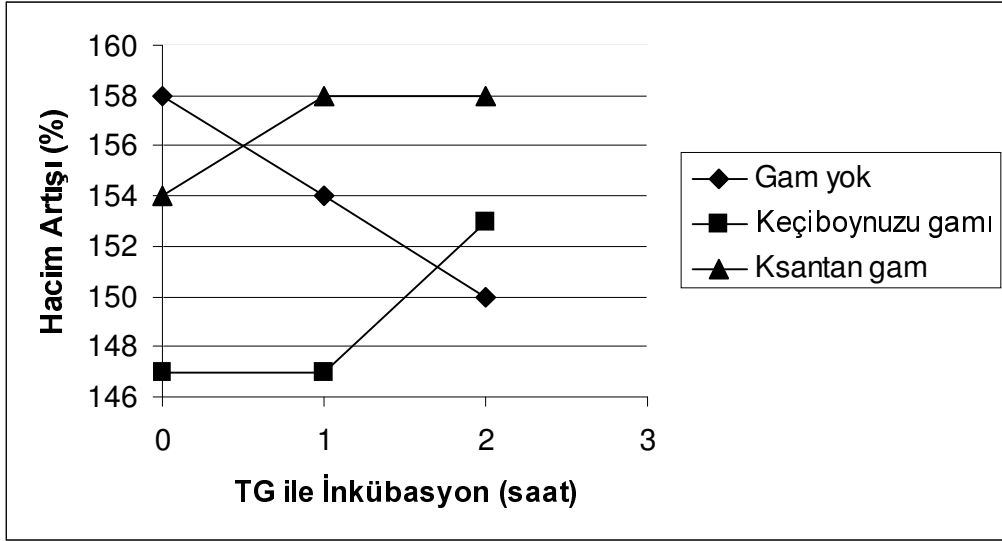
- H_0 : Erişte örneğinin hacim artışı üzerine TG x Gam etkileşiminin etkisi yoktur.

$$F_{TG \times G}: 3.79$$

$$F_{4,9}: 3.63 \quad (Sd_{TG \times G}, Sd_{HATA})$$

$$F_{HESAP} > F_{TABLO} \quad H_0 \text{ Red}$$

TG ve gam etkileşimi incelendiğinde en düşük hacim artışı değeri keçiboynuzu gamı ilave edilmiş erişte örneği ile keçiboynuzu gamı ilave edilmiş ve TG ile 1 saat inkübe edilmiş erişte örneğinde gözlenmiştir (Ek 1-Şekil 1). En yüksek hacim artışı değerini ise gam ve TG ilave edilmemiş erişte örneği, ksantan gam ilave edilmiş ve TG ile 1 saat inkübe edilmiş erişte örneği ile ksantan gam ilave edilmiş ve TG ile 2 saat inkübe edilmiş erişte örneği vermiştir (Ek 1-Şekil 1).



Ek 1-Şekil 1. Gam ilave edilmiş ve TG ilave edilip farklı sürelerde inkübe edilmiş pirinç eriştelerinin hacim artışı değerlerinde TG ile gam'ın etkileşim grafiği

EK 2

TG ve gam interaksiyonunun mısır eriştesinin tekstür değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Ek 2-Çizelge 1). Bu interaksiyonun varlığını göstermek için aşağıdaki yol izlenmiştir.

Ek 2-Çizelge 1. Farklı gam ilavesinin ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübasyonun mısır eriştelerinin tekstür değerleri üzerine etkisi

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F_{Tablo}	F
TG	2	15.93	7.96	3.55	23.94*
Gam	2	1.40	0.70	3.55	2.10
TGxGam İnteraksiyonu	4	11.98	2.99	2.93	9.00*
Hata	18	5.99	0.33		
Genel	26	35.29			

Farklı gam ilave edilmiş ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübe edilmiş mısır eriştelerinin tekstür değerlerinin 3 paraleli de Ek 2-Çizelge 2'de verilmiştir.

Ek 2-Çizelge 2. Farklı gam ilave edilmiş ve/veya TG ilave edilip farklı sürelerde inkübe edilmiş mısır eriştelerinin tekstür değerleri

Paraleller	G_0TG_0	G_0TG_1	G_0TG_2	G_1TG_0	G_1TG_1	G_1TG_2	G_2TG_0	G_2TG_1	G_2TG_2
1	0.63	0.63	0.78	0.54	0.86	0.75	0.61	0.79	0.64
2	0.67	0.72	0.79	0.59	0.89	0.84	0.66	0.83	0.65
3	0.68	0.75	0.98	0.62	0.90	0.92	0.68	0.87	0.68

G_0 :Gam yok

G_1 :Keçiboynuzu gamı

G_2 :Ksantan gam

TG_0 :TG yok

TG_1 :TG ilave edilmiş ve 1 saat inkübe edilmiş

TG_2 :TG ilave edilmiş ve 2 saat inkübe edilmiş

Paraleller 10 değeri ile çarpılarak kodlama yapılmış ve yeni tekstür değerlerinin toplamı ve karelerinin toplamı değerleri Ek 2-Çizelge 3'de verilmiştir.

Ek 2-Çizelge 3. Tekstür değerlerinin paralellerin toplamı ve karelerinin toplamı değerleri

	G ₀ TG ₀	G ₀ TG ₁	G ₀ TG ₂	G ₁ TG ₀	G ₁ TG ₁	G ₁ TG ₂	G ₂ TG ₀	G ₂ TG ₁	G ₂ TG ₂
T _j	19.8	21	25.5	17.5	26.5	25.1	19.5	24.9	19.7
$\sum_{i:1}^2 Y_{ij}^2$	130.82	147.78	219.29	102.41	234.17	211.45	127.01	206.99	129.45

$$T_j = \text{paralel}_1 + \text{paralel}_2 + \text{paralel}_3$$

$$\sum_{i:1}^2 Y_{ij}^2 = (\text{paralel}_1)^2 + (\text{paralel}_2)^2 + (\text{paralel}_3)^2$$

Gam ve TG için ayrı ayrı 0. seviyede, 1. seviyede ve 2. seviyedeki tekstür değerlerinin toplamı Ek 2-Çizelge 4'de verilmiştir.

Ek 2-Çizelge 4. TG ve gamlar için farklı seviyelerdeki veriler toplamı

	0. seviye	1. seviye	2. seviye
T _i (TG'ler için aynı seviyede veriler toplamı)	56.8	72.4	70.3
T _j (Gamlar için aynı seviyede veriler toplamı)	66.3	69.1	64.1

$$T_{..} = 200 \text{ (T}_{j'}\text{'lerin toplamı)}$$

$$\sum_i \sum_j Y_{ij}^2 = 1509 \text{ (} \sum_{i:1}^2 Y_{ij}^2 \text{'lerin toplamı)}$$

3 x 3 x 3 (TG değişken sayısı, gam değişken sayısı, paralel sayısı) = 27

KT: Kareler toplamı

KO: Kareler ortalaması

$F_{SdE,SdH}$: F tablosundan okunan değer (Etkenin serbestlik derecesi, hatanın serbestlik derecesi)

F_H : Hesap yoluyla bulunan F değeri

$$KT_{genel} = \sum_i \sum_j Y_{ij}^2 - (T_{..}^2 / 27)$$

$$KT_{TG} = (318^2 + 318^2 + 322^2) / 9 - (T_{..}^2 / 27)$$

$$KT_G = (324^2 + 294^2 + 340^2) / 9 - (T_{..}^2 / 27)$$

$$KT_{TG \times G} = \sum T_j^2 - KT_{TG} - KT_G - (T_{..}^2 / 27)$$

$$KT_{HATA} = KT_{genel} - KT_{TG} - KT_G$$

$$KO_{TG} = KT_{TG} / 2 \quad (Sd_{TG} = 3-1)$$

$$KO_G = KT_G / 2 \quad (Sd_G = 3-1)$$

$$KO_{TG \times G} = KT_{TG \times G} / 4 \quad (Sd_{TG \times G} = 2 \times 2)$$

$$KO_{HATA} = KT_{HATA} / 18 \quad (Sd_{HATA} = 26-2-2-4)$$

$$F_{TG} = KO_{TG} / KO_{HATA}$$

$$F_G = KO_G / KO_{HATA}$$

$$F_{TG \times G} = KO_{TG \times G} / KO_{HATA}$$

Varyans özmlemesi:

- H_0 : Erişte örneğinin tekstür değeri zerine TG'nin etkisi yoktur.

$$F_{TG}: 23.94$$

$$F_{2,18}: 3.55 \quad (Sd_{TG}, Sd_{HATA})$$

$$F_{HESAP} > F_{TABLO} \quad H_0 \text{ Red.}$$

- H_0 : Erişte örneğinin tekstür değeri üzerine gamın etkisi yoktur.

$$F_G: 2.10$$

$F_{2,18}: 3.55$ (Sd_G, Sd_{HATA})

$F_{TABLO} > F_{HESAP}$ H_0 Kabul

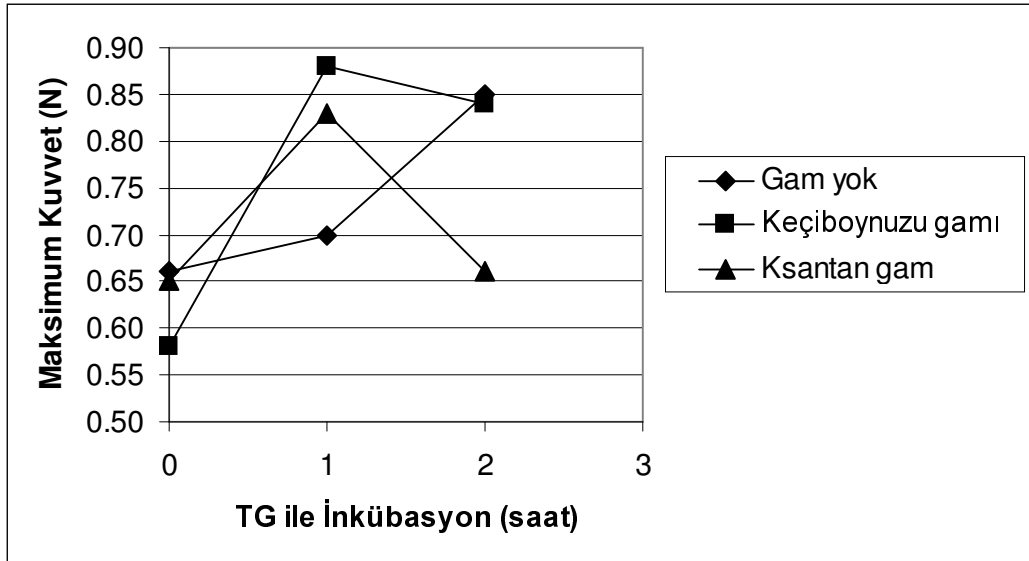
- H_0 : Erişte örneğinin tekstür değeri üzerine TG x Gam etkileşiminin etkisi yoktur.

$F_{TG \times G}: 9.00$

$F_{4,18}: 2.93$ ($Sd_{TG \times G}, Sd_{HATA}$)

$F_{HESAP} > F_{TABLO}$ H_0 Red

TG ve gam etkileşimi incelendiğinde en düşük maksimum kuvvet değeri keçi boynuzu gamı ilave edilmiş erişte örneğinde gözlenmiştir (Ek 2-Şekil 1). En yüksek maksimum kuvvet değerini ise keçi boynuzu gamı ilave edilmiş ve TG ile 1 saat inkübe edilmiş erişte örneği vermiştir (Ek 2-Şekil 1).



Ek 2-Şekil 1. Gam ilave edilmiş ve TG ilave edilip farklı sürelerde inkübe edilmiş mısır eriştelere ilişkin tekstür değerlerinde TG ile gam'ın etkileşim grafiği

EK 3



Ek 3-Şekil 1. %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu ve TG enzimi (%0.5) (2 saat inkübe edilmiş) içeren pirinç eriştesi



Ek 3-Şekil 2. %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu, keçiboynuzu gamı (%3) ve TG enzimi (%0.5) (2 saat inkübe edilmiş) içeren pirinç eriştesi



Ek 3-Şekil 3. %25 oranında jelatinize edilmiş pirinç unu, ksantan gam (%3) ve TG enzimi (%0.5) (2 saat inkübe edilmiş) içeren pirinç eriştesi

EK 4



Ek 4-Şekil 1. %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu ve TG enzimi (%0.5) (2 saat inkübe edilmiş) içeren mısır erişttesi



Ek 4-Şekil 2. %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu, keçiyoynuzu gamı (%3) ve TG enzimi (%0.5) (2 saat inkübe edilmiş) içeren mısır erişttesi



Ek 4-Şekil 3. %80 oranında jelatinize edilmiş mısır unu, ksantan gam (%3) ve TG enzimi (%0.5) (2 saat inkübe edilmiş) içeren mısır erişttesi

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : SEDA YALÇIN

Doğum Yeri : Samsun

Tarihi :14.07.1977

Medeni Hali : Bekâr

Eğitim :

İlkokul : Hamdullah Suphi İlkokulu, Ankara, 1983-1988

Ortaokul-Lise : Cumhuriyet Lisesi, Ankara, 1988-1994

İngilizce Hazırlık : Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 1994-1995

Lisans : Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda
Mühendisliği Bölümü, Ankara, 1995-2000

Yabancı Dili : İngilizce

Bilgisayar Bilgisi : Windows XP, Word, Excel, Power Point, SPSS ve
MINITAB paket programı

İş Deneyimi :

Araştırma Görevlisi, 08.09.2003- :Hacettepe Üniversitesi Mühendislik
Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü-ANKARA

Araştırma Görevlisi, 31.12.2002-02.09.2003:Afyon Kocatepe Üniversitesi
Afyon Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Bölümü-AFYON

Gıda Mühendisi, 01.06.2001-02.10.2002: Tuna Süt ve Süt Ürünleri
Fabrikası-SAMSUN

Gıda Mühendisi, 01.11.2000-28.05.2001: One Tat Süt ve Süt Ürünleri
Fabrikası-KÜTAHYA

Staj: Eylül 1998: Nuh Ticaret ve Sanayii A. Ő., Ankara Makarna Üretimi ve Kalite Kontrolü-ANKARA

Staj: Temmuz 1997: A.O.Ç. Süt ve Süt Ürünleri Fabrikası-ANKARA