

T.C.  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİ VE GALETA UNUNUN İNCİ KEFALİ  
(*Alburnus tarichi*) BALIĞINDAN YAPILMIŞ KÖFTELERİN ÇEŞİTLİ  
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN YANIT YÜZEYİ YÖNTEMİ  
İLE MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Gökhan ÇİFTÇİ  
DANIŞMAN: Prof. Dr. Ömer ZORBA

VAN-2010



T.C.  
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİ VE GALETA UNUNUN İNCİ KEFALİ  
(*Alburnus tarichi*) BALIĞINDAN YAPILMIŞ KÖFTELERİN ÇEŞİTLİ  
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN YANIT YÜZEYİ YÖNTEMİ  
İLE MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Gökhan ÇİFTÇİ

VAN-2010



## KABUL VE ONAY SAYFASI

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Ömer ZORBA danışmanlığında, Gökhan ÇİFTÇİ tarafından sunulan “ Transglutaminaz Enzimi ve Galeta Ununun İnci Kefali (*Alburnus tarichi*) Balığından Yapılmış Köftelerin Çeşitli Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin Yanıt Yüzeyi Yöntemi ile Modellenmesi” isimli bu çalışma “Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği” ve “Fen Bilimleri Enstitüsü Yönergesi”nin ilgili hükümleri gereğince ...../...../..... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Ömer ZORBA

İmza:

Üye: Prof. Dr. Sema AĞAOĞLU

İmza:

Üye: Yrd. Doç. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..../..../..... tarih ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

.....  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

# TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİ VE GALETA UNUNUN İNCİ KEFALİ (*Alburnus tarichi*) BALIĞINDAN YAPILMIŞ KÖFTELERİN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN YANIT YÜZEYİ YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ

ÇİFTÇİ, Gökhan

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ömer ZORBA

EYLÜL 2010, 60 sayfa

Bu çalışmada; İnci Kefali balığından elde edilen köftelerin üretiminde, transglutaminaz enzimi ve galeta ununun, çeşitli fiziksel, kimyasal, teknolojik ve tekstürel özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmış ve bu etkilerin Merkezi birleşik desen (Central Composite Design) modeli kullanılarak Yanıt Yüzeyi Yöntemine (Response Surface Methodology) göre modellenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, hammadde olarak kullanılan balık kıyma ve baharatlara ilaveten transglutaminaz enzimi (%0-1) ve galeta unu (%0-10) kombinasyonları kullanılarak köfteler hazırlanmıştır. İstatistiksel olarak elde edilen verilerden balık köfte yapımında katkı maddesi olarak kullanılan transglutaminaz enzimi ve galeta unu ürünün fiziksel, kimyasal, tekstürel, duyuşsal ve teknolojik özellikleri üzerinde kullandıkları miktarlarda olumlu etkiler oluşturmuştur. Sonuç olarak, balık köfte üretiminde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun yapıyı olumlu etkilediği gözlenmiştir. Transglutaminaz enziminin % 0.41 – 0.61 aralığında, galeta ununun ise % 4.5 – 5.9 aralığında kullanımı ile balık köftelerin genel özelliklerinin iyileştiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Transglutaminaz, galeta unu, balık köfte, yanıt yüzeyi.



## ABSTRACT

### THE MODELING WITH RESPONSE SURFACE METHODOLOGY OF THE EFFECTS OF TRANSGLUTAMINASE AND DRIED BREAD POWDER ON SOME PROPERTIES OF FISH PATTIES MADE WITH İNCİ KEFALİ

*(Alburnus tarichi)*

ÇİFTÇİ, Gökhan

MSc. Thesis, Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ömer ZORBA

September 2010, 60 pages

In this study, it was aimed modelling the effects of transglutaminase and dried bread powder on some properties (i.e. physical, chemical, technological, and textural) of fish patties made with İnci Kefali (*Alburnus tarichi*) using Central Composite Design according to Response Surface Methodology. The fish patties were prepared with grounded fish meat and spices and combined with transglutaminase (0-1%) and dried bread powder (0-10%) combinations. Statistical analysis revealed that transglutaminase and dried bread powder have created positive effects on physical, chemical, technological, and textural properties of fish patties when used as additives. As a result, it was observed that the use of transglutaminase and dried bread powder has positive effect on texture. The general traits of fish patties were determined as best when the transglutaminase ratio was between 0.41 – 0.61% and the dried bread powder ratio was between % 4.5 – 5.9.

**Key Words:** transglutaminase, dried bread powder, fish patties, response surface.





## ÖN SÖZ

Et ürünleri protein bakımından zengin gıda kaynaklarıdır. Gıda proteinlerinin fonksiyonel özelliklerinden ve bu özelliklerinin modifikasyonundan gıda endüstrisinde geniş ölçüde yararlanılmaktadır. Özel enzimlerin kullanımı ile bu proteinlerin fonksiyonel özellikleri değiştirilebilmektedir. Ayrıca et ürünleri üretilmesinde kullanılan katkı maddeleri; ürün kalitesinde, üretim şartlarında ve uygulanan teknolojiye belirleyici olan önemli etmenlerdir. Balık köfte yapımında transglutaminaz enzimi ve galeta unununun kullanılması ürünün fiziksel-kimyasal, duyu ve teknolojik özelliklerini yakından ilgilendirmektedir.

Bu araştırmada köfte üretiminde kullanılan transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkileri Merkezi Birleşik Desen ve istatistiksel veriler kullanılarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar balık köfte üretiminde bilimsel bir alt yapı oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın yürütülmesinde önemli katkılarını gördüğüm Sayın Hocam Prof. Dr. Ömer ZORBA'ya, bize her türlü desteği veren ve imkanı sağlayan bölüm hocaları ile araştırma görevlilerine ve tezimin her aşamasında manevi yardımlarını benden esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Van, 2010

Gökhan ÇİFTÇİ



## İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
EKLER DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1. Materyal	11
3.2. Yöntem	12
3.2.1. Materyalin hazırlanması	12
3.2.2. Balık köfte yapımı akış şeması	13
3.2.3. Balık köfte yapım yöntemi	14
3.3. Fiziksel ve kimyasal analizler	14
3.3.1. Nem oranı	14
3.3.2. pH ölçümü	15
3.3.3. Protein tayini	15
3.3.4. Yağ tayini	15
3.4. Tekstür analizi	16
3.5. Duyusal analizler	16
3.6. Teknolojik analizler	16
3.6.1. Randıman	16
3.7. İstatiksel analizler	16
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	17
4.1. Hammaddeye Ait Analiz Bulguları	17
4.2. Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	17
4.2.1. pH değeri	17
4.2.2. Protein oranı	19
4.2.3. Nem oranı	20
4.2.4. Yağ oranı	21
4.3. Tekstür Özellikleri	23
4.4.1. Çiğnenebilirlik	23
4.3.2. Elastikiyet	24
4.3.3. Kesme işi	26
4.3.4. Kesme direnci	27
4.3.5. Sertlik	29

4.3.6. Yapışkanlık	30
4.4. Duyusal Özellikler	32
4.4.1. Görünüm	32
4.4.2. Elastikiyet	33
4.4.3. Tat-aroma	34
4.4.4. Çiğnenebilirlik	36
4.4.5. Sululuk	37
4.4.6. İç renk ve parlaklık	38
4.4.7. Tuz dengesi	40
4.4.8. Genel beğeni	41
4.5. Teknolojik Özellikler	42
4.5.1. Randıman	42
5. SONUÇ	44
KAYNAKLAR	45
EKLER	49
ÖZGEÇMİŞ	60

## ŞEKİLLER DİZİNİ

		<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1.	Transglutaminaz enziminin reaksiyon şekli	6
Şekil 3.1.	Balık köfte yapımı akış şeması	13
Şekil 4.1.	pH üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	18
Şekil 4.2.	Protein oranı üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	20
Şekil 4.3.	Nem oranı üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.	21
Şekil 4.4.	Yağ oranı üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.	22
Şekil 4.5.	Çiğnenebilirlik değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	24
Şekil 4.6.	Elastikiyet (Tekstürel) değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	25
Şekil 4.7.	Kesme işi değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	27
Şekil 4.8.	Kesme direnci değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	28
Şekil 4.9.	Sertlik değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	30
Şekil 4.10.	Yapışkanlık değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	31
Şekil 4.11.	Görünüm değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	33
Şekil 4.12.	Elastikiyet (Duyusal) değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	34
Şekil 4.13.	Tat- aroma değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	35
Şekil 4.14.	Çiğnenebilirlik değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	37
Şekil 4.15.	Sululuk değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	38
Şekil 4.16.	İç renk ve parlaklık değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	39
Şekil 4.17.	Tuz dengesi değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	41
Şekil 4.18.	Genel beğeni değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	42
Şekil 4.19.	Randıman değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi	43



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 1.1. İnci kefalinin besin değerlerinin diğer etlerle karşılaştırılması	5
Çizelge 3.1. Balık köfte hamurunun formülasyonu	12
Çizelge 4.1. Hammaddeye ait kimyasal analiz bulguları.	17
Çizelge 4.2. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin pH'sı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	18
Çizelge 4.3. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin protein oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	19
Çizelge 4.4. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin nem oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	20
Çizelge 4.5. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin yağ oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	22
Çizelge 4.6. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin çığnenabilirlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	23
Çizelge 4.7. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin elastikiyet değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.8. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin kesme işi değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	26
Çizelge 4.9. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin kesme direnci değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.10. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin sertlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	29
Çizelge 4.11. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.12. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin görünüm değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.13. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun, köftelerin elastikiyet değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.14. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin tat – aroma değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	35



Çizelge 4.15.	Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin çiğnenebilirlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.16.	Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin sululuk değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.17.	Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun, köftelerin iç renk ve parlaklık değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	39
Çizelge 4.18.	Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun, köftelerin tuz dengesi değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	40
Çizelge 4.19.	Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun, köftelerin genel beğeni değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	41
Çizelge 4.20.	Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun, randıman değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	43

## EKLER DİZİNİ

		<b>Sayfa</b>
Ek 1.	Fiziksel-kimyasal ve teknolojik analizlere ait ortalama değerler	49
Ek 2.	Fiziksel-kimyasal ve teknolojik analiz değerlerine ait önemlilik dereceleri	49
Ek 3.	Fiziksel-kimyasal ve teknolojik parametreler üzerinde faktörlerin etkisi	50
Ek 4.	Tekstürel analizlere ait ortalama değerler	51
Ek 5.	Tekstür analiz parametrelerine ait değerlerin önemlilik dereceleri	52
Ek 6.	Tekstürel parametreler üzerinde faktörlerin etkisi	53
Ek 7.	Duyusal analizlere ait ortalama değerler	54
Ek 8.	Duyusal analiz parametrelerine ait değerlerin önemlilik dereceleri	55
Ek 9.	Duyusal parametreler üzerinde faktörlerin etkisi	56
Ek 10.	Transglutaminaz ilavesiyle etkilenen parametreler ve nasıl etkilendikleri	57
Ek 11.	Galeta unu ilavesiyle etkilenen parametreler ve nasıl etkilendikleri	58
Ek 12.	Transglutaminaz – transglutaminaz ilavesiyle etkilenen parametreler ve nasıl etkilendikleri	59
Ek 13.	Galeta unu – galeta unu ilavesiyle etkilenen parametreler ve nasıl etkilendikleri	59



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

P	Fosfor
I	İyot
Ca	Kalsiyum
Cu	Bakır
Co	Kobalt
Mg	Magnezyum
X <sub>1</sub>	Transglutaminaz enzimi
X <sub>2</sub>	Galeta unu
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	Transglutaminaz kuadratik etki
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	Galeta unu kuadratik etki
X <sub>1</sub> *X <sub>2</sub>	Transglutaminaz enzimi x galeta unu interaksiyonu

### Kısaltmalar

Tgaz	Transglutaminaz enzimi
RSM	Response surface methodology
YYY	Yanıt yüzeyi yöntemi
Dak	Dakika



## 1. GİRİŞ

Sosyal, kültürel ve ekonomik açıdan çok hızlı bir değişim içinde olan dünyamızın en önemli sorunlarından biri de yeterli, dengeli ve sağlıklı gıdalarla beslenmedir (Yanar, 1998; Akkuş, 2000).

Günümüzde gıda maddesinin, hijyenik ve ekonomik olmasının yanı sıra, protein, yağ, karbonhidrat, vitamin, mineral maddeleri dengeli biçim ve oranda içermesi istenmektedir (Kolsarıcı ve Özkaya, 1998).

Bir bireyin bedensel ve zihinsel faaliyetlerini tam olarak gerçekleştirebilmesi, sağlıklı kalabilmesi, kısaca yaşamda var olabilmesi için bileşiminde protein bulunan maddeleri alması gerekmektedir (Turhan, 1998; Ersoy, 2001). Bu bakımdan insanların günlük beslenmelerinde önemli yer tutan besin kaynakları ve vücut metabolizmasının aktivitesini sürekli olarak devam ettirmesinde bitkisel ve hayvansal gıdalar oldukça önemlidir (Bilgin ve ark., 2005).

Proteinlerin yapı taşı oluşturan mevcut amino asitlerin, bir kısmı diğer canlı organizmalar gibi insan vücudunda sentezlenebilmekte, fakat bir kısmının dışarıdan alınması gerekmektedir. Özellikle hayvansal proteinlerin insan vücudu için elzem olan amino asitleri bol miktarda içermeleri önemlerini açıkça göstermektedir (Küçüköner ve Sarı, 1998; Bilgin ve ark., 2005).

Hayvansal ürünler arasındaki et, protein, B grubu vitaminler ile özellikle demir ve bakır yönünden zengin bir gıda maddesidir. Bileşiminin yaklaşık % 74-80'i su, % 16-22'si protein, % 3-10'u yağ, % 1'i mineral madde ve % 0.02-0.05'i karbonhidrattan oluşmaktadır. Yapısındaki amino asitlerin önemli kısmı esansiyel amino asitler olup bunlar; valin, lösin, izolösin, treonin, lizin, metionin, triptofan ve fenilalaninden oluşmakta, et içerisinde yeterli ve dengeli bir şekilde bulunmaktadır (Turp, 1999; Kurt, 2002).

Gıda teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak, uzun yıllardan beri çeşitli hayvan etleri farklı şekillerde işlenmekte ve gün geçtikçe tüketiciye çeşitli alternatifler sunulmaktadır (Kurt, 2002). Son yıllarda sosyal yaşamdaki değişimler ve teknolojik gelişmeler ışığında insanların beslenme alışkanlıkları da değişmektedir. Buna bağlı olarak tüketime hazır gıdaların talebi gün geçtikçe artmaktadır (Yıldız ve Doğan, 2004; Alp, 2006).

Günümüzde et sanayinde gelişmiş ülkelerde ve dünyada çeşitli ülkelerde kıyma büyüklüğünde parçalanmış etlerden çok çeşitli köfteler, hamburger ve benzeri ürünler üretilmektedir (Gökalp ve ark., 2004). Pişirilmeye hazır köfteler bu gıdalar arasında önemli yer tutmakta, marketlerde ve kasap dükkanlarında farklı köfte türleri yaygın bir şekilde satılmaktadır (Temiz ve Okumuş, 2005).

İnsan beslenmesinde ana unsur olan proteinin önemli hayvansal kaynaklarından biri de balıktır (Varlık ve ark., 1999).

Dünyada tüketim amacıyla avlanan balık miktarı yılda ortalama olarak 75 milyon tonu bulmaktadır. Avlanan bu balığın % 70'i taze olarak tüketilmekte ve toplam protein ihtiyacının % 4-5'i bundan sağlanmaktadır (Akkuş, 2000; Ersoy, 2001).

Balık eti % 17-25 oranında protein bulunduran sindirimi kolay bir gıda maddesidir. Bütün esansiyel amino asitleri içermekte ve yüksek oranda metiyonin ile lizin ihtiva etmektedir. Ayrıca balık yağı doymuş ve doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır. Yapısında, yağda eriyen A ve D vitaminlerini, suda eriyen B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub> vitaminlerini ve bunlara ilaveten % 1'den az karbonhidrat, % 75-80 su, yaşam için iz elementlerden P, Ca, I, Cu, Mg, Co minerallerini bulundurması bakımından da oldukça zengin bir gıda maddesidir (Turhan, 1998; Ersoy, 2001).

Ülkemizde büyük bir su ürünleri potansiyeli bulunmasına karşın, bu kaynaklardan yeterince yararlanıldığı söylenemez. Bunun yanı sıra, elde edilen su ürünleri de etkin bir şekilde değerlendirilememektedir.

Güneybatı Asya ve Uzakdoğu ülkeleri başta olmak üzere, Avrupa ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri'nde tüketici nezdinde popüler olmayan balıklar ve diğer su ürünlerinin, çok değişik işleme teknikleri kullanılarak yeni ürünlere dönüştürüldüğü bilinmektedir. Özellikle de çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından genellikle balık unu, balık yağı ve evcil hayvan maması üretiminde kullanılan bazı türlerin, insan tüketimine kazandırılmasına yönelik birçok çalışmalar yapılmaktadır. Bu türleri, değişik biçimlerde tekrar insan tüketimine sunmak için yeni işleme teknolojileri kullanılmaktadır. Sonucunda da tüketicinin damak zevkine uygun olan mamul ürünler üretilmektedir.

Balıkların mamul ürünler şeklinde değerlendirilmesinde en popüler ürün balık kıymasıdır. Balık kıyması, balığın yenilebilir kısımlarının ayrıldıktan sonra yıkanması, temiz suda ağartılması, uygun bir santrifüj kullanarak fazla suyunun alınması, mekanik

olarak parçalanmasıyla elde edilen bir üründür. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte birçok yeni gıdaya hammadde oluşturmaktadır. Bu ürünlerin başında geleneksel olarak üretilen ürünler ve servise hazır gıdalar sınıfında yer alan ürünler gelir (Yanar, 1998).

İnsan gıdası olarak balık kıymasını kullanma fikri, birçok probleme çözüm getirmiş ve pek çok fayda sağlamıştır. Bu faydaların başında; özellikle kılçıklı oldukları için pek pazar bulamayan birçok türün insan tüketiminde kullanılması, trol avı sonunda ekonomik değerleri düşük olduğu için çoğunlukla ölü olarak suya geri atılan küçük balıkların ve diğer tercih edilmeyen balıkların etlerinin değerlendirilmesi ve fileto ayırımı sonrası iskelet üzerinde kalan yenilebilen etlerin kullanılması sayılabilir (Yanar, 1998; Söylemez, 2010).

Balık kıymasını kullanmanın bir başka yolu da, tüketicilerin bir çoğunun balığı tüm olarak veya fileto halinde tüketme eğiliminde olmaları nedeniyle, düşünülen balık şekli veya fileto şekli verilerek hazırlanmış ürünlerdir. Bu ürünler çiğ veya ön kızarma işleminden sonra dondurulmuş olarak tüketime sunulmaktadır (Regenstion, 1979).

Servise hazır gıdalar arasında yer alan ürünlerden birisi olan balık köftesi, balık etinin temizlenip, haşlanıp kıyım haline getirilmesinden sonra baharat ilavesiyle elde edilen bir balık ürünüdür. Balık köftesi yapımında etli, büyük ve kılçığı az olan balık cinsleri tercih edilir. Balık köftesi iyi bir protein kaynağı olmakla beraber farklı damak tatlarına da hitap etmektedir. Ayrıca kokusundan dolayı balık eti tüketemeyenler için de iyi bir alternatif olarak düşünülmektedir (Gökoğlu, 1994; Ersoy, 2001).

Van Gölü'nde yaşayan ye ekonomik değere sahip bulunan tek balık türü İnci Kefali (*Alburnus tarichi*)'dir (Süzek, 1994).

İnci Kefali, sazangiller familyasına mensup, dünyada sadece Van Gölü Havzası'nda yaşayan endemik bir balık türüdür. Genellikle parlak gümüşü, sırtı gri-yeşil ve karın bölgesi gümüşü renktedir. Vücut pullarla kaplı olup, gözler iridir (Geldiay ve Balık, 2007; Seçer ve Seçer, 2007).



Sistematikteki yeri;

**Sınıf :** *Osteichthyes*

**Takım :** *Cypriniformes*

**Familya :** *Cyprinidae*

**Cins :** *Alburnus*

**Tür :** *Alburnus tarichi*, (Seçer, 2007)



Bu balık bölgede yaygın olarak tüketilen önemli gıda kaynağıdır. İnci Kefali, yani yöresel adı ile Van Balığı, bölgede büyük önem taşımaktadır. Yılda ortalama 13 bin ton civarında yapılan avcılık miktarı ile Türkiye iç su balıklarının 1/4' ünü oluşturmaktadır (Süzek, 1994; Kılınççeker ve Küçüköener, 2003).

Van Balığı taze olarak tüketildiği gibi farklı şekillerde ve farklı yöntemlerle muhafaza edilebilmekte ve av yasağının olduğu dönemlerde günün her öğününde tüketilmektedir (Süzek, 1994; Kılınççeker ve Küçüköener, 2003).

Balık etleri yazın yağsız kışın ise yağlı ve lezzetli olur. Çizelge 1.1'de de görüldüğü gibi İnci Kefalinin protein değeri kırmızı ve kanatlı etlerin protein değerine eşittir. Enerji değerinin düşük olması İnci Kefaline diyabetik bir özellik kazandırmaktadır. Bu özelliğinden dolayı perhiz yapanlar için çok uygun bir gıdadır. İnci Kefali eti vitaminler ve mineral maddeler, doymamış yağ asitleri bakımından hem kırmızı et hem de kanatlı etlerden daha zengindir (Alp, 2006; Aşkın, 2007).

Çizelge 1.1. İnci Kefalinin besin değerlerinin diğer etlerle karşılaştırılması (g/100 g) (Söylemez, 2010)

<b>İnci Kefali</b>		<b>Kırmızı et</b>		<b>Kanatlı eti</b>	
Protein oranı	18	Protein oranı	18	Protein oranı	19
Yağ oranı	4	Yağ oranı	18	Yağ oranı	8
Kalorisi	108	Kalorisi	234	Kalorisi	148

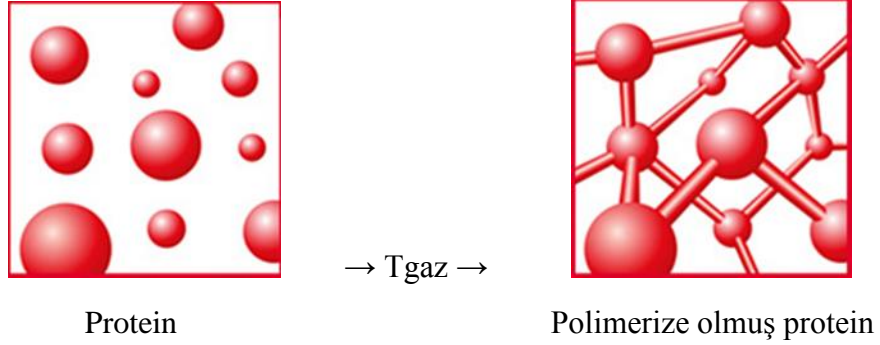
Gıda proteinlerinin fonksiyonel özelliklerinden ve bu özelliklerinin modifikasyonundan gıda endüstrisinde geniş ölçüde yararlanılmaktadır. Gıda proteinlerinin modifikasyonu ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde kullanılan enzimlerin çoğu doğada yaygın bulunan proteazlardır. Bunların dışında yalnızca birkaç enzim protein modifikasyonu için uygun bir etkinliğe sahiptirler. Tekstürel modifikasyonu tetikleme açısından en ilgi çeken enzimler çapraz bağlanma gerçekleştirebilenlerdir. Bu enzimler canlı dokuların protein yapısının biyolojik anlamda mekanik dayanımında önemli role sahiptirler. Bunlardan biri proteinler arası kovalent çapraz bağlanmayı katalizleyen, ticari anlamda uygun tek enzim olan transglutaminazdır (Kurt ve Zorba, 2004; Alp, 2006; Aşkın, 2007).

Gıda proteinlerinin modifikasyonu ve fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde gıda endüstrisinde geniş ölçüde kullanılan Transglutaminaz enzimi (Tgaz), protein veya peptidler arasında molekül içi ve moleküller arası çapraz bağ oluşumunu katalizleyerek proteinleri modifiye eden enzimdir (Kurt ve Zorba, 2004; Aşkın, 2007).

Tgaz kullanımıyla gıda işleme teknolojisinde düşük viskoziteli protein çözelti ve/veya dispersiyonlarında jel yapı oluşturma, mekanik dayanımı artırma, düşük yağ – protein içeriğinde mekanik yapı oluşturmak, var olan yapıya eksikliği duyulan amino asit katılımını sağlama, tekstürel deformasyonu ve gıda katkı maddeleri kullanımını azaltma veya tamamen ortadan kaldırmak mümkündür (Turp ve Serdaroğlu, 2003; Yüksel ve Erdem, 2006).

Transglutaminazlar proteinlerin içindeki glutamin ve lisin arasında kalan kısma izopeptid bağlarla bağlanarak, molekül içi ve moleküller arası kovalent çapraz bağlar meydana getirir. Proteinlerin çapraz bağlanması yüksek molekül ağırlıklı polimerlerin oluşmasına sebep olur. Bu reaksiyonun yanı sıra Tgaz tarafından katalizlenen iki

reaksiyon daha vardır. Bunlardan birincisi, Tgaz'ların primer aminlerin bulunduğu ortamda proteinlerdeki glutaminleri aminlere çapraz bağlayabildiği açıl – transfer reaksiyonlarıdır. İkincisi ise lisin ve primer aminlerin bulunmadığı ortamlarda suyun nükleotid gibi reaksiyona girmesi ve glutaminlerin deaminasyonudur Bu üç Tgaz reaksiyonu gıda proteinlerinin fonksiyonel özelliklerini modifiye etmede kullanılır (Motoki ve Seguro, 1998; Öner, 2004).



Şekil 1.1 Transglutaminaz enziminin reaksiyon şekli (Aşkın, 2007).

Transglutaminaz'ın optimum aktivasyon pH'sı 5-8 arasındadır ve pH 4 ile 9 aralığında aktivite gösterebilmektedir. Enzimatik aktivite için optimum sıcaklık yaklaşık 50 °C dir. 50 °C'de 10 dak bekletildiğinde enzim aktivitesi hissedilir şekilde yükselmektedir. 70 °C'de birkaç dak içerisinde ise enzim aktivitesi kaybolmaktadır. Transglutaminaz, 10 °C gibi düşük sıcaklıklara kadar aktivitesini sürdürebilmektedir. Donma noktası civarındaki sıcaklıklarda az da olsa aktivitesini devam ettirmektedir (Kurt ve Zorba, 2005).

Et ürünlerinin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde amaca uygun olarak kullanılan galeta unu, hububat kaynaklı bir diğer üründür.

Galeta unu üretiminde öncelikle buğday unu, su, tuz, ekme katkı maddeleri, ekme mayası ve doğal renklendiriciler kullanılarak ekme üretilir. Ardından, bu ekme özel bir prosesten geçirilerek, kurutulur ve son olarak da değirmende öğütülür.

Köftelerin yapımında kullanılan gıda katkı maddeleri sağlık yönünden uygun ve teknolojik olarak yeterli etkiye olmalıdırlar. Bu amaçla farklı katkı maddeleri kullanılabilir. Hammaddenin bileşimine giren maddeler özellikle yağ miktarı, köftenin besin değeri ve fonksiyonel özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Soyutemiz, 2000; Canal, 2008).

Yapıya katılacak ya da kaplama ajanı olarak kullanılacak olan galeta ununun, fiziksel özelliklerinin kullanım amacına uygun hale getirilmesi gerekir. Partikül büyüklüğü ile absorpsiyon oranı uygun olmalıdır. İri partikül büyüklüğü ağırlığı artırırken kapladığı yüzey daha azdır. Ayrıca, yavaş absorblama kapasitesine sahiptirler. Böylece ürünün kurutulması daha yavaş olur. Küçük partiküllerdeyse durum tam tersi cereyan etmektedir. Kaplama materyali pişirme sonrası renk üzerinde ve dolayısıyla tat-aroma üzerinde de etkilidir.

Kimyasal olarak kaplamada en önemli kriter olan protein yönünden de yeterli olmaktadırlar. Un ya da galeta ununun içerdiği protein, uygulandığı ürün yüzeyinde kaplamanın tutunmasını kolaylaştırır. Kızartma esnasında yüzeyde denatüre olarak bir film oluşturur ve yağ, su gibi maddelerin geçişini azaltır. Ayrıca, kızartılmış ürün yüzeyinde kabarcıklı bir yapı oluşturarak arzu edilen görüntünün oluşmasına yardımcı olur (Gennadios ve ark., 1997; Kılınççeker ve Küçüköner, 2003; Doğan ve ark., 2005).

Bu araştırmada, İnci Kefali (*Alburnus tarichi*) balığından yapılmış köftelerin çeşitli fiziksel, kimyasal, tekstürel ve duyuşsal özellikleri üzerinde galeta unu ve transglutaminaz enziminin etkileri araştırılmış, bu etkiler Yanıt Yüzeyi Yöntemi (YYY) kullanılarak matematiksel olarak modellenmiştir.

## 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

İnsanların günlük beslenmelerinde önemli yer tutan besin kaynakları özellikle de hayvansal gıdalar, vücut metabolizmasının aktivitesini sürekli olarak devam ettirebilmesi, içerdiği proteinler bakımından oldukça önemli bir yere sahiptir. (Kılınççeker ve Küçüköner, 2003).

Et, sadece hoş bir lezzete sahip olmakla kalmayıp aynı zamanda birçok besleyici fonksiyonu da yerine getirir. Bu nedenle her zaman tercih edilen bir gıdadır. İnsan beslenmesinde etin değeri; yüksek protein içeriği, mükemmel biyolojik değeri ve proteinlerinin sindirilebilme kabiliyetinden kaynaklanır (Wirth, 1979).

Genel olarak en çok tüketilen et ürünlerinden biri de köftedir. Köftede hammadde olarak kırmızı et kullanılmakta olup, bunun yanında beyaz et veya balık eti gibi diğer hayvansal hammaddeler de kullanılabilir (Gökoğlu, 1994; Parlak, 2009).

Son yıllarda tüketicinin sağlıklı, kaliteli ve besleyici gıdalara olan eğiliminin değişmesinden dolayı su ürünleri tüketimi artmıştır. Tüketime hazır su ürünlerinin ve bunların dayanım sürelerinin artırılması ülke ekonomisine önemli ölçüde katkı da sağlamaktadır (Akkuş, 2000).

İnsan vücudunun günlük ihtiyacı olan 70-80 g proteinin en kolay ve ucuz temin yolu balık eti tüketimidir. Balık etinin protein oranı yanında yağının, besin değerinin ve sindirilebilme özelliğinin yüksek oluşu kıymetini artırmaktadır.

Balık etinin mamul ürün olarak değerlendirilmesinde en popüler ürün balık kıymasıdır.

Türkiye de yapılan bir çalışmada, ekonomik değeri az olan çapak (*Abramis brama*), pullu ve aynalı sazan (*Cyprinus carpio*) kullanılarak balık kıymasından balık sosisi elde edilmiştir. Uygulanan duyuşal değerlendirmeler sonucu sosislerin lezzet, koku ve renk yönüyle iyi ve halkımızın zevkine uygun özellikte olduğu saptanmıştır (Gülyavuz ve Tömek,1991; Yanar, 1998).

Söylemez (2010), endemik bir tür olan ve Van Balığı olarak bilinen İnci Kefali (*Alburnus tarichi*) balığını kullanılarak balık köftesi elde etmiştir. Yapılan duyuşal değerlendirmelerde farklı bağlayıcı maddeler kullanarak elde ettiği balık köftenin uygun özelliklerde olduğu saptanmıştır .

Odabaşoğlu (1993), Van Gölü'nde avlanan ve özellikle yöre halkı için büyük önem taşıyan İnci Kefali balığının çeşitli dokularında yaptığı kimyasal analizlerde rutubet miktarının %72.74 protein oranının %20.20, yağ oranının %1.92 olduğunu, ayrıca bu oranların mevsime göre değiştiğini de saptamıştır.

Küçüköner ve Küçüköner (1990), Van-Erciş yöresinde farklı şekillerde salamura yapıp tüketilen İnci Kefali balığının fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal niteliklerini belirlemek için yaptığı çalışmada; salamura balıklardan aldığı 16 örnekte yaptığı analizler sonucu salamura balık örneklerinin incelenen nitelikler yönünden farklı olduğunu saptamıştır. Balık örneklerinde kuru madde miktarını %50.59-86.38, mineral madde miktarını % 15.01-29.12, tuz miktarını %12.91-26.10, pH'yı ise 5.25-5.56 arasında belirlemiştir.

Malezya'da *Tilapia (Tilapia mossambica)* etinden balık kıyması elde edilmiştir. Baharatlı balık kıyması olarak doğrudan tüketilebildiği gibi, pirinçle, tatlı patates ve çeşitli soslarla karıştırılarak da tüketilebildiği, ayrıca balık sosisi, balık köftesi ve balık krakerleri hazırlanmasında katkı maddesi olarak da kullanılabildiği bildirilmiştir (Yanar, 1998).

Et teknolojisinde protein sistemlerinde bulunan glutamil ve lisil çapraz bağları ve aldol kondensasyonundan gelen çapraz bağlar tekstür oluşumundan sorumludurlar (Yüksel ve Erdem 2007). Tgaz eklendiğinde moleküller arası Gln ve Lys çapraz bağları nedeniyle daha sıkı bir jel yapı oluşmaktadır. Böylece Tgaz kullanımında oluşan jel ağları daha sıkı olmaktadır. Ortamda oluşan izopeptid bağları geri dönüşümsüz oluşmakta ve protein-protein etkileşimi sonucu daha kararlı bir yapı oluştuğu gözlenmiştir. Tgaz'ın ürünlere %0-1 oranında ilavesiyle renk, tat, koku gibi özellikleri önemli ölçüde değişmektedir.

Motoki ve Seguro (1998), yüksek konsantrasyondaki serum proteinleri çözeltisinde ve domuz, balık, tavuk ve dana aktomyosin substratlarında, enzim tarafından oluşturulan bir jelleşme gözlenmiştir. Bu olay, gıda proteinlerindeki su tutma kapasitesi, ısıl kararlılık ve çözünürlük özelliklerini geliştirmektedir. Yapılan çalışmalarda yağ-su tipi emülsiyonlarda da jelleşme olduğu görülmüştür. Tgaz ile bir protein çözeltisi hazırlandığında yüzeye düzlemsel bir yayılım olduğu ve suya dayanıklı, transparan bir protein filminin oluşturduğu görülmektedir. Bu tabaka

proteazlarca çok yavaş parçalanabilmektedir. Bütün bu sonuçlara göre Tgaz'ın proteinler üzerinde yeni farklı işlevsel özellikler oluşturduğu belirlenmiştir.

İnsanların yemek tercihleri, çalışma şartlarının zorlaşması ve yoğun iş temposunun beslenme için ayrılan süreyi bir hayli kısaltmasından dolayı değişmiş, bu da hazırlanması ve tüketimi kolay olan gıdaların ön plana çıkmasına sebep olmuştur. Üreticiler farklı kaynaklardan gelen gıda bileşenlerini bir arada kullanarak, ürünün raf ömrünü arttırmaya, farklı tat ve lezzete sahip gıdalar elde etmeye çalışmaktadır.

Doğan ve ark. (1995), Ülkemizde tahıl kaynaklı maddelerin çeşitli etlerle kaplanma halinde bir arada kullanılması üzerine yapılan bir çalışmada, kaplama malzemesi olarak galeta unları kullanılmış ve bazı kalite özellikleri belirlenmiştir. Çalışma sonucu elde edilen verilere bakıldığında zaman galeta unu partikül büyüklüğü, renk ve absorpsiyon oranı bakımından istenilen nitelikleri taşımaktadır. Kimyasal özellikler bakımından kaplamada en önemli kriter olan protein yönünden yeterli düzeyde olup, kül içerikleri normalden yüksek değerler göstermiştir

Balık etinin içerdiği toplam mineral madde miktarı tespitinde kül miktarı belirleyici bir parametredir. Köftelerin başlangıçtaki kül değerleri % 1.1-1.2 iken depolama sonunda bu değerler % 1.2-1.5 arasında bulunmuştur (Ersoy, 2001; Aldemir, 2005).

Gıda analizlerinde araştırma sonuçlarının maksimum düzeyde pratiğe aktarılabilmesi için, mümkün olduğunca fazla sayıda denemenin yapılması ve fazla sayıdaki faktörlerin etkisinin araştırılması gerekmektedir. Bu da oldukça uzun, kapsamlı ve zaman alıcı araştırmalar yapılmasını gerektirmektedir. Çok daha fazla sayıdaki deneme ünitesinden, tüm denemeyi temsil edebilecek tarzda çok daha az sayıdaki deneme ünitesi seçilerek deneme yapılabilmesi için çeşitli matematiksel modeller geliştirilmiştir. Bu amaçla geliştirilen modellerden biriside Yanıt Yüzeyi Yöntemi (Response Surface Methodology) olup, üzerinde son yıllarda özellikle gıda teknolojisi alanında çok fazla çalışma yapılmaktadır (Koç ve Ertekin, 2009).

Gıdaların üretiminde uygulanacak çeşitli faktörlerin matematiksel olarak modellenmesi, yani sınırlı sayıdaki gözlemlerle elde edilen sonuçlardan belirli bir matematiksel ifade elde edilmesi konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Matematiksel modelleme, konuyla ilgili deneysel çalışmaları yapma imkanının kısıtlı olduğu durumlarda, ya da çok fazla sayıda tekerrür gerektiren şartlarda daha az sayıda

tekerrürle en kısa sürede sonuca ulaşmada büyük fayda sağlamaktadır. Matematiksel modellemenin bir uygulama alanı olan “Yanıt Yüzey Yöntemi” (Response Surface Methodology; RSM) kısmi faktöriyel deneysel düzeneklerin uygulama alanı bulduğu yöntemlerden biri olup, çeşitli faktörler altında elde edilen farklı gözlemler arasındaki bağıntıların incelenmesi için oldukça önemli olan istatistiksel bir yöntemdir.

Sorunların çözümünde “kısmi faktöriyel deneysel düzenekler” hazırlanmakta ve yapılması gereken deney sayısı bir ölçüde azaltılarak araştırma yapılabilir hale getirilmektedir. Günümüzde bilinen klasik metotların yanıt veremediği alanlarda kullanımının mümkün olması, yöntemin önemini ve işlevini ortaya çıkarmaktadır (Parlak, 2009).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Çalışmada, denemeye alınan köftelerin üretiminde kullanılan materyaller öncelikle Van olmak üzere Türkiye piyasasından temin edilmiştir. Hammadde olarak kullanılan ve Van gölünden temin edilen İnci Kefali Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Et Teknolojisi laboratuvarında gerekli işlemlerden geçirilerek balık kıyması haline getirilip kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan soğan, patates, sarımsak, maydanoz, yumurta, domates ve biber salçası Van piyasadan temin edilmiştir. Kırmızı biber, toz karabiber, kimyon ve kekik (Hacıbaba, Van) paketler halinde satın alınmıştır. Galeta unu (Başak Gıda, İstanbul) doğrudan üretici firmadan, kullanılan Transglutaminaz enzimi ise İstanbul Barentz Gıdadan temin edilmiştir.



### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Materyalin hazırlanması

Balık köftesi yapımında, kullanılan formülasyon Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Balık köfte hamurunun formülasyonu

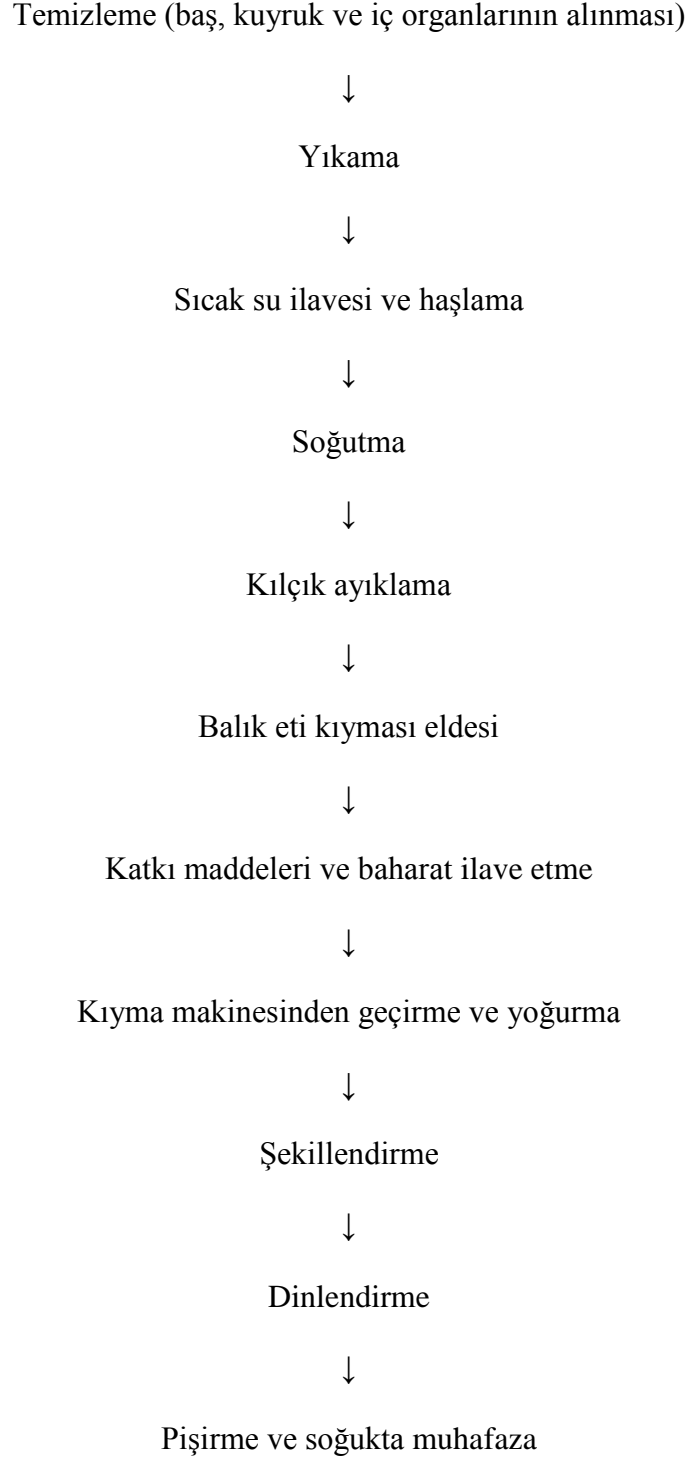
<b>Balık köfte bileşenleri</b>	<b>% (Balık kıyması+sıvı yağ)**</b>
Haşlanmış patates	7
Soğan	5
Sarımsak	0,25
Yumurta	1adet/kg
Maydanoz	1
Kırmızıbiber	0.75
Karabiber	0.75
Kekik	1
Kimyon	0.5
Tuz	1.5
Biber salçası	0.75
Domates salçası	0.75

\*: Oranlar et – yağ karışımı üzerinden verilmiştir.

\*\* : Yağ oranı et – yağ karışımı üzerinden %20 olacak şekilde standardize edilmiştir

### 3.2.2. Balık köfte yapımı akış şeması

İnci Kefalinden hazırlanan balık köfte yapım aşamaları Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Balık köfte yapımı akış şeması.

### 3.2.3. Balık köfte yapım yöntemi

Köfte yapımında kullanılacak olan balıklar, karın bölgelerinden kesilerek iç organları temizlenip, mukoza tabakası ve kan pıhtılarından arındırılması için bol su ile yıkanmıştır. Yıkanan balıklar su içerisinde 40 dak haşlandıktan sonra oda sıcaklığına gelinceye kadar soğumaya bırakılmıştır.

Soğumuş olan balıklar kılçık ve yüzgeçlerinden arındırıldıktan sonra kıyma haline getirmek amacıyla kıyma makinesinden geçirilmiştir.

Kıyma haline gelen balık etinin içine belirlenen formülasyondaki miktarda soğan, sarımsak, maydanoz, haşlanmış patates püresi, hafif acılıkta biber salçası, domates salçası, yumurta, kimyon, kekik, karabiber, tuz ilave edilip yoğrulduktan sonra tekrar kıyma makinesinden geçirilmiştir. Kıyma makinesinden geçirilen köfte harcı 10 eşit partiye ayrılmıştır. Ayrılan bu partilerin her birine belirlenen miktarlarda galeta unu ve Transglutaminaz enzimi ilave edilerek, homojen karışımlar elde edilene kadar iyice yoğrulmuştur. 5 cm çapında köfteler hazırlanarak 12 saat buzdolabında dinlendirilmiştir.

Birbirini takip eden 2 farklı tekerrür halinde yapılan çalışmada, pişirmeye hazır hale getirilen balık köftelerin her biri elektrikli ızgarada yaklaşık 25 dak boyunca 160°C’de pişirmeye tabi tutulmuştur.

## 3.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

### 3.3.1. Nem oranı

Köfte örnekleri hassas terazide tartıldıktan sonra, sabit ağırlığa gelinceye kadar 105 ±1 °C’de etüvde kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler desikatörde soğutulduktan sonra, tartılarak % su oranı hesaplanmıştır (Gökalp ve ark., 1999).

$$Su \text{ oranı } (\%) = \frac{(M_0 - M_1) \times 100}{M_0}$$

$M_0$ : Kurutmadan önceki balık köftesi ağırlığı (g)

$M_1$ : Kurutma işleminden sonraki balık köftesi ağırlığı (g)

### 3.3.2. pH ölçümü

Köfte harcından 10 gr köfte örneği erlen içerisinde tartılmış ve üzerine 100 ml saf su eklenmiştir. Örnek homojenizatörde iyice parçalandıktan sonra uygun tampon çözeltilerle standardize edilmiş (pH=7 ve pH=4 ) pH metrenin elektrotu kullanılarak, 0.01 hassasiyetle pH değeri belirlenmiştir (Ockerman, 1985; Gökalp ve ark., 1993).

### 3.3.3. Protein tayini

Kjeldahl yöntemi ile önce % azot tayini yapıp, daha sonra 6.25 katsayısı ile çarpılarak ham protein miktarı bulunmuştur (AOAC, 2000).

$$\% \text{ azot (TN)} = \frac{(V_1 - V_0) \times 0.014 \times N \times F \times 100}{\text{Örnek ağırlığı (g)}}$$

$V_0$ : Şahit için harcanan HCl (ml),  $N$ : HCl' nin normalitesi

$V_1$ : Örnek için harcanan HCl (ml),  $F$ : HCl' nin faktörü

### 3.3.4. Yağ tayini

Etüvde kurutulup darası alınmış Soxhlet timbilleri desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır. Kurutulmuş ve darası belli olan alüminyum kaplar içerisinde yaklaşık 5 g örnek tartılarak etüvde  $105^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ 'de sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Örnekler timbillere yerleştirilmiştir. Timbiller Soxhlet ekstraksiyon cihazına yerleştirilip dietileter kullanılarak yağ ekstraksiyonu yapılmış ve % yağ oranı hesaplanmıştır (Gökalp ve ark., 1999; AOAC, 2000).

$$\text{Yağ oranı (\%)} = (M_1 - M_2) \times 100 / M_0$$

$M_1$ : Ekstraksiyondan önceki kartuş ve örnek ağırlığı (g)

$M_2$ : Ekstraksiyondan sonraki kartuş ve örnek ağırlığı (g)

$M_0$ : Kurutma işleminden önceki örnek ağırlığı (g)

### 3.4. Tekstür Analizi

Tekstür analizi cihazı (TA-XT Plus Texture Analyser, UK) ile örneklerde 50 kg load cell kullanılarak kompresyon ve 5 kg load cell kullanılarak kırılma testleri gerçekleştirilmiştir. Her bir köfte örneği için iki farklı noktada ölçüm yapılmıştır (Canal, 2008).

### 3.5. Duyusal analizler

Örnekler pişirildikten sonra, muamele kombinasyonları dikkate alınarak normal oda koşullarında duysal analize tabi tutulmuştur. Duyusal özellikler panelistler tarafından, görünüş, iç renk ve parlaklık, elastikiyet, sululuk, çiğnenebilirlik, tat – aroma, tuz dengesi ve genel kabul edilebilirlik parametrelerine göre değerlendirilmiştir.

### 3.6. Teknolojik analizler

#### 3.6.1. Randıman

Köfte örneklerinin pişmiş ağırlığının, çiğ ağırlığına oranlanmasıyla % randıman hesaplanmıştır.

$$Randıman = \frac{Pişmiş köfte ağırlığı (g) \times 100}{Pişmemiş köfte ağırlığı (g)}$$

### 3.7. İstatistiksel Analizler

Yanıt Yüzeyi Yöntemine (Response Surface Methodology) göre, 2 merkez noktalı merkezi birleşik desen (Central Composite Design) modeli esas alınarak deneme iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Transglutaminaz ve galeta unu olmak üzere iki faktörün etkisi araştırılmıştır. 2 merkez nokta ile birlikte toplam 10 deneme noktası oluşturulmuştur.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Hammaddeye Ait Analiz Bulguları

Hammaddenin kimyasal analiz bulguları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Hammaddeye ait kimyasal analiz bulguları

	pH	Protein (%)	Yağ (%)	Nem (%)	Kül (%)
Çiğ balık	6.94	21.65	5	74.27	1.09

### 4.2. Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Fiziksel-kimyasal ve teknolojik analizlere ait ortalama değerler Ek 1’de, önemlilik dereceleri Ek 2’de, faktörlerin etkisi ise Ek 3’te verilmiştir.

#### 4.2.1. pH değeri

Köfte pH’sı üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y = 6.67 + 0.170 x_1 - 0.003 x_2 - 0.058 x_1^2 - 0.018 x_1 * x_2 + 0.0002 x_2^2$$

olarak bulunmuştur. Faktörlerin köfte pH üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

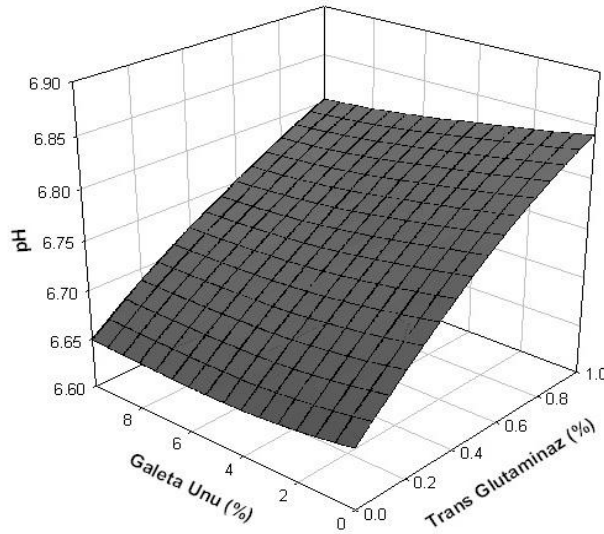
Çizelge 4.2. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin pH'sı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.0210	3.698 *
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	0.0867	15.266 **
X <sub>2</sub> (Galeta Unu)	1	0.0020	0.353
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	0.0010	0.172
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	0.0153	2.696
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	0.0001	0.015
Uyum Eksikliği	3	0.0018	0.272
Genel	19		

\*: P<0.05, \*\*:P<0.01

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi, transglutaminaz enziminin köftelerin pH'sı üzerinde lineer etkisinin (P<0.01) önemli olduğu tespit edilmiştir. Tgaz miktarındaki artışa paralel olarak pH değerinin de arttığı Şekil 4.1'de görülmektedir. İzoelektrik noktası yüksek olan Tgaz'ın ortamda artışına bağlı olarak ortam pH'sının da artacağı düşünülmektedir (Yüksel ve Erdem, 2007).

Proteinlerin, fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesinde ve modifikasyonunda kullanılan transglutaminaz enziminin iki potansiyel glikolizasyon kısmı bulunmaktadır. Buna rağmen basit bir protein olarak düşünülen transglutaminaz enzimi geniş bir pH aralığında (4-9) aktivite göstermektedir(Kurt ve Zorba, 2004).



Şekil 4.1. pH üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

#### 4.2.2. Protein oranı

Protein oranı üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y = 20.43 - 0.300 X_1 - 0.205 X_2 + 3.080 X_1^2 + 0.072 X_1 * X_2 + 0.0063 X_2^2$$

olarak bulunmuştur. Köftelerin protein oranı üzerinde faktörlerin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

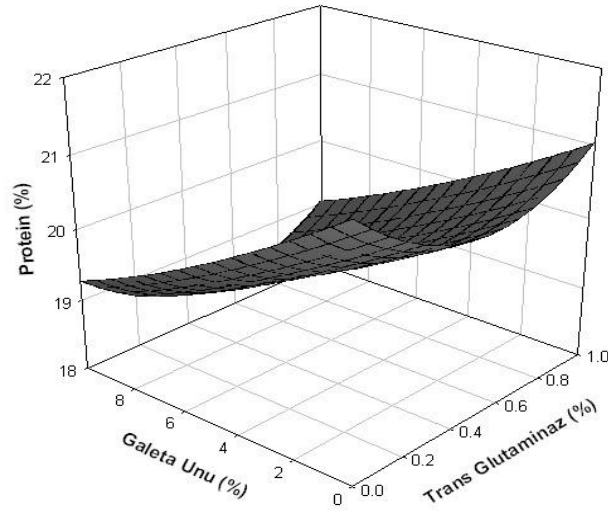
Çizelge 4.3. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin protein oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	3.2631	2.745
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	0.2693	0.227
X <sub>2</sub> (Galeta Unu)	1	12.6301	10.623 **
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	2.7663	2.327
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	0.2561	0.215
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	0.1167	0.098
Uyum Eksikliği	3	1.4072	1.246
Genel	19		

\*\* : P < 0.01

Köftenin protein oranı üzerinde Transglutaminaz enziminin etkisinin olmadığı ve galeta ununun kullanılan oranda lineer etkisinin (P < 0.01) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3). Yapıda galeta ununun artışıyla birlikte protein miktarında azalmanın olduğu da Şekil 4.2. de görülmektedir. Bu durumun galeta ununun protein oranının daha düşük olmasından kaynaklandığı ifade edilebilir.





Şekil 4.2. Protein oranı üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

#### 4.2.3. Nem oranı

Köftelerin nem oranı üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y = 52.17 + 1.739 X_1 - 0.552 X_2 - 7.107 X_1^2 - 0.276 X_1 * X_2 - 0.0657 X_2^2$$

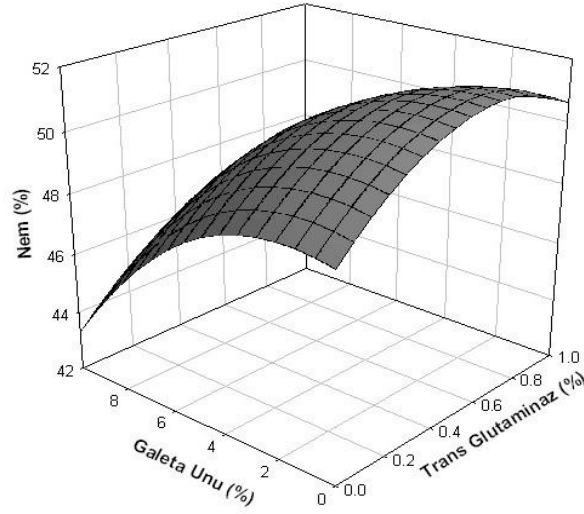
olarak bulunmuştur. Faktörlerin nem oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4'te, bu etkiyi açıklayan grafik ise Şekil 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin nem oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F	
Model	5	27.4272	8.361	**
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	9.0741	2.766	
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	91.4940	27.892	**
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	14.7325	4.491	
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	3.8088	1.161	
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	12.5788	3.835	
Uyum Eksikliği	3	12.4598	16.039	**
Genel	19			

\*\* : P<0.01

Galetta ununun lineer etkisinin önemli ( $P<0.01$ ) olduğu, genel olarak kullanım oranı arttıkça nem oranını düşürdüğü saptanmıştır (Çizelge 4.4, Şekil 4.3). Yapıya ilave edilen, absorpsiyon oranı yüksek olan ve genelde kaplama maddesi olarak kullanılan galetta ununun, su oranının düşük olması ve su tutma kapasitesinin yüksek olması nedeniyle ortamda lineer etki göstermesine sebep olduğu söylenebilir (Kılınççeker ve Hepsağ, 2010).



Şekil 4.3. Nem oranı üzerinde transglutaminaz enzimi ve galetta ununun etkisi.

#### 4.2.4. Yağ oranı

Yağ oranı üzerinde Transglutaminaz enzimi ve galetta ununun etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y = 20.71 - 0.463 X_1 - 0.131 X_2 - 3.493 X_1^2 - 0.237 X_1 * X_2 + 0.0270 X_2^2$$

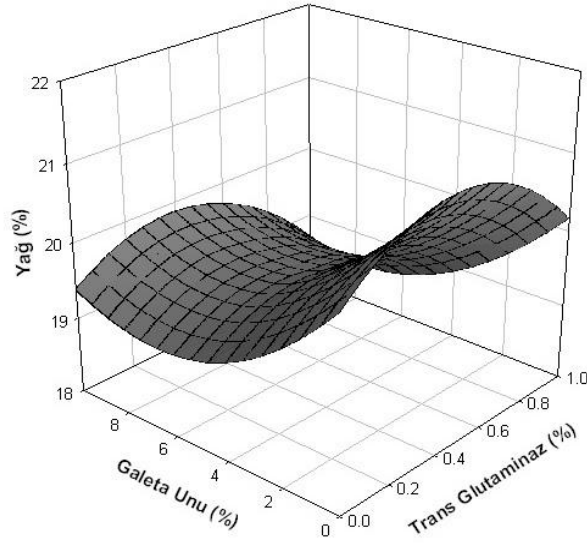
olarak bulunmuştur. Faktörlerin yağ oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de bu etkiyi açıklayan grafik ise Şekil 4.4’te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin yağ oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	2.6971	0.744
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	0.6429	0.177
X <sub>2</sub> (Galeta Unu)	1	5.1250	1.413
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	3.5591	0.981
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	2.8188	0.777
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	2.1193	0.584
Uyum Eksikliği	3	8.4738	3.677 *
Genel	19		

\*: P<0.05

Yapıdaki faktörlerin köftenin yağ oranı üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olmadığı (P>0.05) görülmüştür (Çizelge 4.5).



Şekil 4.4. Yağ oranı üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

### 4.3. Tekstür Özellikleri

Tekstürel parametrelere ait ortalama değerler Ek 4'te, önemlilik dereceleri Ek 5'te, faktörlerin etkisi ise Ek 6'da verilmiştir.

#### 4.3.1. Çiğnenebilirlik

Köftelerin çiğnenebilirlik değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y = 3.831 + 4.195 X_1 + 4.195 X_2 + 13.25 X_1^2 + 0.649 X_1 * X_2 + 0.0183 X_2^2$$

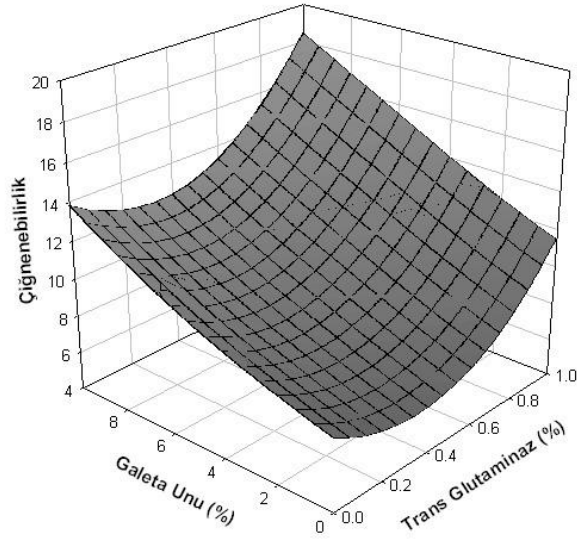
olarak bulunmuştur. Faktörlerin çiğnenebilirlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin çiğnenebilirlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F	
Model	5	51.0813	10.782	**
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	52.7917	11.143	**
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	125.4604	26.481	**
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	51.2036	10.808	**
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	21.0666	4.447	
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	0.9733	0.205	
Uyum Eksikliği	3	14.2303	6.622	**
Genel	19			

\*\* : P<0.01

Transglutaminaz enziminin ve galeta ununun köfte örneklerinin çiğnenebilirliği üzerine lineer etkileri önemli (P<0.01) bulunmuştur (Çizelge 4.6). Şekil 4.5'de görüldüğü gibi galeta unu miktarı arttıkça çiğnenebilirlik değeri de artmaktadır. Yaklaşık olarak %0.4'e kadar transglutaminaz kullanımı çiğnenebilirlik değerini düşürürken, bu seviyeden sonra bu değeri arttırmaktadır. Galeta unu ve transglutaminaz enzimi kullanıldıkları oranlarda yapıyı yumuşattıklarından dolayı çiğnenebilirlik üzerindeki etkileri olumlu yönde olmuştur.



Şekil 4.5. Çiğnenebilirlik değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

#### 4.3.2. Elastikiyet

Elastikiyet değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y = 0.795 + 0.021 X_1 + 0.021 X_2 + 0.03 X_1^2 - 0.001 X_1 * X_2 - 0.0002 X_2^2$$

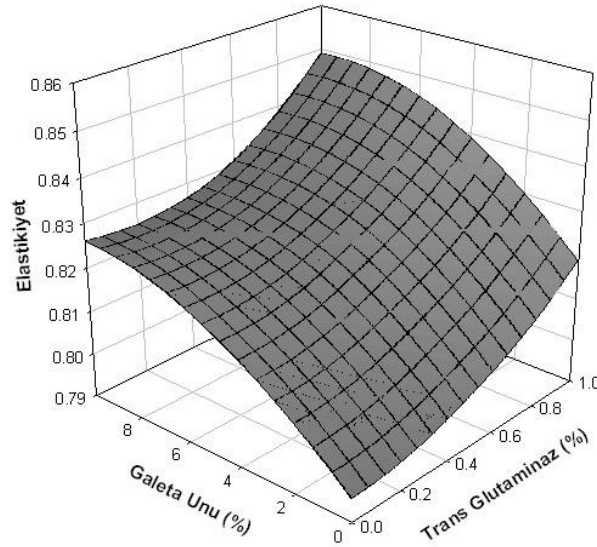
olarak bulunmuştur. Faktörlerin elastikiyet üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin elastikiyet değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.0009	3.041 *
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	0.0013	4.454
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	0.0029	9.699 **
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	0.0003	0.666
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	0.0001	0.161
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	0.0001	0.363
Uyum Eksikliği	3	0.0006	2.415
Genel	19		

\*: P<0.05, \*\*: P<0.01

Çizelge 4.7’de galeta ununun kullanıldığı miktarda lineer etkisinin çok önemli (P<0.01) olduğu görülmektedir. Şekil 4.6’da da görüldüğü gibi galeta ununun artışına bağlı olarak elastikiyet te artmaktadır. Bu durumun galeta ununun su tutma kapasitesinin yüksek olmasından ve yapıdaki suyun uzaklaşmasını engellemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Doğan ve ark., 2005).



Şekil 4.6. Elastikiyet (tekstürel) değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

### 4.3.3. Kesme işi

Köftelerde kesme işi değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y = .75.245 + 2.206 X_1 + 2.206 X_2 + 76.46 X_1^2 + 3.230 X_1 * X_2 - 0.2807 X_2^2$$

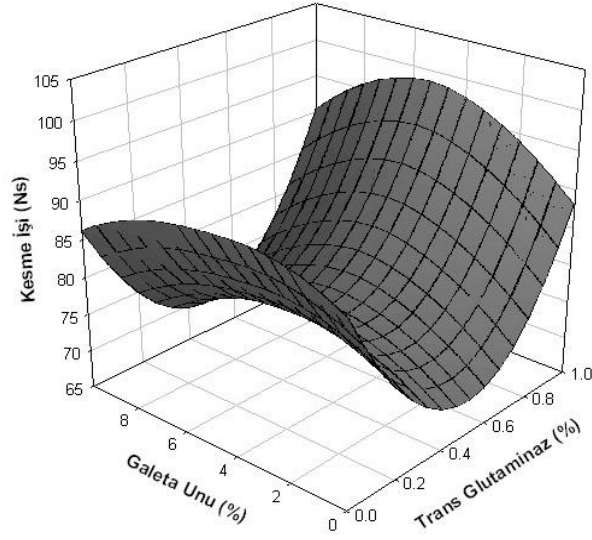
olarak bulunmuştur. Faktörlerin kesme işi değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8’de, bu etkiyi gösteren grafik ise Şekil 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin kesme işi değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	462.3170	1.9033
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	14.5943	0.0601
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	0.0610	0.0003
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	1704.9369	7.0190 *
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	521.5562	2.1472
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	229.7401	0.9458
Uyum Eksikliği	3	456.367	2.4710
Genel	19		

\*: P<0.05

Kesme işi üzerine galeta ununun istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bir etkisinin olmadığı, transglutaminaz enziminin ise kuadratik etkisinin önemli (P<0.05) olduğu Çizelge 4.8’de görülmektedir. Şekil 4.7’de transglutaminazın yaklaşık % 0.5’e kadar kesme işini düşürdüğü, sonrasında yükselttiği görülmektedir.



Şekil 4.7. Kesme işi değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

#### 4.3.4. Kesme direnci

Köfte kesme direnci değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y = 11.344 + 1.996 X_1 + 1.996 X_2 + 13.42 X_1^2 + 0.475 X_1 * X_2 + 0.0141 X_2^2$$

olarak bulunmuştur. Faktörlerin kesme direnci değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

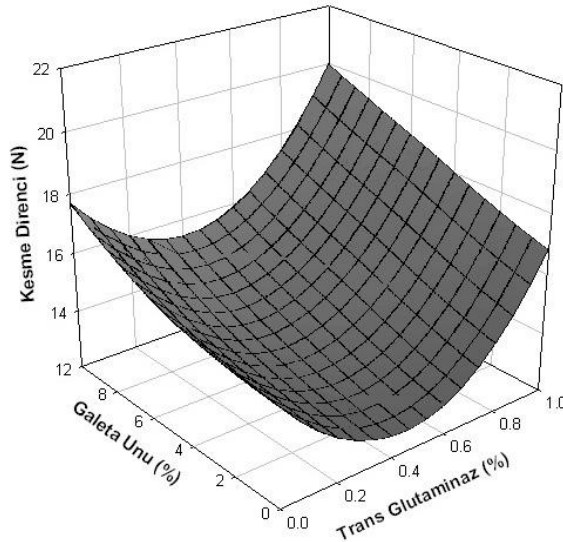


Çizelge 4.9. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin kesme direnci değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	20.7140	4.065 *
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	11.9550	2.346
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	23.7846	4.667 *
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	52.5469	10.311 **
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	11.2884	2.215
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	0.5816	0.114
Uyum Eksikliği	3	9.7071	2.529
Genel	19		

\*: P<0.05, \*\*: P<0.01

Kesme direnci üzerine, galeta ununun lineer etkisinin çok önemli (P<0.01), transglutaminaz enziminin kuadratik etkisinin önemli (P<0.05) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.9). Şekil 4.8'de görüldüğü gibi galeta unu seviyesi arttıkça kesme direncini arttırdığı transglutaminazın %0.4 seviyesine kadar bu değeri azalttığı, bu seviyeden sonra arttırdığı saptanmıştır. Galeta ununun su tutma kapasitesini artırması sonucu kesme direncini arttırdığı düşünülmektedir (Doğan ve ark., 2005). Transglutaminazın ise proteinler arasındaki bağları kuvvetlendirmesi ve yapıyı güçlendirmesinden dolayı kesme direncini arttırabileceği düşünülmektedir (Kurt ve Zorba, 2004; Öner, 2004).



Şekil 4.8. Kesme direnci değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

#### 4.3.5. Sertlik

Köfte sertlik değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y = 10.100 + 6.953 X_1 + 6.953 X_2 + 22.53 X_1^2 + 1.238 X_1 * X_2 + 0.0500 X_2^2$$

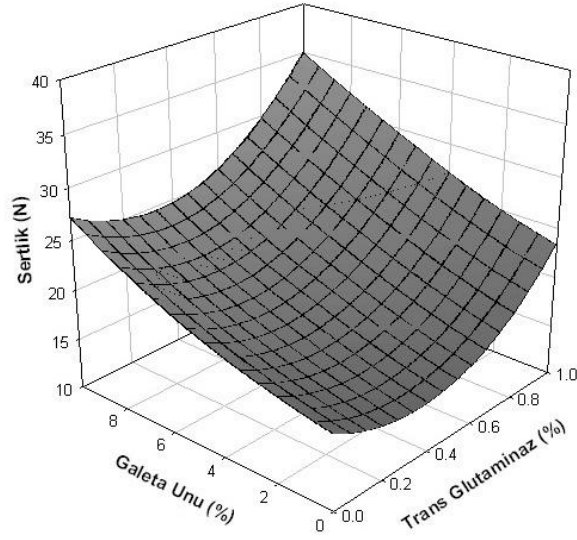
olarak bulunmuştur. Faktörlerin sertlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin sertlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F	
Model	5	146.7480	12.248	**
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	145.0344	12.105	**
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	340.9335	28.455	**
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	148.0658	12.358	**
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	76.6848	6.400	*
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	7.3061	0.620	
Uyum Eksikliği	3	34.9360	6.107	*
Genel	19			

\*: P<0.05, \*\*: P<0.01

Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi transglutaminaz enziminin ve galeta ununun kullanıldıkları oranlarda köfte sertliği üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak önemli (P<0.01) olduğu saptanmıştır. Ortamda galeta unu miktarı arttıkça köfte sertliğinin de arttığı, transglutaminaz ilavesinin yaklaşık %0.3'e kadar bu değeri düşürdüğü bu seviyeden sonra ise arttırdığı görülmektedir (Şekil 4.9). Transglutaminazın ortamda sıkı kovalent bağlar oluşturması ve galeta ununun ortam su oranını düşürmesinin sertliği arttıracığı düşünülmektedir (Erdem ve Yüksel, 2007; Söylemez, 2010 ).



Şekil 4.9. Sertlik değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

#### 4.3.6. Yapışkanlık

Köftelerin yapışkanlık değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y = 0.563 + 0.017 X_1 + 0.017 X_2 + 0.07 X_1^2 + 0.000 X_1 * X_2 - 0.0004 X_2^2$$

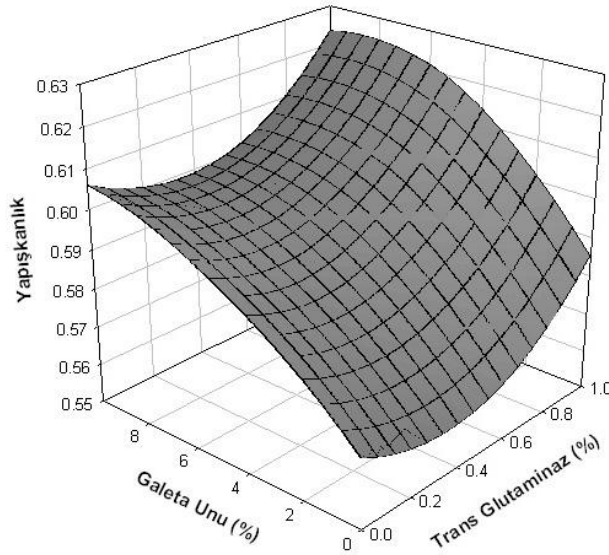
olarak bulunmuştur. Faktörlerin yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.0013	2.507
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	0.0008	1.631
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	0.0040	7.876 *
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	0.0014	2.645
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	0.0001	0.016
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	0.0004	0.755
Uyum Eksikliği	3	0.0012	3.532
Genel	19		

\*: P<0.05

Galeta ununun yapışkanlık üzerine kuadratik etkisi önemli (P<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.11). Şekil 4.10'da galeta ununun %8'e kadar artmasıyla yapışkanlığın da arttığı görülmektedir. Galeta ununun su tutma kapasitesinin yüksek olmasından ve suyu daha etkin bağlamasından dolayı yapışkanlık üzerindeki etkisinin önemli olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.10. Yapışkanlık değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

#### 4.4. Duyusal Özellikler

Duyusal parametrelere ait ortalama değerler Ek 7’de, önemlilik dereceleri Ek 8’de, faktörlerin etkisi ise Ek 9’da verilmiştir.

##### 4.4.1. Görünüm

Köftelerin görünüşü üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

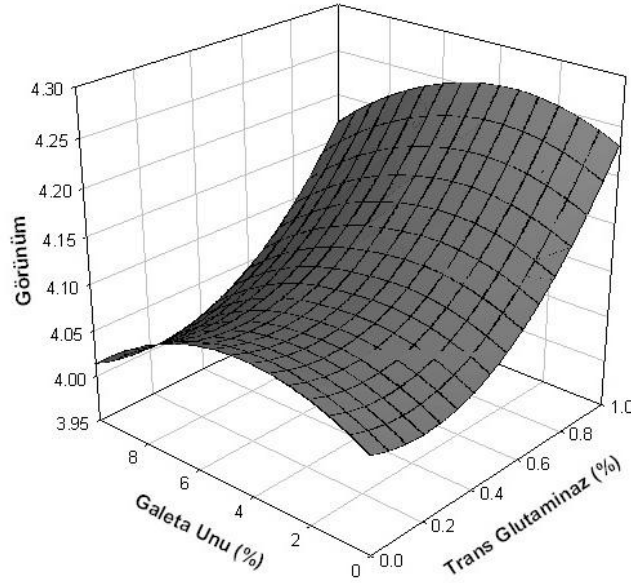
$$Y = 4.04 + 0.162 X_1 - 0.0069 X_2 + 0.286 X_1^2 - 0.017 X_1 * X_2 - 0.0019 X_2^2$$

olarak bulunmuştur. Faktörlerin görünüş değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’te, grafiksel gösterim ise Şekil 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin görünüm değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.0273	0.411
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	0.0788	1.183
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	0.0145	0.217
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	0.0238	0.358
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	0.0139	0.209
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	0.0102	0.152
Uyum Eksikliği	3	0.0182	0.228
Genel	19		

Köfte görünümü üzerinde faktörlerin istatistiksel olarak önemli derecede etkili olmadığı (P>0.05) görülmüştür (Çizelge 4.12).



Şekil 4.11. Görünüm değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

#### 4.4.2. Elastikiyet

Köftelerin duysal elastikiyet değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y = 3.28 + 0.454 X_1 - 0.0132 X_2 + 0.113 X_1^2 - 0.006 X_1 * X_2 - 0.0048 X_2^2$$

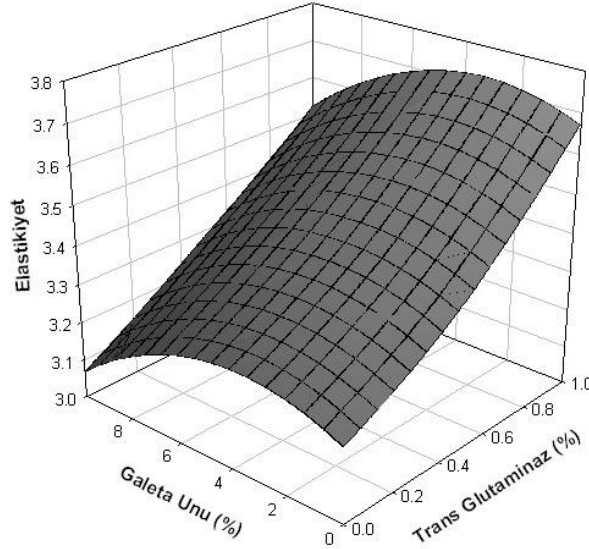
olarak bulunmuştur. Faktörlerin duysal elastikiyet değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin elastikiyet değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.1481	1.293
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	0.6175	5.390 *
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	0.0522	0.456
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	0.0037	0.033
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	0.0021	0.017
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	0.0684	0.597
Uyum Eksikliği	3	0.1411	0.354
Genel	19		

\*: P<0.05

Çizelge 4.13'te olduğu gibi transglutaminaz enziminin duyusal olarak elastikiyet üzerinde lineer etkisinin önemli ( $P<0.05$ ) olduğu görülmektedir. Ortamda enzim miktarının artmasına bağlı olarak köfte elastikiyeti de artmaktadır (Şekil 4.12). Bu durumun transglutaminaz enziminin daha sıkı matriks oluşturması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir (Yalçın, 2005).



Şekil 4.12. Elastikiyet değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

#### 4.4.3. Tat-aroma

Köfte tat-aroma değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

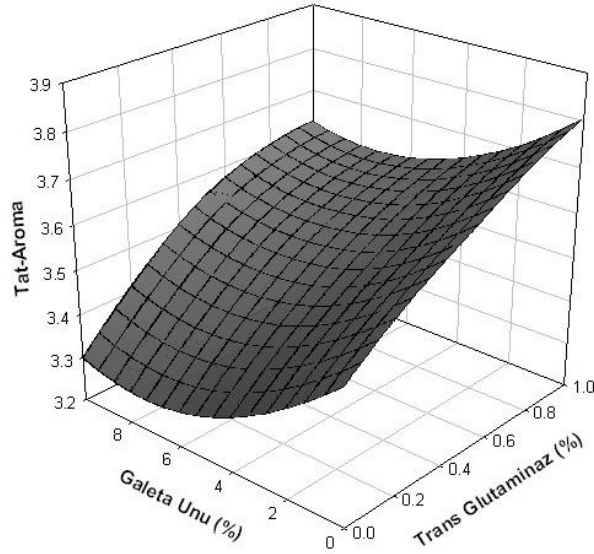
$$Y = 3.44 + 0.315 X_1 - 0.0176 X_2 - 0.188 X_1^2 + 0.018 X_1 * X_2 + 0.0039 X_2^2$$

olarak bulunmuştur. Faktörlerin tat - aroma değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin tat – aroma değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.0913	0.525
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	0.2973	1.711
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	0.0929	0.534
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	0.0104	0.071
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	0.0163	0.094
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	0.0455	0.262
Uyum Eksikliği	3	0.0889	0.452
Genel	19		

Tat – aroma üzerinde faktörlerin istatistiksel olarak önemli derecede etkili olmadığı (P>0.05) Çizelge 4.14’de görülmektedir.



Şekil 4.13. Tat- aroma değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.



#### 4.4.4. Çiğnenebilirlik

Köftelerin çiğnenebilirlik değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

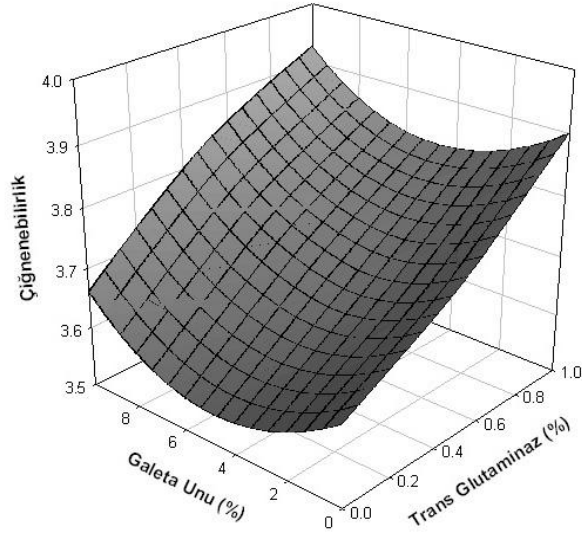
$$Y = 3.55 + 0.245 X_1 + 0.0012 X_2 + 0.054 X_1^2 + 0.001 X_1 * X_2 + 0.0029 X_2^2$$

olarak bulunmuştur. Faktörlerin çiğnenebilirlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin çiğnenebilirlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.0417	0.501
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	0.1806	2.169
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	0.0004	0.005
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	0.0008	0.010
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	0.0001	0.001
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	0.0245	0.294
Uyum Eksikliği	3	0.0762	0.891
Genel	19		

Köftelerin çiğnenebilirliği üzerinde, faktörlerin istatistiksel olarak önemli derecede etkili olmadığı (P>0.05) Çizelge 4.15’te görülmektedir.



Şekil 4.14. Çiğnenebilirlik değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

#### 4.4.5. Sululuk

Köftelerin sululuk değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y = 3.51 + 0.350 X_1 - 0.0019 X_2 - 0.865 X_1^2 - 0.004 X_1 * X_2 + 0.0012 X_2^2$$

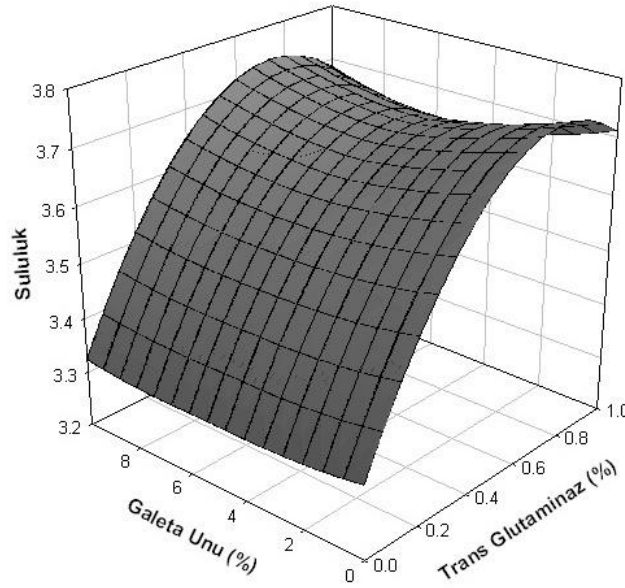
olarak bulunmuştur. Faktörlerin sululuk değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.16. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin sululuk değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.1174	1.761
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	0.3665	5.498 *
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	0.0010	0.016
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	0.2183	3.274
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	0.0009	0.013
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	0.0043	0.064
Uyum Eksikliği	3	0.0494	0.691
Genel	19		

\*:P<0.05

Çizelge 4.16’da transglutaminaz enziminin köftelerin sululuğu üzerinde lineer etkisinin önemli ( $P<0.05$ ) olduğu görülmektedir. Yaklaşık olarak %0.7 seviyesine kadar Tgaz kullanımının sululuk hissini arttırdığı bu seviyeden sonra düşürdüğü şekil 4.15’ten görülmektedir. Bu durumun su tutma kapasitesi ve yapıdaki bileşenlerin sıkı bir şekilde tutulmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir (Ergezer ve ark., 2008).



Şekil 4.15. Sululuk değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi

#### 4.4.6. İç renk ve parlaklık

Köftelerin iç renk ve parlaklık değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

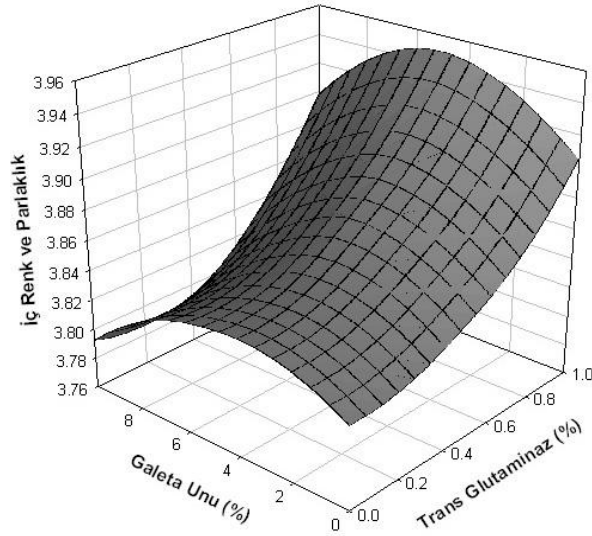
$$Y = 3.79 + 0.106 X_1 + 0.0007 X_2 + 0.036 X_1^2 + 0.010 X_1 * X_2 - 0.0009 X_2^2$$

olarak bulunmuştur. Faktörlerin iç renk ve parlaklık değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin iç renk ve parlaklık değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.0084	0.128
$X_1$ (Tgaz)	1	0.0340	0.517
$X_2$ (Galeta unu)	1	0.0002	0.002
$X_1^2$	1	0.0004	0.006
$X_1 * X_2$	1	0.0054	0.082
$X_2^2$	1	0.0023	0.035
Uyum Eksikliği	3	0.0186	0.237
Genel	19		

Köftelerin iç renk ve parlaklık değerleri üzerine faktörlerin istatistiksel olarak önemli derecede etkili olmadığı ( $P>0.05$ ) Çizelge 4.17’de görülmektedir.



Şekil 4.16. İç renk ve parlaklık değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

#### 4.4.7. Tuz dengesi

Köftelerin tuz dengesi değerleri üzerinde, faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

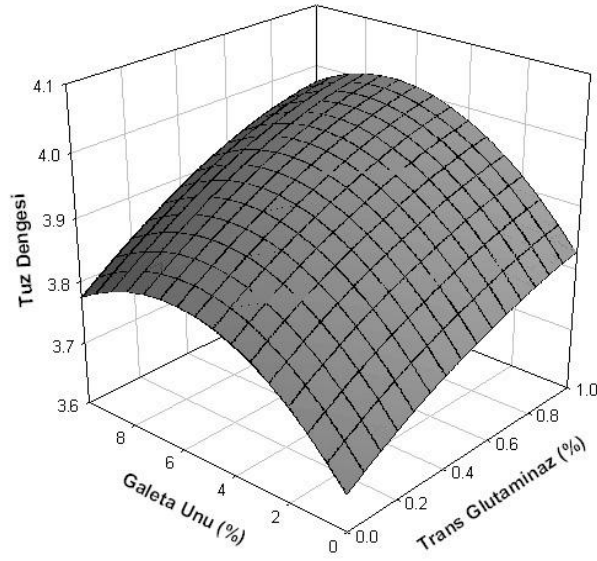
$$Y = 3.77 + 0.192 X_1 + 0.0118 X_2 - 0.109 X_1^2 + 0.022 X_1 * X_2 - 0.0036 X_2^2$$

olarak bulunmuştur. Faktörlerin tuz dengesi değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin tuz dengesi değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.0444	0.661
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	0.1107	1.650
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	0.0418	0.623
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	0.0035	0.052
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	0.0232	0.345
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	0.0376	0.561
Uyum Eksikliği	3	0.0033	0.039
Genel	19		

Tuz dengesi değerleri üzerine faktörlerin istatistiksel olarak önemli derecede etkili olmadığı (P>0.05) Çizelge 4.18'de görülmektedir.



Şekil 4.17. Tuz dengesi değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

#### 4.4.8. Genel beğeni

Genel beğeni değerleri üzerinde, faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y = 3.62 + 0.262 X_1 - 0.0037 X_2 - 0.094 X_1^2 + 0.003 X_1 * X_2 - 0.0004 X_2^2$$

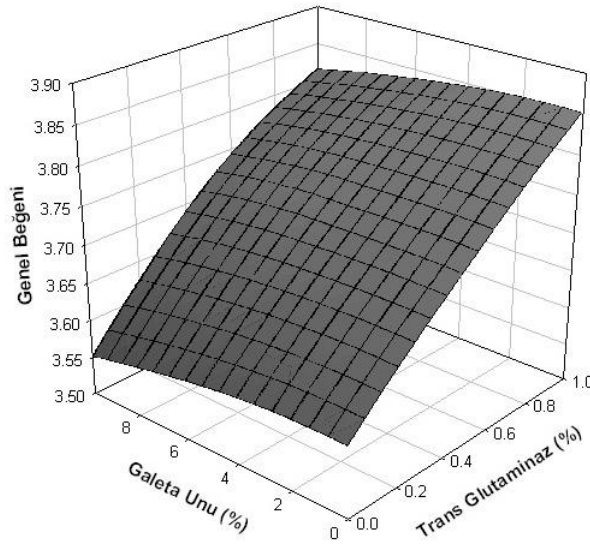
olarak bulunmuştur. Faktörlerin genel beğeni değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun köftelerin genel beğeni değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.0427	1.027
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	0.2054	4.938 *
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	0.0040	0.097
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	0.0026	0.062
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	0.0005	0.011
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	0.0006	0.014
Uyum Eksikliği	3	0.0134	0.271
Genel	19		

\*: P<0.05

Genel beğeni üzerine transglutaminaz enziminin lineer etkisinin önemli ( $P<0.05$ ) olduğu Çizelge 4.19’da görülmektedir. Şekil 4.18’de kullanılan transglutaminaz enzimi miktarı arttıkça, genel beğenin de lineer olarak arttığı görülmektedir. Transglutaminaz enziminin uygun kullanım aralığında kullanılmasıyla fiziksel, kimyasal, tekstürel yapıyı olumlu yönde etkilediği ve genel beğeniyle de aralarında doğrusal bir ilişkinin olduğu görülmektedir.



Şekil 4.18.Genel beğeni değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.

## 4.5. Teknolojik Özellikler

### 4.5.1. Randıman

Köftenin randıman değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y = 83.98 + 0.898 X_1 + 0.788 X_2 - 0.156 X_1^2 - 0.033 X_1 * X_2 - 0.2359 X_2^2$$

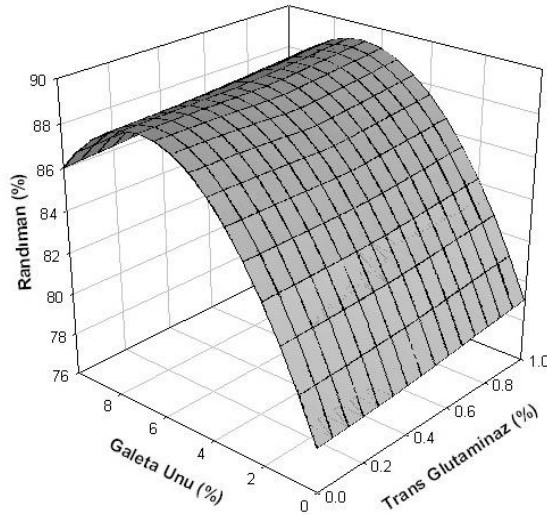
olarak bulunmuştur. Faktörlerin randıman üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20’de, randıman değerlerine ait yanıt yüzeylerini gösteren grafikler ise Şekil 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.20. Transglutaminaz enzimi ve galeta ununun randıman değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F	
Model	5	71.1789	9.162	**
X <sub>1</sub> (Tgaz)	1	2.4165	0.311	
X <sub>2</sub> (Galeta unu)	1	186.1650	23.963	**
X <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1	0.0071	0.001	
X <sub>1</sub> * X <sub>2</sub>	1	0.0528	0.007	
X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	1	162.2501	20.884	**
Uyum Eksikliği	3	28.6438	13.798	**
Genel	19			

\*\* : P<0.01

Galeta ununun balık köftelerin randımanı üzerine lineer ve kuadratik etkilerinin istatistiksel olarak önemli (P<0.01) olduğu Çizelge 4.20’de görülmektedir. Transglutaminazın randıman üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli (P<0.05) olmadığı, galetanın da %7 e kadar randımanı arttırdığı sonrasında ise düşürdüğü Şekil 4.19’da görülmektedir. Galeta ununun su tutma kapasitesinden dolayı randımanı belirli noktaya kadar olumlu etkilediği düşünülmektedir (Doğan ve ark., 2005; Söylemez, 2010).



Şekil 4.19. Randıman değeri üzerinde transglutaminaz enzimi ve galeta ununun etkisi.



## 5. SONUÇ

Araştırmada; transglutaminaz enzimi ve galeta unu kullanılmasıyla oluşturulan varyasyon kaynaklarının, üretilen köftelerin çeşitli fiziksel-kimyasal, duyuşal, tekstürel ve teknolojik özellikleri üzerindeki etkisi Merkezi Birleşik Desen (Central Composite Design) kullanılarak Yanıt Yüzeyi Yöntemine göre tespit edilmiştir.

Balık köftelerin genel özellikleri üzerinde transglutaminaz enziminin ve galeta ununun kullanıldıkları oranlarda olumlu etkide buldukları gözlenmiştir. İki faktör aynı anda çeşitli özellikler üzerinde ayrı ayrı etkili olmuştur.

Transglutaminaz enziminin pH, çiğnenebilirlik, sertlik üzerinde lineer etkilerinin çok önemli ( $P<0.01$ ), duyuşal elastikiyet, sululuk, genel beğeni üzerinde önemli ( $P<0.05$ ) olduğu bulunmuştur. Kesme kuvveti, sertlik ve çiğnenebilirlik üzerinde enzimin kuadratik etkisi çok önemli ( $P<0.01$ ), kesme işi üzerindeki etkisi önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. Grafikler incelendiğinde transglutaminaz enziminin %0-0.53 arasında sertliği azalttığı diğer parametreleri de arttırdığı görülmektedir. %0.53-1 arasında ise sululuğu önce artırıp sonra azaltmakla birlikte diğer parametreleri de arttırmaktadır. Balık köfte üretiminde transglutaminaz enziminin %0.41-0.61 aralığında kullanımının genel olarak köfte özelliklerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Balık köfte üretiminde katkı maddesi olarak kullanılan galeta ununun protein miktarı, nem oranı, çiğnenebilirlik, tekstürel elastikiyet, sertlik ve randıman üzerinde lineer etkisi çok önemli ( $P<0.01$ ), kesme direnci ve yapışkanlık üzerinde de kuadratik etkisi önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. Grafikler incelendiğinde, galeta unu yapıya %0-5.3 oranında ilave edildiğinde protein miktarını, nem oranını azaltmakta, çiğnenebilirliği, tekstürel elastikiyeti, sertliği, randımanı, kesme direncini ve yapışkanlığı da arttırmaktadır. %5.3-10 oranında ilave edildiğinde ise protein miktarı ve nem oranını azaltmakta, çiğnenebilirliği, tekstürel elastikiyeti, sertliği, kesme direncini ve yapışkanlığı arttırmakta, randımanı da önce arttırmakta sonrada giderek azaltmaktadır. Galeta ununun %4.5-5.9 aralığında kullanımının balık köfte özelliklerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Sonuç olarak iki faktörde uygun kullanım miktarları ile balık köfte özelliklerini olumlu şekilde etkilemiştir. Genel olarak transglutaminaz enziminin %0.41-0.61, galeta ununun ise %4.5-5.9 aralığında kullanımının köfte özelliklerini geliştirdiği söylenebilir.

## KAYNAKLAR

- Aldemir, T., 2005. *Kitosanın Hazır Köftelerinin Mikrobiyolojik Kalitesi ve Raf Ömrü Üzerine Etkisi*. Yüksek lisans Tezi (basılmamış). İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Alp, H., 2006. *Yağsız Süt Tozu ve Soya Ürünleri İle Zenginleştirilmiş Kek Özelliklerine Transglutaminaz Enziminin Etkisi Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Akkuş, Ö., 2000. *Çiğ ve Haşlanmış Materyalden Yapılmış Balık Köftelerinin Bazı Kalite Parametrelerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- AOAC, 2000. *Official Methods of Analysis of AOAC International* (17.Edition), Washington, D.C. 20090-6456 USA.
- Aşkın, O. O., 2007. *Tuz Oranı Düşürülmüş Hindi Eti Döneri Üretiminde Transglutaminaz Enziminin Kullanım İmkanlarının Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Bilgin, Ş., Ünlüsayın, M., Günlü, A., İzci, L., 2005. Sudak (Sander lucioperca Bogustkaya ve Naseka, 1996) ve Kadife (Tinca tinca L., 1758) balığından balık ezmesi (pate) yapımı, bazı kimyasal bileşenlerin ve kalite kriterlerinin Belirlenmesi, *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, Cilt: 22*, Sayı: 3-4, Sayfa: 399-402.
- Canal, Ö. A., 2008. *Yumurta Sarısı Tozu, Yağsız Süt Tozu ve Peyniraltı Suyu Tozunun Köftelerin Bazı Fiziksel ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisinin Yüzey Yanıt Yöntemi İle Modellenmesi*. Yüksek Lisans Tez Önerisi (basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Doğan, İ. S., Küçüköner, E., Kılınççeker, O., Meral, R. 2005. Kaplama malzemesi olarak galeta unlarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Dünya Gıda 10* (1):77-83.
- Ergezer, H., Turp, G., Serdaroğlu, M. 2008. Su ürünleri kaplama yöntemleri ve karşılaşılan sorunlar. *Akademik Gıda 6* (1): 11-16.

- Ersoy, B., 2001. *Karabalık (Ctarias gariepinus BURCHELL, 1822) ve Sarıbenli (Barbus luteus HECKEL,1843) Köftelerinin Dondurularak Muhafazası Sürecinde Oluşan Duyusal, Fiziksel ve Kimyasal Değişikliklerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya.
- Geldiay, R., Balık, S., 2007. *Türkiye Tatlı Su Balıkları*. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No;46, 421-422.
- Gülyavuz, H., Tömek, S.,1991. Balık etinden sosis yapımı teknolojisi. *Su Ürünleri Sempozyumu*. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, İzmir. S. 286-289.
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö., 1993. *Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu*. (3. Baskı). Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fak., Yayın No:1, Erzurum. 320s.
- Gökalp, H. Y. , Kaya, M. , Zorba, Ö. , 1999. *Et Ürünleri İşleme Mühendisliği*. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 786, 3.baskı, Erzurum. 561s.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö., 2004. *Et Ürünleri İşleme Mühendisliği*. (5. Baskı). Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yay. No: 70, Erzurum. 468.
- Gökoğlu, N., 1994. Balık köftesinin soğukta depolanması. *Gıda, 19* (3): 217-220.
- Gennadios, A., Hanna, M.A. ve Kurth, L.B., 1997. *Application Of Edible Coatings On Meats, Poultry And Seafood: A Review*. Lebensm.-Wins. U.-Technol., 30: 337-350.
- Koç, B., Ertekin, F. 2009. *Yanıt Yüzey Yöntemi ve Gıda İşleme Uygulamaları*. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İzmir.
- Kılınççeker, O. ve Küçüköner, E.,2003. Tuzlanmış İnci Kefali (Chalcalburnus tarichi) balığından fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimlerin saptanması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2003, 13* (1): 55-59.
- Kılınççeker, O.,Hepsağ, F.,2010 Kaplama malzemesi olarak mısır unlarının bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 5*(2) 20-27.
- Kolsarıcı, N. ve Özkaya, Ö., 1998. *Gökkuşluğu Alabalığı (Salmo gairdneri)'nin Raf Ömrü Üzerine Tütsüleme Yöntemler ve Depolama Sıcaklığının Etkisi*, Türk J. Vet. Anim. Sci., 22, 273-284.

- Kurt, Ş., 2002. *Model Sistemde Farklı Tür Etlerine Değişik Seviyelerde Yağsız Süt Tozu ve Peyniraltı Suyu Tozu İlavesinin, Çeşitli Emülsiyon Özellikleri Üzerindeki Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kurt, Ş., Zorba, Ö.,2004. Transglutaminazların bazı gıdaların özellikleri üzerindeki etkileri. *Bilimsel Gıda*, 2: 8-11.
- Küçüköner, E. ve Küçüköner, Z., 1990. Balık mikroflorası ve balıklarda meydana gelen mikrobiyal değişimler, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü Dergisi*, 15(6):339-341.
- Küçüköner, E., M. Sarı, 1998. Balığın besin değeri ve beslenmedeki önemi. *Gıda ve Teknoloji Dergisi*, 3(3):70-79.
- Motoki, M. and Seguro, K., 1998. Transglutaminase and its use for food processing. *Trends in Food Science & Technology* 9 (1998) 204±210.
- Ockerman, H.W., 1985. *Quality control of post mortem muscle tissue* (Volume 1; meat and additives analysis). The Ohio State University.
- Odabaşoğlu, F., 1993. *Van Gölünde Yaşayan İnci Kefali (Alburnus tarichi Pallas 1811) Balığının Çeşitli Dokularının Kimyasal Bileşimi*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). Van.
- Öner, Z., 2004. Mikrobiyal Transglutaminazın Özellikleri ve Gıda Sanayinde Kullanılma Olanakları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda*, 29 (4): 269-272.
- Parlak, Ö., 2009. *Yumurta Sarısı ve Sodyum Karbonatın Köftelerin Çeşitli Fiziksel, Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin Yüzey Yanıt Yöntemi ile Modellenmesi*. Yüksek Lisans Tez Önersi (basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Regenstion, J.M., 1979. *The Cornell experience with minced fish, JJ.Connell, Advances in Fish Science and Technology*. Fishing News Books Ltd. Farnham, Surrey, England, s. 192-199.
- Seçer, S., Seçer, S., 2007. *Anadolu'nun Özgün Hayvanları*, Cilt:78 Sayı:4 Sayfa: 75-76.
- Soyutemiz, G.E., 2000. Bursa'da satışa sunulan beş farklı grup hazır köftenin kimyasal bileşimi ve pH değerlerinin saptanması. *Gıda*, 25 (1): 49-53.

- Söylemez, N., 2010. *Soya, Mısır ve Galeta Unu'nun İnci Kefali (Alburnus tarichi)'den Hazırlanan Köftelerin Bazı Özellikleri Üzerindeki Etkisi*. Lisans Bitirme Tezi (basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat fakültesi, Van.
- Temiz, H., Okumuş, E., 2005. Peynir altı suyunun değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler. *Türkiye 4. Gıda Mühendisliği Kongresi Bildirileri*. 29 Eylül-1 Ekim, Ankara. 151-171.
- Turhan, S., 1998. *Farklı Tip ve Oranda Nişasta Kullanılarak Üretilen Hamsi Köftelerinin Dondurularak Muhafazası Üzerine Bir Araştırma*. Doktora Tezi (basılmamış). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Turp, G. Y., 1999. *Tavuk Köftelerinde Askorbik Asit,  $\alpha$ -Tokoferol/Askorbik Asit ve Biberiye Ekstraktı Kullanımının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri* Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Turp, G: Y ve Serdaroğlu, M., 2003. Gıda işlemede trasglutaminaz kullanımı. *Ege Üniversitesi Müh. Fak. Gıda 2* (28): 209-215
- Varlık, C., Erkan, N., Metin, S., Baygar, T., Özden, Ö., 1999. Marine balık köftesinin raf ömrünün belirlenmesi. *Tubitak, 24*: 593-597.
- Wirth, F. 1979. The *Present stage of development in the manufacture of cannet meat, Fleischwirtsch.*, 59(4): 536-541.
- Yalçın, S., 2005. *Glutensiz Erişte Üretimi Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Anabilim Dalı, Ankara.
- Yanar, Y., 1998. *Sazan (Cyprinus carpio) Etinden Balık Köftesi Üretimi Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yıldız, Ö., Dogan, I.S. 2004. Düşük kalorili kek üretimi II. Standart yağlı kek ile karşılaştırma *Gıda. 29* (3) : 229-235.
- Yüksel, Z., Erdem, Y. K., 2006. Gıda endüstrisinde transglutaminaz uygulamaları: 2. Enzimin gıda süreçlerinde kullanım olanakları. *Gıda, 33* (3): 143-149.
- Yüksel, Z., Erdem, Y. K., 2007. Gıda endüstrisinde transglutaminaz uygulamaları: 1. Enzimin genel özellikleri. *Gıda, 32* (6): 287-293.

**EKLER****Ek 1**

Fiziksel-kimyasal ve teknolojik analizlere ait ortalama değerler

Köfte No	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Randıman(%)	Su(%)	Yağ(%)	Protein(%)	pH(%)
1	0	0	76.1	47.61	19.27	21.91	6.61
2	0	10	83.82	42.64	19.45	19.4	6.69
3	1	0	79.1	52.96	19.67	21.16	6.85
4	1	10	86.49	45.22	17.48	19.37	6.76
5	0	5	91.94	49.36	20.19	19.54	6.64
6	1	5	88.96	46.65	20.36	19.43	6.84
7	0.5	0	80.33	50.06	22.77	19.8	6.79
8	0.5	10	88.85	46.21	20.86	17.94	6.72
9	0.5	5	84.68	51.41	17.65	20.64	6.74
10	0.5	5	87.83	50.14	19.37	18.96	6.73

X<sub>1</sub>: Transglutaminaz enzimi (%)X<sub>2</sub>: Galeta unu (%)**Ek 2**

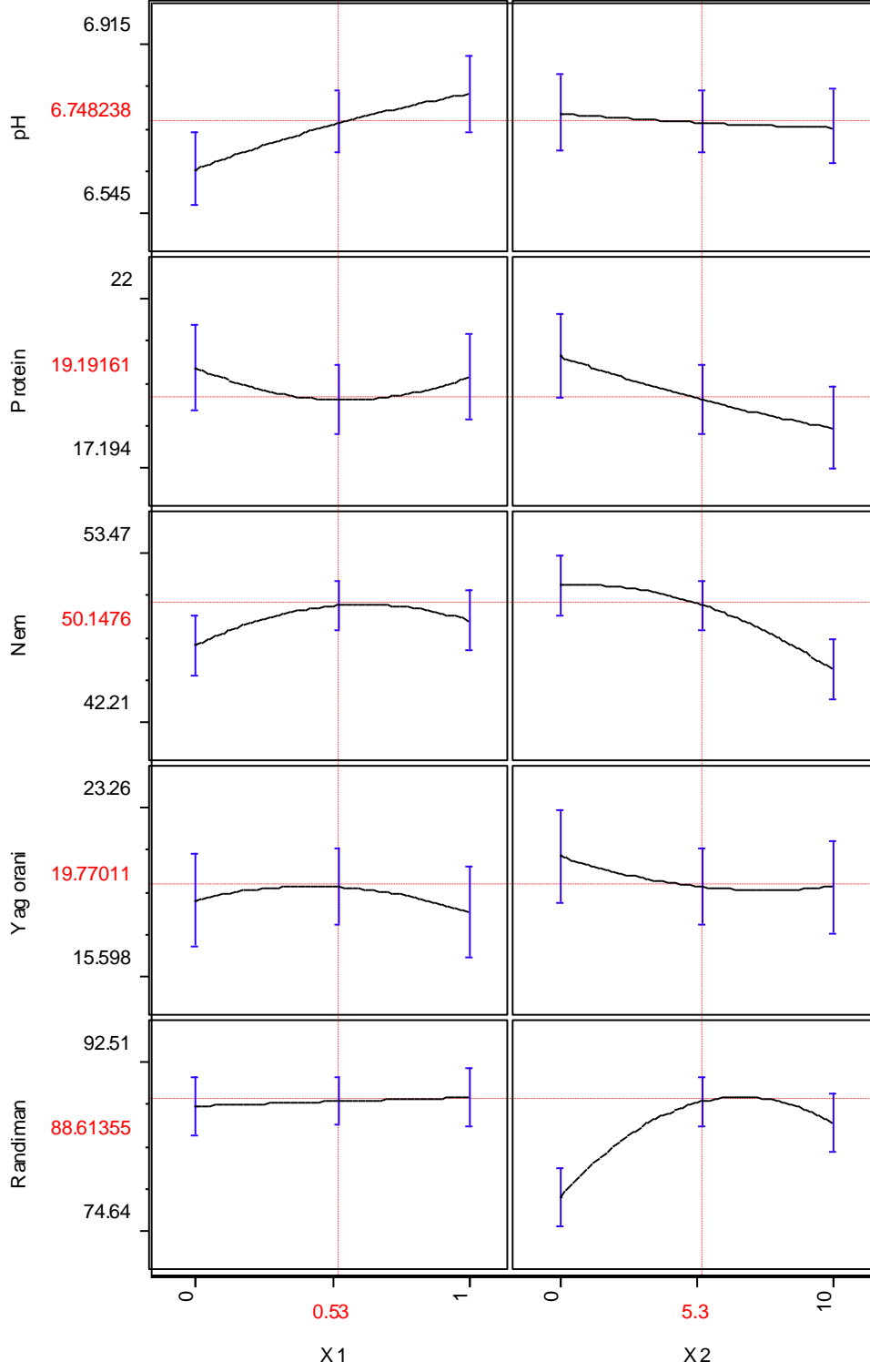
Fiziksel-kimyasal ve teknolojik analiz değerlerine ait önemlilik dereceleri

Faktörler	pH	Protein	Randıman	Nem	Yağ
Transglutaminaz	**	0.642	0.586	0.119	0.680
Galeta unu	0.562	**	**	**	0.254
Transglutaminaz - Transglutaminaz	0.685	0.149	0.976	0,053	0.339
Transglutaminaz - Galeta unu	0.123	0.649	0.936	0.299	0.393
Galeta unu - Galeta unu	0.904	0.759	**	0.070	0.457

\*\*: P&lt;0.01 çok önemli, \*: P&lt;0.05 önemli

## Ek 3

Fiziksel-kimyasal ve teknolojik parametreler üzerinde faktörlerin etkisi



## Ek 4

Tekstürel analizlere ait ortalama değerler

<b>Köfte No</b>	<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>Kesme Kuvveti</b>	<b>Kesme İşi</b>	<b>Sertlik</b>	<b>Esneklik</b>	<b>Yapışkanlık</b>	<b>Çıgnenebilirlik</b>
1	0	0	17.525	103.509	20.840	0.795	0.585	9.689
2	0	10	18.023	87.288	27.662	0.843	0.621	14.475
3	1	0	15.227	74.586	19.546	0.816	0.576	9.191
4	1	10	20.477	90.662	38.752	0.853	0.617	20.468
5	0	5	13.481	78.035	17.191	0.805	0.570	7.880
6	1	5	19.314	110.200	28.254	0.837	0.632	14.970
7	0.5	0	12.046	68.129	15.364	0.805	0.559	6.900
8	0.5	10	14.744	67.846	21.318	0.814	0.591	10.238
9	0.5	5	14.020	68.787	20.049	0.846	0.588	9.969
10	0.5	5	14.897	86.313	21.400	0.811	0.601	10.455

X<sub>1</sub>: Transglutaminaz

X<sub>2</sub>: Galeta unu



**Ek 5**

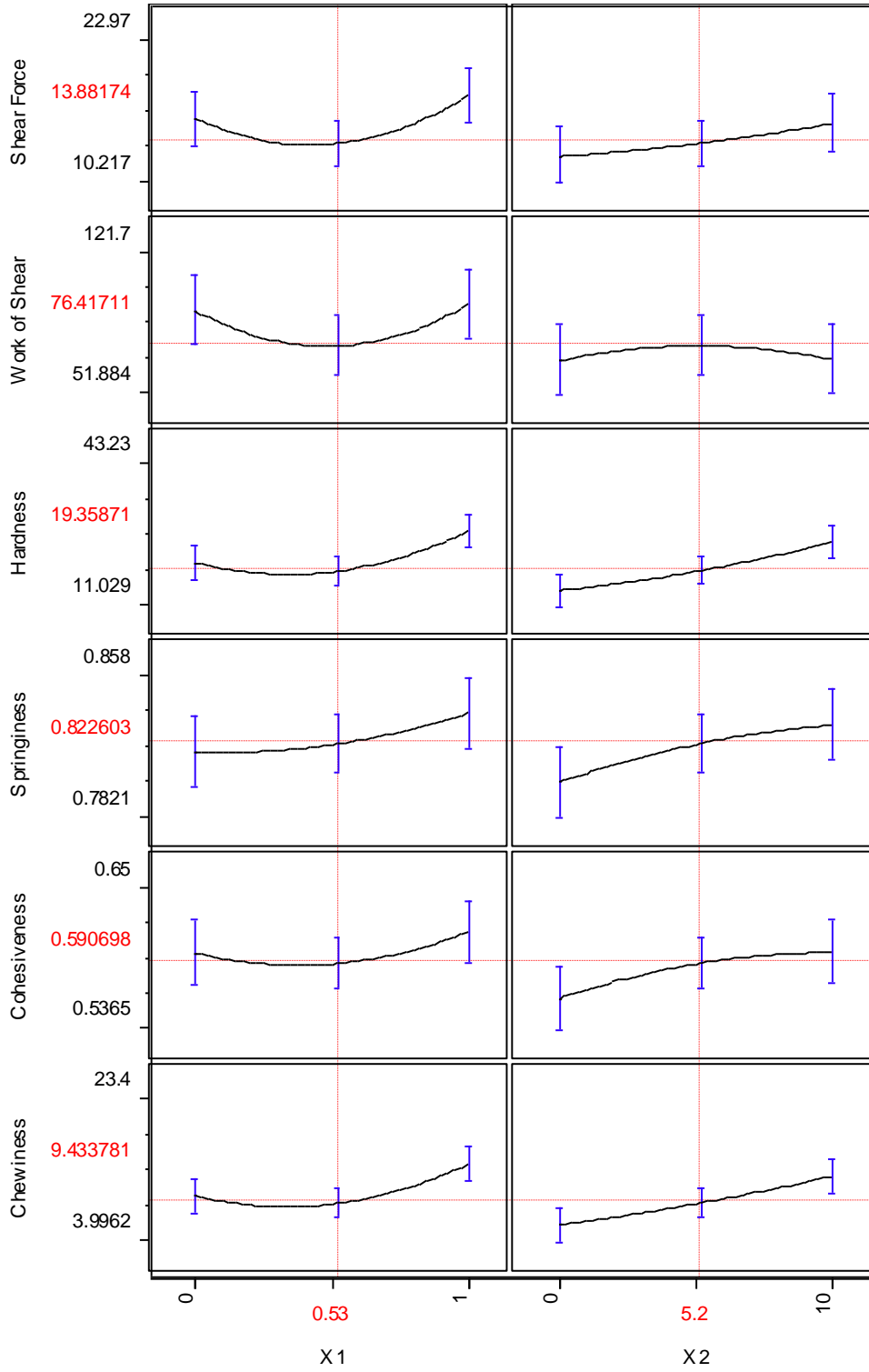
Tekstür analiz parametrelerine ait değerlerin önemlilik dereceleri

<b>Faktörler</b>	<b>Kesme Kuvveti</b>	<b>Kesme İşi</b>	<b>Sertlik</b>	<b>Esneklik</b>	<b>Yapışkanlık</b>	<b>Çiğnenebilirlik</b>
Transglutaminaz	0.148	0.809	**	0.053	0.222	**
Galetu Unu	*	0.988	**	**	*	**
Transglutaminaz – Transglutaminaz	**	*	**	0.428	0.126	**
Transglutaminaz – Galeta Unu	0.159	0.165	*	0.694	0.903	0.054
Galetu Unu – Galeta Unu	0.741	0.347	0.448	0.557	0.399	0.657

\*\* : P<0.01 çok önemli, \* : P<0.05 önemli

## Ek 6

Tekstürel parametreler üzerinde faktörlerin etkisi



## Ek 7

Duyusal analizlere ait ortalama değerler

Köfte No	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Görünüm	İç Renk ve		Sululuk	Çiğnenebilirlik	Tat- Aroma	Tuz Dengesi
				Parlaklık	Elastikiyet				
1	0	0	4	3.8	3.2	3.2	3.8	3.7	3.7
2	0	10	4	3.9	2.9	3.2	3.6	3.2	3.7
3	1	0	4.2	3.8	3.7	3.7	4	3.8	3.8
4	1	10	4.1	3.9	3.4	3.6	3.8	3.7	3.9
5	0	5	4.1	3.7	3.2	3.5	3.5	3.2	3.8
6	1	5	4.3	3.9	3.7	3.6	3.8	3.7	4
7	0.5	0	4.1	3.8	3.2	3.8	3.5	3.4	3.8
8	0.5	10	4.1	3.7	3.4	3.8	3.9	3.7	3.9
9	0.5	5	3.9	3.8	3.4	3.5	3.7	3.5	3.7
10	0.5	5	4.1	4	3.4	3.7	3.8	3.5	4.2

X<sub>1</sub>:Transglutaminaz enzimi (%)

X<sub>2</sub>: Galeta unu (%)

## Ek 8

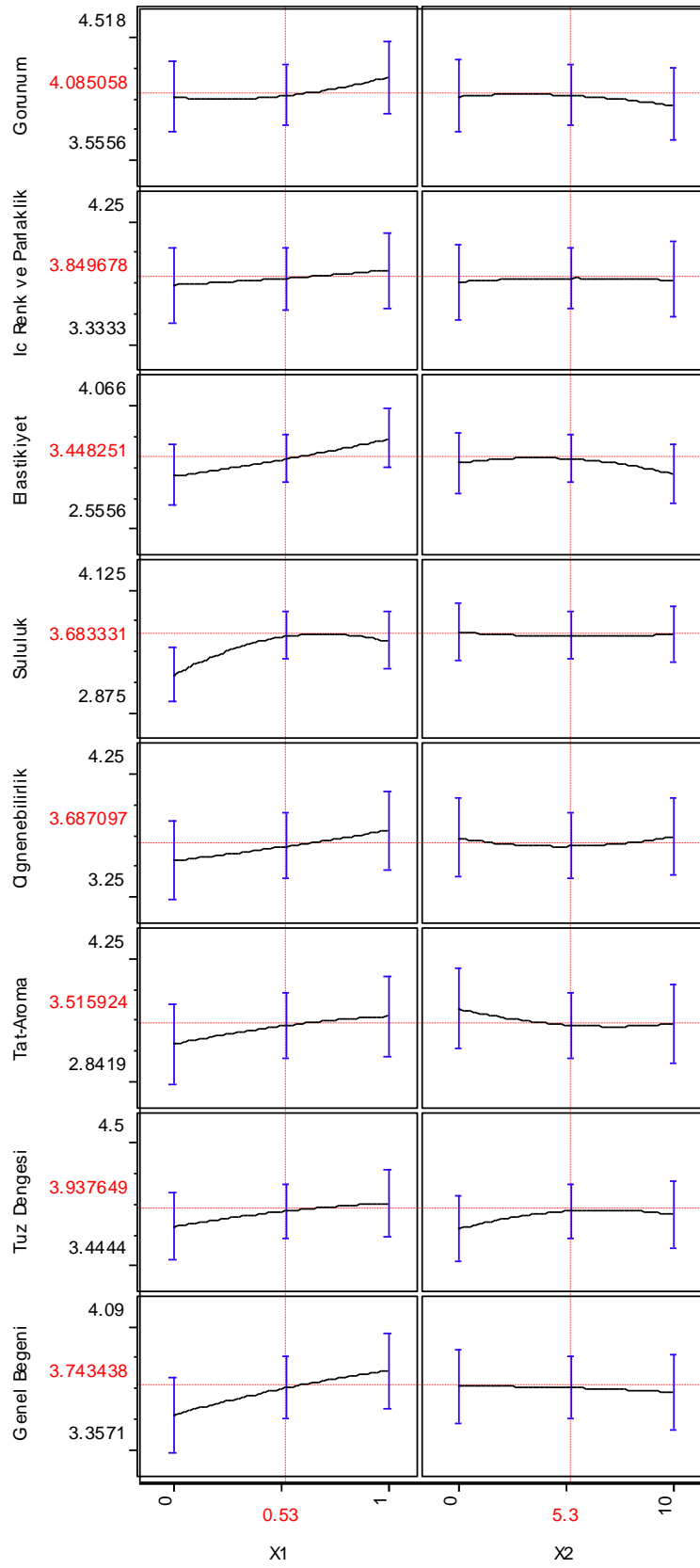
Duyusal analiz parametrelerine ait değerlerin önemlilik dereceleri

<b>Faktörler</b>	<b>Görünüm</b>	<b>İç Renk ve Parlaklık</b>	<b>Elastikiyet</b>	<b>Sululuk</b>	<b>Çiğ</b>
Transglutaminaz	0.295	0.484	*	*	
Galeta unu	0.648	0.963	0.511	0.903	
Transglutaminaz - Transglutaminaz	0.559	0.941	0.859	0.092	
Transglutaminaz - Galeta Unu	0.655	0.778	0.898	0.911	
Galeta unu - Galeta Unu	0.702	0.854	0.453	0.804	

\*\* : P<0.01 çok önemli, \* : P<0.05 önemli

## Ek 9

Duyusal parametreler üzerinde faktörlerin etkisi



**Ek 10**

Transglutaminaz ilavesiyle etkilenen parametreler ve nasıl etkilendikleri

Transglutaminaz ilavesiyle etkilenen parametreler	%(0-0.53) grafik aralığında transglutaminaz ilavesiyle grafiksel olarak nasıl etkilediği	%(0.53-1) grafik aralığında transglutaminaz ilavesiyle grafiksel olarak nasıl etkilediği
pH	** artıyor	** artıyor
Çiğnenebilirlik	** artıyor	** artıyor
Sertlik	** azalıyor	**artıyor
Duyusal elastikiyet	*artıyor	* artıyor
Sululuk	*artıyor	*önce artıyor sonra azalıyor
Genel beğeni	* artıyor	* artıyor

\*\* : P<0.01 çok önemli, \* : P<0.05 önemli

**Ek 11**

Galeta unu ilavesiyle etkilenen parametreler ve nasıl etkilendikleri

Galeta unu ilavesiyle etkilenen parametreler	%(0-5.3) grafik aralığında galeta unu ilavesiyle grafiksel olarak nasıl etkilediği	%(5.3-10) grafik aralığında galeta unu ilavesiyle grafiksel olarak nasıl etkilediği
Protein miktarı	**azalıyor	**azalıyor
Nem oranı	**azalıyor	** azalıyor
Çiğnenebilirlik	**artıyor	**artıyor
Tekstürel elastikiyet	**artıyor	** artıyor
Kesme direnci	*artıyor	*artıyor
Sertlik	** artıyor	** artıyor
Yapışkanlık	*artıyor	*artıyor
Randıman	** artıyor	** önce giderek artmakta sonra giderek azalmaktadır

\*\* : P<0.01 çok önemli, \* : P<0.05 önemli

**Ek 12**

Transglutaminaz – transglutaminaz ilavesiyle etkilenen parametreler ve nasıl etkilendikleri

Transglutaminaz – transglutaminaz ilavesiyle etkilenen parametreler	%(0-0.53) grafik aralığında Transglutaminaz – transglutaminaz ilavesiyle grafiksel olarak nasıl etkilediği	%(0.53-1) grafik aralığında Transglutaminaz – transglutaminaz ilavesiyle grafiksel olarak nasıl etkilediği
Çiğnenebilirlik	** azalıyor	** artıyor
Kesme işi	* azalıyor	* artıyor
Kesme direnci	** azalıyor	** artıyor
Sertlik	** azalıyor	** artıyor

\*\* : P<0.01 çok önemli, \* : P<0.05 önemli

**Ek 13**

Galeta unu – galeta unu ilavesiyle etkilenen parametreler ve nasıl etkilendikleri

Galeta unu – galeta unu ilavesiyle etkilenen parametreler	%(0-5.3) grafik aralığında Galeta unu – galeta unu ilavesiyle grafiksel olarak nasıl etkilediği	%(5.3-1) grafik aralığında Galeta unu – galeta unu ilavesiyle grafiksel olarak nasıl etkilediği
Randıman	** artıyor	** Önce artıyor sonra gittikçe azalıyor

\*\* : P<0.01 çok önemli



## ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Van'da doğdu. İlk ve orta öğrenimlerini Van'da bitirdi. Lisans eğitimini 2004 yılında girdiği Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünde 2007-2008 eğitim yılında tamamlamıştır. Lisans üstü eğitimine de aynı üniversitede devam etmektedir.