

**TRANSGLUTAMİNAZ İLAVE EDİLEREK
ÜRETİLEN PİLİÇ BURGERLERİN KALİTE
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA**

HARUN URAN

**Doktora Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. İsmail YILMAZ
2013**

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

TRANSGLUTAMİNAZ İLAVE EDİLEREK ÜRETİLEN PİLİÇ
BURGERLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE
BİR ARAŞTIRMA

Harun URAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. İSMAİL YILMAZ

TEKİRDAĞ-2013

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. İsmail YILMAZ danışmanlığında, Harun URAN tarafından hazırlanan “Transglutaminaz İlave Edilerek Üretilen Piliç Burgerlerin Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ *İmza:*

Üye: Prof. Dr. Harun AKSU *İmza:*

Üye: Prof. Dr. Şefik KURULTAY *İmza:*

Üye: Doç. Dr. İsmail YILMAZ *İmza:*

Üye: Yrd. Doç. Dr. Levent COŞKUNTUNA *İmza:*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

TRANSGLUTAMİNAZ İLAVE EDİLEREK ÜRETİLEN PİLİÇ BURGERLERİN KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Harun URAN

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. İsmail YILMAZ

Transglutaminazlar, peptidler veya proteinler arasında çapraz bağ oluşumunu katalizleyen enzimlerdir. Geniş bir pH ve sıcaklık aralığında aktivite göstermeleri nedeniyle birçok gıdada kullanılabilmektedirler. Amino asitler veya peptidler arasında izopeptid bağlarını katalizleyerek molekül içi ve moleküller arası çapraz bağlar oluşturup, proteinlerin fonksiyonel özelliklerini geliştirmektedirler. Proteinlerin termal stabiliteyi, jel oluşturma kabiliyetleri, su tutma kapasiteleri, emülsifikasyon özellikleri ve besinsel özellikleri üzerinde önemli rol oynayabilmektedirler. Son yıllarda transglutaminaz ilavesiyle üretilen birçok ürün mevcut olmakla birlikte, özellikle et ürünlerinin üretiminde daha fazla kullanıldığı görülmektedir. Bağlayıcı özelliklerinden dolayı çeşitli et ürünlerinin kullanımında tercih edilmektedirler. Bu noktadan hareketle araştırmamızda ülkemizde artan bir tüketim potansiyeline sahip tavuk eti kullanımı ve ürün çeşitliliği adına da burger üretimi tercih edilmiştir. Araştırmamızda esas konuyu oluşturan transglutaminaz enzimi ilavesi ve diğer katkı maddelerinin eklenmesiyle piliç burger üretilmiştir. Enzim 5 farklı konsantrasyonda katılmış (% 0.2, % 0.4, % 0.6, % 0.8 ve % 1) ve burger üretiminde uygulanan diğer işlemler sırası ile izlenmiştir. Ürün oluşturulduktan sonra bir müddet soğukta bekletilmesinin ardından analizlere geçilmiş ve çeşitli özellikleri bakımından incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre enzim katkısı, ürün gruplarının besin öğelerinde (kül, yağ, protein) değişime neden olmamıştır ($P>0.05$). Yine enzim miktarının arttığı gruplarda pişirme kaybında önemli oranda azalma ($P<0.05$) ve tekstür değerlerinde de önemli ölçüde artış ($P<0.01$) saptanmıştır.

Duyusal analiz sonuçlarına göre örnekler arasında fark olmadığı ($P>0.05$) gözlenmiştir. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri ise, tekstür değerlerindeki artışı desteklemiş, örneklerde enzim miktarındaki artışın çapraz bağlanmaları arttırdığı gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Transglutaminaz, piliç burger, kimyasal ve duyusal kalite

2013, 71 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

A RESEARCH ON THE DETERMINATION OF QUALITY CHARACTERISTICS OF CHICKEN BURGERS PRODUCED BY THE ADDITION OF TRANSGLUTAMINASE

Harun URAN

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. İsmail YILMAZ

Transglutaminases are enzyme capable of catalyzing cross-links between peptides or proteins. They are widely used in many foods, because of their activity in a wide range of pH and temperature. They catalyze inter- or intramolecular cross-linking through the formation of isopeptide bonds between amino acids or peptides to improve functional properties of proteins. They play an important role in heat stability, gel-formation capability, water-holding capacity, emulsification and nutritional properties of proteins. Although there are many products produced by the addition of transglutaminase in recent years, especially in the production of meat products were used more. They are preferred in the use of a variety of meat products due to the binding properties. From this point, because of consumption of chicken meat more and more increased in our country chicken burger was preferred for our research. Our study is based on the addition of the enzyme transglutaminase that make up this topic and chicken burgers made with the addition of other additives. Enzyme added at 5 different concentrations (0.2%, 0.4, 0.6, 0.8 and 1) and followed by other operations applied in the production of burger. After the product created, cold soaked for a while and then analysis was started. According to the results, the contribution of the enzyme did not cause a change in the nutrients (ash, fat, protein) of the product groups ($P > 0.05$). However, the transglutaminase treatments were significantly ($P < 0.05$) affected in reducing the cooking loss and significantly improved the textural properties of the burger samples ($P < 0.01$). According to sensory analysis, the transglutaminase treatment did not effect ($P > 0.05$) sensory parameters compared

to the control samples. Scanning Electron Microscope (SEM) images was supported to the texture values of samples with the increase of cross-linking was observed.

Keywords: Transglutaminase, chicken burger, chemical and sensory quality

2013, 71 pages

ÖNSÖZ

Tavuk etinin, zengin besleyici özellikleri ve düşük üretim maliyetinden kaynaklanan ucuz fiyatıyla toplumumuzun beslenme kalitesinin arttırılmasında stratejik bir öneme sahip olduğu ortadadır. Bu bağlamda tavuk eti tüketiminin arttırılmasına yönelik çeşitli uygulamalar yapılması gerekmektedir. Bu uygulamaların basında ürün çeşitliliğinin arttırılması ve tavuk etinin daha geniş bir tüketici kitlesine hitap etmesinin sağlanması gelmektedir. Bu çeşitlendirme yapılırken de toplumun beslenme alışkanlığının ve bazı yeni beslenme yönelimlerinin dikkate alınması gerekmektedir.

Tavuk ürünlerinin çeşitlendirilmesine iyi bir alternatif olabilecek burgeri, son zamanlarda özellikle ürünlerde tekstür gelişiminde kullanılan transglutaminaz ilavesiyle üretilen kalite özelliklerini araştırdığım bu çalışmamda bana her zaman destek olan danışman hocam sayın Doç. Dr. İsmail YILMAZ'a; İstanbul Aydın Üniversitesi Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü değerli hocalarına; analizlerime yardımcı olan İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi ABD ve Histoloji ABD değerli hocalarına; burger üretimlerini gerçekleştirdiğim Tırpan Et Ltd. Şti'ne ve Sorumlu Müdür Özlem Köprülü'ye; araştırmamı destekleyen Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne ve hep yanımda olan aileme sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Harun URAN

Bu çalışma, Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (NKÜBAP) tarafından 00.24.DR.09.03 numara ile desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
2.1. TGaz Hakkında Genel Bilgiler	8
2.2. TGaz'ın Tavuk Etinde Kullanımı Üzerine Yapılan Araştırmalar	13
3. MATERYAL ve METOD	17
3.1. Materyal	17
3.2. Metod	17
3.2.1. Burger üretimi	17
3.2.2. Kimyasal analizler	21
3.2.2.1. Kurumadde tayini	21
3.2.2.2. Kül tayini	21
3.2.2.3. Yağ tayini	22
3.2.2.4. Protein tayini	22
3.2.2.5. pH tayini	22
3.2.3. Fiziksel analizler	22
3.2.3.1. Renk ölçümü	22
3.2.3.2. Tekstür analizi	23
3.2.3.3. Pişirme kaybı ölçümü	24
3.2.4. Duyusal analizler	24
3.2.5. Örneklerin mikro yapılarının taramalı elektron mikroskopunda [Scanning Electron Microscope (SEM)] incelenmesi	25
3.2.6. İstatistiksel analizler	29
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	30
4.1. Kimyasal Analiz Bulguları	30
4.1.1. Besin maddeleri kompozisyonu	30

4.1.1.1. Kurumadde içeriği	30
4.1.1.2. Kül içeriği	32
4.1.1.3. Yağ içeriği	34
4.1.1.4. Protein içeriği	36
4.1.1.5. pH değeri	37
4.2. Fiziksel Analiz Bulguları	38
4.2.1. Tekstür ölçümü	38
4.2.2. Pişirme kaybı ölçümü	41
4.2.3. Renk ölçümü	43
4.2.3.1. “L” değeri	44
4.2.3.2. “a” değeri	45
4.2.3.3. “b” değeri	46
4.3. Duyusal Analiz Bulguları	50
4.3.1. Renk	50
4.3.2. Tat	51
4.3.3. Koku	51
4.3.4. Tekstür	52
4.3.5. Genel kabul edilebilirlik	52
4.4. Burger Örneklerinin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Görüntüleri	54
5. SONUÇ	63
6. KAYNAKLAR	66
ÖZGEÇMİŞ	71

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

A°	Angstrom
BESD-BİR	Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçılar Birliği
Ca	Kalsiyum
CaCl ₂	Kalsiyum Klorür
CIE	Commission Internationale de L'eclairage (Uluslar arası Aydınlatma Komisyonu)
CO ₂	Karbondioksit
Cu	Bakır
Da	Dalton
E.C.	Enzyme Code (Enzim Kodu)
F	Faktör
Gln	Glisin
KCl	Potasyum Klorür
K.O.	Kareler Ortalaması
Li	Lityum
Lys	Lisin
M	Molar
MgCl ₂	Magnezyum Klorür
MTGaz	Mikrobiyal Transglutaminaz
NaCl	Sodyum Klorür
NaOH	Sodyum Hidroksit
Pb	Kurşun
S.D.	Serbestlik Derecesi
SDS-Page	Sodium Dodecyl Sulfate Polyacrylamide Gel Electrophoresis (Jel Elektroforez)
SEM	Scanning Electron Microscope (Taramalı Elektron Mikroskobu)
TGaz	Transglutaminaz
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Türkiye’de yıllara göre piliç eti üretimi	4
Şekil 1.2. Türkiye’de yıllara göre kişi başı kanatlı eti tüketimi	5
Şekil 2.1. TGaz ile katalizlenen mekanizmalar	9
Şekil 3.1. Kuterdeki karışıma enzim ilavesi	18
Şekil 3.2. Dolumdan önce kuterde karışım	19
Şekil 3.3. Karışımın kılıflara dolumu	19
Şekil 3.4. Burgerlerin askılara alınması	20
Şekil 3.5. Burger batonlarının dilimlenmesi	20
Şekil 3.6. Burger dilimlerinin yüzey kesiti	21
Şekil 3.7. Örneklerin renk ölçümünde kullanılan Colorflex renk ölçüm cihazı	23
Şekil 3.8. Örneklerin tekstür ölçümünde kullanılan Instron tekstür cihazı	24
Şekil 3.9. Fiksasyon aşamasında örneklerin görüntüsü	26
Şekil 3.10. Kritik Nokta Kurutucudan çıkan örneklerin görüntüsü	27
Şekil 3.11. Kaplama işleminden önce örneklerin görüntüsü	28
Şekil 3.12. Kaplama işleminden sonra örneklerin görüntüsü	28
Şekil 3.13. LEO 440 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM).....	29
Şekil 4.1. Burger örneklerinin kurumadde içerikleri	31
Şekil 4.2. Burger örneklerinin kül içerikleri	33
Şekil 4.3. Burger örneklerinin yağ içerikleri	35
Şekil 4.4. Burger örneklerinin protein içerikleri	36
Şekil 4.5. Burger örneklerine ait pH değerleri	38
Şekil 4.6. Burger örneklerinin tekstür değerleri	40
Şekil 4.7. Burger örneklerinde pişirme kaybı oranları	43
Şekil 4.8. Burger örneklerinin “L” değerleri	45
Şekil 4.9. Burger örneklerine ait “a” değerleri	46
Şekil 4.10. Burger örneklerine ait “b” değerleri	47
Şekil 4.11. Burger örneklerinin duyuşal değerlendirme puanları	53
Şekil 4.12. Kontrol grubuna ait örneklerin 15.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü	55
Şekil 4.13. Kontrol grubuna ait örneklerin 30.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü	55
Şekil 4.14. % 0.2 enzim ilaveli örneklerin 15.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü	56
Şekil 4.15. % 0.2 enzim ilaveli örneklerin 30.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü	56

Şekil 4.16. % 0.4 enzim ilaveli örneklerin 15.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü	57
Şekil 4.17. % 0.4 enzim ilaveli örneklerin 30.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü	57
Şekil 4.18. % 0.6 enzim ilaveli örneklerin 15.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü	58
Şekil 4.19. % 0.6 enzim ilaveli örneklerin 30.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü	58
Şekil 4.20. % 0.8 enzim ilaveli örneklerin 15.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü	59
Şekil 4.21. % 0.8 enzim ilaveli örneklerin 30.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü	59
Şekil 4.22. % 1 enzim ilaveli örneklerin 15.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü	60
Şekil 4.23. % 1 enzim ilaveli örneklerin 30.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Pişmiş tavuk, hindi ve sığır etinin ortalama gıda bileşenlerinin karşılaştırılması ..	2
Çizelge 1.2. Türkiye’de toplam kanatlı eti üretim ve tüketimi.....	5
Çizelge 3.1. Burger üretiminde kullanılan maddeler ve yüzdeleri	18
Çizelge 3.2. Burger örneklerinin duyusal değerlendirilmesinde kullanılan skala	25
Çizelge 4.1. Burger örneklerinin kimyasal kompozisyonu	30
Çizelge 4.2. Kurumadde değerlerine ait varyans analiz sonuçları	30
Çizelge 4.3. Kurumadde değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	31
Çizelge 4.4. Kül değerlerine ait varyans analiz sonuçları	33
Çizelge 4.5. Yağ değerlerine ait varyans analiz sonuçları	34
Çizelge 4.6. Protein değerlerine ait varyans analiz sonuçları	36
Çizelge 4.7. Burger örneklerine ait pH Değerleri	37
Çizelge 4.8. pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları	37
Çizelge 4.9. Burger örneklerine ait tekstür sonuçları	39
Çizelge 4.10. Tekstür değerlerine ait varyans analiz sonuçları	39
Çizelge 4.11. Tekstür değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	39
Çizelge 4.12. Burger örneklerine ait pişirme kaybı sonuçları	42
Çizelge 4.13. Pişirme kaybı ölçümlerine ait varyans analiz sonuçları	42
Çizelge 4.14. Pişirme Kaybı değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	42
Çizelge 4.15. Burger örneklerine ait L, a, b Değerleri	44
Çizelge 4.16. “L” değerlerine ait varyans analiz sonuçları	44
Çizelge 4.17. “L” değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.18. Örneklerin “a” değerlerine ait varyans analiz sonuçları	45
Çizelge 4.19. Örneklerin “a” değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	46
Çizelge 4.20. Örneklerin “b” değerlerine ait varyans analiz sonuçları	47
Çizelge 4.21. Örneklerin “b” değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları	47
Çizelge 4.22. Burger örneklerinin duyusal analiz sonuçları	50
Çizelge 4.23. Örneklerin renk puanlarına ait varyans analiz sonuçları	50
Çizelge 4.24. Örneklerin tat puanlarına ait varyans analiz sonuçları	51
Çizelge 4.25. Örneklerin koku puanlarına ait varyans analiz sonuçları	51
Çizelge 4.26. Örneklerin tekstür puanlarına ait varyans analiz sonuçları	52
Çizelge 4.27. Örneklerin genel kabul edilebilirlik puanlarına ait varyans analiz sonuçları	52

1. GİRİŞ

Yeterli ve dengeli bir beslenmenin sağlanabilmesi için protein ihtiyacının kaçınılmaz olduğu ve günlük protein ihtiyacının en az üçte birinin hayvansal kaynaklardan alınmasının gerekliliği bilinmektedir. Beslenme alışkanlıkları; çevre koşulları, gelenekler ve özellikle de gelire bağlı olarak değişim göstermektedir. Dengeli beslenmede gerekli proteinin % 40'ının hayvansal ürün kaynaklı olması gerekirken Türkiye'de bu değer % 25 civarındadır. Hayvansal proteinin az alınması dengesiz beslenmenin bir göstergesi olduğuna göre Türkiye'nin bir beslenme sorunu olduğu görülmektedir (Büyüknisan 2008).

Kanatlı hayvanların gerek hayvancılık gerekse beslenme açısından dünyadaki önemi gün geçtikçe artmaktadır. Ayrıca bağ dokudan fakir oldukları için çiğnenebilirlik ve sindirilebilirlik özellikleri, kasaplık hayvan etlerine oranla daha fazla tercih edilmelerine neden olmaktadır. Kanatlı etlerinin bir taraftan proteince zengin ve az yağlı oluşu, diğer taraftan ucuz olması tüketim talebinin artmasında önemli rol oynamaktadır (Uğur ve ark. 2001).

Kimyasal yapısı açısından 100 g yağsız tavuk etinin 72,2 g'ı su, 21,3 g'ı protein, 4,5 g'ı yağdan ibaret iken karbonhidrat oranı ise 0,1g'dan azdır. Tavuk eti B grubu vitaminler bakımından oldukça zengindir. 100 g tavuk etindeki Vitamin A miktarı 290 İ.Ü, Tiamin(B₁ Vitamini) miktarı 0,008 mg, Riboflavin (B₂ Vitamini) 0,16 mg, Pridoksin (B₆ Vitamini) 0,50 mg, B₁₂ Vitamini 0,5 İ.Ü, Niasin 6,8 mg, Askorbik asit 5,0 mg, Folik asit miktarı ise 0,03 mg'dır. 100 g tavuk etindeki mineral miktarları ise Kalsiyum 12 mg, Fosfor 200 mg, Demir 1,4-9,1 mg, Sodyum 83 mg, Potasyum 359 mg, Magnezyum 37 mg, Klor 58 mg, Bakır miktarı ise 0,30 mg'dır (Arslan 2002).

Tavuk eti, sığır ve koyun etine göre bazı besin öğelerince daha zengindir. İçerdikleri protein miktarı kırmızı ete oranla daha fazladır. Kanatlı etleri, bileşimleri açısından insanların beslenmesinde değerli bir protein kaynağıdır (Güner 2005). İhtiva ettiği enerji miktarı diğer etlere göre daha düşüktür. Bağ dokusunun az oluşu sindirimi kolaylaştırmaktadır. Rekonvelasan döneminde bulunan hastalar için çok iyi bir diyetdir. Kreatin, kreatinin ve anserin gibi yüksek değerli et bazlarını içermesi kanatlı etine iştah açıcı ve sindirimi kolaylaştırıcı özellik kazandırır (İnal 1992). Tavuk eti insan beslenmesi için gerekli olduğu bilinen tüm esansiyel amino asitleri yeterli miktarda ve uygun oranlarda bulundurmaktadır. Bu nedenle proteinin kalitesi yüksektir (Demirci ve Yılmaz 1996).

Çizelge 1.1. Pişmiş tavuk, hindi ve sığır etinin ortalama gıda bileşenlerinin karşılaştırılması (Güner 2005)

Etin Cinsi	Protein (%)	Yağ (%)	Su (%)	Enerji (kcal/kg)
Hindi				
Göğüs (beyaz)	34,2	7,5	58	2035
Bacak (koyu)	30,5	11,6	56,5	2263
Tavuk				
Göğüs (beyaz)	31,5	1,3	66	1365
Bacak (koyu)	25,4	7,3	67	1674
Sığır				
Sağrı	27	13	59	2323
But	21	32	46	3771
Hamburger	22	30	47	3630
Koyun	21-24	28-35	40-50	3910-4750

Tavuk etlerinin yağ içerikleri hayvanın yaşına, türüne, örneğin vücudun hangi kısmından alındığına bağlı olarak değişmektedir. Tavukların vücut yağı, kırmızı etlerden farklı olarak et lifleri arasına dağılmayıp, çoğunlukla deri altında birikir. Tavuk etleri doymamış yağ asitlerince ve özellikle esansiyel yağ asitlerinden linoleik asit yönünden kırmızı etlere kıyasla daha zengindir (Hasipek ve Aktaş 1991).

Diyette yalnızca yağın miktarı değil, kullanılan yağın çeşidi de önem taşımaktadır. Kesin bir sebep sonuç ilişkisi henüz gösterilmemiş olmakla birlikte çoklu doymamış yağ asitlerinde zengin yağları içeren bir beslenmenin birçok kimsede serum kolesterol düzeyini düşürebildiği ve arterioskleroz sürecini yavaşlattığı herkes tarafından paylaşılan bir kanıdır. Tavuk etleri kolesterol bakımından fakir olduğundan kalp-damar hastalıkları için çok iyi bir gıda maddesidir (Özen 1986).

Kanatlı etlerinde B kompleksini oluşturan vitaminler önem taşımaktadır. Özellikle tavuk eti niasin bakımından zengindir. Tavuk etinin beyaz olan kısımlarındaki niasin miktarı, koyu renkli olan kısımlarına göre iki kat daha fazla niasin içermektedir. Günde 100gr beyaz tavuk eti tüketilmesiyle ağır işlerde çalışanların bile günlük gereksinmesinin büyük bir miktarı karşılanmaktadır. Buna karşılık riboflavin ve tiamin bakımından ise koyu renkli olan kısımları beyaz olan kısımlara nazaran daha yüksek orandadır. Ayrıca diğer hayvan etleri

arasında Vit-A ve Askorbik asit en çok tavuk ve kaz etinde bulunmaktadır (Demirci ve Yılmaz 1996).

Tavuk etinin beslenme açısından önemi aşağıdaki gibi bildirilmektedir (Baydur 2006);

- Bedensel ve zihinsel gelişim, sağlıklı ve dengeli beslenme için tüketilmesi gereken hayvansal protein kaynaklarının en önemlilerinden biri de tavuk etidir.
- Tavuk eti proteinleri, insan beslenmesinde gerekli olan tüm amino asitleri yeteri miktarda içermektedir.
- Kolesterol seviyesinin, tavuk etinden zengin beslenme düzeninde düşük olduğu ve buna bağlı olarak da “damar sertliği” riskinin azaldığı saptanmıştır. Çünkü, tavuk etindeki doymamış yağ asitleri oranı, kırmızı ete göre daha yüksektir.
- Sodyum içeriğinin çok düşük olması, tavuk etini düşük sodyumlu diyetlere son derece uygun bir besin kaynağı durumuna getirmektedir.
- B₂, B₆, B₁₂ gibi sinir sistemini besleyen ve destekleyen vitaminler yönünden de zengin bir besin kaynağı olarak bilinmektedir.
- Liflerinin kısa olması nedeniyle tavuk eti sindirimi kolaydır. Sindirim sorunu olan kişilere tavsiye edilen bir protein kaynağıdır.
- Yüksek düzeyde biyolojik değere sahip olan tavuk eti; bütün bu özellikleri nedeniyle; gastrit, ülser, spastik kolon, kalp ve damar hastalıkları gibi birçok sağlık sorununu aşmayı hedefleyen diyetlerde yer almaktadır.
- Çocuk, yaşlı ve hasta tedavisinde tavuk eti tüketilmesi, örneğin tavuk suyu çorbası verilmesi özellikle tavsiye edilmektedir.

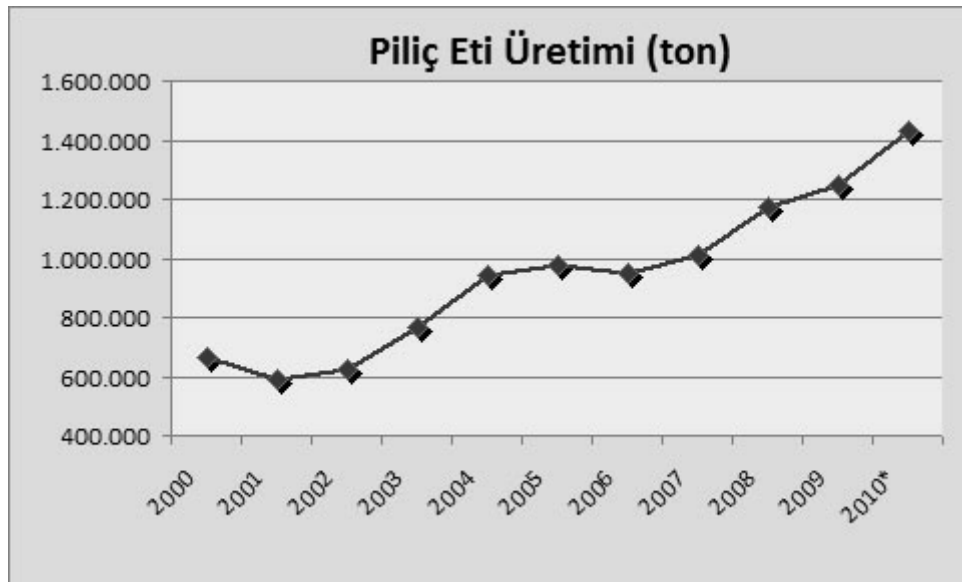
Tavukçuluk, 1970’li yıllardan başlayarak ülkemiz hayvancılık sektörü içerisinde sürekli bir gelişim sağlayan, kendi üretim planlamasını yapabilen ve ülkenin hayvansal protein gereksiniminin önemli bir bölümünü karşılayabilen önemli bir üretim dalıdır. 1970’lerde üretim küçük aile işletmelerinde yüksek birim maliyeti ile gerçekleştirilmekte iken, 1980’lerde sektörde yapısal değişime gidilerek entegre tesisler kurulmaya başlanmış ve sektör sözleşmeli üretime yönelmiştir (Civaner 2011).

1990’lı yıllarda sektöre yapılan yatırımlarla modern üretim tesislerinin sayısı ve üretim kapasitesi hızla artmış, yüksek standartta üretim yaygınlaşmıştır. 1990-2000 döneminde ise, yüzde 14.4 oranında yıllık üretim artış hızı ile üretimde patlama yaşanmıştır. Mevcut durumda kanatlı eti üretiminde teknolojik seviye AB standartlarına ulaşmış olup,

halen AB normlarına uygunluğu onaylanmış 8 adet üretim tesisi bulunmaktadır (Civaner 2011).

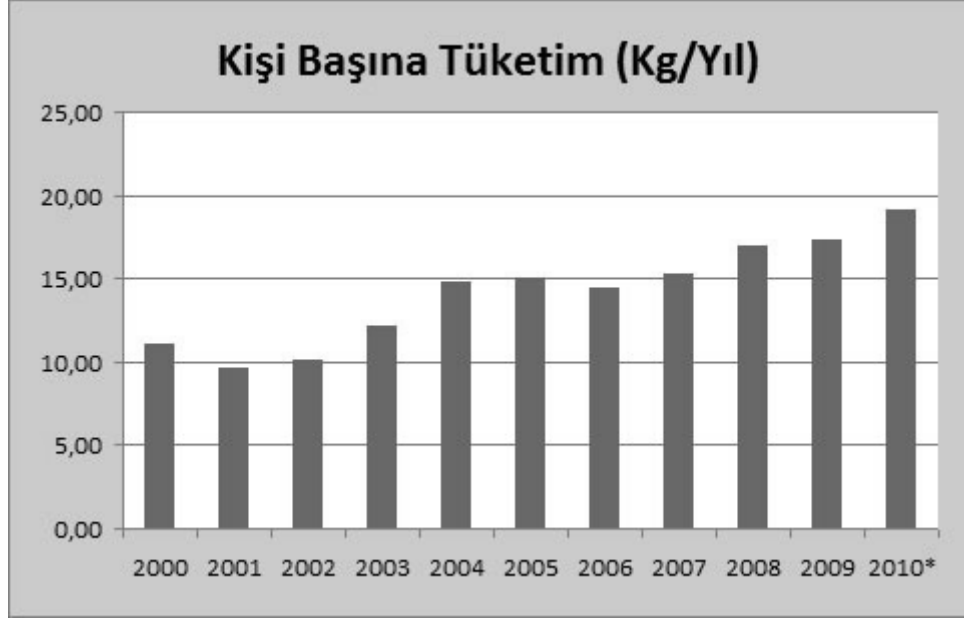
2009 yılında Türkiye, dünyada 10. büyük piliç eti üreticisi konumuna gelmiştir. 70 milyon tonluk dünya tavuk eti üretiminde Türkiye bir milyon 277 bin ton ile toplam üretimden % 1,7 oranında pay almıştır. Dünyada tavuk eti üretiminde başı çeken ülkeler sırasıyla ABD (16 milyon ton), Çin (11 milyon ton) ve Brezilya (10 milyon ton)'dır (Civaner 2011).

Türkiye'nin kanatlı eti üretimi, 2008 yılında bir önceki yıla göre % 2,1 artarak 1 milyon 123 bin 132 tona ulaşmış, 2009 yılında ise % 8,2 artış ile 1 milyon 323 bin 624 ton üretim yapılmıştır. Bu miktarın % 96,5'ini tavuk eti, % 3,3'ünü hindi eti oluşturmaktadır (Civaner 2011).



Şekil 1.1. Türkiye’de yıllara göre piliç eti üretimi (Anonim 2011).

Kırmızı et üretiminin giderek azalmasıyla ortaya çıkan hayvansal protein açığı, tavuk eti üretimindeki artışlarla dengelenebilmiştir. Fert başına piliç eti tüketimi 1990 yılında 3,82 kg iken; 2010’da 19,01 kg’a yükselmiştir (Şekil 1.2). AB ülkelerinde ise ortalama tüketim 26 kg/kişi’nin üzerindedir (Süzme 2012).



*Kesinleşmemiş değerdir.

Şekil 1.2. Türkiye’de yıllara göre kişi başı kanatlı eti tüketimi (Anonim 2011).

Çizelge 1.2. Türkiye’de toplam kanatlı eti üretim ve tüketimi (Anonim 2012).

Yıllar	Piliç eti Üretimi (ton)	Hindi eti Üretimi * (ton)	Köy ve Yum. Tavukları ve Diğer Kan. eti Üretimi (ton)	Toplam Kanatlı Eti Üretimi (ton)	Üretim Artışı (%)	Nüfus (1000)	Kişi Başına Tüketim (kg/yıl)
2000	662.096	23.265	67.021	752.382	14,68	67.896	11,05
2001	592.567	38.991	41.813	673.371	-10,50	68.838	9,60
2002	620.581	24.582	60.043	705.206	4,73	69.770	10,01
2003	768.012	34.078	51.255	853.345	21,01	70.692	11,94
2004	940.889	46.248	58.295	1.045.432	22,51	71.610	14,44
2005	978.400	53.530	52.850	1.084.780	3,76	72.520	14,53
2006	945.779	45.750	40.250	1.031.779	-4,89	73.423	13,81
2007	1.012.000	33.000	55.000	1.100.000	6,61	70.586	15,23
2008	1.150.000	35.000	57.000	1.242.000	12,91	71.517	16,56
2009	1.180.000	30.000	60.000	1.270.000	2,25	72.561	16,36
2010	1.420.000	35.500	62.000	1.517.000	19,49	73.723	19,01
2011*	1.550.000	34.565	65.000	1.650.143	8,74	74.724	19,43

*Kesinleşmemiş değerlerdir.

Tavuk etine olan yüksek talep, ürün çeşitliliğini de beraberinde getirmiştir. Günümüzde tavuk eti çeşitli formlarda satışa sunulmaktadır. Tavuklar market ve kasaplarda kanat, göğüs, but olarak parça parça ya da bütün halinde satılmaktadır. Bu ürünler derili/derisiz ya da kemikli/kemiksiz seçenekleriyle tüketiciye hazırlanmaktadır. Tavuk etinin yiyecek olarak hazırlanması ve pazarlanması da kolay olduğundan özellikle fast-food restoranlarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Kentleşme, yoğun iş temposu, teknolojinin gelişmesi gibi nedenlerle insanlar beslenmelerine daha az zaman ayırmakta ve kolay, hızlı hazırlanabilir ürünlere yönelmektedir (Doğu 2009).

Günümüzde piyasada çiğ, yarı pişmiş ve pişmiş olarak paketlenmiş çeşitli tavuk ürünleri bulunmaktadır. Bunlara tavuk schinitzel, tavuk nugget, cordon bleu, piliç döner, piliç burger, piliç kroket ve çeşitli parça piliç ürünleri örnek verilebilir. Sayılan ürünler içerisinde araştırmamıza konu olan piliç burger de sevilen lezzeti, pişirilme ve saklama kolaylığı ile özellikle çalışan kişilerin ve öğrencilerin beğenisini kazanan, tavuk eti tüketimi alışkanlığının artışına yardımcı olabilecek önemli bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır.

Son zamanlarda gıda maddeleri üretiminde gıda işleme yardımcı maddelerinin kullanılması, vazgeçilmez uygulamalar arasında yer almaktadır. Çeşitli ürünlere belirli işleme yardımcı maddeleri ilave edilerek, ürünün fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri istenilen yönde değiştirilebilmektedir.

Gıdaların özelliklerinin geliştirilmesinde içerdikleri proteinlerin fonksiyonel özellikleri oldukça önemlidir. Önemli oranda protein içeren gıdaların su tutma kapasitesi, jel oluşturma kabiliyetleri, besinsel özellikleri ve daha birçok özellikleri, içerdikleri proteinlerin özellikleri ile yakından ilgilidir. Dolayısıyla gıdaların özelliklerinin geliştirilmesinde proteinlerin modifiye edilmesi, ürün özelliklerini önemli derecede geliştirmektedir (Kurt ve Zorba 2004a).

Gerek kırmızı et ve gerekse de piliç eti ürünlerinin üretiminde çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda gıdalara katılan işleme yardımcı maddelerinin bir grubunu enzimler oluşturmakta ve transglutaminaz enzimi de bu grup içerisinde önemli bir yer teşkil etmektedir. Bu enzim, et ürünleri, süt ürünleri, tahıl ürünleri ve su ürünleri gibi geniş yelpazede gıda ürünlerine katılabilmektedir. Bu enzimin en önemli özelliği proteinler arasında çapraz bağ oluşumunu arttırarak, ürünün jel yapısını ve tekstürünü geliştirmesidir. En iyi sonuçlar verdiği gıda grubunu ise et ürünleri oluşturmaktadır. Dünyada et ürünleri

retiminde transglutaminaz enzimi kullanımı üzerine oldukça fazla çalışmalar yapılmasına karşın, ülkemizde bu konu ile ilgili çalışmalara pek rastlanmamaktadır.

Ülkemizde önemli bir tüketim potansiyeline sahip piliç eti ve bundan üretilen piliç burgerlerin yapımında transglutaminaz enzimi kullanımının önemli sonuçlar vereceği düşünüldüğünde, bu sonuçların tüketici beğenisini olumlu yönde etkileyeceği ve bunun yanında üreticiye ekonomik olarak büyük faydalar sağlayacağı tahmin edilmektedir.

Bu araştırmada, bir gıda işleme yardımcı maddesi olarak dünyada yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanan transglutaminaz enzimi ilave edilerek üretilen ve özellikle ülkemizde piliç eti sektöründe önemli ölçüde tercih edilen piliç burgerlerin, üretim sonrası kalite kriterleri ile duysal özelliklerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

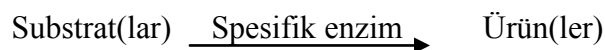
2. KAYNAK ÖZETLERİ

Enzimolojideki gelişmelerle birlikte proteinlerin fonksiyonel özelliklerini ve besin değerlerini geliştirmek amacıyla enzimatik modifikasyonların kullanılması son yıllarda gıda endüstrisinin önemli girişimleri arasında yer almaktadır. Özel enzimlerin kullanımı ile, gıda proteinlerinin fonksiyonel özellikleri değiştirilebilmektedir (Serdaroğlu ve Turp 2003). Bunlar arasında yer alan transglutaminazlar, peptid zincirleri arasında molekül içi ve moleküller arası çapraz bağ oluşumunu katalizleyerek peptidler veya proteinler arasında çapraz bağ oluşturan enzimlerdir (Kurt ve Zorba 2004b). Transglutaminaz (TGaz) çoğunlukla gıda proteinlerinin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek için kullanılır. Enzim, protein içindeki birincil aminleri, indirgenmiş glutaminin γ -karboksilamid grubu ile değişik birincil aminler arasında katalizleyerek birleştirir. Substrat olarak amin olmadığı durumlarda TGaz, su moleküllerini açıl yakalayıcılar olarak kullanıp, indirgenmiş glutaminin deaminasyonunu katalizler. ϵ -lisindeki çapraz bağlar molekül içi ve molekül dışı olabilir ve özellikle lizin ve glutamin içeren proteince zengin gıdalarda fiziksel değişikliklere neden olabilmektedir (Saguer ve ark. 2007). TGaz aynı zamanda proteinlerdeki diğer bağlara da etki edebilmektedir (örneğin et ve soya proteinleri, kazein ile gluten arasındaki bağlar). Bunun yanında TGaz, polifenoloksidaz ve lipoksigenaz eklendiğinde enzimlerin sülfidril ve disülfidit bağlarına etki ederek çapraz bağ dizilimi oluşturabilmektedir (Lantto ve ark. 2006).

2.1. TGaz Hakkında Genel Bilgiler

Enzimler, canlı hücreler tarafından oluşturulan ve kimyasal reaksiyonları spesifik olarak katalizleme yeteneğinde olan protein yapısındaki maddelerdir. Bitki, hayvan ve mikroorganizmaların canlı hücreleri tarafından oluşturulan enzimler, hücredeki işlevlerinin yanı sıra (*in vivo*) hücre dışında da yani *in vitro* koşullarda da aktivite göstermektedirler (Saldamlı 1998).

Enzimlerin katalizlediği reaksiyonlarda etki ettikleri ana madde ve madde grupları substrat olarak adlandırılır. Temelde bir enzimatik reaksiyon şu şekilde gerçekleşir;

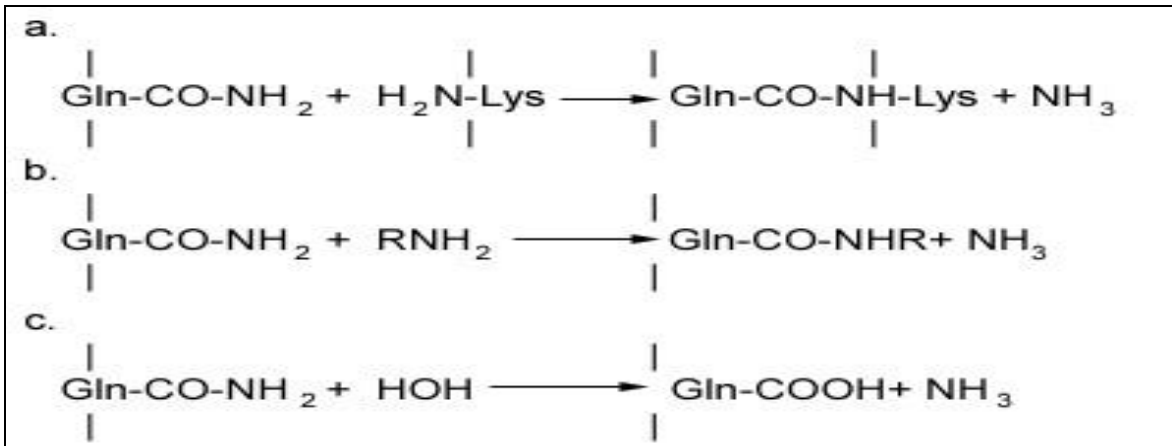


Enzimlerin katalizlediği reaksiyonlar genelde maddelerin yıkım, yapım veya biyodönüşümlerini içeren olaylardır. Bir enzim belli bir substrat veya substrat grubu üzerinde

etkili olup, belli bir reaksiyonu katalizler. Dolayısıyla enzimler substrata ve reaksiyona spesifiktirler. Bir canlıdan izole edilen enzim, canlı dışı koşullarda da aynı spesifikliğı gösterir (Saldamlı 1998).

Her enzime, adlandırma yanında bir de sistematik kod numarası verilmektedir. Bu numara; E.C. (Enzyme Code) harflerinden sonra gelen ve sınıflandırılan enzimlerin sınıflandırmadaki yerini belirten 4 rakamdan ibarettir (E.C. 1.1.1.1. gibi). Bu rakamlardan birincisi enzimin bağlı olduğu 6 ana gruptan hangisine ait olduğunu, ikincisi ana gruptaki alt grubu, üçüncüsü alt-alt grubu belirtmektedir. Dördüncü rakam ise, enzimin aynı üç rakama sahip enzimler arasındaki sırasını gösterir. E.C. 2.3.2.13. kod numaralı enzim (TGaz), 2. ana grupta (transferaz), 3. alt grupta (açıl grupları transferi yapan) bir enzimdir ve 2. alt-alt grupta (açıl transferinin karbonil grubuna olduğu) yer alır. En son 13 rakamı ise, bu enzimin karbonil grubuna açıl transferi yapan enzimler içerisinde 13. sırayı aldığını gösterir (Gökalp ve ark. 1996).

TGazlar proteinlerin içinde glutamin ve lisin arasında kalan kısma izopeptid bağlarla bağlanarak, hücre içi ve hücreler arası kovalent çapraz bağlar meydana getirirler. Proteinlerin çapraz bağlanması, yüksek molekül ağırlıklı polimerlerin oluşmasına sebep olur. Bu reaksiyonun yanı sıra TGaz tarafından katalizlenen 2 reaksiyon daha vardır. Bunlardan birincisi, TGaz'ların primer aminlerin bulunduğu ortamlarda proteinin glutaminlerini aminlere çapraz bağlayabildiğı açıl-transfer reaksiyonlarıdır. İkincisi ise, lisin ve primer aminlerin bulunmadığı ortamlarda suyun nükleotid gibi reaksiyona girmesi ve glutaminlerin deamidasyonudur (Öner 2004). Bu üç TGaz reaksiyonu gıda proteinlerinin fonksiyonel özelliklerini modifiye etmede kullanılabilirler (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. TGaz ile katalizlenen mekanizmalar (Öner 2004).

a. Protein veya peptidlere Gln ve Lys çapraz bağlantısı; b. Açıl transfer; c. Deamidasyon

TGaz'lar çoğu hayvan dokularında ve vücut sıvılarında, bitkilerde ve mikroorganizmalarda bulunmaktadır. Canlıların çeşitli biyolojik aktivitelerinin gerçekleşmesinde önemli aktivite göstermektedirler. Kanın pıhtılaşması, yaraların iyileşmesi, epidermal keratinizasyon ve eritrosit membran sertleşmesi gibi birçok biyolojik olaylara katılırlar (Yokoyama ve ark. 2004). 1960'lı yıllarda, hayvan orijinli Ca^{+2} 'ya bağlı aktivite gösteren TGaz'ların saflaştırılması, karakterize edilmesi ve ürünlerde kullanımı ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. İlk olarak domuz karaciğerinden elde edilmiş ve uygulamalarından olumlu sonuçlar alınmıştır. Ticari olarak ilk başarılı gıda uygulaması ise, et ve balık parçalarının bağlanmasında, fibrinojen ve plazma TGaz'larının kombine kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. Fakat sınırlı oranda elde edilmesi nedeniyle ticari üretimi gerçekleştirilememiştir. Kaynak sıkıntısı, karmaşık ayırım ve saflaştırma işlemleri oldukça yüksek maliyet getirmektedir. Bu nedenle mikrobiyal fermentasyonla ucuz substrat kullanılarak, TGaz elde edilmeye çalışılmıştır.

Birçok mikroorganizma üzerinde çalışma yapılmasının ardından, 1989'da *Streptovercillium mobaraense*'nin TGaz üretim kabiliyetinin oldukça yüksek olduğu bulunmuştur. Daha sonra gıdalarda kullanım amacıyla, bu enzimin ticari üretimine başlanmıştır. Mikroorganizmadan elde edildiği için de mikrobiyal transglutaminaz (MTGaz) olarak adlandırılmıştır (Kurt ve Zorba 2004a).

Streptovercillium mobaraense'nin yanı sıra, birçok mikroorganizmadan da TGaz elde edilmesine rağmen, bazılarının aktivitesinin düşük olması ve bazılarının da hücre içi TGaz'a sahip olmalarından dolayı kullanımları sınırlı kalmıştır. *Streptovercillium mobaraense*'den elde edilen MTGaz'ın, memeli kanından elde edilen plazma ve eritrosit TGaz'ından daha fazla protein substratı ile reaksiyona girdiği bildirilmiştir. Dolayısıyla, hem yüksek aktivite gösteren ve hem de hücre dışı enzime sahip olan *Streptovercillium mobaraense*'nin ticari kullanımının önemi oldukça artmıştır. MTGaz'ın memeli TGaz'ından en önemli farklılıklarından biri MTGaz'ın Ca^{+2} 'dan bağımsız olması ve Ca^{+2} yokluğunda reaksiyona girebilmesidir. Süt kazeinleri, soya fasulyesi globulinleri ve myosin gibi birçok protein Ca^{+2} 'ya karşı hassastır. Ortamda Ca^{+2} bulunduğunda kolayca çökerler ve MTGaz'a karşı hassaslıkları azalır. Dolayısıyla MTGaz'ın bu özelliği, proteinlerin modifiye edilmesinde oldukça önemlidir (Motoki ve Seguro 1998).

MTGaz, memeli TGaz'a kıyasla daha fazla çapraz bağ oluşturabilmekte ve tercih edilen elastik jellerin oluşumunu sağlayabilmektedir. MTGaz'ın domuz ve balıkların endojen TGaz'ları ile aynı reaksiyonları katalizlemesine rağmen, daha az deamidasyon aktivitesi gösterdiği bildirilmektedir. MTGaz'ın iki potansiyel glikozilasyon kısmı bulunmasına rağmen, basit bir protein olduğu düşünülmektedir. 331 amino asit içeriğine sahip olup, bu amino asit dizisi içerisinde 64. sırada olmak üzere bir tane sistin rezidüsü bulunmaktadır (Kurt ve Zorba 2004a).

Substrat özelliklerine göre birçok gıda proteini, örneğin legume globulinleri, buğday gluteni, yumurta sarısı ve yumurta beyazı proteinleri, aktinler, miyosinler, fibrinler, süt kazeinleri, α -laktoalbumin ve β -laktoglobulin ile diğer albuminler MTGaz tarafından çapraz bağlanabilmektedir (Nonaka ve ark. 1992). MTGaz'ı inhibe etmesinden dolayı bu enzim Pb, Zn, Cu ve Li iyonlarına karşı duyarlıdır. Bu iyonların inaktive edici etkisi, tekli sisteinlerdeki tiol gruplarını bağlamasından kaynaklanmaktadır. Farklı tuz konsantrasyonları içeren suda MTGaz aktivitesini belirlemek için yapılan bir çalışmada, NaCl ve KCl ilavesinin enzimatik aktivite ve termal stabiliteyi azalttığı, buna karşın $MgCl_2$ gibi bivalent iyonların bu enzim üzerinde daha az etki yaptığı gözlenmiştir (Kütemeyer ve ark. 2005).

TGaz'ın molekül ağırlığı ise 38.000 Da olup, bilinen birçok enzimden küçüktür. Geniş bir pH aralığında (4-9) aktivite göstermesi bu anlamda bir çok gıdada kullanılabilirliğini göstermektedir. Optimum pH'sı 4 ile 8 arasında olup, izoelektrik noktası ise 8.9'dur. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda oluşan dipeptid bağının stabil olmasından dolayı, ısıtma işlemi uygulanan bir çok gıdada da kullanımı mümkün görülmektedir. Maksimum aktivitesine yaklaşık olarak 50-60°C'de ulaşmakla birlikte, tam aktivitesini 50°C'de 10 dakika göstermektedir. Ancak, 70°C'de birkaç dakika içerisinde aktivitesini yitirebilmektedir. 10°C'de de aktivite göstermekle birlikte, donma noktasının biraz üzerinde kısmi aktivite gösterebildiği bildirilmektedir (Motoki ve Seguro 1998).

TGaz'lar polipeptid zincirlerinde ve proteinlerde katalizlediği spesifik reaksiyonlar sonucu, proteinlerin fonksiyonel özelliklerini geliştirerek, su tutma kabiliyetlerini, emülsiyon stabiliteelerini, viskozitelerini ve diğer bazı emülsiyon özelliklerini geliştirmektedirler. Ayrıca bu tür ürünlerin jel oluşturma özelliklerinin, dolayısıyla tekstürlerinin geliştirilmesinde de oldukça önemlidirler. Enzimatik çapraz bağlar, su içerisinde yağ emülsiyonlarının stabilizasyonunda, süt proteinlerinin stabilizasyonunu kontrol edebilmektedirler. Enzimatik çapraz bağların oranındaki artış, yağ damlalarının damla hacimlerinin stabilitesini

azaltmaktadır. Bu bağların oranı, düşük olduğunda ise, flokülasyona karşı yüksek stabilite gösterdiği bildirilmektedir.

β -kazeinle kararlı hale getirilen emülsiyonlarda, emülsiyon aktivite indeksinin azalmasına rağmen, TGaz'ın polimerizasyonunun artmasıyla birlikte, emülsiyonun depolama stabilitesinin arttığı belirlenmiştir. Emülsifikasyondan önce oluşan çapraz bağların, emülsifikasyondan sonra oluşanlara kıyasla, daha zayıf emülsiyon stabilitesine yol açtığı bildirilmektedir. Gıda ürünlerinin, özellikle de et emülsiyonlarının özelliklerinin geliştirilmesinde et proteinlerinin yanı sıra, süt proteinleri ve soya proteinleri gibi bazı hayvansal ve bitkisel proteinler kullanılmaktadır. Bu proteinler, özellikle de myosin ve kazeinler, TGaz için oldukça önemli substratlardır. TGaz bu farklı proteinler arasında da etkileşimlerin oluşmasını sağlayarak, emülsifikasyon özelliklerini daha fazla geliştirmektedir (Pietrasik 2003).

Proteinlerin fonksiyonel özelliklerini etkilemek ve gıda ürünlerine, özellikle de emülsifiye ürünlere belirli bir tekstür kazandırmak için tuz ve fosfatlar kullanılmaktadır. NaCl kullanımı proteinlerin çözünürlüğünü artırarak, su tutma, jel oluşturma ve çeşitli emülsifikasyon özelliklerini geliştirmektedir. Ancak, ürünün özelliklerini geliştirmek için yüksek seviyelerde kullanımı, duyuşal özellikleri olumsuz etkileyebileceği gibi, yüksek tansiyon gibi bazı sağlık problemlerine de yol açmaktadır. Bu amaçla çeşitli klorid tuzları ve ikame edici diğer katkıların kullanımı denenmektedir. Yapılan çalışmalarda TGaz kullanımının tuz ve fosfat kullanım seviyelerinin azaltılması için önemli bir alternatif olduğu belirlenmiştir (Kurt ve Zorba 2004a).

TGaz'ın oluşturduğu jeller, kovalent karakterde çapraz bağlar oluşturmaları ve daha az miktarda proteinlerle jel oluşturabilmesinden dolayı, ısıl işlem uygulanan jellerden farklıdır. Bu enzimlerle oluşturulan jeller daha stabil, daha güçlü ve daha düzgün özelliktedir. Ayrıca, oluşturulan izopeptid bağlarının dönüşümsüz (irreversible) olması ve güçlü protein-protein etkileşimleri sağlaması, jel matriksini önemli ölçüde kararlı kılmaktadır. Bazı durumlarda birden fazla polipeptid içeren proteinlerin polipeptid zincirlerinin arasında bağlar oluşturarak, proteinin ısı kararlılığını arttırmaktadır (Tseng ve ark. 2000).

Ürünlerin jel özelliklerinin geliştirilmesinde TGaz'lar yalnız kullanılabilceği gibi, düşük ısıl işlemle birlikte kullanılabilceği de bildirilmektedir. Zira, yüksek ısıl işlem uygulaması ile oluşan protein agregasyonu, jel ağlarına kısmen zarar verebilmekte ve böylece

su kaybına neden olmaktadır. Proteinlerin jel oluşturma mekanizmaları, dondurma sırasında stabil olmayan balık proteinlerinin surimi tipi ürünlere işlenmesinde oldukça önemlidir (Kurt ve Zorba 2004a).

TGazlar, amino asitlerin ve peptitlerin proteinlere kovalent bağ ile bağlanmasını sağlayarak, proteinlerin besinsel değerlerini de arttırmaktadırlar. Örneğin, buğday gluteninin amino asit rezidülerinin yaklaşık 1/3'ü glutaminden oluşmaktadır. MTGaz katalizörlüğünde glutenin esansiyel bir amino asit olan lisin rezidüsü ile çapraz bağ oluşturması sağlanarak besinsel değeri arttırılabilmektedir.

Beslenme açısından, ϵ -(γ -Glu)Lisin çapraz bağının biyolojik değeri, bu bağın degradasyonu ile yakından ilgilidir. Memelilerin bilinen mide enzimleri, gıdalarla alınan proteinleri amino asitlere parçalayabilmesine rağmen, oluşan bu çapraz bağları kıramamaktadır. Ancak bu bağlar, böbreklerde bulunan γ -glutamilamin siklotransferaz tarafından lisin ve 5-oxoprolin parçalanmaktadır. Böylece lisin vücutta kullanılabilir (Motoki ve Seguro 1998).

2.2. TGaz'ın Tavuk Etinde Kullanımı Üzerine Yapılan Araştırmalar

Et ürünleri yüksek oranda protein içermekte ve bu proteinler arasında myofibriler proteinler et ürünlerinin tekstürünü önemli ölçüde etkilemektedir. Myofibriler proteinlerin büyük bir kısmını myosin ve aktin oluşturmaktadır. Myosin ve aktin TGaz için oldukça önemli substratlar olup, TGaz'ların ilavesiyle polimerleşebilmektedirler. Bu durum jel yapıdaki et ürünlerinin jel ağlarının özelliklerini geliştirebilmektedir (Tseng ve Cheng Liu 2002). Protein-protein etkileşimleri ve jel yapısının geliştirilmesi, et parçalarının bir arada tutulmasını ve stabil bir yapı kazanmasını sağlamaktadır. Mekanik yöntemlerle kemikten ayrılmış ve traşlama artığı et parçaları bu şekilde değerlendirilerek yeni ürünler oluşturulabilir. Bu durum ekonomik açıdan da önemlidir (Kurt ve Zorba 2004b).

Et ürünlerinde TGaz kullanımı üzerine birçok çalışma mevcuttur. Pek çok durumda enzimin düşük sıcaklıkta (10°C) kullanılabildiği durumların yanı sıra, daha iyi ürün karakteristikleri sağlamak amacıyla yüksek sıcaklıklarda (40-50°C) kullanıldığı durumlar da bulunmaktadır. Yapılan birçok araştırmada, TGaz ilavesi ile et ürünlerinde jel kuvvetinin artış gösterdiği ve karakteristik özelliklerin olumlu yönde geliştiği kaydedilmiştir (Tseng ve ark. 2000, Serrano ve ark. 2004, Dondero ve ark. 2006, Jongiareonrak ve ark. 2006, Trespalacios

ve Pla 2007). Bunun yanında bazı çalışmalarda TGaz ile bazı katkı maddeleri birlikte kullanılmış ve ürün özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Tsao ve ark (2002) bisüfit uygulanan soya proteinlerinin TGaz için iyi bir substrat olduğunu ve farklı et parçalarının bağlanmasında kas proteinleri ile çok iyi bir etkileşim sağladığını, bu yolla da şekillendirilmiş et ürünleri üretiminde iyi bir potansiyel oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Carballao ve ark (2006), et ürünlerinde bağlama maddesi olarak TGaz ve kazeinat kompleksini kullandıkları çalışmada, dayanıklılığın ve çiğnenebilirliğin bu kompleksi içeren ürünlerde daha iyi sonuç verdiğini bulmuşlardır.

Pietrasik ve Chan (2002) yaptıkları çalışmada κ -carragenan, yumurta albümini ve izole edilmiş et kaynaklı olmayan proteinlerin, MTGaz varlığında veya yokluğunda sığır eti jellerinin kalite karakteristikleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, et kaynaklı olmayan proteinlerin kullanılması ile elde edilen jellerde daha düşük sertlik, elastikiyet ve lezzet görülmüş ve bağlama özellikleri daha zayıf olarak bulunmuştur. MTGaz ilavesinin su tutma kapasitesi ve tekstürel parametreleri geliştirdiği halde, et kaynaklı olmayan proteinlerin kullanıldığı jellerin tekstürünü değiştirmediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte MTGaz ve κ -carragenan arasında interaksiyon gözlenmiş ve kombinasyonun jellerin niteliğini ve kırmızılığını düzelttiği kaydedilmiştir. Bu çalışmaya paralel olarak birçok çalışmada et ürünlerinde jel kuvveti ve yapısal özelliklerin gelişimi için TGaz ile birlikte kurutulmuş elma lifi, kitosan, kan plazması, sodyum kazeinat, jelatin gibi et kaynaklı olmayan proteinler ile NaCl, KCl, CaCl₂ gibi katkıları kullanılmış ve hepsinden olumlu sonuç alınmıştır (Kurt ve Zorba 2004a, Colmenero ve ark. 2005, Guillen ve ark. 2005, Kolodziejska ve ark. 2006, Pietrasik ve ark. 2007).

Son zamanlarda tüketicilerin hayvansal yağ içeriği az olan ürünlere yönelmeleri, ayrıca ekonomik olmaları nedeniyle kümes hayvanları özellikle de tavuk eti tüketimini önemli ölçüde arttırmıştır. Ancak tavuk etinden yapılan sosis gibi bazı ürünlerin tekstürleri zayıf karakterlidir. Tavuk etinden yapılan sosilerin jel gücü, sığır ve domuz etinden yapılanlara kıyasla daha düşüktür. Bu tür ürünlerin tekstürlerinin geliştirilmesinde fosfatlar gibi katkılardan yararlanılmaktadır. Ancak tüketicilerin katkı kullanımı konusundaki bilinçli davranışları, araştırmacıları bu tür ürünlerde katkı kullanımını sınırlandırma çalışmalarına teşvik etmektedir. Yapılan bir çalışmada tavuk etinden yapılan sosilerde soya proteini, kazein ve peyniraltı suyu proteinlerinden TGaz'ın katalizörlüğünde oluşturulan biyopolimerler

kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, başta ürünün tekstürü olmak üzere, ısı stabilitesi ve emülsiyon özelliklerinin geliştiği gözlenmiştir (Kurt ve Zorba 2004b).

Mikrobiyal transglutaminaz (MTGaz) ve sodyum kazeinatın tavuk döner kebabın kalitesi üzerindeki etkisinin incelendiği bir araştırmada SDS-Page analizi ile elde edilen bulgulara göre MTGaz ilavesinin, sodyum kazeinat ile beraber kullanılması ya da kullanılmaması et proteinleri arasında çapraz bağlanmalar meydana getirdiğini göstermiştir. Yine bu çalışmada tekstür sonuçlarına göre enzimin sodyum kazeinat ile beraber kullanılması durumunda tavuk etinin yapışma özellikleri üzerine oldukça etkili olduğu saptanmakla birlikte, duyusal olarak örneklerde herhangi bir farklılık gözlenmemiştir (Kılıç 2003).

Ahmed ve ark. (2007) yaptıkları bir araştırmada mikrobiyal transglutaminaz kullanarak üretilen tavuk ve sığır sosislerinde tekstürlerdeki gelişimi incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre MTGaz ile muamelenin, özellikle 80°C’de pişirilen sığır etlerinde olmak üzere, her iki et tipinde de önemli ölçüde sıkı yapı sağladığı bildirilmektedir. MTGaz ile muamele edilen her iki et tipinde protein konsantrasyonu ve suda çözünür protein ekstraktı az miktarda azalma göstermiştir. Elde edilen veriler ışığında MTGaz’ın fonksiyonel özelliklerinin onu yararlı bir protein bağlayıcı ajan yaptığı ve sosis gibi et ürünlerinin protein fonksiyonları üzerine pozitif etki yaparak tekstür ve jelleşmeyi geliştirdiği sonucuna varılmıştır.

Aşkın (2007) yaptığı çalışmada tuzsuz hindi dönerleri üretiminde mikrobiyal transglutaminaz enzimi (MTG) ve bu enzimin yağsız süt tozu (YST) ve sodyum kazeinat (SK) ile kombinasyonlarının kullanım imkanları ve ürünün fizikokimyasal özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Ayrıca bu çalışma ile tuz miktarının düşürülmesine bağlı olarak oluşabilecek kalite problemlerinin (örn: pişirme kayıpları, tekstürel değişim) giderilmesi amaçlanmıştır. Bunun yanında bu araştırma ile, kanatlı etlerinden üretilen dönerlerde kesim sırasında oluşan kırıntı et probleminin de giderilmesini amaçlamıştır. Bu amaçlar doğrultusunda tuzsuz hindi döneri üretiminde %1 MTG, %2 MTG, %1 MTG + %0.5 SK, %1 MTG + %0.5 YST kullanılmıştır. Kalite kriterlerinin karşılaştırılması amacıyla %1 ve %2 tuz içeren iki ayrı hindi döner grubu da üretilmiştir. Yapılan analizler sonrasında uygulamaların etkinliği tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları tuzsuz hindi döneri üretiminde MTG kullanılmasıyla özellikle tuz katılmamasına bağlı oluşan tekstür problemini giderebildiğini göstermiştir.

TGaz kullanımı örneklerin verimlerinde de artış meydana getirmektedir. Tseng ve ark. (2000) farklı konsantrasyonlarda (% 0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4 ve 1) TGaz ilavesiyle ürettikleri düşük tuz içerikli tavuk köftelerinin kalitesini araştırmışlar ve yaptıkları araştırma neticesinde tavuk köftelerinde verimin % 0.4 ve 1 TGaz içeren örneklerde, kontrol grubuna göre önemli düzeyde yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedeninin de TGaz içeren tavuk köftelerinin emülsiyon stabilitesi ve hidrasyon özelliklerinin daha iyi olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Baytar (2010) TGaz enzimi ve NaCl'nin tavuk köftelerinin çeşitli özellikleri üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmasında; köfte üretiminde katkı maddesi olarak kullanılan TGaz enziminin, fiziksel-kimyasal parametreler üzerindeki, NaCl'nin de duyuşal, fiziksel-kimyasal, teknolojik ve tekstürel parametreler üzerindeki etkisinin önemli olduğunu saptamıştır.

Yine Uran ve ark. (2011), TGaz ilave ederek ürettikleri tavuk köftelerinin tekstür değerlerinde, kontrol gruplarına göre önemli ölçüde artış; pişirme kayıplarında ise önemli ölçüde azalma olduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

Araştırmamızda kullanılan tavuk etleri ve burger yapımında kullanılan diğer ilave katkıları Tekirdağ'da faaliyet gösteren özel bir et işleme tesisinden temin edilmiş ve üretim de bu firmada gerçekleştirilmiştir. Transglutaminaz enzimi (Activa WM) ise Ajinomoto firmasının Fransa şubesinden temin edilmiştir. Analizlerin yürütülmesinde kullanılan kimyasallar ise Merck firmasından sağlanmıştır. Çalışma 2 kez tekrar edilmiş olup, analizler paralelli olarak yürütülmüştür.

3.2. Metod

3.2.1. Burger üretimi

Üretimde taze, piliç göğüs etleri hammadde olarak kullanılmıştır. Kutere et katıldıktan sonra 3-4 tur orta devirde karıştırılarak et iyice ezilmiştir. Sonrasında önce enzim katılıp (% 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1 oranlarında) yine 1-2 tur karıştırmaya devam edilmiştir. Bundan sonra sırasıyla diğer katkıları (Emülsiyon karışımı, renk maddesi, koruyucu vb.) ayrı ayrı kuter çalışmaya devam ederken ilave edilmiştir En son katkı ilavesinden sonra kuter, 3-5 dakika hızlı devirde çalışmaya devam etmiştir.

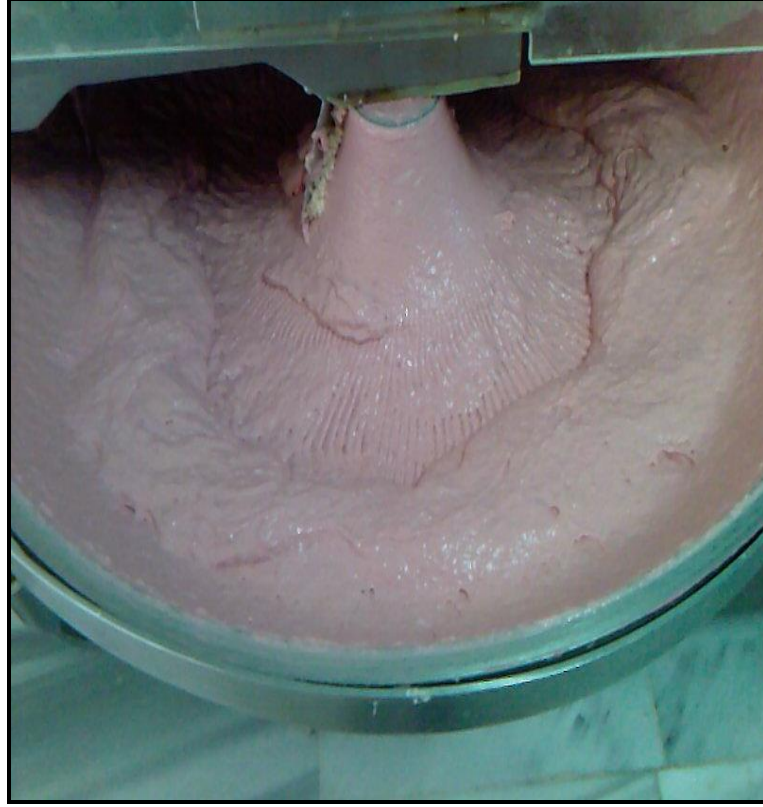
Kuterden alınan karışım, presli dolum makinesine aktarılmıştır. Karışım, 12 cm çapındaki plastik kılıflara sıkıca doldurularak batonlar oluşturulmuştur. Numaralandırmaları yapılan batonlar askılara alınarak bir müddet bu şekilde bekletilmiştir. Daha sonra fırına alınarak iç sıcaklıkları 72°C'ye ulaşmaya kadar (yaklaşık 1 saat) tutulmuştur. Fırından çıkarılan batonlar soğuk su ile, 5 dakika arayla birkaç defa soğuyana dek duşlanmıştır. Askıdan alınan batonlar sıcaklığının iyice düşmesi için soğuk depoda bir süre bekletilmiştir. Daha sonra her grup batondan birer tane alınıp eşit boyutlarda burger halinde kesilmiştir. Burgerler 4'erli olarak vakum paketlenerek ısı yalıtımlı kaba alınmış ve bu şekilde laboratuara ulaştırılmıştır.

Çizelge 3.1. Burger üretiminde kullanılan maddeler ve oranları

Madde	Oran (%)	Madde	Oran (%)
Tavuk göğüs eti (parça halinde)	50.65	Toz soya	2.02
Buz	19.24	Burger kombi (Kullanıma hazır baharat karışımı)	2.02
Emülsiyon yağ	12.66	Antimikrobiyal katkı (Sodyum nitrat, Sodyum nitrit)	0.1
Tekstürize soya	8.1	Ferma (Kırmızı fermente pirinç)	0.081
Nişasta	5.06	Karmin	0.016



Şekil 3.1. Kuterdeki karışıma enzim ilavesi



Şekil 3.2. Dolumdan önce kuterde karışım



Şekil 3.3. Karışımın kılıflara dolumu



Şekil 3.4. Burgerlerin askılara alınması



Şekil 3.5. Burger batonlarının dilimlenmesi



Şekil 3.6. Burger dilimlerinin yüzey kesiti

3.2.2. Kimyasal analizler

3.2.2.1. Kurumadde tayini

Sabit tartıma getirilmiş petri kabına (T_o) blenderde homojen hale getirilmiş burger, spatül yardımıyla hassas olarak aktarılmış ve tartılmıştır (m). Petri kapları, sıcaklığı 105°C 'ye ayarlanmış etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar tutulmuştur. Bu süre sonunda petri kapları desikatöre alınmış, oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartılmıştır (T_1). Hesaplama aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (AOAC 1990).

T_o : petri ağırlığı

T_1 : petri+örnek

m : örnek ağırlığı

Hesaplama: $T_1 - T_o / m \times 100$

3.2.2.2. Kül tayini

Sabit tartıma getirilmiş krozeler içerisine tartılan örnekler $550 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 'deki kül fırınında beyaz kül haline gelinceye kadar bekletilmiştir. Kül fırınından çıkarılan krozeler desikatörde soğutulduktan sonra tartımları yapılmış ve sonuçlar % kül olarak belirlenmiştir (AOAC 1990).

3.2.2.3. Yağ tayini

Yağ analizleri Soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir (AOAC 1997). Kuru madde analizi sonrasında suyu tamamen uçurulan örnekler kartuşlar içerisinde ekstraktöre yerleştirilmiş ve cihaz 4-5 saat süreyle çalıştırılıp yağ ekstraktörün altı kısmında bulunan toplama kabında çözügen ile toplanmıştır. Daha sonra rotary evaporatör vasıtası ile çözügeni alınan yağ örnekleri etüvde 2 saat kurutulduktan sonra desikatörde soğutulmuş ve örnek ağırlıkları tespit edilip kaydedilmiştir. Yağ oranının yüzdesi, kaybedilen ağırlığın orjinal örnek ağırlığına bölünüp 100 ile çarpılmasıyla tespit edilmiştir.

3.2.2.4. Protein tayini

Örneklerin ham protein analizleri AOAC (1990)'ye göre Kjeldahl yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Homojenize edilmiş örnek bir katalizör yardımıyla derişik sülfürik asit ile parçalanmış, açığa çıkan azot ise amonyum sülfat ((NH₄)₂SO₄) olarak bağlanmıştır. Daha sonra ortama kuvvetli bir alkali (NaOH) ilave edilerek meydana gelen amonyak distile edilip, ayarlı bir asit çözeltisinde tutulmuş ve ayarlı bir alkali çözelti ile geri titre edilmek suretiyle örnekteki toplam azot miktarı belirlenmiştir. Bulunan azot değeri 6.25 faktörü (N x 6.25) ile çarpılarak ham protein miktarı hesaplanmıştır.

3.2.2.5. pH tayini

pH ölçümlerinde, homojenize edilmiş örneklerden 10 g alınmış ve 100 ml saf su içerisinde homojenizatör kullanılarak 1 dk homojenize edildikten sonra pH-metre (WTW Inolab Level 2) probu daldırılmıştır ve değerler kaydedilmiştir (AOAC 1984).

3.2.3. Fiziksel analizler

3.2.3.1. Renk ölçümü

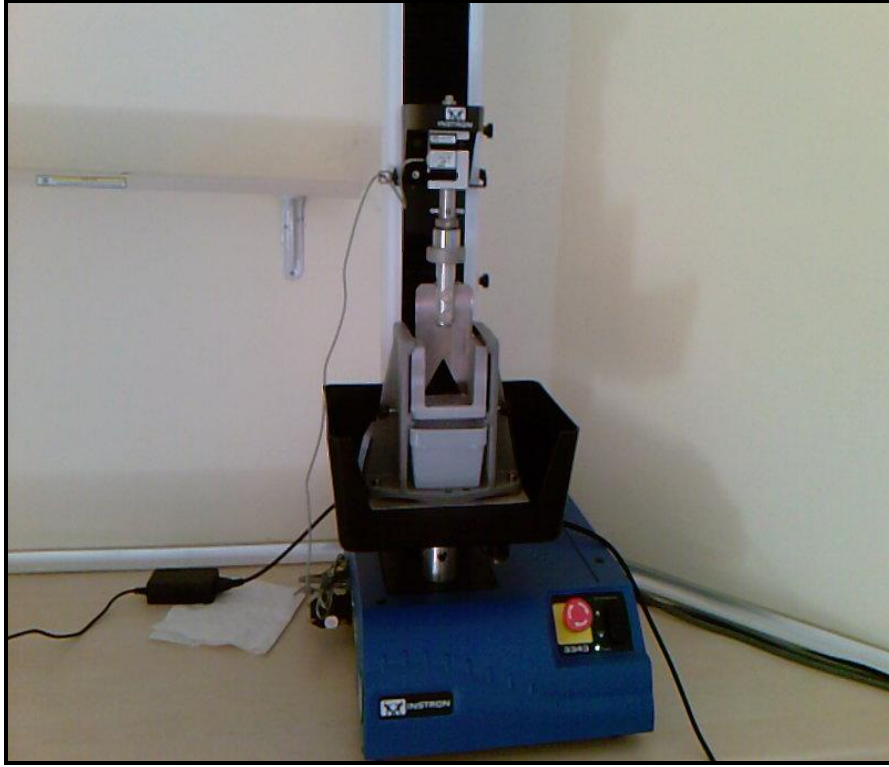
Burgerlerin CIE L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri ColorFlex HunterLab Renk Ölçüm Sistemi (Hunter Associates Laboratory, Inc.) kullanılarak belirlenmiştir. Eşit boylarda kesilen her örnekten beş ölçüm yapıldıktan sonra aritmetik ortalamaları hesaplanmıştır (AMSA 1991).



Şekil 3.7. Örneklerin renk ölçümünde kullanılan Colorflex renk ölçüm cihazı

3.2.3.2. Tekstür analizi

Burger örneklerinin Share Force (Warner-Bratzler) değerleri tekstür ölçüm cihazı (Instron, Model 3343) ile belirlenmiştir (Niamnuy ve ark. 2007). Örnekler eşit boylarda kesilerek 200°C'deki fırında 5 dakika ısıl işleme tabi tutulmuşlar ve daha sonra cihaza yerleştirilerek tekstür değerleri kgf olarak cihazda okunup kaydedilmiştir.



Şekil 3.8. Örneklerin tekstür ölçümünde kullanılan Instron tekstür cihazı

3.2.3.3. Pişirme kaybı ölçümü

Bu amaçla burgerler elektrikli ızgarada yaklaşık 180°C’de 5 dakika süre ile pişirilmiştir. Burgerlerde pişirme kaybı, pişirmeden önceki burger ağırlığının pişmiş burger ağırlığından çıkarılıp, çiğ burger ağırlığına bölümünün yüz ile çarpımı sonucu tespit edilmiştir (Bostan ve ark. 2001).

$$\% \text{ Pişirme kaybı} = \frac{(\text{Çiğ burger ağırlığı} - \text{Pişmiş burger ağırlığı})}{\text{Çiğ burger ağırlığı}} \times 100$$

3.2.4. Duyusal analizler

Duyusal analizlerde hedonik değerlendirme skalası kullanılmıştır. Panel üyelerinden burger örneklerinin çeşitli özelliklerini (renk, tat, koku, çiğnenebilirlik) kendilerine verilen skalaya (Çizelge 3.1.) göre değerlendirmeleri istenmiştir. 7 puan, örneklerin çok yüksek bir kabul edilebilirlik değerine sahip olduğunu belirtirken, 1 puan örneklerin kabul edilebilirlik düzeyinin çok düşük olduğunu işaret etmiştir. Sonuçlar her bir özellik için verilen puanların ortalamaları alınarak değerlendirilmiştir. Duyusal panel, piliç burger tüketim alışkanlığı olan 13 kişilik bir panelist grubu tarafından yürütülmüştür. Panel öncesi panelistlere çalışma hakkında bilgi verilmiştir. Örnekler üç basamaklı rakamlarla kodlandırılmış ve panelistlere

rastgele bir biçimde sunulmuştur. Panelistlere örneklerle birlikte su ve ekme de verilmiştir (Tseng ve ark. 2000).

Çizelge 3.2. Burger örneklerinin duysal değerlendirilmesinde kullanılan skala

Puan sırası	Değerlendirme
7	Çok İyi
6	İyi
5	Orta
4	Fena değil
3	Biraz kötü
2	Kötü
1	Çok Kötü

3.2.5. Örneklerin mikro yapılarının taramalı elektron mikroskopunda [Scanning Electron Microscope (SEM)] incelenmesi

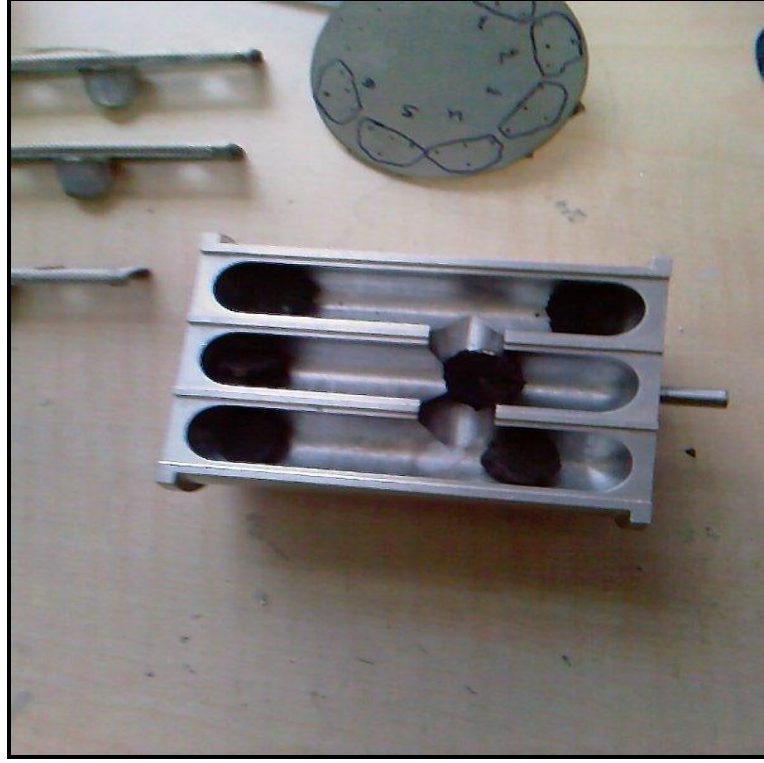
Burger örneklerinin mikro yapılarının incelenmesi amacıyla SEM’de tarama yapılarak görüntü alınmıştır. Bu amaçla örnekler bir dizi hazırlık aşamalarından geçirildikten sonra mikroskopta inceleme yapılmıştır. Örneklerle sırasıyla fiksasyon, dehidratasyon, kritik nokta kurutucuda kurutma ve kaplama işlemleri uygulanmıştır. Fiksasyon işlemi için % 2.5’lik Gluteraldehit ve % 1’lik Osmium Tetraoksit çözeltileri kullanılmıştır. Her iki çözelti de tampon solusyon olan 0.1 M’lık Sodyum Cacodylate Trihydrate içerisinde hazırlanmıştır. Dehidratasyon işlemi ise fiksasyon işlemi tamamlanan örneklerin sırasıyla % 10, 30, 50, 70, 90 ve 100’lük Aseton-su karışımı içerisinde bekletilmesi suretiyle yapılmıştır. Öncelikle burger örneklerinin çeşitli kısımlarından tüpler içerisine sığacak şekilde kesitler alınmıştır. Örneklerin üzerine gluteraldehit solusyonu katılarak 2 saat süreyle 4°C’de bekletilmiştir. Bu işlemden sonra örnekler hızı sabit döndürücüye alınmış ve burada tampon solusyonu ile (Sodyum cacodylate trihydrate) her 10 dakikada bir solusyonları yenilenecek şekilde 3 kez yıkanmıştır. Daha sonra tüpler içerisine % 1’lik Osmium tetraoksit ilave edilmiş ve tüpler 2 saat süre ile döndürücüde yine sabit hızla döndürülmüştür. Bu süre sonunda tüplerdeki osmium çözeltileri boşaltılmış ve örnekler yine 3 defa 10’ar dakikalık sürelerle tampon çözeltisinde yıkanarak fiksasyon aşaması tamamlanmıştır. Dehidratasyon aşamasına beklemeden geçilmiş ve tüpler üzerine sırasıyla % 10’luk, 30’luk, 50’lik, 70’lik ve 90’lük aseton-su çözeltisi katılarak 10’ar dakika süre ile döndürücüde döndürülmüştür. Son çözelti

tüplerden alındıktan sonra % 100'lük aseton çözeltisi ilave edilmiş ve yine 10'ar dakika olmak üzere 2 kez örnekler döndürücüde döndürülmüştür. Son çözeltiler de tüplerden alındıktan sonra yeni aseton çözeltisi ilave edilen tüpler bu şekilde kurutucuda kurutulma işlemine kadar beklemiştir. Fiksasyon ve dehidratasyon aşamalarında örneklerin hava ile temas etmemesine özen gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Fiksasyon aşamasında örneklerin görüntüsü

Kurutulmak üzere tüpler içerisinden pens yardımı ile çıkarılan örnekler, kritik nokta kurutucunun (Critical Point Drier) haznesine sırası ile yerleştirilerek CO₂ gazı eşliğinde 1 saat süre ile kurutma işlemine tabi tutulmuştur.

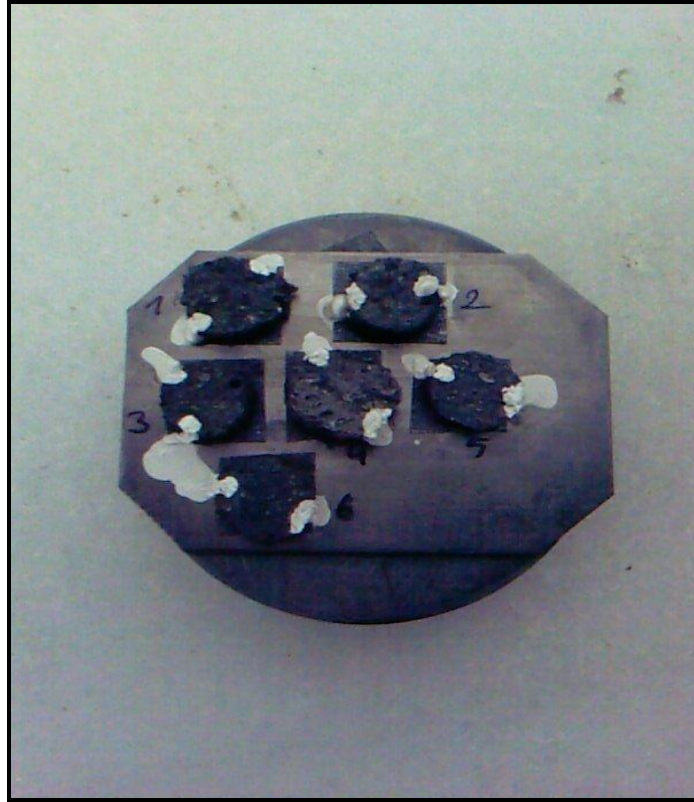


Şekil 3.10. Kritik Nokta Kurutucudan çıkan örneklerin görüntüsü

Kurutucudan alınan örnekler kaplama yapılmak üzere öncelikle numune tutucu tabla üzerine çift taraflı bantlar vasıtasıyla tutturulmuştur. Tabla daha sonra Polaron SC 7620 kaplama cihazı içerisine yerleştirilmiştir. Bu cihazda örneklere öncelikle vakum uygulanmış ve sonrasında örneklerin yüzeyi Altın-Paladyum karışımı (% 80-% 20) ile kaplanmıştır. Bu cihazda kaplama kalınlığı saniyede yaklaşık 3 Å ve toplamda da yaklaşık 180 Å olarak uygulanmıştır (Akşit, 2011).



Şekil 3.11. Kaplama işleminden önce örneklerin görüntüsü



Şekil 3.12. Kaplama işleminden sonra örneklerin görüntüsü

Kaplama cihazından alınan örnekler, LEO 440 Scanning Electron Microscope cihazına konmuş ve sırasıyla örneklerin yüzey taramaları yapılarak 5000, 15000 ve 30000 büyütme gücüne çıkılarak resimleri kopyalanmıştır.



Şekil 3.13. LEO 440 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

3.2.6. İstatistiksel analizler

Denemeler iki tekerrürlü ve ikişer paralelli olarak yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan varyasyon kaynaklarından farklı etkide bulunanı belirlemek amacıyla ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark. 1987).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

4.1. Kimyasal Analiz Bulguları

4.1.1. Besin maddeleri kompozisyonu

Enzim katılmış ve katılmamış piliç burger örneklerine ait ham besin maddeleri (kuru madde, kül, yağ ve protein) analiz sonuçları çizelge 4.1’de toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.1. Burger örneklerinin kimyasal kompozisyonu¹

Ürün	Analiz			
	Kurumadde (%)	Kül (%)	Yağ (%)	Protein (%)
Kontrol	44.10 ± 0.05 ^b	3.30 ± 0.10 ^a	23.20 ± 0.42 ^a	13.19 ± 0.36 ^a
% 0.2	44.34 ± 0.07 ^b	3.32 ± 0.59 ^a	23.19 ± 0.22 ^a	13.40 ± 0.27 ^a
% 0.4	45.37 ± 0.06 ^a	3.31 ± 0.40 ^a	23.15 ± 0.11 ^a	13.56 ± 0.24 ^a
% 0.6	44.22 ± 0.13 ^b	3.29 ± 0.40 ^a	23.11 ± 0.73 ^a	14.15 ± 0.17 ^a
% 0.8	43.82 ± 0.09 ^b	3.28 ± 0.07 ^a	22.07 ± 0.50 ^a	14.35 ± 0.29 ^a
% 1.0	43.63 ± 0.66 ^b	3.28 ± 0.68 ^a	21.66 ± 0.45 ^a	14.41 ± 0.66 ^a

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir.

4.1.1.1. Kurumadde içeriği

Enzim katılmamış burgerlerde kurumadde içeriği % 44.1 ± 0.05 iken, enzim kullanılan burgerlerde bu değer değişiklik göstermiştir. Kurumadde miktarlarındaki değişim, % 0.4 enzim içeren örneklerde diğer örneklere göre önemli (p<0.05) şekilde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Kurumadde değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	3.71026667	4.72*
Hata	6	0.94320000	

(*)p<0.05 düzeyinde önemli

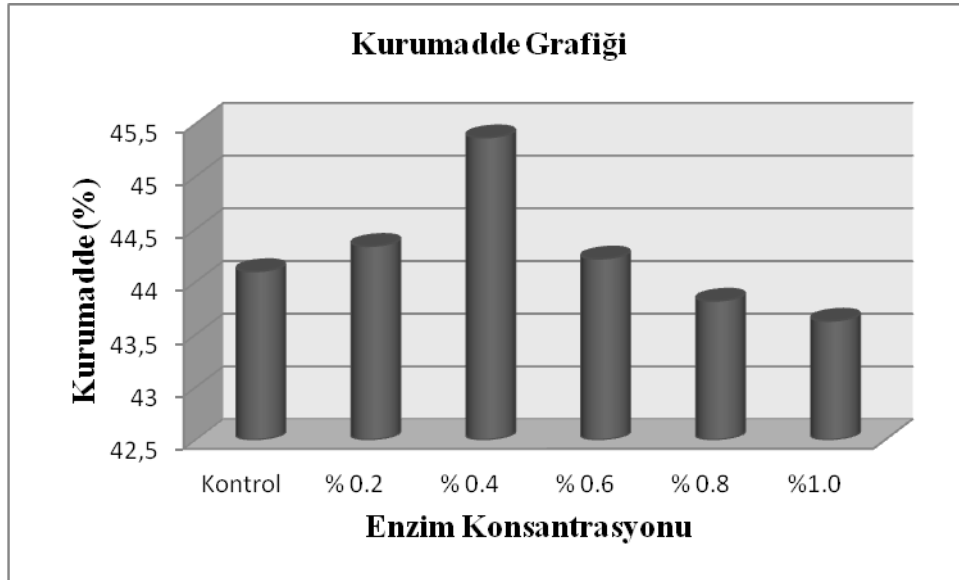
Burger örneklerinin kurumadde içeriklerinde konsantrasyona göre farklılıklar olduğunun varyans analizi ile belirlenmesinden sonra Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Kurumadde değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Enzim Konsantrasyonu	Kurumadde Değerleri (%)
Kontrol	44.10 b
% 0.2	44.34 b
% 0.4	45.37 a
% 0.6	44.22 b
% 0.8	43.82 b
% 1.0	43.63 b

Kolonda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Enzim konsantrasyonu örneklerin kurumadde içeriklerini farklı düzeylerde etkilemiştir. En yüksek kuru madde artışı % 0.4 enzim katılan ürün gruplarında gözlenirken, enzim konsantrasyonunun artışı kurumadde oranlarında azalmaya neden olmuştur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Burger örneklerinin kurumadde içerikleri

Çalışmamızda enzim katılmamış burger örneklerinin kurumadde içerikleri % 44.1 bulunurken, enzim ilavesi ile bu değer değişiklik göstermiştir. % 0.2 ve % 0.4 oranlarında enzim içeren gruplar, kontrol grubuna göre protein oranında artışa neden olmuş, ancak % 0.6 ve üzeri konsantrasyonda enzim içeren örneklerin protein oranlarında tekrar azalma görülmüştür. % 0.4 oranında enzim içeren örneklerin protein içerikleri diğer gruplara göre istatistik olarak fark ($p<0.05$) meydana getirirken; kontrol grubu ile % 0.2, % 0.6, % 0.8 ve % 1 oranlarında enzim içeren örneklerin protein oranları istatistiksel olarak değişim göstermemiştir.

Burger tarzı ürünler, temelde su içerisinde yağ içeren emülsiyon ürünlerdir. Yüksek oranda su içermekle birlikte, hem etin kendisinden hem de katılan yağdan dolayı yağ içerikleri artmaktadır. Değişik amaçlarla katılan katkı maddeleri ve yağ oranının yüksek olması, kurumadde içeriğinin artmasına, dolayısıyla su içeriğinin azalmasına neden olmaktadır. Ancak TGaz'ın meydana getirdiği en önemli durum, kullanıldığı ürünler içerisinde neden olduğu çapraz bağlanmalardır ve enzim miktarının artışı ile çapraz bağların miktarı da artmaktadır. Ürünlerde bu bağların oluşması ve artışı, suyun ürün içerisinde daha fazla tutulmasına ve örneklerde nem miktarının artış göstermesine neden olabilmektedir. Dolayısı ile enzim konsantrasyonunun artışı ile araştırmamızda ürünlerde meydana gelen nem miktarındaki artışın temel nedeninin bu olduğu düşünülmektedir.

Aşkın (2007) farklı kombinasyonlarda tuz, yağsız süt tozu, sodyum kazeinat ve MTGaz kullanarak hindi döner üretmiş ve üretilen dönerlerin kalite özelliklerini incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre örneklerin nem içerikleri sadece % 1 ve % 2 MTGaz kullanılan dönerlerde, kontrol gruplarına göre artış göstermiş, ancak istatistiki olarak farka neden olmamıştır ($p>0.05$). Bununla birlikte MTGaz'ın sodyum kazeinat ve yağsız süt tozu ile birlikte kullanımı, örneklerin nem içeriklerini kontrol grubuna göre önemli ölçüde arttırmış ($p<0.05$), yine bu iki grup kendi içerisinde nem miktarı açısından istatistik olarak fark oluşturmamıştır.

Cofrades ve ark. (2011), TGaz ilavesi ile yaptıkları tavuk bifteklerin kalite özelliklerini incelemişler ve örnekler arasında kurumadde açısından istatistiki olarak fark olmadığını tespit etmişlerdir.

Uran ve ark. (2011) tavuk göğüs etine, çeşitli baharat ve 2 farklı konsantrasyonda TGaz ilavesi ile (% 0.5 ve % 1) tavuk köftesi yapmışlar ve köftelerin kalite özelliklerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda; enzim ilavesi örneklerin kurumadde içeriklerinde artışa neden olmuş, enzim katkısının neden olduğu artış % 1 ilaveli örneklerde kontrol grubuna göre istatistik olarak önemli fark yaratmıştır ($p<0.05$).

4.1.1.2. Kül içeriği

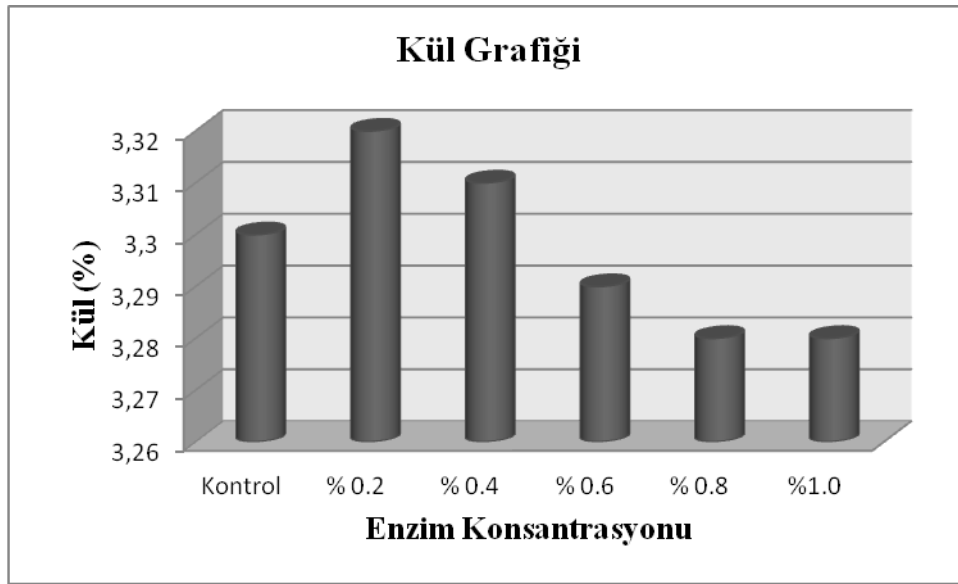
Enzim katılmamış burgerlerde ham kül içeriği % 3.3 ± 0.10 iken, enzim kullanılan burgerlerde bu değer kayda değer bir değişiklik göstermemiştir. Kül miktarlarındaki artış enzim konsantrasyonlarına göre önemli bir fark göstermemiştir ($p>0.05$) (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Kül değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	0.16726175	0.78
Hata	6	0.21353092	

p>0.05 düzeyinde önemli

Enzim konsantrasyonu örneklerin kurumadde içeriklerinde önemli farklılığa neden olmamıştır. En yüksek enzim konsantrasyonuna sahip örneklerde, düşük konsantrasyonlu örneklere göre az miktarda bir artış gözlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Burger örneklerinin kül içerikleri

Enzim katkısı olmayan burgerlerde kül oranı % 3.3 bulunurken, enzim ilavesi yapılmış diğer gruplarla kontrol grubu arasında kül içeriği bakımından istatistik açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir (p>0.05).

Değişik katkı maddelerinin ilave edildiği bu tür ürünlerde şüphesiz kül oranı en çok değişen kriterlerin başında gelmektedir. İlave edilen her katkı maddesi, kül oranında değişimlere neden olabilmektedir. Kutlu (2008); mekanik olarak ayrılmış tavuk etleri üzerine yaptığı çalışmada boyun, göğüs ve sırt etlerinin kül içeriklerinin sırasıyla % 1; % 1.28 ve % 1 olduğunu bildirmiştir. Yine yapılan benzer bir araştırmada tavuk boyun, sırt ve göğüs etlerinin kül içeriklerinin ortalama olarak sırasıyla % 0.86; % 0.87 ve % 1.06 şeklinde olduğu belirtilmiştir (Altun 2008). Zorba (2009) ise değişik katkılarla hazırladığı tavuk sosis, burger ve köfte örneklerinin kül içeriklerinin sırasıyla % 0.97, % 1 ve % 1.01 olduğunu ifade etmiştir.

Uran ve ark. (2011) TGaz enzimi kullanarak ürettikleri tavuk köftelerinin kül değerlerini, enzim katılmayan örneklerde % 1.93; % 0.5 ve % 1 enzim katkılı gruplarda ise sırasıyla % 2.09 ve % 2.11 olarak bulmuşlar, bununla birlikte enzim kullanılan ve kullanılmayan örnekler arasında kül içerikleri bakımından istatistiki açıdan fark gözlemediklerini bildirmişlerdir.

Yine başka bir çalışmada TGaz ve deniz yosunu kullanarak tavuk göğüs etlerinden tavuk biftek yapılmış ve bu bifteklerin kalite özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre enzim katılmayan grup ile enzim ilaveli grup arasında kül içeriği bakımından istatistiki bir fark gözlenmemiştir (Cofrades ve ark. 2011). Çalışma sonucu elde ettiğimiz veriler, bu araştırmalar ile benzerlik teşkil etmektedir.

4.1.1.3. Yağ içeriği

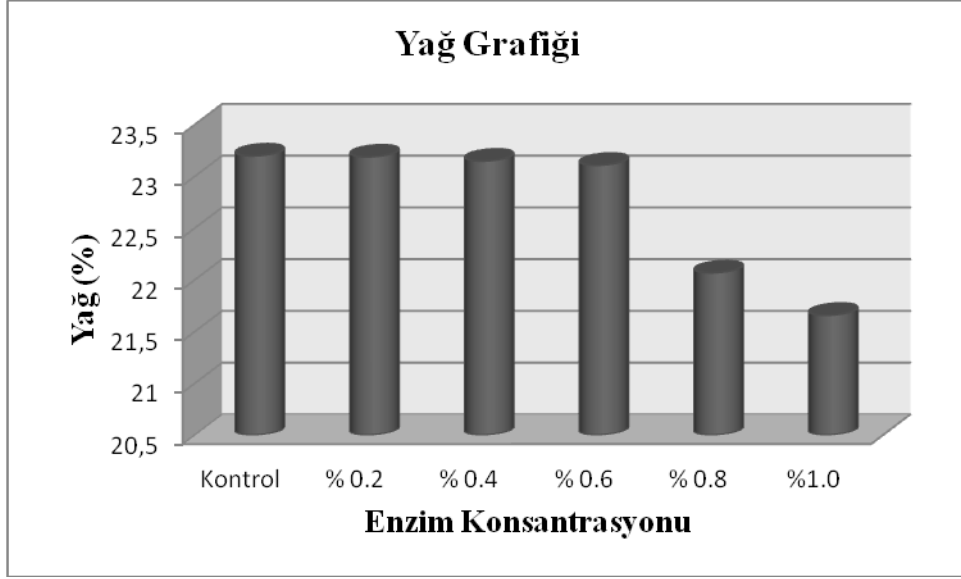
Enzim katılmamış burgerlerde yağ içeriği % 23.20 ± 0.42 iken, enzim kullanımı burgerlerin yağ oranlarında azalmaya neden olmuş, ancak bu azalma istatistiksel olarak fark ($p>0.05$) meydana getirmemiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Yağ değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	4.66760000	2.29
Hata	6	2.44460000	

$p>0.05$ düzeyinde önemli

Enzim konsantrasyonu örneklerin yağ içeriklerini farklı düzeylerde etkilemiştir. En yüksek yağ içeriğine enzim katılmayan grupta rastlanırken, en yüksek enzim katılan ürün gruplarında en düşük yağ içeriği gözlenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Burger örneklerinin yağ içerikleri

Sosis, salam ve burger tarzı ürünler, emülsiyon tip ürünler olduğundan dolayı bu ürünlerde yağ oranları yüksek olabilmektedir. Tavuk eti bünyesinde belirli oranda yağ mevcut olup, bu yağ miktarı tavuk etinin kısımlarına göre değişebilmektedir. Örneğin tavuk sırt eti, göğüs ve boyun etine göre daha yüksek oranda yağ içermektedir. Altun (2008), tavuk eti kısımları üzerine yaptığı çalışmasında, mekanik olarak ayrılmış tavuk sırt eti (MATSE), boyun eti (MATBE) ve göğüs etindeki (MATGE) yağ miktarlarının sırasıyla ortalama % 24.56; % 17.48 ve % 13.10 olarak bildirmiştir. Kolsarıcı ve ark. (2004), soğuk ve donmuş depolamanın mekanik olarak ayrılmış tavuk etlerinin bazı özellikleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, MATSE; MATBE ve MATGE'nin yağ içeriklerinin sırasıyla % 26.95; % 11.59 ve % 12.34 olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda enzim katılmayan ve katılan burgerlerin yağ oranlarında istatistiki açıdan fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Bununla birlikte, enzim içermeyen örneklerin yağ oranı % 23.20 bulunurken, enzim konsantrasyonunun artışına paralel burgerlerin yağ içeriklerinde azalma meydana gelmiş ve % 1 enzim ilave edilen örneklerin yağ oranı % 21.66 olarak tespit edilmiştir.

Aşkın (2007), iki farklı konsantrasyonda MTGaz (% 1 ve % 2) ve katkı (tuz, yağsız süttozu) kullanarak ürettiği hindi dönerlerin yağ miktarlarını incelediğinde, % 1 ve % 2 MTGaz kullanımının kontrol grubuna göre yağ miktarı açısından fark meydana getirmediğini ve enzim içeren örnekler içerisinde de istatistik olarak farklılık olmadığını ($p>0.05$) bildirmiştir.

TGaz ilavesi ile tavuk göğüs etinden yapılan biftek ve köftelerde yağ içeriği bakımından istatistiki açıdan fark olmadığı bazı çalışmalarda bildirilmektedir (Cofrades ve ark. 2011, Uran ve ark. 2011).

4.1.1.4. Protein içeriği

Enzim katılmamış burgerlerde protein içeriği % 13.19 ± 0.36 iken, enzim kullanılan burgerlerde bu değer artışa neden olur. Ancak, enzim konsantrasyonunun artışı ile örneklerin protein oranlarında meydana gelen artış istatistiki olarak farklı bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.6).

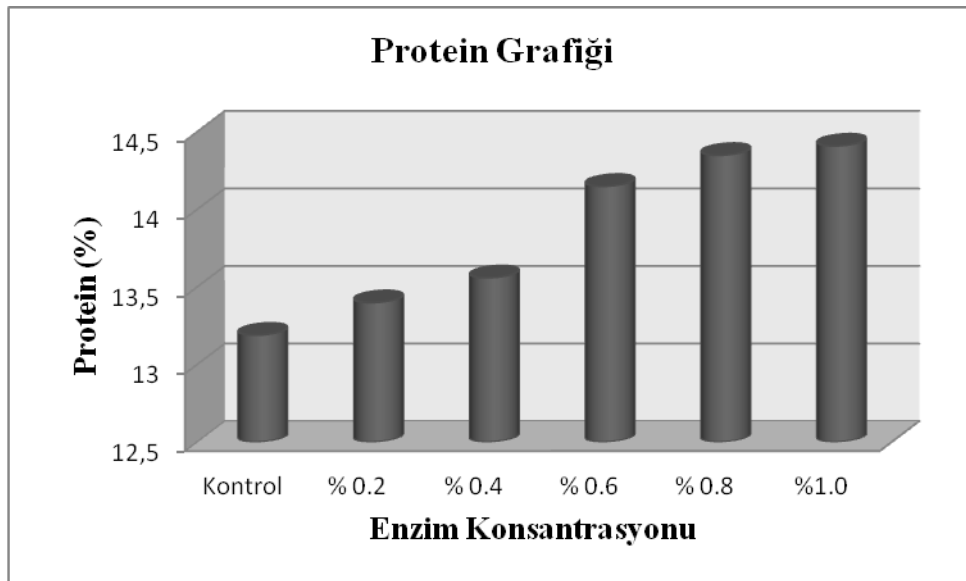
Çizelge 4.6. Protein değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	2.75106667	2.04
Hata	6	1.61740000	

$p>0.05$ düzeyinde önemli

Burger örneklerinin protein içeriklerinde konsantrasyona göre farklılıklar olduğunun varyans analizi ile belirlenmesinden sonra bu farklılık Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.9).

Enzim konsantrasyonunun artışı ile burgerlerin protein oranlarında artış gözlenmiş ve en yüksek protein içeriği % 1 enzim içeren burgerlerde saptanmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Burger örneklerinin protein içerikleri

Çalışmamızda enzim katılmayan burger örneklerinin protein içeriği % 13.19 bulunurken; enzim konsantrasyonunun artışına paralel olarak örneklerin protein oranlarında artış gözlenmiş ve % 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 enzim ilaveli örneklerin protein içerikleri sırasıyla % 13.40, 13.56, 14.15, 14.35 ve 14.41 bulunmuş olup, örnekler arasında istatistiki olarak fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Gruplarda enzim miktarının artışına paralel protein miktarlarının da artışı, enzimlerin protein yapısında moleküller olması ve böylece artışa katkı sağlamaları nedeniyle normal olarak değerlendirilebilir.

Uran ve ark. (2011), % 0.5 ve 1 enzim ilavesiyle hazırladıkları tavuk köftelerinin protein içeriklerini kontrol gruplarında % 17.36, enzim katkılı gruplarda da sırasıyla 17.52 ve 17.99 olarak bulmuşlar ve enzim katılan ve katılmayan örneklerin protein değerlerinde istatistiki olarak bir farklılık gözlemlenmemişlerdir.

Yine Cofrades ve ark. (2011) TGaz (% 0.7) ve deniz yosunu katkılı ürettikleri tavuk bifteklerde, enzim kullanılan ve kullanılmayan örneklerin protein değerlerinin istatistiki olarak fark yaratmadığını bildirmişlerdir.

4.1.1.5. pH değeri

Enzim katılmamış burgerlerde pH değeri 6.39 ± 0.01 olarak bulunmuş (Çizelge 4.7), enzim kullanılan burgerlerde bu değer önemli bir değişime neden olmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.7. Burger örneklerine ait pH Değerleri¹

Analiz/Ürün	Kontrol	% 0.2	% 0.4	% 0.6	% 0.8	% 1
pH Değeri	6.39 ± 0.01^a	6.41 ± 0.01^a	6.34 ± 0.02^a	6.38 ± 0.01^a	6.39 ± 0.01^a	6.44 ± 0.01^a

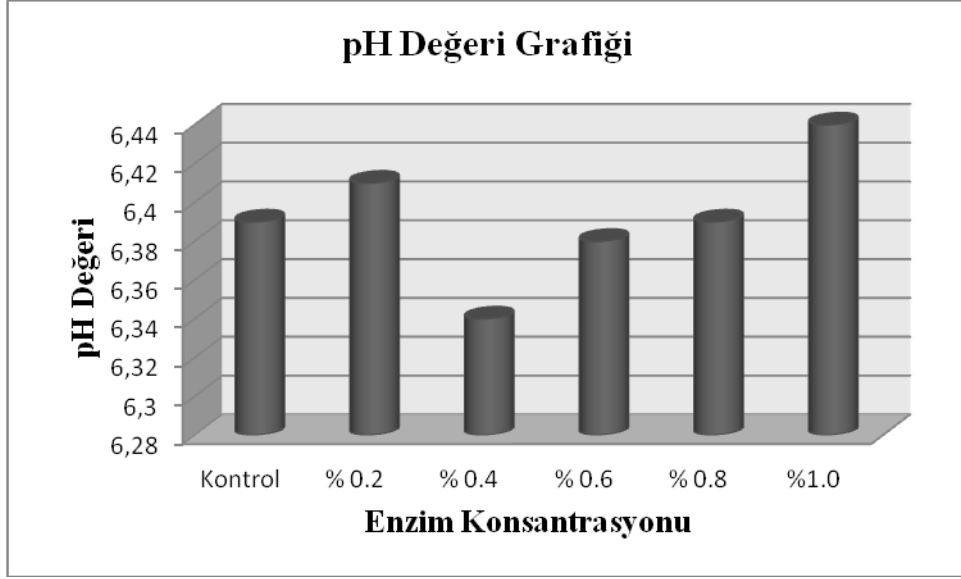
¹Değerler \pm standart sapmayı ihtiva etmektedir.

Çizelge 4.8. pH değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	0.00155973	9.64
Hata	6	0.00016183	

$p>0.05$ düzeyinde önemli

Enzim konsantrasyonu örneklerin pH değerlerinde önemli farklılığa neden olmamıştır. En düşük pH değeri % 0.4 enzim katkılı örneklerde tespit edilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Burger örneklerine ait pH değerleri

Araştırmamız sonucunda enzim katılmayan örneklerde pH değeri 6.39 iken, en yüksek enzim katkılı grupta (% 1) bu değer 6.44 olarak saptanmıştır. Buna göre enzim ilavesinin burger örneklerinin pH değerleri üzerine etkisi olmadığı ve değerlerde istatistiki bir değişime neden olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$).

Uran ve ark. (2011) enzim ilavesinin, kontrol gruplarına göre az da olsa tavuk köftelerinde asitliğin artışına neden olduğunu ($p<0.05$), iki farklı enzim konsantrasyonu arasında ise (% 0.5 ve % 1) pH değeri bakımından fark olmadığını bildirmişlerdir.

Trespacios ve Pla (2007), tavuk eti jelinin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek için basınçla eşzamanlı olarak TGaz enzimi (% 1) kullanmışlar ve uygulama sonucunda enzim eklenmeyen örneklerin pH değerini 6.89 bulurlarken; enzim ilave edilen örneklerin asitliğinde küçük bir artış (6.84) tespit etmişlerdir.

Yine Aşkın (2007)'da MTGaz kullanımının hindi dönerlerde pH değeri açısından farklılığa neden olmadığını bildirmiştir.

4.2. Fiziksel Analiz Bulguları

4.2.1. Tekstür ölçümü

Enzim kullanılması burger örneklerinin tekstür değerlerinde belirgin farklılıklara neden olmuştur. Enzim katılmamış burgerlerde tekstür değeri 1.94 ± 0.22 kgf iken, enzim

kullanılan burgerlerde bu değerde artış gözlenmiştir (Çizelge 4.9). Tekstür değeri, enzim konsantrasyonlarına göre önemli ($p<0.01$) şekilde farklılık göstermiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.9. Burger örneklerine ait tekstür sonuçları¹

Analiz/Ürün	Kontrol	% 0.2	% 0.4	% 0.6	% 0.8	% 1
Tekstür (kgf)	1.94±0.22 ^c	2.02±0.21 ^c	2.09±0.28 ^c	2.36±0.27 ^b	2.44±0.11 ^b	2.89±0.47 ^a

¹Deęerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir.

Çizelge 4.10. Tekstür değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	0.23502000	22.35**
Hata	6	0.01051667	

(**) $p<0.01$ düzeyinde önemli

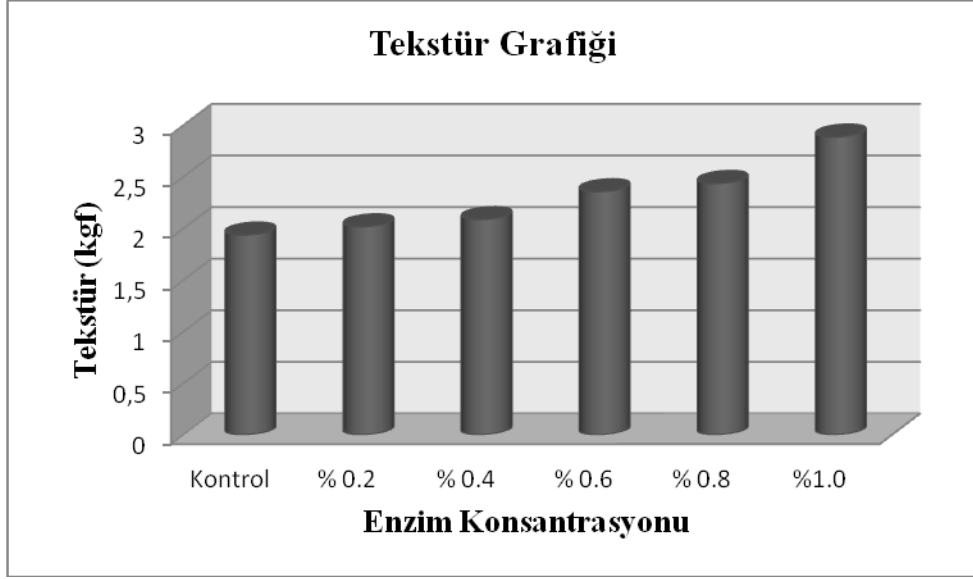
Burger örneklerinin tekstür değerlerinde konsantrasyona göre farklılıklar olduğunun varyans analizi ile belirlenmesinden sonra bu farklılık Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Tekstür değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Konsantrasyon	Tekstür Değerleri (kgf)
Kontrol	1.945 c
% 0.2	2.025 c
% 0.4	2.095 c
% 0.6	2.365 b
% 0.8	2.445 b
% 1.0	2.895 a

Kolonda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.01$).

Enzim konsantrasyonu örneklerin tekstür değerlerini önemli düzeylerde etkilemiştir. Enzim konsantrasyonunun artışına paralel burgerlerin tekstür değerlerinde artış gözlenmiş ve en yüksek tekstür değeri % 1 enzim içeren burgerlerde belirlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Burger örneklerinin tekstür değerleri

TGaz enzimi üzerine yapılan çalışmaların sonucunda elde edilen en önemli bulgular, ürünlerin tekstür ve jel kuvvetindeki meydana gelen artışlardır. TGaz ilavesinin, moleküller arası ϵ (γ -glutamil)-lisil çapraz bağlarının oluşumu yoluyla daha sıkı jel ağ yapısına neden olduğu birçok araştırmada bildirilmektedir (Nio ve ark. 1986, Tseng ve ark. 2000, Soares ve ark. 2004, Yokoyama ve ark. 2004, Sun ve Arntfield 2011, Bourneow ve ark. 2012).

Araştırmamızda elde ettiğimiz verilere göre enzim miktarında artışa paralel olarak kontrol grubuna göre burger örneklerinin tekstüründe artışlar gözlenmiştir. Enzim katılmayan burger örneklerinin tekstür değerleri 1.94 kgf ölçülürken, % 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1 oranında enzim içeren örneklerde tekstür değerleri sırasıyla 2.02, 2.09, 2.36, 2.44 ve 2.89 olarak tespit edilmiştir. İstatistiki açıdan bakıldığında ise, kontrol grubu ile % 0.2 ve 0.4 enzim ilaveli grupların tekstür değerlerinin birbirinden farklı olmadığı ($p>0.05$) gözlenmiştir. % 0.6 ve % 0.8 enzim katkılı ürünler, yine kendi içerisinde istatistiki açıdan fark oluşturmamış ($p>0.05$), ancak diğer gruplardan önemli derecede farklılık ($p<0.01$) meydana getirmiştir. En yüksek tekstür değerine % 1 enzim katkılı grupta rastlanmıştır ve bu grup diğer gruplardan önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.01$).

Bu enzimin kullanıldığı tavuk köfteleri üzerine yapılan araştırmada, enzim kullanımı ve miktarının artmasının, ürünlerin tekstür değerini önemli düzeyde arttırdığı bildirilmektedir (Uran ve ark. 2011).

Ahmed ve ark. (2007) yaptıkları araştırmada MTGaz ilave edilerek üretilmiş tavuk ve sığır sosislerinde jel kuvvetinin değişimini incelemişler ve çalışma neticesinde MTGaz

ilave edildikten sonra sosislerde G-L bantlarının miktarının önemli düzeyde arttığını, bu durumda MTGaz ilavesinin etlerin tekstürünü farklı şekillerde geliştirmesine destek olduğunu bildirmişlerdir.

Tseng ve ark. (2000), farklı konsantrasyonlarda (% 0, 0.05, 0.1, 0.2, 0.4 ve 1) TGaz ilave edilerek ürettikleri tavuk köftelerinin jel kuvvetinin örneklerde TGaz miktarına paralel olarak arttığını ve özellikle de % 0.2 ve üzeri enzim içeren örneklerde, kontrol grubuna göre önemli oranda ($p<0.01$) yükselme olduğunu bildirmişlerdir.

Lantto ve ark. (2007) lakkaz ve TGaz'ın pişirilmiş tavuk homojenat jellerinin sıklığı ve ağırlık kaybı üzerine etkisi üzerine yaptıkları çalışmada, düşük tuz içerikli (% 1) ve düşük etli (% 65), fosfat içermeyen jellerin sıklığını azalttığını; bir miktar TGaz ilavesinin ise düşük etli, düşük tuzlu ve fosfatsız ürünlerde, enzim içermeyen kontrol gruplarına göre mukavemeti önemli ölçüde geliştirdiğini bulmuşlardır. Bu çalışmada elde edilen sonuca göre; TGaz'ın hem düşük et içerikli, hem de yüksek et içerikli (% 75) homojenatlarda jel sıklığını geliştirdiğini net bir şekilde görmüşlerdir.

İki farklı konsantrasyonda MTGaz enzimi kullanılarak üretilen hindi dönerde tekstür açısından yapılan incelemede, enzim kullanımının kontrol grubuna göre örneklerin maksimum yük değerlerini önemli ölçüde arttırdığı; enzimin % 2 oranında kullanıldığı örneklerde % 1 kullanılan örneklere göre önemli fark meydana getirdiği ($p<0.05$) bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada sertlik değerleri de incelenmiş ve enzim kullanımının dönerlerin sertlik değerini de arttırdığı gözlenmiştir. % 1 MTGaz kullanımı kontrol grubuna göre sertlik değeri açısından artış göstermekle birlikte fark oluşturmazken ($p>0.05$), enzimin % 2 oranında kullanımı ile meydana gelen artış, enzim içermeyen ve % 1 enzim içeren gruplardan önemli ölçüde ($p<0.01$) farklı bulunmuştur (Aşkın 2007).

TGaz enzimi ilavesinin et ürünlerinde tekstür değerini önemli ölçüde arttırdığı yapılan araştırmalarda sabittir ve çalışmamız da bu araştırmalar ile benzerlik teşkil etmektedir.

4.2.2. Pişirme kaybı ölçümü

Burger örneklerinde enzim kullanımının en belirgin şekilde değişime neden olduğu analiz, pişirme kaybı ölçümü olmuştur. Enzim kullanılmamış örnekte pişirme kaybı % 21.01 ± 5.50 civarında iken, bu değer enzim kullanımının artmasına paralel azalma göstermiştir

(Çizelge 4.12). Örnekler arasında pişirme kaybı açısından önemli ($p<0.05$) farklılıklar olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.12. Burger örneklerine ait pişirme kaybı sonuçları¹

Analiz/Ürün	Kontrol	% 0.2	% 0.4	% 0.6	% 0.8	% 1
Pişirme Kaybı (%)	21.01±5.5 ^a	18.58±3.75 ^{ab}	17.25±1.93 ^{ab}	16.14±1.79 ^{ab}	12.89±2.28 ^{ab}	10.47±1.08 ^b

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir.

Çizelge 4.13. Pişirme kaybı ölçümlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	31.4936000	1.80*
Hata	6	17.4521000	

(*) $p<0.05$ düzeyinde önemli

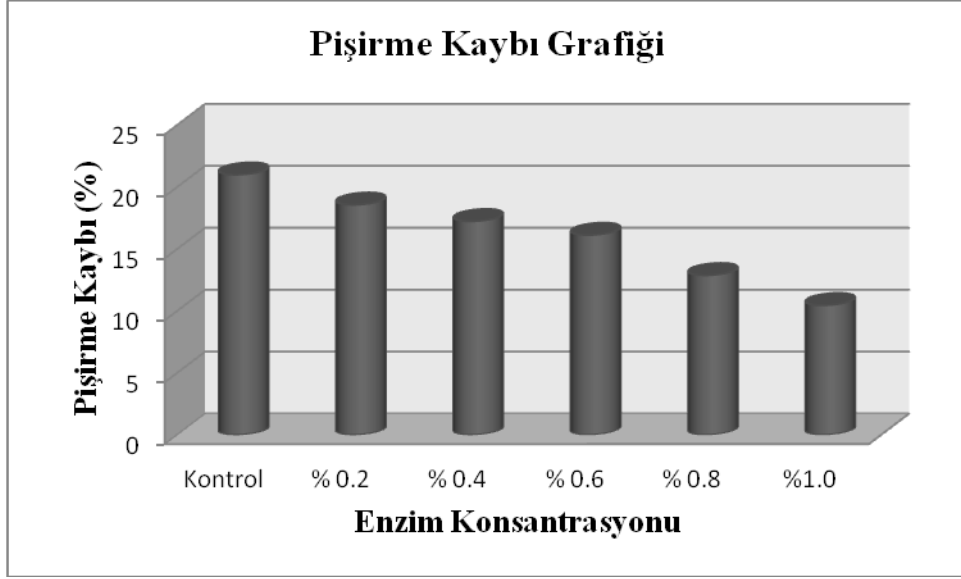
Burger örneklerinin pişirme kaybı değerlerinde konsantrasyona göre farklılıklar olduğunun varyans analizi ile belirlenmesinden sonra bu farklılık Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Pişirme Kaybı değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Konsantrasyon	Pişirme Kaybı Değerleri (%)
Kontrol	21.01 a
% 0.2	18.58 ab
% 0.4	17.25 ab
% 0.6	16.14 ab
% 0.8	12.89 ab
% 1.0	10.47 b

Kolonda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Enzim konsantrasyonu örneklerin pişirme kaybı değerlerinde önemli düzeylerde azalmalar sağlamıştır. Enzim konsantrasyonunun en yüksek olduğu örnekler, pişirme kaybının en az gözlendiği örnekler olmuştur (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Burger örneklerinde piştirme kaybı oranları

TGaz, et ürünlerinde piştirme ve çözündürme kayıplarını azaltarak, su bağlama özelliğini arttırmaktadır (Pietrasik ve ark. 2007). Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular da bu tezi kuvvetli bir şekilde desteklemiştir. Enzim ilave edilmeyen örneklerde piştirme kaybı % 21.01 düzeyinde hesaplanmıştır. Örnek gruplarında, enzim artışına paralel piştirme kayıpları da azalma göstermiş ve % 1 enzim katkılı örneklerde, kontrol grubuna göre önemli oranda ($p < 0.05$) azalma saptanmıştır (% 10.47). Enzim ilaveli ürünler ise, piştirme kaybı açısından kendi içerisinde istatistiki açıdan farklı bulunmamıştır.

TGaz enzimi ile yapılan çalışmalarda elde edilen araştırma verileri, enzim ilave edilen örneklerde ilave edilmeyenlere göre en belirgin farklılıklardan birinin, piştirme kayıplarında meydana gelen azalma olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Pietrasik (2003), % 0.5 MTGaz ilavesinin ticari piştirme yöntemleri kullanılarak piştirilmiş sığır jellerinin nem ve ağırlık kayıplarını önemli düzeyde azalttığını bildirmiştir (Basaran ve ark. 2010). TGaz ilaveli tavuk köfteleri üzerine yapılan araştırmada, % 1 TGaz ilavesinin kontrol grubuna göre piştirme kaybında önemli düzeyde azalma sağladığı saptanmıştır (Uran ve ark. 2011). Bütün bu araştırmalar ve elde edilen bulgular, çalışmamızı destekler niteliktedir.

4.2.3. Renk ölçümü

Burger örneklerinin renk değişimine ilişkin L, a, b değerleri Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Burger örneklerine ait L, a, b Değerleri¹

Analiz/Ürün	Kontrol	% 0.2	% 0.4	% 0.6	% 0.8	% 1
L Değeri	50.29±1.62 ^b	54.93±3.33 ^{ab}	56.53±2.12 ^a	53.78±4.11 ^{ab}	54.04±5.72 ^{ab}	54.64±3.07 ^{ab}
a Değeri	22.12±0.91 ^{ab}	22.62±1.43 ^a	20.79±0.76 ^b	23.51±1.38 ^a	23.36±1.63 ^a	22.54±0.84 ^a
b Değeri	9.07±0.68 ^{ab}	9.36±0.72 ^a	9.91±0.66 ^a	8.32±0.78 ^b	8.96±0.69 ^{ab}	9.77±0.64 ^a

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir.

4.2.3.1. “L” değeri

Enzim katılmamış örneklerde “L” değeri (açıklık, koyuluk) 50.29 ± 1.62 düzeyinde bulunurken, enzim kullanımı örneklerin “L” değerlerinde artışa neden olmuş ve kontrol grubuna göre fark (p<0.05) meydana getirmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. “L” değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	21.4991120	1.67*
Hata	24	12.8992550	

(*) p<0.05 düzeyinde önemli

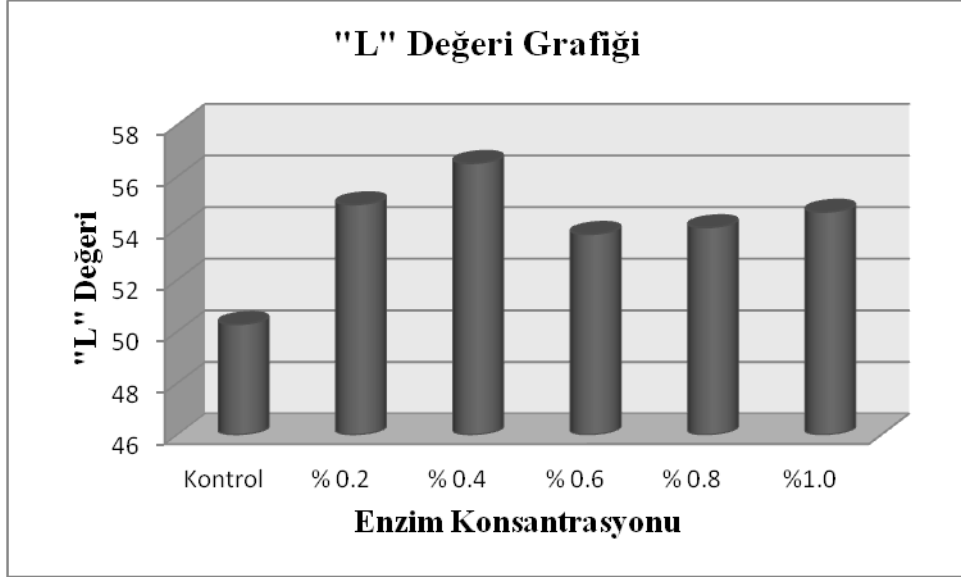
Enzim kullanımının burger örneklerinin “L” değerlerinde artışa neden olduğu, ancak enzim içeren örnekler arasında “L” değeri açısından benzerlik gözlendiği Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi’nde görülmektedir (Çizelge 4.17).

4.17. “L” değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Konsantrasyon	Renk Değerleri (L)
Kontrol	50.29 b
% 0.2	54.93 ab
% 0.4	56.53 a
% 0.6	53.78 ab
% 0.8	54.04 ab
% 1.0	54.64 ab

Kolonda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0.05).

Burger örneklerinin “L” değerinde istatistiksel açıdan benzerlik görülmesine karşın, enzim katılması bu değerde az da olsa artışa neden olmuştur. En yüksek değerlere sırası ile % 0.4; 0.2 ve 1 enzim katılımlı gruplarda rastlanmıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Burger örneklerinin "L" değerleri

4.2.3.2. "a" değeri

Renk ölçümü ile beraber burger örneklerinin "a" değerleri belirlenmiş olup, bu değer kırmızı veya yeşilliği tanımlamaktadır. Enzim katılmayan burger örneklerinde "a" değeri 22.12 ± 0.91 olarak bulunmuştur. Enzim katkısının örneklerin "a" değerlerinde değişime neden olduğu ($p < 0.05$) gözlenmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Örneklerin "a" değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	4.84810733	3.31*
Hata	24	1.46340000	

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli

Burger örneklerinin "a" değerlerinde enzim konsantrasyonuna göre farklılık olduğunun varyans analizi ile belirlenmesinden sonra Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.19).

4.19. Örneklerin “a” değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Konsantrasyon	“a” Değerleri
Kontrol	22.12 ab
% 0.2	22.62 a
% 0.4	20.79 b
% 0.6	23.51 a
% 0.8	23.36 a
% 1.0	22.54 a

Kolonda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0.05$).

Burger örneklerinde en düşük “a” değeri % 0.4 enzim katkılı grupta, en yüksek “a” değeri % 0.6 enzim katkılı grupta gözlenmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Burger örneklerine ait “a” değerleri

4.2.3.3. “b” değeri

Renk ölçümü neticesinde burger örneklerinde tespit edilen başka bir değer de “b” değeri olup, bu değer sarı veya maviliği tanımlamaktadır. Enzim katılmayan grupta “b” değeri 9.07 ± 0.68 bulunmuştur. Enzim ilavesi örneklerin “b” değerlerinde önemli ($p<0.05$) değişikliklere neden olmuştur (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Örneklerin “b” değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	1.69589133	3.45*
Hata	24	0.49211833	

(*) $p < 0.05$ düzeyinde önemli

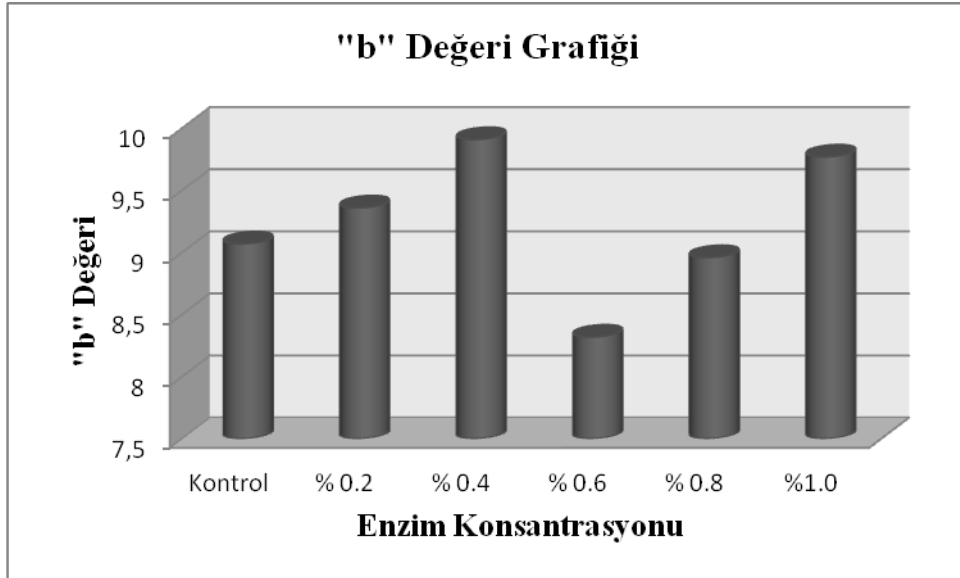
Burger örneklerinin “b” değerlerinde enzim konsantrasyonuna göre farklılık olduğunun varyans analizi ile belirlenmesinden sonra Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile doğrulanmıştır (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21. Örneklerin “b” değerlerine ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları

Konsantrasyon	“b” Değerleri
Kontrol	9.07 ab
% 0.2	9.36 a
% 0.4	9.91 a
% 0.6	8.32 b
% 0.8	8.96 ab
% 1.0	9.77 a

Kolonda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Burger örneklerinde en yüksek “b” değerine % 0.4 enzim katkılı grupta rastlanırken, bunu % 1 enzim katkılı grup takip etmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Burger örneklerine ait “b” değerleri

Enzim kullanımı, burger örneklerinin renk değerlerinde farklı düzeylerde değişime neden olmuştur. Enzim kullanılan örneklerde, kontrol grubuna göre “L” değerlerinde (açıklık, koyuluk) artış gözlenmekle birlikte, istatistiki açıdan enzim kullanılan örnekler arasında fark gözlenmemiştir. Kontrol gruplarının “L” değeri 50.29 bulunurken, en yüksek “L” değeri 56.53 ile % 0.4 enzim katkılı grupta tespit edilmiştir. Yine istatistiki açıdan bakıldığında % 0.4 enzim katkılı grup, kontrol grubuna göre “L” değeri açısından önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($p<0.01$).

En yüksek “a” değeri (kırmızı veya yeşillik) 23.51 ile % 0.6 enzim katkılı grupta; en düşük “a” değeri ise 20.79 ile % 0.4 enzim katkılı grupta gözlenmiştir. İstatistik olarak kontrol grubu ile % 0.4 enzim katkılı grup arasında fark bulunmazken ($p>0.05$), % 0.4 enzim katkılı grup, diğer enzim katkılı gruplardan kayda değer seviyede düşük bulunmuştur ($p<0.01$). % 0.2, 0.6, 0.8 ve 1 enzim ilaveli gruplar arasında istatistik olarak fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

“b” değerine bakıldığında (sarı veya mavilik), “a” değeri ile paralel olduğu görülmektedir. Kontrol grubunun “b” değeri 9.07 bulunurken, en yüksek “b” değeri 9.91 ile % 0.4 enzim katkılı grupta; en düşük “b” değeri ise 8.32 ile % 0.6 enzim katkılı grupta belirlenmiştir. Kontrol grubu ile, % 0.2, 0.4, 0.8 ve 1 enzim ilaveli ürünler arasında ve yine kontrol grubu ile % 0.6 ve 0.8 enzim ilaveli gruplarda istatistik olarak benzerlik ($p>0.05$) göze çarpmıştır. Enzim ilaveli gruplar kendi arasında istatistik olarak incelendiğinde, % 0.2, 0.4, 0.8 ve 1 oranlarında enzim içeren gruplar arasında ve % 0.6 ile 0.8 enzim içeren gruplar kendi içerisinde istatistik olarak fark yaratmamıştır ($p>0.05$).

Tseng ve ark. (2000), farklı konsantrasyonlarda TGaz ilave edilerek ürettikleri düşük tuz içerikli tavuk köftelerinin renk parlaklığı kriteri olan “L” değerlerinin 71.16 ile 74.66; kırmızı-yeşillik değeri olan “a” değerinin 1.86 ile 2.42; sarılık-mavilik değeri olan “b” değerinin 11.0 ile 13.46 arasında değiştiğini tespit etmişler, bununla birlikte uygulamalar arasında önemli bir farklılık gözlemlenemediklerini ifade etmişlerdir.

Nielsen ve ark. (1995), TGaz ilavesinin etlerin “a” değerlerinde, kontrol gruplarına göre düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu durumun, çalışmalarında farklı tiplerde et kullanmalarından ve özellikle de domuz etinin tavuk göğüs etine oranla daha yüksek miktarda myogloblin içermesinden kaynaklanabileceğini vurgulamışlardır.

Trespalacios ve Pla (2007), tavuk eti jellerinde aynı sıcaklık ve atmosferik basınçta, TGaz ilave edilen ve edilmeyen örnekler arasında “b” değeri açısından fark gözlemlenmemiştir. Bununla birlikte basınç, enzim ilave edilmeyen örneklerde sarılık düzeyini azaltmıştır. Bu arada ısı uygulaması (20 ve 40°C), enzim ilave edilen ve edilmeyen tüm örneklerde sarılık düzeyini azaltmıştır.

Aşkın (2007), % 1 ve % 2 konsantrasyonlarında MTGaz kullanarak ürettiği hindi dönerlerin renk parametrelerini incelediğinde; enzim kullanımının dönerlerin “L” ve “a” değerlerinde düşüşe neden olduğunu ($p<0.05$), enzim içeren örneklerin ise kendi içerisinde istatistiksel farka neden olmadığını ($p>0.05$) bildirmiştir.

Pietrasik (2003), MTGaz’ın yumurta beyazı ile işlem görmüş sığır jellerinde 80°C’de 14 dakika muamele edildikten sonra “b” değerini arttırdığını bulmuştur. Bununla birlikte Hammer (1998), küçük doğranmış ve pişirilmiş sosislerde enzim miktarıyla ilişkili olarak (% 0-0.2) “b” değerlerinde doğrusal bir azalma olduğunu gözlemlemiştir. Her iki araştırmacı da örneklerin “L” ve “a” değerlerinde bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

Duangmal ve Taluengphol (2010) değişik oranlarda sığır plasma proteini, TGaz ve sodyum askorbat kullanarak kırmızı tilapia balığından surumi üretmişler ve bu ürünleri çeşitli özellikleri açısından incelemişlerdir. Araştırma sonucunda elde edilen renk değerleri sonuçlarına göre % 0.3 enzim kullanılan örnekler kontrol gruplarına göre “L” ve “a” değerlerinde artışa neden olmuş, bu artış “L” değerinde istatistik olarak fark oluşturmazken “a” değerlerinde farka neden olmuştur ($p<0.05$). Enzim kullanımının örneklerin “b” değerlerinde ise azalmaya neden olduğunu ve farklı oranlarda enzim kullanılan (% 0.1, 0.2 ve 0.3) örnekler ve kontrol grupları arasında fark olduğunu ($p<0.05$) bildirmişlerdir.

Bütün bunlara ilave olarak önceki araştırmalar, TGaz’ın döner kebab (Kılıç 2003) ve düşük tuzlu tavuk köfteleri (Tseng ve ark. 2000, Uran ve ark. 2011) gibi tavuk eti ürünlerinin renk parametreleri üzerinde de etkisi olmadığını göstermektedir.

Araştırmamız sonucunda elde ettiğimiz veriler de, yapılan önceki araştırmalar ile benzerlik göstermiştir.

4.3. Duyusal Analiz Bulguları

Enzim katılmış ve katılmamış örneklerinin duyusal değerlendirilmesi sonucu elde edilen veriler Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Burger örneklerinin duyusal analiz sonuçları¹

Analiz/Ürün	Kontrol	% 0.2	% 0.4	% 0.6	% 0.8	% 1
Renk	5.37±1.30 ^a	4.75±0.88 ^a	5.75±0.70 ^a	5.12±1.45 ^a	5.25±0.88 ^a	5.50±0.53 ^a
Tat	4.87±1.55 ^a	4.37±0.51 ^a	5.25±1.48 ^a	4.50±1.77 ^a	5.37±1.06 ^a	5.50±0.75 ^a
Koku	4.87±1.24 ^a	4.50±0.92 ^a	4.75±0.88 ^a	4.50±1.60 ^a	5.37±1.30 ^a	5.37±0.74 ^a
Tekstür	6.00±1.06 ^a	5.25±0.88 ^a	5.87±1.12 ^a	4.50±1.51 ^a	6.12±0.83 ^a	5.75±0.70 ^a
Genel Kabul Edilebilirlik	5.27±0.25 ^a	4.71±0.16 ^a	5.40±0.42 ^a	4.65±0.31 ^a	5.52±0.06 ^a	5.53±0.05 ^a

¹Değerler ± standart sapmayı ihtiva etmektedir.

4.3.1. Renk

Panel üyeleri tarafından duyusal açıdan değerlendirilen burger örneklerinin renk puanlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23’de verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre renk sonuçlardaki değişim, enzim konsantrasyonuna göre önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.23. Örneklerin renk puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	0.22771333	0.11
Hata	42	2.08656667	

$p>0.05$ düzeyinde önemli

Burger örneklerine panel tarafından verilen renk puanlarına bakıldığında; % 0.4 enzim ilaveli grubun ortalama 5.75 ile en yüksek puanı aldığı belirlenmiştir. Bunu sırasıyla % 1 enzim ilaveli grup ve kontrol grubu izlemiştir (Şekil 4.11). Panel üyelerinin, örneklerde yapılan “L” ve “b” değerleri ölçümlerine benzer şekilde renk puanları verdiği görülmektedir. Bunun yanı sıra enzim ilave edilmeyen ve ilaveli gruplarda renk puanları açısından istatistiksel farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

4.3.2. Tat

Burger örneklerinin duyusal açıdan değerlendirilme kriterlerinden bir diğeri olan tat puanlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Örneklerin tat puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	0.31797333	0.10
Hata	42	3.05733333	

p>0.05 düzeyinde önemli

Burgerlerin tat puanlamaları incelendiğinde, panel üyelerinin en çok % 1 enzim ilave edilen grubu beğendiği belirlenmiştir (5.50). Bu grubu % 0.8 enzim ilaveli (5.37) ve % 0.4 enzim ilaveli (5.25) takip etmiştir (Şekil 4.11). Örneklere ait tat puanları istatistiksel olarak incelendiğinde kontrol grubu ile enzim ilave edilen gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir (p>0.05).

4.3.3. Koku

Burger örneklerinin koku puanlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir. Enzim ilave edilen ve edilmeyen burgerler arasında koku açısından farklılık gözlenmemiştir (p>0.05).

Çizelge 4.25. Örneklerin koku puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	0.31397333	0.12
Hata	42	2.65200000	

p>0.05 düzeyinde önemli

Burgerlere verilen koku puanları incelendiğinde, panel üyelerinin en yüksek % 0.8 ve % 1 enzim ilave edilen gruplara puan verdikleri belirlenmiştir (5.37) (Şekil 4.11). Enzim ilavesiyle örneklerde koku açısından farklılık olmadığı (p>0.05) ve enzimin tat açısından olduğu gibi koku açısından da olumsuzluk meydana getirmediği saptanmıştır.

4.3.4. Tekstür

Panel üyeleri tarafından duyuşal açıdan değerlendirilen burger örneklerinin tekstür puanlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26’da verilmiştir. Belirlenen sonuçlara göre enzim ilavesi örneklerin tekstür değerlerinde farklılığa neden olmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.26. Örneklerin tekstür puanlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	0.74251333	0.34
Hata	42	2.20380000	

$p>0.05$ düzeyinde önemli

Burger örneklerini tekstür açısından değerlendiren panel üyelerinin, en yüksek puanı % 0.8 enzim içeren örneklere verdikleri belirlenmiştir (6.12). Enzim ilaveli diğer gruplara verilen puanların ortalamaları kontrol grubuna göre düşük kalsa da (Şekil 4.11), tüm örnekler arasında tekstür açısından bir farklılık tespit edilmemiştir.

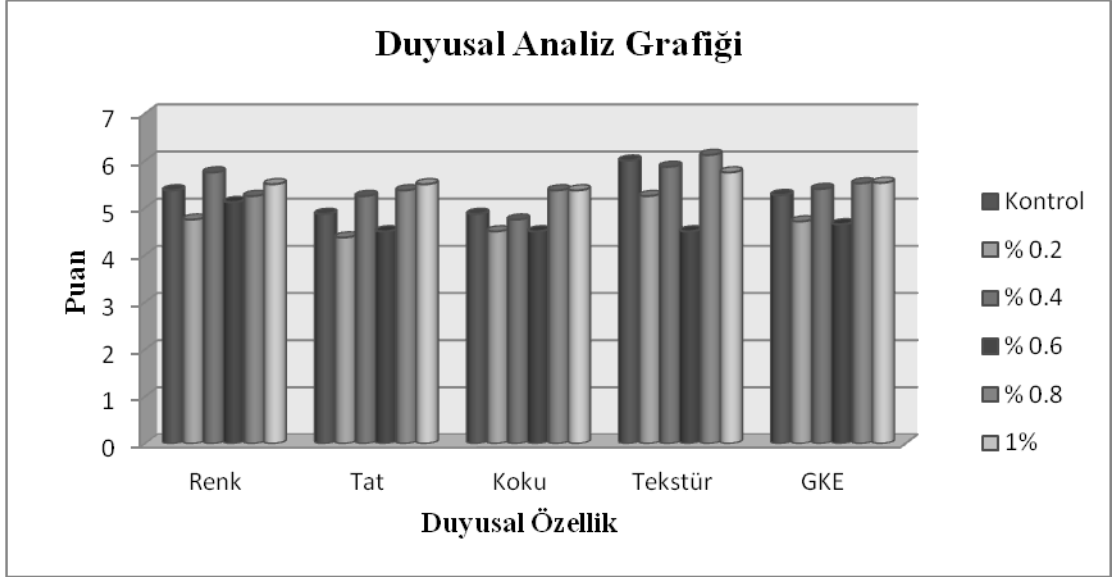
4.3.5. Genel kabul edilebilirlik

Duyuşal değerlendirme sonucunda panel üyelerinden burgerlerin genel kabul edilebilirlik (GKE) durumlarını puanlamaları istenmiş ve bu puanlamalar sonucunda en yüksek puanların % 1 enzim katkılı burgerlere verildiği belirlenmiştir (Şekil 4.11). Burger örneklerinin genel kabul edilebilirlik durumlarına ait varyans analiz sonucu tablo 4.27’de verilmiştir. Enzim ilave edilmeyen ve enzim ilaveli bütün gruplar genel kabul edilebilirlik açısından istatistiki fark oluşturmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.27. Örneklerin genel kabul edilebilirlik değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D.	K.O.	F
Konsantrasyon	5	0.93333333	0.91
Hata	42	1.02976190	

$p>0.05$ düzeyinde önemli



Şekil 4.11. Burger örneklerinin duysal değerlendirme puanları

Araştırmamız sonucunda elde edilen bulgulara göre panel tarafından incelenen 4 duysal kriter açısından (renk, tat, koku ve tekstür), enzim ilave edilen ve edilmeyen bütün gruplar arasında istatistik olarak bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Panel sonucunda bu 4 kriter açısından her grup örnek kendi içerisinde olmak üzere genel kabul edilebilirlik durumları incelendiğinde, en yüksek değer 5.53 ile % 1 enzim katkılı grupta; en düşük değer ise 4.65 ile % 0.6 enzim katkılı grupta gözlenmiştir. Panel sonucunda elde edilen veriler, enzim miktarının artışının, enzim kullanılmayan örneklere göre renk, tat, koku ve tekstür açısından herhangi bir olumsuzluğa neden olmadığını ortaya koymuştur.

Tseng ve ark. (2000), değişik konsantrasyonlarda TGaz ilavesiyle ürettikleri tavuk köftelerini duysal açıdan değerlendirdiklerinde, örnekler arasında görünüş, renk ve aroma açısından önemli bir değişiklik olmadığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte % 1 TGaz ilavesi tekstür, sululuk ve genel kabul edilebilirlik üzerinde önemli etkiye neden olmuştur.

Chanyongvorakul ve ark. (1995) da, TGaz ilave edilmiş tavuk jellerinde, ürünün elastikiyet ve kıvamına katkıda bulunmasından dolayı elastik ve viskoelastik bir yapı gözlendiğini bildirmişlerdir.

Cofrades ve ark. (2011)'ın TGaz ve deniz yosunu kullanarak tavuk göğüs etlerinden ürettikleri tavuk biftekler üzerinde yaptıkları duysal analiz sonuçları göstermiştir ki, deniz yosunu ve MTGaz/kazeinat ilavesi, yapılan tavuk bifteklerin duysal özellikleri üzerine önemli düzeyde etkili olmuştur. Panel, deniz yosunu ilavesini fark edebilmiş;

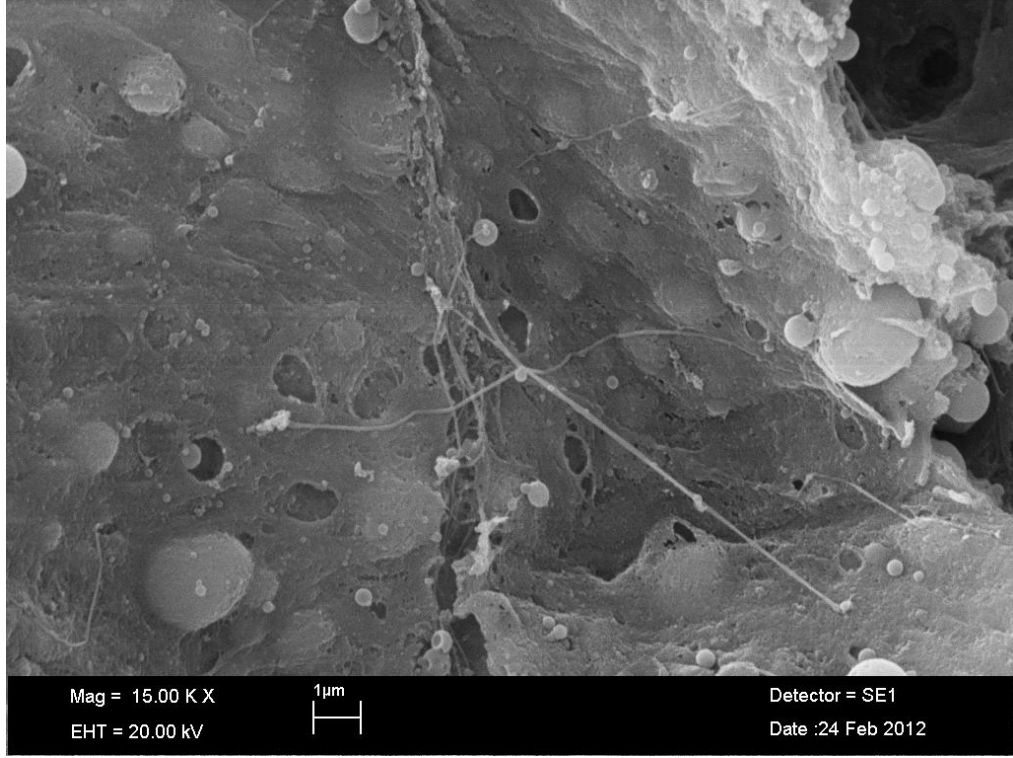
MTGaz/kazeinat ilavesini ise et dışı tat olarak anlayamamışlardır. Panel, ürünlerin tadını, aromasını ve genel kabul edilebilirliğini negatif olarak puanlamamış ve yakın puanlar vererek 10 üzerinden 5'in üzerinde değerler vermiştir. Panel ayrıca, ürünlerin tekstürleri arasında kontrol grubuna göre bir farklılık tespit etmemiştir ($p>0.05$).

Başka bir çalışmada MTGaz ilave edilerek üretilen hindi dönerlerde örneklerin duyuşal değerlendirmelerine bakıldığında, örneklerin renk ve genel kabul edilebilirlik değerlerinin enzim ilave edilen gruplarda, kontrol grubuna göre yüksek olduğu ve önemli oranda farklılık meydana getirdiği ($p<0.01$) bildirilmiştir (Aşkın 2007).

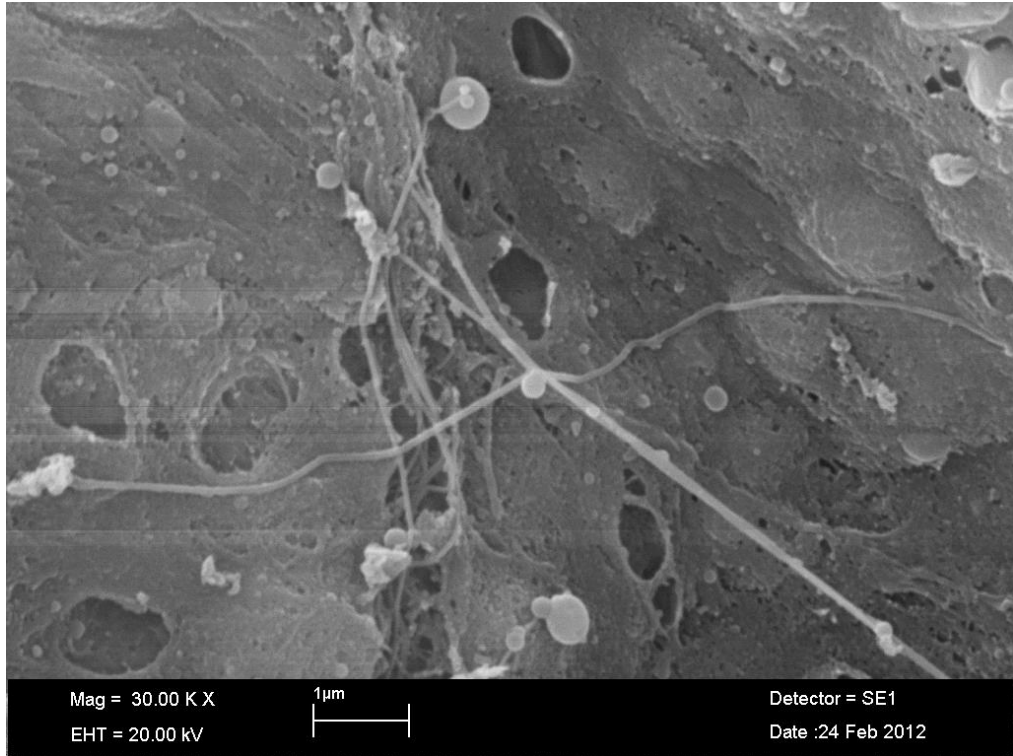
Yine duyuşal veriler açısından bakıldığında, araştırmamızda elde edilen bulguların önceki araştırmalarda elde edilenlere yakın olduğu görülmektedir.

4.4. Burger Örneklerinin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Görüntüleri

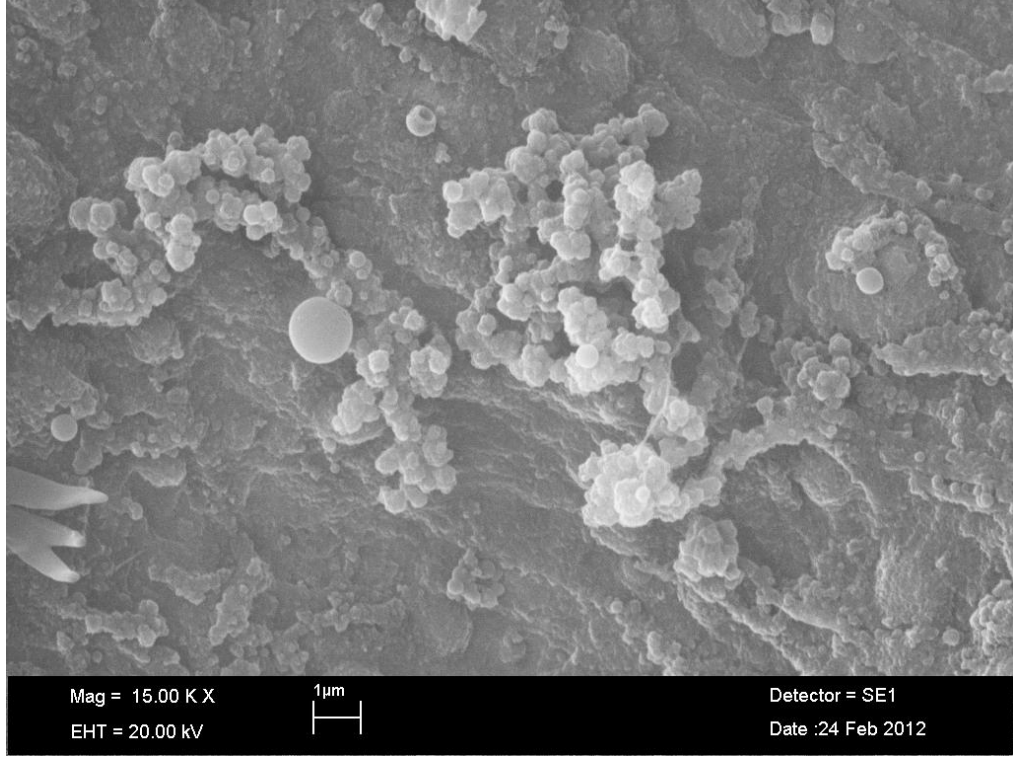
Burger üretiminde enzim kullanılmamış ve değişik konsantrasyonlarda kullanılmış örneklerin elektron mikroskobunda farklı büyütme güçleriyle alınan görüntüleri Şekil 4.12-4.23'de verilmiştir.



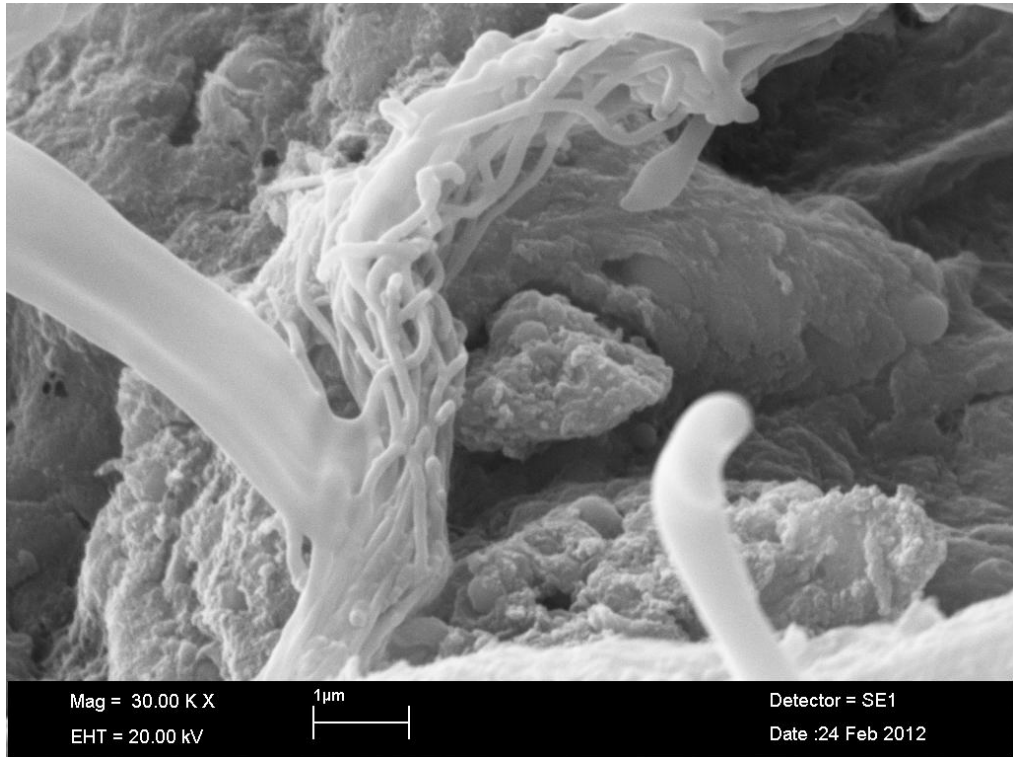
Şekil 4.12. Kontrol grubuna ait örneklerin 15.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü



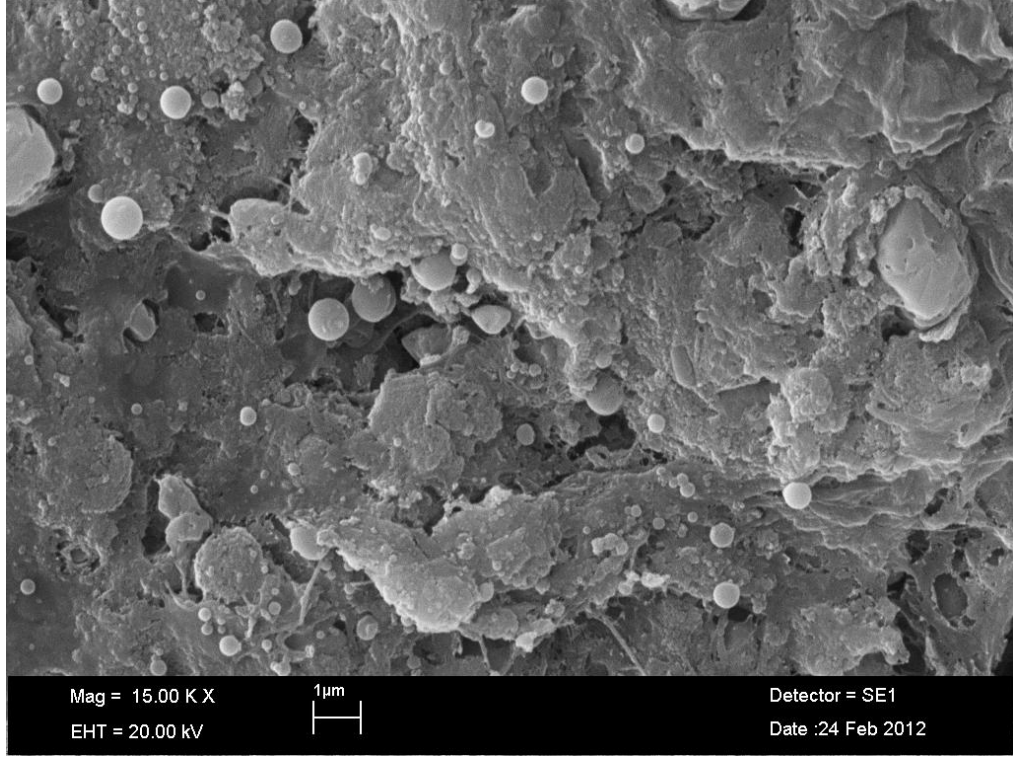
Şekil 4.13. Kontrol grubuna ait örneklerin 30.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü



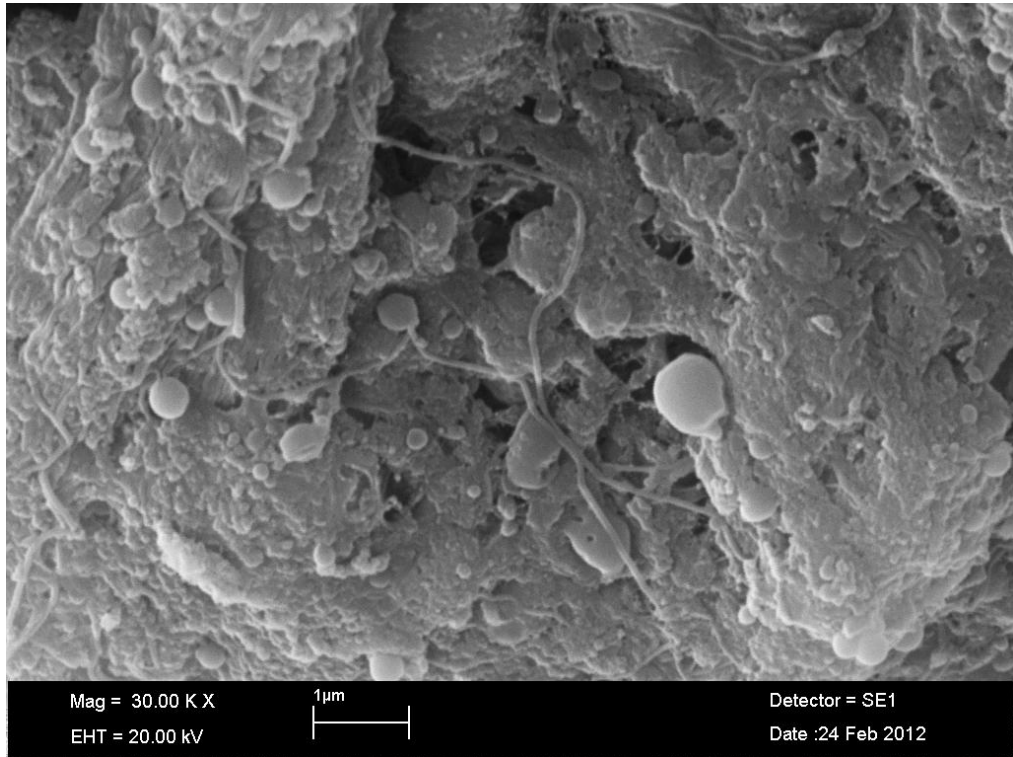
Şekil 4.14. % 0.2 enzim ilaveli örneklerin 15.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü



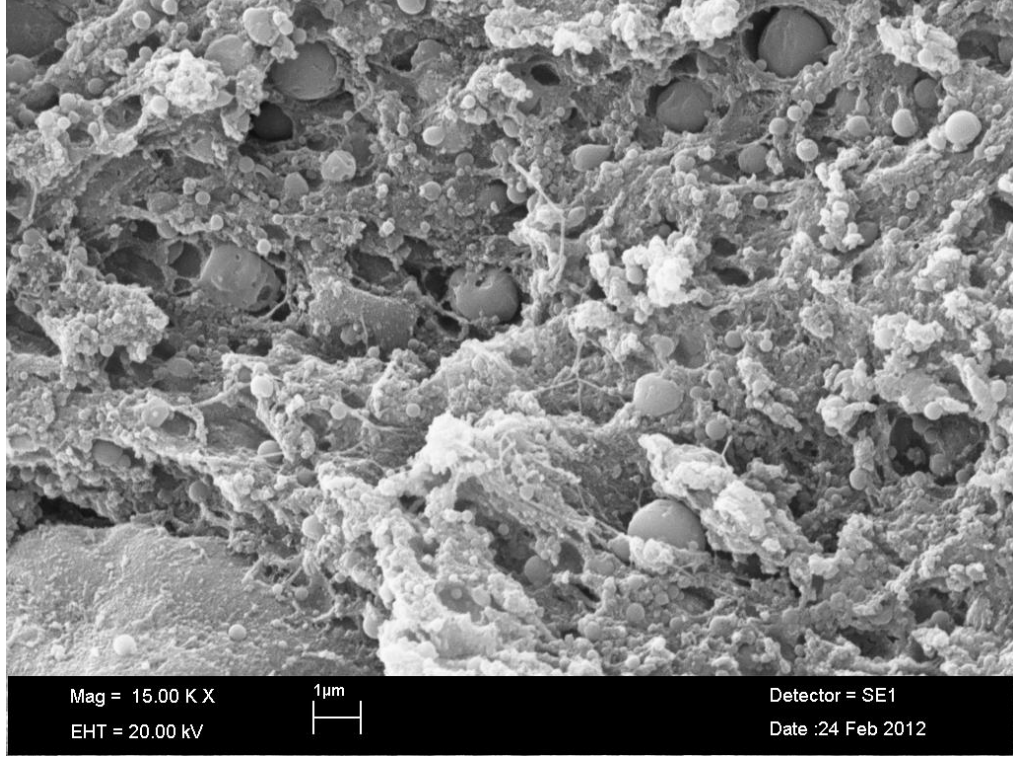
Şekil 4.15. % 0.2 enzim ilaveli örneklerin 30.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü



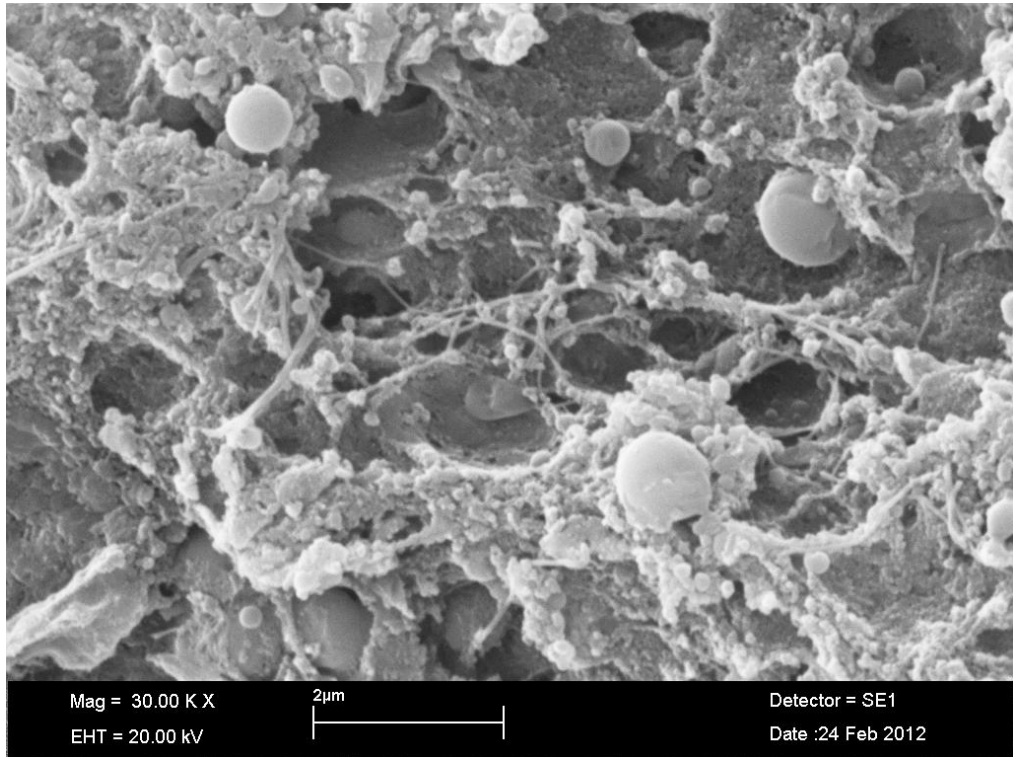
Şekil 4.16. % 0.4 enzim ilaveli örneklerin 15.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü



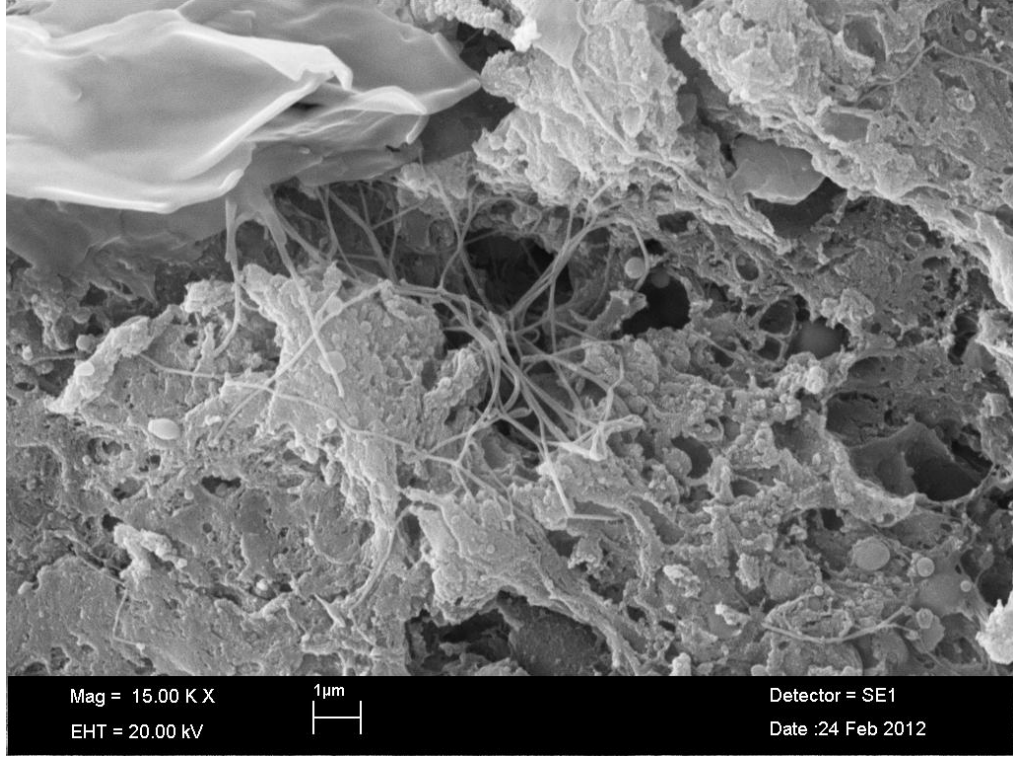
Şekil 4.17. % 0.4 enzim ilaveli örneklerin 30.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü



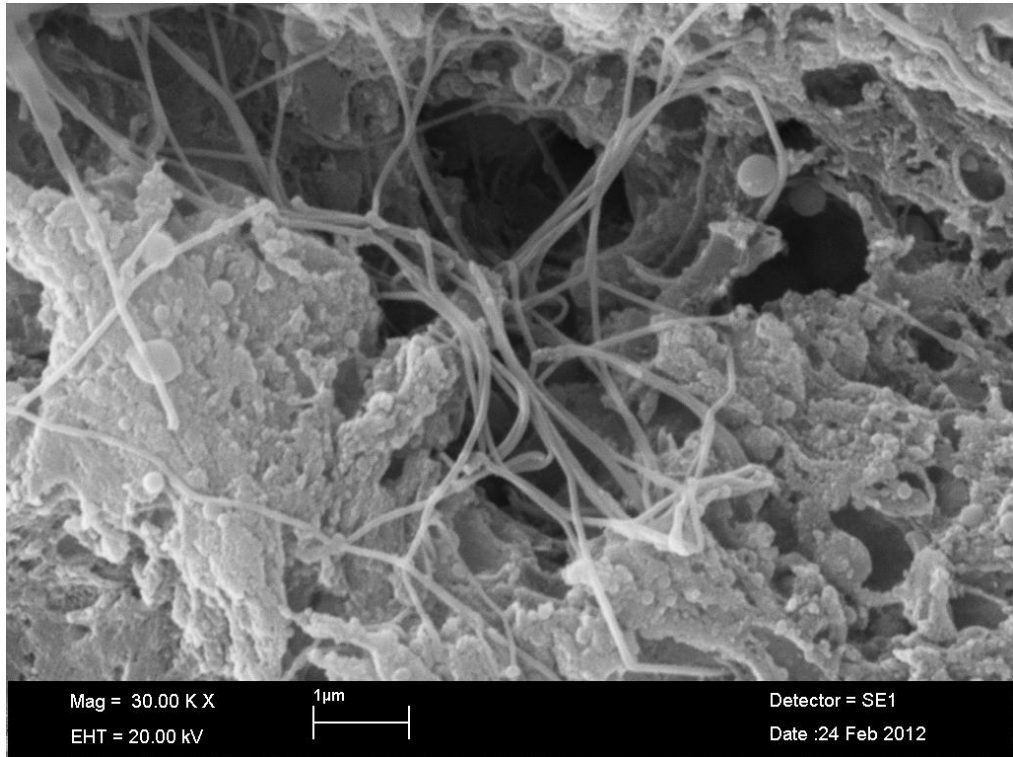
Şekil 4.18. % 0.6 enzim ilaveli örneklerin 15.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü



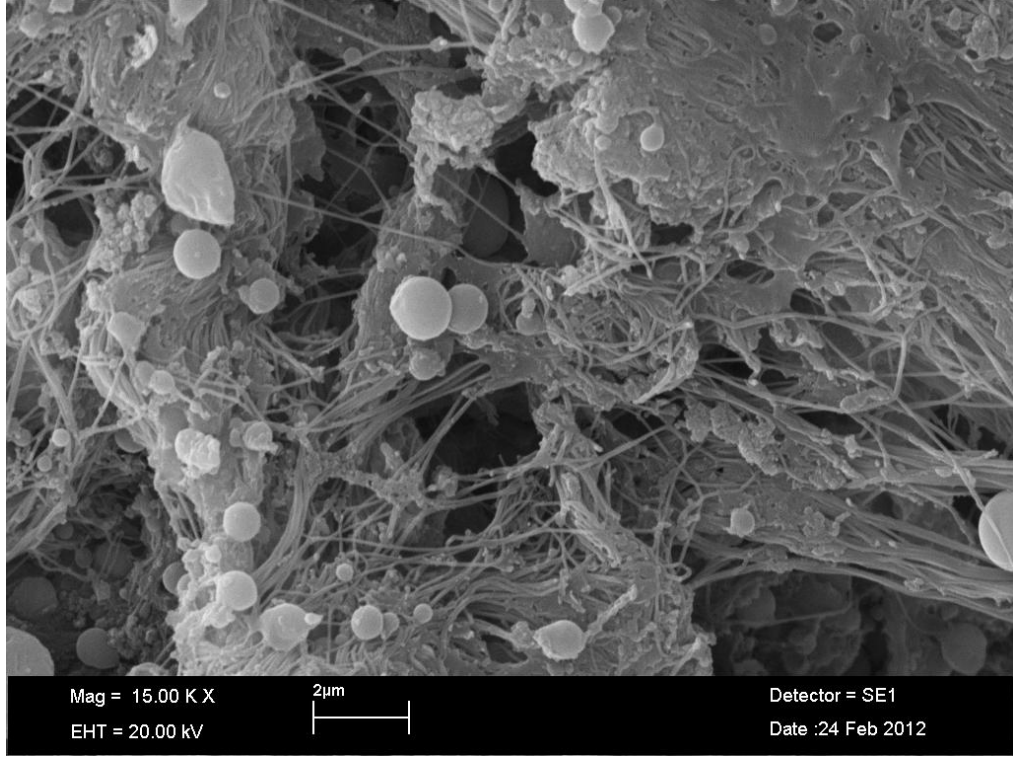
Şekil 4.19. % 0.6 enzim ilaveli örneklerin 30.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü



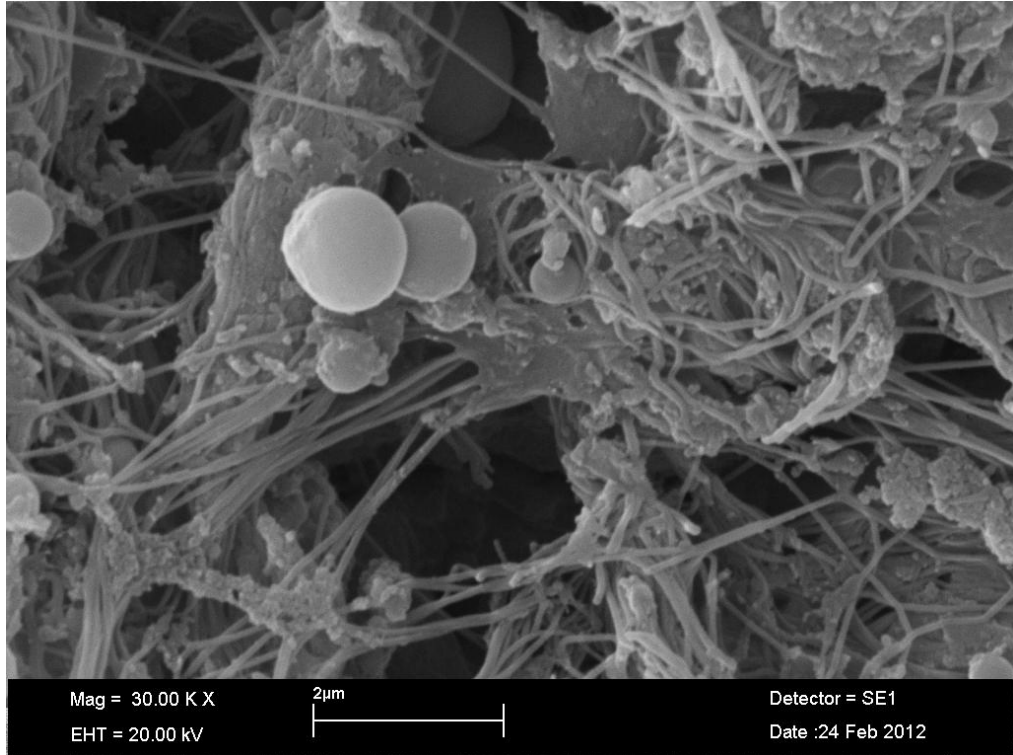
Şekil 4.20. % 0.8 enzim ilaveli örneklerin 15.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü



Şekil 4.21. % 0.8 enzim ilaveli örneklerin 30.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü



Şekil 4.22. % 1 enzim ilaveli örneklerin 15.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü



Şekil 4.23. % 1 enzim ilaveli örneklerin 30.000 büyütme gücü ile SEM görüntüsü

Çalışmamızda burger örneklerinin jel ağ yapılarının TGaz ilavesi ile beraber değişiminin gözlenmesi amacıyla ürünlerin Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile değişik büyütme güçlerinde görüntüleri alınmıştır.

TGaz enzimi ile yapılan çalışmaların sonucunda bulunan temel sonuç; ürünlerin jel ağ yapıları ile tekstürlerinin arttığı ve bunun nedeninin de enzim ilavesi ile moleküller arası ϵ (γ -glutamil)-lisil çapraz bağlarının oluşumunun artmasından kaynaklandığıdır. Araştırmamızda da jel ağ yapısının gözlenmesi maksadıyla yaptığımız deney yöntemi ile birlikte, örnekler içerisinde G-L (ϵ (γ -glutamil)-lisil) bantları arasında meydana gelen bağlantıların görülmesi esas olarak hedeflenmiştir.

Araştırmamızda örneklerin mikroskopta yüzey taramaları 15.000 ile 30.000 büyütme gücünde yapılmıştır. Elde ettiğimiz fotomikrografiklere bakıldığında, enzim içermeyen kontrol grubu örneklerde G-L bağlantılarına nadiren rastlanılmış; jel ağ yapısının gevşek ve içerisinde düzensiz, büyük delikler olduğu görülmektedir. TGaz ilavesinin yapıldığı örneklerde ise, enzim miktarının artmasına paralel olarak örneklerin jel ağ yapılarında daha sıkı ve yoğun bir yapı gözlenmiştir. Bunun yanı sıra, enzim miktarının artışı ile birlikte örneklerin yapılarında G-L bağlantılarının da daha net bir şekilde gözlendiği ve bu bağlantıların da daha yoğun olduğu tespit edilmiştir. Özellikle % 1 enzim katkılı ürünlerde G-L bağlantılarının yoğunluğu net olarak görülmektedir.

Tseng ve ark. (2000), TGaz enzimi katkılı tavuk köftelerinin kalitesini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, mikroyapı analizi de yapmışlar ve bu analiz neticesinde SEM (Scanning Electron Microscope) fotomikroyapılarına bakıldığında, köftelerin jel ağları yapılarının TGaz içermeyen kontrol grubu örneklerinde daha gevşek olduğunu görmüşlerdir. Bununla birlikte TGaz içeren köftelerde daha sıkı ve daha düzenli bir ağ yapısı görmüşlerdir. Ayrıca % 1 TGaz katkılı örneklerde yapının daha büyük ve jel kümelerinin daha tamamlanmış olduğu gözlenmiştir.

Chanyongvorakul ve ark. (1995) yaptıkları çalışmada elde ettikleri mikroyapı verilerine göre, tavuk etinde TGaz ilaveli jelleşmenin, ısı yoluyla elde edilen jelleşmeye göre daha düzenli yapı oluşumunda artış sağladığını bulmuşlardır.

Yine tavuk eti jelinin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla TGaz enzimi ilave edilerek yapılan başka bir çalışmada SEM analizi sonuçlarına göre, enzim içermeyen

jelin ağ yapısında düzensiz, büyük ve gevŖek deliklere rastlanıldığı; enzim içeren örnekle rin ise daha yoğun ve homojen bir yapıda olduğunu gzlemlenmiŖtir (Trespacios ve Pla 2007).

TGaz'ın tavuk ve sığır etinde aktomyosin çapraz bağları üzerine etkisinin incelendiği bir baŖka araŖtırmada, tavuk ve sığır etindeki myosin B moleküllerinin MTGaz ile muameleyi takiben oldukça büyük boyutlara ve karmaŖık yapıya dnŖebileceđi sonucuna varılmıŖtır (Ahhmed ve ark. 2009).

nceki araŖtırmalar ve bu araŖtırmalar sonucunda bildirilen SEM sonuçlarında, araŖtırmamız ile benzer ifadelere yer verilmektedir.

5. SONUÇ

Tavuk eti ve ürünleri, bağ dokunun azlığı, kolesterol düzeyinin düşük olması, protein miktarının yüksekliği gibi özelliklerinden dolayı hem dünyada hem de ülkemizde tüketiciler tarafından tercih edilen ürünler arasında yer almaktadır. Besin değerinin yüksek olmasının yanında ekonomik olması nedeniyle de özellikle toplumumuz beslenmesinde stratejik yere sahip olan tavuk etinin çeşitlendirilmesi amacıyla, beslenme alışkanlıkları da dikkate alınarak değişik proses ve katkı maddeleri uygulanmış ve ürün çeşitliliği sağlanmıştır. Tavuk etinin çeşitlendirilmesi için yapılabilecek ürünlerden biri olan burgerin, transglutaminaz enzimi katıldıktan sonra kalite özelliklerindeki değişimin incelenmesi çalışmamızda hedef alınmıştır.

Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulara göre; enzim katılmamış burger örneklerinin kurumadde içerikleri % 44.1 bulunurken, enzim ilavesi ile bu değer değişiklik göstermiştir. % 0.4 enzim ilaveli grup, enzim katılmayan ve enzim katılan diğer gruplardan yüksek ($p < 0.05$) bulunmuştur. Protein yapısında olmasından dolayı enzim ilavesinin kurumadde artışına neden olduğu tahmin edilmektedir. Ancak enzim miktarının % 0.4'ün üzerinde kullanıldığı örneklerde kurumadde miktarı tekrar azalma göstermiştir. Toplam kül değerlerine bakıldığında, enzim katkısı olmayan burgerlerde kül oranı % 3.30 bulunurken, enzim ilavesi yapılmış diğer gruplarla kontrol grubu arasında kül içeriği bakımından istatistik açıdan önemli bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$).

Çalışmamızda enzim katılmayan burgerlerin yağ içerikleri % 23.20 bulunurken, enzim ilavesi ile birlikte örneklerin yağ içeriklerinde azalma gözlenmiş, en yüksek enzim katılan grupların yağ içeriklerinin minimum seviyede olduğu belirlenmiştir (% 21.66). Bununla birlikte enzim katılmayan ve katılan tüm gruplar yağ içerikleri açısından istatistiki fark oluşturmamıştır ($p > 0.05$).

Burger örneklerinin protein içeriklerine bakıldığında, örneklerde enzim konsantrasyonuna paralel olarak protein içeriklerinde de artış olduğu gözlenmiş, ancak enzim ilavesi ve oranının artışı istatistik olarak fark meydana getirmemiştir ($p > 0.05$).

Enzim ilavesinin burger örneklerinin pH değerleri üzerine etkisi olmadığı ve değerlerde istatistiki bir değişime neden olmadığı gözlenmiştir ($p > 0.05$).

Burgerlerde, enzim artışına paralel pişirme kayıpları da azalma göstermiş ve % 1 enzim katkılı örneklerde, kontrol grubuna göre önemli oranda ($p<0.05$) azalma saptanmıştır. Enzim ilaveli ürünler ise, pişirme kaybı açısından kendi içerisinde istatistiki açıdan farklı bulunmamıştır.

Araştırmamızda elde ettiğimiz verilere göre enzim miktarında artışa paralel olarak kontrol grubuna göre burger örneklerinin tekstüründe artışlar gözlenmiştir. Bununla birlikte istatistiki açıdan bakıldığında, kontrol grubu ile % 0.2 ve 0.4 enzim ilaveli grupların tekstür değerlerinin birbirinden farklı olmadığı ($p>0.05$) gözlenmiştir. % 0.6 ve 0.8 enzim katkılı ürünler, yine kendi içerisinde istatistiki açıdan fark oluşturmamış ($p>0.05$), ancak diğer gruplardan farklı bulunmuştur ($p<0.01$). % 1 enzim ilaveli ürünler ise diğer gruplardan önemli derecede yüksek ($p<0.01$) bulunmuştur.

Enzim kullanılan örneklerde, kontrol grubuna göre “L” değerlerinde (açıklık, koyuluk) artış gözlenmekle birlikte, istatistiki açıdan enzim kullanılan örnekler arasında fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). % 0.4 enzim katkılı grup, kontrol grubuna göre “L” değeri açısından önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($p<0.01$).

İstatistik olarak kontrol grubu ile % 0.4 enzim katkılı grup arasında “a” değeri açısından fark bulunmazken ($p>0.05$), % 0.4 enzim katkılı grup, diğer enzim katkılı gruplardan kayda değer seviyede düşük bulunmuştur ($p<0.01$). % 0.2, 0.6, 0.8 ve 1 oranlarında enzim ilavesi, örneklerin “a” değerlerinde istatistiki olarak farka neden olmamıştır ($p>0.05$).

Kontrol grubu ile, % 0.2, 0.4, 0.8 ve 1 enzim ilaveli ürünler arasında ve yine kontrol grubu ile % 0.6 ve 0.8 enzim ilaveli gruplarda “b” değeri açısından istatistik olarak benzerlik ($p>0.05$) göze çarpmıştır. Enzim ilaveli gruplar kendi arasında istatistik olarak incelendiğinde, % 0.2, 0.4, 0.8 ve 1 oranlarında enzim içeren gruplar arasında ve % 0.6 ile 0.8 enzim içeren gruplar kendi içerisinde istatistik olarak fark yaratmamıştır ($p>0.05$).

Analizler sonucunda elde ettiğimiz SEM görüntüleri, özellikle tekstür bulgularını destekler niteliktedir. Elde ettiğimiz görüntüler incelendiğinde, enzim içermeyen kontrol grubu örneklerde G-L bağlantılarına nadiren rastlanılmış; jel ağ yapısının gevşek ve içerisinde düzensiz, büyük delikler olduğu görülmektedir. Transglutaminaz ilavesinin yapıldığı örneklerde ise, enzim miktarının artmasına paralel olarak örneklerin jel ağ yapılarında daha

sıkı ve yoğun bir yapı gözlenmiştir. Ayrıca, enzim miktarının artışı ile birlikte örneklerin yapılarında G-L bağlantılarının da daha net bir şekilde gözleendiği ve bu bağlantıların da daha yoğun olduğu tespit edilmiştir.

Örneklerin duyusal değerlendirilmesine göre, enzim ilave edilen ve edilmeyen bütün gruplar arasında istatistik olarak bir fark gözlenmemiştir ($p>0.05$). Bununla birlikte değerlendirmeyi yapan panel, enzim ilavesinin ürünlerin renk, tat, koku ve çiğnenebilirlik özelliklerinde bir olumsuzluk meydana getirmediğini bildirmişlerdir.

Transglutaminazlar, ucuz olarak üretilebilen kitle enzimlerdir. Bu enzimleri yapmak oldukça hızlı ve kolaydır. Çeşitli moleküllerin çapraz bağlanmalarını kataliz ederler ve daha birçok özelliklere sahiptirler. Benzer amaçlarla kullanılan diğer kimyasallara kıyasla daha güvenilir olup, kullanımları daha pratiktir. Bu yüzden, özellikle gıdaların üretiminde kullanımları önemli bir potansiyele sahiptir.

Transglutaminaz sayesinde et/balık gibi kaliteli parçalar birleştirilerek kayıp ve atık miktarı azaltılabilecek, dolayısı ile nihai ürünlerin fiyatında azalma sağlanabilecektir. Bu nedenle sürdürülebilir gıda zincirine önemli katkısı olacağı kesindir. Bu da üretilen gıda kullanımını maksimize ederek tarımda olumsuz çevre etkilerini azaltmaya yardımcı olacaktır.

Son yıllarda bu enzim ile yapılan çalışma sayısında kayda değer bir artış görülmektedir. Yurt dışına bakıldığında bu enzimin hemen hemen her gıda prosesinde kullanıldığı, özellikle de çalışmaların et ürünlerinin üretimi ve çeşitlendirilmesinde yoğunlaştığı görülmektedir. Ülkemizde ise bu enzim ile yapılan çalışmaların henüz araştırma aşamasında olduğu, gıda endüstrisine tam olarak aktarılamadığı söylenebilir. Bu durumun nedenlerinin başında ekonomik sebepler gelmektedir. Bu enzimin günümüzdeki ticari satış fiyatı, izole soya proteini gibi benzer işlev gösterebilen ve ucuz olan katkılara göre kullanımını engelleyebilir. Bu nedenle, eğer endüstride genel proseslerde bu protein arttırıcılarının faydalarından yararlanılmak isteniyorsa, transglutaminazın daha ucuz kaynakları gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Ahhmed AM, 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: 455-462.
- Ahhmed AM, Nasu T, Huy DQ, Tomisaka Y, Kawahara S, Muguruma M (2009). Effect of microbial transglutaminase on the natural actomyosin cross-linking in chicken and beef. *Meat Science*, 82: 170-178.
- Akşit İ (2011). Taramalı elektron mikroskopunda doku incelenmesi için örnek hazırlığı. Erciyes Üniversitesi, Teknolojik Araştırma ve Uygulama Merkezi, Kayseri. (görüşme tarihi: 18.11.2011).
- Altun Ç (2008). Farklı karkas bölümlerinden farklı randımanlarda üretilmiş mekanik ayrılmış tavuk etlerinin bazı özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- AMSA (1991). Guidelines for meat color evaluation. Nat. Live Stock and Meat Board, Chicago.
- Anonim (2011). Kanatlı sektörü özet raporu. Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçılar Birliği (BESD-BİR) www.besd-bir.org (erişim tarihi: 18.09.2011).
- Anonim (2012). Kanatlı sektörü özet raporu. Beyaz Et Sanayicileri ve Damızlıkçılar Birliği (BESD-BİR) www.besd-bir.org (erişim tarihi: 24.12.2012).
- AOAC (1984). Official methods of analysis. Centennial Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.
- AOAC (1990). Official Methods of Analyses of Association of Analytical Chemist. Fifteen Edition, Washington DC.
- AOAC (1997). Official methods of analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- Arslan A (2002). Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi. Medipres, Malatya.
- Aşkın OO (2007). Tuz oranı düşürülmüş hindi döneri üretiminde transglutaminaz enziminin kullanım imkanlarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Basaran P, Akgul, NB, Rasco BA (2010). Dielectric properties of chicken and fish muscle treated with microbial transglutaminase. *Food Chemistry*, 120: 361-370.
- Baydur AY (2006). İstanbul'da satışa sunulan tavuk etlerinin hijyenik kalitesi üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Baytar B (2010). Transglutaminaz enzimi ve NaCl'nin tavuk köftelerinin çeşitli özellikleri üzerindeki etkilerinin yanıt yüzeyi yöntemi ile modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Bostan K, Uğur M, Çetin Ö (2001). Kanatlı etinden salam üretimi üzerine deneysel çalışmalar. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 27 (2): 631-644.
- Bourneow C, Benjakul S, Sumpavapol P, Kittikun AH (2012). Isolation and cultivation of transglutaminase producing bacteria from seafood processing factories. Innovative Romanian Food Biotechnology, 10 (3): 28-39.
- Büyüknisan O (2008). Adana ili kentsel alanda tavuk eti tüketim yapısı. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Carballo J, Ayo J, Colmenero FJ (2006). Microbial transglutaminase and caseinate as cold set binders: influence of meat species and chilling storage. Food Science and Technology, 39: 692-699.
- Chanyongvorakul Y, Matsumura Y, Nonaka M, Motoki M, Mori T (1995). Physical properties of soy bean and broad bean 11S globulin gels formed by transglutaminase reaction. Journal of Food Science, 60: 483-488.
- Civaner EÇ (2011). Türkiye'de ve dünyada kanatlı eti üretimi. Dünya Gıda, Nisan (04): 18-23.
- Cofrades S, Lopez IL, Capillas CR, Triki M, Colmenero FJ (2011). Quality characteristics of low-salt restructured poultry with microbial transglutaminase and seaweed. Meat Science, 87: 373-380.
- Colmenero FJ, Ayo MJ, Carallo J (2005). Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fiber as salt replacers. Meat Science, 69: 781-788.
- Demirci M, Yılmaz İ (1996). Tavuk eti ve genel özellikleri. Gıda sanayi, 43: 24-26.
- Doğu E (2009). Marine edilmiş pişirmeye hazır tavuk etlerinin modifiye atmosfer paketlenme ile muhafazası. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Üniversitesi, İstanbul.
- Dondero M, Figueroa V, Morales X, Curutto E (2006). Transglutaminase effects on gelation capacity of thermally induced beef protein gels. Food Chemistry, 99: 546-554.
- Duangmal K, Taluengphol A (2010). Effect of protein additives, sodium ascorbate, and microbial transglutaminase on the texture and colour of red tilapia surimi gel. International Journal of Food Science & Technology, 45:48-55.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987). Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1021, Ankara, 381 pp.

- Gökalp HY, Nas S, Certel M (1996). Biyokimya-I. Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, Denizli.
- Guillen MCG, Montero P, Solas MT, Mateos MP (2005). Effect of chitosan and microbial transglutaminase on the gel forming ability of horse mackerel (*Trachurus spp.*) muscle under high pressure. Food Research International, 38: 103-110.
- Güner KG (2005). Farklı kaplama materyali kullanılarak üretilen tavuk nuggetlerin kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Hammer GF (1998). Microbial transglutaminase and diphosphate in finely comminuted cooked sausage. Fleischwirtschaft, 78 (11): 1155-1186.
- Hasipek S, Aktaş N (1991). Ülkemizde tavuk eti ve yumurtanın beslenmemizdeki yeri ve önemi. Uluslar arası Tavukçuluk Kongresi, 22-25 Mayıs, İstanbul.
- İnal T (1992). Besin Hijyeni. Hayvansal gıdaların sağlık kontrolü. Final Ofset, İstanbul.
- Jongjareonrak A, Benjakul S, Visessanguan W, Tanaka M (2006). Skin gelatin from bigeye snapper and brownstripe red snapper: chemical composition and effect of microbial transglutaminase on gel properties. Food Hydrocolloids, 20: 1216-1222.
- Kılıç B (2003). Effect of Microbial Transglutaminase and Sodium Caseinate on Quality of Chicken Döner Kebab. Meat Science, 63 (2003): 417-421.
- Kolodziejaska I, Piotrowska B, Bulge M, Tylingo R (2006). Effect of Transglutaminase and 1-ethyl-3-(3-dimethylaminopropyl) Carbodiimide on the Solubility of Fish Gelatin-Chitosan Films. Carbonhydrate Polymers, 65: 404-409.
- Kolsarıcı N, Ensoy Ü, Candoğan K, Üzümcüoğlu Ü (2004). Soğuk ve dondurulmuş depolamanın mekanik ayrılmış tavuk etlerinin kimyasal ve mikrobiyolojik kalitesine etkisi. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 2 (8): 2-13.
- Kurt Ş, Zorba Ö (2004a). Transglutaminazların bazı gıdaların özellikleri üzerindeki etkileri. Gıda, 29 (5): 357-364.
- Kurt Ş, Zorba Ö (2004b). Transglutaminazların bazı gıdaların özellikleri üzerindeki etkileri. Bilimsel Gıda, 2: 8-11.
- Kutlu H (2008). Mekanik ayrılmış tavuk etlerinin fonksiyonel özelliklerine donmuş depolamanın etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kütemeyer C, Froeck M, Werlein HD, Watkinson BM (2005). The influence of salts and temperature on enzymatic activity of microbial transglutaminase. Food Control, 16: 735-737.

- Lantto R, Plathin P, Niemistö M, Buchert J, Autio K (2006). Effects of transglutaminase, tyrosinase and freeze-dried apple pomace powder on gel forming and structure of pork meat. *Food Science and Technology*, 39: 1117-1124.
- Lantto R, Puolanne E, Katina K, Niemistö M, Buchert J, Autio K (2007). Effect of laccase and transglutaminase on the textural and water-binding properties of cooked chicken breast meat gels. *European Food Research Technology*, 225: 75-83.
- Motoki M, Seguro K (1998). Transglutaminase and its use for food processing. *Food Science and Technology*, 9: 204-210.
- Niamnuy C, Devahastin S, Soponronnarit S (2007). Quality changes of shrimp during boiling in salt solution. *Journal of Food Science*, 72: 289–297.
- Nielsen GS, Petersen BR, Moller AJ (1995). Impact of salt, phosphate and temperature on the effect of a transglutaminase on the texture of restructured meat. *Meat Science*, 41: 293-299.
- Nio N, Motoki M, Takinami K (1986). Gelation mechanism of protein solution by transglutaminase. *Agricultural and Biological Chemistry Journal*, 50: 851-855.
- Nonaka M, Sakamoto H, Kawajiri H, Soeda T, Motoki M (1992). Sodium caseinate and skim milk gels formed by incubation with microbial transglutaminase. *Journal of Food Science*, 57: 1214-1218.
- Öner Z (2004). Mikrobiyal transglutaminazın özellikleri ve gıda sanayinde kullanılmaları. *Gıda*, 29 (4): 269-272.
- Özen N (1986). Tavukçuluk, yetiştirme, ıslah, beslenme, hastalıklar, et ve yumurta teknolojisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi yayınları, yayın no: 11, Samsun.
- Pietrasik Z, Chan ECYL (2002). Binding and textural properties of beef gels as effected by protein, κ -carrageenan and microbial transglutaminase addition. *Food Research International*, 35: 91-98.
- Pietrasik Z (2003). Binding and textural properties of beef gels as affected by protein, kappa-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. *Meat Science*, 63 (3): 317-324.
- Pietrasik Z, Jarmoluk A, Shand PJ (2007). Effect of non-meat proteins on hydration and textural properties of pork meat gels enhanced with microbial transglutaminase. *LWT-Food Science and Technology*, 40: 910-920.
- Saguer E, Fort N, Pares D, Toldra M, Carretero C (2007). Improvement of gelling properties of porcine blood plasma using microbial transglutaminase. *Food Chemistry*, 101: 49-56, 2007.
- Saldamlı İ (1998). Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara.

- Serdaroğlu M, Turp GY (2003). Gıda işlemede transglutaminaz kullanımı. *Gıda*, 28 (2): 209-215.
- Serrano A, Cofrades S, Calmenero JF (2004). Transglutaminase as binding agent in fresh restructured beef steak with added walnuts. *Food Chemistry*, 85: 423-429.
- Soares LHB, Albuquerque PM, Assmann F, Ayub MAZ (2004). Physicochemical properties of three food proteins treated with transglutaminase. *Ciencia Rural, Santa Maria*, 34 (4): 1219-1223.
- Sun XD, Arntfield SD (2011). Gelation properties of chicken myofibrillar protein induced by transglutaminase crosslinking. *Journal of Food Engineering*, 107: 226-233.
- Süzme K (2012). Edirne piyasasında tüketime sunulan çiğ tavuk etlerinin mikrobiyolojik yönden değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Trespalacios P, Pla R (2007). Simultaneous application of transglutaminase and high pressure to improve functional properties of chicken meat gels. *Food Chemistry*, 100: 264-272.
- Tsao CY, Kao YC, Hsieh JF, Jiang ST (2002). Use of soy protein and microbial transglutaminase as a binder in low-sodium restructured meats. *Journal of Food Science*, 67 (9): 3502-3506.
- Tseng TF, Liu DC, Chen MT (2000). Evaluation of transglutaminase on the quality of low-salt chicken meat-balls. *Meat Science*, 55: 427-431.
- Tseng TF, Cheng Liu MTC (2002). Purification of transglutaminase and its effects on myosin heavy chain and actin of spent hens. *Meat Science*, 60: 267-270.
- Uğur M, Nazlı B, Bostan K (2001). Gıda Hijyeni. Teknik Yayınları, İstanbul.
- Uran H, Aksu F, Varlık C (2011). Transglutaminaz Enziminin Tavuk Köftesinin Kalite Özelliklerine Etkisi. 7. Gıda Mühendisliği Kongresi, s: 90, Ankara.
- Yokoyama K, Nio N, Kikuchi Y (2004). Properties and applications of microbial transglutaminase. *Application of Microbial Biotechnology*, 64: 447-454.
- Zorba AM (2009). Tavuk eti ürünlerine (sosis, burger, köfte) uygulanan gama ışınlamanın yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Tekirdağ'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Tekirdağ'da tamamladıktan sonra Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nü kazanarak lisans eğitimini burada 1999-2003 yılları arasında tamamladı. 2006 yılında aynı üniversiteye bağlı Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Eğitimini bitirdi. Aynı yıl bu dalda doktora eğitimine başlayıp 1 yarıyıl tamamladıktan sonra, 2007 yılı Şubat döneminde Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'na yatay geçiş yaparak doktora eğitimine burada devam etti. Yüksek lisans ve doktora eğitimleri sırasında çeşitli firma ve kuruluşlarda sorumlu müdürlük ve yöneticilik yaptı. 2008 yılında İstanbul Aydın Üniversitesi Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Gıda Teknolojisi Programı'nda Öğretim Görevlisi olarak göreve başladı. Halen aynı üniversitede görev yapmaya devam etmektedir.

