

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

**TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİ VE NaCl'İNİN TAVUK KÖFTELERİNİN  
ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN YANIT YÜZEYİ  
YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN : Betül BAYTAR  
DANIŞMAN : Prof. Dr. Ömer ZORBA

VAN-2010

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

**TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİ VE NaCl'İNİN TAVUK KÖFTELERİNİN  
ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN YANIT YÜZEYİ  
YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN : Betül BAYTAR

VAN-2010

## KABUL VE ONAY SAYFASI

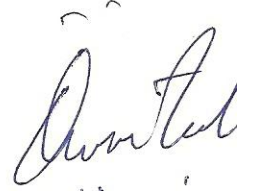
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Prof. Dr. Ömer ZORBA danışmanlığında, Betül BAYTAR tarafından sunulan “Transglutaminaz Enzimi ve NaCl'nin Tavuk Köftelerinin Çeşitli Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin Yanıt Yüzevi Yöntemi ile Modellenmesi” isimli bu çalışma “Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği” ve “Fen Bilimleri Enstitüsü Yönergesi”nin ilgili hükümleri gereğince 21 / 09 / 2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Ömer ZORBA

Üye : Prof. Dr. Sema AĞAOĞLU

Üye : Yrd.Doç. Dr. Yusuf TUNÇTÜRK

İmza:



İmza:



İmza:



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

.....  
Enstitü Müdürü

## ÖZET

### TRANSGLUTAMİNAZ ENZİMİ VE NaCl'İNİN TAVUK KÖFTELERİNİN ÇEŞİTLİ ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN YANIT YÜZEYİ YÖNTEMİ İLE MODELLENMESİ

BAYTAR, Betül

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ömer ZORBA

Eylül 2010, 63 sayfa

Yapılan çalışmada; köftelerin çeşitli fiziksel, kimyasal, teknolojik, tekstürel ve duyuşal özellikleri üzerinde Transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkilerinin, Merkezi Birleşik Desen (Central Composite Design) modeli kullanılarak Yanıt Yüzeyi Yöntemine (Response Surface Methodology) göre modellenmesi amaçlanmıştır.

Araştırma, 100 haftalık tavukların eti, kuzu kuyruk yağı, mısır yağı ve baharata ilaveten transglutaminaz enzimi (% 0-1) ve NaCl (% 0-2) kullanılarak köfteler hazırlanmış ve bu köftelerde çeşitli fiziksel-kimyasal, teknolojik, duyuşal ve tekstürel analizler yapılmıştır.

İstatistiksel verilerden köfte üretiminde katkı maddesi olarak kullanılan transglutaminaz enziminin, fiziksel-kimyasal parametreler üzerindeki, NaCl'nin de duyuşal, fiziksel-kimyasal, teknolojik ve tekstürel parametreler üzerindeki etkisinin önemli olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak; transglutaminaz enziminin % 0.30-0.65, NaCl'nin de % 0.85-1.75 aralıklarında kullanımının genel olarak köfte özelliklerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Tavuk köfte, transglutaminaz, Yanıt Yüzeyi Yöntemi



## **ABSTRACT**

### **MODELING THE EFFECTS OF TRANSGLUTAMINASE ENZYME AND NaCl ON VARIOUS PROPERTIES OF CHICKEN PATTIES WITH RESPONSE SURFACE METHODOLOGY**

BAYTAR, Betül

MSc. Thesis, Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ömer ZORBA

September 2010, 63 pages

In the study, it is aimed to model the effects of transglutaminaz enzyme and NaCl on physical, chemical, technological, textural and sensorial properties of chicken patties using Central Composite Design Method according to the Response Surface Methodology.

In this study the meat of chicken which live since 100 weeks and additional to chicken, lamb tail fat, corn oil and spices, patties have been made using transglutaminaz enzyme (%0-1) and NaCl (% 0-2) and in these patties, various physical-chemical, technological, sensorial and textural analyses have been made.

From the statistical data it has been determined that effects of transglutaminaz enzyme on physical-chemical parameters and effects of NaCl on physical-chemical, technological, sensorial and textural parameters are important. Consequently, it is designated that the usage of transglutaminaz enzyme between % 0.30-0.65 and of NaCl between % 0.85-1.75 rate has positive effect on patty characteristics.

**Key Words:** Chicken patties, transglutaminaz, Response Surface Methodology.



## ÖN SÖZ

Farklı katkı maddeleri kullanılarak üretilen et ürünlerinin kabul edilebilirliği ve birçok özelliği değişebilmektedir.

Bu araştırmada tavuk köfte üretiminde kullanılan transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkileri Merkezi Birleşik Desen ve istatistiksel veriler kullanılarak araştırılmıştır.

Bu çalışmanın yürütülmesinde çok önemli katkılarını gördüğüm Danışman Hocam Prof. Dr. Ömer ZORBA' ya, Uzm. Veteriner Hekim Betül APAYDIN'a, laboratuvar aşamalarında yardımcı olan hocalarıma, araştırma görevlilerine ve hayatımın her anında her türlü desteğini gördüğüm aileme teşekkür ederim.

Betül BAYTAR

VAN- 2010



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
EKLER DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
3.1. Materyal	11
3.2. Yöntem	11
3.2.1. Materyalin hazırlanması	11
3.2.2. Köfte yapım aşamaları ve yöntemi	12
3.2.3. Fiziksel-kimyasal analizler	14
<b>3.2.3.1. pH tayini</b>	14
<b>3.2.3.2. Protein tayini</b>	14
<b>3.2.3.3. Nem tayini</b>	14
<b>3.2.3.4. Yağ tayini</b>	15
3.2.4. Teknolojik analizler	15
3.2.4.1. Randıman analizi	15
3.2.5. Tekstür analizleri	16
3.2.6. Duyusal analizler	16
3.2.7. İstatistiksel analizler	16
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	18
4.1. Hammaddeye Ait Analiz Bulguları	18
4.2. Fiziksel-Kimyasal Özellikler	18
4.2.1. pH değeri	18
4.2.2. Protein oranı	20
4.2.3. Yağ oranı	21
4.2.4. Su oranı	23
4.3. Teknolojik Özellikler	24
4.3.2. Randıman	24
4.4. Tekstür Özellikleri	26
4.4.1. Kesme direnci	26
4.4.2. Kesme işi	27
4.4.3. Sertlik	29
4.4.4. Elastikiyet	30
4.4.5. Yapışkanlık	32
4.4.6. Çiğnenebilirlik	33

4.5. Duyusal Özellikler	34
4.5.1. Çiğnenebilirlik	35
4.5.2. Elastikiyet	36
4.5.3. Görünüm	38
4.5.4. İç renk ve parlaklık	39
4.5.5. Sululuk	41
4.5.6. Tat ve aroma	42
4.5.7. Tuz dengesi	43
4.5.8. Genel beğeni	45
5. SONUÇ	47
KAYNAKLAR	48
EKLER	52
ÖZGEÇMİŞ	63

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 3.1. Üretim akış şeması	13
Şekil 4.1. pH üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	19
Şekil 4.2. Protein oranları üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	21
Şekil 4.3. Yağ oranı üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	22
Şekil 4.4. Nem üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	24
Şekil 4.5. Randıman üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	25
Şekil 4.6. Kesme direnci üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	27
Şekil 4.7. Kesme işi üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	28
Şekil 4.8. Sertlik üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	30
Şekil 4.9. Elastikiyet üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	31
Şekil 4.10. Yapışkanlık üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	33
Şekil 4.11. Çiğnenebilirlik üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	34
Şekil 4.12. Çiğnenebilirlik (duyusal) üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	36
Şekil 4.13. Elastikiyet (duyusal) üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	37
Şekil 4.14. Görünüm üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	39
Şekil 4.15. İç renk ve parlaklık üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	40
Şekil 4.16. Sululuk üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	42
Şekil 4.17. Tat ve aroma üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	43
Şekil 4.18. Tuz dengesi üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	45
Şekil 4.19. Genel beğeni üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi	46



## ÇİZELGELER DİZİNİ

		<b>Sayfa</b>
Çizelge 1.1	Türkiyede ki farklı türlere ait et üretim miktarları	2
Çizelge 1.2	Farklı tür etlerde esansiyel amino asit miktarları ve organizmanın günlük gereksinimi	3
Çizelge 1.3	Pişmiş tavuk, hindi ve sığır etinin ortalama gıda bileşenlerinin karşılaştırılması	3
Çizelge 3.1.	Muamele kombinasyonları	12
Çizelge 4.1.	Hammaddeye ait kimyasal analiz bulguları	18
Çizelge 4.2.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin pH üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	19
Çizelge 4.3.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin protein oranları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	20
Çizelge 4.4.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin yağ oranları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	22
Çizelge 4.5.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin nem oranı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	23
Çizelge 4.6.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin randımanı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	24
Çizelge 4.7.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin kesme direnci değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	25
Çizelge 4.8.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin kesme işi değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	28
Çizelge 4.9.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin sertlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	29
Çizelge 4.10.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin elastikiyet değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	31
Çizelge 4.11.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	32
Çizelge 4.12.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin çiğnenebilirlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.13.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin çiğnenebilirlik (duyusal) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	35
Çizelge 4.14.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin elastikiyet (duyusal) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.15.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin görünüm değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	38
Çizelge 4.16.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin iç renk ve parlaklık değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz	40

Çizelge 4.17.	sonuçları Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin sululuk değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	41
Çizelge 4.18.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin tat ve aroma değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	43
Çizelge 4.19.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin tuz dengesi değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 4.20.	Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin genel beğeni değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları	46

## EKLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Ek 1. Fiziksel-kimyasal ve teknolojik analiz ortalama değerleri	52
Ek 2. Fiziksel-kimyasal ve teknolojik analiz değerlerine ait önemlilik dereceleri	53
Ek 3. Fiziksel-kimyasal ve teknolojik parametreler üzerinde faktörlerin etkisi	54
Ek 4. Tekstür analiz ortalama değerler	55
Ek 5. Tekstür analiz parametrelerine ait değerlerin önemlilik dereceleri	56
Ek 6. Tekstürel parametreler üzerinde faktörlerin etkisi	57
Ek 7. Duyusal analiz ortalama değerler	58
Ek 8. Duyusal analiz parametrelerine ait değerlerin önemlilik dereceleri	59
Ek 9. Duyusal parametreler üzerinde faktörlerin etkisi	60
Ek 10. Transglutaminaz ilavesiyle etkilenen parametreler ve nasıl etkilendikleri	61
Ek 11. NaCl ilavesiyle etkilenen parametreler ve nasıl etkilendikleri	62



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

$X_1$	Transglutaminaz enzimi
$X_2$	NaCl- Sodyum Klorür
$X_1 * X_1$	Transglutaminaz enziminin kuadratik etkisi
$X_2 * X_2$	NaCl'nin kuadratik etkisi
$X_1 * X_2$	Transglutaminaz enzimi x NaCl interaksyonu
$Ca^{+2}$	Kalsiyum
$Na^+$	Sodyum iyonu
$Cl^-$	Klor iyonu
NaCl	Sodyum klorür
KCl	Potasyum klorür
HCl	Hidroklorik asit
N	Azot
-Glu	Glutamin

### Kısaltmalar

SD	Serbestlik derecesi
F	F değeri
K.O	Kareler ortalaması
Tgaz	Transglutaminaz enzimi
MHC	Major histocompatibility complex molekülü
MTGaz	Mikrobiyal Transglutaminaz



## 1.GİRİŞ

Türkiye’de halkın beslenme durumu, bulunduğu bölgeye, sosyo-ekonomik seviyeye ve yerleşim birimine göre çok önemli farklılıklar göstermektedir. Gıda Bilimi ve Teknolojisinin amacı insanların yeterli ve dengeli beslenmelerini sağlamaktır. İnsanoğlunun var olduğu ilk tarihten bu yana, et ilk gıda olarak beslenmede yerini almıştır (Altinel, 1995; Göğüş, 1986).

Hayvansal kaynaklı proteinler ve bunlar içerisinde et proteinleri insan için gerekli olan esansiyel amino asitleri yeterli ve dengeli bir şekilde içerdikleri gibi bu proteinlerin insan tarafından hazmı ve bünyede kullanılabilirlikleri de bitkisel proteinlerden daha üstün ve yüksek biyolojik değerdedir (Öztaş, 2003).

Kırmızı et üretiminin giderek azalmasıyla ortaya çıkan hayvansal protein açığı, kanatlı eti üretimindeki artışlarla dengelenebilmiştir. Tavuk etinin diğer etlere göre maliyetinin düşük olması önceki yıllara oranla tüketimini hızla arttırmıştır. Ülkemizde yıllık tavuk eti tüketimi Çizelge 1.1’de gösterildiği üzere 2006 yılında kişi başına 14 kg’a ulaşmıştır (Anonim, 2006).

Tavuk eti, sığır ve koyun etine kıyasla birçok besin maddelerince daha zengindir. Tavuk etinin %25-35’lik kısmını proteinler oluşturmaktadır. Protein kalitesi son derece iyi olup, tüm esansiyel amino asitleri yeterli miktarlarda ve uygun oranlarda içermektedir. Çizelge 1.2’de gösterildiği gibi protein açısından iyi bir kaynak olan tavuk eti, demir ve fosfor bakımından da zengindir ve önemli düzeylerde niasin, riboflavin, tiamin ve askorbik asit ihtiva etmektedir. Kırmızı ete oranla fiyat açısından daha uygun, düşük kalorili ve yağ oranının az oluşu nedeniyle tavuk eti ve ürünleri en fazla tüketilen gıdalar içerisinde yer almaktadır. Farklı hayvanların etlerinin besin değerleri Çizelge 1.3’te verilmiştir (İnal, 1992; Özen, 1989).

Çizelge 1.1’e göre 2007 yılı itibarıyla piliç eti üretimimiz 1012 bin tondur ve Türkiye’de kişi başına yılda yaklaşık 15 kg piliç eti tüketilmektedir. Tavuk eti ve ürünleri, kısa zamanda pişmesi ve hazır tüketime uygun ürün çeşitliliğine sahip olmasına da bağlı olarak halkın büyük çoğunluğu tarafından tüketilmektedir.

Çizelge 1.1 Türkiyedeki farklı türlere ait kanatlı eti ile ilgili istatistiksel değerler (Anonim, 2006)

Yıllar	Piliç Eti Üretimi (ton)	Hindi Eti Üretimi (ton)	Diğer Kanatlı Eti Üretim (ton)	Toplam Kanatlı Eti Üretimi (ton)	Üretim Artışı (%)	İhracat İthalat farkı (ton)	Nüfus (1000)	Kişi Başına Tüketim (kg/yıl)
1990	162.569		54.190	216.759	10.15	-372	56.714	3.82
1991	179.073	0	59.691	238.764	20.74	311	57.835	4.13
1992	216.214	0	72.071	288.285	27.88	612	58.959	4.90
1993	276.501	0	92.167	368.668	-15.55	-937	60.079	6.12
1994	233.510	0	77.837	311.347	34.11	-12.227	61.204	4.89
1995	313.154	2.646	101.739	417.539	32.57	-4.875	62.338	6.62
1996	415.155	3.223	135.162	553.540	11.39	-4.889	63.485	8.64
1997	493.271	2.678	120.640	616.589	0.90	-4.420	64.642	9.47
1998	497.720	9.577	114.853	622.150	5.45	-5.450	65.789	9.37
1999	557.666	18.270	80.142	656.078	14.68	-2.398	66.889	9.77
2000	662.096	23.265	67.021	752.382	-10.50	-1.854	67.896	11.05
2001	592.567	38.991	41.813	673.371	4.73	-12.416	68.838	9.60
2002	620.581	24.582	60.043	705.206	21.01	-6.909	69.770	10.01
2003	768.012	34.078	51.255	853.345	22.51	-9.175	70.692	11.94
2004	940.889	46.248	58.295	1.045.432	3.76	-11.711	71.610	14.44
2005	978.400	53.530	52.850	1.084.780	-4.89	-30.922	72.520	14.53
2006	945.779	45.750	40.250	1.031.779	6.61	-17.832	73.423	13.81
2007**	1.012.000	33.000	55.000	1.100.000		-24.775	70.586	15.23

Çizelge 1.2 Farklı tür etlerde esansiyel amino asit miktarları ve organizmanın günlük gereksinim(g/100g) (Demirci ve Yılmaz, 1996).

	<b>Günlük Gereksinim</b>	<b>Dana Eti</b>	<b>Sığır Eti</b>	<b>Tavuk Eti</b>	<b>Koyun Eti</b>
<b>Fenilalalin</b>	<b>2.2</b>	<b>0.80</b>	<b>0.72</b>	<b>0.81</b>	<b>0.67</b>
<b>İzölösün</b>	<b>1.4</b>	<b>1.04</b>	<b>0.92</b>	<b>1.09</b>	<b>0.85</b>
<b>Lösün</b>	<b>2.2</b>	<b>1.42</b>	<b>1.43</b>	<b>1.49</b>	<b>1.27</b>
<b>Lizin</b>	<b>1.6</b>	<b>1.64</b>	<b>1.53</b>	<b>1.81</b>	<b>1.33</b>
<b>Metionin</b>	<b>2.2</b>	<b>1.45</b>	<b>0.43</b>	<b>0.54</b>	<b>0.39</b>
<b>Treonin</b>	<b>1.0</b>	<b>1.85</b>	<b>0.77</b>	<b>0.88</b>	<b>0.75</b>
<b>Trriptofan</b>	<b>0.5</b>	<b>1.26</b>	<b>0.20</b>	<b>0.28</b>	<b>0.21</b>
<b>Valin</b>	<b>1.6</b>	<b>1.02</b>	<b>0.97</b>	<b>1.01</b>	<b>0.81</b>

Çizelge 1.3 Pişmiş tavuk, hindi ve sığır etinin gıda bileşenlerinin karşılaştırılması (Demirci ve Yılmaz, 1996).

	<b>%Protein</b>	<b>%Yağ</b>	<b>%Su</b>	<b>Enerji k.kal/kg</b>
Hindi				
<b>Göğüs</b>	<b>34.2</b>	<b>7.5</b>	<b>58</b>	<b>2035</b>
<b>Bacak</b>	<b>30.5</b>	<b>11.6</b>	<b>56.5</b>	<b>2262</b>
Tavuk				
<b>Göğüs</b>	<b>31.5</b>	<b>1.3</b>	<b>66</b>	<b>1375</b>
<b>Bacak</b>	<b>25.4</b>	<b>7.3</b>	<b>67</b>	<b>1674</b>
Sığır				
<b>Sağrı</b>	<b>27.0</b>	<b>13.0</b>	<b>59</b>	<b>2323</b>
<b>But</b>	<b>21.0</b>	<b>32.0</b>	<b>46</b>	<b>3771</b>
<b>Hamburger</b>	<b>22.0</b>	<b>30.0</b>	<b>47</b>	<b>3630</b>
Koyun	<b>21-24</b>	<b>28-35</b>	<b>40-50</b>	<b>3910-4750</b>

Yaygın olarak hazırlanan ve fast-food tarzı tüketimin hızla artmasıyla beğeniyle tüketilen köfte çeşitlerinin üretiminde genellikle kırmızı et kullanılmaktadır. Gelişmiş

ülkelerde, kırmızı et tüketimi sürekli düşmekte, buna karşılık beyaz et tüketimi her yıl yaklaşık % 3-4 dolayında artış göstermektedir (Kaya, 1997).

Yumurtadan kesilen yumurtacı tavukların etleri; düşük kaliteli, kaba tekstürlü ve oldukça serttir (İnal, 1992). Bu nedenlerden dolayı taze tüketim açısından elverişli olmayan bu etlerin değişik ürünlere işlenerek değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bu tip tavuk etlerinin farklı et ürünlerinin üretiminde kullanılması, tüketicie değişik tat ve lezzette yeni ürünler sunma imkanı sağlayacağı gibi, ülkemizde yumurta tavukçuluğunun gelişmesi ile giderek artan bu tip tavuk etlerinin değişik bir yöntemle etkin bir şekilde değerlendirilmesi imkanı da sağlanmış olacaktır (Kaya, 1997).

Yumurta veriminden düşen tavuklar üretici tarafından kesimhaneye gönderilmekte ve daha sonrada çok düşük fiyatlara satılmaktadır. Satılmayan tavuk etleri belediyeler aracılığıyla imha edilmektedir. Üretici için ek maliyet ve sıkıntılara neden olan bu tavuk etlerinin farklı ürünlere işlenerek değerlendirilmesi ekonomik değerini de arttıracaktır.

Planlanan bu çalışmada, yumurta veriminden düşmüş, eti içerisinde bağ doku oranı artmış, 100 haftalık yumurtacı tavuk etlerinden yapılacak köftelerin fiziksel, kimyasal, teknolojik ve duyusal özelliklerine, proteolitik bir enzim olan Transglutaminaz ve NaCl'nin etkisinin yanıt yüzey yöntemiyle belirlenmesi ve bu etkilerin matematiksel olarak modellenmesi amaçlanmıştır.

## 2. LİTERATÜR BİLDİRİŞLERİ

İnsan beslenmesinde önemli yere sahip olan et ve et ürünlerinden daha iyi yararlanmak, ürün kalitesini, verimini ve çeşitliğini arttırmak için birçok çalışma yapılmıştır.

Yeterli ve dengeli beslenme için hayvansal kaynaklı proteinlere ve esansiyel bileşenlere gereksinim vardır. Hayvansal kaynaklı proteinin elde edilmesindeki güçlüğü giderebilmek için bu proteinleri kısa sürede üretebilen hayvanların yetiştirilmesi, diğer yandan üretimde verimliliği arttırarak maliyetin düşürülmesine yönelik çalışmalar da hız kazanmaktadır. Kanatlı etleri üretimi bu beklentilere en iyi cevap verebilecek üretim biçimidir (Ergezer, 2005).

Tavuk eti ucuz, sağlıklı ve besleyici bir gıdadır. Direk pişirilerek tüketilebilen tavuk eti farklı ürünlere işlenerek de tüketilebilir. Yüksek protein ve düşük yağ içeriğine sahip olması ve uygun doymamış yağ asidi kompozisyonu sergilemesi, tavuk etinin beslenme değerini arttırmaktadır. Tavukların vücut yağı kırmızı etlerden farklı olarak, kas lifleri arasında dağılmayıp, çoğunlukla deri altında birikmektedir. Bu nedenle tüketim sırasında kolaylıkla uzaklaştırılabilmektedir (Şener ve Temiz, 2004; Turp, 1999).

Tavuk etinin yiyecek olarak hazırlanması ve pazarlanması da kolaydır, bu nedenle özellikle fast-food restoranlarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Daha önceden kırmızı etlerden yararlanılarak hazırlanan sucuk, salam, sosis, burger, döner, köfte ve ızgara gibi birçok ürün günümüzde tavuk eti kullanılarak da üretilmektedir (Şener ve Temiz, 2004).

Kanatlı etlerinden tavuk ve hindi etleri, ileri derecede işlemeye uygun olmaları ve ekonomik olmaları nedeniyle gelecek için önemli bir gıda potansiyeli oluşturmaktadır. Sağlıklı ve besleyici olmalarının yanında, proteinlerinin fonksiyonelliği bakımından emülsifiye et ürünlerinde de kullanımı kabul görmektedir (Kaya ve ark., 1998; Sarıçoban ve Karakaya 2001).

Et ürünleri, üretimlerinde uygulanan teknolojik işlemlerden dolayı, taze ete göre daha az nem, daha fazla protein, yağ, karbonhidrat, mineral madde, vitamin ve değişik katkı maddeleri içermektedir. Tüm dünyada ve ülkemizde en fazla üretilen ve tüketilen et ürünleri sucuk, köfte, salam ve pastırmadır (Akarpat, 2006).

Köfte farklı teknolojik işlemler kullanılmak suretiyle uzun yıllardır üretilen bir et ürünüdür. Özellikle Türk mutfağının vazgeçilmez yemeklerinden olan köfte, son yıllarda et endüstrisinde farklı teknolojilerle farklı hammaddelerden üretilmektedir. Maliyetinin kırmızı ete oranla daha düşük olması nedeniyle tavuk etlerinden çeşitli köfteler yapılmakta ve tüketiciye sunulmaktadır (Akarpat, 2006; Gökoğlu, 1994).

Yapılan çalışmalarda bazı maddelerin köfte hamuruna eklenmesiyle verimin ve bazı istenen özelliklerin artması gözlenirken, bazen de istenmeyen özelliklerle karşılaşmıştır (Akgün, 2006).

Değişik et ürünlerine farklı ülke ve yörelerde pek çok çeşit baharat ilave edilmektedir. İlave edilen baharatın çeşit ve miktarı, üretilen ürünün çeşidine, pazar şartlarına ve ürünün üretildiği bölgeye hatta yöreye göre değişmektedir. Köfte yapımında ana hammadde olarak kıyma kullanılmaktadır. Kıyma üzerine yapılan araştırmaların birçoğu yağ içeriği ile ilgilidir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre, kullanılan kıymaların fazla yağlı olmasının istenmediği belirtilmiştir. Ürünün yağ miktarındaki artışa paralel olarak, köftenin yumuşaklık derecesinin arttığı ve yağ miktarı % 24'e çıktığı zaman bağ dokusu miktarında önemli derecede azalma olduğu gözlenmektedir. Ayrıca fazla yağlı kıymalar pişirme sırasında çok fazla küçüldüğünden, tüketicileri lezzet ve sağlık bakımından olumsuz etkilediği ifade edilmektedir (Cross ve ark., 1980). Yağ oranının aşırı azaltılmasının da duyuşal özellikler üzerinde olumsuz etkiye bulunduğu, ürünün yağı azaltılırken bu hususun dikkate alınması gerektiği ifade edilmektedir (Kurt ve ark., 2001).

Köfteler tüketim isteğine bağlı olarak farklı şekillerde ısıl işleme tabi tutulabilirler. Bunlar kızartma, haşlama, közleme vb. olabilir. Ancak köfteye işlenen kıymaların mikrobiyolojik kaliteleri de göz önüne alınarak uygulanacak ısıl işlemin yeterliliğinin iyi değerlendirilmesi gereklidir (Yanar, 1999).

NaCl (tuz), ilk çağ dönemlerinden beri et ürünlerinin korunması amacıyla en yaygın kullanılan katkı maddelerinden birisidir. Modern et endüstrisinde tuz lezzet vermek veya lezzeti arttırmak, aynı zamanda et ürünlerinde arzu edilen tekstürel özelliklerin sağlanması amacıyla kullanılmaktadır.

Tuz, su bağlama özelliği sayesinde gıda ürünlerinde randımanı olumlu yönde etkileyebilmektedir. Buna bağlı olarak et ürünlerinde su bağlayıcı olarak kullanılabilir (Pietrasik ve Chan, 2001). Et ürünlerinde arzu edilen yapının

oluşması protein konsantrasyonu, su tutma kapasitesi, ingredientler, pH, iyonik kuvvet, sıcaklık derecesi, kas yapısı gibi karakteristiklere bağlıdır. Tüm bunların birleşik etkileri kimyasal yapıyı etkilediği gibi besin değerlerini de etkilemektedir (Aşkın, 2007).

Tuz, ette miyofibriler proteinlerin ekstraksiyonunu sağlayarak et yüzeyinde protein filmi oluşmasına neden olmakta ve bunun neticesinde ürün pişirildiğinde istenen tekstürün elde edilmesini sağlamaktadır. Ekstrakte edilmiş miyofibriler protein miktarı arttıkça aynı zamanda etin su tutma kapasitesi de artmaktadır. Ayrıca tuz ilavesi sayesinde istenmeyen mikroorganizmaların gelişimi engellendiği gibi, ürüne karakteristik aroma da kazandırılmaktadır. Tuzun sağladığı bu yararların yanı sıra sağlık üzerine yaptığı olumsuz etkiler de söz konusudur. Özellikle tuz yoluyla fazla sodyum alınması neticesinde tüketicilerde tansiyon problemi ile karşılaşmaktadır. Yüksek tansiyona karşı diyetdeki tuz miktarının düşürülmesi için araştırmalar yapılmaktadır. Bunun sonucunda et ürünlerinde tuzun kullanımının azaltılması veya yerine alternatiflerin getirilmesi yönünde araştırmalar hızlanmıştır. Alternatif yöntemlerde aranan en önemli özellikler NaCl'nin sağladığı yararları sağlayabilir ve aynı zamanda dezavantajlarını ortadan kaldırılabilmektedir (Aşkın, 2007; Gökalp ve ark., 2004).

Et ürünlerinde kullanılan tuz miktarının azaltılmasına yönelik üç ayrı yaklaşım bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan birincisi ve en fazla kullanılan ürüne tuz ikamesi, özellikle de potasyum klorür (KCl) katılmasıdır. İkinci yaklaşım ise lezzet arttırıcıların kullanılmasıdır. Bu ingredientler tuzlu bir tada sahip olmamasına rağmen tuzla birlikte kullanıldıklarında ürünün tuzluluk tadını güçlendirmektedirler. Bu sayede ürüne daha az tuz katılmış olmaktadır. Üçüncü ve son yaklaşımda ise, tuzun fiziksel formunu optimize ederek tuz tadının daha fazla ortaya çıkması sağlanmakta ve böylece daha az tuz kullanımı mümkün olmaktadır (Angus ve ark., 2005).

Tuz miktarı azaltılan et ürünlerinde tekstürel problemlerin olduğu bilinmekte, bu durum tüketicinin diyet ürünlere olan arzusunu olumsuz yönde etkilemektedir. Buna bağlı olarak diyet ürünlerde meydana gelebilecek kalite problemlerinin giderilmesi elzem bir konu olarak ortaya çıkmaktadır (Aşkın, 2007).

Et ürünlerinde, özellikle emülsifiye ürünlerde emülsifikasyon özelliklerini ve tekstürü geliştirmek için tuz ve fosfat kullanımı oldukça yaygındır (Nielsen ve ark. 1995). Transglutaminazın tuz ve fosfat seviyelerini azaltmak için kullanılabilmesi

bildirilmektedir. Bu katkıların yanı sıra transglutaminazlar, hidrokolloidler ve hayvansal proteinlerle birlikte kullanılarak et ürünlerinin su tutma kapasitesini ve tekstürünü geliştirebilmektedirler. Dolayısıyla az yağlı et ürünlerinin üretilmesinde ortaya çıkan tekstürel problemler transglutaminaz kullanımı ile önemli ölçüde aşılabilmektedir. Son zamanlarda tüketicilerin hayvansal yağ içeriği az olan ürünlere yönelmeleri, ayrıca ekonomik olmaları nedeniyle kümes hayvanları, özellikle de tavuk eti tüketimini önemli ölçüde artırmıştır. Ancak tavuk etinden yapılan sosis gibi bazı ürünlerin önemli bir özelliği olan tekstürleri zayıf karakterlidir. Tavuk etinden yapılan sosislerin jel gücü sığır ve domuz etinden yapılanlara kıyasla daha düşüktür. Bu tür ürünlerin tekstürlerinin geliştirilmesinde fosfatlar gibi katkılardan yararlanılmaktadır (Pietrasik ve Jarmoluk, 2003).

Enzimolojideki gelişmelerle birlikte, proteinlerin fonksiyonel özelliklerini ve besin değerlerini geliştirmek amacıyla enzimatik modifikasyonların kullanılması son yıllarda gıda endüstrisinin önemli girişimleri arasında yer almaktadır. Transglutaminaz, hayvan dokuları, bitkiler ve mikroorganizmalarda bulunabilen, hücre içi çalışan ve glutamil-lisin çapraz bağları ile proteinlerinin polimerizasyonunu teşvik eden bir enzimdir (Kurt ve Zorba, 2004). Transglutaminazlar, elde edilme kaynaklarına göre, hayvan dokuları ve organlarında bulunan yapısal transglutaminaz ve mikrobiyal transglutaminaz olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar. Kan pıhtılaşması, doku yenilenmesi, üst deriye ait keratinizasyon ve eritrosit membranlarının sertleşmesi gibi biyolojik olaylarda görev yapan transglutaminazın, hücre sel büyüme, farklılaşma ve çoğalmada sorumluluğu bulunmaktadır (Motoki ve Seguro, 1998; Turp ve Serdaroğlu, 2003).

Mikrobiyal transglutaminazın iki potansiyel glikozilasyon kısmı bulunmasına rağmen, basit bir protein olduğu düşünülmekte ve geniş bir pH aralığında (4-9) aktivite göstermektedir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda oluşan dipeptid bağının stabil olmasından dolayı, ısı işlem uygulanan bir çok gıdada da kullanımı mümkün görülmektedir. Maksimum aktivitesine yaklaşık olarak 50-60 °C’de ulaşmakla birlikte, tam aktivitesini 50 °C’de 10 dak. göstermektedir. Ancak 70 °C’de birkaç dak. içerisinde aktivitesini yitirebilmektedir (Motoki ve Seguro, 1998; Kurt ve Zorba, 2004).

Kobay karaciğer enzimi içeren transglutaminazların, enzimatik aktivitesinin gerçekleşmesi için  $Ca^{+2}$  gerekmektedir. Bununla birlikte, *Streptococcus*

*mobaraense*'nin bir türünden elde edilen mikrobiyal transglutaminaz,  $Ca^{+2}$ 'den tamamen bağımsızdır. Bu türlü bir özelliğin, gıda proteinlerinin modifikasyonundaki işlevleri önemlidir (Motoki ve Seguro, 1998).

Whitaker (1987), transglutaminazın katalizlediği modifikasyonlarla, daha iyi tekstürlü ürünlerin üretilmesi, gıda proteinlerindeki lizinleri çeşitli kimyasal reaksiyonlardan koruma (ön maillard reaksiyonları, peroksit lipitlerle reaksiyonlar) ve esansiyel amino asitleri içeren farklı gıda proteinlerinin çapraz bağlanması vasıtasıyla daha iyi besin değerinde gıda proteinlerinin üretilebilmesinin sağlanacağını bildirmiştir (Turp ve Serdaroğlu, 2003).

Transglutaminazlar proteinlerin modifikasyonunda 3 önemli reaksiyonu katalizlemektedir. Peptid veya proteine bağlı glutaminin -karboksiamidi ile primer amin arasında açıl transfer reaksiyonunu, protein veya peptidlerin glutamin ve lizin rezidüleri arasında ( -Glu) Lizin çapraz bağının (G-L bağı) oluşumunu, ortamda uygun bir primer amin bulunmaması veya lizinin -amin grubunun belirli ajanlarla bağlanması durumunda suyun kullanımını katalizlerler (Kurt ve Zorba, 2004).

Transglutaminazlar, protein veya peptidler arasında molekül içi ve moleküller arası çapraz bağ oluşumunu katalizleyerek proteinleri modifiye edebilmektedirler. Dolayısıyla yüksek oranda protein içeren gıdaların özelliklerini de önemli derecede iyileştirebilmektedirler (Kurt ve Zorba, 2004).

Transglutaminazlar başta et, tahıl, süt ve su ürünleri olmak üzere geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Bu ürünlerin termal stabiliteyi, jel oluşturma kabiliyetleri, su tutma kapasiteleri, emülsifikasyon özellikleri ve besinsel özelliklerini geliştirebilmektedirler. Ekonomik değeri düşük olan birçok gıdanın özelliklerini geliştirerek, ekonomik değerlerinin artırılmasında da kullanılabilirler. Ayrıca yeni ürünlerin geliştirilmesinde de önemli bir potansiyele sahiptirler (Kurt ve Zorba, 2004).

Ahmed ve ark. (2007), mikrobiyal transglutaminaz (MTGaz) kullanılan tavuk ve sığır eti ile hazırlanmış sosislerde meydana gelen tekstürel değişimleri araştırmışlardır. MTGaz uygulaması her iki et tipinden hazırlanmış sosislerde kırılma kuvvetini önemli miktarda etkilemiş, özellikle bu etki en fazla kırmızı et örneklerinde protein bantlarının yoğunluğunda önemli değişim ortaya çıkarmıştır. MTGaz varlığında oluşan G-L miktarının her iki et tipi için de enzim uygulanmamış olan kontrol grubundan iki kat

daha fazla olduğu belirtilmiş, tavuk ve kırmızı ette de farklı miktarlarda olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar miyofibriler proteinlerin bağlanma yeteneğinin MTGaz ile gúçlü olduğunu, myosin ağır zinciri ile ise en iyi reaksiyonu verdiğini belirtmektedirler. Bu da MTGaz molekúlleri ile MHC arasındaki özgün bir reaksiyondan kaynaklanmaktadır. Bunun sonucu olarak sosis gibi mekaniksel izlemlere tabi tutulan ürünlerde yararlı protein bağları oluşturarak tekstürel özellikleri geliştiren bir enzim olma özelliği kazanmaktadır.

Proteinlere kovalent çapraz bağların ilavesinde, enzimatik yöntemler, kimyasal modifikasyonlara göre araştırmacılar ve tüketiciler tarafından daha fazla tercih edilmektedir. Yapılan bir araştırmada, plazma transglutaminazının, et işlemede ortalama sıcaklık ve pH değerlerinde, myosin ve bazı yaygın olarak kullanılan et dolgu katkıları arasında kovalent çapraz bağlanmayı katalize edebildiği sonucuna varılmıştır. Kovalent bağlar enzim tarafından hem sertlik öncesi hem de sertlik sonrası kas pH'sında oluşabilmektedir. Kazein, enzim için iyi substrat olarak görülmekte ve myosine en yüksek oranda çapraz bağlanmayı göstermektedir. Bunun, kazein ve plazma transglutaminazı için bir in vivo substratı olan fibrinojen arasındaki bazı benzerlikler nedeniyle olabileceği tahmin edilmektedir (Kurth ve Rogers, 1984).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Bu çalışmada hazırlanan köftelerin üretiminde kullanılan materyaller BAY-TAV Tavukçuluk işletmesinden (Van) temin edilmiştir. Hammadde olarak; 100 haftalık (yaklaşık 28 aylık) rigor-mortis evresini tamamlamış yumurtacı tavukların (Hy- Line W36) göğüs ve but etleri, kuzu kuyruk yağı (Van piyasası) ve mısır yağı (Ülker AŞ. İstanbul) kullanılmıştır. Araştırmada transglutaminaz enzimi (ACTIVA, TG-B Ajinomoto, Japonya ), rafine tuz, galeta unu, kırmızıbiber, toz karabiber, kimyon, kekik (Yıldız Gıda, İstanbul), soğan, sarımsak ve maydanoz piyasadan temin edilmiştir. Analitik saflıkta sodyum karbonat (Yıldız Gıda, İstanbul) kullanılmıştır.

#### **3.2. Yöntem**

##### **3.2.1. Materyalin hazırlanması**

Kesimi yapılan aynı yaştaki tavuklar vücutlarından kanın uzaklaşması için aynı süre (yaklaşık 5 dak.) ayaklarından asılmıştır. Daha sonra derisi ve tüyleri uzaklaştırılan tavuklar parçalara ayrılmıştır. Kemiklerinden ayrılıp kuşbaşı halinde doğranan tavuk etlerinin but ve göğüs kısımları birbirinden ayrı olarak yıkanmış, süzölmüş, yaklaşık 500 gr olarak poşetlenmiş ve derin dondurucuda (-18°C) muhafaza edilmiştir. Çalışmanın yapılacağı gün çalışmadan 3 saat önce derin dondurucudan çıkarılmış, buzdolabı sıcaklığında (4 °C) bekletilmiştir. Kullanılacak kuyruk yağı, derin dondurucuda (-18°C) dondurulup çalışma yapılmadan hemen önce çıkarılmış ve kuşbaşı halinde doğranarak tavuk etine karıştırılmıştır.

### 3.2.2. Köfte yapım aşamaları ve yöntemi

Yağ oranları önceden belirlenen kuşbaşı halindeki tavuk eti ve kuyruk yağı (eklenen yağın % 75'i), hesaplanan miktarlarda tartılmıştır. Tartılan et-yag karışımı 3 mm'lik aynadan geçirilerek yağ oranı (mısır yağı ilave edildikten sonra) % 15 olan kıyma hazırlanmıştır. Hazırlanan kıymaya daha önceden tartılıp karışım haline getirilen baharatlar (% 5.0 soğan, % 5.0 galeta unu, % 1.0 maydanoz, % 0.5 kırmızı biber, % 0.5 karbonat, % 1 toz karabiber , % 0.25 kimyon, % 0.5 kekik) ve mısır yağı (eklenen yağın % 25'i) ilave edilmiş, kıyma makinesinden iki kez geçirildikten sonra homojen bir şekilde yoğrularak karışım hazırlanmıştır. Hazırlanan karışım 10 eşit parçaya bölünerek değişken faktörler (NaCl ve transglutaminaz) belirlenen miktarlarda (Çizelge 3.1) ilave edilip köfte hamurları hazırlanmıştır. Farklı oranlarda NaCl ve Transglutaminaz içeren 10 farklı köfte hamuru şekillendirilinceye kadar buzdolabında muhafaza edilmiştir. Şekillendirilmek için düz yapışmaz zemin üzerine iki çita yerleştirilerek köfte hamuru içerisinde hava kalmayacak şekilde merdaneyle yüzeyi düzeltildikten sonra yaklaşık 5 cm çapındaki köfte kalıbıyla şekillendirilmiştir. Şekillendirilen köfteler buzdolabı sıcaklığında 18 saat bekletildikten sonra elektrikli ızgarada (Tefal largo, Türkiye) aynı sıcaklık (yaklaşık 150°C) ve sürede (15 dak.) aynı pişirme tekniği kullanılarak pişirilmiştir.

Çizelge 3.1. Muamele kombinasyonları

Deneme no.	% Transglutaminaz ( $X_1$ )	%NaCl ( $X_2$ )
1	0	0
2	0	2
3	1	0
4	1	2
5	0	1
6	1	1
7	0.5	0
8	0.5	2
9	0.5	1
10	0.5	1

## TAVUK KÖFTE ÜRETİMİ AKIŞ ŞEMASI



Şekil 3.1. Üretim akış şeması

### 3.2.3. Fiziksel-kimyasal analizler

#### 3.2.3.1. pH tayini

Erlen içerisinde 10 g pişmiş köfte tartılmış ve üzerine 100 ml saf su eklenmiştir. Homojenizatörde (İKA-25, Almanya) iyice parçalandıktan sonra uygun tampon çözeltilerle standardize edilmiş pH metrenin (Consort, R735, Belçika) elektrotu kullanılarak, 0.01 hassasiyetle pH değeri belirlenmiştir (Gökalp ve ark., 1999; Yetim, 2002).

#### 3.2.3.2. Protein tayini

Kjeldahl metodu ile 1 g pişmiş köfte örneğinde önce % ham N tayini yapılmış, daha sonra sabit formülde bulunan değer yerine konularak ham protein miktarı bulunmuştur (AOAC, 2000).

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

$V_0$  : Şahit için harcanan HCl (ml)       $N$ : HCl' in normalitesi  
 $V_1$  : Örnek için harcanan HCl (ml)       $F$ : HCl' in faktörü

#### 3.2.3.3. Nem tayini

Köfte örnekleri terazide (Radwag, AS310/C/2, Polonya) tartıldıktan sonra, sabit ağırlığa gelinceye kadar  $105 \pm 1$  °C'de etüvde (Binder, Almanya) kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler desikatörde soğutulduktan sonram tartılarak % su oranı hesaplanmıştır (Gökalp ve ark., 1999; Yetim, 2002) .

$$(M_0 - M_1) \times 100$$

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

$M_0$  : Kurutmadan önceki köfte örneği ağırlığı (g)

$M_1$  : Kurutma işleminden sonraki köfte örneği ağırlığı (g)

### 3.2.3.4. Yağ tayini

Etüvde kurutulup darası alınmış balon jöjeler desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır. Kurutulmuş ve darası belli olan alüminyum kaplar içerisine yaklaşık 5-6 g örnek tartılarak etüvde  $105^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tartıma gelene kadar kurutulup desikatörde bekletilen örnekler timbiller içerisinde ekstraksiyon tüplerine yerleştirilmiştir. Timbiller Soxhlet ekstraksiyon cihazına (Şimşek Labortechnik, Türkiye) yerleştirilip dietileter (Merck) kullanılarak yağ ekstraksiyonu yapılmış, balon jöjedeki ağırlık artışına bağlı olarak % yağ oranı hesaplanmıştır (Gökalp ve ark., 1999).

$$\text{Yağ oranı (\%)} = \frac{(M_i - M_s) \times 100}{M_0}$$

$M_i$  : Ekstraksiyondan sonraki balon jöje ağırlığı (g)

$M_s$  : Ekstraksiyondan önceki balon jöje ağırlığı (g)

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

### 3.2.4. Teknolojik Özellikler

#### 3.2.4.1. Randıman analizi

Pişmiş köfte örneklerinin ağırlıklarının, pişmemiş köfte ağırlığına oranlanmasıyla % randıman hesaplanmıştır.

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

### 3.2.5. 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. Kırılma testlerinde kesme kuvveti (N), kesme enerjisi (J) ve kesme işi (Ns) değerleri ölçülmüştür. Kompresyon testlerinde ise sertlik (N), elastikiyet, yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerleri belirlenmiştir. Her bir tekerrür için iki köftede 2 saykıl okuma yapılarak değerlendirilmiştir (Parlak, 2009).

### 3.2.6. Duyusal analiz

Köfte örnekleri pişirildikten sonra değişken faktörlerin kombinasyonları dikkate alınarak oda sıcaklığında duyusal analize tabi tutulmuştur. Duyusal özellikler 7 bölmeli hedonik skala kullanılarak 10 panelist tarafından görünüm, iç renk ve parlaklık, elastikiyet, sululuk, tat ve aroma, çiğnenebilirlik ve tuz dengesi yönünden incelenmiştir.

### 3.2.7. 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 (% 0.0, 0.5, 1.0), NaCl (% 0.0, 1.0, 2.0) olmak üzere iki faktörün etkisi araştırılmıştır. Her faktörün 3 seviyesinin dikkate alındığı modelde, iki merkez nokta ile birlikte 10 deneme noktası oluşturulmuştur (Çizelge 3.1).

Bu modelde ikinci derece polinomiyal denklem kullanılarak her bir faktör değerlendirilmiştir. Modele ait eşitlik;

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^2 \beta_i X_i + \sum_{i=1}^2 \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ i < j}}^2 \sum_{j=1}^2 \beta_{ij} X_i X_j \quad \text{şeklinde olmuştur.}$$

Burada  $\beta_0, \beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$  sabit ve modelin regresyon katsayısıdır.  $X_i$  ve  $X_j$  bağımsız değişkenlerin seviyeleridir. Transglutaminaz ve NaCl olmak üzere iki değişkenli, ikinci derece bir modelin bu denemeye uyumu yapıp sonuçta lineer, kuadratik ve ikili kombinasyonların interaksiyon etkileri ve önemlilik dereceleri paket program (SAS 6.12) kullanılarak belirlenmiştir. X dizayn matrisi ve Y yanıt vektörüne göre, En Küçük Kareler Eşitliği  $b = (X'X)^{-1} X'Y$  şeklinde olmuştur (Canal, 2008).

## 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 (%)	Su (%)
Tavuk eti	6.02	25.26	2.9	76.56

### 4.2. Fiziksel-Kimyasal Analiz Bulguları

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

#### 4.2.1. pH değeri

Köftelerin pH’sı üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

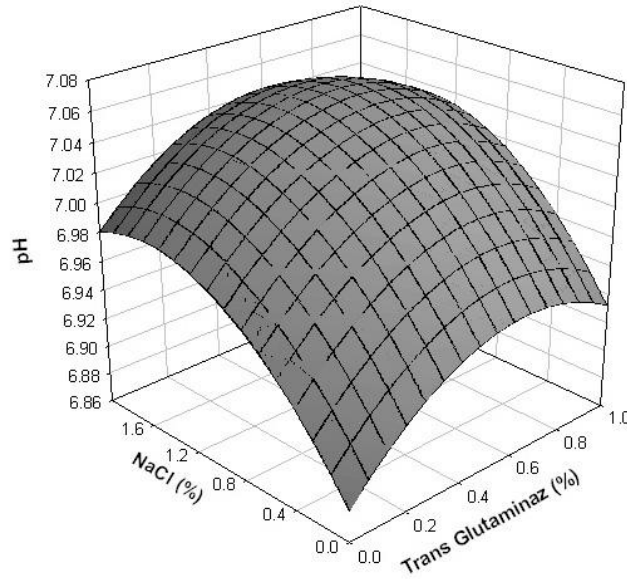
$$Y= 6.968 + 0.046 X_1 + 0.047 X_2 - 0.161 X_1^2 - 0.033 X_1 * X_2 - 0.048 X_2^2$$

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

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

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.011	0.463
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	0.007	0.256
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	0.027	1.081
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.008	0.309
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.002	0.086
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.011	0.434
Uyum eksikliği	3	0.003	0.072
Genel	19		

Çizelge 4.2’de görüldüğü üzere transglutaminaz enzimi ve NaCl’in kullandıkları oranlarda pH üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı (P>0.05) belirlenmiştir.



Şekil 4.1. pH üzerine transglutaminaz enzimi ve NaC'nin etkisi

#### 4.2.2. Protein oranı

Köftelerin protein oranları üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

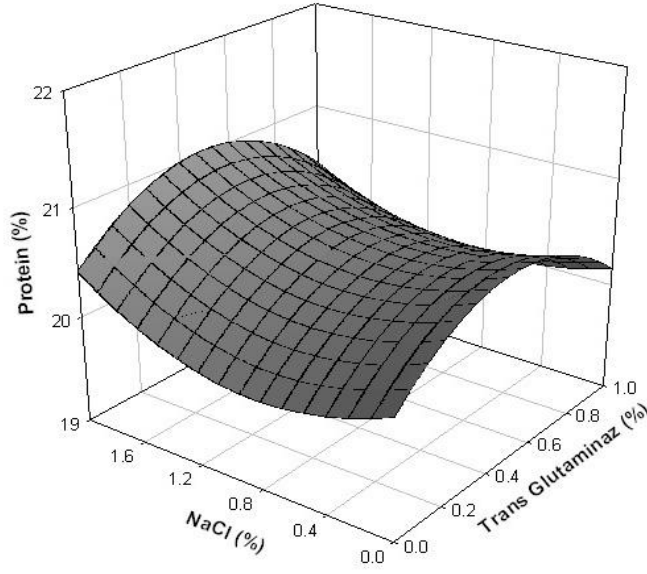
$$Y = 20.308 + 0.055 X_1 - 0.148 X_2 - 2.335 X_1^2 - 0.116 X_1 * X_2 + 0.378 X_2^2$$

olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin protein oranları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin protein oranları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.453	0.625
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	0.010	0.013
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	0.263	0.362
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	1.590	2.191
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.027	0.037
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.665	0.917
Uyum eksikliği	3	0.413	0.509
Genel	19		

Çizelge 4.3'te görüldüğü üzere transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin kullanıldıkları oranların protein oranı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı (P>0.05) belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Protein oranları üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi

#### 4.2.3. Yağ oranı

Köftelerin yağ oranları üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y=13.165 + 2.472 X_1 + 0.245 X_2 + 5.151 X_1^2 + 1.829 X_1 * X_2 + 0.726 X_2^2$$

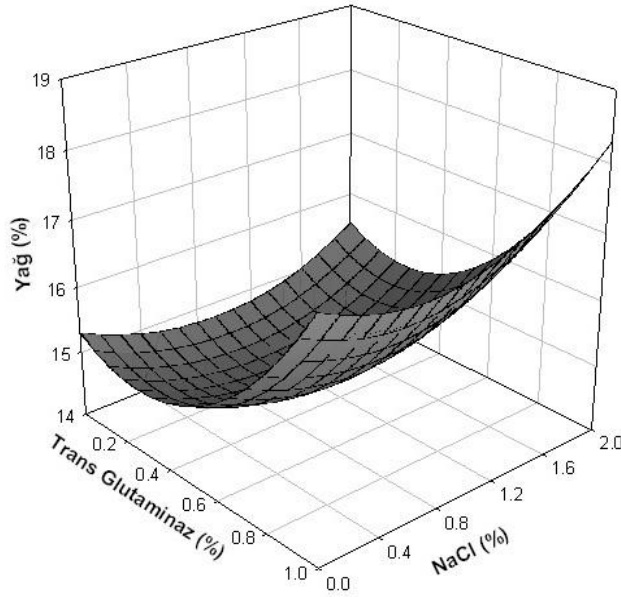
olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin yağ oranları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin yağ oranları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	7.544	2.022
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	18.327	4.912 *
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	0.718	0.192
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	7.738	2.074
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	6.689	1.793
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	2.463	0.660
Uyum eksikliği	3	2.118	0.508
Genel	19		

\*: P<0.05

Tavuk köfte üretiminde yağ oranı üzerine transglutaminaz enziminin lineer etkisinin önemli (P<0.05) olduğu Çizelge 4.4'te görülmektedir.



Şekil 4.3. Yağ oranı üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl' nin etkisi

#### 4.2.4. Su oranı

Köftelerin su oranları üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y= 58.199 + 0.478X_1 - 0.876 X_2 - 1.9 X_1^2 - 0.835 X_1 X_2 - 0.33 X_2^2$$

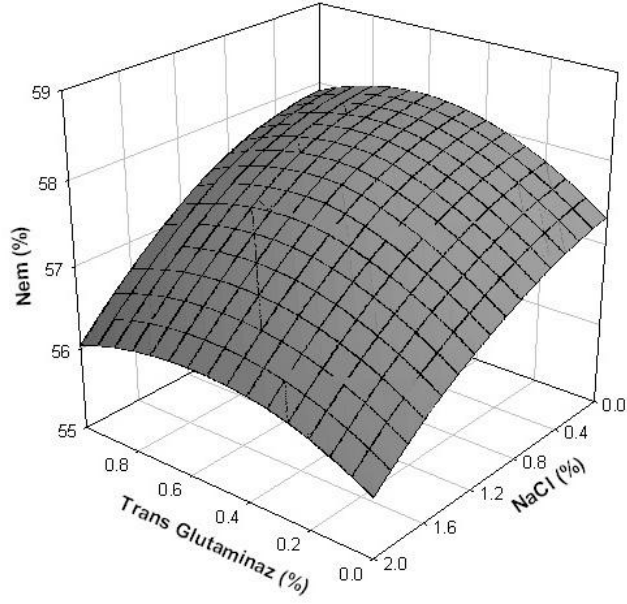
olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin nem oranları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin su oranları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	2.628	3.176 *
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	0.687	0.830
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	9.205	11.122 *
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	1.053	1.272
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	1.394	1.685
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.508	0.614
Uyum eksikliği	3	2.332	5.587 *
Genel	19		

\*: P<0.05

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi NaCl'nin kullanıldığı oranlarda su oranı üzerine lineer etkisinin önemli (P<0.05) olduğu belirlenmiştir. Tuzlar proteinlerin yapısında helikslerin açılmasına, proteinlerin daha fazla su bağlamasına neden olarak su tutma kapasitesini olumlu yönde etkilemektedirler (Gökalp ve ark., 2004; Aşkın, 2007)



Şekil 4.4. Nem üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi

### 4.3. Teknolojik Özellikler

#### 4.3.1. Randıman

Köftelerin randımanı üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

$$Y=89.566 + 0.842 X_1 - 1.900 X_2 - 5.641 X_1^2 - 0.433 X_1 * X_2 - 2.788 X_2^2$$

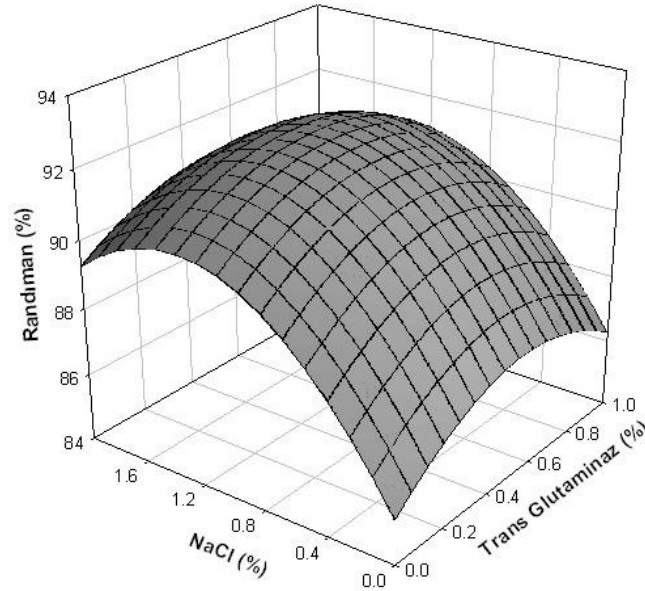
olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin randımanı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin randımanı üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F	
Model	5	19.793	10.033	**
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	2.125	1.077	
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	43.320	21.958	**
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	9.283	4.705	*
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.374	0.190	
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	36.270	18.385	**
Uyum eksikliği	3	5.638	5.793	*
Genel	19			

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

Randıman üzerinde tuz oranının lineer (P<0.01) ve kuadratik (P<0.05) etkisi ile transglutaminazın kuadratik etkisi önemli (P<0.01) bulunmuştur (Çizelge 4.6). % 1.2'ye kadar tuz ve %0.7'ye kadar transglutaminaz kullanımı randımanı artırırken, bu oranların üzerine çıkılması randımanı olumsuz yönde etkilemiştir (Şekil 4.5). Tuzun randımanı arttırmasında Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının suyu bağlamasının etkili olabileceği, transglutaminazın ise daha kuvvetli protein matriksi oluşturmasının etkili olabileceği düşünülmektedir (Kurt ve Zorba, 2004).



Şekil 4.5. Randıman üzerine üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi

#### 4.4. Tekstür Özellikleri

Tekstürel parametrelere ait ortalama değerler Ek 4'te, tekstür analiz parametrelerine ait değerlerin önemlilik dereceleri Ek 5'te, tekstürel parametreler üzerinde faktörlerin etkisi ise Ek 6'da verilmiştir.

##### 4.4.1. Kesme direnci

Köftelerin kesme direnci değerleri üzerinde faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y=42.496 + 1.522 X_1 + 8.624 X_2 - 4.878 X_1^2 + 1.802 X_1 * X_2 - 7.092 X_2^2$$

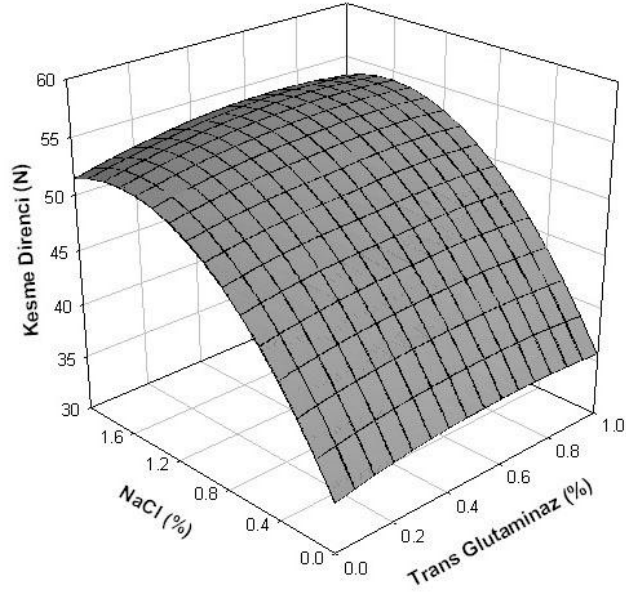
olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin kesme direnci değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7 de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin kesme direnci üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F	
Model	5	233.648	8.502	**
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	6.949	0.253	
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	892.420	32.47	**
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	6.940	0.253	
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	6.494	0.236	
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	234.697	8.540	*
Uyum eksikliği	3	53.542	2.628	
Genel	19			

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

Kesme direnci üzerinde tuzun lineer etkisi çok önemli (P<0.01), kuadratik etkisi önemli (P<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.7). Bu değer üzerinde tuzun %1.6'ya kadar etkili olduğu, bu seviyeden sonra etkili olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Bu etkinin tuzun su bağlamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Gökalp ve ark.,2004).



Şekil 4.6 Kesme Direnci üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi

#### 4.4.2. Kesme işi

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

$$Y=234.358 + 26.571 X_1 + 40.152 X_2 - 27.054 X_1^2 + 10.652 X_1 * X_2 - 34.088 X_2^2$$

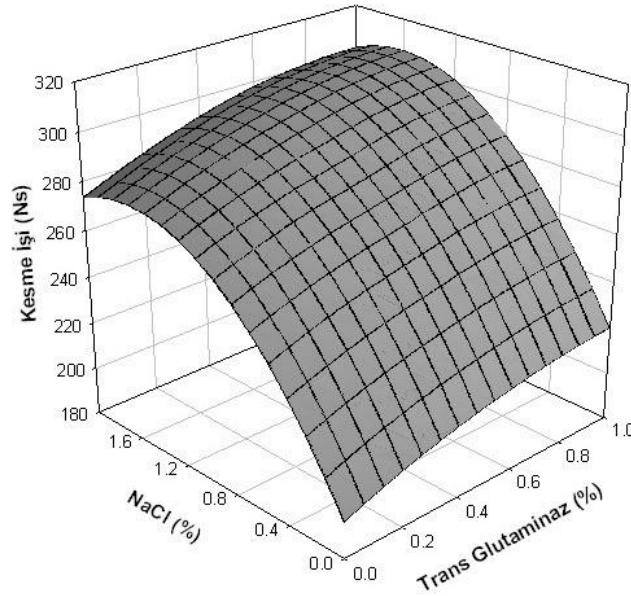
olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin kesme işi değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin kesme işi üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F	
Model	5	5571.480	8.736	**
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	2118.001	3.321	
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	19346.338	30.335	**
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	213.470	0.335	
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	226.936	0.356	
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	5422.736	8.503	*
Uyum eksikliği	3	1302.580	2.854	
Genel	19			

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

Kesme işi üzerinde tuzun lineer etkisi çok önemli (P<0.01), kuadratik etkisi önemli (P<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.8). Bu değer üzerinde de tuzun %1.6'ya kadar etkili olduğu, bu seviyeden sonra etkili olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.7) Bu durum tuzun daha güçlü matriks oluşumuna katkı sağlaması ile açıklanabilir (Gökalp ve ark., 2004).



Şekil 4.7. Kesme işi üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi

#### 4.4.3. Sertlik

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

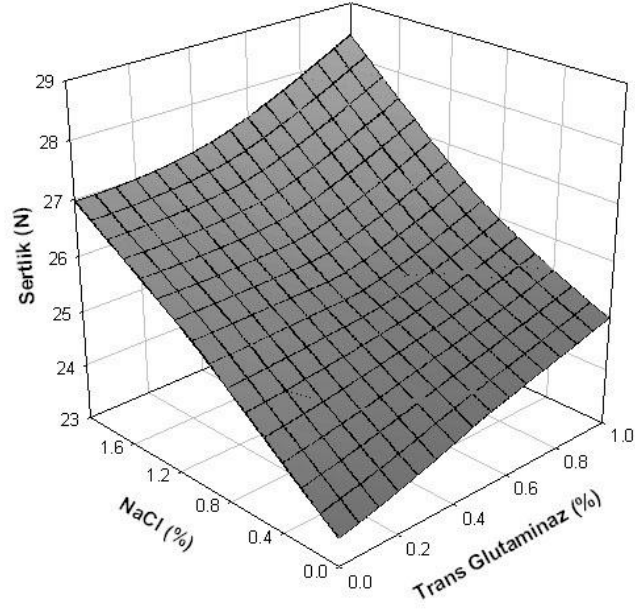
$$Y=23.284 + 1.408 X_1 + 1.709 X_2 + 0.592 X_1^2 - 0.023 X_1 * X_2 + 0.076 X_2^2$$

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

Çizelge 4.9. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin sertlik değeri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	8.229	0.605
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	5.944	0.437
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	35.048	2.576
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.102	0.008
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.001	1.10 <sup>-4</sup>
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.027	0.002
Uyum eksikliği	3	16.454	1.283
Genel	19		

Sertlik üzerine NaCl ve Transglutaminaz enziminin kullanıldıkları oranlarda lineer ve kuadratik etkisi önemsiz (P>0.05) bulunmuştur.



Şekil 4.8. Sertlik üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl' nin etkisi

#### 4.4.4. Elastikiyet

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

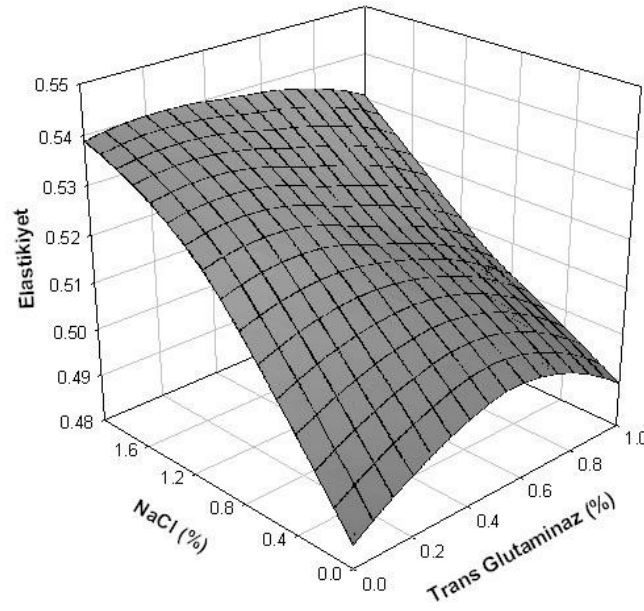
$$Y=0.500 - 0.003 X_1 + 0.023 X_2 - 0.038 X_1^2 - 0.039 X_1 * X_2 - 0.002 X_2^2$$

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

Çizelge 4.10. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin elastikiyet değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.002	0.679
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	2.10 <sup>-5</sup>	0.008
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	0.006	2.177
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	4.10 <sup>-4</sup>	0.143
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.003	1.041
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	3.10 <sup>-5</sup>	0.009
Uyum eksikliği	3	0.007	3.270
Genel	19		

Transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin köfte üretiminde kullanıldıkları oranlarda lineer ve kuadratik etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0.05).



Şekil 4.9 Elastikiyet üzerine transglutaminaz enzime ve NaCl' nin etkisi

#### 4.4.5. Yapışkanlık

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

$$Y=0.818 - 0.011 X_1 + 0.003 X_2 + 0.020 X_1^2 - 0.048 X_1 * X_2 - 0.001 X_2^2$$

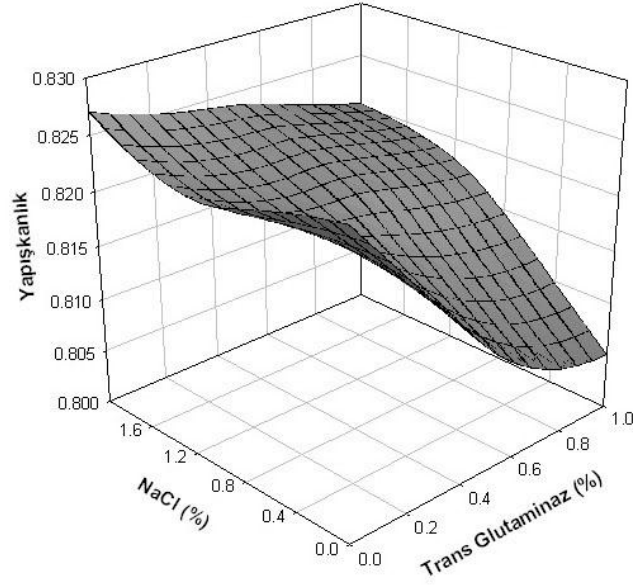
olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin yapışkanlık değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.001	2.158
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	3.10 <sup>-4</sup>	0.802
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	1. 10 <sup>-4</sup>	0.302
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	1. 10 <sup>-4</sup>	0.230
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.005	9.457 **
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	3.10 <sup>-6</sup>	0.006
Uyum eksikliği	3	0.002	15.561 **
Genel	19		

\*\* : P<0.01

Tavuk köfte üretiminde transglutaminaz enzimi ve NaCl’nin interaksiyon etkisi önemli (P<0.05) bulunmuştur. Maksimum yapışkanlık değerine %2 tuz ve %0 transglutaminaz kombinasyonu ile ulaşılmıştır (Şekil 4.10)



Şekil 4.10 Yapışkanlık üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi

#### 4.4.6. Çiğnenebilirlik

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

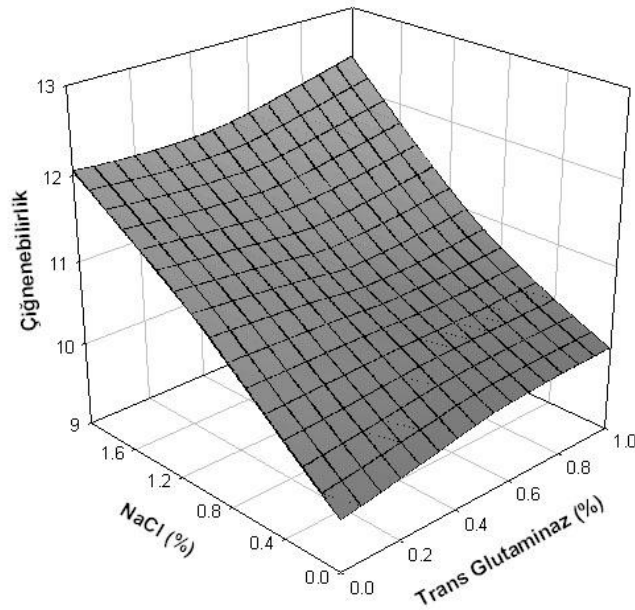
$$Y=9.556 + 0.331 X_1 + 1.192 X_2 + 0.102 X_1^2 - 0.114 X_1 * X_2 + 0.058 X_2^2$$

olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin çiğnenebilirlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin çiğnenebilirlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	3.488	0.670
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	0.329	0.063
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	17.060	3.276
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.003	6.10 <sup>-4</sup>
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.026	0.005
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.016	0.003
Uyum eksikliği	3	7.650	1.684
Genel	19		

Transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin tavuk köftelerinin çiğnenebilirlik değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı ( $P>0.05$ ) saptanmıştır (Çizelge 4.12).



Şekil 4.11. Çiğnenebilirlik üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi

#### 4.5. Duyusal Özellikler

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

#### 4.5.1. Çiğnenebilirlik

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

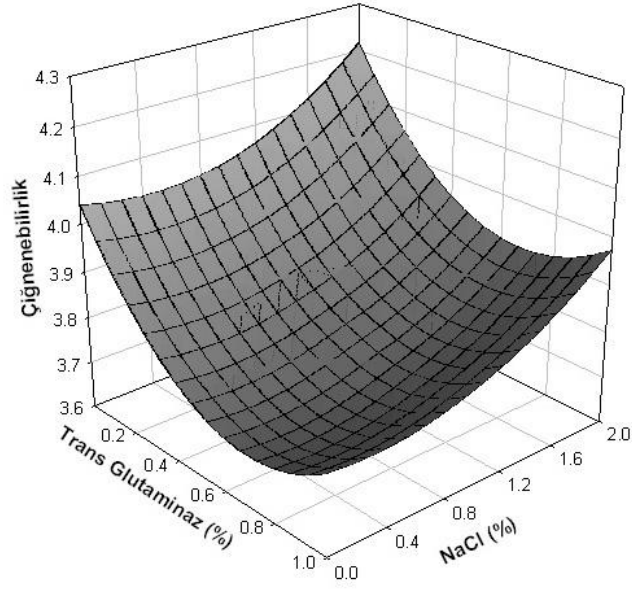
$$Y=3.776 - 0.255 X_1 + 0.095 X_2 + 0.714 X_1^2 + 0.083 X_1 * X_2 + 0.081 X_2^2$$

olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin çiğnenebilirlik değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin çiğnenebilirlik (duyusal) değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.105	1.169
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	0.195	2.167
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	0.108	1.204
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.149	1.658
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.014	0.155
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.031	0.344
Uyum eksikliği	3	0.098	1.111
Genel	19		

Transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin kullanıldıkları oranlarda çiğnenebilirlik üzerindeki etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P>0.05).



Şekil 4.12. Çiğnenebilirlik üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi

#### 4.5.2. Elastikiyet

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

$$Y=3.625 - 0.079 X_1 + 0.337 X_2 + 0.202 X_1^2 - 0.337 X_1 * X_2 - 0.196 X_2^2$$

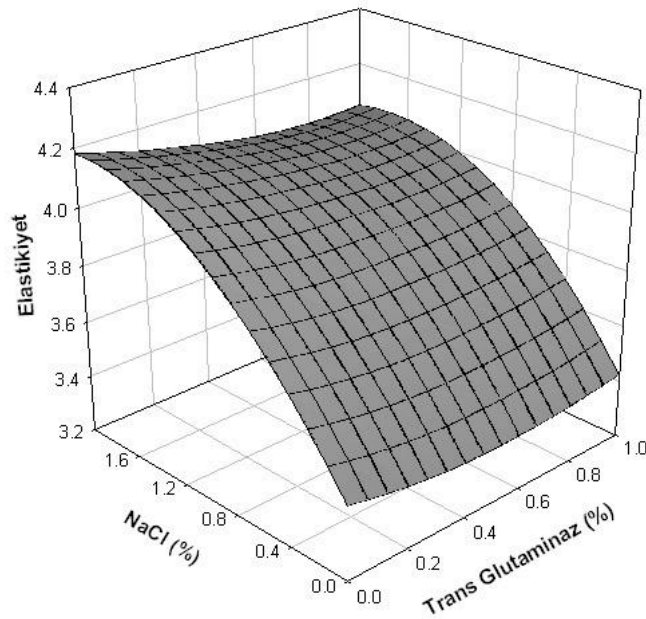
olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin elastikiyet değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin elastikiyet değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.357	3.786 *
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	0.019	0.197
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	1.361	14.417 **
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.012	0.127
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.227	2.403
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.180	1.897
Uyum eksikliği	3	0.045	0.418
Genel	19		

\*: P<0.05

NaCl kullanımının elastikiyet üzerine lineer etkisi çok önemli (P<0.01) bulunmuştur. Tuz eğer et parçaları içerisine nüfuz etmiş ve dağılmış ise gevrekleştirici etkisi olmaktadır. Tuzun gevrekleştirici etkisi ve su tutma özelliğinden dolayı elastikiyeti olumlu etkilediği düşünülmektedir (Gökalp ve ark., 2004).



Şekil 4.13. Elastikiyet üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl' nin etkisi

### 4.5.3. Görünüm

Köftelerin görünümleri üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomial modele ait eşitlik;

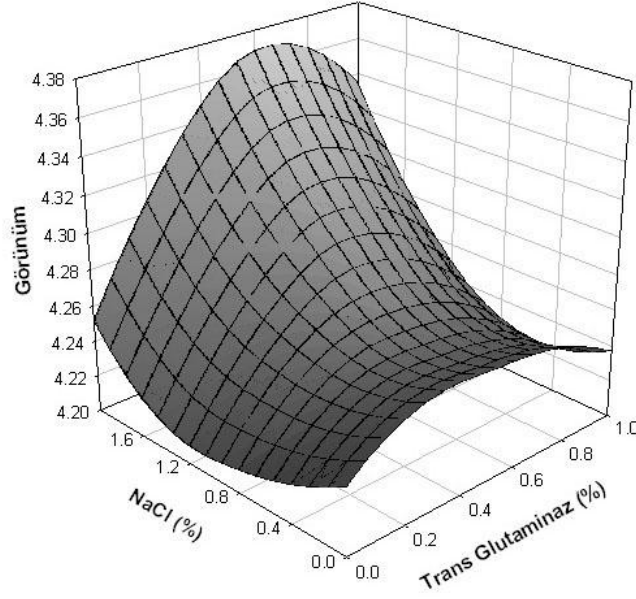
$$Y=4,217 + 0.039 X_1 + 0.031 X_2 - 0.185 X_1^2 + 0.267 X_1 * X_2 + 0.044 X_2^2$$

olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin görünümleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin görünüm değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.035	1.437
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	0.005	0.190
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	0.012	0.479
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.010	0.406
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.143	5.847
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.009	0.372
Uyum eksikliği	3	0.051	2.965
Genel	19		

Transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin köftelerin görünümü üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) bulunmuştur.



Şekil 4.14. Görünüm üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl' nin etkisi

#### 4.5.4. İç renk ve parlaklık

Köftelerin iç renk ve parlaklıkları üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y=3.829 + 0.178 X_1 + 0.142 X_2 - 0.137 X_1^2 - 0.059 X_1 * X_2 - 0.027 X_2^2$$

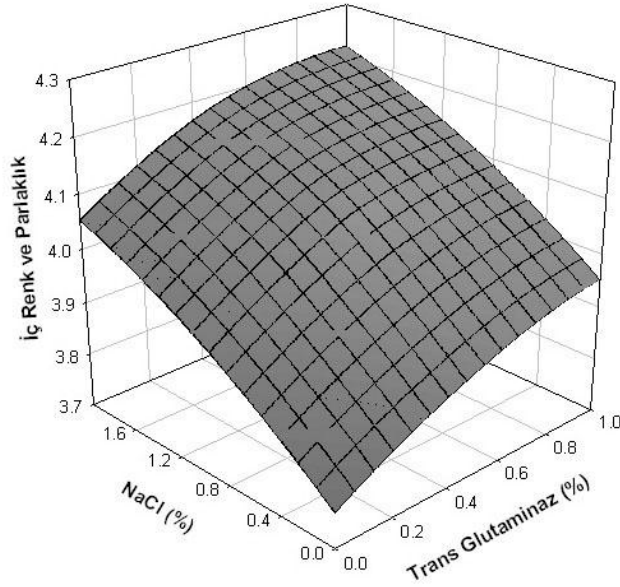
olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin iç renk ve parlaklıkları üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin iç renk ve parlaklık değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.071	2.4457
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	0.095	3.2723
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	0.243	8.3500 *
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.005	0.1877
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.007	0.2393
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.003	0.1193
Uyum eksikliği	3	0.070	3.9377 *
Genel	19		

\*: P<0.05

İç renk ve parlaklık üzerine NaCl kullanımının lineer etkisi önemli (P<0.05) bulunmuştur. Tuz oranı arttıkça iç renk ve parlaklığın da arttığı belirlenmiştir. (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. İç renk ve parlaklık üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl' nin etkisi

#### 4.5.5. Sululuk

Köftelerin sululukları üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y=3.506 - 0.204 X_1 + 0.255 X_2 + 0.397 X_1^2 - 0.056 X_1 * X_2 - 0.061 X_2^2$$

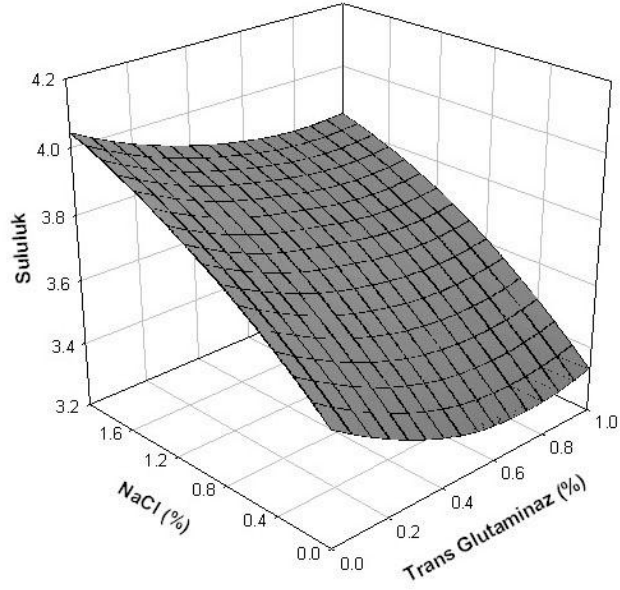
olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin sululukları üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin sululuk değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	0.193	3.180 *
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	0.124	2.054
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	0.778	12.837 *
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.046	0.758
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.006	0.102
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.017	0.282
Uyum eksikliği	3	0.137	3.461
Genel	19		

\*: P<0.05

NaCl'nin sululuk üzerindeki lineer etkisi istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur. NaCl oranı arttıkça sululuğun da lineer olarak arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.16). Sululuk hissindeki artışta NaCl'nin su tutmasının etkili olabileceği düşünülmektedir. Gökalp ve ark. (2004), tuzun proteinlerin yapısındaki helikslerin nispeten açılmasına ve proteinlerin daha fazla su bağlanmasına neden olduğunu bildirmektedir.



Şekil 4.16. Sululuk üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl' nin etkisi

#### 4.5.6. Tat ve aroma

Köftelerin tat-aroma özellikleri üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y=3.140 - 0.174 X_1 + 0.686 X_2 - 0.556 X_1^2 - 0.063 X_1 * X_2 - 0.333 X_2^2$$

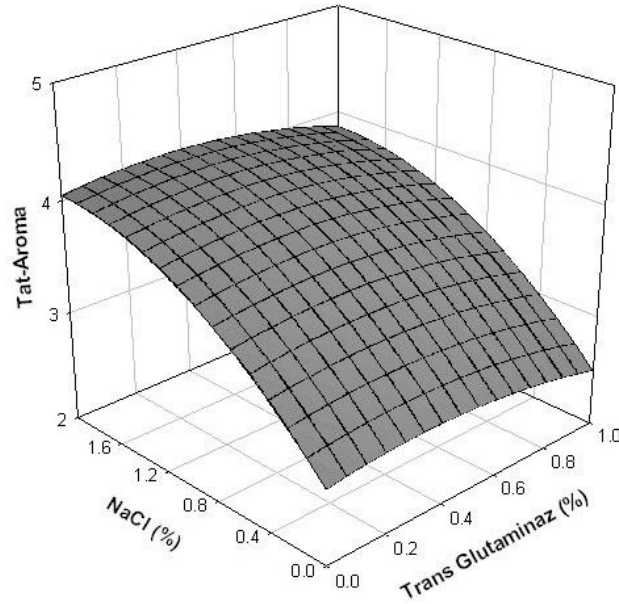
olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin tat-aroma özellikleri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin tat ve aroma değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F	
Model	5	1.290	24.981	**
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	0.090	1.751	
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	5.653	109.448	**
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.090	1.743	
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.008	0.151	
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.519	10.039	**
Uyum eksikliği	3	0.074	1.638	
Genel	19			

\*\* : P<0.01

Tat ve aroma üzerinde NaCl'nin hem lineer hem de kuadratik etkisi istatistiksel olarak çok önemli (P<0.01) bulunmuştur. NaCl'nin %0.8'e kadar lineer olarak, bu seviyeden sonra azalan oranda etkili olduğu, %1.5 tuzdan sonra değişmediği saptanmıştır (Şekil4.17). Araştırma bulgularına göre; transglutaminaz kullanımına gerek olmadan tuz oranının % 1.5 'e düşürülmesinin mümkün olabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.17. Tat ve aroma üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl' nin etkisi

#### 4.5.7. Tuz dengesi

Köftelerin tuz dengesi üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y=2.565 + 0.535 X_1 + 0.682 X_2 + 0.913 X_1^2 - 0.958 X_1 * X_2 - 0.452 X_2^2$$

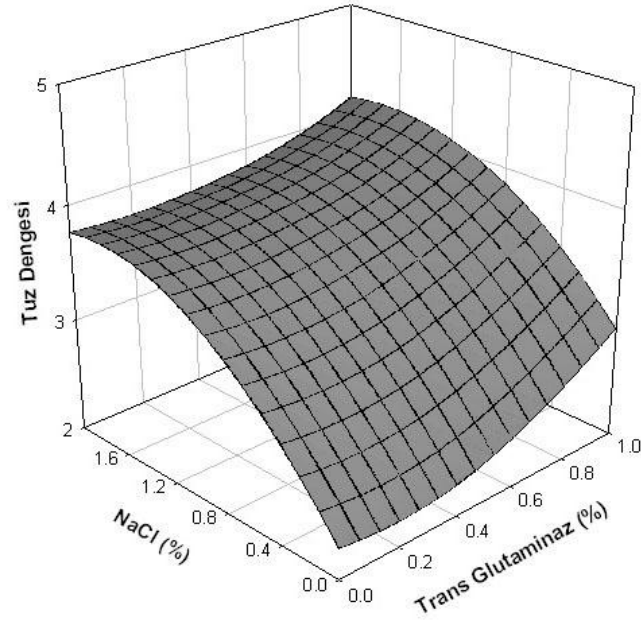
olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin tuz dengesi üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19 Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin tuz dengesi değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F
Model	5	1.868	2.995 *
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	0.858	1.376
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	5.577	8.943 **
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.243	0.390
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	1.837	2.946
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.955	1.532
Uyum eksikliği	3	0.487	0.737
Genel	19		

\*\* : P<0.01

NaCl kullanımını tuz dengesini Şekil 4.18’de görüldüğü gibi olumlu etkilemiştir. Tuz değerini lineer (P<0.01) olarak etkileyen NaCl yemeklik tuz olarak kullanılmaktadır. Tuzun insan üzerindeki olumsuz etkileri düşünüldüğünde , gıda içerisindeki miktarlarının azaltılması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Transglutaminaz enziminin tuz oranını belli bir kullanım miktarından sonra olumlu etkilediği, tuz dengesine olumlu katkı sağladığı, %1 transglutaminaz kullanımı ile tuz dengesinin daha düşük tuz oranlarında yaklaşık %1 civarında sağlanabileceği Şekil 4.18’de görülmektedir.



Şekil 4.18. Tuz dengesi üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl' nin etkisi

#### 4.5.8. Genel beğeni

Köftelerin genel beğenileri üzerine faktörlerin etkisini açıklayan polinomiyal modele ait eşitlik;

$$Y=3.523 + 0.006 X_1 + 0.318 X_2 + 0.193 X_1^2 - 0.144 X_1 * X_2 - 0.135 X_2^2$$

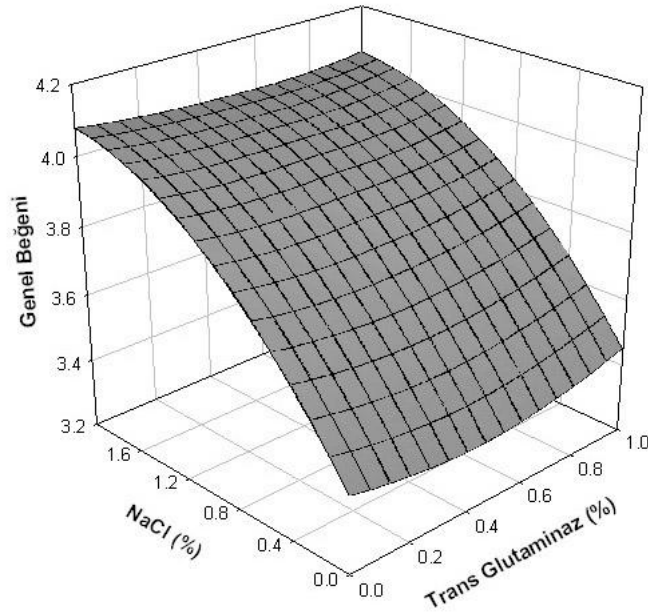
olarak bulunmuştur. Faktörlerin köftelerin genel beğenileri üzerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20' de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Transglutaminaz enzimi ve NaCl ilavesinin köftelerin genel beğeni değerleri üzerindeki etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F	
Model	5	0.269	8.946	**
X <sub>1</sub> (TGaz)	1	1.10 <sup>-4</sup>	0.004	
X <sub>2</sub> (NaCl)	1	1.216	40.415	**
X <sub>1</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.011	0.360	
X <sub>2</sub> *X <sub>1</sub>	1	0.042	1.385	
X <sub>2</sub> *X <sub>2</sub>	1	0.085	2.821	
Uyum eksikliği	3	0.083	5.361	*
Genel	19			

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

NaCl'nin kullanıldığı miktarlarda genel beğeni üzerindeki lineer etkisi istatistiksel olarak çok önemli (P<0.01) bulunmuştur. Şekil 4.19'da da görüldüğü gibi NaCl kullanım miktarı arttıkça genel beğeni artmıştır.



Şekil 4.19. Genel beğeni üzerine transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin etkisi

## 5. SONUÇ

Araştırmada; transglutaminaz ve NaCl kullanılmasıyla oluşturulan varyasyon kaynaklarının, tavuk köftelerin bazı fiziksel-kimyasal, duyuşal ve tekstürel özellikleri üzerindeki etkisi Merkezi Birleşik Desen (Central Composite Design) kullanılarak Yanıt Yüzeyi Yöntemine göre tespit edilmiştir.

Genel olarak kullanılan transglutaminaz enziminin tavuk köftelerin sadece yağ oranları üzerinde istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) etkileri bulunmuştur. Görünüm ve yapışkanlık üzerinde tuzla birlikte interaksiyon etkisi oluşturmuştur.

NaCl'nin kullanım oranlarında kesme işi, kesme direnci, genel beğeni, iç renk ve parlaklık, sululuk, tat ve aroma ve tuz dengesi üzerindeki lineer etkileri çok önemli ( $P<0.01$ ), nem üzerindeki lineer etkisi önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur. Ayrıca NaCl'nin randıman üzerindeki kuadratik etkisi çok önemli ( $P<0.01$ ) bulunurken, kesme işi ve kesme direnci üzerindeki etkisi önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur.

Tüm araştırma bulguları birlikte değerlendirildiğinde; % 0.30 - 0.65 aralığında transglutaminaz, %0.85 - 1.75 aralığında tuz kullanımının köfte özelliklerini olumlu yönde etkilediği, transglutaminaz kullanımı ile birlikte tuz oranının düşürülebileceği söylenebilir.

## KAYNAKLAR

- Ahhmed, A.M., Kawahara, S., Ohta, K., Nakade, K., Soeda, T., Muguruma, M., 2007, *Differentiation in improvements of gel strength in chicken and beef sausages induced by transglutaminase*. Meat Science, 76: s455–462 Japan.
- Akarpat A., 2006, *Dondurularak Muhafaza Edilen Sığır Eti köftelerinin Lipit Oksidasyon ve Renk Stabilitesi Üzerine Bazı Bitkisel Ekstraktların İlavesi* (Yüksek Lisans Tezi basılmamış). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, , Samsun.
- Akgün., A.A., 2006, *Farklı Kaplama Formülasyonları ile Kaplanmış Tavuk Köftelerinin Duyusal, Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Özellikleri* (Yüksek Lisans tezi basılmamış). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Denizli.
- Akdöker Canal, Ö., 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 Tezi basılmamış). YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Altınel, A., 1995. Etlik piliç üretiminin temel ilkeleri ve verimliliğin değerlendirilmesi, *VI. Hayvancılık ve Beslenme Sempozyumu, Tavuk Yetiştiriciliği ve Hastalıkları Bildiriler Kitabı*, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya, s.91-98.
- Angus, F., Phelps, T., Clegg, S., Narain, C. den Ridder, C., Kilcast, D., 2005. Salt in processed foods: collaborative research project. *Leatherhead Food International*,
- Anonim, 2006. *Kanatlı Bilgileri Yıllığı*, BESD-BİR Raporu Yayın No:7, Ankara 210s
- 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 Döneri Üretiminde Transglutaminaz Enziminin Kullanım İmkanlarının Araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi basılmış). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Cross, H.R., Berry, B.W., Wells, L.H. 1980. Effects of fat level and source on the chemical, sensory and cooking properties of ground beef patties. *Journal of Food Science*, 45(4): 791-793.

- Ergezer, H. 2005. *Değişik Yöntemlerle Marine Edilmiş Kanatlı Etlerinin Kimyasal, Mikrobiyolojik, Tekstürel ve Duyusal Özellikleri* (Yüksek Lisans Tezi basılmamış). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, , Denizli
- Demirci, M., Yılmaz, İ., 1996. Tavuk eti ve genel özellikleri. *Gıda Sanayii*. Sayı:43; s24-26.
- Gögüs, A.K., 1986. *Et Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:991, Ankara.
- Gökalp, H. Y. , Kaya, M., Zorba, Ö., 2004. *Et Ürünleri İşleme Mühendisliği*. Beşinci baskı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 70, Erzurum. 468s.
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., Tülek, Y., Zorba, Ö., 1999. *Et ve Ürünlerinde Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu*. (3. Baskı). AÜ, Ziraat Fak.,Yay. No: 751, Erzurum. 320s.
- Gökoğlu, N., 1994. Balık köftesinin soğukta depolanması. *Gıda*, 19 (3): s217-220.
- İnal, T. 1992., Hayvansal gıdaların sağlık kontrolü. *Besin Hijyeni*, Final Ofset A.S., s1-30 .
- Kaya, S., 1997. *Yaşlı Yumurta Tavuk Karkaslarının Değişik Etlerinin Taze ve Dondurarak Depolandıktan Sonra Farklı Tuz ve Fosfat İlavesi ile Oluşturulan Emülsiyonların Çeşitli Özellikleri* (Yüksek Lisans Tezi basılmamış). Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Denizli.
- Kaya, S., Gökçe R., Gökalp H.Y., 1998. Farklı tuz ve fosfat seviyelerinin yumurtacı tavuk etlerinin emülsiyon özellikleri üzerine etkisi, *Gıda Mühendisliği Kongre ve Sergisi*, 16-18 Eylül 1998, Gaziantep s207-217.
- Kurt, Ş., Zorba, Ö., 2004. Transglutaminazların bazı gıdaların özellikleri üzerindeki etkileri. *Bilimsel Gıda*, 2: s8-11
- Kurth L. ve Rogers P.J., 1984. Transglutaminase catalyzed cross-linking of myosin,ı soya protein, casein and gluten. *Journal of Food Science*, 49, s 573 576.
- Matheis, G., Whitaker J. R., 1987. A Review; Enzymatic cross-linking of proteins applicable to foods. *Journal of Food Biochemistry*, s 309-327.
- Motoki, M. and Seguro, K., 1998. Transglutaminase and its use for food processing. *Trends in Food Science & Technology*, 9 s 204-210.

- Nielsen G.S, Petersen, B.R., Moller, A.J.,1995. Impact of salt, phosphate and temperature on the effect of a transglutaminase (F XIIIa) on the texture of restructured meat. *Meat Science*, 41(3), 293-299 .
- Özen N., 1989. *Tavukçuluk Yetiştirme, Islah, Beslenme Hastalıklar, Et ve Yumurta Teknoloji*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No: 48, Samsun
- Öztan, A., 2003. *Et Bilimi ve Teknolojisi* (4. Baskı). TMMOB Yayınları Kitaplar Serisi, Yay. No: 1, Ankara.
- Parlak, Ö., 2009. *Yumurta Sarısı ve Sodyum Karbonatın Köftelerin Çeşitli Fiziksel, Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri Üzerindeki Etkisinin Yüzey Yanıt Yöntemi ile Modellenmesi* (Yüksek Lisans Tezi basılmamış). YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Pietrasik Z., Chan L., 2001. Response surface methodology study on the effects of salt, microbial transglutaminase and heating temperature on pork batter gel properties. *Food Research International* ,35 (2002) s 387–396 Canada.
- Pietrasik Z., Jarmoluk, A., 2003. Effect of sodium caseinate and K-carrageenan on binding and textural properties of pork muscle gels enhanced by microbial transglutaminase addition. *Food Research International*, 36,285-294 Canada.
- Sarıçoban, C., Karakaya M., 2001. Sığır etine farklı oranlarda karıştırılan yumurta tavuğu etinin Türk tipi sucuk üretiminde kullanabilme olanakları üzerine bir araştırma. *Gıda*, 26 (2): s109-103
- Şener, A. ve Temiz A. 2004. Tavuk kesimhane ve işletmelerinde kullanılan ticari dezenfektanlar ve etkinlikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, Cilt: 02 Sayı: 10 Sayfa: s1-28
- Turp Yıldız G., 1999. *Tavuk Köftelerinde Askorbik Asit, α-tokoferol Askorbik asit ve Biberiye Ekstraktı Kullanımının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi* (Yüksek lisans tezi basılmış). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi İzmir.
- Turp Yıldız G. ve Serdaroğlu, M., 2003. Gıda işlemede trasglutaminaz kullanımı. *Gıda*. (28) 2: s209-215
- Yanar Y., 1999. *Sazan Etinin Balık Köftesi Olarak Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi basılmış). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adana.

Yetim, H., 2002. ***Gıda Analizleri***. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Yayınları  
Yayın No: 227, Erzurum.

## EKLER

### Ek 1.

Fiziksel-kimyasal ve teknolojik analizlere ait ortalama değerler

X1: Transglutaminaz enzimi (%)

Köfte No	X1	X2	Randıman kaybı(%)	Su(%)	Yağ(%)	Protein(%)	pH(%)
1	0	0	15.14	57.29	15.94	20.36	6.87
2	0	2	14.90	56.80	15.02	20.66	7.00
3	1	0	11.73	58.11	17.02	20.11	6.93
4	1	2	12.68	55.95	19.76	20.18	7.06
5	0	1	14.20	55.79	14.59	19.36	6.97
6	1	1	13.30	57.25	16.19	20.25	7.06
7	0.5	0	10.29	57.96	15.00	20.51	6.97
8	0.5	2	10.26	55.37	14.65	21.03	7.05
9	0.5	1	9.17	57.82	15.31	20.06	6.93
10	0.5	1	8.70	58.43	15.07	21.10	7.13

X2: NaCl (%)

### Ek 2.

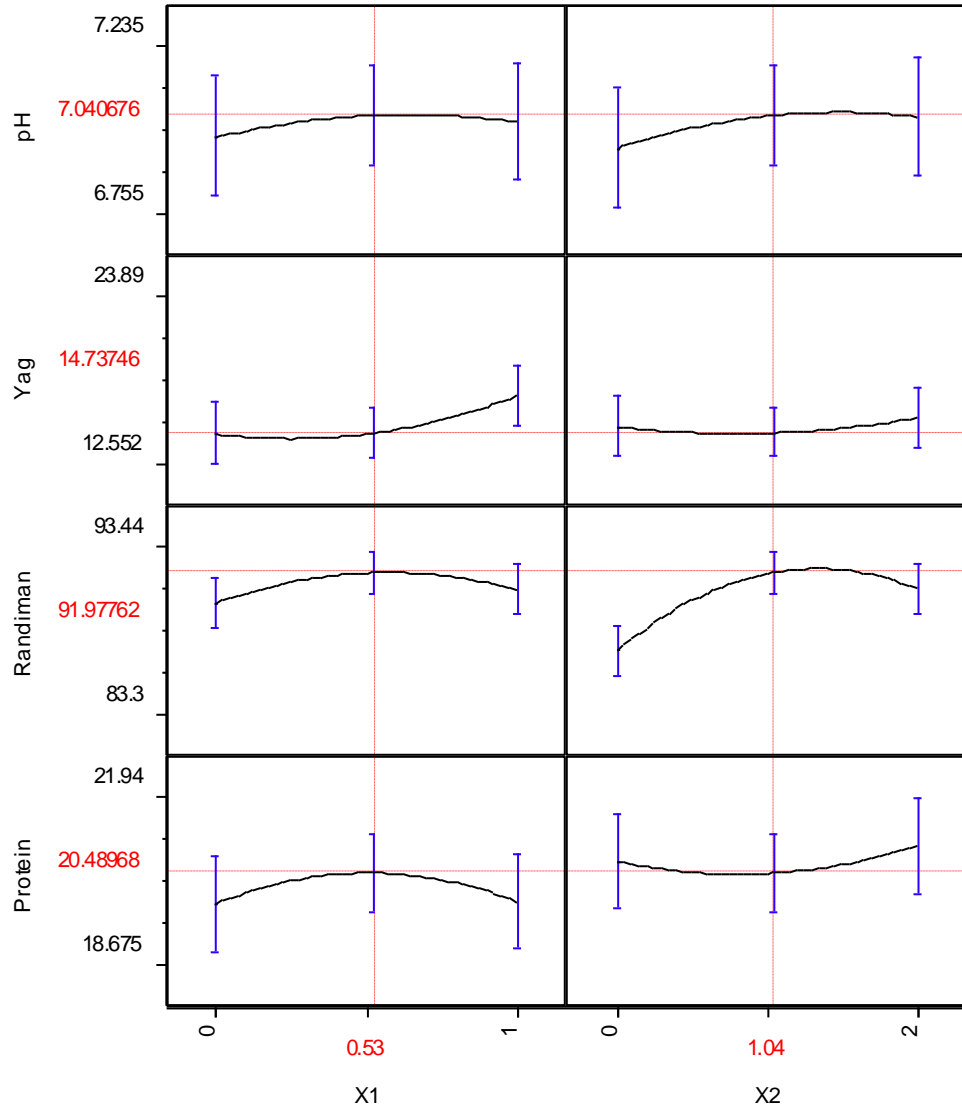
Fiziksel-kimyasal ve teknolojik analiz değerlerine ait önemlilik dereceleri

Faktörler	pH	Protein	Randıman	Nem	Yağ
Transglutaminaz	0.6207	0.9125	0.3169	0.3779	*
NaCl	0.3161	0.5571		*	0.6676
Transglutaminaz - Transglutaminaz	0.5872	0.1609	*	0.2783	0.1718
Transglutaminaz – NaCl	0.7738	0.8497	0.6699	0.2153	0.2019
NaCl-NaCl	0.5206	0.3546	**	0.4463	0.4301

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

### EK 3.

Fiziksel-kimyasal ve teknolojik parametreler üzerinde faktörlerin etkisi



#### Ek 4

Tekstürel analizlere ait ortalama değerler

Faktörler	Kesme direnci	Kesme işi	Sertlik	Elastikiyet	Yapışkanlık	Çiğnenebilirlik
Transglutaminaz	34.042	195.200	21.313	0.425	0.870	8.082
NaCl	48.343	257.278	26.220	0.541	0.812	11.565
Transglutaminaz – Transglutaminaz	33.691	210.019	24.540	0.503	0.788	9.892
Transglutaminaz – NaCl	51.596	293.402	29.401	0.541	0.826	13.147
NaCl-NaCl	53.132	282.586	28.043	0.572	0.796	12.791

**Ek 5.**

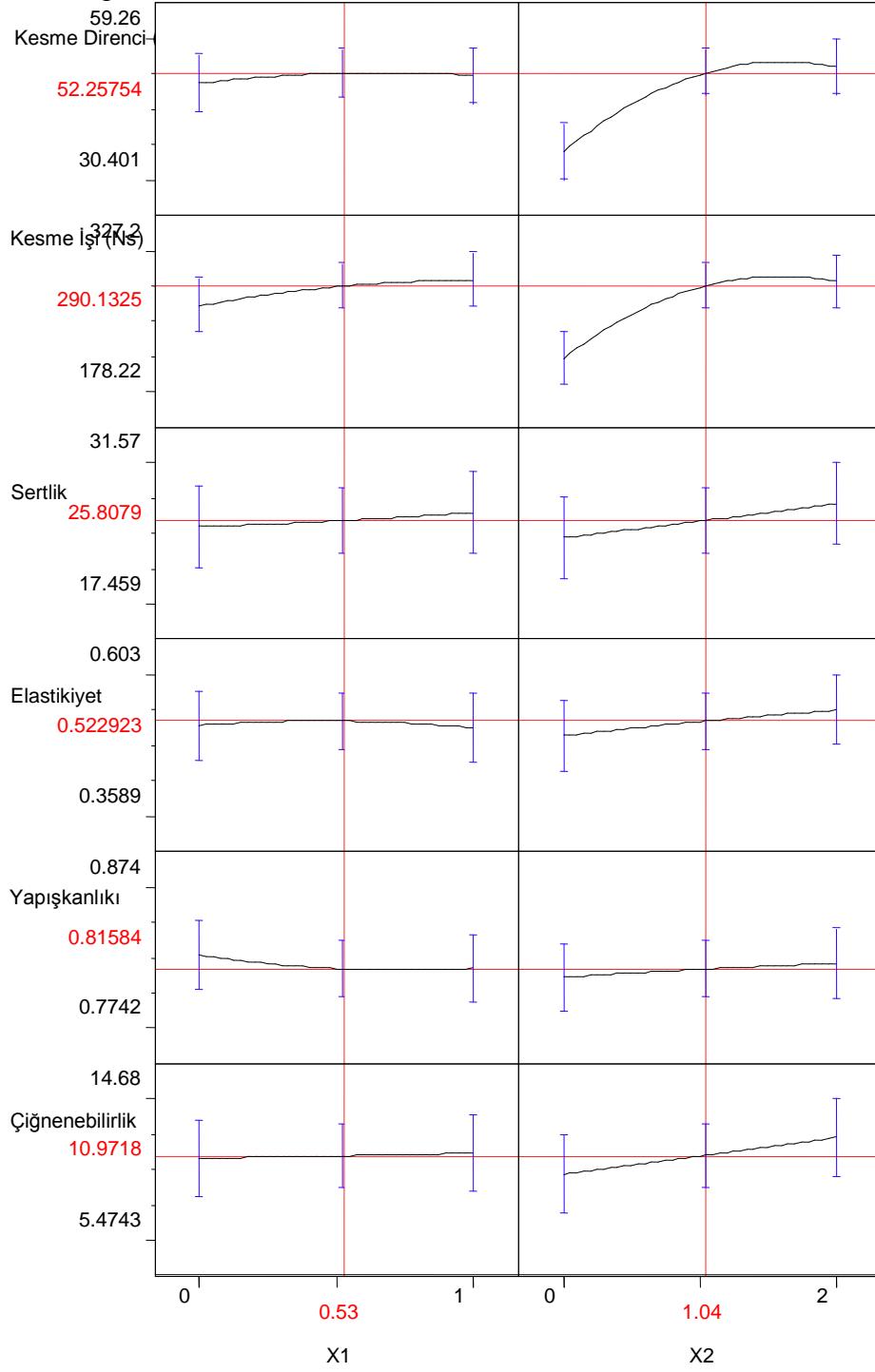
Tekstür analiz parametrelerine ait değerlerin önemlilik dereceleri

Faktörler	Kesme direnci	Kesme işi	Sertlik	Elastikiyet	Yapışkanlık	Çiğnenebilirlik
Transglutaminaz	0.6229	0.0898	0.5194	0.9281	0.3856	0.8052
NaCl	**	**	0.1308	0.1622	0.5915	0.0918
Transglutaminaz – Transglutaminaz	0.6231	0.5721	0.9321	0.7113	0.6390	0.9811
Transglutaminaz – NaCl	0.6344	0.5604	0.9932	0.3250	**	0.9447
NaCl-NaCl	*	*	0.9651	0.9253	0.9403	0.9566

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

## Ek 6.

### Tekstür parametreleri üzerinde faktörlerin etkisi



**Ek 7**

Duyusal parametrelere ait ortalama değerler

Köfte No	X1	X2	Görünüm	İç renk ve parlaklık	Elastikiyet	Sululuk	Çiğnenebilirlik	Tat ve aroma	Tuz dengesi	Genel beğeni
1	0	0	4.4	3.8	3.4	3.7	4.1	2.7	2	3.4
2	0	2	4	4.1	4.4	4	4.3	4.1	4	4.1
3	1	0	4.2	4	3.5	3.4	3.7	2.5	2	3.3
4	1	2	4.4	4.2	3.8	3.8	4	3.8	3.7	3.9
5	0	1	4.2	3.8	3.8	3.6	3.8	3.5	3.4	3.7
6	1	1	4.1	4	3.9	3.5	3.7	3.4	3.6	3.7
7	0.5	0	4.1	3.7	3.2	3	3.5	2.5	1.8	3.1
8	0.5	2	4.4	4.1	4	3.8	3.7	4	3.9	3.9
9	0.5	1	4.1	4.2	4	3.8	4	3.7	3.6	3.9
10	0.5	1	4.3	4.1	4	3.8	3.7	4	3.8	3.9

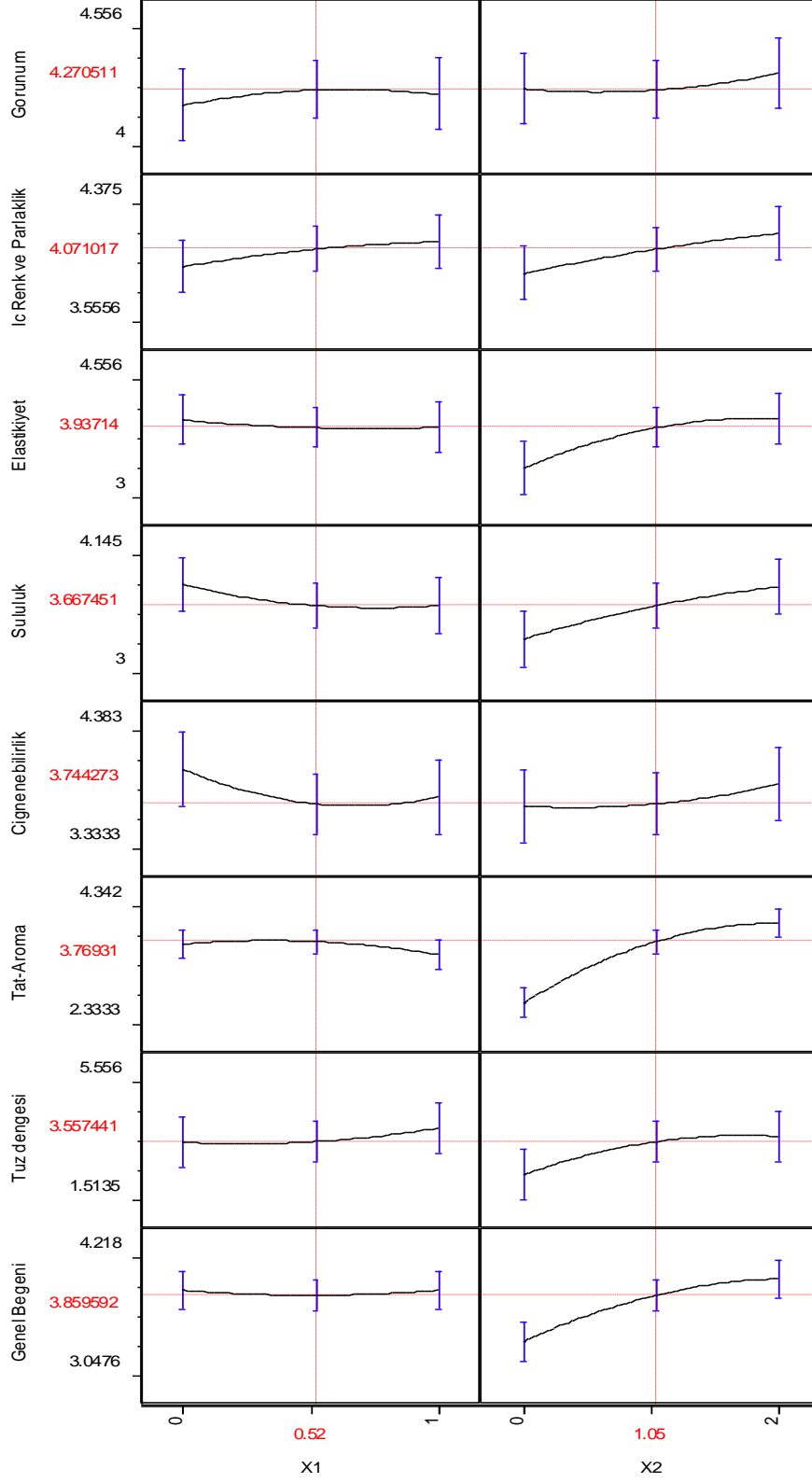
**Ek 8** Duyusal analiz parametrelerine ait değerlerin önemlilik dereceleri

Faktörler	Elastikiyet	Genel beğeni	İç renk ve parlaklık	Görünüm	Çiğnenebilirlik	Sululuk	Tat-aroma	Tuz Dengesi
Transglutaminaz	0.6641	0.9534	0.0920	0.6696	0.1632	0.1738	0.2070	0.2604
NaCl	**	**	**	0.5001	0.2911	**	**	**
Transglutaminaz + Transglutaminaz	0.7274	0.5580	0.6714	0.5342	0.2188	0.3987	0.2079	0.5425
Transglutaminaz + NaCl	0.1434	0.2588	0.6323	*	0.7000	0.7543	0.7032	0.1082
NaCl-NaCl	0.1900	0.1152	0.7350	0.5517	0.5669	0.6037	0.0068	0.2362

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

## Ek9

### Duyusal parametreler üzerinde faktörlerin etkisi



## Ek 10

Transglutaminaz ilavesiyle etkilenen parametreler ve nasıl etkilendikleri

Transglutaminaz ilavesiyle etkilenen parametre	% (0-0.53) grafik aralığında Transglutaminaz ilavesiyle grafiksel olarak nasıl etkilediği	% (0.53-1.04) grafik aralığında Transglutaminaz ilavesiyle grafiksel olarak nasıl etkilediği
Yağ	Önce etkilemiyor	* sonra artıyor

\*: P<0.05

## Ek 11

NaCl ilavesiyle etkilenen parametreler ve nasıl etkilendikleri

NaCl ilavesiyle etkilenen parametre	% (0-1.04) grafik aralığında NaCl ilavesiyle grafiksel olarak nasıl etkilediği	% (1.04-2.0) grafik aralığında NaCl ilavesiyle grafiksel olarak nasıl etkilediği
Elastikiyet (duyusal)	*artıyor	*önce artıyor sonra sabit kalıyor
İç Renk ve Parlaklık	*artıyor	*artıyor
Sululuk	*artıyor	*artıyor
Tat ve Aroma	**artıyor	*artıyor
Tuz dengesi	**artıyor	*önce artıyor sonra sabit kalıyor
Genel Beğeni	**artıyor	*artıyor
Kesme İşi	** artıyor	**Biraz arttıktan sonra sabit kalıyor
Kesme Direnci	** artıyor	**Biraz arttıktan sonra sabit kalıyor
Randıman	** artıyor	**önce sabit kalıyor sonra azalıyor
Su Oranı	*	

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

## ÖZGEÇMİŞ

01.01.1987 yılında Vanda doğdu. 2003-2004 eğitim yılında girdiği Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünü 2006-2007 eğitim yılında bitirdi. Ağustos 2007'den itibaren Vanda Bay-Tav Tavukçuluk Yumurta Üretim Tesisinde Paketleme Sevkiyat Sorumlusu, Mart 2010 tarihinde ek olarak Baytar Tavukçuluk Kanatlı Eti Parçalama ünitesinin Sorumlu Yöneticiliğini yapmaktadır.

