

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI BAĞLAYICI AJANLARIN KULLANIMININ ET
ÜRÜNLERİ KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Esra ATILGAN

**Danışman
Prof. Dr. Birol KILIÇ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2014**

© 2014 [Esra ATILGAN]

TEZ ONAYI

Esra ATILGAN tarafından hazırlanan “**Farklı Bağlayıcı Ajanların Kullanımının Et Ürünleri Kalite Parametreleri Üzerine Etkisinin Araştırılması**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

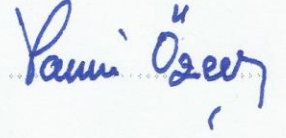
Danışman

Prof. Dr. Birol KILIÇ
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Sami ÖZÇELİK
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Levent İZCİ
Süleyman Demirel Üniversitesi



TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Esra ATILGAN

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	1
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1.GİRİŞ	1
2.KAYNAK ÖZETİ.....	2
2.1. İnsan Beslenmesinde Etin Rolü	2
2.2.Etin Kimyasal Özellikleri.....	3
2.2.1.Su	4
2.2.2.Proteinler.....	5
2.2.3. Yağlar.....	7
2.2.4. Mineral maddeler	8
2.2.5. Vitaminler	9
2.2.6. Karbonhidratlar	10
2.2.7. Protein tabiatında olmayan azotlu maddeler.....	10
2.3. Tuz.....	10
2.3.1. Tuzun fonksiyonları.....	11
2.3.2. Et ürünlerinde katılan tuz miktarının azaltılmasına yönelik yaklaşımlar .	14
2.4. Mikrobiyal Transglutaminaz Enzimi	15
2.4.1.Genel özellikleri.....	15
2.4.2. Et ürünlerinde kullanım imkanları	18
2.5. Yeniden Yapılandırılmış Et Ürünlerinde Fibrin/Trombin Kombinasyonunun Kullanımı	20
2.5.1. Fibrin/trombin'in etki mekanizması	22
2.6. Yeniden Yapılandırılmış Et Ürünlerinde Alginat Kullanımı	25
2.6.1. Alginatın özellikleri	25
2.6.2. Alginatın et ürünlerinde kullanımı.....	25

3. MATERYAL VE YÖNTEM	27
3.1. Materyal	27
3.2. Yöntem.....	27
3.2.1. Örneklerin hazırlanması.....	27
3.2.2. Pişirme kaybı analizi.....	30
3.2.3. pH analizi.....	30
3.2.4. Renk analizi	30
3.2.5. Nem miktarı analizi	31
3.2.6. Kül analizi.....	31
3.2.7. Tekstür analizi.....	32
3.2.8 Yağ analizi	32
3.2.9. Protein analizi	32
3.2.10. TBARS analizi.....	33
3.2.11.Tuz analizi.....	34
3.2.12. SDS-page analizi.....	34
3.2.13. İstatiksel değerlendirme.....	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	36
4.1. Pişirme Kaybı Sonuçları	36
4.2. pH Analiz Sonuçları.....	39
4.3. Renk Analizi Sonuçları	40
4.4. Nem Analiz Sonuçları.....	45
4.5. Kül Analiz Sonuçları.....	47
4.6. Tuz Analiz Sonuçları	48
4.7. Yağ Analiz Sonuçları	50
4.8. TBARS Analiz Sonuçları.....	51
4.9. Protein Tayini Sonuçları	53
4.10. SDS-page Analizi Sonuçları	54
4.11. Tekstür Analiz Sonuçları	56
5. SONUÇ	63
REFERANSLAR	64
ÖZGEÇMİŞ	70

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI BAĞLAYICI AJANLARIN KULLANIMININ ET ÜRÜNLERİ KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Esra Atılgan

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Birol Kılıç

Bu tez çalışması kapsamında ilave edilen tuz oranının azaltıldığı dana kıymasında mikrobiyal transglutaminaz enzimi, fibrin/trombin kombinasyonu, alginat ile bu bağlayıcı ajanların ikili veya üçlü kombinasyonların kullanımının pişirme işlemi sonrasında kıymanın fizikokimyasal özelliklerini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Araştırmada literatürdeki veriler göz önüne alınarak, % 1 oranında mikrobiyal transglutaminaz enzimi, % 5 oranında fibrin/trombin kombinasyonu ve % 0,5 oranında alginat kullanılmıştır. Bağlayıcı ajanların etkisinin incelendiği deneme gruplarında kullanılan tuz oranı % 1 ve % 0,5 olarak belirlenmiştir. Örnekler +4 °C'de 15 gün süre ile depolanmıştır. Örneklerde pişirme kaybı, pH, renk, nem, kül, yağ, protein, tekstür, TBARS, tuz ve SDS-page analizleri yapılmıştır.

Araştırma sonucu tuz oranının azaltılması halinde et ürünlerinde meydana gelen tekstürel problemlerin mikrobiyal transglutaminaz enzimi, fibrin/trombin kombinasyonu ve bu iki bağlayıcı ajanın kombinasyonlarının kullanılması ile giderilebileceği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Fibrin/trombin kombinasyonunun kullanılması neticesinde TBARS, parlaklık, kırmızılık, pH ve pişirme kaybı değerlerinde azalma olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Alginat kullanımı ise pH, parlaklık ve kırmızılık değerlerinde artışa neden olmuştur ($p<0,05$). Ayrıca fibrin/trombin kombinasyonu, alginat bu iki bağlayıcı ajanın birlikte kullanıldığı kombinasyonlar pişirme kaybında azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Anahtar Kelimeler: Mikrobiyal transglutaminaz, fibrin, trombin, alginat, et, kalite parametresi.

2014, 71 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECTS OF DIFFERENT BINDING AGENTS ON QUALITY PARAMETERS OF MEAT PRODUCTS

Esra Atılgan

Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Food Engineering Department
Supervisor: Prof. Dr. Birol Kılıç

In this thesis, the effect of microbial transglutaminase enzyme, fibrin / thrombin combination, alginate or combination of these binding agents on physicochemical parameters of cooked ground beef with reduced salt level were investigated. In this study, 1% microbial transglutaminase enzyme , 5% fibrin/thrombin combination, 0,5% alginate were used according to related literature. The salt levels in experimental groups formulated with binding agents were designed as 1% and 0.5%. Samples were stored at +4 °C during 15 days. Samples were analyzed for cooking loss, pH, color, moisture, ash, fat, protein, texture, TBARS, salt levels and SDS-page electrophoresis.

Results indicated that textural problems caused by reduced levels of salt in cooked ground meat could be eliminated with using microbial transglutaminase, fibrin/thrombin combination and combination of these two binding agents ($p < 0.05$). The use of fibrin/thrombin combination in ground beef resulted in a decrease in TBARS, lightness, redness, pH and cooking loss values ($p < 0.05$). However, the use of alginate caused an increase in pH, lightness and redness values of ground beef ($p < 0.05$). In addition, formulation of ground beef with fibrin/thrombin combination or alginate or combination of these two binding agents reduced cooking loss ($p < 0.05$).

Key words: Microbial transglutaminase, fibrin, thrombin, alginate, meat, quality parameters.

2014, 71 page

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Birol KILIÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında yol gösterici olan, bilgisini ve manevi desteğini esirgemeyen sayın hocalarım Doç. Dr. Hakan KULEAŞAN'a, Öğr. Gör. Azim ŞİMŞEK'e ve Arş. Gör. Cem Okan ÖZER'e

Laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan ve değerli zamanını paylaşan Damla BİLECEN'e

Bugüne kadar hayatımın her aşamasında beni destekleyen ve sevgileri ile hep yanımda olan sevgili aileme sonsuz sevgilerimi ve en içten teşekkürlerimi sunarım.

3480-YL2-13 numaralı proje ile tez çalışmama maddi destek sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederim.

Esra ATILGAN
ISPARTA, 2014

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Miyozin proteininin şematik şekli	6
Şekil 2. 2. Aktin proteininin şematik şekli	6
Şekil 2. 3. Transglutaminaz enziminin reaksiyon şekli.....	15
Şekil 2. 4. Transglutaminaz enziminin reaksiyon gösterdiği et proteinleri	16
Şekil 2. 5. Transglutaminazın katalizlediği genel reaksiyonlar	17
Şekil 2. 6. Mikrobiyal transglutaminaz enziminin optimum pH ve sıcaklık değerleri	18
Şekil 2. 7. Fizyolojik pıhtılaşma yolu	24
Şekil 3. 1. Dolum için kıymaların hazırlanması.....	28
Şekil 3. 2. Örneklerin dolum sonrası.....	29
Şekil 3. 3. Pişirme sonrası örnekler.....	30
Şekil 3. 4. SDS-page jel elektroforez 1	55
Şekil 3. 5. SDS-page jel elektroforez 2	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2. 1. Memeli iskelet kasının yaklaşık kimyasal bileşimi	3
Çizelge 2. 2. Çeşitli türdeki hayvanların karkas parçalarından elde edilen etlerin kimyasal bileşimi	4
Çizelge 2. 3. Etin yenilebilen kısmında bulunan esansiyel aminoasitler	5
Çizelge 2. 4. Pıhtılaşma proteinleri ve özellikleri	23
Çizelge 3. 1. Deneme gruplarının formülasyonu	28
Çizelge 4. 1. Pişirme kaybı sonuçları	36
Çizelge 4. 2. pH analiz sonuçları	40
Çizelge 4. 3. Renk analiz sonuçları	41
Çizelge 4. 4. Nem analiz sonuçları	45
Çizelge 4. 5. Kül analiz sonuçları	48
Çizelge 4. 6. Tuz analiz sonuçları	49
Çizelge 4. 7. Yağ analiz sonuçları	51
Çizelge 4. 8. TBARS analiz sonuçları	52
Çizelge 4. 9. Protein analiz sonuçları	54
Çizelge 4. 10. Tekstür analiz sonuçları	59

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

HCl	Hidroklorik asit
mA	miliamper
mm/sn	milimetre/saniye
Nm	nanometre
PUFA	Çoklu doymamış yağ asitleri
SDS-page	Sodyum dedosil sülfat poliakrilamid jel elektroforezi
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
TBA	Tiyobarbiturik asit
TBARS	Tiyobarbiturik asit reaktif maddeler
TCA	Trikloro asetik asit
w/v	Ağırlık/hacim
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
$\mu\text{mol/kg}$	mikromol/kilogram
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
H_2SO_4	Sülfürik asit
NaOH	Sodyum hidroksit
AgNO_3	Gümüş nitrat
K_2CrO_4	Potasyum Kromat

1.GİRİŞ

Et ürünlerinde arzu edilen tekstürel yapının oluşması; etin protein konsantrasyonu, su tutma kapasitesi, pH, iyonik kuvvet, ortamın sıcaklık derecesi ve ete eklenen ingredientelere bağlıdır. Yukarıda belirtilen unsurların beraber oluşturdukları etki etin kimyasal yapısını etkilediği gibi besin değerini de etkilemektedir. Tuz, et ve et ürünlerinde yaygın kullanım alanı olan bir ingredient olup; miyofibriler proteinlerin ekstraksiyonunu sağlayarak et yüzeyinde protein filmi oluşmasına neden olmakta ve bunun neticesinde et ve et ürünlerinde daha sağlam yapılı tekstürün elde edilmesini sağlamaktadır. Et ve et ürünlerinde ekstrakte edilmiş miyofibriler protein miktarı arttıkça etin su tutma kapasitesi de artmaktadır. Ayrıca tuz ilavesi sayesinde istenmeyen mikroorganizmaların gelişimi sınırlandırıldığı gibi, ürüne karakteristik aromada kazandırılmaktadır. Fakat, tuzun et ve et ürünlerinde sağladığı bu yararların yanı sıra insan sağlığı üzerine yaptığı olumsuz etkileride söz konusudur. Özellikle tuz tüketimi sonucunda fazla sodyum alınması tüketicilerde yüksek tansiyon probleminin oluşumuna neden olmaktadır. Yüksek tansiyon problemine karşı diyetle kullanılan tuz miktarının düşürülmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu nedenle et ürünleri üretiminde tuz kullanımının azaltılması veya tuz yerine alternatif katkı maddelerinin kullanılması konusunda araştırmalar hızlanmıştır. Tuz kullanımına alternatif geliştirilmesinde sodyum klorürün sağladığı yararları sağlayabilir nitelikte olan ve aynı zamanda tuz kullanımının neden olduğu dezavantajları oluşturmayan alternatiflerin tespit edilmesi hedeflenmektedir. Tuz miktarı azaltılan et ürünlerinde tekstürel problemlerin oluştuğu bilinmekte, bu durum tüketicinin diyet ürünlere olan arzını olumsuz yönde etkilemektedir. Buna bağlı olarak diyet ürünlerde meydana gelebilecek kalite problemlerinin giderilmesi elzem bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

2.KAYNAK ÖZETİ

2.1. İnsan Beslenmesinde Etin Rolü

Et tüketimi, insanlığın tarihi ile ortaya çıkmış ve et, tarih boyunca tüketilen en önemli gıda kaynaklarından biri olmuştur. İnsanların sağlıklı, dengeli ve yeterli beslenebilmesi için tüketmeleri gereken gıdalarda bulunması arzulanan özellikler şunlardır;

- Lezzetli olması
- Doyurucu olması
- Sindirilebilirliği yüksek olmasıdır
- Besin öğeleri yönünden yeterli ve dengeli olması

Et, bu özellikleri bünyesinde barındıran önemli bir gıdadır. Etin insan bünyesinde sindirilmesi için uzun süreye ihtiyaç vardır. Bu nedenle et diğer pek çok gıdadan daha uzun süre insanı tok tutar. Bu durum insanın uzun süre fiziksel açlığını tatmin eder. Et, insan sindirim sisteminde hemen hemen tamamen sindirilebilen bir gıda kaynağıdır (Gökalp, 1984). Et, bileşimindeki yağ, mineral maddeler, vitaminler ve proteinler yönünden aynı zamanda insanın fizyolojik açlığını da giderir. Kasaplık hayvanların kas ve yağ dokuları yapı taşları itibarı ile insan vücudundaki kas ve yağ dokuları ile büyük benzerlik göstermektedir. Bu nedenle hayvansal proteinler ve yağlar insan sindirim sisteminde kolaylıkla parçalanabilmekte, absorbe edilmekte ve en yüksek düzeyde değerlendirilebilmektedir. Et proteinlerinin sindirilebilirliği % 97-98 olup, et yağlarının % 95-96'sı insan bünyesine alınabilmektedir. Buna karşın, tahıl proteinlerinin sindirilebilirliği % 85-90, kabuklu meyve proteinlerinin hazmolabilirliği ise % 70 seviyelerinde olduğu bildirilmektedir (Kıvanç, 2014). Bu yüzden bir besinin besin öğelerince zengin olması onun vücut için tümüyle yararlı olduğu anlamına gelmediği, söz konusu besinin içerdiği besin öğelerinin insan vücuduna ne kadarının alınabileceğinin önemli olduğu belirtilmektedir. Et insan organizması için gerekli olan esansiyel amino asitleri istenen oranda içerir. Etin yağları esansiyel yağ asitlerince zengindir ve bu tür yağların biyolojik değeri çok yüksektir. Bu bakımdan et, yapısal özellikleri ve biyoyararlılık seviyesi bakımından diğer pek çok gıda kaynağından daha üstün bir gıdadır.

2.2.Etin Kimyasal Özellikleri

Protein, yağ, karbonhidrat, mineral madde ve vitamin gibi insan beslenmesinde gerekli olan besin maddelerinin hepsi etin yapısında az veya çok miktarda bulunmaktadır (Yıldırım, 1988). Kimyasal bileşimi incelendiğinde etin yapısında bulunan besin maddeleri hayvanın ırkı, türü, beslenme şekli, yaşı gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

Çizelge 2. 1. Memeli iskelet kasının yaklaşık kimyasal bileşimi (Öztan, 2010)

		(%)
Su		75,0
Protein	Myofibrilik Proteinler	9,5
	Sarkoplazmik Proteinler	6,0
	Stroma Proteinler	3,0
Yağ	Nötr yağlar	1,0
	Fosfolipitler	1,0
	Serebrosidler	0,5
	Kolesterol	0,5
Protein tabiatında olmayan azotlu maddeler	Kreatin ve kreatin fosfat	0,5
	Nükleotidler	0,3
	Serbest aminoasitler	0,3
	Peptitler	0,3
	Diğer NPN- maddeler	0,1
Karbonhidratlar ve azotsuz öz maddeler	Glikojen	0,8
	Glikoz	0,1
	Metabolik ürünler	0,1
İnorganik maddeler		1,0

Memeli iskelet kas dokusunda % 65-80 su, % 16-12 protein, % 1,5-13 yağ, % 1,5 protein olmayan azotlu maddeler, % 1 karbonhidratlar ve azotsuz öz maddeler ve % 1 inorganik madde bulunur (Öztan, 2010).

Çizelge 2. 2. Çeşitli türdeki hayvanların karkas parçalarından elde edilen etlerin kimyasal bileşimi (Yıldırım, 1988)

Hayvan türü		%Nem	%Yağ	%Protein	%Su/Protein	%Yağ/Protein
Sığır	Bel	57,0	25,0	16,7	3,4	1,5
	But	69,0	11,0	19,5	3,5	0,6
	Döş	61,0	18,0	19,0	3,2	1,0
	Kaburga	59,0	23,0	17,4	3,0	1,3
	Pirzola	65,0	18,0	18,1	3,6	1,0
Dana	But	68,0	12,0	19,1	3,6	0,6
	Kol	70,0	10,0	19,4	3,6	0,5
	Pirzola	70,0	5,0	19,0	3,7	0,3
Kuzu	Bel	65,0	16,0	18,6	3,5	0,9
	But	46,0	18,0	18,0	3,6	1,0
	Göğüs	48,0	37,0	12,8	3,8	2,9
	Kol	58,0	25,0	15,6	3,7	1,6
	Pirzola	52,0	32,0	14,9	3,5	2,1
Tavuk	But	73,0	5,5	20,0	3,7	0,3
	Göğüs	74,0	1,2	23,3	3,2	0,1

2.2.1.Su

Farklı hayvan türlerine ait kimyasal kompozisyon incelendiğinde en fazla bulunan bileşen sudur. Etin rengi, tekstürel özellikleri, lezzeti ve etteki mikroorganizma yükü etin içerdiği su miktarına göre farklılık göstermektedir. Ayrıca su, et ürünlerinde kullanılan katkı maddelerinin daha iyi çözülmesinde ve homojen dağılmasında önemli bir fonksiyona sahiptir (Öztaş, 2010; Arslan, 2002).

Ette bulunan suyun % 70'i miyofibriler proteinlerde, % 20'si sarkoplazmik proteinlerde ve % 10'u ise bağ doku proteinlerin yapısında yer alır (Arslan, 2002). Etin bileşiminde üç farklı formda (bağlı su, immobilize su, serbest su) bulunur (Yıldırım, 1988). Et suyunun önemli bir kısmını immobilize su oluşturur.

2.2.2. Proteinler

Proteinler azot içeren yüksek molekül ağırlıklı bileşiklerdir. Besleyici değeri yüksek olan et proteinleri yaşam için elzem olan esansiyel aminoasitleri yeterli miktarda bünyesinde içermektedir (Gökoğlu, 2002).

Çizelge 2. 3. Etin yenilebilen kısmında bulunan esansiyel aminoasitler (Yücel, 1993)

Esansiyel Aminoasitler	Sığır Eti	Koyun Eti	Domuz Eti
Fenilalanin	4.0	3.9	4.1
izolösin	5.8	4.8	4.9
Lösin	8.4	7.4	7.5
Lizin	8.4	7.6	7.8
Metionin	2.3	2.3	2.5
Treonin	4.0	4.9	5.1
Triptofan	1.1	1.3	1.4
Toplam	39	37.3	38.3

Gıdalarda alınan proteinler organizmada hem yapı taşı olarak hem de ısı ve enerji üretimi için kullanılırlar. Kas dokusundaki proteinler 3 gruba ayrılmaktadır.

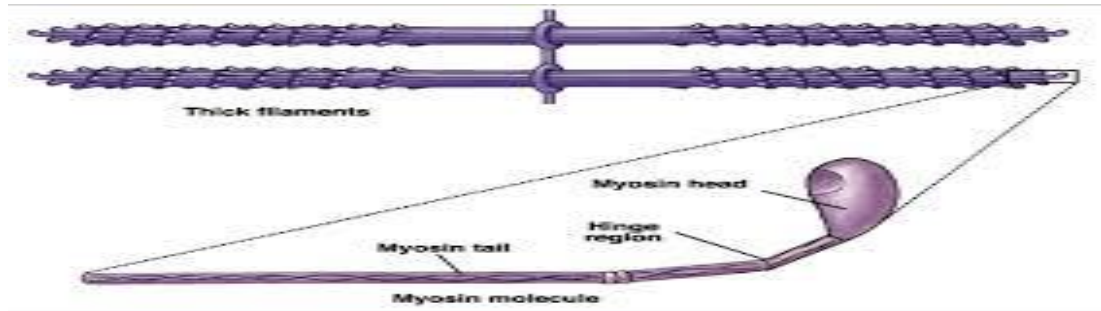
1. Myofibriler Proteinler (aktin, miyozin, tropomiyozin ve aktomiyozin) toplam proteinlerin % 70-80'ini oluştururlar (Huss, 1998).
2. Sarkoplazmik Proteinler (myoglobin, globulin ve enzimler) toplam proteinlerin % 15-25'ini oluştururlar (Huss, 1998; Hard, 1995).
3. Stroma (Bağ Doku) Proteinleri (kollajen, elastin, retikulin) toplam proteinlerin % 1-10'unu oluştururlar (Huss, 1998).

Et ürünlerinin üretiminde protein-su, protein-protein ve protein-yağ interaksyonları çok önemlidir. Protein-su interaksyonları çözünürlük, su bağlama, viskozite ve ekstrakte edilebilirlik üzerine, protein-yağ interaksyonu emülsiyon oluşumu üzerine ve yağ bağlama özelliği, protein-protein interaksyonları ise jel oluşumu üzerine etkilidir (Sams, 2001; Sikorski, 2001).

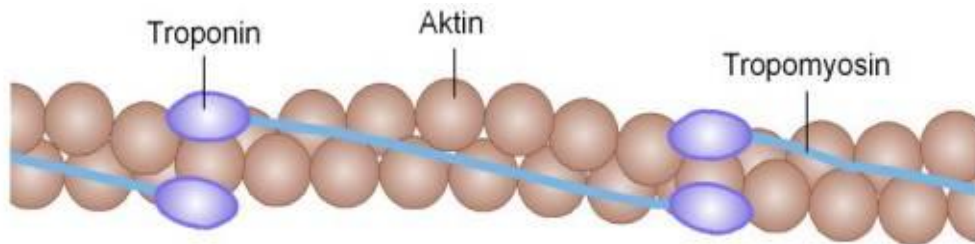
2.2.2.1.Miyofibriler proteinler

Miyofibriler proteinler kas proteinlerinin yaklaşık % 50-55'ini oluşturur. Bu proteinlerin yaklaşık % 44-54'ünü miyozin, % 21-22'sini aktin, % 5'ini α ve β tropomiyosin, % 2'sini troponin, % 3 kadarını α ve β aktinin ve geri kalan kısmını da diğer miyofibriler proteinler (% 8 titin, % 3 nebulin, % 1,5 C-protein, % 0,2 X-protein, % 0,18 H-protein, % 0,18 desmin, % 0,15 M-protein, % 0,15 paratropomiyozin oluşturur (Feiner, 2006).

Miyofibriler proteinler kasların en büyük kısmını oluşturmaktadır. Kaslarda meydana gelen kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye çevirmede görev alırlar. Miyozin, miyofibriler proteinler arasında en fazla orana sahip olan proteindir. Aminoasit miktarı fazla olmasından dolayı molekül ağırlığı büyüktür (Özcan, 2010).



Şekil 2. 1. Miyozin proteininin şematik şekli (Anonim, 2014)



Şekil 2. 2. Aktin proteininin şematik şekli (Anonim, 2003)

Uzun çubuk şeklinde olan miyozin Şekil 3.1'de görüldüğü gibi baş, boyun ve kuyruk bölgesine sahiptir. Aktin kasta bulunan miyofibriler proteinler miktarı bakımından ikinci sırada yer almaktadır. G-aktinin ve F-aktinin heliks yapıyı oluşturmaktadır

(Yıldırım, 1988).

2.2.2.2. Sarkoplazmik proteinler

Sarkoplazmik proteinler kasta yaklaşık % 30-35 oranında bulunur. Bu proteinler çözünebilir sarkoplazmik ve mitokondrial enzimler, sitokromlar ve flavo proteinler, miyoglobin, hemoglobin, albumindir. Miyofibriler proteinler tuzlu suda çözünür, sarkoplazmik proteinler ise suda çözünebilir (Arslan, 2002).

2.2.2.3. Bağ doku proteinleri

Bağ doku proteinleri kas proteinlerinde % 10-15 oranında bulunur. Kollojen, elastin ve retikulin bağ doku proteinleridir (Gençcelep, 2008). Glikoprotein yapıda olan kollojen önemli bir bağ doku proteindir. İçerdiği aminoasitlerin yaklaşık olarak 1/3'ünü glisin oluşturur (Öztañ, 2010). Ette bulunan kollojen miktarı, etin besin değeri, tekstürü, olgunluğu dolayısıyla kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Çünkü kollojenin hem sindirilebilirliği çok zayıf hemde metionin ve triptofan miktarı azdır (Arslan, 2002).

2.2.3. Yağlar

Et ve et ürünlerinde yağlar nötral lipidler, fosfolipidler, serebrositler ve kolesterol şeklinde bulunur. Et yağı sindirim sisteminin salgılarını artırdığı gibi, et ve et ürünlerinde lezzet oluşumunda önemli rol oynar. Çünkü etin olgunlaşması sırasında pek çok aroma maddesi yağın içerisinde çözünür ve yağların bu esnada hidrolize olmaları sonucu açığa çıkar. Uçucu yağ asitleri, aldehit, keton gibi açığa çıkan bu maddeler et ve et ürünlerinin lezzetini etkilemektedir (Arslan, 2002).

Et ve et ürünleri yağda eriyen (A, D, E, K) vitaminlerini içerirler. Ayrıca insan vücuduna diğer gıdalar ile de dışarıdan alınan yağda eriyen vitaminlerin bağırsaklarda emilerek vücuda alınmasını sağlar (Lawrie, 1974).

Et ve et ürünleri esansiyel yağ asitleri içerdikleri içinde önemlidir. Hayvansal yağlarda, doymuş yağ asitlerinden palmitik (16 karbonlu), stearik (18 karbonlu),

doymamış yağ asitlerinden ise oleik asit (18 karbonlu, tek çift bağı) fazla miktarda bulunmaktadır (Yıldırım, 1988; Öztan,2010). Etin içerdiği yağ miktarı, hayvanın türü, beslenme şekli, kesim sırasında ette bulunan yağın ne kadar uzaklaştırıldığı, pişirme şartları gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Gökoğlu ve Yerlikaya, 2006).

Doymuş yağ asitleri koyun etinde toplam yağ asitlerinin % 40'ını, sığır etinde ise % 48'ini kapsamaktadır. Sığır ve dana etinde doymuş yağ asitlerinin yaklaşık olarak yarısı hem yağlı hemde yağsız kırmızı ette palmitik asit ve steraik asittir. Çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) toplam asit miktarının % 11-29 arasında değişmektedir. Ota beslenen sığırlarda omega-3 yağ asitleri miktarı daha fazla tespit edilmiştir. Ayrıca sığır ve koyun eti hem tavuk hemde domuz etine göre daha fazla Omega-3 yağ asitini içermektedir (Williams, 2007).

2.2.4. Mineral maddeler

Et, insan vücudu için alınması gereken bazı önemli mineral maddeleri yapısında bulundurmaktadır. Bu mineral maddeler insan sağlığı için önemli fonksiyonlara sahiptir. Özellikle etin içerdiği demir ve fosfor beslenme açısından çok önemlidir (Williams, 2007).

Mineral maddeler vücuttaki biyokimyasal olaylarda katalizör olarak görev almakta ve enzimlerle birleşerek yeni bileşenlerin oluşumuna katkı sağlamaktadır (Gökalp, 1989). Etteki mineral maddeler sarkoplazmada, kas hücrelerinin arasına ve ekstraselüler sıvıda dağılmış olarak bulunur (Yıldırım, 1988).

Ette bulunan mineral maddeler içinde en fazla potasyum bulunur. Diğer mineral maddeler ise fosfor, sodyum, klor, magnezyum, kalsiyum, çinko, demir ve bakırdır. Bu mineral maddeler daha çok spesifik reaksiyonlarda görev almaktadır. Ayrıca et ürünlerinde iz miktarda molibden, selenyum, aliminyum, kalay, iyot, flor, nikel, krom gibi elementlerinde bulunduğu tespit edilmiştir (Gökalp, 1989; Williams, 2007).

Ette bulunan mineral maddelerin çoğu insan vücudu için gerekli olup, kalsiyum

dışında diğer mineraller günlük normal düzeyde et tüketimi ile vücuda alınabileceğini bildirmişlerdir (Göğüş, 1986). Özellikle et kaynaklı demir diğer besinlerden alınana göre emilimi daha fazladır (Bülbül, 2004).

Mineral maddeler iskelet kaslarının ve dişlerin yapısının oluşumunda kullanılmaktadır ve metabolik olaylarda görev alarak sindirimi kolaylaştırmaktadır. Ayrıca enzimlerin yapısında koenzim görevi görerek enzimin aktif hale geçmesini sağlamaktadır (Öztan, 2010).

2.2.5. Vitaminler

Vitaminler insan vücudunda sentezlenemeyen dışarıdan alınması zorunlu olan maddelerdir. Suda eriyen ve yağda eriyen vitaminler olmak üzere iki gruba ayrılır. A, D, E, K vitaminleri yağda eriyen vitaminlerdir. B grubu (B₁, B₂, niasin, pantotenik asit, B₆, biotin, B₁₂, follik asit) ve C grubu vitaminler ise suda eriyen vitaminlerdir (Baysal, 2002).

Tiamin, karbonhidrat metabolizması, bağırsak fonksiyonları, kalp ve sinir sistemi için önemli rolü olan enzimlerin yapısında bulunması gerekir. Riboflavin, elektron taşıyıcı olarak pek çok solunum zinciri enzimlerinin yapısında bulunarak biyokimyasal oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonlarında görev alırlar (Kendirci ve Keskin, 2006). B₁₂ vitaminleri ise kırmızı kan hücreleri yapımında DNA metabolizmasında koenzim olarak görev alırlar (Anonim, 2014).

Yağsız etler, yağlı etlere göre biraz daha fazla vitamin içermelerine rağmen, bu durum genel olarak büyük farklılık göstermemektedir (Williams, 2007). Et ve özellikle karaciğer, B grubu vitaminlerini içeren besin maddeleridir. Özellikle domuz eti diğer et türlerine göre daha fazla B₁ (tiamin) içermektedir. Yağda eriyen vitaminlerden ise et ve et ürünlerinde en fazla A vitamini bulunmaktadır (Yıldırım, 1988).

2.2.6. Karbonhidratlar

Kasaplık hayvanların kas proteinlerinde karbonhidratlar oldukça az miktarda bulunur. Beslenme sırasında vücuda alınan karbonhidratlar enerji metabolizmasında kullanılmaktadır. Fazla karbonhidrat vücutta yağ olarak depolanmaktadır (Özta, 2010). Ette bulunan karbonhidratların miktarı çok az olduğu için insan beslenmesi açısından herhangi bir değeri yoktur. Kesim sonrası etin kasa dönüşümü aşamasında biyokimyasal olaylarda karbonhidratların önemli rolü vardır (Arslan, 2002)

Ette karbonhidrat olarak en fazla glikojen bulunmaktadır. Glikojen kesim sonrası etin olgunlaşmasında etin kalitesini etkilediği için önemli bir kalite kriteridir. Etteki glikojen miktarı kesim sırasındaki strese, etin depolama şartlarına ve rigor mortisin oluşum derecesine göre farklılık gösterir (Karakaya, 1991). Ette karbonhidrat olarak glikojen dışında az miktarda glikoz, maltoz, riboz ve fruktoz da bulunmaktadır (Özta, 2010; Yıldırım, 1988).

2.2.7. Protein tabiatında olmayan azotlu maddeler

Azot içeren fakat protein olmayan bu maddeler miktarca ette çok az bulunur. Başlıca protein olmayan azotlu maddeler; kreatin fosfat, nükleotidler (ATP, ADP), peptidler, üre, inozin mono fosfat (IMP), serbest aminoasitler gibi maddelerdir (Arslan, 2002). Miktarca çok az bulunan bu maddeler kasta önemli fonksiyonlara sahiptir, metabolizmada görev alırlar ve metabolik olaylar sonucu ortaya çıkarak etin kalitesini etkilerler (Özta, 2010).

2.3. Tuz

Türk Gıda Kodeksi Tuz Tebliğine göre tuz, ana maddesi sodyum klorür olan ham tuzdan tüketime uygun nitelikte üretilen tuzlardır. Sofra tuzunun asıl adı “sodyum klorür” dür. Sodyum klorür diyetle alınan tuzun kimyasal adıdır. Tuzun % 60' ı klor, % 40' ı ise sodyumdan oluşur. Tuzun 1 gramında 400 mg sodyum bulunmaktadır.

Uzun yıllardır et ürünlerinin korunması için yaygın olarak kullanılan tuz, doğada deniz veya göl sularından, kaya tuzları ve yer altındaki tuz kaynaklarından elde

edilmektedir (Anar, 2010).

Modern et endüstrisinde tuz, tat verme ve istenen tekstürel özellikleri sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Tuz ilavesi et ürünlerinde bazı görevlere sahiptir. Bunlar miyofibriler proteinlerin ekstraksiyonu, su tutma kapasitesinin artırılması, hamur viskozitesinin artırılması, bakteriyostatik özellikleri gibi fonksiyonlardır (Terrel, 1983; Desmond, 2006; Tseng vd., 2000).

2.3.1. Tuzun fonksiyonları

Tuz, et ürünlerinde hoşta giden bir lezzeti oluşturmasının yanı sıra et ve et ürünlerinde arzu edilen tekstürel özelliklerin sağlanması amacıyla kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra proteinlerin şişmesini aktive ederek su tutma kapasitesini ve proteinlerin bağlanma özelliklerini artırarak tekstürü geliştirmektedir.

Tuzun, et ve et ürünlerindeki en önemli fonksiyonlarından birincisi tuzluluk araması ile tadı artırıcı etkiye sahip olmasıdır. Tuzluluk hissini yapısındaki Na⁺ ve Cl⁻ iyonları düzenlemektedir (Ruusunen ve Puolanne, 2005).

Yağ ve tuz et ürünlerinde birlikte kullanıldığında ürünün duyu özelliklerini olumlu yönde etkiler. Matulis vd. (1995) yaptıkları çalışmada tuz seviyesinin artırılmasının, yağlı et ürünlerinde yağsız et ürünlerine göre tuzluluk hissini daha çok hissedildiğini bildirmişlerdir.

Ruusunen vd. (2001a) ve Ruusunen vd. (2001b) yaptıkları çalışma sonucunda pişmiş sosislerin yağ içeriği formülasyona bağlı olarak tuzluluk hissini etkilediğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada et proteinlerinin miktarı artıkça tuzluluk hissini azaldığını bildirmişlerdir. Akabinde yaptıkları diğer bir çalışmada ise et içeriğinin tuzluluk hissi üzerine etkisinin yağ içeriğinden daha güçlü olduğunu bulmuşlardır (Ruusunen vd., 2005). Bu çalışma sonucunda et proteinleri fazla olan köfterlerde düşük proteinli köftelerdeki tuzluluk hissi ile benzer tad vermek için yüksek protein içeren köftelere daha fazla tuz ilavesinin yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Tuzun işlenmiş et ürünlerindeki diğer önemli fonksiyonu, etin içerisindeki miyofibriler proteinlerin çözünmesini sağlamasıdır. Miyofibriler proteinlerin çözünmesi ile proteinlerin su bağlama ve su tutma kapasitesi artar. Ayrıca proteinlerin bağlanmasını sağlayarak tekstürel özelliklerin gelişmesinde etki gösterir (Desmond, 2006).

Et ürünlerine ilave edilen tuz seviyesi genellikle % 0,5-2 arasındadır (Pearson ve Gillet, 1976). Fakat bazı araştırmacılar tuz seviyesinin % 2'nin altına düştüğünde et ürünlerinin mekanik ve fonksiyonel özelliklerinin olumsuz etkilendiğini tespit etmişlerdir. Mekanik ve fonksiyonel özelliklerinin bozulmaması için en az % 1,5 tuz ilavesinin yapılması gerektiğini bildirilmektedir (Gómez-Guillén vd., 1997; Su vd., 2000; Sun, 2009).

Miyofibriler proteinlerin miktarının artışı ve daha iyi bir bağlanma sağlanması tuz konsantrasyonu ile ilgilidir (Booren vd., 1981b). Yapılan bir çalışmada farklı oranlarda tuz seviyeleri incelenmiştir. Bu çalışmada tuzun test edilen bütün seviyelerinde thiobarbituric acid (TBA) değerini artış ve renk değerlerinde ise azalma tespit edilmiştir. Fakat tad, sululuk ve tekstürel özelliklerin ise tuz ilavesiyle olumlu yönde geliştirildiği bildirilmiştir. Çalışma sonucunda % 0,5-1 oranında tuz seviyesinin et ürünlerinde kullanımını tavsiye edilmektedir (Huffman vd., 1981b).

Et ürünlerinde kullanılan tuz su tutma kapasitesinin arttırmakta ve pişirme kaybını azaltmaktadır. Dolayısıyla tuz et ürünlerinin sululuğunu olumlu yönde etkilemektedir. Tuz içerisinde bulunan klor (Cl) iyonları filamentler içerisine penetre olarak şişmesini sağlamak, aynı zamanda sodyum iyonları filamentlerin çevresinde iyonik kümelenme sağlayarak su tutma kapasitesini artırmaktadır (Haamm, 1986; Offer ve Knight, 1988). Et ürünlerinde tuz miyofibriler proteinleri çözerek açığa çıkmasını sağlamaktadır. Et parçalarının yüzeyinde açığa çıkan proteinler pişirme işlemi ile birlikte birbirine daha güçlü yapışır ve daha sağlam tekstürel bir yapı oluşmasını sağlarlar (Aşkın, 2007).

Et ve et ürünlerinde tuz ilavesi su aktivitesini azalttığından dolayı patojen ve bozucu mikroorganizmaların gelişimini engellemektedir. Tuzun antimikrobiyal etkisi miktarı ile orantılı olarak farklılıklar göstermektedir (Öztaş, 2010). İşlenmiş et ürünlerine

eklenen tuz miktarı azaltıldığında gıdanın korunması ve raf ömrü için önemli bir parametredir. Ürün formülasyonuna eklenen tuz miktarı azaltıldıkça son ürünün raf ömründe kısalmaktadır (Sofos, 1983; Madril ve Sofos, 1985; Desmond, 2006).

Diyet yolu ile vücuda alınan sodyum kan basıncı seviyesini belirleyici bir unsurdur. Yapılan çeşitli çalışmalarda 1 g/gün diyetle tuz alınması felç oranını % 5, kalp krizlerini % 3 azalttığını tespit etmişlerdir. Tuz oranı günlük 9 g/gün azaltılmasında ise felçlerde % 34 oranında, kalp krizlerinde ise % 24'lük bir azalma olduğunu bildirmişlerdir (Anonim, 2010)

Sodyum doğal olarak sığır, domuz, tavuk etlerinin 100 gramında 50 mg dan 70 mg 'a kadar bulunmaktadır. İşlenmiş et ürünlerin çoğu ürüne göre farklı miktarda tuz içermektedir. Ayrıca işlenmiş et ürünlerindeki asıl sodyum kaynağı tuzdur. Diğer sodyum kaynakları ise sodyum tripolifosfat (% 31,2 Na), sodyum nitrat (% 27,1 Na), sodyum askorbat veya eritorbat (% 11,6 Na), sodyum nitrit (% 33,2 Na), monosodyum glutamat (MSG, % 13,6 Na) gibi katkı maddeleridir (Maurer, 1983). Ayrıca Breidenstein (1982), tarafından yapılan çalışma tipik et ürünlerinde kullanılan % 2 tuz seviyesinin son ürünün yaklaşık % 79 Na içermesine sebep olduğunu göstermiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada işlenmiş domuz ürünlerinin kompozisyonu incelenmiş ve çalışma neticesinde pişmiş jambon örneklerinde % 2,8, domuz pastırmasında % 3,2, tütsülenmiş domuz etinde % 3,5 domuz budunda % 3,2 oranında tuz tespit edilmiştir (Desmond, 1992).

Devlet İstatistik Enstitüsünün verilerine göre Türkiye'de meydana gelen ölüm vakalarının yarısı kardiyovasküler hastalıklardan kaynaklandığını bildirilmektedir. Bu nedenle kardiyovasküler hastalıkların ve diğer sağlık sorunlarının azaltılması için tuz tüketiminin azaltılması, yerine ikamelerinin araştırılması önemli bir konudur. Vücuda alınan sodyum miktarının % 2'lik kısmı et ve et ürünlerinden gelmektedir (Engstrom vd., 1997).

2.3.2. Et ürünlerinde katılan tuz miktarının azaltılmasına yönelik yaklaşımlar

Dünyada özellikle kalp ve damar hastalıklarındaki artış göz önüne alındığında tüketicilerin diyet gıdalara yönelimi artmaktadır (Mondigo, 1988; Sun, 2009). Özellikle gıda kaynaklı tuz alımına bağlı olarak oluşan yüksek tansiyona karşı, diyet ile alınan tuz miktarının düşürülmesi istenmektedir. Bu tür ürünlerde ise bazı kalite problemleri ortaya çıkmaktadır.

Tuzun çok ucuz olması yerine ikamesi kullanılabilecek maddeler için önemli bir sorundur. Ayrıca üreticilerin gıda üretiminde alışkın oldukları tuz kullanımı düşüncesini yıkmak çok zordur. Diğer bir konu ise tuzun fonksiyonlarını yerine getirebilecek alternatifler olmasına karşın bazı tüketiciler etiket üzerindeki bu yeni bileşenleri tüketmek istememeleridir (Searby, 2006).

Et ürünlerinde kullanılan tuz miktarının azaltılmasına yönelik üç ayrı düşünce bulunmaktadır. Bu düşüncelerden ilki ve özellikle en yaygın kullanılanı potasyum klorür (KCl) kullanılmasıdır. İkinci olarak lezzet artırıcıların kullanılmasıdır. Bu ingredientler tuzlu bir tada sahip olmamasına rağmen tuz ile birlikte kullanıldığında tuzluluk tadını güçlendirmektedirler. Dolayısıyla ürüne kullanılan tuz miktarı bu şekilde azaltılabilmektedir. Son olarak ise tuzun fiziksel formunu optimize ederek tuz tadının daha fazla ortaya çıkarılması ve böylece daha az tuz kullanımı sağlanmasıdır (Angus vd., 2005).

Potasyum klorür gıdalarda düşük tuz veya tuz/sodyum miktarının azaltılmasında en yaygın kullanılan ingredienttir. Ayrıca sodyum klorür/potasyum klorür 50:50 oranında karıştırılıp kullanıldığında önemli derecede acılık hissini artırdığı ve tuzluluk hissini kaybettiği gözlemlenmiştir (Desmond, 2006).

Araştırmacılar ayrıca fosfatların et ürünlerinde tuz kullanılmasının azaltılmasında faydalı olabileceği üzerine çalışmışlardır (Sofos, 1983; Trout ve Schmidt, 1984; Barbut vd., 1988; Puolanne ve Terrel, 1993). Ruusunen vd. (2005), pişmiş ürünlerde tuzun azaltılmasında fosfat kullanılmasını incelemişlerdir. Yaptıkları çalışma sonucu fosfatların genel olarak et ürünlerinde su tutma kapasitesini arttırdığını ve pişirme

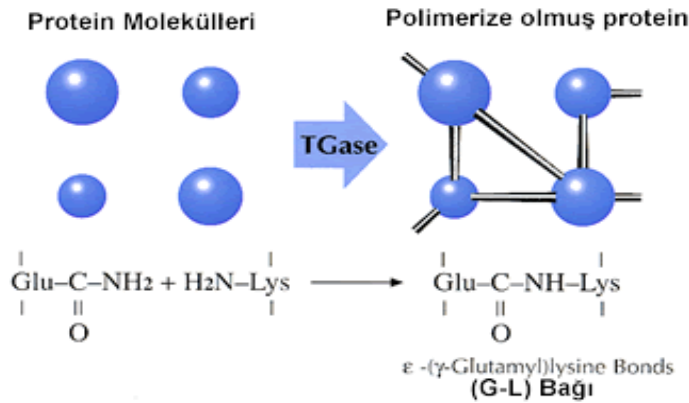
kaybını azalttığını bildirmişlerdir.

Monohan ve Troy (1997) doğrudan et sistemi üzerine ve düşük tuz formülasyonlu etlerin fonksiyonel özelliklerini geliştirmek amacıyla bazı methodlar üzerine çalışmışlardır. Yaptıkları çalışmada pre-rigor fazda etleri kullanmışlar ve yüksek basınç teknolojisinin etkisini incelemişlerdir. Crehan vd. (2000) yaptıkları çalışmada et ürünlerinin tekstürel özelliklerinin yüksek basınç teknolojisi uygulama sonrası geliştirilebileceğini bildirmişlerdir. Pre-rigor etler miyofibriler proteinlerinin ekstraksiyonu, proteinlerin bağlanması ve su tutma kapasitesi yönünden yüksek kaliteli etlerdir (Claus ve Sørheim, 2006). Emülsiyon tipi sosis formülasyonunda tuz seviyesinin azaltılmasının pre-rigor etlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerini olumsuz etkilemediğini belirtilmektedir (Puolanne ve Terrel, 1983).

2.4. Mikrobiyal Transglutaminaz Enzimi

2.4.1. Genel özellikleri

Transglutaminaz enzimi hücre içi çalışan ve ϵ - (γ -glutamil) lizin çapraz bağları ile proteinlerinin polimerizasyonunu teşvik eden bir enzimdir (Kurt ve Zorba, 2004). Önceleri sadece genel gıda proseslerinde başarılı olarak kullanılan transglutaminaz enzimi, son zamanlarda et ürünlerinde, yenilebilir filmlerde ve emülsiyon ürünlerinde kullanılmaya başlanmıştır.



Şekil 2. 3. Transglutaminaz enziminin reaksiyon şekli (Ajinomoto, 2005)

Transglutaminazlar, protein veya peptidler arasında molekül içi ve moleküller arası çapraz bağ oluşumunu katalizleyerek proteinleri modifiye eden enzimlerdir. Dolayısıyla yüksek oranda protein içeren et gibi gıdaların özelliklerini de önemli derecede geliştirebilmektedirler. Ekonomik değeri düşük olan pek çok gıdanın özelliklerini geliştirerek, bu gıdaların ekonomik değerlerinin artırılmasında katkı sağlamaktadır. Ayrıca yeni ürünlerin geliştirilmesinde de önemli bir potansiyele sahiptirler.

Proteinler		Aktivite
Et	Myoglobin	+ -
	Kollojen	+
	Jelatin	++
	Miyozin	++
	Aktin	--

Şekil 2. 4. Transglutaminaz enziminin reaksiyon gösterdiği et proteinleri

(Semboller: ++ = Çok iyi reaksiyon, + = iyi reaksiyon, +- = Ortam koşullarına bağlı, -- = Zayıf reaksiyon)

Kırmızı etten elde edilen ürünlerde, hindi etinden, tavuk etinden elde edilen ürünlerde transglutaminazların kullanımı da önemli bir alan oluşturmaktadır. Et ürünleri yüksek oranda protein içermektedir. Sarkoplazmik proteinler, su ve düşük iyonik güçteki solüsyonlarda çözünen globüler proteinlerdir. Myofibriler proteinler ise yüksek iyon konsantrasyonunda çözünen proteinlerdir. Emülsiyon işlemi sırasında sarkoplazmik proteinlerden daha stabil membranlar oluşturdukları için myofibriler proteinler emülsiyon ürünleri için daha fazla önem kazanmaktadır (Tseng vd., 2002).

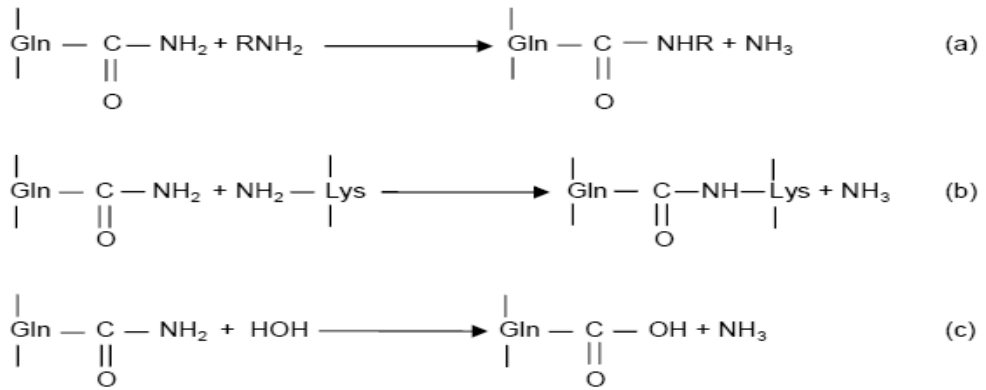
Transglutaminaz enzimi pek çok hayvanın dokusunda ve vücut sıvısında, bitkilerde balıklarda ve mikroorganizmalarda bulunmuştur (Öztaş, 2010). Daha kolay ve ekonomik olarak elde edilmesi ve ticari üretiminin gerçekleştirilmesi nedeniyle, gıdalarda daha çok mikroorganizmalardan elde edilen mikrobiyal transglutaminazlar (mikrobiyal transglutaminaz enzimi) tercih edilmektedir (Aşkın, 2007). Mikrobiyal transglutaminaz enzimi tercih edilmesinin bir diğer sebebi memeli

transglutaminazlarından farklı olarak Ca^{+2} iyonlarından bağımsız aktivite gösterebilmektedir. Çünkü enzim molekülünde Ca^{+2} 'nin bağlanabileceği bölge yoktur.

Et endüstrisinde transglutaminazın kullanımı kas proteinlerinin soğuk jelleşmesi olarak tanımlanmaktadır (Tsukamasa vd., 2002). Bazı çalışmalar $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altında ette yapısal bütünlük sağlamanın mümkün olduğunu belirtmiştir. *Streptovercillium mobaraense*'den türetilen mikrobiyal transglutaminaz enzimi glutamine bağlı peptidlerin g-karboksiamidleri ile proteinlerin amino grupları arasındaki reaksiyonları katalizlemektedir (Trespacios ve Pla, 2007). Bu reaksiyonlar sonucunda küçük proteinlerden büyük polimerik protein molekülleri meydana gelmektedir (Serrano vd., 2004).

Transglutaminaz enzimi proteinlerin modifikasyonunda genel olarak üç önemli reaksiyonu katalizlemektedir;

- 1) Peptid veya proteine bağlı glutamin'in yapısındaki γ -karboksiamid ile primer amin arasında açıl transfer reaksiyonunu katalizler (Şekil 2.5.a).
- 2) Glutamin ve lizin amino asitleri arasında ϵ - (γ -Glu)Lisin çapraz bağının oluşumunu katalizler (Şekil 2.5.b).
- 3) Ortamda uygun bir primer amin bulunmaması veya lizinin ϵ -amin grubunun belirli ajanlarla bağlanması durumunda suyun kullanılmasını katalizler (Şekil 2.5.c).



Şekil 2. 5. Transglutaminazın katalizlediği genel reaksiyonlar

a) Açıl-Transfer Reaksiyonu, b) Çapraz Bağ Reaksiyonu, c) Deamidasyon Reaksiyonu (Kuraishi ve vd., 2001)

Mikrobiyal transglutaminaz enziminin izoelektrik noktası yaklaşık olarak 8,9 ve molekül ağırlığı 38000 Da'dur. Glikoprotein veya lipoprotein olmayıp, monomerik ve tek bir proteindir. Enzim pH 4-9 arasında aktivite gösterebilmektedir. Ancak optimum aktivite pH'sı 5-8 arasındadır. Enzimatik aktivitesi için optimum sıcaklık 50 °C'dir. Bu sıcaklıkta 10 dk kadar aktivitesini sürdürmektedir.



Şekil 2. 6. Mikrobiyal transglutaminaz enziminin optimum pH ve sıcaklık değerleri (Ajinomoto, 2005)

2.4.2. Et ürünlerinde kullanım imkanları

Ette bulunan protein sistemlerinde ϵ -(γ -glutamil)lisil çapraz bağlarının ve aldoz kondensasyonundan gelen çapraz bağlarının tekstür oluşumundan sorumlu olduğuna inanılmaktadır. Balık, kabuklu deniz ürünleri ve etler, diğer gıda grupları ile karşılaştırıldığı ϵ -(γ -glutamil)lisil içerikleri açısından çok geniş bir çeşitliliğe sahip oldukları görülmüştür. Ayrıca, konserve et, derin kızartılmış tavuk, ızgarada pişirilmiş domuz eti gibi pişmiş ürünlerin ϵ -(γ -glutamil) lisil içeriği çiğ ete göre daha yüksektir (Yüksel ve Erdem, 2008).

Transglutaminaz enzimi eklendiğinde ϵ -(γ -glutamil) lisil çapraz bağları nedeniyle daha sık bir jel yapısı oluşturmaktadır. Aynı şekilde SEM sonucuna göre, transglutaminaz içermeyen kontrol örneklerinde jel ağı, transglutaminaz kullanılarak düşük tuzlu tavuk köftelerine göre daha gevşek bulunmuştur. Isıyla oluşturulan yapıya göre transglutaminaz kullanılması köftenin yapısının daha düzgün olmasını sağlamaktadır. İzopeptit bağlarının oluşumu geri dönüşümsüzdür. % 0-1 arası transglutaminaz enzimi kullanılması ürünün dış görünüşünde, renk ve tat-kokusunda farklılık oluşturmamaktadır (Tseng ve ark, 2000).

Japon gıda kültüründe önemli yer tutan surimi ve surimiden üretilen kamaboko gibi ürünlerde jel oluşturma mekanizması oldukça önemlidir. Surimi, balık kasından elde edilmesinin yanı sıra kara hayvanlarının kaslarından da elde edilmektedir. Transglutaminaz bu ürünlerde kaliteyi artırmak amacıyla kullanılmaktadır (Aşkın, 2007)

Et bağlama proseslerinde transglutaminaz (FXIIIa) enziminin kullanımı, dondurma gereksinimini ortadan kaldırabilir ve bağlayıcı özelliği nedeniyle tuz ve fosfat kullanımını azaltabilir veya tamamen ortadan kaldırabilir. Tuz miktarının azalması ve % 0,5 kazeinat ile % 0,1 mikrobiyal transglutaminaz kullanılan yeniden yapılandırılmış çiğ et ürünlerinde etkili bir bağlama yöntemidir. Kazinat transglutaminaz için iyi bir substrattır ve et parçalarının birbirine bağlanması için zank görevinde olan viskoz sol formundadır. % 1 kazeinat ilave edilerek mikrobiyal transglutaminaz kullanımı en iyi bağlama sağlamaktadır. Kazeinat miktarının artırılması bağlanma gücünü olumsuz yönde etkilediği belirtilmektedir. Fazla kazeinat kullanımının et parçalarının arasında küçük jel ceplerinin oluşmasına neden olduğu ve bu yüzden bağlanma gücünü zayıflattığı bildirilmektedir (Kuraishi vd., 1997).

Nielsen vd. (1995) 37 °C 'de 90 dakikalık uygulama Faktör XIIIa'nın yüksek bir bağlanma sağladığını bildirmişlerdir. Fakat bu uygulama çok hızlı bakteri gelişimini yanında getirdiği belirtilmektedir. Kuraishi vd. (1997) yaptıkları çalışmada ise 5 °C'de 2 saatlik enzim tepkime koşullarında herhangi bir bakteri artışı görülmediği bildirilmiştir. Transglutaminaz kazeinatla birlikte kullanıldığında enzim reaksiyonları düşük sıcaklıkta uygulandığı için sıcaklıktan dolayı oluşabilecek mikrobiyal gelişimin de önüne geçilebileceği belirtilmiştir (Tseng vd., 2000). Bu yüzden mikrobiyal transglutaminaz/kazeinat sistemi Faktör XIIIa 'nın uygulandığı sistemden daha pratik ve kullanışlıdır.

Kazeinat mikrobiyal transglutaminaz ile birlikte kullanıldığında viskoz hale gelir ve bu viskoz kazeinat farklı dolgu maddelerinin bir arada kullanılması için yapıştırıcı özellik gösterir. Motoki ve Seguro (1998) yaptıkları çalışma sonucunda inek, domuz, ve balık filetoalarının küçük parçalarından daha büyük yeniden yapılandırılmış et ürünleri üretimi için elverişli olduğunu tespit etmişlerdir. Kas proteinlerinin

jelleşmesi, işlenmiş ürünlerde istenen tekstürün ve yağ-su stabilitésinin sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Günümüzde sağlık sorunlarından ve diyetteki fazla yağ alımından kaçınan tüketiceler yağ oranını düşürülmüş ürünleri tüketmek istemektedir. Mikrobiyal transglutaminazın düşük yağ oranına sahip Bologna tipi sosislerde yağ ikamesi olarak kazeinat ile beraber kullanılması önerilmektedir. Isıtma ve soğutmaya gerek duymadan, transglutaminaz ile istenen bağlanma yapılabilmektedir (Kuraishi vd., 1996).

Ahhmed vd. (2007) mikrobiyal transglutaminaz kullanılan tavuk ve sığır eti ile hazırlanan sosislerde meydana gelen tekstürel değişimi araştırmışlardır. Mikrobiyal transglutaminaz kullanımı her iki et türü ile üretilen sosislerde kırılma kuvvetini önemli miktarda etkilediği, özellikle bu etkinin en fazla kırmızı et örneklerinde protein bantlarının yoğunluğunda ortaya çıktığı belirtilmiştir. Mikrobiyal transglutaminaz varlığında oluşan glutamil-lisil çapraz bağ miktarının her iki et tipi için de enzim uygulanmış olan kontrol grubundan iki kat daha fazla olduğunu bildirilmiş, tavuk ve kırmızı ette de farklı miktarda glutamil-lisil çapraz bağ oluştuğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar miyofibriler proteinlerin bağlanma yeteneğinin mikrobiyal transglutaminaz ile güçlü olduğunu, myosin ağır zincirin ile en iyi reaksiyon verdiğini belirtmektedirler (Baytar, 2010).

Aktas ve Kılıç (2005) yapmış oldukları çalışmada mikrobiyal transglutaminaz kullanımının et proteinlerinin diferansiyel taramalı kalorimetredeki denatürasyon özelliklerini ve SDS-page ile miyofibriler proteinlerdeki değişimleri araştırmıştır. Araştırma neticesinde SDS-page analizi ile mikrobiyal transglutaminaz enziminin et proteinleri arasında çarpraz bağlanmaya neden olduğu bildirmişlerdir.

2.5. Yeniden Yapılandırılmış Et Ürünlerinde Fibrin/Trombin Kombinasyonunun Kullanımı

Fibrin/trombin kombinasyonu, kırmızı et, kanatlı etleri ve balık etlerinin yeniden yapılandırılmasında kullanılan soğuk bağlayıcı yöntemlerinden biridir. Canlılarda fibrin/trombin kan pıhtılaşma mekanizmasında görev alırlar (Stryer, 1988). Yeniden yapılandırılmış etlerin üretiminde soğuk bağlayıcı olarak kullanılan fibrin/trombin kombinasyonu genellikle domuz veya sığır kan plazmasındaki trombin ve fibrinojen

ekstraktlarından elde edilmektedir. Bu iki bileşen karıştırıldığında ve et parçalarının yüzeyine uygulandığında trombinin etkisi ile fibrinojen fibrine dönüşmektedir (Hickson vd., 1980). Fibrin molekülleri ise ette bulunan proteinler ile çapraz bağ oluşturmaktadır (Tseng vd., 1999; Wu, 2002).

Fibrin/trombin kombinasyonu kolojen proteini ile de bağlanabilmesinden dolayı kolojen miktarı fazla olan etlerde de tekstürel özellikleri geliştirilmiş yeni ürünlerin oluşturulmasında kullanılabilir (Lennon vd., 2010).

Yapılan bir çalışmada fibrin/trombin kombinasyonunun yumurta akı tozundan daha az etkili olduğunu fakat et tozu, jelatin, buğday gluteni, soya proteinleri ve kalsiyum karbonat ile kombine edilen alginattan daha iyi olduğunu bildirilmektedir (Lu ve Chen, 1999). Ayrıca yapılan bu çalışmada yumurta akı proteinlerinin kas proteinlerinde plazma tozundan daha güçlü bağlama sağladığını bildirmişlerdir.

Yeniden yapılandırılmış et ve et ürünleri üretimi öncesi fibrin/trombin kombinasyonunun hazırlanması amacıyla, trombin fibrinojen ilave edilir. Bu karışım et sistemine eklenip karıştırma işlemi yapıldıktan sonra çapraz bağların oluşması için 4 °C de bekletilmesi gerekmektedir. Bekletme süresi fibrinojen ve trombin katılım oranlarına, ortam sıcaklığı ve et pH'sına bağlı olarak değişmektedir. Yapılan bir çalışmada maksimum jel kuvvetinin oluşturulabilmesi için minimum 5 saatlik bekleme süresine ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir (Wijngaards ve Paardekooper, 1988). Başka bir çalışmada ise fibrin/trombin kombinasyonunun hazırlanmasında katılan fibrin ve trombin oranlarının 10:1 veya 20:1 seviyesinde olması tavsiye edilmektedir (Tseng vd., 2006). Ayrıca, fibrin/trombin bağlanma sisteminin etkinliğinin artırılması için baskılama ve hava boşluklarının uzaklaştırılması işlemlerinin de yapılması tavsiye edilmektedir (Tseng vd., 2006).

Fibrin/trombin kombinasyonu kullanımı et ürünlerinde iyi bir bağlama özelliği sağlamanın yanı sıra ısıl işlem uygulamaları sonrasında üründe pişirme kaybını azalttığı belirtilmektedir (Secrist, 1987; Wijngaards ve Paardekooper, 1987; Boles ve Shand, 1999).

Fibrin/trombin kombinasyonunun kokusuz ve tatsız olması nedeniyle et ve balık

ürünlerini duyusal olarak etkilemediği de vurgulanmaktadır. Fibrin/trombin kombinasyonunun alginat kullanımı ile karşılaştırıldığı bir çalışmada özellikle ısı işlem sonrası yeniden yapılandırılmış ürünlerde fibrin/trombin kombinasyonunun et parçaları arasındaki bağlanma kuvvetini alginata oranla daha fazla arttırdığı belirtilmektedir (Boles ve Shand, 1999). Yapılan bir çalışmada yeniden yapılandırılmış domuz etinde % 5 fibrin/trombin kombinasyonun tekstürel özelliklerin geliştirilmesi, pişirme kayıplarının azaltılması ve tüketiciler açısından genel kabüledilebilirlik bakımından en uygun doz olduğu tespit edilmiştir (Flores vd., 2007). Söz konusu çalışmada fibrin/trombin kombinasyonunun sodyum tripolifosfat ile beraber kullanımının ise incelenen özellikler üzerine pozitif etki sağladığı belirtilmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada sığır kanındaki transglutaminaz ve farklı oranlarda fibrinojen/trombin konsantrasyonları karşılaştırılmıştır. Yüksek konsantrasyonlarda fibrin ilavesinin daha kuvvetli bir bağlama sağladığı belirtilmiştir (Tsai vd., 2006).

2.5.1. Fibrin/trombin'in etki mekanizması

Fibrinojen, kanda pıhtıyı oluşturan temel maddenin henüz olgunlaşmamış halidir ve plazma içinde çözülmüş halde bulunur. Fibrinojenin pıhtılaşma olayında rol oynayabilmesi için aktif hale gelmesi gerekmektedir. Bunun için de trombin adındaki bir başka protein, pasif ve erimiş olarak gezen fibrinojeni fibrin haline getirerek aktifleştirir (Wolberg, 2007).

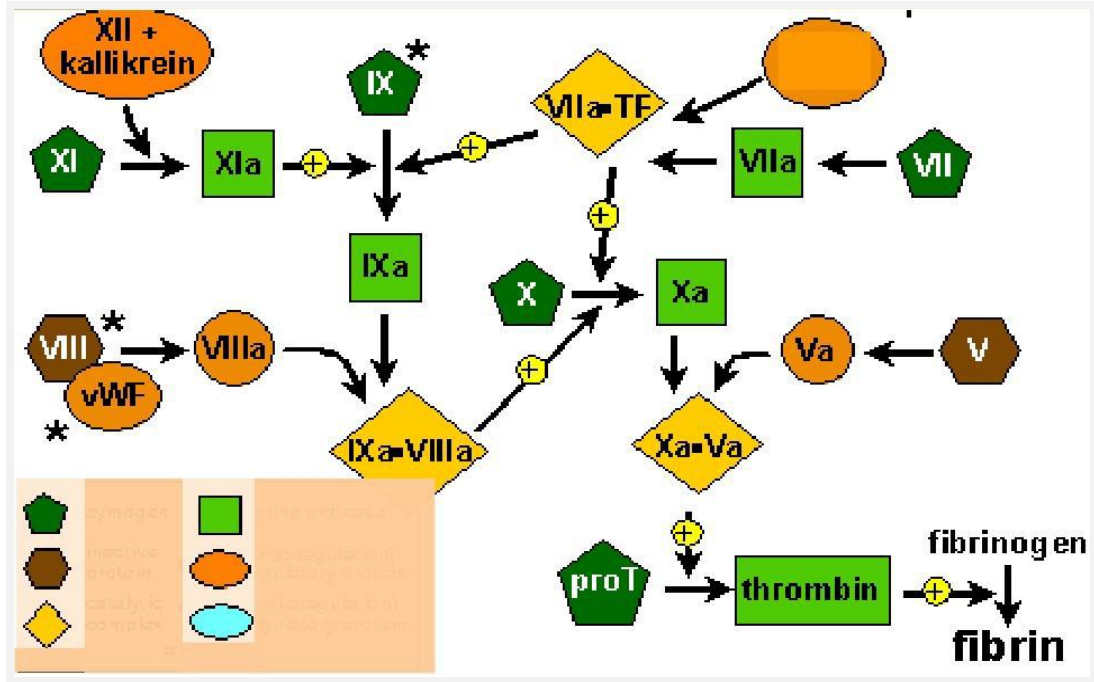
Wijngaards ve Paardekooper (1987) fibrin/trombin kombinasyonlarının maksimum güçte jel oluşturabilmesi için en az 5 saat bekletmenin gerektiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, yeniden yapılandırılmış et ürünlerinin yüzeylerindeki bağlanma için fibrin/trombin kombinasyonunun kullanımı konsantrasyona bağlı olarak son üründe oluşan jel kuvvetini etkilediğini bildirmişlerdir. Jelin oluşumu fibrinin çözünebilirlik özelliğine bağlıdır. Konsantrasyon miktarı ile et yüzeyinde bağlanma arasında lineer bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir (Wijngaards ve Paardekooper, 1987).

Pıhtılaşmayı hızlandıran veya engelleyen pek çok madde kanın içinde bulunur. Pıhtılaşmayı başlatıcı ve yürütücü reaksiyonlar zincirindeki pek çok madde, Faktör I,

II, III, vb. şeklinde rakamlarla ifade edilir. Bu rakamlar aktifleşme sırasına göre verilir. Bütün bu proteinler kendilerinden bir sonraki proteini işler hâle getirmeye yarar. Biri olmadan diğeri hiçbir olumlu tesir oluşturamaz (Tracy vd., 1979; Rawala-Sheikh, vd., 1990).

Çizelge 2. 4. Pıhtılaşma proteinleri ve özellikleri

Protein	Sentez yeri	Özellikleri
Fibrinojen(FI)	Hepatosit	Dimerik
Protrombin(FII)	Hepatosit	Vit K bağımlı
Doku Faktörü (FIII)	Çeşitli hücreler	Transmembran protein
Faktör V	Hepatosit, megakaryosit	Faktör Xa'nın kofaktörü
Faktör VII	Hepatosit	Vit K bağımlı
Faktör VIII	Hepatosit	Faktör IXa'nın kofaktörü
Faktör IX	Hepatosit	Vit K bağımlı
Faktör X	Hepatosit	Vit K bağımlı
Faktör XI	Hepatosit	Homodimerik
Faktör XII	Hepatosit	-
Faktör XIII	Hepatosit	Tetramerik
Protein C	Hepatosit	Vit K bağımlı
Protein S	Hepatosit	Vit K bağımlı
Antitrombin III	Hepatosit	Heparin ile kompleks
TFPI	Endotel hücre	Plazmada dolaşır



Şekil 2. 7. Fizyolojik pıhtılaşma yolu

Kan proteinleri, düşük yağlı et ürünlerinin üretiminde yağ ikamesi olarak kullanılabilen ucuz alternatif protein kaynağıdır. Fakat kan proteinleri tüketicileri et kullanılmayan ürünlere et kokusu vermesinden dolayı tercih edilmemektedir. Guzman vd. (1995), yaptıkları çalışmada tüketicilerin düşündüklerini desteklemektedir. Araştırmacılar düşük kaliteli etlere kan proteinleri ilave etmişler ve araştırma neticesinde kan proteinlerinin spesifik bir tat oluşumunda katkısının bulunduğunu bildirmişlerdir.

Fibrininin pıhtılaşma mekanizması pH, iyonik kuvvet ve kalsiyum konsantrasyonu, fibrinojen veya dekstran gibi pek çok faktörden etkilenmektedir (Glover vd., 1975; Carr ve Gabriel, 1980). Trombin konsantrasyonunun çok düşük olması ($<1\text{nM}$, $<0,1\text{ u/ml}$) fibrinopeptidlerin trombin konsantrasyonlarında fibrin pıhtılarını oluşturmaktadır. Bu pıhtılar kalın ve yoğun bantlıdır. Yüksek konsantrasyonda trombin daha ince ve seyrek bantlıdır (Wolberg, 2007). Fibrin monomerlerinin doğal yol ile birleşmesiyle oluşan pıhtılaşma mekanizması, yapıda bulunan transglutaminaz (Faktör XIIIa) tarafından çapraz bağların oluşumu sonucu şekillenir. Transglutaminaz enzimi fibrin liflerinin içindeki farklı moleküllerin arasında bulunur (Stryer, 1988).

Dondurularak şekillendirilen yeniden yapılandırılmış etlerde renk bozuklukları ve oksidasyon problemleri meydana gelmektedir. Bu yüzden yeniden yapılandırılmış et ürünlerine nitrit, askorbat ve antioksidanlar ilave edilmesi gerektiği tavsiye edilmektedir (Secrist, 1987, Wu, 2002).

2.6. Yeniden Yapılandırılmış Et Ürünlerinde Alginat Kullanımı

2.6.1. Alginatın özellikleri

Alginat doğal bir polisakkarit olan alginik asitin sodyum tuzudur. Alginik asit, kahverengi deniz yosununun (*Laminaria*, *Macrocystis*) hücre duvarından elde edilmektedir (Hong ve Chin, 2010).

Alginik asit kokusuz, beyazla sarımsı arası bir renkte, lifli ya da granüler toz yapıdadır. Kıvam arttırıcı, emülsiyon stabilizatörü, jelleştirici ve viskozite arttırıcı olarak gıda sanayinde kullanılır (Schmidt, 1986). Fark edilebilir bir aroması yoktur ve sindirilemez. Gıda sanayinde en fazla kullanılan formu olan sodyum alginattır. Suda çözünmesi kolay ve su tutma kapasitesi yüksek olan sodyum alginat ısıya dayanıklı ve geriye dönüştürülemeyen özellikte jel oluşturabilme potansiyeline sahiptir (Tomris, 2009).

Alginat çözeltilerinin vizkozitesi; sıcaklık, konsantrasyon, pH, molekül ağırlığı ve çok değerli katyonların varlığı gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Çözeltideki alginat konsantrasyonu ile oluşan çözeltinin viskozitesi arasında doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.

2.6.2. Alginatın et ürünlerinde kullanımı

Yeniden yapılandırılmış et ürünleri üretiminde alginatın bağlayıcı olarak kullanımı herhangi bir ısıl işlem ihtiyacı oluşturmadığı için tüketici ihtiyaçlarına karşılık veren yüksek kaliteli yeni ürünlerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Alginatın etkili bir bağlayıcı olarak kullanılması için et ortamında üç önemli bileşene (alginatın kendisi, kalsiyum kaynağı ve kalsiyum salınımını kolaylaştırmak için bir asit) ihtiyaç duyulmaktadır. Bu üç bileşen yeniden yapılandırılmış et üretimi esnasında et

sistemine karıştırılır ve oluşan et/alginate karışımı kılıflara doldurularak veya ambalajlanarak istenen şekil verilip kalıcı bağlanmanın şekillenmesi için bekletilir. Alginat tarafından oluşturulan jel yapısı ısı ile bozulmadığı için ürün ısı ile işlem uygulanırken yapısını muhafaza etmektedir. Jel oluşumunda kalsiyum iyonlarının alginat molekülü ile interaksyonu en önemli basamaktır. Bu nedenle alginat bağlanma sisteminde kalsiyum salınımının hızı önemli rol oynar. Alginat bağlanma sisteminde ingredientlerin homojen dağılımı, çözünülebilirliği ve kalsiyum salınım oranı başarılı bir bağlanmanın sağlanması için önemlidir. Ucuz olması ve yavaş çözünülebilirliği sebebi ile alginat bağlanma sisteminde kalsiyum karbonat genellikle kalsiyum kaynağı olarak kullanılır.

Yeniden yapılandırılmış et ürününe şekil verme aşamasına başlamadan önce güçlü bir bağlanmanın oluşmaması için kalsiyum kaynağından kalsiyum salınımının yavaş olması tercih edilen bir durumdur. Kalsiyum karbonat gibi kalsiyum kaynaklarının kullanılmadığı durumlarda, alginat tek başına bağlayıcı özellik göstermemektedir (Moreno ve ark., 2008). Ayrıca güçlü bir bağlanmanın şekillenmesi için laktik asit veya glukano delta lakton gibi organik asitlerin kullanılması tavsiye edilmektedir.

Raharjo vd (1995) yeniden yapılandırılmış et ürünlerinde kullanılan alginata kalsiyum karbonat ilavesinin ürünün duyu ve bağlanma özelliklerini geliştirdiklerini bildirmişlerdir. Yine benzer bir çalışmada hindi eti ve dana eti üzerine alginat/kalsiyum laktat ilavesi yapılmış olup, yeniden yapılandırılmış bu ürünlerin duyu özelliklerinin kabul edilebilir seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Organik asit kullanımı kalsiyum çözünürlüğünü artırarak yeniden yapılandırılmış üründe bağlanma gücünü artırmaktadır (Means ve Schmidt, 1986). Araştırmacılar yeniden yapılandırılmış et ürünleri üretiminde sodyum alginatın % 0,8-1,2, kalsiyum karbonatın ise % 0,144-0,216 oranında kullanılmasını tavsiye etmektedirler. Sodyum alginatın daha yüksek dozlarda kullanımının ise son üründe bozuk tat oluşumuna sebep olduğu ifade edilmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan et, Isparta ilinde bulunan yerel bir işletmeden alınmıştır. Etler kaba yağ ve bağ dokuları mümkün olduğunca ayrılarak kıyma haline getirilmiş ve üretime alınana kadar -18 °C'de muhafaza edilmiştir. Mikrobiyal transglutaminaz enzimi Ajinomoto firmasının Almanya şubesinden tedarik edilmiştir. Fibrin/thrombin kombinasyonu hazır preparat olarak üretilen fibrimex olarak adlandırılan ürün Sonac firmasından alınmıştır. Kullanılan son bağlayıcı ajan alginat Sigma-Aldrich firmasından temin edilmiştir. Üretim, Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Et teknolojisi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.2. Yöntem

Araştırmada farklı bağlayıcı ajanlardan ve tuz seviyelerinden oluşan 17 farklı deneme grubu oluşturulmuştur. Gruplar belirlendikten sonra farklı oranlarda tuz, mikrobiyal transglutaminaz enzimi, fibrin/trombin kombinasyonu, alginat ve bu üç bağlayıcı ajanın kendi aralarındaki ikili ve üçlü kombinasyonları hazırlanmıştır. Çalışma iki tekerrürlü ve analizler ise üç paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerin pişirilmesi ağzı kapaklı santrifuj tüplerinde su banyosunda gerçekleştirilmiş, pişmiş örnekler daha sonra +4 °C de depolanmıştır. Örneklerde pH, renk, oksidasyon, tekstür, SDS-Page (Laemmli 1970), pişirme kaybı, tuz, protein, nem, kül ve yağ analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Örneklerin hazırlanması

Her tekerrür için alınan et vakum ambalajlanıp dondurulup, denemede kullanılıncaya kadar depolanmıştır. -18 °C de dondurulmuş etler çözündürme işleminin ardından sonra kıyma (9,5 mm) haline getirilip karıştırıldıktan sonra tekrar kıymaya (3.2 mm) çekilmiştir. Bütün denemelerde kıymaya et ağırlığı üzerinden % 10 su ilave edilmiştir. Daha sonra kıyma şansa bağlı olarak eşit miktarlarda deneme gruplarına ayrılmıştır ve test edilecek deneme gruplarına farklı formülasyonlar uygulanarak

homojen bir şekilde karışmaları sağlanmıştır (Çizelge 3.1)

Çizelge 3. 1. Deneme gruplarının formülasyonu

Grup isimleri	İçindekiler
T1	% 2 NaCl
T2	% 1 NaCl
T3	% 0,5 NaCl
T2M	% 1 NaCl + % 1 MTG
T2F	% 1 NaCl + % 5 FB
T2A	% 1 NaCl + % 0,5 AL+% 0,18 KK
T2MF	% 1 NaCl + % 1 MTG + % 5 FB
T2MA	% 1 NaCl + % 1 MTG + % 0,5 AL+% 0,18 KK
T2FA	% 1 NaCl + % 5 FB + % 0,5 AL+% 0,18 KK
T2MFA	% 1 NaCl + % 1 MTG + % 5 FB + % 0,5 AL+% 0,18 KK
T3M	% 0,5 NaCl + % 1 MTG
T3F	% 0,5 NaCl + % 5 FB
T3A	% 0,5 NaCl + % 0,5 AL+% 0,18 KK
T3MF	% 0,5 NaCl + % 1 MTG + % 5 FB
T3MA	% 0,5 NaCl + % 1 MTG + % 0,5 AL+% 0,18 KK
T3FA	% 0,5 NaCl + % 5 FB + % 0,5 AL+% 0,18 KK
T3MFA	% 0,5 NaCl + % 1 MTG + % 5 FB + % 0,5 AL+% 0,18 KK

Kısaltmalar; T:tuz, M: mikrobiyal transglutaminaz enzimi, F: fibrin/trombin kombinasyonu A: alginate, KK: kalsiyum karbonat, T1: % 2 tuz, T2: % 1tuz, T3: % 0,5 tuz.



Şekil 3. 1. Dolum için kıymaların hazırlanması

Her grup için hazır olan kıyma örnekleri ağız kapaklı santrifüj tüplerine doldurulmuş ve tartılmıştır (Şekil 3.2). Daha sonra yaklaşık 45 g kıyma örneği bağlanma reaksiyonlarının oluşması için buzdolabında (+4 °C) 12 saat süreyle bekletilmiştir. Buzdolabında bekleyen örnekler pişirilmeden önce tekrar tartılmış ve ağırlıkları kaydedilmiştir.



Şekil 3. 2. Örneklerin dolum sonrası

Pişirme işleminde örnekler su banyosuna su sıcaklığı 60 °C de iken yerleştirilmiş ve sıcaklık 85 °C ayarlanmıştır. Son pişirme sıcaklığının tespit edilmesi için deneme dizaynında analizler için kullanılmayacak olan ve içerisinde 45 g kıyma bulunan bir tüpün geometrik merkezine termokapıl yerleştirilmiştir. Örneklerin merkez sıcaklığı 74 °C olunca pişirme işlemine son verilmiştir (Şekil 3.3). Su banyosundan alınan örnekler oda sıcaklığında soğuduktan sonra ağırlıkları tartılarak pişirme kaybı hesaplanmıştır. Pişirme işlemi sonrasında depolama süresince analizleri yapılacak örnekler +4 °C de ağız kapalı olarak 15 gün süreyle depolanmış, depolamanın 0., 7., 15. günlerinde örneklerde renk, pH ve TBARS analizleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. 3. Pişirme sonrası örnekler

3.2.2. Pişirme kaybı analizi

Örneklerde pişirme kaybı pişirmeden önceki örnek ağırlığının pişmiş örnek ağırlığından çıkarılıp, çiğ örnek ağırlığına bölümünün yüz ile çarpımı sonucu tespit edilmiştir.

$$\% \text{ Pişirme kaybı} = \left[\frac{\text{Çiğ örnek ağırlığı} - \text{Pişmiş örnek ağırlığı}}{\text{Çiğ örnek ağırlığı}} \right] \times 100$$

3.2.3. pH analizi

Örneklerde pH ölçümleri üretimin akabinde 0., 7. ve 15. günlerde üç paraleli olarak gerçekleştirilmiştir. Her gruptan 10 g örnek üç paraleli olacak şekilde alınmış ve 100 ml distile saf su içerisinde homojenizatör kullanılarak 1 dk homojenize edilerek pH metre ile pH ölçümü gerçekleştirilmiştir (Yetişir vd., 2008).

3.2.4. Renk analizi

CIE renk sistemi et ürünlerinde renk ölçümünde en yaygın kullanılan sistemdir. Bu sistemde temel özellik ışık kaynağının spektral dağılımını, standart renk ölçen gözlemciyi ve standart aydınlatma şeklini içermektedir (Luo, 2006). CIE renk

sisteminde L* olarak ifade edilen renk parlaklık değeri 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasındadır. a* değeri kırmızı-yeşil, b* değeri ise sarı-mavi renk değerlerini ifade etmektedir.

Üründe renk ölçümleri, üretimi müteakip 0., 7. ve 15. günde üç paralelli olarak yapılmış, ikinci tekerrürde de aynı şekilde gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümlerinde Precise Color Reader TCR 200 renk ölçüm cihazı kullanılarak, L*, a*, b* değerleri tespit edilmiştir. Ölçümler öncesi cihazın kendi standardı kullanılarak kalibrasyonu yapılmıştır (Wiegand ve Waloszek, 2003).

3.2.5. Nem miktarı analizi

Metal kurutma kapları 2 saat 105 °C'lik kurutma dolabında kurutulduktan sonra desikatörde 1 saat bekletilmiş sonra hassas terazide tartılarak daraları alınmıştır. Üç paralelli olacak şekilde her gruptan 5 g örnek alınmış ve kurutma kaplarına konulmuştur. Daha sonra kurutma kapları 105 °C'lik etüv içerisine yerleştirilip 18 saat süresince kurutulmaya bırakılmıştır. Bu işlem sonucunda etüvden alınan kurutma kapları desikatöre konulmuş ve 1 saat süresince nem çekmesi engellenerek soğuması sağlanmıştır. Daha önce darası alınmış olan kurutma kapları hassas terazide tartıldıktan sonra nem miktarı tespit edilen ağırlık kaybının örnek ağırlığına bölümünün 100 ile çarpımı neticesinde tespit edilmiştir (Anonim, 1995).

3.2.6. Kül analizi

Kül tayini için kullanılan porselen krozeler 2 saat etüvde 105 °C kurutulduktan sonra desikatörde 1 saat bekletilmiş sonra hassas terazide daraları alınmıştır. Üç paralelli olacak şekilde her gruptan 3 g örnek krozelerin içerisine konulmuştur. Daha sonra krozeler 105 °C'lik etüv içerisine yerleştirilip bir miktar kurutulması sağlanmıştır. Sonra kül fırınına konulmuş, 550 °C 4 saat yakılmıştır. Daha sonra önceden darası alınmış krozeleri hassas terazide tartıldıktan sonra kül miktarı tespit edilen ağırlık üzerinden hesaplanmıştır.

3.2.7. Tekstür analizi

Tekstür ölçümleri oda sıcaklığında, TA XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Godalming, İngiltere) analiz cihazı kullanılarak yapılmıştır. Analiz koşulları aşağıda belirtildiği şekilde ayarlanmıştır.

Prop kalınlığı: 36 mm	Yük (Load cell): 50 kg
Örnek kalınlığı: 1 cm	Penetrasyon: 0,7 mm (% 70 kompresyon)
Test öncesi-sonrası prob hızı: 2 mm/sn	Test sırasında prob hızı: 5 mm/sn

Analiz sonuçları sertlik (hardness), yapışıklık/bağlılık (cohesiveness), esneklik (springiness), sakızimsılık (gumminess), çiğnenebilirlik (chewiness), yapışkanlık (adhesiveness) ve elastikiyet (resilience) parametreleri tespit edilmiştir (Crehan vd., 2000; Bozkurt ve Bayram, 2005).

3.2.8 Yağ analizi

Yağ analizleri Soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir (Anonim, 2000). Örnekler önce etüvde 105 °C'de 4 saat süreyle kurutulmuş ve örnek ağırlıkları tartılarak kaydedilmiştir. Daha sonra örnekler ekstraktöre yerleştirilmiş ve cihaz 8 saat süreyle çalıştırılıp yağ ekstrakte edilmiştir. Örnekler etüvde 105 °C'de 2 saat kurutulduktan sonra desikatörde soğutulup örnek ağırlıkları tartılarak tespit edilmiştir. Yağ oranının yüzdesi işlemler sonrası kaybedilen ağırlığın orijinal örnek ağırlığına bölünüp 100 ile çarpılması ile tespit edilmiştir.

3.2.9. Protein analizi

Örneklerdeki protein miktarları Kjeldahl yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir (Anonim, 2000). Kjeldahl balonu içerisine hazırlanan katalizör ve birkaç kaynama taşı koyulmuş, parşömen kağıdı üzerinde homojen hale getirilmiş örnekten 1 g tartılmış ve balon içerisine yerleştirilmiştir. Üzerine 25 ml H₂SO₄ ilave edilerek yakma işlemine geçilmiştir. Çözelti rengi açık mavi-yeşil olunca yakma işlemine son verilmiştir. Oda sıcaklığında soğutulan örnekler destilasyon ünitesine alınarak NaOH varlığında damıtma işlemi gerçekleştirilmiştir. Destilasyon işleminden sonra erlen

içindeki çözelti 0,1 N HCl asit çözeltisi ile titre edilerek harcanan HCl asit çözeltisi miktarına (ml) göre aşağıdaki formülle % protein oranı tespit edilmiş olmaktadır.

$$\% N = [0,014 \times N \times (V_1 - V_2) \times 100] / M$$

$$\% \text{ Protein} = 6,25 \times \% N$$

V1= Titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi ml

V2= Şahit deneyde titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi ml

N= Ayarı yapılan hidroklorik asit çözeltisinin derişimi

M= Alınan örneğin ağırlığı

3.2.10. TBARS analizi

Pişmiş örneklerde lipid oksidasyonunun takibi tiyobarbiturik asit reaktif maddeler (TBARS) analizi, Lemon (1975) ya göre bazı modifikasyonlar (Kılıç ve Richards, 2003) yapılarak gerçekleştirilmiştir.

Üründe TBARS ölçümleri, 4°C de depolanan örneklerde üretimi müteakip 0., 7., ve 15. günlerde, iki tekerrür ve üç paralelli olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. TBARS sonuçları ette µmol/kg TBARS cinsinden belirtilmiştir.

Analiz için 2 g örnek tartılarak falkon tüpü içerisine alınmıştır. Üzerine 12 ml TCA eklenerek tamamen homojen hale gelene kadar 15-20 saniye süreyle homojenizatör yardımıyla homojenize edilmiştir. Diğer taraftan deney tüplerine plastik huniler yerleştirilerek hunilerin üzerine Whatman no 1 filtre kağıdı yerleştirilmiştir. Elde edilen homojenize örnek huniye dökülerek Whatman no 1'den süzülmesi sağlanmıştır. Elde edilen süzüntüden yeni bir deney tüpü içerisine 1 ml alınarak üzerine 1 ml TBA solüsyonu eklenmiştir. Şahit (kör) çözelti için deney tüpü içerisine 1ml TCA ve 1ml TBA çözeltilerinden konulmuştur. Tüpler bu halde vortekslenip, ağızları plastik tıpa ile gevşek olacak şekilde kapatılarak 40 dakika 100 °C'de tutulmuştur. Bu işlem sonunda tüpler musluk suyunda 5 dakika süre ile soğutulmuş ve falkon tüplerine aktarılmış ve 4100 devirde 10 dakika santrifüjlenmiştir. Örneğin süpernatantı alınıp, spektro küvetlerine konularak 532 nm dalga boyunda spektrofotometrede okuma yapılmıştır.

3.2.11. Tuz analizi

Tuz kimyasal olarak sodyum klorür (NaCl) formda bulunur. Yöntem normalitesi belli AgNO₃ (gümüş nitrat) çözeltisi ile titre edilerek tuz miktarının saptanması ilkesine dayanmaktadır. Homojen hale getirilmiş örnekten 10 g alınarak erlen içerisine yerleştirilmiştir. Üzerine sıcak saf su eklenerek kuvvetli bir şekilde 5-10 dakika çalkalanmıştır. Çözelti süzgeç kağıdından 100 ml 'lik balonjojeye süzülmüştür. Erlen sıcak saf su ile 4-5 defa yıkama işlemine tabi tutulmuş erlen içeriği tekrar süzgeç kağıdından geçirilmiştir. Böylece hem erlende kalan hem de süzgeç kağıdında kalabilecek olan tuzun suya geçmesi sağlanmıştır. Balon jodedeki süzüntü tam olarak soğuduğu zaman hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Bu süzüntüden erlene 10 ml alınarak üzerine 2-3 damla potasyum kromat (K₂CrO₄) çözeltisi eklenmiştir. Büretteki AgNO₃ çözeltisi ile erlende kiremit kırmızısı renk gözlenene kadar titre edilmiştir.

$$\% \text{ Tuz (g)} = [(0,00585 \times V) / m] \times SF \times 100$$

V=Harcanan AgNO₃ çözeltisinin hacmi (ml)

N= Ayarlanan AgNO₃ çözeltisinin derişimi

m = Alınan numune miktarı (g)

SF= Seyreltme faktörü

3.2.12. SDS-page analizi

Örnek hazırlanması

Örnekler elektroforez işleminin yapıldığı gün hazırlanmıştır. 5 g et örneği alınıp 3,5 ml tampon çözeltisi (Örnek tampon çözeltisi: 8 M üre, 8 M tyoüre, 0,05 M Tris (pH 6,8), 75 mM DTT, % 3 SDS, % 0,05 Bromfenol Blue) içerisinde homojenize edilmiştir. 10 dk sonikasyon işlemi yapıldıktan sonra 100 °C' de 3 dk blok ısıtıcıda (FinePCR ALB64) bekletilmiştir. Daha sonra, oda sıcaklığına soğutulan örnekler, tekrar homojenize edilmiştir.

SDS-Page'in Uygulanışı

Jel solüsyonu % 30 akrilamid (5,8 ml), distile su (4,6 ml), % 50 gliserol (4,8 ml), 3 M Tris (pH 9,3; 6 ml), % 10'luk sodyum dedosil sülfat (SDS, 0,24 ml), % 10 Amoyum persulfat (APS, 0,16 ml) ve Temed (0,016 ml) kullanılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan jel solüsyonu elektroforez ünitesine aktarılmıştır. Jel solüsyonu tümüyle polarize olana kadar beklenmiştir. Daha sonra 0,375 ml akrilamid, 0,313 ml Tris (0,05 Molar, pH 6,8), 0,253 ml distile su, 0,250 ml % 50 gliserol, 0,012 ml % 10'luk SDS, 0,008 ml % 10'luk APS ve 0.007 Temed içeren üst jel solüsyonu elektroforez ünitesine ilave edilmiştir. Tümüyle polimerize olması beklendikten sonra, % 8'lik (w/v) akrilamid jelde her kuyucuğa 7,5 mikrolitrelik örnekler yüklenmiş ve 20 mA 1 saat süreyle elektroforez işlemi gerçekleştirildi. Jel, metanol, asetik asit ve sudan (5:1:4 oranlarında) oluşan % 0,1'lik Coomassie brilliant blue R-250 ile boyanmıştır. Daha sonra jel % 10'luk metanol ve % 7.5'luk asetik asit içerisinde yıkanarak boyası uzaklaştırılmıştır (Laemmli, 1970).

3.2.13. İstatiksel değerlendirme

Bütün deneme grupları tamamen şansa bağlı olarak dizayn edilmiştir. Denemeler iki tekerrür ve analizler üç paralelli olarak düzenlenmiştir. Araştırma sonuçları varyans analizi (One-way ANOVA) ile incelenmiş ve ortalamaların farkının önemli ($p<0.05$) olup olmadığı Tukey çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Pişirme Kaybı Sonuçları

Farklı bağlayıcı ajanlar ve tuz seviyelerine sahip olan örneklerin pişirme kaybı sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Pişirme kaybı sonuçları

Gruplar	Pişirme kaybı (%)
T1	19,76±0,54 ^c
T2	25,29±0,63 ^b
T3	26,92±0,60 ^b
T2M	30,37±0,40 ^a
T2F	14,16±0,01 ^{ef}
T2A	16,94±0,11 ^d
T2MF	14,03±0,30 ^{ef}
T2MA	16,25±0,08 ^{de}
T2FA	13,81±0,07 ^f
T2MFA	15,58±1,05 ^{def}
T3M	30,48±0,21 ^a
T3F	13,73±1,16 ^f
T3A	14,12±0,03 ^{ef}
T3MF	15,33±0,88 ^{def}
T3MA	16,83±0,39 ^d
T3FA	10,19±0,24 ^g
T3MFA	15,18±1,07 ^{def}

a-g (↓) Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Pişirme kaybı analiz sonuçlarına bakıldığında en fazla pişirme kaybı her iki tuz seviyesinde de sadece mikrobiyal transglutaminaz enzimi (T2M, T3M) içeren gruplarda tespit edilirken en düşük pişirme kaybı ise % 0,5 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu-alginat ilave edilen grupta (T3FA) görülmüştür (p<0,05).

Yaptığımız çalışmada tuz oranları karşılaştırıldığında % 2 tuz içeren örneklerde tespit edilen pişirme kaybının % 1 ve % 0,5 tuz içeren örneklere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Dimitrakopoulou vd. (2005), yapmış oldukları çalışmada % 2 ve % 1 tuz seviyelerini karşılaştırmış, tuz miktarı artığında pişirme kaybının azaldığını belirtmişlerdir. Ruusunen vd. (2001b), pişmiş jambon örneklerinde farklı tuz seviyelerini karşılaştırmışlardır. Çalışmaları sonucunda % 1,4

oranından daha düşük seviyede tuz kullanılan örneklerde, % 1,7'den fazla tuz kullanılan örneklere göre daha fazla pişirme kaybı olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda % 1 ve % 0,5 tuz içeren örnekler arasındaki pişirme kaybında ise istatistiksel olarak önemli derecede fark bulunmamıştır. Mikrobiyal transglutaminaz enziminin ilave edildiği T2M ve T3M gruplarında % 2 ve % 1 tuz içeren kontrol gruplarına oranla pişirme kaybında bir artış gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Bu durum mikrobiyal transglutaminaz enziminin tuzun sağlamış olduğu su bağlama özelliğini olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir.

Yapılan bazı çalışmalarda mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanımının pişirme kaybını istatistiksel olarak önemli derecede etkilemediği bildirilmektedir (Uran vd., 2012) Fakat pek çok çalışma yaptığımız çalışma ile benzerlik göstermiş olup mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanımının pişirme kaybını olumsuz etkilediğini göstermiştir (Lennon vd., 2010; Dimitrakopoulou vd., 2005; Flores vd., 2007; Tseng vd., 2000). Yapılan diğer çalışmalarda ise mikrobiyal transglutaminaz enziminin bu olumsuz etkisinin kazeinat ilavesi ile düzeltilebileceğini ve bu sayede su tutma kapasitesini artırdığını bildirmişlerdir (Demos vd., 1994; Lu & Zhang, 2000; Aşkın, 2007)

Tarafımızdan yapılan söz konusu çalışmada % 1 tuz içeren örneklerde mikrobiyal transglutaminaz enziminin oluşturmuş olduğu bu olumsuz etkinin alginat ilavesiyle giderilebildiği ve % 1 tuz içeren kontrol grubu örneklere (T2) oranla daha düşük pişirme kaybı olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ayrıca % 1 tuz içeren örneklerde mikrobiyal transglutaminaz enziminin pişirme kaybı üzerinde oluşturmuş olduğu bu olumsuz etki fibrin/trombin kombinasyonunun (T2MF) ilavesinin alginat (T2MA) ilavesiyle benzer oranda pişirme kayıplarında azalma sağladığı tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tseng vd. (2006) yaptıkları çalışmada domuz etine farklı oranlarda transglutaminazın thrombin ve fibrinojen ile karıştırılması ile elde edilen karışımdan eklemişler ve bu karışımın domuz etinde pişirme kaybını artırdığını vurgulamışlardır. Formülasyonda kullandıkları karışımdan eklenme oranı arttıkça pişirme kaybının da arttığını tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda % 0,5 tuz içeren örnekler dikkate alındığında % 1 tuz içeren örneklerle benzer şekilde mikrobiyal transglutaminaz enziminin pişirme kaybı üzerine olan olumsuz etkisinin fibrin/trombin kombinasyonu veya alginat ilavesi ile daha etkili bir şekilde engellenebildiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). % 1 tuz içeren örneklerde olduğu gibi fibrin/trombin kombinasyonunun pişirme kaybı üzerine olan etkisi alginat ilavesi ile benzer düzeyde gerçekleşmiştir ($p<0,05$). % 0,5 tuz içeren örneklerde fibrin/trombin kombinasyonu (T3MF) veya alginatın (T3MA) mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile beraber kullanımı sonucu elde edilen pişirme kayıpları sadece % 0,5 tuz içeren kontrol grubu örneklerden daha düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Mikrobiyal transglutaminaz enziminin hem % 1 (T2M) hemde % 0,5 (T3M) tuzlu örneklerde oluşturduğu olumsuz etki hem alginat hemde fibrin/trombin kombinasyonu kullanımı ile giderilebildiği ve yine bu gruplarda elde edilen pişirme kayıplarının % 2 tuzlu kontrol grubundan (T1) bile daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). % 1 tuz içeren örneklerde mikrobiyal transglutaminaz enziminin oluşturmuş olduğu olumsuz etki fibrin/trombin kombinasyonu-alginat ile birlikte kullanılmasıyla da fibrin/trombin kombinasyonunun veya alginatın tek başına kullanılmasında elde edilen pişirme kaybındaki azalmayla benzer seviyededir. Dolayısıyla fibrin/trombin kombinasyonunun alginat ile beraber kullanılması pişirme kaybında ekstra bir azalma sağlamamıştır. Benzer sonuç % 0,5 tuz içeren örneklerde de tespit edilmiştir ($p<0,05$). Fakat % 0,5 tuz içeren örneklerde en etkili pişirme kaybının azaltıldığı kombinasyon mikrobiyal transglutaminaz enzimi içermeyen fibrin/trombin kombinasyonu-alginat (T3FA) içeren grupta tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çalışmamızda % 1 tuz içeren örneklerde en az pişirme kaybı fibrin/trombin kombinasyonu ilavesi yapılan grupta (T2F) tespit edilirken, bunu alginat (T2A) kullanılan grubun takip ettiği görülmektedir ($p<0,05$). % 0,5 tuzlu örneklerde ise pişirme kaybı hem fibrin/trombin kombinasyonunun hemde alginatın tek başlarına kullanımlarında benzer şekilde gerçekleşmiştir. Diğer bir deyişle % 1 tuzlu örneklerde fibrin/trombin kombinasyonunun pişirme kaybını azalmasıdaki etkisi alginata göre daha etkili olup ($p<0,05$), % 0,5 tuzlu örneklerde alginat kullanımı ile benzer seviyededir.

Boles ve Shand (1999) yapmış oldukları çalışmada benzer bir şekilde alginatın fibrin/trombin kombinasyonuna göre daha fazla pişirme kaybı olduğunu bildirmişlerdir. Pişirme kaybındaki bu artış hidrokolloid sistemin su bağlama özelliğini artırması ile açıklanmaktadır (Clarke vd., 1988).

Lennon vd. (2010) yaptıkları çalışmada ise pişirme kaybı sonuçları bizim çalışmamızla benzer olarak mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanılan grupta en yüksek bulunurken bunu fibrin/trombin kombinasyonu ve alginat takip etmiştir. Fakat aynı çalışmada alginat ve fibrin/trombin kombinasyonu kullanımınımları arasında istatistiksel olarak bir farklılık tespit etmemişlerdir.

Araştırma neticesinde tuz oranı azaltılmış gruplarda tek başına fibrin/trombin kombinasyonunun ilavesi (T2F, T3F) veya fibrin/trombin kombinasyonunun alginat ile birlikte kullanımı (T2FA, T3FA) pişirme kaybını önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir ($p<0,05$). Tuz oranı % 0,5 olan örneklerde sadece fibrin/trombin kombinasyonu (T3F) kullanılması alginat ile kombinasyonundan (T3FA) daha etkili bulunmuştur ($p<0,05$).

4.2. pH Analiz Sonuçları

Pişişmiş örneklerin depolama aşamasındaki pH değerlerinin ortalamaları çizelge 4.2’de verilmiştir. Üretimin yapıldığı gün (0.gün) tespit edilen pH’lar dikkate alındığında en yüksek pH dereceleri % 1 tuzlu ve alginatın mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve fibrin/trombin kombinasyonu ile birlikte kullanıldığı gruplarda (T2MA, T2FA) olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu gruplardaki tespit edilen yüksek pH katılan alginattan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu iki grubu her iki tuz seviyesinde de sadece alginatın kullanıldığı (T2A, T3A) veya alginatın mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile kombine edildiği (T2MA, T3MA) gruplarının takip ettiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Diğer taraftan en düşük pH değerleri % 1 tuzlu ve mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve fibrin/trombin kombinasyonu ilave edildiği grup (T2MF), % 0,5 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonunun içeren grup (T3F) ve % 0,5 tuzlu ve mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile fibrin/trombin kombinasyonunun ilave edildiği grupta (T3MF) tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu grupları % 1 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu içeren grup (T2F) takip etmiştir ($p<0,05$). Bu sonuçlar

her iki tuz seviyesinde de fibrin/trombin kombinasyonunun tek başına (T2F, T3F) veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile kombinasyonu (T2MF, T3MF) şeklinde pH'yı düşürücü yönde etkilediğini göstermiştir (p<0,05).

Çizelge 4. 2. pH analiz sonuçları

Gruplar	0.gün	7.gün	15.gün
T1	5,86±0,004 ^{fZ}	5,93±0,008 ^{fX}	5,88±0,012 ^{efY}
T2	5,90±0,008 ^{eX}	5,92±0,005 ^{fghX}	5,90±0,010 ^{deX}
T3	5,92±0,005 ^{deXY}	5,90±0,008 ^{hY}	5,97±0,066 ^{cX}
T2M	5,91±0,006 ^{eX}	5,91±0,008 ^{ghX}	5,91±0,012 ^{deX}
T2F	5,83±0,017 ^{gY}	5,91±0,010 ^{hX}	5,90±0,012 ^{deX}
T2A	5,96±0,005 ^{bcY}	5,99±0,011 ^{deX}	5,91±0,021 ^{deZ}
T2MF	5,79±0,010 ^{hY}	5,83±0,025 ^{jX}	5,84±0,015 ^{fgX}
T2MA	6,00±0,008 ^{aY}	6,01±0,008 ^{cdXY}	6,02±0,012 ^{bX}
T2FA	6,00±0,008 ^{aY}	6,11±0,008 ^{aX}	6,11±0,021 ^{aX}
T2MFA	5,96±0,015 ^{bcZ}	6,03±0,012 ^{bY}	6,07±0,010 ^{aX}
T3M	5,86±0,004 ^{fX}	5,87±0,010 ^{iX}	5,82±0,015 ^{gY}
T3F	5,85±0,008 ^{hY}	5,80±0,005 ^{ijX}	5,85±0,016 ^{fgX}
T3A	5,93±0,010 ^{cdX}	5,94±0,014 ^{fgX}	5,95±0,014 ^{cdX}
T3MF	5,86±0,006 ^{hY}	5,80±0,030 ^{iX}	5,87±0,009 ^{efX}
T3MA	6,03±0,005 ^{bY}	5,98±0,008 ^{bcX}	6,02±0,012 ^{bX}
T3FA	5,98±0,010 ^{deZ}	5,92±0,012 ^{deY}	6,02±0,021 ^{bX}
T3MFA	5,98±0,011 ^{fY}	5,86±0,017 ^{eX}	5,97±0,023 ^{cX}

a-j (↓) Aynı sütunda farklı küçük harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)
X,Y,Z(→) Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Literatür verilerinde dikkate alındığında pH üzerinde oluşan bu temel etkinin fibrin/trombin kombinasyonu kullanımından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Yapmış olduğumuz çalışmada pH değerlerinde tespit edilen gruplar arasındaki farklılıklar 0., 7., ve 15. günlerde benzer eğilim göstermiştir.

4.3. Renk Analizi Sonuçları

Deneme gruplarına ait örneklerin depolama aşamalarında belirlenen L*, a*, b* değerleri sırasıyla Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4. 3. Renk analiz sonuçları

GRUPLAR	0.gün			7.gün			15.gün		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
T1	52,88±0,71 ^{efgY}	16,20±1,46 ^{deX}	3,30±0,25 ^{abcdZ}	55,58±0,33 ^{efX}	9,96±0,35 ^{iY}	4,19±0,25 ^{efghY}	56,49±0,84 ^{eX}	9,05±0,49 ^{gY}	5,53±0,74 ^{defgX}
T2	57,54±0,87 ^{bcZ}	16,54±0,69 ^{deX}	2,94±0,63 ^{abcdZ}	60,14±0,93 ^{bcY}	11,03±0,28 ^{fghiY}	4,97±0,56 ^{bcdeY}	61,36±0,22 ^{abX}	9,99±0,92 ^{efgZ}	5,91±0,49 ^{bcdeX}
T3	59,57±1,36 ^{abY}	18,41±1,43 ^{bcdX}	2,62±0,35 ^{cdZ}	60,16±0,52 ^{bcY}	12,16±0,46 ^{defY}	4,42±0,41 ^{cdefgY}	62,46±0,84 ^{aX}	9,93±0,28 ^{efgZ}	6,13±0,29 ^{bcdX}
T2M	56,24±0,30 ^{cdZ}	15,10±0,55 ^{efX}	3,00±0,40 ^{abcdZ}	59,55±0,35 ^{cY}	13,09±0,76 ^{cdY}	3,97±0,27 ^{fghY}	60,20±0,58 ^{bcX}	9,75±0,30 ^{fgZ}	6,77±0,60 ^{abX}
T2F	54,14±0,81 ^{deXY}	14,71±1,15 ^{efX}	2,26±0,84 ^{dY}	53,38±0,57 ^{gY}	10,70±0,48 ^{ghiY}	4,24±0,45 ^{defghX}	54,86±0,49 ^{fgX}	10,83±0,36 ^{efY}	4,60±0,19 ^{hijX}
T2A	58,08±0,41 ^{bcY}	21,02±2,22 ^{bX}	2,47±0,50 ^{cdZ}	60,12±0,65 ^{bcX}	11,46±0,73 ^{efghY}	5,22±0,55 ^{abcY}	60,46±0,85 ^{bcX}	10,96±0,56 ^{defY}	6,67±0,80 ^{abcX}
T2MF	55,05±0,87 ^{deZ}	14,74±1,33 ^{efX}	2,52±0,80 ^{cdY}	57,77±0,91 ^{dX}	10,55±0,29 ^{hiY}	4,78±0,24 ^{bcdefX}	56,39±0,36 ^{eY}	11,07±0,15 ^{defY}	5,06±0,11 ^{efghiX}
T2MA	57,81±1,07 ^{bcY}	20,73±0,59 ^{bcX}	2,90±1,00 ^{bcdZ}	60,49±0,71 ^{bcX}	11,68±1,06 ^{efghZ}	5,93±0,80 ^{aX}	58,59±0,75 ^{dY}	14,60±2,49 ^{aY}	4,19±0,63 ^{ijY}
T2FA	51,33±1,12 ^{fgY}	18,14±2,18 ^{cdX}	2,22±0,85 ^{dY}	54,51±1,27 ^{fgX}	13,84±0,32 ^{bcY}	4,87±0,30 ^{bcdefX}	56,14±0,96 ^{efX}	13,36±0,54 ^{abY}	4,96±0,29 ^{fghiX}
T2MFA	55,01±1,17 ^{deX}	17,20±1,09 ^{deX}	3,37±0,68 ^{abcdY}	56,30±1,30 ^{deX}	13,12±0,53 ^{cdY}	5,41±0,31 ^{abX}	56,05±0,51 ^{efX}	13,05±0,15 ^{abY}	5,96±0,19 ^{bcdeX}
T3M	58,90±1,61 ^{abY}	18,85±0,92 ^{bcdX}	3,07±0,84 ^{abcdX}	63,46±0,92 ^{aX}	14,57±1,02 ^{abY}	3,49±0,45 ^{hX}	60,10±0,60 ^{bcY}	13,90±0,98 ^{abY}	3,92±0,48 ^{jX}
T3F	53,81±0,55 ^{ey}	15,01±1,54 ^{efX}	2,37±0,38 ^{dZ}	59,54±0,98 ^{cX}	11,12±0,60 ^{fghiY}	4,21±0,23 ^{efghY}	59,78±0,33 ^{cdX}	10,89±0,34 ^{efY}	4,81±0,25 ^{ghijX}
T3A	60,53±0,83 ^{aY}	17,99±0,81 ^{cdX}	3,39±0,53 ^{abcdZ}	61,80±0,73 ^{abX}	13,14±1,16 ^{cdY}	4,64±0,70 ^{bcdefgY}	61,11±0,39 ^{bXY}	11,39±0,43 ^{cdeZ}	7,05±0,53 ^{aX}
T3MF	54,36±1,27 ^{deZ}	14,57±1,03 ^{efX}	3,88±0,34 ^{abcdY}	57,00±0,86 ^{deY}	11,93±0,23 ^{defgY}	5,31±0,20 ^{abcX}	59,21±0,43 ^{cdX}	11,42±0,33 ^{cdeY}	5,22±0,26 ^{defghX}
T3MA	54,29±0,89 ^{deZ}	25,74±1,81 ^{aX}	3,29±0,43 ^{abcdZ}	61,79±0,99 ^{abX}	15,19±0,87 ^{aY}	3,78±0,31 ^{ghY}	59,36±0,63 ^{cdY}	13,22±0,32 ^{abZ}	5,81±0,12 ^{cdefX}
T3FA	53,58±0,50 ^{efZ}	14,50±0,77 ^{efX}	3,61±0,27 ^{abcY}	55,98±0,82 ^{efX}	12,49±0,34 ^{deY}	4,74±0,43 ^{bcdefX}	54,74±0,51 ^{gY}	12,52±0,21 ^{bcdY}	4,90±0,26 ^{ghiX}
T3MFA	51,17±2,50 ^{gY}	12,42±1,80 ^{iX}	4,17±0,39 ^{aY}	55,83±0,79 ^{efX}	12,51±0,33 ^{cdeX}	5,12±0,44 ^{abcdX}	56,73±0,79 ^{eX}	12,76±0,31 ^{bcX}	4,80±0,37 ^{ghijX}

a-j(↓)Aynı sütunda farklı küçük harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

X,Y,Z(→)Aynı satırda farklı büyük harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır(p<0,05)

Parlaklık değerleri incelendiğinde 0. günde en yüksek parlaklık değerleri % 0,5 tuz ve alginat içeren grupta (T3A) bulunurken ($p<0,05$), bu grup için tespit edilen parlaklık değerleri % 0,5 tuz içeren kontrol grubu (T3) ve % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren grup (T3M) için tespit edilen değerlerden istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. En dūřuk parlaklık değeri ise % 0,5 tuzlu ve alginat-mikrobiyal transglutaminaz enzimi-fibrin/trombin kombinasyonu ilave edilen grupta (T3MFA) gōrölürken ($p<0,05$), bu grup ile % 2 tuzlu kontrol grubu (T1) ve % 1 tuzlu alginat ve fibrin/trombin kombinasyonu içeren grup (T2FA) ile aralarında istatistiksel olarak diğer gruplardan fark tespit edilmemiştir.

On beř gūnlük depolama sūresince % 0,5 tuz ve % 1 tuz içeren kontrol gruplarının parlaklık deęerleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiřtir. Fakat bu iki grubun % 2 tuzlu kontrol grubuna gōre daha yüksek parlaklık deęerlerine sahip oldukları tespit edilmiřtir ($p<0,05$). Üretim gūnü olan 0. gūn, tuz içerięi % 1 olan gruplar kendi aralarında karřılařtırıldıęında fibrin/trombin kombinasyonu ilave edilen gruplarda (T2F, T2MF, T2FA, T2MFA) parlaklık deęerleri % 1 tuz eklenen kontrol grubuna gōre daha dūřuk olduęu ($p<0,05$) fakat mikrobiyal transglutaminaz enzimi, alginat, ve mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile alginat kombinasyonu kullanılan gruplarda (T2M, T2A, T2MA) ise kontrol grubuna gōre herhangi bir farklılıęın olmadıęı bulunmuřtur. Tuz miktarı % 0,5 olan gruplar incelendięinde ise % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren veya % 0,5 tuzlu alginat içeren gruplarla (T3M, T3A) % 0,5 tuz ilave edilen kontrol grubu arasında fark yok iken dięer bütūn gruplarda (T3F, T3MF, T3MA, T3FA, T3MFA) parlaklık deęerleri kontrol grubuna gōre azaldıęı tespit edilmiřtir ($p<0,05$).

Depolamanın 7. gūnü incelendięinde parlaklık deęerlerinde en yüksek deęer % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren grupta (T3M) gōrölürken ($p<0,05$), bu grup ile % 0,5 tuzlu alginat içeren grup (T3A) ve % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile alginat kombinasyonlu grup (T3MA) arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiřtir. En dūřuk parlaklık deęeri ise % 1 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu içeren grupta (T2F) gōrölürken ($p<0,05$), bu grup için tespit edilen parlaklık deęerleri % 1 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu ve alginat içeren (T2FA) grupla benzer seviyede olduęu belirlenmiřtir.

Depolama sonunda ise en yüksek parlaklık değeri % 0,5 ve % 1 tuz ilave edilen kontrol gruplarında (T2, T3) görülmüştür ($p<0,05$). En düşük değer ise % 0,5 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu ve alginat içeren grup (T3FA) ile % 1 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu içeren (T2F) grubunda tespit edilmiştir. Depolamanın sonunda % 1 tuz içeren grupların parlaklık değerleri kendi içerisinde incelendiğinde, mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanılan (T2M) grup ve tek başına alginat kullanılan grup (T2A) kontrol grubuyla benzer seviyede parlaklık değerlerine sahip olduğu tespit edilirken ($p<0,05$), diğer gruplar da ise kontrol grubuna oranla daha düşük seviyede parlaklık değerine sahip oldukları belirlenmiştir ($p<0,05$). % 0,5 tuz ilave edilen gruplar kendi içerisinde kıyaslandığında ise grupların tamamı kontrol grubundan daha düşük seviyede parlaklık değerine sahip oldukları belirlenmiştir ($p<0,05$).

Kırmızılık değerleri dikkate alındığında 0. gün en yüksek kırmızılık değeri % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile alginat kombinasyonunu içeren grupta (T3MA) bulunmuştur ($p<0,05$). Farklı seviyede tuz ilave edilen kontrol grupları (T1, T2, T3) karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmemiştir. Kırmızılık değerleri açısından % 1 tuzlu gruplar kırmızılık değerleri bakımından kıyaslandığında, % 1 tuzlu alginat içeren grup (T2A) ve mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile alginat kombinasyonu içeren grup (T2MA) kontrol grubuna oranla daha yüksek kırmızılık değerlerine sahip olduğu tespit edilirken ($p<0,05$), diğer grupların kontrol grubuyla benzer değerlere sahip olduğu bulunmuştur. % 1 tuzlu alginat içeren grup (T2A) ile % 1 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile alginat kombinasyonu içeren grup (T2MA) arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir.

Çalışmamızda % 0,5 tuz içeren gruplar kırmızılık değeri bakımından incelendiğinde ise fibrin/trombin kombinasyonunun tek başına veya diğer bağlayıcı ajanlar birlikte kullanılan grupların (T3F, T3MF, T3FA, T3MFA) kontrol grubuna (T3) göre daha düşük kırmızılık değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). % 0,5 tuzlu örneklerin mikrobiyal transglutaminaz enzimi veya alginat içeren gruplarında (T3M, T3A) kırmızılık değerleri bakımından kontrol grubuyla benzer ($p<0,05$), fakat mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve alginatın kombinasyonunun kullanıldığı

grubun (T3MA) kırmızılık değerleri ise kontrol grubundan daha yüksek olarak tespit edilmiştir ($p<0,05$)

Depolama sonunda kırmızılık değerleri dikkate alındığında % 1 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve alginat içeren grup (T2MA), % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren grup (T3M), % 1 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu-alginat içeren grup (T2FA), % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi-alginat içeren grup (T3MA) ve % 1 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi-fibrin/trombin kombinasyonu-alginat içeren grup (T2MFA) ile benzer seviyede fakat diğer deneme gruplarından daha yüksek seviyede kırmızılık değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). En düşük kırmızılık değeri ise kontrol grupları (T1, T2, T3) ve % 1 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren grupta (T2M) tespit edilmiştir ($p<0,05$). 0. gün sadece tuz içeren kontrol grupları (T1, T2, T3) incelendiğinde kırmızılık ve sarılık değerleri bakımından aralarında farklılık tespit edilmemiştir.

Depolama boyunca parlaklık değerlerine bakıldığında, % 1 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu içeren grup (T2F), % 1 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi-alginat (T2MA) ve % 1 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi-fibrin/trombin kombinasyonu-alginatın kullanıldığı grup (T2MFA), % 0,5 tuzlu sadece mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve sadece alginat içeren grupların (T3M, T3A) parlaklık değerlerinde 15. gün sonunda 0. güne göre değişim olmamıştır. Diğer bütün grupların parlaklık değeri başlangıçtaki parlaklık değerlerine göre artma göstermiştir.

Depolama boyunca kırmızılık değerleri incelendiğinde başlangıçtaki kırmızılık değerine göre değişmeyen tek grup % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi-fibrin/trombin kombinasyonu-alginat (T3MFA) içeren gruptur. Diğer bütün deneme gruplarının başlangıçtaki kırmızılık değeri depolama sonunda azalma göstermiştir ($p<0,05$).

Lennon vd., (2010) yaptıkları çalışmada fibrin/trombin kombinasyonu, alginat ve mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren bağlayıcı ajanları karşılaştırmışlar ve parlaklık değerleri bakımından en düşük gruplar mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren örneklerde iken fibrin/trombin kombinasyonu ve alginat içeren örneklerde ise

istatistiksel olarak farklılık tespit etmemişlerdir. Aynı çalışmada kırmızılık ve sarılık değerleri bakımından gruplar arasında farklılık bulunmamıştır.

Boles ve Shand (1999) yaptıkları çalışmada alginat ve fibrin/trombin kombinasyonu kullanımının parlaklık değerini etkilemediği fakat kırmızılık ve sarılık değerinin fibrin/trombin kombinasyonu kullanılan örneklerde daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Dimitrakopoulou vd (2005) yapmış oldukları çalışmada ise tuz seviyesinin azalmasıyla parlaklık ve sarılık değerleri artırdığını fakat kırmızılık değeri düşürdüğünü belirtmişlerdir. Moreno vd. (2010) yapmış oldukları çalışmada mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanımının parlaklık değerlerini artırdığı kırmızılık değerini ise etkilemediğini tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada depolama sonunda ise kırmızılık değerlerinin mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanılan örnekte azaldığı tespit edilmiştir.

4.4. Nem Analiz Sonuçları

Farklı bağlayıcı ajan ve tuz seviyelerine sahip pişmiş örneklerdeki nem analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4. 4. Nem analiz sonuçları

Gruplar	Nem (%)
T1	67,44±0,10 ^{bc}
T2	66,02±0,18 ^{ef}
T3	64,90±0,30 ^{gh}
T2M	63,69±0,31 ¹
T2F	65,83±0,47 ^{efg}
T2A	68,03±0,54 ^b
T2MF	65,95±0,08 ^{ef}
T2MA	67,14±0,18 ^{bcd}
T2FA	67,66±0,15 ^{bc}
T2MFA	66,15±0,20 ^{def}
T3M	64,05±0,24 ^{hi}
T3F	66,69±0,12 ^{cde}
T3A	69,23±0,11 ^a
T3MF	66,22±0,12 ^{def}
T3MA	68,03±0,01 ^b
T3FA	65,99±0,44 ^{ef}
T3MFA	65,17±0,14 ^{fg}

a-i (↓) Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Nem analiz sonuçları incelendiğinde en fazla nem içeriği % 0,5 tuzlu alginat içeren örneklerde (T3A) tespit edilmiştir ($p<0,05$). % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi (T3M) içeren örneklerle benzer seviyede nem içeriğine sahip olan, % 1 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren grubun (T2M) diğer bütün deneme gruplarından daha düşük seviyede nem içerdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Araştırma neticesinde herhangi bir katkı maddesi içermeyen ve sadece tuz içeren kontrol grupları karşılaştırıldığında katılan tuz seviyesi arttıkça örneklerdeki nem değerinde paralel bir artış olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Bu üç kontrol grubu karşılaştırıldığında en yüksek nem içeriği % 2 tuz içeren grupta (T1) tespit edilirken en düşük değer % 0,5 tuz içeren grupta (T3) tespit edilmiştir. Literatürde tuzun et ürünlerinde su tutma kapasitesini arttırması nedeniyle et ve et ürünlerindeki nem miktarını arttırdığı kapsamlı bir şekilde belgelenmiştir.

Dimitrakopoulou vd. (2005) yaptıkları çalışmalarda yeniden yapılandırılmış domuz etinde kullanılan tuz seviyelerini karşılaştırmış ve çalışmamızda kullanılan benzer tuz seviyelerinde benzer seviyede nem miktarları tespit etmişlerdir. Araştırmacılar en yüksek nem miktarını % 2 tuz içeren örneklerde belirlerken bunu % 1 tuzlu örneklerin takip ettiğini bildirmişlerdir. Tuz seviyesinin artmasıyla nem miktarının da arttığını ve et ürünlerine tuz ilavesinin su tutma kapasitesini ve bağlanma özelliğini geliştirdiğini belirtmişlerdir.

% 1 tuz içeren örneklerde alginatın tek başına kullanımı (T2A) veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile kombinasyonu (T2MA) veya fibrin/trombin kombinasyonu ile birlikte kullanımı (T2FA) nem miktarını arttırdığı tespit edilmiştir ($p<0,05$). Diğer taraftan fibrin/trombin kombinasyonunun tek başına kullanımı (T2F) veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile birlikte kullanımı (T2MF) veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve alginat ile üçlü kombinasyonu (T2MFA), % 1 tuz içeren örneklerde kontrol grubu olan % 1 tuz içeren gruba (T2) göre nem miktarı üzerine farklılık oluşturmamıştır. Diğer taraftan, mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanımı % 1 tuz içeren örneklerde (T2M) kontrol grubuna göre daha düşük nem değerinin tespit edilmesine sebep olmuştur ($p<0,05$).

% 0,5 tuzlu örnekler dikkate alındığında sadece fibrin/trombin kombinasyonu (T3F) veya sadece alginat (T3A) kullanımını kontrol grubuna oranla nem miktarında artışa sebep olduğu ($p<0,05$), tek başına mikrobiyal transglutaminaz enzimi (T3M) kullanımının ise herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Kombinasyonlar dikkate alındığında ise mikrobiyal transglutaminaz enzimi, fibrin/trombin kombinasyonu ve alginatın aralarındaki ikili kombinasyon gruplarının hepsinde (T2MF, T2MA, T2FA, T3MF, T3MA, T3FA) kontrol grubuna oranla nem miktarı artarken ($p<0,05$), üçlü kombinasyonların (T2MFA, T3MFA) önemli bir etkisi olmamıştır. Üçlü kombinasyonun etkisiz kalmasının nedeni mikrobiyal transglutaminaz enziminin tek başına kullanımının örneklerdeki nem değerleri üzerinde olumsuz etki göstermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde fibrin/trombin kombinasyonu ve alginatın tek başına veya birbirleri ile kombinasyonlarının kullanımının tuz oranı düşürülmüş örneklerdeki su kaybının engellenmesinde pozitif etki sağlayabileceği tespit edilmiştir.

4.5. Kül Analiz Sonuçları

Farklı bağlayıcı ajan ve tuz seviyelerindeki pişmiş örneklerde kül analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Kül analiz sonuçlarına bakıldığında % 2 tuz içeren kontrol grubunda (T1) tespit edilen kül değerinin % 1 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu içeren grupla (T2F) benzer olduğu fakat diğer bütün deneme grupları için tespit edilen kül değerlerinden yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Genel olarak % 1 tuz içeren örneklerde fibrin/trombin kombinasyonu ve fibrin/trombin kombinasyonunun mikrobiyal transglutaminaz enzimi veya alginat ile birlikte kullanılmasının kül oranını artırdığı görülmüştür ($p<0,05$).

En düşük kül oranı % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren grupta (T3M) tespit edilmiş olup ($p<0,05$), bu grubu sadece % 0,5 tuz ilave edilen grup (T3) ve % 1 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi eklenen grup (T2M) ve % 1 tuzlu kontrol grubu (T2) takip etmiştir.

Çizelge 4. 5. Kül analiz sonuçları

Gruplar	Kül (%)
T1	2,59±0,021 ^a
T2	1,67±0,028 ^d
T3	1,45±0,028 ^c
T2M	1,58±0,007 ^{de}
T2F	2,47±0,014 ^{ab}
T2A	1,99±0,035 ^c
T2MF	2,43±0,028 ^b
T2MA	1,93±0,001 ^c
T2FA	2,39±0,064 ^b
T2MFA	2,41±0,021 ^b
T3M	1,30±0,085 ^f
T3F	1,91±0,021 ^c
T3A	1,56±0,014 ^{de}
T3MF	1,93±0,007 ^c
T3MA	1,53±0,007 ^e
T3FA	1,97±0,042 ^c
T3MFA	1,99±0,001 ^c

a-f (↓) Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

4.6. Tuz Analiz Sonuçları

Araştırmada 2 farklı yöntem ile tuz ölçümü yapılmıştır. Kimyasal yöntemle yapılan tuz tayini sonuçları % tuz miktarını belirtmektedir. Enstirümental yöntem kullanılarak yapılan tuz tayinininde ise örneklerin iletkenlik değerleri dikkate alınmıştır. Farklı bağlayıcı ajan ve tuz oranlarındaki pişmiş örneklerde % tuz miktarları sırasıyla Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Tuz analiz sonuçları incelendiğinde beklenildiği şekilde en yüksek tuz seviyesi % 2 tuz ilave edilen kontrol grubunda tespit edilmiştir (p<0,05). Genel olarak bu grubu % 1 tuz içeren ve içerisinde sadece tuz veya tuz ile beraber mikrobiyal transglutaminaz enzimi veya fibrin/trombin kombinasyonu veya alginat içeren veya tuz ile beraber bu katkı maddelerinin kombinasyonlarını içeren gruplar takip etmiştir. Daha düşük tuz seviyeleri ise genellikle % 0,5 tuzu tek başına içeren (T3) veya % 0,5 seviyesindeki tuzun mikrobiyal transglutaminaz enzimi (T3M) veya alginat (T3A) veya fibrin/trombin kombinasyonu (T3F) ile tekli kombinasyonları veya bu katkıların farklı kombinasyonları takip etmiştir.

Çizelge 4. 6. Tuz analiz sonuçları

Gruplar	Tuz (%)	Tuz (Enstrümental)
T1	2,03±0,09 ^a	53,25±1,71 ^{ab}
T2	1,13±0,06 ^{bc}	46,00±0,82 ^{ef}
T3	0,66±0,03 ^{gh}	34,25±1,89 ^{hi}
T2M	1,09±0,09 ^{bc}	41,25±2,06 ^g
T2F	1,09±0,03 ^{bc}	54,75±1,26 ^a
T2A	0,99±0,06 ^{cde}	48,50±1,29 ^{def}
T2MF	1,09±0,09 ^{bc}	52,50±0,58 ^{abc}
T2MA	0,70±0,06 ^{fgh}	50,00±1,63 ^{bcd}
T2FA	1,25±0,09 ^b	56,25±1,50 ^a
T2MFA	1,05±0,06 ^{cd}	54,25±1,50 ^a
T3M	0,58±0,06 ^h	30,25±1,71 ⁱ
T3F	0,88±0,06 ^{def}	49,25±1,26 ^{cde}
T3A	0,78±0,03 ^{fg}	45,25±2,36 ^f
T3MF	0,82±0,06 ^{efg}	47,50±0,58 ^{def}
T3MA	0,55±0,03 ^h	38,50±1,73 ^g
T3FA	0,64±0,06 ^{gh}	49,25±0,96 ^{cde}
T3MFA	1,05±0,06 ^{cd}	49,25±0,96 ^{cde}

a-i (↓) Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Farklı tuz ilave edilen kontrol grupları karşılaştırıldığında en düşük tuz seviyesi % 0,5 tuz kullanılan örneklerde tespit edilirken (p<0,05), bunu % 1 ve % 2 tuz içeren örnekler takip ettiği belirlenmiştir.

% 1 tuz içeren örneklerde mikrobiyal transglutaminaz enziminin (T2M) veya fibrin/trombin kombinasyonunun (T2F) veya alginatın (T2A) tek başına kullanımının tespit edilen tuz oranı üzerine etkisi tespit edilmemiştir. Sadece mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve alginatın kombinasyonunun kullanıldığı % 1 tuzlu örneklerde (T2MA) tespit edilen tuz seviyesi sadece % 1 tuz içeren kontrol grubundan daha düşük olarak tespit edilmiştir (p<0,05).

Benzer durum % 0,5 tuz içeren gruplar arasında da tespit edilmiş olup, sadece fibrin/trombin kombinasyonunun tek başına kullanıldığı (T3F) ve mikrobiyal transglutaminaz enzimi, fibrin/trombin kombinasyonu ve alginat ile birlikte kullanıldığı grupta (T3MFA) tespit edilen tuz miktarı % 0,5 tuz içeren kontrol grubuna (T3) oranla daha yüksek olarak tespit edilmiştir (p<0,05).

Enstrümental tuz tayini sonuçları incelendiği zaman en düşük hissedilen tuzluluk

mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren % 0,5 tuzlu örneklerde (T3M) tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu grubu % 0,5 tuz içeren kontrol grubu (T3), % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve alginat kombinasyonunu içeren örnekler (T3MA) ve mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren % 1 tuzlu örnekler (T2M) takip etmiştir.

% 1 tuzlu örneklerde tek başına fibrin/trombin kombinasyonu (T2F) veya fibrin/trombin kombinasyonunun alginat ile birlikte kullanılması (T2FA) veya alginat ve mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile kombinasyonu (T2MA) % 2 tuz içeren kontrol grubu (T1) ve % 1 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonunun mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile birlikte kullanıldığı (T2MF) örneklerle benzer seviyede tuzluluk değerlerine sahip iken diğer deneme grupların hepsinden daha yüksek tuzluluk değerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Genel olarak değerlendirildiğinde fibrin/trombin kombinasyonu ve alginatın tek başına veya birbirleri ile kombinasyonlarının kullanımının tuz oranı düşürülmüş örneklerdeki su kaybının engellenmesinde pozitif etki sağlayabileceği tespit edilmiştir.

4.7. Yağ Analiz Sonuçları

Farklı bağlayıcı ajan ve tuz seviyelerindeki pişmiş örneklerde yapılan yağ tayini sonuçları sırasıyla Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çalışmada yapılan yağ tayini sonuçlarına göre en yüksek yağ oranı % 0,5 tuz ilave edilen kontrol grubuyla (T3), benzer seviyede olan mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren % 1 tuzlu grupta (T2M) tespit edilmiştir. Bu grupta tespit edilen yağ oranının yüksek olmasının bu gruptaki yüksek pişirme kaybı ve düşük nem oranlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. T2MA, T2FA, T2MFA, T3F, T3A, T3MF, T3MA, T3FA gruplarında ise benzer yağ seviyeleri tespit edilmiştir. % 1 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve fibrin/trombin kombinasyonu içeren (T2MF) grupta tespit edilen yağ miktarı diğer deneme gruplarından daha düşük tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4. 7. Yağ analiz sonuçları

Gruplar	Yağ (%)
T1	6,04±0,69 ^{bcde}
T2	6,53±0,35 ^{bc}
T3	7,05±0,47 ^{ab}
T2M	8,03±0,10 ^a
T2F	5,91±0,40 ^{bcdef}
T2A	5,65±0,32 ^{bcdefg}
T2MF	3,99±0,08 ^h
T2MA	4,63±0,33 ^{efgh}
T2FA	4,44±0,13 ^{gh}
T2MFA	4,28±0,29 ^{gh}
T3M	6,16±0,63 ^{bcd}
T3F	4,57±0,33 ^{fgh}
T3A	4,43±0,47 ^{gh}
T3MF	4,64±0,09 ^{efgh}
T3MA	4,56±0,08 ^{fgh}
T3FA	4,78±0,16 ^{defgh}
T3MFA	5,59±0,42 ^{cdefg}

a-h (↓) Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

4.8. TBARS Analiz Sonuçları

Grupların pişmiş örneklerinde depolama aşamalarında belirlenen TBARS değerleri sırasıyla Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Bütün deneme gruplarında 15 günlük depolama sürecinde TBARS değerlerinde kademeli bir artış tespit edilirken (p<0,05), % 1 ve % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve fibrin/trombin kombinasyonunun birlikte kullanıldığı gruplar (T2MF, T3MF) ve % 0,5 tuz ve fibrin/trombin kombinasyonu içeren grupta (T3F) ilk 7 günlük depolama sürecinde artış olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmamızda 15 günlük depolama sonrasında tespit edilen TBARS değerleri incelendiği takdirde en yüksek oksidasyon değerlerinin hem % 0,5 tuz hemde % 1 tuz ilave edilen alginatlı gruplarda (T2A, T3A) oluştuğu tespit edilmiştir (p<0,05).

Her iki tuz seviyesinde de fibrin/trombin kombinasyonu ve alginat içeren gruplar (T2FA, T3FA), fibrin/trombin kombinasyonu içeren gruplar (T2F, T3F), fibrin/trombin kombinasyonunu ve mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren

(T2MF, T3MF) ve fibrin/trombin kombinasyonunun mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve alginat ile kombinasyonunu içeren gruplar (T2MFA, T3MFA) diğer deneme gruplarının hepsinden daha düşük seviyede TBARS değerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Genel bir kıyaslama yapıldığında, her iki tuz seviyesinde de (% 0,5 ve % 1) tek başına fibrin/trombin kombinasyonu ve fibrin/trombin kombinasyonunun mikrobiyal transglutaminaz enzimi veya alginat ile olan kombinasyonlarının, fibrin/trombin kombinasyonu içermeyen gruplardan daha düşük TBARS seviyesine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Dolayısıyla oksidasyonun sınırlandırılmasında fibrin/trombin kombinasyonunun mikrobiyal transglutaminaz enzimi veya alginata oranla daha önemli bir rol oynadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4. 8. TBARS analiz sonuçları

Gruplar	0.gün	7.gün	15.gün
T1	2,49±0,17 ^{defghZ}	19,79±1,47 ^{bcY}	26,89±0,74 ^{bX}
T2	3,74±0,08 ^{abcZ}	22,09±0,44 ^{abY}	26,49±0,67 ^{bcX}
T3	4,63±0,19 ^{aZ}	19,97±2,31 ^{bcY}	27,38±0,36 ^{bX}
T2M	3,67±0,36 ^{abcZ}	18,84±1,25 ^{cY}	26,58±0,93 ^{bcX}
T2F	1,87±0,28 ^{ghZ}	2,41±0,30 ^{eY}	4,21±0,16 ^{gX}
T2A	2,62±0,17 ^{defgZ}	18,89±1,28 ^{cY}	29,54±1,18 ^{aX}
T2MF	2,18±0,63 ^{efghY}	2,75±0,69 ^{deY}	4,03±0,35 ^{gX}
T2MA	2,02±0,03 ^{fghZ}	19,17±0,91 ^{cY}	25,23±0,59 ^{cdX}
T2FA	1,72±0,18 ^{ghZ}	2,58±0,24 ^{deY}	4,35±0,18 ^{fgX}
T2MFA	1,49±0,26 ^{hZ}	2,90±0,03 ^{deY}	4,13±0,21 ^{gX}
T3M	4,40±0,55 ^{aZ}	20,39±0,40 ^{bcY}	26,47±1,12 ^{bcX}
T3F	4,17±0,90 ^{abY}	3,24±0,28 ^{deY}	5,32±0,13 ^{efgX}
T3A	3,00±0,26 ^{cdefZ}	23,88±1,22 ^{aY}	28,98±0,34 ^{aX}
T3MF	3,09±0,83 ^{cdeY}	3,00±0,44 ^{deY}	5,96±0,45 ^{eX}
T3MA	3,92±0,15 ^{abcZ}	19,33±0,53 ^{cY}	24,78±0,69 ^{dX}
T3FA	3,11±0,17 ^{cdeZ}	4,42±0,19 ^{deY}	5,88±0,08 ^{efX}
T3MFA	3,35±0,15 ^{bcdZ}	4,94±0,45 ^{dY}	6,22±0,22 ^{eX}

a-h (↓) Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)
X,Y,Z(→) Aynı satırda farklı harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Üretim günü (0. gün) ölçümlerinde % 0,5 tuz ilave edilen kontrol grubu ile % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren grup (T3M), % 0,5 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu (T3F), % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve alginat kombinasyonu (T3MA), % 1 tuzlu kontrol grubu (T2) ve % 1 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren gruplarla (T2M) benzer seviyede fakat diğer deneme gruplarının hepsinden daha yüksek TBARS değerine sahip olduğu

belirlenmiştir ($p<0,05$).

% 1 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi, fibrin/trombin kombinasyonu ve alginat içeren grup (T2MFA) ise % 1 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu ve alginat (T2FA) içeren kombinasyon, % 1 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu (T2F) ,% 1 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve alginat içeren kombinasyon (T2MA), % 1 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve fibrin/trombin kombinasyonu içeren grup (T2MF), % 2 tuzlu kontrol grubu ile benzer fakat diğer deneme gruplarından daha düşük TBARS değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

Moreno vd., (2010) yaptıkları çalışmada balık etlerinde mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanarak balık etinde meydana gelen tekstürel değişimleri ve depolama şartlarındaki kimyasal değişimleri incelemişlerdir. Yapılan çalışma sonucu 0. gün ölçümlerinde TBA değerlerinde kontrol grubuna göre mikrobiyal transglutaminaz enzimi ilavesi yapılan gruplarda artış tespit edilmiş olup bu durumun depolama sonucunda aynı şekilde devam ettiği bildirilmiştir

Depolamanın 7. gününde % 1 tuz ilave edilen kontrol grubuyla (T2) benzer olmakla birlikte % 0,5 tuzlu alginat grubu (T3A) diğer deneme gruplarından daha yüksek TBARS değerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Yedi günlük depolama sonucunda her iki tuz seviyesinde fibrin/trombin kombinasyonu içeren ve fibrin/trombin kombinasyonunun mikrobiyal transglutaminaz enzimi veya alginat ile birlikte kullanıldığı gruplar içerisinde fibrin/trombin kombinasyonu bulunmayan gruplara oranla daha düşük TBARS değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

4.9. Protein Tayini Sonuçları

Farklı bağlayıcı ajan ve tuz seviyelerindeki pişmiş örneklerde yapılan protein miktarları sırasıyla Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4. 9. Protein analiz sonuçları

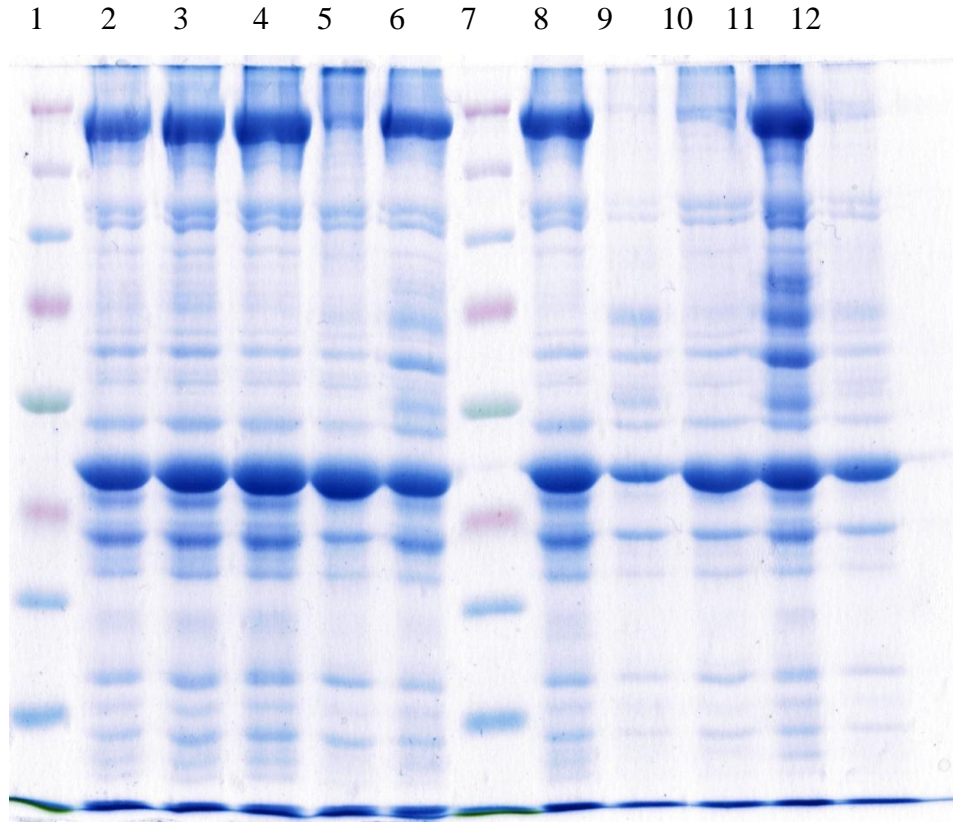
Gruplar	Protein (%)
T1	22,93±0,64 ^d
T2	24,78±0,71 ^{abcd}
T3	25,60±0,44 ^{abcd}
T2M	25,70±0,72 ^{abcd}
T2F	24,79±0,33 ^{abcd}
T2A	23,33±0,41 ^{cd}
T2MF	26,63±0,53 ^{ab}
T2MA	25,30±0,34 ^{abcd}
T2FA	24,51±0,65 ^{abcd}
T2MFA	26,16±0,63 ^{abc}
T3M	27,49±0,71 ^a
T3F	25,83±0,44 ^{abcd}
T3A	23,78±0,39 ^{bcd}
T3MF	26,21±0,55 ^{abc}
T3MA	24,88±0,58 ^{abcd}
T3FA	26,32±0,34 ^{abc}
T3MFA	26,25±0,48 ^{abc}

a, b, c, d (↓) Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Araştırmada protein analiz sonuçları incelendiğinde en düşük protein miktarı % 2 tuz ilavesi yapılan kontrol grubunda (T1) tespit edilmiştir (p<0,05). En yüksek protein miktarı ise % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi ilave edilen grupta (T3M) tespit edilmiştir (p<0,05). % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren grup (T3M), % 1 ve % 0,5 tuzlu alginat ilave edilen gruplar (T2A, T3A) ve % 2 tuz ilave edilen kontrol gruplarına göre daha yüksek seviyede protein içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Diğer deneme gruplarının protein miktarları arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmemiştir. Alginat ilavesi yapılan sığır kıymalarında protein miktarlarının düşük olmasının nedeni yüksek nem içeriğinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

4.10. SDS-page Analizi Sonuçları

Farklı bağlayıcı ajan ve tuz seviyelerine sahip pişmiş örneklerde yapılan SDS-page analizinin et proteinleri üzerindeki etkileri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



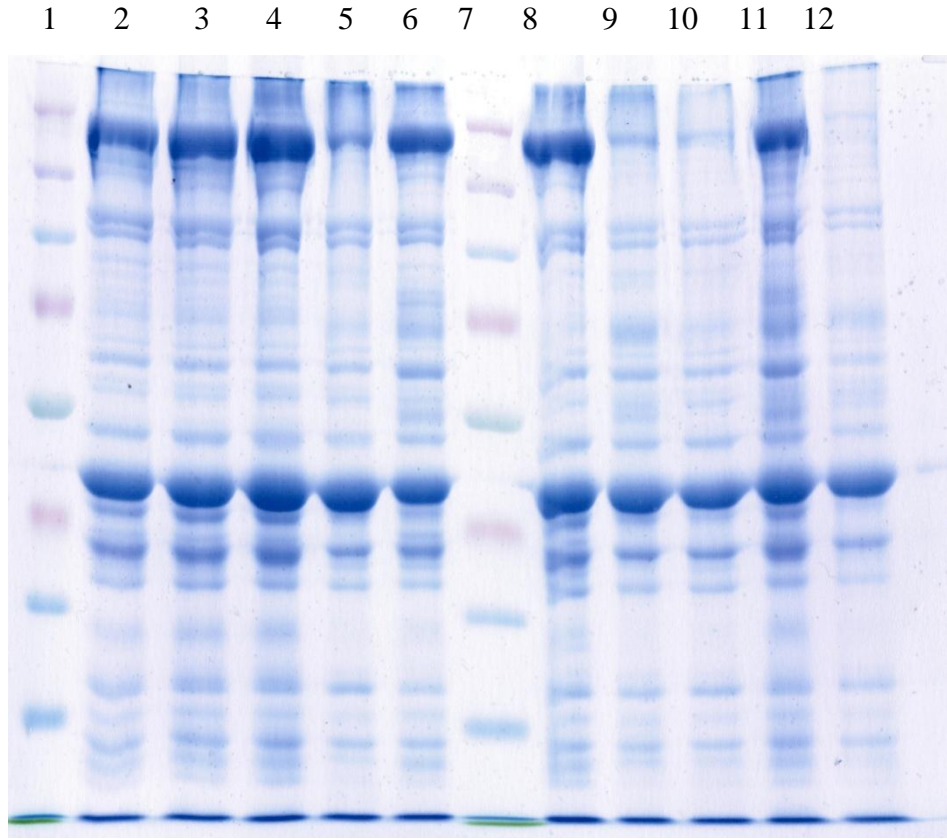
Şekil 3. 4. SDS-page jel elektroforez 1

(Soldan sağa grupların isimleri: 1. bant biorad protein standardı, 2. bant T1, 3. bant T2, 4. bant T3, 5. bant T2M, 6. bant T2F, 7. bant biorad protein standardı, 8. bant T2A, 9. bant T2MF, 10. bant T2MA, 11. bant T2FA, 12. bant T2MFA)

SDS-page sonuçları incelendiğinde mikrobiyal transglutaminaz enziminin polimer oluşumunu katalizlediğini göstermektedir. Büyük molekül ağırlığına sahip olan bu polimerler mikrobiyal transglutaminaz enziminin kullanıldığı gruplarda % 8'lik jele girememiştir. Mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren örneklerin oluşturduğu protein bantlarını incelendiğinde et proteinlerinde (aktin ve miyozin) azalma olduğu görülmektedir. T2MF ve T3MF grupları incelendiğinde mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile fibrin/trombin kombinasyonunun sinerjik etkisi ile daha büyük polimer yapıların oluştuğu, bu yüzden bu gruplardaki protein bantların yoğunluğu, sadece mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanılan gruplarda elde edilen protein bandı yoğunluğundan daha az olduğu görülmektedir. Mikrobiyal transglutaminaz enziminin kullanıldığı bütün gruplarda aktin ve miyozin bantlarında azalma görülmüştür. Fibrin/trombin kombinasyonu veya alginat veya birbirleri ile kullanımı

sonucu oluşan jel bantları genel olarak kontrol grubuyla benzer özellik göstermektedir.

Moreno vd. (2010) mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren hem berlon balığı hem de alabalık örneklerinde protein bantlarında azalma oluşturduğu bunun da enzim tarafından şekillendirilen büyük polimerlerden kaynaklı olduğu ifade edilmektedir.



Şekil 3. 5. SDS-page jel elektroforez 2

(Soldan sağa grupların isimleri: 1. bant biorad protein standardı, 2. bant T1, 3. bant T2, 4. bant T3, 5. bant T3M, 6. bant T3F, 7.bant biorad protein standardı, 8.bant T3A, 9.bant T3MF, 10. bant T3MA, 11. bant T3FA, 12. bant T3MFA)

4.11. Tekstür Analiz Sonuçları

Farklı bağlayıcı ajan ve tuz seviyelerindeki pişmiş örneklerde yapılan tekstür analiz sonuçları sırasıyla Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Yapılan araştırmalar neticesinde sertlik (hardness) değerleri karşılaştırıldığı % 0,5 tuz içeren örneklerde fibrin/trombin kombinasyonu-mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile kullanılması (T3MF) % 1 tuzlu örneklerdeki fibrin/trombin kombinasyonu-mikrobiyal transglutaminaz enziminin birlikte kullanılması (T2MF) ile benzer seviyede fakat diğer deneme gruplarının hepsinden daha yüksek sertlik (hardness) değerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sadece tuz içeren kontrol grupları kendi aralarında karşılaştırıldığında en yüksek sertlik (hardness) değeri % 2 tuz içeren grupta tespit edilirken ($p<0,05$), % 1 ve % 0,5 oranında tuz içeren gruplar arasında sertlik (hardness) değeri açısından istatistiksel olarak fark tespit edilememiştir.

Yapılan alışmamızda % 1 tuzlu örneklerin sertlik (hardness) değerleri incelendiğinde tek başına alginat (T2A) kullanımının kontrol grubuna göre sertlik (hardness) değerinde azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Ayrıca % 1 tuzlu örneklerde mikrobiyal transglutaminaz enziminin tek başına kullanımı (T2M), alginat ile kombinasyonu (T2MA), alginat-fibrin/trombin kombinasyonu ile kullanılması (T2MFA) sertlik (hardness) değeri üzerine önemli bir etki göstermemiştir. Benzer sonuç mikrobiyal transglutaminaz enzimi içermeyen fibrin/trombin kombinasyonu-alginat kulanılan grupta (T2FA) da tespit edilmiştir. Bu sonuç % 1 tuzlu örneklerde sertlik (hardness) değerinde meydana gelen alginat kaynaklı azalmanın fibrin/trombin kombinasyonu veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi tarafından ortadan kaldırdığı düşünülmektedir. Diğer taraftan fibrin/trombin kombinasyonunun tek başına (T2F) veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile birlikte kullanılmasının (T2MF) sertlik (hardness) değerlerini % 1 tuz içeren kontrol grubuna oranla önemli derecede artırdığı tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sertlik (hardness) değerleri açısından bu iki grup (T2F, T2MF) arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmemiştir.

Tuz içeriği % 0,5 olan örnekler dikkate alındığında sadece mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren (T3M) veya sadece alginat (T3A) içeren veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi-alginat (T3MA) kombinasyonu içeren örneklerdeki sertlik (hardness) değerinin kontrol grubundan (T3) farklı olmadığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan % 0,5 tuzlu örneklerde sadece fibrin/trombin kombinasyonu kullanıldığı örneklerde (T3F) veya fibrin/trombin kombinasyonu-

alginate (T3FA) kullanıldığı örneklerde sertlik (hardness) değerlerinde % 0,5 tuz içeren kontrol grubuna (T3) göre artış olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu son dört grup karşılaştırıldığında ise en yüksek sertlik (hardness) değeri fibrin/trombin kombinasyonunun mikrobiyal transglutaminaz enzimi (T2MF) ile birlikte kullanılması sonucu elde edilirken diğer üç grup arasında sertlik (hardness) değerleri açısından istatistiki olarak farklılık tespit edilememiştir.

Hem % 1 hemde % 0,5 tuzlu örneklerdeki sertlik (hardness) değerleri dikkate alındığında T2MF ve T3MF gruplarında görüldüğü üzere özellikle mikrobiyal transglutaminaz enziminin fibrin/trombin kombinasyonu kombinasyonu ile beraber kullanılmasının sertlik (hardness) değerlerinde artışa sebep olduğu, bu durumun mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile fibrin/trombin kombinasyonu arasında sinerjik etkiden olduğu düşünülmektedir.

Yapışkanlık (adhesiveness) değerleri dikkate alındığında genel olarak deneme grupları arasında istatistiksel olarak önemli farklılığın olmadığı tespit edilmiş olup, en yüksek yapışkanlık (adhesiveness) değeri % 0,5 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu-alginate ile birlikte kullanıldığı grupta (T3FA) tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ayrıca sadece % 2 tuz ilave edilen kontrol grubunda elde edilen yapışkanlık (adhesiveness) değeri % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi-alginate kombinasyonunun (T3MA) kullanıldığı gruptan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Diğer gruplar arasında ise yapışkanlık (adhesiveness) değeri açısından önemli bir farklılık tespit edilememiştir.

Elastiklik değeri incelendiğinde % 1 tuz ve % 0,5 tuz içeren gruplardan elde edilen elastiklik değerinin % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi-fibrin/trombin kombinasyonu (T3MF) içeren örneklerden daha düşük olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Ayrıca sadece % 0,5 tuz ilave edilen kontrol grubunda (T3) elde edilen elastiklik değeri % 2 ve % 1 tuz ilave edilen kontrol grupları (T1, T2) , % 1 ve % 0,5 tuzlu alginate içeren gruplar (T2A, T3A), %0,5 tuzlu alginatın mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve fibrin/trombin kombinasyonu ile ikili ve üçlü kombinasyonu (T3MA, T3FA, T3MFA) içeren gruplarla benzer diğer, deneme gruplarından ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4. 10. Tekstür analiz sonuçları

Gruplar	Sertlik	Yapışkanlık	Elastikiyet	Yapışıklık/Bağlılık	Esneklik	Sakızımsılık	Çiğnenebilirlik
T1	6,07±0,46 ^{bcd}	0,70±0,14 ^b	0,11±0,02 ^{abc}	0,56±0,03 ^{ab}	0,91±0,07 ^{ab}	2,46±0,35 ^{def}	2,73±0,20 ^{cd}
T2	5,11±0,41 ^{def}	0,40±0,15 ^{bc}	0,10±0,01 ^{bc}	0,43±0,05 ^{bc}	0,83±0,02 ^{ab}	2,45±0,32 ^{def}	2,40±0,18 ^{de}
T3	3,47±0,29 ^{efg}	0,35±0,18 ^{bc}	0,07±0,02 ^c	0,38±0,03 ^c	0,75±0,04 ^b	1,63±0,26 ^{ef}	1,44±0,22 ^{ef}
T2M	6,88±1,22 ^{bcd}	0,35±0,15 ^{bc}	0,13±0,01 ^{ab}	0,53±0,04 ^{ab}	0,84±0,02 ^{ab}	3,61±0,65 ^{bcd}	3,05±0,59 ^{bcd}
T2F	7,60±1,52 ^{bc}	0,53±0,23 ^{bc}	0,14±0,03 ^{ab}	0,56±0,05 ^{ab}	0,96±0,19 ^a	4,31±1,16 ^{ab}	4,00±0,79 ^{ab}
T2A	2,23±0,73 ^g	0,27±0,29 ^{bc}	0,11±0,03 ^{abc}	0,49±0,04 ^{abc}	0,92±0,27 ^{ab}	1,17±0,37 ^f	1,10±0,51 ^f
T2MF	8,04±0,67 ^{ab}	0,32±0,10 ^{bc}	0,14±0,02 ^{ab}	0,55±0,03 ^{ab}	0,89±0,02 ^{ab}	4,38±0,49 ^{ab}	3,89±0,43 ^{abc}
T2MA	3,30±1,14 ^{fg}	0,18±0,08 ^{bc}	0,13±0,03 ^{ab}	0,51±0,07 ^{abc}	0,79±0,03 ^{ab}	1,82±0,83 ^{ef}	1,44±0,70 ^{ef}
T2FA	6,03±1,35 ^{bcd}	0,30±0,19 ^{bc}	0,14±0,02 ^{ab}	0,55±0,03 ^{ab}	0,86±0,03 ^{ab}	3,25±0,74 ^{bcd}	2,79±0,65 ^{cd}
T2MFA	6,63±0,83 ^{bcd}	0,40±0,09 ^{bc}	0,14±0,03 ^{ab}	0,56±0,06 ^{ab}	0,89±0,03 ^{ab}	3,68±0,46 ^{bcd}	3,27±0,38 ^{bcd}
T3M	5,54±1,72 ^{cde}	0,20±0,11 ^{bc}	0,15±0,03 ^{ab}	0,51±0,05 ^{abc}	0,81±0,03 ^{ab}	2,82±0,89 ^{cde}	2,29±0,77 ^{de}
T3F	6,90±0,87 ^{bcd}	0,37±0,14 ^{bc}	0,15±0,04 ^{ab}	0,58±0,04 ^a	0,89±0,04 ^{ab}	3,90±0,84 ^{abc}	3,46±0,65 ^{bcd}
T3A	2,73±0,27 ^g	0,23±0,10 ^{bc}	0,11±0,02 ^{abc}	0,47±0,04 ^{abc}	0,79±0,02 ^{ab}	1,29±0,22 ^f	1,03±0,20 ^f
T3MF	9,87±1,26 ^a	0,45±0,16 ^{bc}	0,16±0,02 ^a	0,54±0,03 ^{ab}	0,88±0,02 ^{ab}	5,27±0,53 ^a	4,65±0,45 ^a
T3MA	2,46±0,59 ^g	0,14±0,10 ^c	0,12±0,04 ^{abc}	0,46±0,06 ^{abc}	0,82±0,06 ^{ab}	1,14±0,40 ^f	0,93±0,30 ^f
T3FA	6,87±0,57 ^{bcd}	1,27±0,86 ^a	0,12±0,03 ^{abc}	0,50±0,22 ^{abc}	0,96±0,11 ^a	4,02±0,37 ^{abc}	3,85±0,70 ^{abc}
T3MFA	7,14±1,73 ^{bcd}	0,55±0,38 ^{bc}	0,13±0,04 ^{abc}	0,55±0,05 ^{ab}	0,93±0,04 ^{ab}	3,98±1,30 ^{abc}	3,66±1,14 ^{abc}

a-g (↓) Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen değerler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Esneklik (springiness) değerleri açısından genel olarak deneme grupları arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Yalnızca %1 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu içeren grup (T2F) ile % 0,5 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu-alginat kullanımı (T3FA) içeren grupta elde edilen esneklik (springiness) değerinin % 0,5 tuz içeren kontrol grubundan (T3) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bu iki grup arasında ise (T2F, T3FA) istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır.

Yapışıklık/bağlılık (cohesiveness) değerleri dikkate alındığında gruplar arasında önemli farklılık tespit edilmemiş olup, % 0,5 tuzlu ve fibrin/trombin kombinasyonu içeren grupta (T3F) elde edilen yapışıklık/bağlılık (cohesiveness) değeri % 1 ve % 0,5 tuz içeren kontrol gruplarına göre daha yüksektir ($p<0,05$). Bu iki kontrol grubu arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Ayrıca % 0,5 tuz içeren kontrol grubu % 1 tuz içeren kontrol grubundan (T2), % 0,5 ve % 1 tuz içeren alginat ve alginat-mikrobiyal transglutaminaz enzimi kombinasyonunu içeren gruplarından (T2A, T3A, T2MA, T3MA), % 0,5 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu-alginat içeren (T3FA) gruplardan farklı bulunmazken diğer deneme gruplarının hepsinden daha dşk yapışıklık/bağlılık (cohesiveness) değerine sahip olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

Sakızımsılık (gumminess) değerleri dikkate alındığında % 0,5 tuzlu ve mikrobiyal transglutaminaz enzimi-fibrin/trombin kombinasyonu içeren grubun (T3MF) % 1 tuz içeren aynı kombinasyona sahip grupta (T2MF), % 1 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu içeren grupta (T2F) , % 0,5 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu-alginat içeren grupta (T3FA), % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi-fibrin/trombin kombinasyonu-alginat içeren grup (T3MFA) ve % 0,5 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu içeren grupta (T3F) benzer seviyede fakat diğer bütün gruplardan daha yüksek sakızımsılık (gumminess) değerine sahip olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Hem % 0,5 tuzlu hem de % 1 tuzlu örneklerde alginatın tek başına (T2A) veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile kullanımı (T2MA), % 2, % 1 ve % 0,5 tuz içeren kontrol grupları ve % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren grupta (T3M) benzer diğer deneme gruplarından ise daha dşk sakızımsılık (gumminess) değerlerinin oluşmasına neden olmuştur ($p<0,05$). Bu anlamda alginat ve mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanımının veya alginat ve mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile kombinasyonunun kullanımı sakızımsılık

(gumminess) değerleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir. Diğer taraftan genel olarak fibrin/trombin kombinasyonunun yalnız veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi veya alginat ile kombine edilmesinin sakızımsılık (gumminess) değerlerinin artırıcı yönde etkilediği tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çiğnenebilme özelliklerine bakıldığı takdirde sakızımsılık (gumminess) özelliklerine benzer olarak fibrin/trombin kombinasyonunun tek başına veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi veya alginat ile birlikte kullanılması genel olarak çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerini artırdığı tespit edilmiştir ($p<0,05$). Sakızımsılık (gumminess) değerine benzer olarak, % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve fibrin/trombin kombinasyonu içeren grup (T3MF) % 1 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu (T2F) ve fibrin/trombin kombinasyonu-mikrobiyal transglutaminaz enzimi içeren grup (T2MF), % 0,5 tuzlu fibrin/trombin kombinasyonu ve alginat içeren grup (T3FA), % 0,5 tuzlu mikrobiyal transglutaminaz enzimi-fibrin/trombin kombinasyonu-alginat içeren gruplarla (T3MFA) benzer diğer deneme gruplarından ise daha yüksek çiğnenebilirlik (chewiness) değerine sahiptir ($p<0,05$). Alginatın tek başına kullanıldığı veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile beraber kullanıldığı hem % 1 hemde % 0,5 tuzlu örneklerde elde edilen çiğnenebilirlik (chewiness) değeri % 0,5 tuz içeren kontrol grubu ile benzer olup diğer deneme gruplarından farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Bu durum alginatın tek başına veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile kullanımının çiğnenebilirliği kolaylaştırdığını göstermektedir.

Yapılan bir çalışmada mikrobiyal transglutaminaz enzimi ilavesinin sertlik (hardness) ve yapışkanlık (adhesiveness) değerlerini artırdığını fakat yapışıklık/bağlılık (cohesiveness) değerini değiştirmedini tespit edilmiştir (Moreno vd., 2010). Yapılan diğer bir çalışmada mikrobiyal transglutaminaz enzimi ilavesinin sertlik (hardness) ve çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerinin artırdığı tespit edilirken, esneklik (springiness) ve yapışıklık/bağlılık (cohesiveness) değerlerini değiştirmedini belirtilmiştir (Pietrasik ve Li-Chan, 2002). Cardosa vd. (2010), düşük tuzlu balık ürünlerinde mikrobiyal transglutaminaz enziminin etkisini incelemiştir. Hem mikrobiyal transglutaminaz enziminin hem de tuz ilavesinin tekstür ve tad üzerine olumlu etkisinin olduğunu bildirmişlerdir.

Surimi ürününde tekstürel ve diğler kalite özelliklerinin olumsuz etkilenmemesi için mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve tuzun bir arada kullanılması tavsiye edilmektedir (Cardosa vd., 2010). Araştırıcılar alışma sonucu, istenen tekstürel yapı için mikrobiyal transglutaminaz enziminin en az % 0,25 oranında ve tuzun ise % 1'in altında olmaması gerektiği belirtilmiştir.

5. SONUÇ

Yaptığımız çalışmada; farklı bağlayıcı ajanların farklı seviyede tuz katılarak hazırlanan dana kıymasında kullanım imkanları araştırılmıştır. Pişirme kaybı sonuçları incelendiğinde genel olarak mikrobiyal transglutaminaz enzimi kullanılan gruplarda pişirme kaybının arttığı tespit edilmiştir. Fibrin/trombin kombinasyonunun alginat ile beraber kullanılması pişirme kaybını etkili şekilde azalttığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda mikrobiyal transglutaminaz enziminin pişirme kaybı üzerine olan olumsuz etkisinin fibrin/trombin kombinasyonu veya alginat ile birlikte kullanılarak giderilebileceği tespit edilmiştir.

Formülasyonda alginat kullanımının pH'yı arttırıcı etkiye sahip olduğu tespit edilirken, fibrin/trombin kombinasyonu kullanımının ise pH'yı düşürücü yönde etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çalışmamızda depolama süresinde bağlayıcı ajanların oksidasyon üzerine etkisi incelenmiştir. Fibrin/trombin kombinasyonu oksidasyonu önemli derecede sınırlandırmıştır. Yeniden yapılandırılmış et ürünlerinde ki oksidasyon problemlerinin azaltılmasında fibrin/trombin kombinasyonlarının kullanılabilirliği çalışmamız sonucu önerilmektedir.

Çalışmamızda testür analiz sonuçları incelendiğinde alginat kullanımının sertlik (hardness) değerlerini azalttığı tespit edilmiştir. Fakat alginatın fibrin/trombin kombinasyonu veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile birlikte kullanılması sertlik (hardness) değerlerinde artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Çiğnenebilirlik (chewiness) değerlerine bakıldığında ise alginatın tek başına veya mikrobiyal transglutaminaz enzimi ile birlikte kullanılması sonucu çiğnenebilirliğin kolaylaştırdığı belirlenmiştir. Genel olarak çalışmamızın sonucunda yapışkanlık (adhesiveness), esneklik (springiness), yapışıklık/bağlılık (cohesiveness) değerleri gruplar arası farklılık görülmemiştir.

Sonuç olarak; tuz oranı azaltılmış et ürünlerinde karşılaşılan tekstürel problemlerin mikrobiyal transglutaminaz enzimi veya fibrin/trombin kombinasyonlarının

kullanılmasıyla ortadan kaldırılabilceği tespit edilmiştir.

REFERANSLAR

- Acar, M.S., 1996. Kasaplık Hayvan Etleri ve Tavuk Etinden Yapılan Döner Kebabların Mikrobiyolojik Kalitesinin Karşılaştırmalı Araştırması. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 134s, İstanbul.
- Ahhmed, A.M., Kawahara, S., Ohta, K., Nakade, K., Soeda, T., Muguruma, M. 2007. Differentiation in Improvements of Gel Strength in Chicken and Beef Sausages Induced by Transglutaminase. *Meat Science*, 76,455–462
- Ajinomoto, 2005. Ajinomoto Co. Activa Kullanım Klavuzu. Erişim Tarihi: 14.06.2011. www.ajinomoto.co.th/en/product_g_073.shtml
- Aktaş, N., Kılıç, B., 2005. Effect of Microbial Transglutaminase on Thermal and Electrophoretic Properties of Ground Beef. *Food Science and Technology*, 38, 815-819.
- Anar, Ş., 2010. Et ve Et Ürünleri Teknolojisi. Uğurer Tarım Kitapları. Yayın No,2., 2012.
- Angus, F., Phelps, T., Clegg, S., Narain, C. den Ridder, C., Kilcast, D., 2005. Salt in Processed Foods, Collaborative Research Project. Leatherhead Food International.
- Anonim, 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, AOAC. Washington, DC.
- Anonim, 2003. Jürgen Weineck, Optimales Training. Spitta Verlag 2003. Erişim tarihi: 07.05.2007.http://www.shiatsu-austria.at/einfuehrung/wissen_75a.htm.
- Anonim, 2010. Türkiye Aşırı Tuz Tüketiminin Azaltılması Programı. T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü Beslenme ve Fiziksel Aktiviteler Daire Başkanlığı
- Anonim, 2014. Erişim tarihi: 10.05.2014. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Vitamin>
- Anonim, 2014. Erişim tarihi: 05.05.2014. <http://www.studyblue.com/notes/note/n/exam-2-/deck/5786861>.
- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International. 16th edition, 2, Arlington, Virginia
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. AOAC. Washington, DC.
- Arslan, A. 2002. Et Muayenesi ve Et Ürünleri Teknolojisi. Uğurer Tarım Kitapları. Kayseri.
- Aşkın, O.O., 2007. Tuz Oranı Düşürülmüş Hindi Döner Üretiminde Transglutaminaz Enziminin Kullanım İmkanlarının Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 8s, Isparta.
- Barbut, S., Maurer, A. J., Lindsay, R.C., 1988. Effects of Reduced Sodium Chloride and Added Phosphates on Physical and Sensory Properties of Turkey Frankfurters. *Journal of Food Science*, 53(1), 62–66.
- Baysal, A., 2002. Beslenme. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.
- Baytar, B., 2010. Transglutaminaz Enzimi Ve NaCl'nin Tavuk Köftelerinin Çeşitli Özellikleri Üzerindeki Etkilerinin Yanıt Yüzeyi Yöntemi İle Modellenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 10s, Van.

- Boles, J.A., Shand, P.J. 1999. Effects of Raw Binder System, Meat Cut and Prior Freezing on Restructured Beef. *Meat Science*, 53,233-239.
- Booren, A.M., Mandigo, R.W., Olson, D.G., Jones, K.W. (1981b). Vacuum Mixing Influence on Characteristics of Sectioned and Formed Beef Steak. *Journal of Food Science*, 46, 1673–1677.
- Bozkurt, H., Bayram, M., 2005. Colour and Textural Attributes of Sucuk During Ripening. *Meat Science*, 73, 344-350.
- Breidenstein, B. C., 1982. Understanding and Calculating the Sodium Content of Your Products. *Meat Processing*, 21(5), 62.
- Bülbül, S.H., 2004. Çocuk Beslenmesinde Demirin Yeri ve Önemi. *Sted Dergisi*. 13, (12) 446
- C. Guzman vd., 1995. Texture, Color and Sensory Characteristics of Ground Beef Patties Containing Bovine Blood Proteins. *Journal of Food Science*, 60, 657-660.
- Carr M.E., Gabriel D.A., 1980. The Effect of Dextran 70 on The Structure of Plasma-Derived Fibrin Gels. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*. 96, 985–93.
- Chen, M.J. ve Lin, C.W., 2002. Factors Affecting the Water-Holding Capacity of Fibrinogen/Plasma Protein Gels Optimized by Response Surface Methodology. *Journal of Food Science*, 67, 2579-2582.
- Clarke, A.D., Sofos, J.N. ve Schmidt, G.R. 1988. Effect of Algin/ Calcium Binder Levels on the Various Characteristics of Structured Beef. *Journal of Food Science*, 53, 711-713, 726.
- Crehan, C.M., Hughes, E., Troy, D.J., Buckley, D.J., 2000. Effects of Fat Level and Maltodextrin on Thr Functional Properties of Frankfurters Formulated With 5, 12 and 30% Fat. *Meat Science*, 55, 463–469.
- Crehan, C.M., Troy, D.J., Buckley, D.J. 2000. Effects of Salt Level and High Hydrostatic Pressure Processing on Frankfurters Formulated With 1.5 and 2.5% Salt. *Meat Science*, 55, 123–130.
- D. W. Hickson, 1980. A Comparison of Heat-Induced Gel Strengths of Bovine Plasma and Egg Albumen Proteins. *Journal of Animal Science*, Vol. 51, Pp. 69-73.
- Desmond, E., 2006. Reducing Salt, a Challenge For The Meat Industry. *Meat Science*. 74, 188–196
- Desmond, E.M., 1992. Compositional Analysis of Cured Pig Meat Products in Ireland. Teagasc, The National Food Centre. Internal Report.
- Dimitrakopouloua, M.A., Ambrosiadisb, J.A., Zetoub, F.K. Ve Bloukasa, J.G., 2005. Effect of Salt and Transglutaminase (TG) Level and Processing Conditions on Quality Characteristics of Phosphate-Free, Cooked, Restructured Pork Shoulder. *Meat Science*, 70 (4), 743-749.
- Engstrom, A., Tobelmann, R. C., Albertson, A. M. 1997. Sodium İntake Trends and Food Choices. *American Journal of Clinical Nutrition*, 65, 704–707.
- Feiner, G., 2006. *Meat Products Handbook Practical Science and Technology*. Boca Raton Boston New York Washington. Cambridge, England.
- Ferry J.D., Morrison P.R., 1947. Preparation and Properties of Serum and Plasma Proteins. VIII. The Conversion of Human Fibrinogen To Fibrin Under Various Conditions. *Journal of The Amerikan Chemical Society*, 69,388–400.
- Flores, N.C., Boyle, E.A., Kastner, C.L., 2007. Instrumental and Consumer Evaluation of Pork Restructured With Activatm or Fibrimextm Formulated With and Without Phosphate. *Food Science and Technology*, 40,179-185.

- Gençcelep, H., 2008. Et Proteinlerinin Fonksiyonel Özellikleri. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2008 (2) 9-18
- Glover C.J, McIntire L.V, 1975. Brown 3rd CH, Natelson EA. Rheological Properties of Fibrin Clots. Effects of Fibrinogen Concentration, Factor XIII Deficiency, and Factor XIII İnhibition. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, 86, 644–56.
- Glover C.J., McIntire L.V., Natelson EA., 1975. Rheological Properties of Fibrin Clots. Effects of Fibrinogen Concentration, Factor XIII Deficiency, and Factor XIII İnhibition. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, 86, 644–56.
- Gómez-Guillèn, C., Solas, T., Montero, P., 1997. Influence of Added Salt and Non-Muscle Proteins on The Rheology and Ultrastructure of Gels Made From Minced Flesh of Sardine (*Sardina Pilchardus*). Food Chemistry, 58, 193–202.
- Göğüş, A.K., 1986. Et Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No 991. Ankara.
- Gökalp, H.Y. 1989. Et Ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Ders Notu. Ataturk Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Gıda Bilimi Ve Teknolojisi Bölümü, Erzurum.
- Gökoğlu, N., 2002. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, 157s, İstanbul.
- Gökoğlu, N., Yerlikaya, P., 2006. Et Ve Ürünlerinde Yag Oranını Azaltma Stratejileri. Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Haard, N.F., 1995, Composition and Nutritive Value of Fish Proteins and Other Nitrogen Compounds. Fish and Fishery Products Edited By A. Ruiter. CAB International Wallingford Oxon, OX10 8DE, UK, P. 77-117.
- Hamm, R., 1986. Functional Properties of The Myofibrillar System. In P. J. Bechtel, Muscle As Food. New York, Academic Press.
- Hamm, R., 1986. Functional Properties of The Myofibrillar System. In, P.J. Bechtel, Editor, Muscle As Food, Academic Press, New York, 135–200.
- Huffman, D.L., Ly, A.M., Cordray, J.C., 1981b. Effect of Salt Concentration on Quality of Restructured Pork Chops. Journal of Food Science, 46, 1563–1565.
- Huss, H.H., 1998. Quality and Quality Changes in Fresh Fish. FAO, Technological Laboratory Ministry of Agriculture and Fisheries, Denmark, 348, 19-27.
- Kayışoğlu, S., Yılmaz, I., Demirci, M., Yetim, H., 2003. Chemical Composition and Microbiological Quality of The Doner Kebabs Sold in Tekirdag Market. Food Control, 14(7), 469–474.
- Kendirci, M., Keskin, M., 2006. Çocukluk Çağında B Grubu Vitaminler. Türkiye Klinikleri Journal of Pediatr Science, 2 (11), 26-36.
- Kılıç, B., Richards, M.P. 2003. Lipid Oxidation in Poultry Doner Kebab, Pro-Oxidative and Anti-Oxidative Factors. Journal of Food Science, 68 (2), 686-689
- Kuraishi C., Sakamoto J., Yamazaki K., Susa Y., Kuhara C., Soeda T., 1997. Production of Restructured Meat Using Microbial Transglutaminase Without Salt or Cooking. Journal of Food Science, 62, (3) 488-490, 515.
- Kuraishi, C, Sakamoto, J, Soeda, T. 1996. USA. The Usefulness of Transglutaminase For Food Processing. Biotechnology For Improved Foods and Flavor. Edited By, Takeoka, G., ACS Symposium Series Chapter, 3, 29-38..
- Kurashi, C., Yamazaki, K., Susa, Y., 2001. Transglutaminase, Its Utilization in The Food Industry. Food Reviews International, 17 (2), 221-246.

- Kurt, S., Zorba, Ö., 2004. Transglutaminazların Bazı Gıdaların Özellikleri Üzerindeki Etkileri. *Bilimsel Gıda*, 8-11.
- Laemmli, U. K., 1970. Cleavage of Structural Proteins During The Assembly of The Head Bacteriophage T4. *Nature*, 227, 680-685.
- Lawrie, R.A., 1974. *Meat Science*. Pergamon Press, New York, USA.
- Lemon, D.W. 1975. An Improved TBA Test For Rancidity. *New Series Circular*,. 51. Halifax Laboratory, Halifax, Nova Scotia.
- Lennon, A.M., McDonald, K., Moon, S.S., Ward, P., Kenny, T.A. 2010. Performance of Cold-Set Binding Agents in Re-Formed Beef Steaks. *Meat Science*, 85(4), 620-624.
- Lu, G.H., Chen, T.C., 1999. Application of Egg White and Plasma Powders As Muscle Food Binding Agents. *Journal of Food Engineering*. 42, 147-151.
- Luo, M.R., 2006. Applying Colour Science in Colour Design. *Optics and Laser Technology*, 38, 392-398
- Madril, M. T., Sofos, J. N., 1985. Antimicrobial and Functional Effects of Six Polyphosphates in Reduced NaCl Comminuted Meat Products. *Lebensmittel Wissenschaft and Technologie*, 18(5), 316-322.
- Mandigo, R.W., 1988. Restructured Meats. In R. Lawrie (Ed.), *Developments in Meat Science-4*. Chapter 6, 297-315. London, UK, Elsevier Science Publication.
- Matulis, R.J., Mckeith, F. K., Sutherland, J. W., Brewer, M. S. 1995. Sensory Characteristics of Frankfurters As Affected By Fat, Salt and Ph. *Journal of Food Science*, 60(1), 42-47.
- Matulis, R.J., Mckeith, F.K., Sutherland, J.W., Brewer, M.S., 1995. Sensory Characteristics of Frankfurters As Affected By Fat, Salt. *Journal of Food Science*, 60(1), 42-47.
- Maurer, A. J., 1983. Reduced Sodium Usage in Poultry Muscle Foods. *Food Technology*, 37(7), 60-65.
- Means, W.J., Schmidt, G.R., 1986. Algin/Calcium Gel as a Raw and Cooked Binder in Structured Beef Steaks. *Journal of Food Science*, 51, 60-65.
- Monahan, F. J., Troy, D. J., 1997. Overcoming Sensory Problems in Low Fat and Low Salt Products. In A.M. Pearson and T.R. Dutson, *Advances in Meat Research. Production and Processing of Healthy Meat, Poultry and Fish Products*, Volime 11, Pp. 257-281. London, Blackie Academic and Professional.
- Moreno, H.M., Carballo, J., Borderías, A.J., 2008. Influence of Alginate and Microbial Transglutaminase as Binding Ingredients on Restructured Fish Muscle Processed at Low Temperature. *Journal of Science Food Agriculture*, 88, 1529-1536.
- Motoki, M., Seguro, K., 1998. Transglutaminase and Its Use For Food Processing. *Trends in Food Science and Technology*, 9,204-210.
- Nielsen G.S., Petersen B.R., Moller A.J., 1995. Impact of Salt, Phosphate and Temperature on The Effect of A Transglutaminase (F X111A) on The Texture of Restructure Meat. *Meat Science*, 41,(3) 293-299.
- Offer, G., Knight, K., 1988. The Structural Basis of Water-Holding in Meat. In R. A. Lawrie (Ed.). *Developments in Meat Science (Vol. 4, Pp. 173-243)*. London, Elsevier Applied Science.
- Öztaş, A., 2010. *Et Bilimi Ve Teknolojisi*. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları Kitaplar Serisi, 246s. Ankara.

- Pearson, A.M., Gillett, T.A., 1996. Processed Meats (3rd Ed., Pp. 417–437). New York, USA, Chapman and Hall Products. Meat Science, 70, 531–541.
- Puolanne, E. J., Terrell, R.N., 1983. Effects of Rigor-State, Levels of Salt and Sodium Tripolyphosphate on Physical, Chemical and Sensory Properties of Frankfurter-Type Sausages. *Journal of Food Science*, 48(4), 1036–1038, 1047.
- Puolanne, E.J., Terrell, R.N., 1983. Effect of Salt Levels in Pre Rigor Blends and Cooked Sausages on Water Binding, Released Fat. *Journal of Food Science*, 48, 1022-1024.
- Rawala-Sheikh R., Ahmad S.S., Ashby B, Walsh P.N., 1990. Kinetics of Coagulation Factor X Activation By Platelet-Bound Factor Ixa. *Biochemistry*, 29, 2606–11.
- Ruusunen, M., Niemistö , M., Puolanne, E., 2002. Sodium Reduction in Cooked Meat Products By Using Commercial Potassium Phosphate Mixtures. *Agricultural and Food Science in Finland*, 11, 199–207.
- Ruusunen, M., Puolanne, E., 2005. Reducing Sodium Intake From Meat Products. *Meat Science*, 70, 531–541.
- Ruusunen, M., Simolin, M., Puolanne, E., 2001a. The Effect of Fat Content and Flavour Enhancers on The Perceived Saltiness of Cooked Bologna-Type Sausages. *Journal of Muscle Foods*, 12, 107–120.
- Ruusunen, M., Tirkkonen, M. S., Puolanne, E., 2001b. Saltiness of Coarsely Ground Cooked Ham With Reduced Salt Content. *Agricultural and Food Science in Finland*, 10, 27–32.
- Ruusunen, M., Vainionpää, J., Lyly, M., Lähtenmäki, L., Niemistö, M., Ahvenainen, R., 2005. Reducing The Sodium Content in Meat Products, The Effect of The Formulation in Low-Sodium Ground Meat Patties. *Meat Science*, 69, 53–60.
- Sams, E.R. 2001. Poultry Meat Processing. CRC Press. NY. USA. Pp 334.
- Searby, L., 2006. Pass The Salt. *International Food Ingredients*(February/March), 6–8.
- Secrist, J.L. 1987. Restructured Meats-The Past and Present. In, *Advances in Meat Research*. Vol. 3. Restructured Meat and Poultry Products (Ed. A. M. Pearson and T. R. Dutson). Van Nostrand Reinhold Company Inc., New York, USA. Pp. 1-19.
- Serrano, A., Cofrades, S., Colmenero, F.J., 2004. Transglutaminase As Binding Agent in Fresh Restructured Beef Steak With Added Walnuts. *Food Chemistry*, 85, 423-429.
- Sikorski, Z.E., 2001. *Chemical and Functional Properties of Food Proteins*. CRC Press. P490, New York.
- Sofos, J.N., 1983. Effects of Reduced Salt Levels on Sensory and Instrumental Evaluation of Frankfurters. *Journal of Food Science*, 48, 1691–1692.
- Sofos, J.N., 1985. Influences of Sodium Tripolyphosphate on The Binding and Antimicrobial Properties of Reduced Nacl Comminuted Meat Products. *Journal of Food Science*, 50, 1379.
- Su, Y.K., Bowers, J.A., Zayas, J.F., 2000. Physical Characteristics and Microstructure of Reduced-Fat Frankfurters As Affected By Salt and Emulsified Fats Stabilized With Nonmeat Proteins. *Journal of Food Science*, 65, 123–128.
- Sun, X.D., 2009. Utilization of Restructuring Technology in The Production of Meat Products, A Review. *Cyta - Journal of Food*, 7, 2, 153-162

- Terrell R.N., 1983. Reducing The Sodium Content of Processed Meats. *Food Technology*, 37, 7, 66–71.
- Tracy P.B., Peterson J.M., Nesheim M.E., McDuffie F.C., Mann K.G., 1979. Interaction of Coagulation Factor V and Factor Va With Platelets. *Journal of Biological Chemistry*, 254, 10354–61.
- Trespacios, P., Pla, R., 2007. Simultaneous Application of Transglutaminase and High Pressure to Improve Functional Properties of Chicken Meat Gels. *Food Chemistry*, 100 (1), 264-272.
- Trout, G.R., Schmidt, G.R., 1984. Effect of Phosphate Type and Concentration, Salt Level and Method of Preparation on Binding in Restructured Beef Rounds. *Journal of Food Science*, 49(3), 687–694.
- Tsai, C.M., T.F. Tseng, J. H. Yang and M. T. Chen. 2006. Study on A Binder By Using Porcine Blood Plasma Transglutaminase, Thrombin and Fibrinogen. *Asian-Australia. Journal of Animal Science*. 19(1), 137-143.
- Tseng T.F, Liu D.C, Chen M.T. 2000. Evaluation of Transglutaminase on The Quality of Low-Salt Chicken Meat-Balls. *Meat Science*, 55, 427-431.
- Tseng, T.F., Chen, M.T., Liu, D.C., 2002. Purification of Transglutaminase and Its Effects on Myosin Heavy Chain and Action of Spent Hens. *Meat Science*, 60, 267-270.
- Tseng, T.F., Tsai, C.M., Yang, J.H., Chen, M.T., 2006. Porcine Blood Plasma Transglutaminase Combined With Thrombin and Fibrinogen As A Binder in Restructured Meat. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 19(7), 1054-1058.
- Tsukamasa, Y., Miyake, Y., Ando, M., Makinodan, Y., 2002. Total Activity of Transglutaminase at Various Temperatures in Several Fish Meats. *Fisheries Science*, 68, 929-933.
- Vazgecer, B., Ulu H., Oztan A., 2004. Microbiological and Chemical Qualities of Chicken Döner Kebab Retailed on The Turkish Restaurants. *Food Control*, 15 (4), 261-264.
- WHO, 2007. Reducing Salt Intake In Populations, Report of The WHO Forum Technical Meeting.
- Wijngaards, G., Paardekooper, E.J.C. 1988. Preparation of A Composite Meat Product By Means of An Enzymatically Formed Protein Gel. In *Trends in Modern Meat Technology II, Proceedings of The Symposium*, 125–129. The Netherlands, Den Dolder.
- Williams, P.G., 2007. Nutritional Composition of Red Meat. University of Wollongong Research Online. Faculty of Science, Medicine and Health.
- Wolberg, A.S., 2007. Thrombin Generation and Fibrin Clot Structure. *Blood Reviews*. 21, 131–142
- Wu, Y.C. 2002. Development of Sectioned and Formed Meat Products Using Deboned Meats. *Issues in Asian Agriculture 2002-10-01*. Food Fertilizer Technology Center. Taipei.
- Yetişir, R., Karakaya, M., İlhan, F., Yılmaz, M.T., Özalp, B., 2008. Tüketici Tercihini Etkileyen Bazı Piliç Eti Kalite Özellikleri Üzerine Farklı Aydınlatma Programları Ve Cinsiyetin Etkileri. *Hayvansal Üretim*, 49(1), 20-28.
- Yıldırım, Y. 1988. Et Teknolojisi. Yıldırım Basımevi. Ankara.
- Yüksel, Z. Ve Erdem, Y.K., 2008. Gıda Endüstrisinde Transglutaminaz Uygulamaları, 2. Enzimin Gıda Süreçlerinde Kullanım Olanakları, *Gıda (The Journal of Food)*, 33 (3), 143-149

ÖZGEÇMİŞ

ESRA ATILGAN

E-POSTA: esraatilgan45@gmail.com



KİŞİSEL BİLGİLER

T.C. KİMLİK NO	38764853914
YAZIŞMA ADRESİ	Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta
DOĞUM YILI	04.08.1989
DOĞUM YERİ	Samsun/Havza
MEDENİ DURUM	Bekar

EĞİTİM DURUMU

MEZUNİYET TARİHİ	DERECE	ÜNİVERSİTE-FAKÜLTE-BÖLÜM/ANABİLİM DALI
2011-	Yüksek Lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
2007-2011	Lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
2003-2007	Lise	Alaşehir Lisesi

AKADEMİK VE MESLEKİ DENEYİM

KURUM/KURULUŞ BÖLÜM/BİRİM	ŞEHİR	GÖREV	GÖREV DÖNEMİ
Süleyman Demirel Üniversitesi, Gelendost Meslek Yüksek Okulu	Isparta	Öğretim Görevlisi (Görevlendirme)	2013-
Aysan Düğün Salonu	Isparta	Gıda mühendisi	2013
Ayket Gıda	Isparta	Gıda Mühendisi	2011-2012
T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Isparta İl Kontrol Müdürlüğü	Isparta	Zorunlu yaz stajı (30 iş günü)	2010
Süleyman Demirel Üniversitesi Merkez Yemekhanesi	Isparta	Yarı zamanlı Öğrenci	2009
Süleyman Demirel Üniversitesi Kütüphanesi	Isparta	Yarı zamanlı Öğrenci	2008-2009

İLGİ ALANLARI

Et Teknolojisi, Et ve Et Ürünleri, Gıda Bilimi ve Teknolojisi, Ürün Geliştirme, Kalite Kusurları

YABANCI DİL

İngilizce: İyi seviyede mesleki bilgi ve araştırmaları takip edebilecek düzeydedir.

EĞİTİM VE SEMİNERLER

17/07/2013 İş Güvenliği EĞitimi Kursu

22/03/2011 Sunuş Teknikleri ve Etkili Özgeçmiş Oluşturma EĞitim Semineri

22/02/2011 Etkili İletişim ve Beden Dili EĞitim Semineri

20/01/2011 Milli EĞitim Bakanlığı Bilgisayar Kursu Sertifikası

YAYINLAR

1. Kılıç, B., **Atılgan, E.** 2013. Yeniden Yapılandırılmış Et ve Et Ürünleri Teknolojisinde Kullanılan Yöntemler. Gıda Teknolojisi, 17 (10): 44-47.
2. Bilecen,D., Uzuner, U., Mert, N. M., Şimşek, A., **Atılgan,E.**, Kılıç, B. 2013. Yaban Mersini ve Şalgamlık Havuç Ekstraktlarının Doğal Antioksidan Olarak Kullanımının Hamburger Köftelerin Fiziko-Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri. 8. Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara.
3. Kılıç, B. Şimşek, A., Claus, J.R., **Atılgan, E.** 2013. Effect of encapsulated phosphates on lipid oxidation in ground beef and poultry meat during storage. 59th International Congress of Meat Science and Technology. İzmir. Türkiye.
4. Kılıç, B., Şimşek, A., Claus, J.R., **Atılgan, E.** 2014. Encapsulated phosphates reduce lipid oxidation in both ground chicken and ground beef during raw and cooked meat storage with some influence on color, pH, and cooking loss. Meat Science, 97 (1): 93-103. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.01.014.

BİLİMSEL PROJELERDE GÖREV ALMA

1. Tüketime Hazır Et Ürünlerinde Lipit Oksidasyonun İnhibe Edilmesinde Enkapsüle Edilmiş Fosfatların Kullanım İmkânları. TÜBİTAK Projesi, TOVAG-1110261, Bursiyer, 2011-Devam ediyor.
2. Farklı Bağlayıcı Ajanların Kullanımının Et Ürünleri Kalite Parametreleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi, Yardımcı araştırmacı, 2013-Devam ediyor.
3. Konjuge Linoleik Asit İçeriği Zenginleştirilmiş Et Ürünlerinin Geliştirilmesi, KOSGEB AR-GE ve İnovasyon Programı Projesi, Bursiyer, 2011-2013.

REFERANSLAR

Prof. Dr. Birol KILIÇ (Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü)

Doç. Dr. Hakan KULEAŞAN (Süleyman Demirel Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü)