

**T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

**SODYUM LAKTAT VE THYMOL'ÜN
AYNALI SAZAN BALIĞI (*Cyprinus
carpio* L.)'NDAN YAPILAN
KÖFTELERİN BAZI
MİKROBİYOLOJİK, KİMYASAL VE
DUYUSAL NİTELİKLERİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PELİN EROL

2013

ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Oktay BURMA

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez Yüksek Lisans Tezi standartlarına uygun bulunmuştur.



Prof. Dr. Mehmet ÇALICIOĞLU

Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Başkanı

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

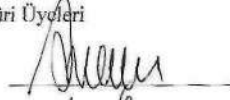
Yrd. Doç. Dr. Osman İrfan İLHAK



Danışman

Yüksek Lisans Sınavı Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Bahri PATIR



Prof. Dr. Hasan Basri ERTAŞ



Prof. Dr. Mehmet ÇALICIOĞLU



Doç. Dr. Gülsüm ÖKSÜZTEPE



Yrd. Doç. Dr. Osman İrfan İLHAK



TEŞEKKÜR

Bu bilimsel çalışmanın planlanmasında ve yürütülmesinde yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Osman İrfan İLHAK'a, çalışmamın laboratuvar analizlerini yürütmem için gerekli imkanları sağlayan Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümü'ndeki hocalarıma ve arkadaşlarıma, çalışmamı maddi açıdan destekleyen Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (FÜBAP) Yönetim Birimi'ne teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmamın her döneminde maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
1. ÖZET	1
2. ABSTRACT	3
3. GİRİŞ	5
3.1. Genel Bilgiler	5
3.2. Su Ürünlerinin Besin Değeri ve İnsan Beslenmesindeki Önemi	7
3.3. Balıklarda Bozulma	11
3.4. Balıklarda Muhafaza Yöntemleri	14
3.5. Sodyum Laktat	16
3.6. Thymol	18
3.7. Balık Ürünleri	20
4. GEREÇ VE YÖNTEM	25
4.1. Gereç	25
4.1.1. Balık	25
4.1.2. Köfte Yapımı İçin Kullanılan Katkı Maddeleri	25
4.1.3. Thymol	25
4.1.4. Sodyum Laktat	25
4.2. Yöntem	26
4.2.1 Deneysel Balık Köftesinin Yapımı	26
4.2.2. Mikrobiyolojik Analizler	27

4.2.2.1. Toplam Mezofilik Aerob Mikroorganizma Sayımı	28
4.2.2.2. Toplam Psikrofilik Aerob Mikroorganizma Sayımı	28
4.2.2.3. Koliform Sayımı	28
4.2.2.4. Pseudomonas spp. Sayımı	28
4.2.2.5. Maya-Küf Sayımı	29
4.2.3. Kimyasal Analizler	29
4.2.3.1. pH Değerinin Tespiti	29
4.2.3.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (Total Volatile Basic Nitrogen=TVB-N) Tayini	29
4.2.3.3. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Tayini	30
4.2.4. Duyusal Analizler	31
4.2.2.4. İstatistiksel Analizler	31
4. BULGULAR	32
5.1. Balık Köftelerinin Buzdolabı Şartlarında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) Muhafazası Esnasında Mikroorganizma Sayılarında Meydana Gelen Değişimler	32
5.1.1. Toplam Mezofilik Aerob Mikroorganizma Sayısı	32
5.1.2. Toplam Psikrofilik Aerob Mikroorganizma Sayısı	36
5.1.3. Koliform Sayısı	39
5.1.4. Pseudomonas spp. Sayısı	42
5.1.5. Maya-Küf Sayısı	45
5.2. Balık Köftelerinin Buzdolabı Şartlarında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) Muhafazası Esnasında Bazı Kimyasal Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler	48
5.2.1. pH, Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) ve Tiyobarbitürik Asit (TBA) Değerleri	48

5.3. Balık Köftelerinin Buzdolabı Şartlarında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) Muhafazası Esnasında

Bazı Duyusal Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler	50
6. TARTIŞMA	52
7. SONUÇ	63
8. KAYNAKLAR	65
9. ÖZGEÇMİŞ	72

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. 2000-2011 yılları arasında Türkiye'nin su ürünleri üretimi	6
Tablo 2. Bazı balık türlerinin besin değeri	9
Tablo 3. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayılarında meydana gelen değişimler (\log_{10} kob/g \pm SD)	34
Tablo 4. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında toplam psikrofilik aerob mikroorganizma sayılarında meydana gelen değişimler (\log_{10} kob/g \pm SD)	37
Tablo 5. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında koliform sayılarında meydana gelen değişimler (\log_{10} kob/g \pm SD)	40
Tablo 6. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında <i>Pseudomonas</i> spp., sayılarında meydana gelen değişimler (\log_{10} kob/g \pm SD)	43
Tablo 7. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında maya-küf sayılarında meydana gelen değişimler (\log_{10} kob/g \pm SD)	46
Tablo 8. Buzdolabında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) muhafaza esnasında balık köftelerinde saptanan pH, TVBN (mg N/100 g) ve TBA (mg malonaldehit/kg) değerleri	49
Tablo 9. Buzdolabında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) muhafaza esnasında köfte örneklerinin duyu analizi sonuçları	51

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Türkiye'nin 2011 yılı su ürünleri üretiminin yüzdesel dağılımı	7
Şekil 2. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayılarında meydana gelen değişimler	35
Şekil 3. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında toplam psikrofilik aerob mikroorganizma sayılarında meydana gelen değişimler	38
Şekil 4. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında koliform sayılarında meydana gelen değişimler	41
Şekil 5. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında <i>Pseudomonas</i> spp., sayılarında meydana gelen değişimler	44
Şekil 6. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında maya-küf sayılarında meydana gelen değişimler	47

1. ÖZET

Bu çalışma, aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L.) balığından yapılan köftelerin bazı mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal özellikleri üzerine thymol ve sodyum laktat'ın tek başlarına ve kombine halde kullanımlarının etkilerini araştırmak amacıyla yapıldı.

Hazırlanan köfte örnekleri altı gruba ayrıldı. Gruplar kontrol, % 1 sodyum laktat, % 0,1 thymol, % 0,25 thymol, % 1 sodyum laktat + % 0,1 thymol ve % 1 sodyum laktat + % 0,25 thymol olacak şekilde hazırlandı. Hazırlanan köfte örnekleri köpük tabaklara yerleştirildi, streç film ile kaplandı ve buzdolabı şartlarında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de) muhafazaya alınarak 0., 4., 6., 8. ve 10. günlerde mikrobiyolojik (toplam mezofilik aerob mikroorganizma, toplam psikrofilik aerob mikroorganizma, koliform, *Pseudomonas* spp. ve maya-küf), kimyasal (pH, toplam uçucu bazik azot ve tiyobarbitürik asit) ve duyusal (lezzet, koku, renk) nitelikleri bakımından incelendi.

Mikrobiyolojik analiz sonuçları, % 1 sodyum laktat ile % 1 sodyum laktat + % 0,25 thymol ilave edilmiş köfte örneklerinin diğer gruplara göre daha uzun muhafaza süresine sahip olduklarını ($p<0,05$), diğer gruplar arasında ise mikrobiyolojik ve muhafaza süresi bakımından bir farklılık olmadığını ($p>0,05$) gösterdi.

Kimyasal analiz sonuçları, kontrol grubu da dahil diğer köfte grupları arasında toplam uçucu bazik azot (TVB-N) ve tiyobarbitürik asit (TBA) değerleri bakımından bir farklılık olmadığını gösterdi ($p>0,05$). pH değeri açısından ise sadece 0. günde hafif bir pH düşüşüne bağlı olarak % 0,1 thymol ile % 1 sodyum

laktat + % 0,1 thymol içeren grupların diğer gruplardan farklı oldukları görüldü ($p<0,05$).

Duyusal değerlendirme sonuçları, kontrol grubu da dahil diğer köfte grupları arasında renk açısından bir farklılık olmadığını gösterdi ($p>0,05$). Koku açısından günlere bağlı olarak gruplar arasında farklılıklar olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Lezzet açısından da, gruplar arasında farklılıklar olduğu ($p> 0,05$), artan thymol konsantrasyonuna bağlı olarak bazı grupların kabul edilemez bir aromaya sahip oldukları görüldü.

Sonuç olarak, balık köftelerine ilave edilen thymol'un mikrobiyel ve muhafaza süresi açısından önemli sayılabilecek bir etki göstermediği, fakat duyusal açıdan ise ürünün nitelikleri üzerine olumsuz etkiye sahip olduğu ortaya konuldu.

Anahtar kelimeler: Sazan balığı, balık köftesi, sodyum laktat, thymol, mikrobiyolojik, kimyasal, duyusal, kalite.

2. ABSTRACT

**Effect of Sodium Lactate and Thymol on Some Microbiological,
Chemical and Sensory Attributes of Fish Balls Made From Carp Meat
(*Cyprinus carpio* L.)**

The present study was carried out to investigate the effects of thymol and sodium lactate, alone or in combination, on some microbiological, chemical and sensory attributes of fish ball made from common carp meat.

Fish ball samples were separated into 6 groups. The groups were assigned as control, 1% sodium lactate, 0.1% thymol, 0.25% thymol, 1% sodium lactate + 0.1% thymol and, 1% sodium lactate + 0.25% thymol. The fish ball samples were placed in foam plates, wrapped with plastic wrap and stored at 4°C, and then, they were analyzed for microbiological (total mesophilic aerobic microorganisms, total psychrophilic aerobic microorganisms, total coliforms, pseudomonas spp., yeast and mold), chemical (pH, total volatile basic nitrogen and thiobarbuturic acid) and sensory (taste, odor and color) attributes on days 0, 4, 6, 8 and 10.

Results of the microbiological analysis indicated that the fish ball samples treated with 1% sodium lactate and 1% sodium lactate + 0.25% thymol have longer shelf-life compared to the other groups ($p < 0.05$), and there was no significant difference among the other groups from microbiological and shelf-life points of view ($p > 0.05$).

Results of the chemical analysis pointed out that there were no significant differences between all the fish ball groups including control group in terms of total volatile basic nitrogen (TVB-N) and thiobarbuturic acid (TBA) values

($p>0.05$). With regard to pH value, it was observed that the fish ball samples treated with 0.1% thymol and 1% sodium lactate + 0.1% thymol were different from the other groups due to a slight decrease in their pH ($p<0.05$).

Results of the sensory evaluations showed that there were no significant differences between all the fish ball groups including control group in terms of color ($p>0.05$), and there were differences between the groups depending on the storage days ($p<0.05$). In point of taste, it was observed that there were differences between the groups, and some groups have an unacceptable aroma depending on the increase in the thymol concentration.

As a result, it was concluded that addition of thymol into the fish ball did not show significant effect on the microbiological quality and shelf-life of the product; however it has a negative effect on the sensory attributes of the product.

Key words: Common carp, fish ball, sodium lactate, thymol, microbiological, chemical, sensory, quality.

3. GİRİŞ

3.1. Genel Bilgiler

Su ürünleri sektörü; deniz ve iç sularda var olan hayvansal ve bitkisel organizmaları içermektedir (1). Su ürünleri yetiştiriciliği, FAO tarafından dünyada en hızlı büyüyen gıda sektörü olarak ifade edilmektedir (2).

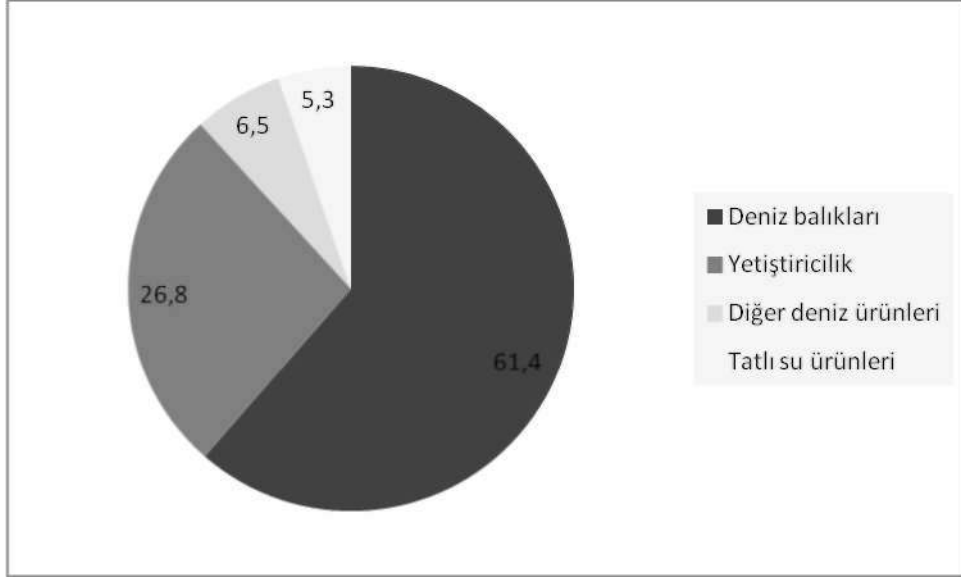
Türkiye, su ürünleri yetiştiriciliği açısından ideal ortama sahip ülkelerden bir tanesidir. Türkiye, üç tarafının denizlerle çevrili bir yarımada olması ve dünyadaki konumu sebebiyle değişik ekolojik nitelikteki 8 333 km'lik bir deniz kıyı şeridine, doğal göletlerle beraber sayıları her gün çoğalan baraj ve göllere sahiptir (3). Türkiye'nin iç su ürünleri üretim alanı 200 adet göl, 206 adet baraj gölü, 953 adet gölet ve 33 adet akarsudan meydana gelmektedir. Göllerin toplam alanı 906 118, baraj göllerin toplam alanı 342 377, göletlerin toplam alanı 15 500 ve denizlerin toplam alanı 24 607 200 hektar olup, ülkenin toplam olarak faydalanabildiği su ürünleri üretim alanı 25 871 195 hektardır (4).

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de su ürünleri üretim miktarı yıllar içerisinde artış göstermiştir. Ülkemizde 2000 ve 2011 yılları arasında avlanan deniz balıkları, diğer deniz ürünleri ve iç su ürünleri ile kültür balıkçılığı (yetiştiricilik) dahil üretilen su ürünleri miktarı Tablo 1'de gösterilmektedir. Ülkemizdeki su ürünleri üretim dağılımı ise Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1. 2000-2011 yılları arasında Türkiye'nin su ürünleri üretimi (3).

YILLAR	ÜRETİM (ton)
2000	582 376
2001	594 977
2002	627 857
2003	587 715
2004	644 492
2005	544 773
2006	661 991
2007	772 323
2008	646 310
2009	622 962
2010	653 080
2011	703 545

Türkiye'de su ürünleri üretiminin ortalama % 83.3'ü denizlerden, % 7'si iç sulardan ve % 9.7'si yetiştiricilikten sağlanmaktadır (5). 2011 yılı üretim dağılımında % 61.4 ile deniz balıklarının ilk sırayı aldığı görülmektedir. Sırasıyla % 26.8 yetiştiricilik, % 6.5 diğer deniz ürünleri ve % 5.3 ile tatlı su ürünleri şeklinde devam etmektedir.



Şekil 1. Türkiye'nin 2011 yılı su ürünleri üretiminin yüzdesel dağılımı (3).

3.2. Su Ürünlerinin Besin Değeri ve İnsan Beslenmesindeki Önemi

Su ürünlerinin insan beslenmesindeki önemi tarih öncesi zamanlara kadar dayanmaktadır. İnsanlar son zamanlara kadar balığın beslenme değerini bilmeyen tüketiciler konumundaydılar. Besin bileşenlerinin incelenmesi ve besin maddelerinin sağlık üzerindeki etkisinin bilinir hale gelmesi ile günümüzde balık, önemli bir protein kaynağı olarak kullanılmaktadır (6).

Su ürünleri insanoğlunun beslenme gereksinimlerini sağlamada önemli bir yere sahiptir. Öyle ki; bu gıda türü gerek sanayideki kullanım alanı gerekse kolay işlenmesi, kurutulmaya ve tuzlanmaya müsait olması açısından çok sayıda insan tarafından tercih edilmektedir. Deniz ürünleri kalori bakımından etle benzer değerdedir. 100 g balık etinde 100 kalori bulunmaktadır. 100 g koyun eti 105, sığır eti 101, kuzu eti 87, dana eti 85 kalori vermektedir. Balıklarda aynı zamanda

çok zengin A, B₁, B₂, D ve K vitaminleriyle fosfor ve kalsiyum bulunmaktadır. Protein bakımından da zengindirler (7).

Balıklar çoğunlukla içinde bulundurdukları yağ miktarına göre %2'den az yağlı olanlar yağsız, %5'ten fazla olanlar ise yağlı balık olarak sınıflandırılmaktadır. Balık etinde yağın büyük bir bölümü trigliseritler olarak bulunmaktadır ki, bu bileşikler 3 molekül yağ asidinin gliserolle yaptığı esterlerdir. Yağ asitleri, yağın doymuşluk seviyesini gösteren farklı uzunluktaki karbon zincirlerinden meydana gelen trigliseritlerdir (8). Doğada doymamış yağ asitleri omega-9, omega-6 ve omega-3 biçiminde olup bunlar oleik, linoleik ve linolenik olarak nitelendirilmektedirler (6).

Yapılan çalışmalarla ağırlıklı olarak balıkla beslenen toplumlarda et ve sebze ağırlıklı beslenenlere oranla ortalama hayat süresinin daha uzun olduğu, saptanmıştır. Ayda 1 ila 3 kez balık tüketen kişilerde kalp hastalığı riski %11 oranında düşerken bu rakam haftada 5 ve daha fazla balık tüketen kişilerde %38 oranında düşmektedir. Aynı zamanda gebelik zamanında balık tüketimi erken doğumu önlemekte ve düşük doğum ağırlığından korumaktadır (9).

Tablo 2'de görüldüğü gibi, diğer etlere göre balıklar yapılarında hemen hemen hiç karbonhidrat içermezler; bundan dolayı da balık etinin enerjisi yağ ve protein içeriklerinden kaynaklanmaktadır. Balıklar, diğer etler gibi protein yönünden zengin besinlerdir, %18–20 oranında protein içermektedirler. Balık eti esansiyel aminoasitlerden zengin olduğu için yumurta, et, süt gibi biyolojik değeri yüksek besinler arasında bulunmaktadır (11).

Tablo 2. Bazı balık türlerinin besin değeri (10).

Tür ismi	Yağ (g/100 g)	Karbonhidrat (g/100 g)	Protein (g/100 g)	Kalori (kal/ 10)
Sazan	7,1	0	18,9	145
Alabalık	2,1	0,06	19,2	101
Çipura	6	0	16	120
Hamsi	5	0	17	115
İstavrit	1	0	17,5	51
Palamut	7,1	0,06	19,2	151
Levrek	0,8	0,07	18,4	56
Ringa	12	0	11	157
Somon	13,6	0,04	19,9	205
Turna	1,6	0	18	59
Ton	20,9	0,06	23,8	290

Balıklar B grubu vitaminlerinden tiamin (B₁), riboflavin (B₂), niasin (B₃), B₆ vitamini (pidoksin), B₁₂ vitaminin ve yağda eriyen vitaminlerden A ve D vitaminlerinin iyi kaynakları olarak kabul edilmektedirler (12).

Balık ve başka deniz ürünleri zengin mineral içerikleri bakımından sağlıklı beslenme modelinde ayrı bir öneme sahiptirler. Çünkü iyot, selenyum gibi balık ve diğer deniz ürünlerinde çok miktarda bulunan mineraller, bu besinlerin haricindeki besinlerin genelinde çok az miktarda bulunmaktadır. Balık ve diğer deniz ürünleri iyodun en zengin kaynaklarıdır (11).

Çeşitli alanlarda gerçekleştirilen bilimsel araştırmalarla, insanların karşı karşıya kaldıkları bir takım hastalıklarda besin maddelerinin ve beslenme alışkanlığının önemli rolü olduğu anlaşılmakta ve insanlar daha bilinçli beslenme gereksinimi duymaktadır. Bu gelişmelere bağlı balık tüketiminin insan sağlığı üzerindeki pozitif etkisini meydana çıkarmak için çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmekte ve deniz ürünlerinde bulunan iki predominant omega 3 yağ asidi eikosopentaenoik asit (EPA) ile dokosaheksaenoik asit (DHA)'in tedavi edici niteliği ile ilgili iddialar araştırılmaktadır. Yapılan son araştırmalarda prematüre bebeklerin dokularındaki DHA seviyesinin, normal sürede doğan bebeklerden daha az olduğu tespit edilmiştir. Beslenmelerinde omega-3 yağ asitleri olmayan bebeklerin görme ve sinir dokularının gelişimi yeterli değildir. İnsan sütündeki omega-3 yağ asidinin, balık tüketen kadınlarda en yüksek, vejetaryenlerde en düşük olduğu ifade edilmektedir (6).

Balık etinin yağ içeriği büyük çeşitlilik göstermektedir. Yalnızca balık türüne göre değil, aynı balık türü içerisinde mevsimsel şartlar, beslenme nitelikleri, suyun tuz oranı ve başka çeşitli etkenler balık etinin içerdiği yağ miktarını büyük ölçüde farklılaştırabilmektedir. Bu sebeple balıkların yağ içerikleri ile ilgili kesin bir miktar söylemek zordur. Fakat balıklar aynı miktardaki sığır, domuz, koyun ya da kümes hayvanlarının etleri ile karşılaştırıldığında çoğunlukla daha az miktarda yağ içermekte ve bu sebeple de genelde düşük yağlı besinler olarak kabul edilmektedirler (11).

Yapılan bir araştırmada (13); günlük 10 g balık yağı tüketiminin sedef hastalığındaki cilt lezyonlarını tedavi ettiği tespit edilmiştir. Çalışmada günlük 3,6

g alınan balık yağının ise 2–3 aylık bir tedavi sonrasında sedef hastalığı şiddetini azalttığı gözlemlenmiştir.

Su ürünlerinin özellikle balık ve balık yağının besleyici nitelikleri başta olmak üzere sağlığı korumada ve çok sayıda hastalığın tedavisinde değerlendirilmesi çok eski dönemlere dayanmaktadır. Osmanlılar 16. ve 18. asırlar arasında balık yağını kırık, çıkık ve burkulmalarda değerlendirmekteydiler. Balık yağının içerdiği A vitamininin gece körlüğü tedavisinde de değerlendirildiği kayıtlarda geçmektedir. Şifa etkisi ile ilgili araştırmalara 1770’li yıllarda İngiltere’de Manchester Hastanesi’nde başlanmıştır. Balık yağının yüksek seviyede romatizma hastası olan bir kadının eklem yerlerine uygulanması ve içirilmesiyle, birkaç hafta içinde hastalığından kurtulması bütün dikkatleri konu üzerine çekmiştir. Almanya’da 1800’lü senelerde balık yağının raşitizm gibi hastalıkların tedavisinde de değerlendirilmesi incelenmiş ve pozitif neticeler elde edilmiştir. Özellikle morina yağının raşitizm tedavisinde, büyüme ve gelişmede kuşkusuz çok önemli bir yeri bulunmaktadır (14).

3.3. Balıklarda Bozulma

Bozulma; gıdaların kokusunda, lezzetinde, görünüşünde ve tekstüründe meydana gelen farklılıklar olarak tanımlanmaktadır. Balıklarda bozulmaya çok sayıda unsur tesir etmektedir. Balıkların türü, şekli, yağ kompozisyonları ve yakalandıkları andaki açlık durumları bu unsurlardan bazılarıdır. Örneğin; yassı balıklar silindirik balıklara, yağlı balıklar yağların süratle okside olması nedeniyle yağsız balıklara ve yakalandığı anda midesi yiyeceklerle dolu olanlar aç olanlara göre çok daha hızlı bir şekilde bozulmaktadırlar (15).

Diğer bütün gıda maddeleri gibi balıklar da zamanla bozulup, insan gıdası olarak değerlendirilemez duruma gelmektedirler. Avlanmanın ardı sıra geçen zamanın süresine ve çevre sıcaklığına bağlı olarak balıklar öncelikle bayatlamakta sonrasında ise kokmaktadırlar. Bu duruma genel olarak "bozulma" adı verilmekte, bunun çeşitli aşamaları tanımlanmakta ve ayırt edilmektedir (16).

Çeşitli balıklar, bozulmaları yönünden birbirlerinden oldukça değişik niteliklere sahiptirler ve bu bozulma balığın türüne bağlı olduğu gibi yakalandığı zamandan itibaren uygulanan işlemlere göre de değişmektedir. Yeni yakalanan balığın muhafazaya alınıncaya kadar geçen zaman ve balığa uygulanan fiziki muamelelerin usulüne göre yapılıp yapılmaması balığın bozulma sürecine etki etmektedir. Aynı zamanda bağırsağı dolu olan balık, bağırsağı boş olana göre daha hızlı bozulmaktadır. Bağırsağı çıkartılmamış balık, bağırsak içeriği mikroorganizmalarla bulaşmadığı halde bağırsaktaki besinlerin parçalanması ve parçalanma ürünlerinin ete difüzyonu sebebiyle kokabilmekte ve bundan dolayı da bozulmaya uğrayabilmektedir (17).

Genellikle balıkların bozulma mekanizmaları üç ana başlık altında toplanabilir (15);

I. Mikrobiyal bozulma,

II. Enzimatik bozulma,

III. Kimyasal bozulma.

Mikroorganizmaların neden olduğu, gıdaların tüketilebilme özelliklerinin kaybolması, bileşim ve karakter niteliklerinin farklılaşımı ile oluşan kayıplara mikrobiyal bozulma adı verilmektedir. Genellikle yeni yakalanan sağlıklı bir balığın eti steril olarak kabul edilmektedir (15).

Balıklarda mikrobiyolojik gelişmeye tesir eden çok sayıda dış ve iç faktörler bulunmaktadır. Dış faktörler; balıkların su ortamında ve çok çeşitli sıcaklıklarda yaşamlarını sürdürmeleri, canlı iken ve işlenmesi sırasındaki çevreden olan kontaminasyon ve mikroorganizmaların gelişmesini sağlayan sıcaklıktır. İç faktörler ise; yüksek su aktivitesine (a_w) sahip olması, post mortem pH'sının yüksek olması (genellikle $pH > 6$), çok fazla miktarda trimetil aminoksit (TMA-O) ve protein tabiatında olmayan azotlu bileşiklerin (NPN) mevcudiyeti, oksidasyon/redüksiyon potansiyeli (Eh) gibi faktörlerdir.

Balıkların bozulması ve tazeliğini yitirmesi çok büyük oranda mikrobiyel kontaminasyon neticesi meydana gelen faaliyetlerle oluşmasına karşın; bağırsaklardan sızan ve aynı zamanda kas dokusunda da var olan endojen enzimler tarafından kontrol edilen otolitik reaksiyonlar da bozulmada rol oynamaktadır (15).

Avlama sonrası çok sayıda balık türünde ATP'nin parçalanması neticesi ete hoş kokuyu veren Inosin mono fosfat (IMP) meydana gelmektedir. Fakat IMP'nin daha ileri seviyede parçalanması ile lezzette de istenmeyen farklılaşmalar meydana gelir (18).

Balıkların bozulmasında otolitik enzim kaynaklı hidroperoksit oluşumunun yanında, kimyasal bozulma olarak nitelendirilen lipid oksidasyonu (oksidatif ransidite) ve enzimatik olmayan esmerleşme olayları da rol oynamaktadır (15).

Lipid oksidasyonu veya oksidatif ransidite; yüksek miktarda çoklu doymamış yağ asitlerini kapsayan balık ve su ürünlerinin besinsel değerinin düşmesine, kalitesinin bozulmasına ve raf ömrünün azalmasına sebep olan en

önemli etkenlerden bir tanesidir (19). Balığın kas dokusunda olan çoklu doymamış yağ asitleri; enzimatik ya da enzimatik olmayan yollarla oksitlenmektedir. Bunun neticesinde oluşan peroksidikaller ve hidroperoksidikallerin uçucu yıkım ürünleri, balık yağlarının acılaştırmasına yol açmaktadır (20).

3.4. Balıklarda Muhafaza Yöntemleri

Balıklar çok çabuk bozulduklarından, bozulmadan uzun süre saklayabilmek için çok çeşitli muhafaza yöntemi kullanılmaktadır. Muhafaza yöntemlerinin temeli, kimyasal ve fiziksel tekstürü mümkün olduğu kadar bozmadan mikroorganizmaları faaliyetten alıkoymaya veya öldürmeye dayanmaktadır (17).

Balıkların avlandıktan sonra hemen tüketilmesi çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Balığın çokça avlandığı mevsimlerde üretim fazlası balıkları konserve amaçlı saklamak ve balığın az olduğu zamanlarda da bunları piyasaya sunmak mümkündür. Balık muhafazası çeşitli yöntemlerle olmaktadır. Bunlar (21):

- i. Soğutma**
- ii. Dondurma**
- iii. Kurutma**
- iv. Dumanlama**
- v. Tuzlama**
- vi. Marinasyon**

Tüm bu yöntemlerin amacı balıkları olduğu gibi uzun süre muhafaza etmek ve dışarıdan gelecek mikroorganizmalara engel olmak amacıyla belirli bir zaman için balık etlerini muhafaza etmektir (21).

İlk çağlardan günümüze kadar ulaşan süreç içerisinde deniz ürünlerinin, özellikle balıkların muhafazasında uygulanan yöntemler arasında, kurutma ve dumanlama suretiyle yapılan uygulamanın yanı sıra gelişmiş teknolojinin olanakları ile araştırılıp geliştirilen yeni metotlar da kullanılmaktadır. Buna karşın halen uygulanan yöntemler arasında, en ilkel yöntemlerle gerçekleştirilen muhafaza da bir gelenek olarak devam etmektedir (22).

Son yıllarda tüketiciler arasında, gıdalarda bozulma meydana getiren mikroorganizmaların gelişimini engellemek ve ürünün raf ömrünü uzatmak amacıyla kullanılan kimyasal koruyucu maddelere karşı artan bir endişe söz konusudur. Bu yüzden, tüketicilerin daha az teknolojik işlem görmüş ve doğal koruyucu maddeleri içeren ürünlere talebi artmaktadır (23, 24) Gıdaların taze bir şekilde muhafaza edilebilmesi için doğal katkı maddelerinin, özellikle de organik asitler ve esansiyel yağların kullanımı yaygın hale gelmiştir. Gerek sağlık endişeleri gerekse tüketicinin talebi bilim dünyasında organik asitler, bitkiler ve bunlardan elde edilen esansiyel yağların antibakteriyel etkileri üzerine çalışmaların hız kazanmasına sebep olmuştur. Bitkilerden elde edilen bazı esansiyel yağlar ve bileşenleri eski çağlardan beri gıdalara lezzet ve aroma kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır ve bu esansiyel yağların pek çoğunun çeşitli mikroorganizmalara karşı antibakteriyel etkiye sahip olduğu günümüzde kanıtlanmıştır (23-32).

3.5. Sodyum Laktat

Sodyum laktat doğal L(+) laktik asidin tuzudur. Kimyasal yapısı $\text{CH}_3\text{CHOHCOONa}$, molekül ağırlığı ise 112.07 g'dir. Şekerin kontrollü fermentasyonu neticesinde sağlanmaktadır. Sıvı veya katı halde bulunmaktadır. İlave edildiği ürünlerde pH değerini azaltmamakta fakat su aktivitesini düşürmektedir. Hafif tuzlu bir tada sahiptir ve sodyum klorüre oranla % 50 daha az sodyum içermektedir. Çok higroskopiktir. Et ve tavuk ürünlerinde lezzet düzenleyici (adjuvan olarak), pişme verimini artırıcı olarak değerlendirilmektedir (33).

Sodyum-laktat, GRAS (Generally recognised as safe) listesinde bulunmaktadır. Tatlı değildir ve düşük kalori değerine sahiptir. Emülsifier, lezzet zenginleştirici, lezzet verici, su tutucu ve pH kontrol ajanı olarak bilinmektedir. GRAS olması, insan ve hayvan sağlığı bakımından herhangi bir tehlikesinin olmaması ve basit bir şekilde metabolize edilebilir nitelikte olması nedeniyle çok geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır (33). Mikrobiyal gelişmeyi engellemek ve ürünün raf ömrünü uzatmak amacıyla çeşitli gıdalara direk olarak katılmalarına izin verilmiştir (34-37).

Sodyum laktat, suyu bağlama özelliği olan bir tuzdur. Dolayısıyla, gıdaya eklendikleri zaman serbest suyu bağlama ve mikroorganizma gelişmesini inhibe edici etkileri bulunmaktadır. Teorik olarak; sodyum-laktat, mikroorganizmaların lag fazını uzatmakta ve generasyon zamanını ciddi bir biçimde azaltmaktadır (38). Sodyum laktatın antimikrobiyel etkisi iki ana etkenin birleşimi ile gerçekleşmektedir. Bunlardan ilki; sodyum-laktat ilavesi ile ürünün su aktivitesinin azaltılması ve bu yöntemle mikroorganizma üremesinin

önlenmesidir. İkincisi ise; laktat iyonlarının spesifik antimikrobiyel etkisidir (39).

Sodyum laktat gıdalarda başlıca aşağıda belirtilen nitelikleri sebebiyle değerlendirilmektedir (40):

- Doğal bir koruyucu maddedir.
- Ürünlerin dayanıklılık sürelerini uzatmaktadır.
- Patojen bakterileri kontrol altında tutmaktadır.
- Ürünlerin tadında iyileşme sağlamaktadır.
- Su tutma kapasitesini yükseltmektedir.
- Renk ve tat üzerine olumsuz etki göstermemektedir.

Sodyum laktatın et ürünlerinde su tutma kapasitesini de yükselttiği ve pişirilmiş ürünlerde sızma ile olan kayıpları minimuma indirdiği ifade edilmektedir. Bu işlevini; miyofibriler proteinlerin çözünürlüğünde artış sağlamak için sistemin iyonik dayanıklılığını yükselterek, taze et ürünlerinde tamponlama kapasitesini çoğaltarak ve yumuşaklık sağlayıcı nitelikleri çoğaltarak gerçekleştirdiği ifade edilmektedir (39).

Laktatların antimikrobiyel etkinliği üzerine yapılmış pek çok çalışma mevcuttur (39-45). Gerçekleştirilen bazı araştırmalarda sodyum laktatın gıda maddelerini patojenik kontaminantlardan koruyucu niteliğinin diğer koruyucu ajanlarla kombine kullanılması durumunda daha da yüksek olabildiği gösterilmiştir.

Sodyum laktat bakterilerin üremesini inhibe etmekte, lag fazını uzatmaktadır. Laktatların et ve balık ürünlerinde özellikle *Enterobacteriaceae*, *Listeria monocytogenes* ve *Clostridium botulinum* üzerindeki inhibe edici

nitelikleri çok sayıda araştırma ile ifade edilmektedir. Laktatlar özellikle *Listeria monocytogenes* ve *Clostridium botulinum* üzerine inhibe edici niteliğe sahiptir (46).

Sallam (47), dilim somon balıklarını ayrı ayrı %2,5 oranında sodyum-asetat, sodyum sitrat ve sodyum laktat ile muamele etmiş ve kontrol grubu ile karşılaştırmıştır. Buna göre koruyucuların etki sırası sodyum sitrat, sodyum asetat ve sodyum laktat olarak bulunmuştur. Nykänen ve ark., (43), temizlenmiş, soğuk tütsü uygulanmış gökkuşığı alabalıklarına %3,6'lık sodyum-laktat solüsyonu enjekte etmiş ve vakum paketleyerek 3°C'de 30 gün boyunca muhafaza etmişlerdir. Çalışmalarında, muhafaza süresince genel canlı mikroorganizma sayısının $7 \log_{10}$ kob/g'ı aşmadığını bildirmişlerdir.

3.6. Thymol

Doğada özellikle Labiatae grubundan çeşitli bitkilerin uçucu yağlarında yer almaktadır. Thymol, kekik esansiyel yağının en önemli bileşeni olarak ifade edilmektedir (48). Thymol (5-methyl-2- isopropylphenol) monoterpenler grubu bileşikler arasında sınıflandırılan bir bitkisel bileşiktir. Thymol'ün en çok bilinen ve üzerine en çok araştırma yapılmış niteliği antimikrobiyel etkileridir. Ağızda bulunan bakterilere karşı güçlü bakteri öldürücü (bakterisit) etkisinden dolayı ağız temizlik ürünlerinde değerlendirilmektedir. Thymol sahip olduğu hoş kokusu ile kozmetik alanında ve yemeklere lezzet katmak için baharat olarak da değerlendirilmektedir. Thymol yüksek oranda fenol bileşiği içerdiği için fitofarmakolojik ürünlerde ve antibiyotik niteliklere sahip olduğu için ev hayvanlarının besinlerinde kullanımı önem kazanmaktadır (49).

Thymol, kekiğe kokusunu veren ve antioksidan nitelik katan fenolik bir bileşiktir ve gıda katkı maddesi olarak Avrupa Birliği tarafından kullanımına izin verilmiştir. İnsan sağlığı üzerinde hiç bir şekilde negatif etkisi bulunmamaktadır (23,24). Düşük konsantrasyonlarda aroma ve lezzet üzerine de etkili olabilmektedir (29,50). Antimikrobiyel niteliklerini işlevsel hidroksil grupları ve yüksek redoks potansiyelleri sayesinde göstermektedirler. Bunlar, patojen mikroorganizmaların hücre içerisindeki protonlarının hücre dışı sıvısına geçişini arttırarak, aynı zamanda onların hücre membranlarını parçalayarak ölmelerine neden olmaktadır. Gıda bileşenleri ve diğer katkı maddeleri ile sinerjistik etki gösterdiği de bilinmektedir (29).

Bir fenol türevi olan thymol bakteri, maya ve küflerde antimikrobiyel tesire sahiptir. Kuvvetli bir antiseptik ve antifungal olan *Thymus vulgaris L.*'nin uçucu yağ bileşenlerinden olan thymolün fenollere göre 30 kat daha fazla antiseptik etkisi ve 4 kat daha az toksik etkisi saptanmıştır. Thymol, *in vitro* şartlarda *Salmonella* spp. ve *E. coli* gibi *Enterobacteriaceae*'a karşı antibakteriyel özelliğe sahiptir. Bagamboula ve ark. (51), kekik, fesleğen esansiyel yağı ve onların temel bileşenleri olan *thymol*, *p-cimen*, *carvacrol*, *linalol* ve *estragol*'ün antimikrobiyel etkisini *agar difüzyon* yöntemi kullanarak araştırdıkları bir çalışmada; kekik esansiyel yağı, thymol ve carvacrolun *Shigella* spp.'e karşı inhibisyon etki gösterdiğini rapor etmişlerdir. Tippayatun ve Chonhenchob (52) yaptıkları araştırmada; thymol, eugenol ve nisin'in *E.coli*, *S.aureus*, *B.cereus* ve *L. monocytogenes* suşlarına karşı antimikrobiyel aktivitesini MIC (Minimum Inhibitory Concentration) testi ile karşılaştırmışlar ve thymol'un eugenol ve nisin'e göre daha fazla antimikrobiyel etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Thymol'un interlökinler, lökotrienler ve prostanooidler gibi inflamatuvar metabolitlerin salınımını düşürerek kuvvetli bir anti inflamatuvar etkisinin olduğu ortaya konmuştur (53,54).

Belhattab ve arkadaşları (55), Cezayir'de yetişen *Oreganum glandulosum* türünün içeriğinde yüksek oranda thymol bulunduğunu, Sari ve arkadaşları (56) da aynı türün kuvvetli bir antioksidan aktivite ve *E.coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*, *E. hirae*, *C. albicans*, *C. tropicalis* gibi bakteri ve funguslara karşı antimikrobiyel aktivite gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Yanishlieva ve arkadaşları (57) yapmış oldukları çalışmada, thymol'un lipidlerde carvacrol'den daha iyi bir antioksidan olduğunu saptamışlardır. Bu durumun thymol'un fenolik grubunun farklı yerleşiminden olduğunu iddia etmektedirler.

Timol içeren esansiyel yağların önemli derecede antioksidatif, antibakteriyel ve antifungal aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (25, 26, 30, 31, 51, 58-60). Bu fenolik bileşikler mikrobiyel membranı parçalamada beceriklidirler. Mikroorganizmaların sitoplazma membranlarına yapısal ve işlevsel hasarlarının fenolik bileşiklerin ana faaliyet mekanizması olduğu düşünülmektedir (61).

Kykkidou ve arkadaşları (62), 4°C'de aerobik şartlarda kılıçbalığı filetolarına %0,1'lik kekik esansiyel yağı ekleyerek yaptıkları çalışmada kılıçbalığı filetolarının raf ömürlerinin 5 gün uzadığını bildirmişlerdir.

3.7. Balık Ürünleri

Hızla artan nüfusa paralel olarak insanoğlunun besin ihtiyacı da artmaktadır. Su kaynakları dünyanın artan besin ihtiyacını karşılamak için oldukça

önemli bir potansiyele sahiptir. Su kaynakları içerisinde ilk sırada yer alan balık, düşük kolesterol, yüksek değerli protein ve uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri (omega 3) içermesi bakımından besleyici değeri oldukça yüksek bir gıda kaynağıdır (63-66). Ülkemizde şehirleşme ve sanayileşmenin artması ve çalışma koşullarının da zorlaması sonucu, özellikle çalışan insanlar kullanımı pratik ve servise hazır gıdalara büyük rağbet göstermektedir. İşlenmiş ürünlere karşı oluşan bu ilgiden, su ürünleri de yeterince payını almaktadır. Dumanlanmış, konserve edilmiş, lakerda ve marinata işlenmiş ve kızartılmış, pişirilmiş balık ürünleri bir başka hazırlama işlemi gerekmeden tüketilmeye hazır olan ürünlerdir. Temizlendikten sonra ambalajlanıp, soğukta ya da dondurarak saklanmış balık ürünleri ise pişirilmeye hazır ürünlerdir. Balıktan elde edilen işlenmiş ürünler arasında tütsülenmiş balık, balık sosisi, salamı ve sucuğu, balık burgeri, balık krakeri ve balık köftesi gibi çeşitli ürünler bulunmaktadır (67-76). Bu ürünlerden bazıları tüketime hazır olmasının yanı sıra damak zevki ve sofraları çeşitlendirmesi sebebiyle de tercih edilmektedir. Günümüzde artık insanlar alışılmış tarzda bir tüketim yerine yeni tatlar ve çeşnili sofralar arayışı içerisinde girmişlerdir.

Balık kıyması, balıkların işlenmiş ürünler biçiminde değerlendirilme şekillerinden biridir. Balık kıymasından faydalanma fikri çok sayıda soruna cevap sağlamıştır. Özellikle, kılçıklı oldukları için yeterince pazar bulamayan çok sayıda balık türlerinin, trol avcılığı sonunda ekonomik değeri düşük olduğu için genellikle ölü olarak suya geri atılan küçük balık ya da kabukluların, ekonomik değeri az olan balık türlerinin değerlendirilmesi için uygun bir üründür. Ayrıca, bazı balıklarda fileto ayrımı sonrası iskelet üzerinde kalan yenilebilir et

parçalarının da sıyrılarak balık kıyması gibi işlenmiş ürünlere dönüştürülmesi, bu balıkların daha iyi bir değerlendirilmesine fırsat vermiştir (77).

Günümüzde balık kıymasından sağlanan ürünler yalnızca Japonya'da değil başka çok sayıda ülkede balıklardan sosis, salam ve köfteler, balık krakerleri ve cipsler elde edilmesinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda kanatlı etleri ve kırmızı etlerle farklı oranlarda balık kıyması karıştırılarak sosis ve salam üretimi gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de gerçekleştirilen, ekonomik değeri düşük olan çapak (*Abramis brama*), pullu ve aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L.) balıkları değerlendirilerek balık sosisi elde edilmiştir. Uygulanan duyusal değerlendirmeler neticesi sosilerin lezzet, koku ve renk yönüyle iyi ve Türk halkının zevkine uygun nitelikte olduğu tespit edilmiştir (78).

Servise hazır gıdalar arasında yer alan ürünlerden birisi de balık köftesidir. Balık köftesi genellikle, balık etinin temizlenip, haşlandıktan sonra kıyma haline getirilmesi ve baharat ilavesi ile çeşnilendirilerek elde edilen balık ürünü olarak ifade edilmektedir. Balık köftesi yapımında kullanılan balık türleri arasında işkine, köpekbalığı, berlam, çaça, sardalya, istavrit, gümüş, berber balığı, ıskarmoz, palamut, sudak, uskumru, alabalık, hamsi, karabalık gibi türler bulunmaktadır (79). Ülkemizde bol miktarda bulunan, fakat duyusal özellikleri bakımından deniz balıklarıyla rekabet şansı az olan aynalı sazan balıklarının, farklı işleme teknikleri ile köfteye çevrilerek değerlendirilmesi ve sevilerek tüketilen bir ürün haline getirilmesi üzerine de çalışmalar yapılmıştır (50, 73, 77).

Gökoğlu (80) tarafından yapılan bir çalışmada, balık köftesinin 4°C'de muhafazası sırasında kalite değişimlerinin incelenmesi ve muhafaza süresinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda balık köftesi

örneklerinin 4°C'de 8. güne kadar iyi kalite özelliğini koruduğu ve 10 günlük depolamadan sonra bozulmuş nitelik kazandığı tespit edilmiştir. Fakat çalışmada mikrobiyolojik analiz yapılmamış, depolama süresi sadece kimyasal parametreler yönünden değerlendirilmiştir.

Son yıllarda tüketicilerin gıda maddelerinde kullanılan kimyasal koruyuculardan ziyade doğal koruyuculara olan talebi artmıştır. Gerek sağlık endişeleri gerekse tüketicinin talebi bilim dünyasında bitkiler ve bunlardan elde edilen esansiyel yağların antioksidan ve antibakteriyel etkileri üzerine çalışmaların hız kazanmasına sebep olmuştur. Yukarıda da bahsedildiği gibi yapılan pek çok çalışma esansiyel yağların antioksidan ve antimikrobiyel etkinliğe sahip olduğunu, balık ve ürünlerinin raf ömrünün bu bileşiklerle uzatılabileceğini ortaya koymaktadır. Her ne kadar bu bileşiklerin antimikrobiyel ve antioksidan etkileri gıda maddelerinin raf ömrünü uzatmakta etkili olsa da, kullandıkları konsantrasyon ölçüsünde ürüne tat, aroma ve koku vermeleri kaçınılmazdır (23, 81). Mexis ve ark. (82), esansiyel yağların güçlü koku ve lezzet vermelerinden dolayı kullanımlarının sınırlı olduklarını bildirmişlerdir. Bu yüzden esansiyel yağların diğer muhafaza yöntemleri (düşük ısı, düşük doz radyasyon, modifiye atmosfer gibi) ile birlikte düşük dozlarda kullanılmalarını önermişlerdir.

Bu çalışma, balık köftelerinin bazı mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerine thymol ve sodyum laktat'ın tek başlarına ve kombine halde kullanımlarının etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Yüksek dozlarda kullanılan esansiyel yağların ürünün tat ve aroması üzerine verdiği olumsuz özellikler dikkate alınarak düşük konsantrasyonda (% 0,1 ve % 0,25) thymol, yine düşük konsantrasyonda (%1) sodyum laktat ile kombine edilmiş ve bu iki

maddenin balık köftelerinin mikrobiyolojik, kimyasal ve duysal özellikleri üzerine sinerjistik bir etki gösterip göstermediklerini belirlemek amacıyla yapıldı.

4. GEREÇ VE YÖNTEM

4.1. Gereç

4.1.1. Balık

Çalışmanın materyalini oluşturan aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L.) balıkları Elazığ balık pazarından temin edildi. Her bir tekrarda, tanesi ortalama 3-4 kg ağırlığa sahip 2-3 adet aynalı sazan balığı (*Cyprinus carpio* L.) kullanıldı. Çalışma üç tekrar olarak gerçekleştirildi.

4.1.2. Köfte Yapımı İçin Kullanılan Katkı Maddeleri

Köfte yapımında kullanılan tuz, zeytinyağı, kimyon, yenibahar, karabiber, kırmızı biber ve un marketlerden temin edildi.

4.1.3. Thymol

Sigma firmasından temin edilen, saflığı >99.5 olan kristal formdaki thymol kullanıldı. Thymol içeren gruplara ilave edilecek olan thymol miktarı 1 ml zeytinyağı içerisinde eritilerek gruplara ilave edildi.

4.1.4. Sodyum Laktat

Sigma firmasından temin edilen, %50 konsantrasyonda sıvı Sodyum DL-Laktat kullanıldı.

4.2. Yöntem

4.2.1 Deneysel Balık Köftesinin Yapımı

Balıkların derileri yüzüldükten sonra filetoları çıkarıldı ve etin kılçıktan ayrılması için kaynar suda 5-6 dakika haşlandı. Et kılçıklarından temizlendikten sonra elle yoğrularak balık kıyması haline getirildi. Balık köftesinin hazırlanmasında kullanılan balık kıyması ve katkı maddelerinin yüzde (%) oranları aşağıda belirtildiği gibi kullanıldı;

Balık kıyması	%87
Haşlanmış patates	%5
Rendelenmiş soğan	%1,8
Tuz	%1,6
Kıyılmış maydanoz	%1,4
Zeytinyağı	%1
Un	%0,6
Kimyon	%0,4
Toz kırmızı biber	%0,4
Toz karabiber	%0,4
Yenibahar	%0,4

Tüm katkı maddeleri ve balık kıyması homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra karışım aşağıda belirtildiği şekilde 6 gruba ayrıldı.

- (1) Grup 1: Kontrol
- (2) Grup 2: %1 sodyum laktat (v/w)

- (3) Grup 3: %0,1 thymol (w/w)
- (4) Grup 4: %0,25 thymol (w/w)
- (5) Grup 5: %1 sodyum laktat (v/w) + %0,1 thymol (w/w)
- (6) Grup 6: %1 sodyum laktat (v/w) + %0,25 thymol (w/w)

Kontrol grubu hariç diğer gruplar için, içlerine ilave edilecek sodyum laktat, thymol veya her 2 maddenin kombinasyon miktarı kadar köfte gram olarak alınarak yerine bu maddeler ilave edildi. Kontrol grubu için ise, gram olarak %1 olacak şekilde köfte örneği çıkarılarak yerine aynı miktarda (ml olarak) steril distile su ilave edildi. Bu şekilde köfte formülasyonundaki değişimler minimum düzeyde tutulmaya çalışıldı. Sonra her bir deneme grubundan tanesi yaklaşık 25-30 g ağırlığında olan köfte örnekleri hazırlandı.

Hazırlanan köfte örnekleri porsiyonlar halinde köpük tabaklara yerleştirilerek üzerleri streç film ile kapatıldı ve $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazaya alındı. Köfte örnekleri üretimden hemen sonra (0. gün) ve soğuk muhafazanın 4., 6., 8. ve 10. günlerinde bazı mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikleri bakımından analiz edildi.

4.2.2. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler için her gruptan 10 g balık köftesi örneği steril stomacher poşetlerine tartıldı. Üzerine 90 ml %0.1'lik steril pepton water solüsyonu eklenerek homojenizatörde (Bagmixer Stomacher 400™) 1 dk homojenize edilerek 10^{-1} 'lik dilüsyonu hazırlandı. Bu dilüsyondan aynı seyrelticiyi kullanmak suretiyle 10^{-7} 'ye kadar desimal dilüsyonlar hazırlandı. Bu

sulandırmalardan genel ve selektif besiyerlerine petri dökme yöntemiyle ekimler yapıldı. Ekimi yapılan petriler inkübe edildikten sonra 30-300 adet koloni içeren petriler değerlendirmeye alındı (83).

4.2.2.1. Toplam Mezofilik Aerob Mikroorganizma Sayımı

Toplam mezofilik aerob mikroorganizmaların sayımında besiyeri olarak Plate Count Agar (LAB M™) kullanıldı. Ekimi yapılan petriler $35\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 48 saat inkübe edildikten sonra değerlendirildi (83).

4.2.2.2. Toplam Psikrofilik Aerob Mikroorganizma Sayımı

Toplam psikrofilik aerob mikroorganizmaların sayımında besiyeri olarak Plate Count Agar (LAB M™) kullanıldı. Ekimi yapılan petriler $7\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 10 gün inkübe edildikten sonra değerlendirildi (83,84).

4.2.2.3. Koliform Sayımı

Koliform sayımında besiyeri olarak Violet Red Bile Agar (LAB M™) kullanıldı. Ekimi yapılan petrilerin üzerine aynı besiyeri kullanılarak ikinci bir kat besiyeri döküldü. Petriler $30\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 24 saat inkübe edildikten sonra değerlendirildi (84).

4.2.2.4. *Pseudomonas* spp. Sayımı

Pseudomonas spp. sayımı için, içerisine *Pseudomonas* CFC supplement (Merck™) ilave edilmiş *Pseudomonas* Selective Agar (Merck™) besiyeri kullanıldı. Petri plaklarına dökme yöntemiyle ekim yapıp $25\pm 1^\circ\text{C}$ 'de 48 saat

inkübe edildi. İnkübasyon sonunda oluşan kolonilerden 7 adet rastgele seçilerek oksidaz testi (Bactident Oxidase strips™) yapıldı. Oksidaz testi sonucunda oksidaz pozitif olan kolonilerin sayısına göre petrideki diğer kolonilerin sayısı hesaplandı (83).

4.2.2.5. Maya-küf sayımı

Örneklerdeki maya ve küf sayımı için Rose Bengal Chloramphenicol (RBC) Agar besiyeri (Merck™) kullanıldı. Plaklar $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 5 gün inkübe edildikten sonra değerlendirildi (83).

4.2.3. Kimyasal analizler

4.2.3.1. pH değerinin tespiti

Örneklerin pH değerleri, pH metre (Selecta pH 2001™) ile saptandı. Balık köfte örneklerinden 10 g alınıp 100 ml distile suyla 1 dakika süreyle homojenizatörde parçalandıktan sonra ölçümü yapıldı (85).

4.2.3.2. Toplam uçucu bazik azot (Total Volatile Basic Nitrogen=TVB-N) tayini

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) tayini, Varlık ve ark. (86)'nın bildirdiği yöntemine göre yapıldı. Homojenize edilmiş örnekten 10 g tartılarak Kjeldahl cihazının tüpüne aktarıldı. Üzerine yaklaşık 1 g magnezyum oksit (MgO) ve 100 ml distile su ilave edildi ve tüpler Kjeldahl cihazına yerleştirildi. Bir erlenmayer içerisine 10 ml % 3'lük borik asit, 8 damla taşıro indikatörü (metilen kırmızısı) ve ortalama 100 ml distile su ilave edilerek Kjeldahl destilasyon

sistemine yerleştirildi ve balon içindeki su kaynamaya başladıktan sonra erlende 200 ml destilat toplanıncaya kadar destilasyon yapıldı. Erlen içerisinde toplanan destilat 0,1 N HCl ile titre edildi. Titrasyon sonunda harcanan asit miktarı tespit edilerek TVB-N değeri aşağıdaki formülle hesaplandı.

$$\text{mg TVB-N/100 g} = A \times 1.4 \times 100 / B$$

A= ml olarak harcanan 0,1 N'lik asit miktarı

B= Örneğin tartım ağırlığı

4.2.3.3. Tiyobarbitürik asit (TBA) tayini

Tarladgis ve ark., (87)' nın bildirdiği yöntemle yapıldı. Bu amaçla, homojenize edilmiş 10 g örnek tartılarak Kjeldahl cihazının tüplerine aktarıldı. Daha sonra örneğin üzerine 97,5ml distile su ve 2,5ml (1:2)'lik HCl çözeltisi ilave edilerek destilasyon işlemine geçildi ve 200 ml destilat elde edilinceye kadar kaynatılmaya devam edildi. Kaynatma işleminin sona ermesinin ardından destilat karıştırılarak 5 ml' si cam kapaklı deney tüpüne yerleştirildi. Üzerine 5ml TBA reaktifi (Merck) ilave edilerek tüpün kapağı kapatılıp, bir vorteks kullanılarak karıştırıldı. Kör için ise bir başka deney tüpüne 5 ml TBA reaktifi ve 5 ml distile su ilave edilerek kapağı kapatılıp yine vorteksle karıştırıldıktan sonra, tüpler kaynayan su banyosunda 35 dakika tutulup, soğumaya bırakıldı. Daha sonra spektrofotometre tüplerine aktarılarak 538 nm dalga boyunda optik dansitesi köre karşı okundu. Elde edilen dansite değeri 7,8 ile çarpılarak 1000 g örnekteki mevcut malonaldehit miktarı mg olarak saptandı.

4.2.4. Duyusal analizler

Duyusal analizler, Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı öğretim elemanları tarafından yapıldı. Aynı tavalarda pişirilmiş olan 6 grup örnek panelistlere sunuldu. Ürünler renk, görünüş, koku, gevreklik, lezzet, genel beğeni düzeyi bakımından 0 ile 5 arası puana göre (5=çok iyi, 4=iyi, 3= normal, 2=kötü, 1=çok kötü) değerlendirildi.

4.2.2.4. İstatistiksel analizler

Mikrobiyolojik, kimyasal ve duyusal analizlerden elde edilen tüm veriler SAS (SAS Institute, Cary, NC™) programı kullanılarak istatistiksel analize tabi tutuldu. Çalışmadan elde edilen mikrobiyolojik değerler \log_{10} kob/g'a çevrildikten sonra, tekrar sayısı X uygulama grupları X örnekleme günleri arasında üçlü değişkenler arası interaksiyonlar yönünden varyans analizine tabi tutuldu. General Linear Model prosedürlerine göre en düşük kareler ortalamaları Fisher's Least Significant Difference (LSD) testi kullanılarak ayrıştırıldı ve önem seviyesi %5 ($p<0.05$) olarak kabul edildi.

5. BULGULAR

5.1. Balık Köftelerinin Buzdolabı Şartlarında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) Muhafazası Esnasında Mikroorganizma Sayılarında Meydana Gelen Değişimler

5.1.1. Toplam Mezofilik Aerob Mikroorganizma Sayısı

Köfte örneklerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında içerdikleri toplam mezofilik aerob mikroorganizma (TMAM) sayılarındaki değişimler Tablo 3 ve Şekil 2'de verilmiştir.

Köfte yapımında kullanılan çiğ filetonun ortalama toplam mezofilik aerob mikroorganizma (TMAM) sayısı $3,55 \log_{10}$ kob/g seviyesinde tespit edildi. Köfte yapımını takiben yapılan (0. gün) mikrobiyolojik analizlerde ise TMAM sayısının tüm köfte gruplarında yaklaşık $1 \log_{10}$ arttığı tespit edildi.

Genel olarak, TMAM sayılarının muhafaza süresince artış gösterdiği tespit edildi. Sadece %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren grubun 6. gün TMAM sayısının 4. günden çok az düşük olduğu görüldü. Kontrol grubu, %0,1 ve %0,25 thymol içeren örnekler ile %1 sodyum laktat + %0,1 thymol içeren örnekte muhafazanın 6. gününde TMAM sayısı $7 \log_{10}$ kob/g seviyesinin üzerine çıktı. %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren örnekte 8. gün, %1 sodyum laktat içeren örnekte ise muhafazanın 10. günü $7 \log_{10}$ kob/g seviyesini aştığı tespit edildi. Thymol'un TMAM sayısı üzerine etkisi incelendiğinde, kontrol grubu ile %0,1 ve %0,25 thymol ilave edilen gruplar arasında istatistiksel açıdan bir farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Aynı şekilde, %1 sodyum laktat + %0,1

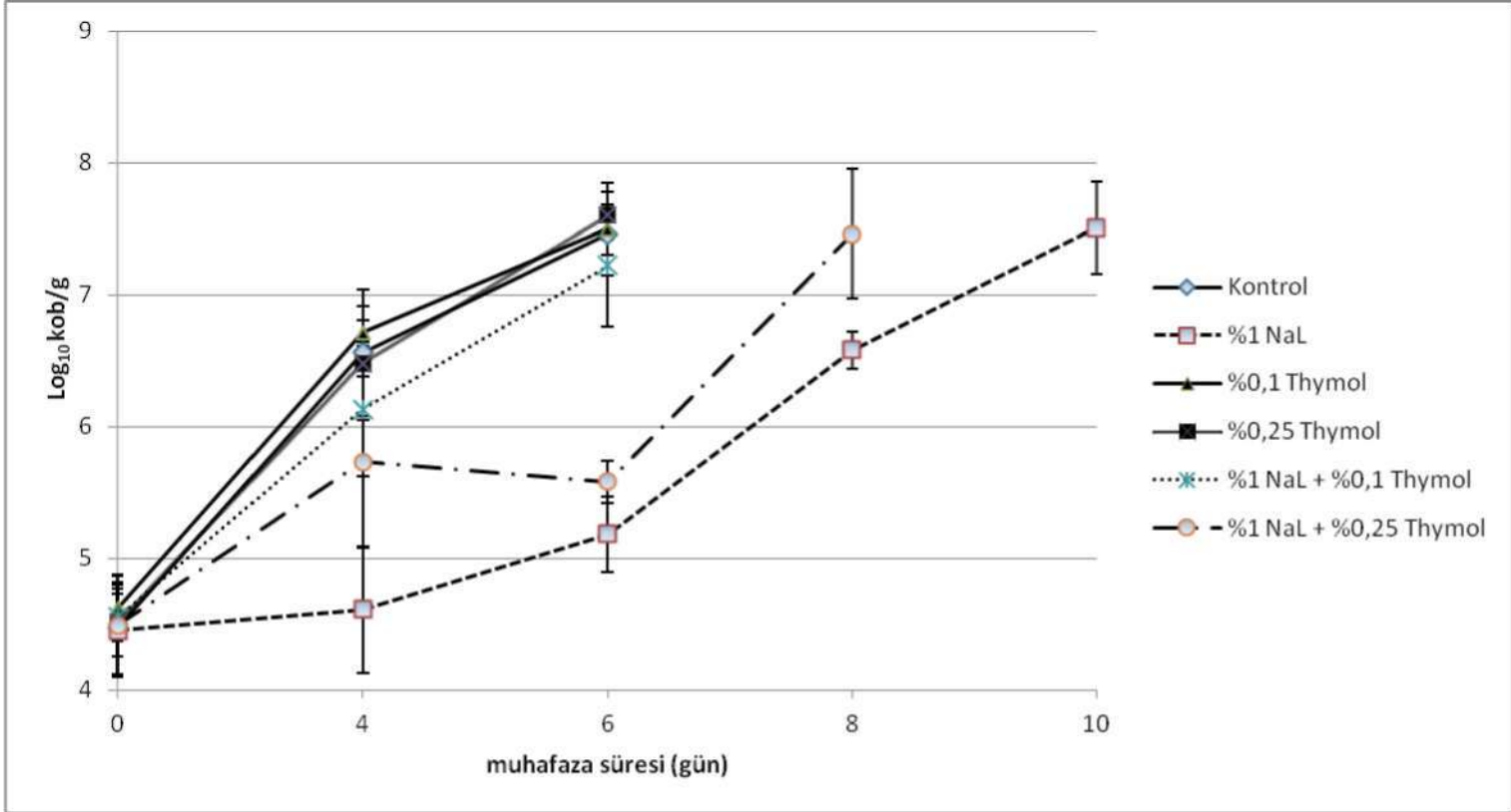
thymol kombinasyonu da istatistiki açıdan kontrol grubundan farklı bulunmadı ($p>0,05$). Muhafazanın ilk 4 gününde, %1 sodyum laktat + %0.25 thymol kombinasyonu içeren grup kontrol grubundan farklı bulunmazken muhafazanın 6. gününde aralarında fark olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Sadece %1 sodyum laktat içeren grubun TMAM sayısı muhafaza süresince kontrol grubu ve sadece thymol içeren gruplardan farklı bulundu ($p<0,05$).

Tablo 3. Balık köftelerinin 4 ± 1 °C’de muhafazası esnasında toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayılarında meydana gelen değişimler (\log_{10} kob/g \pm SD)

Fileto	Grup	Muhafaza süresi (gün)				
		0	4	6	8	10
3,55 \pm 0,22	Kontrol	4,47 ^a \pm 0,35	6,56 ^a \pm 0,48	7,46 ^a \pm 0,16	AY	
	%1 NaL	4,45 ^a \pm 0,35	4,61 ^b \pm 0,48	5,18 ^b \pm 0,29	6,58 ^a \pm 0,14	7,51 \pm 0,35
	%0,1 thymol	4,62 ^a \pm 0,24	6,71 ^a \pm 0,10	7,50 ^a \pm 0,35	AY	
	%0,25 thymol	4,51 ^a \pm 0,26	6,48 ^a \pm 0,43	7,60 ^a \pm 0,18	AY	
	%1 NaL + %0,1 thymol	4,55 ^a \pm 0,18	6,13 ^a \pm 0,51	7,22 ^a \pm 0,46	AY	
	%1 NaL + %0,25 thymol	4,49 ^a \pm 0,38	5,73 ^{ab} \pm 0,65	5,58 ^b \pm 0,16	7,46 ^a \pm 0,49	

^{ab}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak diğerlerinden farklıdır (P<0,05)

AY: Bozulma nedeniyle analiz yapılmadı NaL: Sodyum laktat



Şekil 2. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında toplam mezofilik aerob mikroorganizma sayılarında meydana gelen değişimler

5.1.2. Toplam Psikrofilik Aerob Mikroorganizma Sayısı

Köfte örneklerinin 4 ± 1 °C’de muhafazası esnasında içerdikleri toplam psikrofilik aerob mikroorganizma (TPAM) sayılarındaki değişimler Tablo 4 ve Şekil 3’de verilmiştir.

Köfte yapımında kullanılan çiğ filetonun ortalama toplam psikrofilik aerob mikroorganizma (TPAM) sayısı $3,56 \log_{10}$ kob/g seviyesinde tespit edildi. Köfte yapımını takiben yapılan (0. gün) mikrobiyolojik analizlerde ise TPAM sayısının tüm köfte gruplarında yaklaşık $1 \log_{10}$ arttığı tespit edildi.

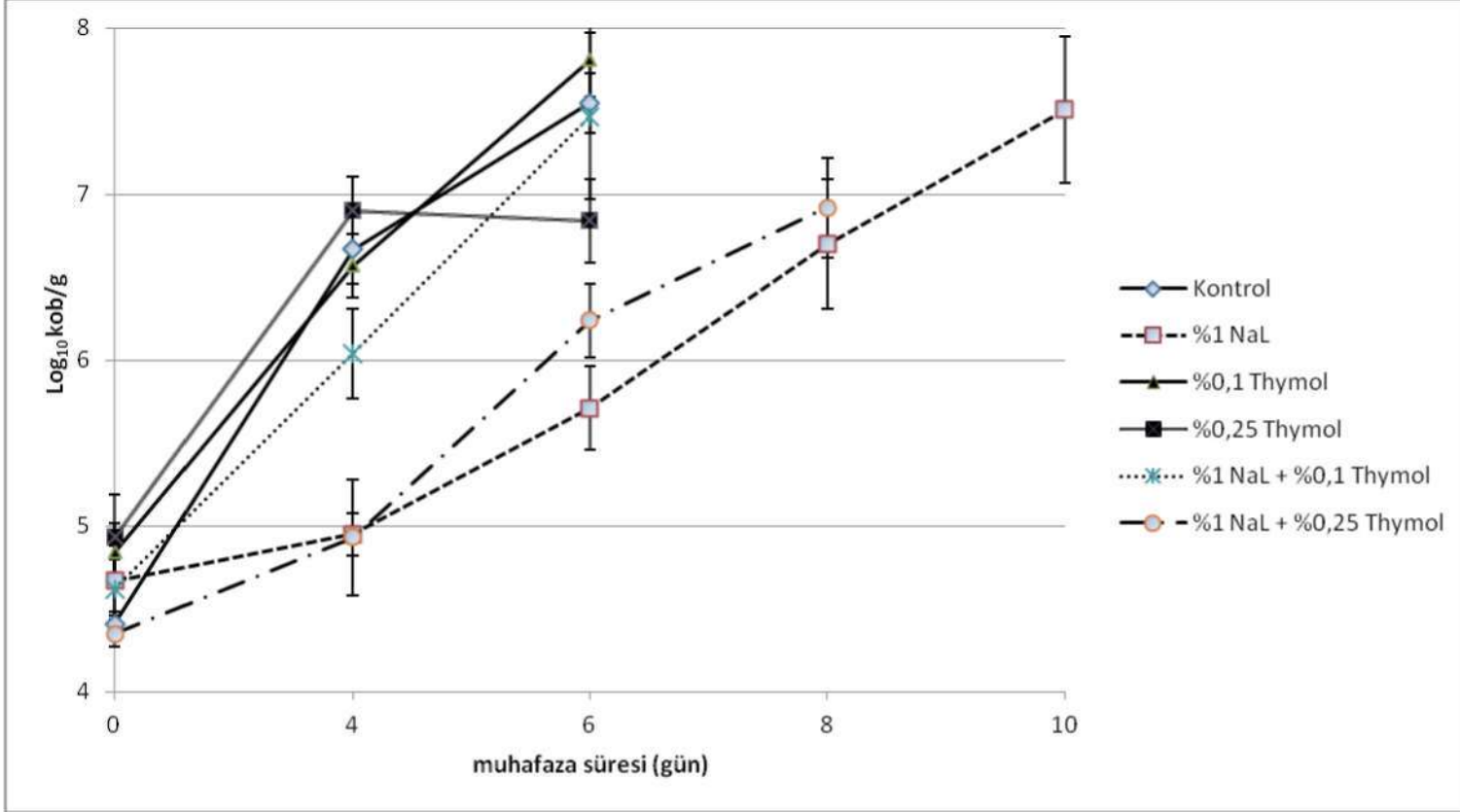
Örneklerin TMAM sayılarındaki değişimlere paralel bir şekilde, TPAM sayılarında da muhafaza süresince artış olduğu görüldü. Muhafazanın 6. gününde, kontrol grubu, %0,1 thymol ve %1 sodyum laktat + %0,1 thymol içeren gruplarda TPAM sayısı $7 \log_{10}$ kob/g seviyesinin üzerine çıktı. %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren grupta ise 8. gün yaklaşık $7 \log_{10}$ seviyesine ulaşırken, %1 sodyum laktat içeren grupta ise muhafazanın 10. günü $7 \log_{10}$ kob/g seviyesini aştığı tespit edildi. Thymol’un TPAM sayısı üzerine etkisi incelendiğinde, kontrol grubu ile %0,1 thymol içeren gruplar arasında istatistiksel açıdan bir farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Muhafazanın 6. gününde %0,25 thymol içeren grup kontrol grubuna göre farklılık gösterdi ($p<0,05$). Muhafaza süresince, %1 sodyum laktat ve %1 sodyum laktat + %0,25 thymol kombinasyonu içeren grupların TPAM sayıları kontrol grubundan farklı bulunurken ($p<0,05$), kendi aralarında bir farklılık olmadığı tespit edildi ($p>0,05$).

Tablo 4. Balık köftelerinin 4 ± 1 °C’de muhafazası esnasında toplam psikrofilik aerob mikroorganizma sayılarında meydana gelen değişimler (\log_{10} kob/g \pm SD)

Fileto	Grup	Muhafaza süresi (gün)				
		0	4	6	8	10
	Kontrol	4,41 ^a ± 0,07	6,67 ^{ab} ± 0,21	7,55 ^a ± 0,18	AY	
	%1 NaL	4,67 ^a ± 0,21	4,95 ^c ± 0,13	5,71 ^c ± 0,25	6,70 ^a ± 0,39	7,51± 0,44
3,56± 0,32	%0,1 thymol	4,84 ^a ± 0,18	6,57 ^{ab} ± 0,19	7,81 ^a ± 0,22	AY	
	%0,25 thymol	4,93 ^a ± 0,26	6,90 ^a ± 0,21	6,84 ^b ± 0,25	AY	
	%1 NaL + %0,1 thymol	4,62 ^a ± 0,18	6,04 ^b ± 0,27	7,47 ^{ab} ± 0,50	AY	
	%1 NaL + %0,25 thymol	4,35 ^a ± 0,08	4,93 ^c ± 0,35	6,24 ^{bc} ± 0,22	6,92 ^a ± 0,30	

^{ab}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak diğerlerinden farklıdır (P<0,05)

AY: Bozulma nedeniyle analiz yapılmadı NaL: Sodyum laktat



Şekil 3. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında toplam psikrofilik aerob mikroorganizma sayılarında meydana gelen değişimler

5.1.3. Koliform Sayısı

Köfte örneklerinin 4 ± 1 °C’de muhafazası esnasında içerdikleri koliform sayılarındaki değişimler Tablo 5 ve Şekil 4’de verilmiştir.

Köfte yapımında kullanılan çiğ filetonun ortalama koliform sayısı $2,77 \log_{10}$ kob/g seviyesinde tespit edildi. Köfte yapımını takiben yapılan (0. gün) mikrobiyolojik analizlerde ise koliform sayısının tüm köfte gruplarında yaklaşık $1 \log_{10}$ arttığı tespit edildi.

Tüm köfte gruplarının koliform sayılarında da muhafaza süresince artışlar tespit edildi. Koliform sayısı açısından, muhafazanın 4. ve 6. günü %0,1 thymol ve %0,25 thymol içeren gruplar ile % 1 sodyum laktat ve %1 sodyum laktat +%0,25 thymol içeren gruplar arasında farklılıklar tespit edildi ($p < 0,05$). Muhafazanın 4. gününde kontrol grubu ile diğer tüm gruplar arasında istatistiki açıdan bir farklılık bulunmazken ($p > 0,05$), muhafazanın 6. gününde %1 sodyum laktat ve %1 sodyum laktat + %0.25 thymol kombinasyonu içeren gruplar kontrol grubuna göre farklı bulundu ($p < 0,05$).

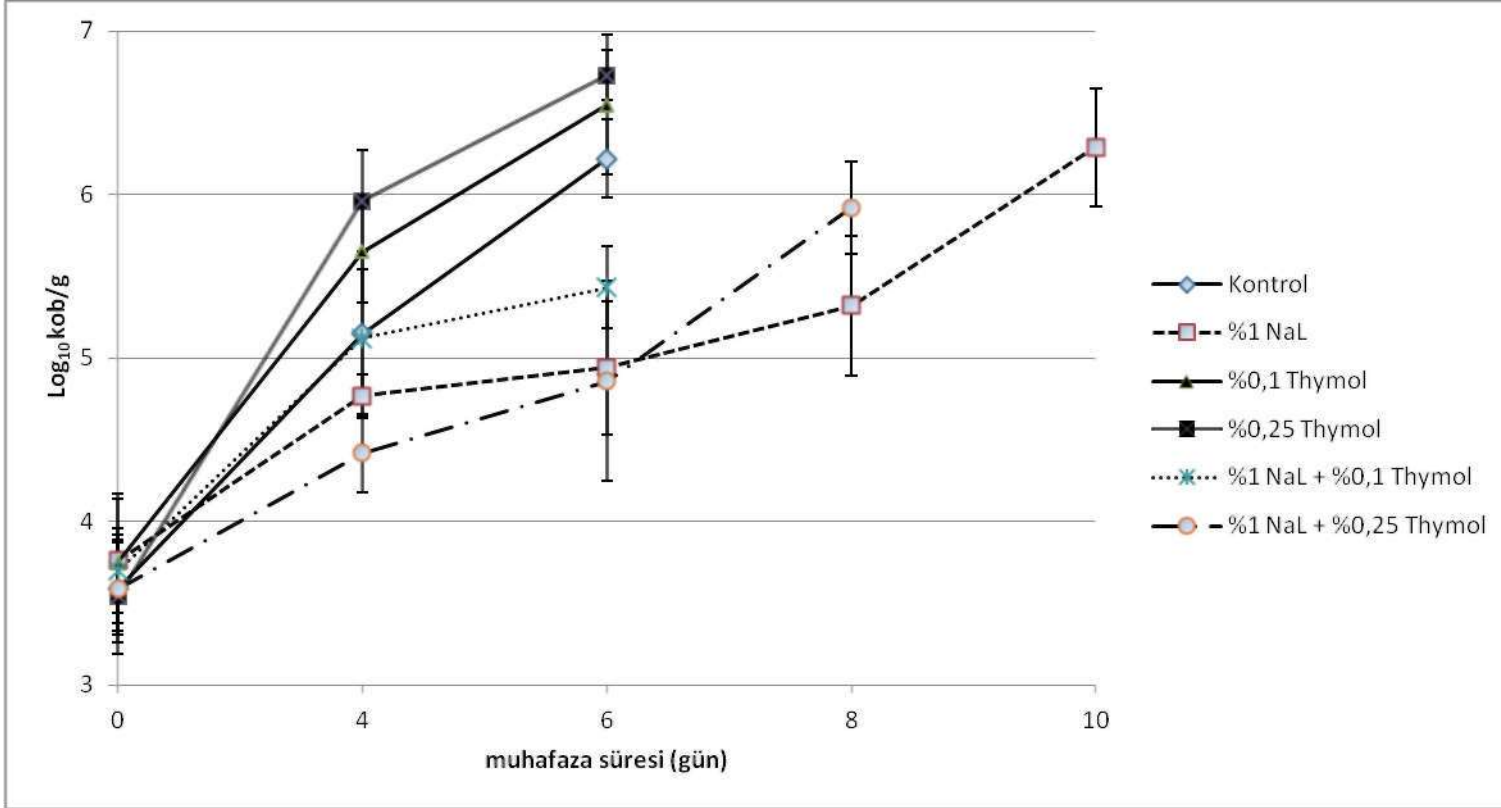
Tablo 5. Balık köftelerinin 4 ± 1 °C’de muhafazası esnasında koliform sayılarında meydana gelen değişimler (\log_{10} kob/g \pm SD)

Fileto	Grup	Muhafaza süresi (gün)				
		0	4	6	8	10
	Kontrol	3,59 ^a ± 0,28	5,15 ^{ab} ± 0,39	6,22 ^a ± 0,24	AY	
	% 1 NaL	3,76 ^a ± 0,38	4,77 ^b ± 0,13	4,94 ^b ± 0,41	5,32 ^a ± 0,43	6,29± 0,36
2,77± 0,25	%0,1 thymol	3,75 ^a ± 0,42	5,65 ^a ± 0,31	6,55 ^a ± 0,43	AY	
	%0,25 thymol	3,54 ^a ± 0,35	5,96 ^a ± 0,31	6,73 ^a ± 0,15	AY	
	%1 NaL + %0,1 thymol	3,70 ^a ± 0,26	5,12 ^{ab} ± 0,49	5,43 ^{ab} ± 0,25	AY	
	%1 NaL + %0,25 thymol	3,59 ^a ± 0,33	4,42 ^b ± 0,24	4,86 ^b ± 0,61	5,92 ^a ± 0,28	

^{ab}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak diğerlerinden farklıdır (P<0,05)

AY: Bozulma nedeniyle analiz yapılmadı

NaL: Sodyum laktat



Şekil 4. Balık köftelerinin 4±1°C’de muhafazası esnasında koliform sayılarında meydana gelen değişimler

5.1.4. *Pseudomonas* spp. Sayısı

Köfte örneklerinin 4 ± 1 °C'de muhafazası esnasında içerdikleri *Pseudomonas* spp., sayılarındaki değişimler Tablo 6 ve Şekil 5'de verilmiştir.

Köfte yapımında kullanılan çiğ filetonun ortalama *Pseudomonas* spp. sayısı $1,93 \log_{10}$ kob/g seviyesinde tespit edildi. Köfte yapımını takiben yapılan (0. gün) mikrobiyolojik analizlerde ise, *Pseudomonas* spp. sayısı kontrol ve % 1 sodyum laktat içeren gruplarda yaklaşık $0,4 \log_{10}$ artış gösterirken, içerisinde thymol bulunduran tüm gruplarda yaklaşık $1 \log_{10}$ arttı.

Muhafaza süresince, %1 sodyum laktat ve %1 sodyum laktat + %0.25 thymol kombinasyonu içeren gruplar kontrol ve diğer gruplardan farklı bulunurken ($p < 0,05$), kendi aralarında bir farklılık tespit edilmedi ($p > 0,05$). Thymol'un *Pseudomonas* spp. sayısı üzerine etkisi incelendiğinde, muhafaza süresince kontrol grubu ile %0,1 ve %0,25 thymol ilave edilen gruplar arasında istatistiksel açıdan bir farklılık bulunmadı ($p > 0,05$).

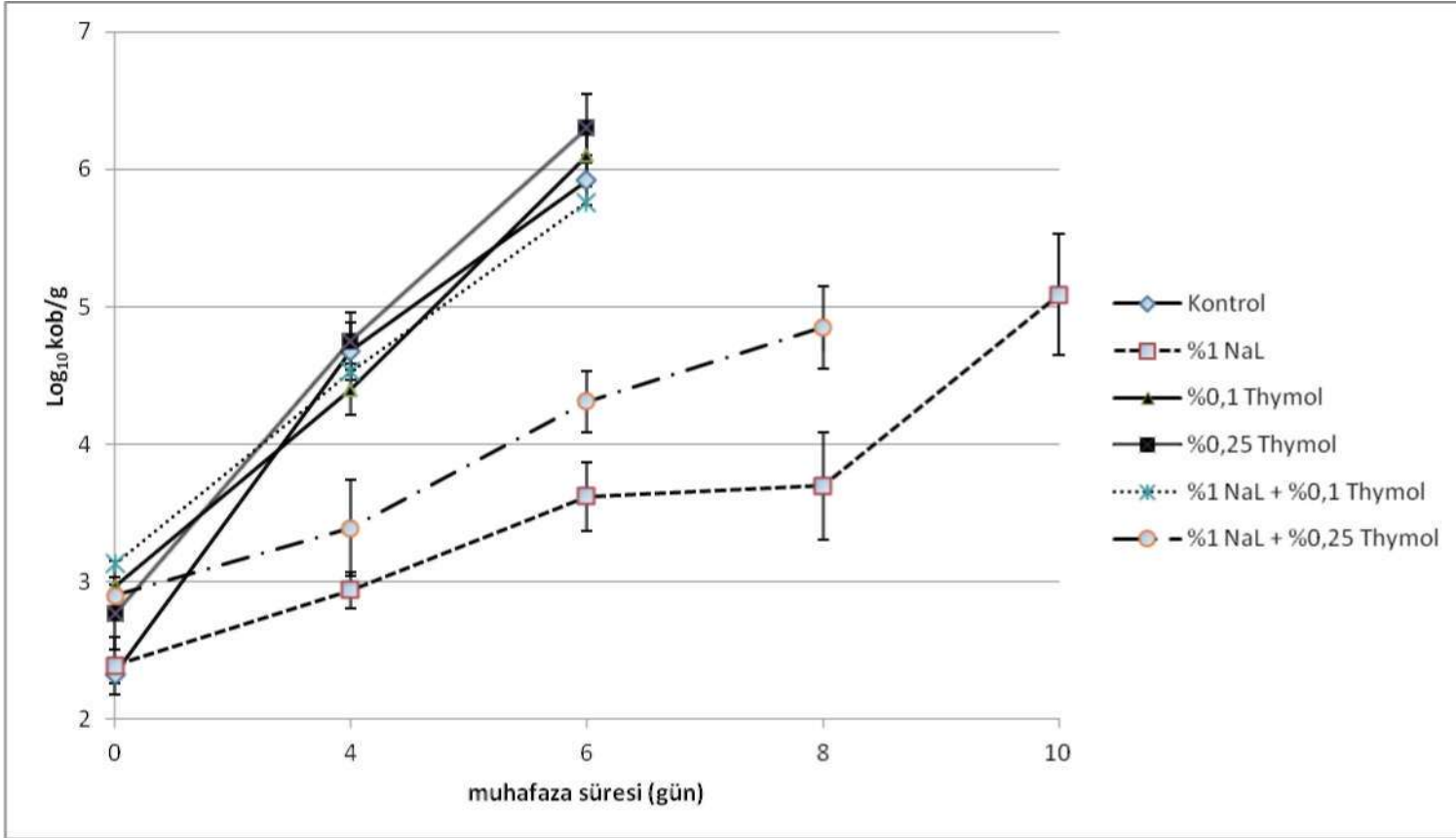
Tablo 6. Balık köftelerinin 4 ± 1 °C’de muhafazası esnasında *Pseudomonas* spp. sayılarında meydana gelen değişimler (log10 kob/g \pm SD)

Fileto	Grup	Muhafaza süresi (gün)				
		0	4	6	8	10
	Kontrol	2,33 ^a ± 0,20	4,68 ^a ± 0,35	5,92 ^a ± 0,14	AY	
	%1 NaL	2,39 ^a ± 0,38	2,94 ^b ± 0,42	3,62 ^b ± 0,58	3,70 ^a ± 0,31	5,09± 0,51
1,93± 0,39	%0,1 thymol	2,97 ^a ± 0,07	4,40 ^a ± 0,31	6,10 ^a ± 0,30	AY	
	%0,25 thymol	2,77 ^a ± 0,31	4,75 ^a ± 0,25	6,30 ^a ± 0,34	AY	
	%1 NaL + %0,1 thymol	3,13 ^a ± 0,16	4,53 ^a ± 0,31	5,76 ^a ± 0,20	AY	
	%1 NaL + %0,25 thymol	2,90 ^a ± 0,16	3,39 ^b ± 0,17	4,31 ^b ± 0,40	4,85 ^a ± 0,17	

^{ab}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak diğerlerinden farklıdır (P<0,05)

AY: Bozulma nedeniyle analiz yapılmadı

NaL: Sodyum laktat



Şekil 5. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında *Pseudomonas* spp. sayılarında meydana gelen değişimler

5.1.5. Maya-Küf Sayısı

Köfte örneklerinin 4 ± 1 °C’de muhafazası esnasında içerdikleri maya ve küf sayılarındaki değişimler Tablo 7 ve Şekil 6’da verilmiştir.

Köfte yapımında kullanılan filetonun ortalama maya-küf sayısı $2,23 \log_{10}$ kob/g seviyesinde tespit edildi. Köfte yapımını takiben yapılan (0. gün) mikrobiyolojik analizlerde ise maya-küf sayısının tüm köfte gruplarında bir miktar arttığı tespit edildi.

Genel olarak, maya-küf sayılarında muhafaza süresince artışlar tespit edildi. Sadece, %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren grupta muhafazanın 4. günündeki maya-küf sayısının 0. güne göre hafif düşük olduğu görüldü. Muhafaza esnasında, %1 sodyum laktat ve %1 sodyum laktat + %0.25 thymol kombinasyonu içeren gruplar kontrol ve diğer gruplardan farklı bulunurken ($p < 0,05$), kendi aralarında bir farklılık tespit edilmedi ($p > 0,05$). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, balık köftelerine %0,1 ve %0.25 oranında thymol ilavesinin maya-küf sayısı üzerine herhangi bir etkisinin bulunmadığı görüldü ($p > 0,05$).

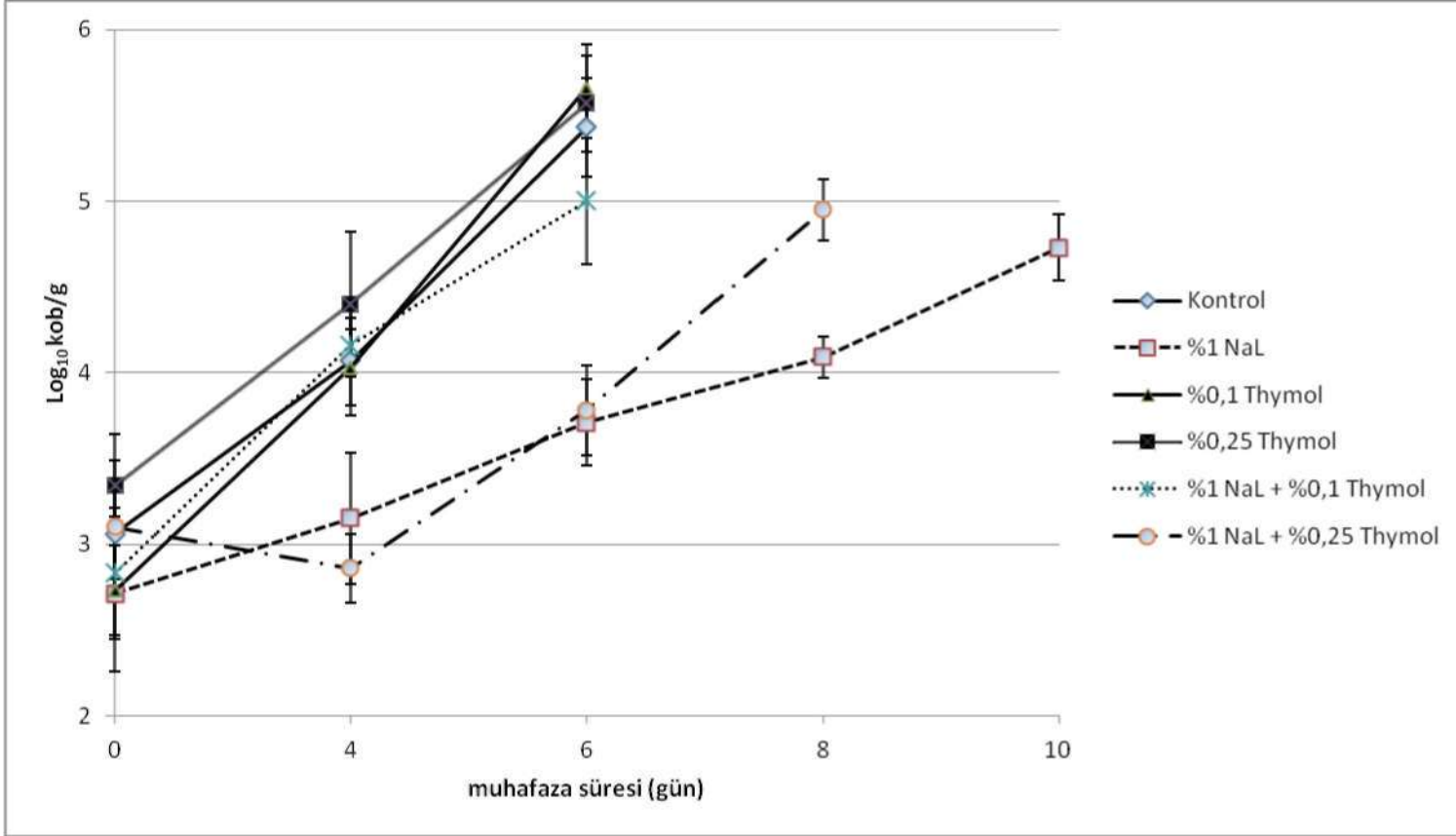
Tablo 7. Balık köftelerinin 4±1oC’de muhafazası esnasında maya-küf sayıl arında meydana gelen değişimler (log10 kob/g ± SD)

Fileto	Grup	Muhafaza süresi (gün)				
		0	4	6	8	10
	Kontrol	3,06 ^a ± 0,26	4,07 ^a ± 0,32	5,43 ^a ± 0,29	AY	
	%1 NaL	2,71 ^a ± 0,45	3,15 ^{bc} ± 0,38	3,71 ^b ± 0,25	4,09 ^a ± 0,12	4,73± 0,19
2,23± 0,23	%0,1 thymol	2,73 ^a ± 0,26	4,03 ^{ab} ± 0,22	5,66 ^a ± 0,25	AY	
	%0,25 thymol	3,34 ^a ± 0,30	4,40 ^a ± 0,42	5,57 ^a ± 0,28	AY	
	%1 NaL + %0,1 thymol	2,83 ^a ± 0,38	4,16 ^a ± 0,16	5,00 ^a ± 0,37	AY	
	%1 NaL + %0,25 thymol	3,10 ^a ± 0,39	2,86 ^c ± 0,20	3,78 ^b ± 0,26	4,95 ^a ± 0,18	

^{ab}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak diğerlerinden farklıdır (P<0,05)

AY: Bozulma nedeniyle analiz yapılmadı

NaL: Sodyum laktat



Şekil 6. Balık köftelerinin $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de muhafazası esnasında maya-küf sayılarında meydana gelen değişimler

5.2. Balık Köftelerinin Buzdolabı Şartlarında (4 ± 1 °C) Muhafazası Esnasında Bazı Kimyasal Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler

5.2.1. pH, Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) ve Tiyobarbitürik Asit (TBA) Değerleri

Köfte örneklerinin 4 ± 1 °C’de muhafazası esnasında pH, toplam uçucu bazik azot (Total Volatile Basic Nitrogen=TVB-N) değeri ve tiyobarbitürik asit (TBA) sayılarında meydana gelen değişimler Tablo 8’de verilmiştir. Köfte yapımında kullanılan filetonun ortalama pH, TVB-N ve TBA değerleri sırasıyla 6,71, 13,2 mg N/100 g ve 0,16 mg malonaldehit/kg olarak tespit edildi. Köfte yapımını takiben yapılan 0. gün analizinde, pH değeri bakımından kontrol, %1 sodyum laktat, %0,25 thymol ve %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren gruplar arasında istatistiksel olarak bir farklılık görülmezken ($p>0,05$), %0,1 thymol ve %1 sodyum laktat + %0,1 thymol içeren gruplar diğer gruplardan farklı bulundu ($p<0,05$). Yine 0. günde örneklerin TVB-N değerlerinde bir miktar artış, TBA değerlerinde ise yarı yarıya bir düşüş gözlemlendi. Köfte gruplarının pH değeri muhafaza günlerine göre 6,58 ile 6,71 arasında değişiklik gösterdi. Muhafaza süresince gruplar arasında TVB-N sayısı bakımından bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$). Gruplar arasında TBA değeri bakımından muhafazanın 8. gününe kadar bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$). Muhafazanın 8. gününde ise %1 sodyum laktat içeren gruptaki TBA sayısı artışına bağlı olarak, bu grup ile %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren grup arasında farklılık olduğu görüldü ($p<0,05$).

Tablo 8. Buzdolabında ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$) muhafaza esnasında balık köftelerinde saptanan pH, TVB-N (mg N/100 g) ve TBA (mg malonaldehit/kg) değerleri.

Değer	Fileto	Köfte örnekleri	Muhafaza süresi (gün)				
			0	4	6	8	10
pH	6,71	Kontrol	6,69 ^a	6,56 ^a	6,58 ^b	AY	
		% 1 NaL	6,70 ^a	6,54 ^a	6,69 ^a	6,71 ^a	6,67
		%0,1 thymol	6,58 ^b	6,63 ^a	6,61 ^{ab}	AY	
		%0,25 thymol	6,69 ^a	6,58 ^a	6,60 ^{ab}	AY	
		% 1 NaL + %0,1 thymol	6,59 ^b	6,60 ^a	6,57 ^b	AY	
		% 1 NaL + %0,25 thymol	6,69 ^a	6,58 ^a	6,61 ^{ab}	6,63 ^a	
TVB-N	13,2	Kontrol	16,27 ^a	20,44 ^a	22,87 ^a	AY	
		% 1 NaL	15,83 ^a	20,10 ^a	20,28 ^a	22,80 ^a	23,87
		%0,1 thymol	17,83 ^a	20,03 ^a	22,72 ^a	AY	
		%0,25 thymol	16,94 ^a	21,76 ^a	22,93 ^a	AY	
		% 1 NaL + %0,1 thymol	17,16 ^a	20,97 ^a	23,08 ^a	AY	
		% 1 NaL + %0,25 thymol	17,54 ^a	20,13 ^a	21,70 ^a	24,33 ^a	
TBA	0,16	Kontrol	0,08 ^a	0,08 ^a	0,08 ^a	AY	
		% 1 NaL	0,08 ^a	0,06 ^a	0,08 ^a	0,14 ^a	0,46
		%0,1 thymol	0,07 ^a	0,08 ^a	0,06 ^a	AY	
		%0,25 thymol	0,06 ^a	0,07 ^a	0,10 ^a	AY	
		% 1 NaL + %0,1 thymol	0,08 ^a	0,10 ^a	0,08 ^a	AY	
		% 1 NaL + %0,25 thymol	0,08 ^a	0,08 ^a	0,07 ^a	0,05 ^b	

^{ab}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak diğerlerinden farklıdır (P<0,05)

AY: Bozulma nedeniyle analiz yapılmadı

NaL: Sodyum laktat

5.3. Balık Köftelerinin Buzdolabı Şartlarında (4 ± 1 °C) Muhafazası Esnasında Bazı Duyusal Niteliklerinde Meydana Gelen Değişimler

Kızartılmış köfte örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları Tablo 9'da verilmiştir. Gruplar arasında renk açısından çok önemli farklılıklar görülmezken, lezzet ve koku açısından farklılıklar bulundu ($p<0.05$). Genel olarak, %0,25 thymol ve %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren köfte örnekleri lezzet açısından kötü olarak (2 puan ve aşağısı) değerlendirildi. Bu grup köftelerde thymol'den kaynaklanan hoş olmayan bir lezzet tespit edildi. Benzer şekilde, %0,1 thymol içeren örneklerde kontrol grubu ve %1 sodyum laktat içeren örneklere göre daha düşük puanla değerlendirildi. %1 sodyum laktat içeren köfte örnekleri ise 8. gün dahil muhafaza süresince gerek lezzet gerekse koku açısından ortalamanın üzerinde (3) puan aldı.

Tablo 9. Buzdolabında (4±1oC) muhafaza esnasında köfte örneklerinin duyu analizi sonuçları

Değer	Köfte örnekleri	Muhafaza süresi (gün)				
		0	4	6	8	10
Lezzet	Kontrol	4,86 ^a	3,57 ^{ab}	2,86 ^b	AY	
	%1 NaL	4,86 ^a	4,00 ^a	3,43 ^a	3,00 ^a	2,71
	%0,1 thymol	3,43 ^{ab}	3,43 ^b	3,00 ^{ab}	AY	
	%0,25 thymol	1,86 ^d	2,00 ^d	1,71 ^c	AY	
	%1 NaL + %0,1 thymol	3,29 ^b	2,71 ^c	2,71 ^c	AY	
	%1 NaL + %0,25 thymol	2,14 ^c	1,71 ^d	2,00 ^c	1,86 ^b	
Koku	Kontrol	4,86 ^a	4,00 ^{ab}	3,43 ^b	AY	
	%1 NaL	4,86 ^a	4,43 ^a	3,86 ^a	3,14 ^a	2,86
	%0,1 thymol	4,57 ^a	3,86 ^b	3,29 ^b	AY	
	%0,25 thymol	2,71 ^d	2,86 ^c	2,71 ^c	AY	
	%1 NaL + %0,1 thymol	3,71 ^b	3,57 ^b	3,29 ^b	AY	
	%1 NaL + %0,25 thymol	3,14 ^c	3,00 ^c	2,57 ^c	2,57 ^b	
Renk	Kontrol	4,86 ^a	4,57 ^{ab}	4,29 ^a	AY	
	%1 NaL	4,86 ^a	4,71 ^a	4,43 ^a	4,29 ^a	4,14
	%0,1 thymol	4,71 ^a	4,29 ^b	4,14 ^a	AY	
	%0,25 thymol	4,71 ^a	4,43 ^{ab}	4,29 ^a	AY	
	%1 NaL + %0,1 thymol	4,57 ^a	4,43 ^{ab}	4,40 ^a	AY	
	%1 NaL + %0,25 thymol	4,57 ^a	4,57 ^{ab}	4,14 ^a	3,86 ^b	

^{abcd}: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak diğerlerinden farklıdır (P<0,05)

AY: Bozulma nedeniyle analiz yapılmadı

NaL: Sodyum laktat

5= çok iyi

4= iyi

3= normal

2= kötü

1= çok kötü

6. TARTIŞMA

Günümüzde gelişen teknoloji sayesinde yenilebilir su ürünleri de diğer gıda maddeleri gibi çok çeşitli biçimlerde işlenip, paketlenerek tüketime hazır bir hale gelmektedir. Bu durum hem damak tadına yenilikler sunmakta hem de uzun uğraşlar gerektirmeden lezzetli ve besleyici gıdalar tüketmemizi sağlamaktadır. Bunun dışında bu tip ürünler görüntüleri, değişik aromaları ve sağladıkları çeşitlilik sayesinde oldukça ilgi çekici olmaktadır (75, 88). Tüketime hazır gıdalar arasında yer alan ürünlerden birisi de balık köftesidir.

Ülkemizde, üretimi/avlınması bol miktarda yapılan balık türlerinin veya duyuşal özellikleri bakımından deniz balıklarıyla rekabet şansı az olan balıkların farklı işleme teknikleri ile köfteye çevrilerek değerlendirilmesi ve sevilerek tüketilen bir ürün haline getirilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır (45, 70, 73, 74, 77, 80, 89-91). Buzdolabı koşullarında kısa bir dayanma süresine sahip olan balık köftelerinin raf ömrünü uzatmak ve muhafaza süresince besin değerlerini mümkün olduğunca korumak için yapılacak olan çalışmaların bu ürünlerden yararlanma imkanını daha da artıracığı söylenebilir.

Thymol'ün antimikrobiyel mekanizmasını açıklığa kavuşturmak için yapılan çalışmalarda (29, 58, 60, 92), thymol'ün bakterinin sitoplazmik membranı içerisine serbest hidroksil grupları yerleştirerek bakteri membranının fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirdiği ve bu durumun hücrenin membran geçirgenliğini artırarak hücreden iyon (adenosine triphosphate=ATP) ve bazı bileşiklerin dışarı sızmasına neden olduğu ileri sürülmüştür. Sodyum laktatın antimikrobiyel etkisi üzerine yapılan çalışmalarda da (40-45, 47), laktatların

bakterilerde hücre içi asidifikasyona neden olduğu ve bakteri membranındaki proton transfer mekanizmasının bozulması sonucu bakteri metabolizmasını etkileyerek antibakteriyel etki gösterdiği bildirilmiştir. Bu mekanizmaya ek olarak, laktatların gıdalarda su aktivitesini düşürerek de antibakteriyostatik etki gösterdiği bilinmektedir (28, 93).

Köftelerin hazırlanmasında kullanılan sazan filetolarının ortalama toplam mezofilik aerob mikroorganizma (TMAM) sayısı $3,55 \log_{10}$ kob/g olarak tespit edildi. Köfte gruplarının hazırlanmasının ardından yapılan analizlerde ise tüm köfte gruplarında bu sayının yaklaşık $1 \log_{10}$ arttığı görüldü. Bu artışın sebebi muhtemelen köfte yapımı esnasındaki bulaşmalardan, kullanılan baharatlar ile sebzelerden kaynaklanmaktadır.

Tüm köfte grupları için TMAM sayısı muhafaza süresince artış gösterdi. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Yönetmeliği'nde (94) soğutulmuş balık ve hazırlanmış balık ürünleri için genel canlı mikroorganizma sayısı ile ilgili olarak bir kriter belirtilmemiştir. ICMSF (International Commission on Microbiological Specification for Foods) ise soğutulmuş çiğ balıklar için maksimum genel canlı mikroorganizma sayısını $7 \log_{10}$ kob/g olarak belirtmiş, hazırlanmış balık ürünleri için bir kriter belirtmemiştir (95). Bu kriter göz önüne alınarak yapılan değerlendirmede kontrol grubu, %0,1 ve %0,25 thymol içeren örnekler ile %1 sodyum laktat + %0,1 thymol içeren örnekler muhafazanın 6. gününde, %1 sodyum laktat + % 0,25 thymol içeren örnek 8. günde, % 1 sodyum laktat içeren örnek ise muhafazanın 10. gününde $7 \log_{10}$ kob/g seviyesini aştıkları görülmüştür (Tablo 3, Şekil 2). Muhafazanın 8. gününde kontrol grubu, %0,1 ve %0,25 thymol içeren örneklerin dış yüzeyinde bakteri üremesinden kaynaklanan

sümüğümsü bir tabakanın varlığı ve kokuşma kokusunun algılanması yüzünden bu grupların analizine devam edilmedi. Aynı değişiklikler muhafazanın 10. gününde %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren örneklerde, 12. günü ise %1 sodyum laktat içeren örneklerde tespit edildiği için bu günlerde bu grupların analizi yapılmadı.

TMAM sayısına benzer şekilde, köfte gruplarının toplam psikrofil aerob mikroorganizma (TPAM) sayılarında da muhafaza süresince bir artış görüldü. Kontrol grubu ve %0,1 thymol içeren örnekler ile %1 sodyum laktat + %0,1 thymol içeren örnekler muhafazanın 6. gününde, %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren örnek 8. günde, %1 sodyum laktat içeren örnek ise muhafazanın 10. gününde $7 \log_{10}$ kob/g seviyesini aştı (Tablo 4, Şekil 3). Muhafazanın 6. gününde, %0,25 thymol içeren grubun yaklaşık $7 \log_{10}$ kob/g civarında TPAM sayısına sahip olduğu görüldü. Fakat 8. günde duyusal olarak kabul edilemez görüntü ve kokuya sahip olduğu için analize alınmadı.

Bu veriler ışığında bakıldığında, balık köftesine %0,1 veya %0,25 oranında ilave edilen thymol'un, ürünün raf ömrü ile TMAM ve TPAM sayıları üzerine etkisi olmadığı söylenebilir. Bunun yanı sıra, sodyum laktat ve thymol'un beraber ilave edildiği köftelerin muhafaza sürelerinin sadece %1 sodyum laktat ilave edilen köftelere göre daha kısa olduğu görüldü. Bu durumda, balık köftelerinde sodyum laktat ile thymol'un bir arada kullanılmasının TMAM ve TPAM sayıları üzerine sinerjistik bir etkiye sahip olmadığı, tam tersine thymol ilavesinin sodyum laktatın etkisini bir miktar engellediği söylenebilir.

Yapılan literatür taramasında, sodyum laktat ve thymol'un kombine halde kullanıldığı başka bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Fakat, bazı ürünlerde sodyum laktat veya thymol'un tek başlarına kullanıldığı çalışmalar mevcuttur.

Sodyum laktatla ilgili yapılan çalışmalardan birinde (45), içerisinde %1 sodyum laktat ilave edilen alabalık köftelerinin raf ömrünün 4°C'de en fazla 8 gün olduğu, kontrol grubunun ise muhafazanın 6. gününde yaklaşık 8 log₁₀ kob/g TMAM sayısına sahip olduğu bildirilmiştir. Başka bir çalışmada (39), %1 oranında sodyum laktat ilave edilen İnegöl köftelerinin muhafazanın 6. gününde 7 log₁₀ kob/g'in üzerinde TMAM sayısına sahip olduğu ve 8. günde kokuştuğu, kontrol grubunun ise en fazla 4 gün dayandığı bildirilmiştir. Adı geçen çalışmalarla bu çalışmadaki veriler karşılaştırıldığında, sonuçlar arasında bir uyum olduğu görülmektedir. Sallam ve Samejima (96)'da, içerisinde %3 oranında sodyum laktat ilave edilen sığır kıymalarının 2°C'de 15 gün dayanabildiğini bildirmişlerdir. Muhafaza sıcaklıklarının 0°C'ye yakın ve kullanılan konsantrasyonun %3 olması böyle bir sonucun alınması için normaldir. Akkuş ve ark., (91) ise çiğ ve haşlanmış hamsi etinden balık köftesi yaparak bu ürünlerin 4°C'de raf ömrünü araştırmışlardır. Araştırmacılar, başlangıç (0. gün) TMAM sayısı yaklaşık 4,8 log₁₀ kob/g olan balık köftelerinin muhafazanın 9. gününde hala 7 log₁₀ kob/g seviyesine ulaşmadığını ifade etmişlerdir. Bildirdikleri sonuç, bu çalışmadaki ve incelenen diğer literatürlerdeki kontrol grubu köftelerin raf ömrü ile karşılaştırıldığında çok büyük bir farklılık gözlenmektedir. Araştırma incelendiğinde, balık köftesinin içerisinde sarımsak ilave ettikleri fakat miktarını belirtmedikleri görülmüştür. Dolayısıyla elde ettikleri bu çok uzun raf ömrünün ürünün içerisine ilave ettikleri sarımsaktan kaynaklandığı söylenebilir.

Thymol ile ilgili yapılan bir çalışmada (97), sazan filetoları %1 thymol + %1 carvacrol içeren solusyon içerisinde 15 dakika daldırma işleminin ardından 5°C’de muhafazaya alınmış ve filetoların raf ömrü incelenmiştir. Yazarlar sonuç olarak, sazan filetolarının muhafazanın 12. gününde dahi 6 log₁₀ kob/g’ı geçmediğini 16. günde ise 8 log₁₀ kob/g bulduklarını bildirmişlerdir. Sonuçlar kıyaslandığında; bu çalışmada elde edilen raf ömrünün çok üzerinde bir raf ömrüne ulaşıldığı görülmektedir. Fakat, yaptıkları çalışma ile bu çalışma arasındaki farklılıklar (çalışmalarında kullandıkları ürünün fileto olması, antimikrobiyel madde kombinasyonunun farklılığı ve thymol miktarını çalışmamızda kullanılan maksimum miktardan 4 kat daha fazla olması) kıyaslandığında elde ettikleri uzun raf ömrü normal olarak karşılanabilir. Schirmer ve Langsrud (30) ise, %0,4 oranında thymol ilave ettikleri marine domuz etini vakum paketleyip 4°C’de muhafaza etmişlerdir. Sonuç olarak, %0,4 oranında thymol’un ette bozulmaya neden olan bakteriler üzerine herhangi bir antibakteriyel etki göstermediğini bildirmişlerdir.

Koliform grubu bakteriler bakımından da köfte grupları incelendiğinde, yine en etkili uygulamanın % 1 sodyum laktat olduğu ve ardından %1 sodyum laktat + %0,25 thymol kombinasyonunun geldiği görüldü. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, %0,1 thymol, %0,25 thymol ve %1 sodyum laktat + %0,1 thymol uygulamalarının ise koliform grubu bakteriler üzerine antimikrobiyel etkilerinin olmadığı anlaşıldı (p>0,05). Hatta %0,1 thymol ve %0,25 thymol içeren grupların sayısal olarak kontrol grubundan daha fazla koliform grubu bakteri içerdikleri görüldü (Tablo 5, Şekil 4). Dolayısıyla, kullanılan

konsantrasyonlarda thymol'ün koliform grubu bakteriler üzerine hiçbir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Pseudomonas türü bakteriler doğada özellikle toprak ve suda geniş bir yayılıma sahiptirler. Sebze, kırmızı et, kanatlı eti, balık ve diğer su ürünlerinde sıklıkla izole edilen mikroorganizma gruplarından. Genellikle balıklarda *Aeromonas* türleriyle birlikte dominant florayı oluştururlar (98). Bu çalışmada da, köfte yapımı için kullanılan sazan filetolarında $1,93 \log_{10}$ kob/g düzeyinde olan *Pseudomonas* spp. sayısı, köfte yapımını takiben tüm gruplarda bir miktar yükseldi. Bu yükselmenin sebebi köfte yapımında kullanılan baharat ve sebzelerden kaynaklanabilir. Muhafaza süresince köfte grupları karşılaştırıldığında, %1 sodyum laktat'ın *Pseudomonas* spp. üzerine daha etkili olduğu görüldü. Her ne kadar %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren grup ile %1 sodyum laktat içeren grup arasında muhafazanın 8. gününe kadar istatistiksel bir fark görülme de ($p>0,05$), %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren grubun sayısal olarak daha fazla *Pseudomonas* spp.'ye sahip olduğu gözlemlendi (Tablo 6, Şekil 5). Kontrol grubu, %0,1 thymol ve %0,25 thymol içeren gruplar arasında hiçbir fark bulunmadı ($p>0,05$). Koliform grubu bakteriler için alınan sonuca benzer şekilde, %0,1 thymol ve %0,25 thymol içeren grupların sayısal olarak kontrol grubundan daha fazla *Pseudomonas* spp. içerdikleri görüldü. Dolayısıyla, kullanılan konsantrasyonlarda thymol'un *Pseudomonas* spp. üzerine hiçbir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Bazı istisnalar bildirilmiş olsa da, genel olarak Gram negatif bakterilerin esansiyel yağlara ve bileşiklerine karşı daha dirençli olduğu söylenmiştir (29, 51). Bu direncin sebebi olarak da Gram negatif bakterilerde plazma membranını

çevreleyen dış membranın lipofilik fenolik bileşiklerin hücre içerisine girişini zorlaştırması gösterilmiştir. Yapılan bu çalışmada da, Gram negatif özellik gösteren koliform grubu bakteriler ve *Pseudomonas* türleri üzerine thymol'un antimikrobiyel aktivite göstermemesi bu duruma bağlanabilir. Hatta TMAM ve TPAM üzerine de thymol'un antimikrobiyel etkisinin görülmeşi bu duruma bağlanabilir. Çünkü genel olarak balıklarda dominant doğal florayı *Pseudomonas*, *Shewanella*, *Morexella* ve *Aeromonas* türleri gibi Gram negatif bakteriler oluşturur (99, 100).

Sodyum laktatın dilimlenmiş somon balıklarında antimikrobiyel ve antioksidan etkisinin incelendiği bir araştırmada (47), %2,5 oranında kullanılan sodyum laktatın *Pseudomonas* sayısında kontrol grubuna göre en az 2 log₁₀ azalma sağladığı bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada, %2,5 oranındaki sodyum laktatın *Enterobacteriaceae* türü bakteriler üzerine de önemli oranda etki ettiği belirtilmiştir. Öksüztepe ve ark., (45) tarafından yapılan çalışmada da, alabalık köftelerine ilave edilen %1 oranındaki sodyum laktatın koliform grubu bakteriler üzerine etkili bulunduğu ifade edilmiştir. Çetin ve Bostan (39)'da İnegol köftelerine ilave ettikleri %1 oranındaki laktatın koliform grubu bakteriler üzerine baskılayıcı etkide bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da, sazan köftelerine ilave edilen %1 oranındaki sodyum laktatın koliform ve *Pseudomonas* türleri üzerine etkili olduğu görülmüştür.

Maya ve küfler normal olarak balık florasında bulunmazlar. Bu mikroorganizmalar genellikle toprak orjinli olup, balıkların avlandıktan sonra temas ettikleri yüzey, alet ve malzemelerden bulaşmaktadır (71, 101, 102). Çalışmamızda da, filetoda 2,23 log₁₀ kob/g seviyesinde olan maya küf sayısı köfte

yapımı esnasında tüm gruplarda bir miktar arttı ve muhafaza süresince de bu artış gruplara bağlı olarak az veya çok miktarda devam etti. Diğer bakteri grupları üzerinde olduğu gibi maya küf sayısı üzerine de %1 sodyum laktat veya %1 sodyum laktat + %0,25 thymol uygulamasının diğer tüm uygulamalardan daha etkili olduğu görüldü. Kontrol grubu ve thymol içeren gruplar muhafazanın 6. gününde $5 \log_{10}$ kob/g'dan daha fazla maya-küf içerirken, bu değer %1 sodyum laktat veya %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren grupta muhafazanın 8. gününde dahi $5 \log_{10}$ kob/g'a ulaşmamıştı (Tablo 7, şekil 6). Çetin ve Bostan (39), içerisine %1 oranında sodyum laktat ilave ettikleri İnegöl köfteleri 10 gün boyunca buzdolabında muhafaza etmişler ve muhafaza süresi içerisinde maya- küf sayısı bakımından sodyum laktat ilave edilen grup ile kontrol grubu arasında farklılık bulunduğunu tespit etmişlerdir. Öksüztepe ve ark. (45)'da, %1 oranında sodyum laktat ilave edilen alabalık köftelerinin maya küf sayısı bakımından kontrol grubuna göre daha iyi durumda olduğunu bildirmişlerdir.

Köfte örneklerinin pH değerleri incelendiğinde, muhafaza süresince pH değerlerinin çok dar bir aralıkta (6,54 - 6,71) dalgalandığı ve muhafaza süresince pek fazla bir artış göstermediği tespit edildi ($p>0,05$). Bu durum balıktaki proteinlerin tamponlama kapasitesinden kaynaklanmış olabilir. Gerek sodyum laktat ve gerekse esansiyel yağlarla yapılan çalışmalarda pH'nın bu maddelerin antimikrobiyel etkinliğiyle yakın ilişki içerisinde olduğu belirtilmektedir (24, 27, 29, 35, 43). Gıda maddesinin pH'sı düştükçe sodyum laktatın antimikrobiyel etkisinin arttığı bildirilmiştir (35, 43). Bu çalışmada kullanılan köfte örneklerinin pH değerinin yüksek olması sodyum laktatın antimikrobiyel etkisi üzerine negatif etki göstermiş olabilir. Esansiyel yağların antimikrobiyel etkileri üzerine yapılan

çalıřmalarda da (23, 24, 27, 29), gıdanın pH'sı dūřtūķe esansiyel yaęların antimikrobiyel etkilerine karřı bakterilerin duyarlılıklarının arttıęı bildirilmiřtir. Juven ve ark., (59), thymol'un bakteriler ūzerine inhibe edici etkisinin pH 5.5'de pH 6.5'e gōre çok daha yūksek olduęunu tespit etmiřlerdir. Arařtırıcılar, thymol molekūllerinin dūřūk pH'larda daha hidrofobik olduęunu ve bōylece hūcre mebranının lipid tabakasında daha kolay yayılabileceęini sōylemiřlerdir. Bu açıklamanın ıřıęında, yapılan bu çalıřmada thymol'den beklenen etkinin elde edilememesinin sebeplerinden biri de kōfte ūrneklerinin pH'sının 6,5 in ūzerinde olması olabilir. Ayrıca, gıdada yūksek oranda bulunan yaę veya proteinin bir ūekilde bakterileri esansiyel yaęların etkisinden koruduęunu da bildiren çalıřmalar mevcuttur (23, 29).

TVB-N tayini balık eti ve ūrūnlerinin tazelięinin belirlenmesinde ūnemli bir parametredir. Filetoda 13,2 mg/100 g bulunan TVB-N'nin kōfte yapımını takiben tūm gruplarda 3-4 mg miktarında arttıęı tespit edildi. Bu durum, kōfte yapımında kullanılan baharat ve yeřilliklerden kaynaklanmıř olabilir. Huss (103) yeni yakalanan taze balıęın TVB-N miktarını 5-20 mg/100, taze kabul edilebilirlik sınır deęerini 30-40 mg/100 g olarak bildirmiřtir. Varlık ve ark (86) ise TVB-N miktarını 25 mg/100 g'a kadar "ok iyi", 30 mg/100 g'a kadar "iyi", 35 mg/100 g'a kadar "pazarlanabilir", 35 mg/100 g'dan fazla "bozulmuř" olarak nitelemektedirler. Kōftelerin muhafazası esnasında, gruplar arasında TVB-N sayısı bakımından bir farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$). Her ne kadar muhafaza sūresince tūm kōfte gruplarında sūrekli bir artıř gōrūlse de, hiçbir grupta TVB-N deęeri 25 mg/100 g miktarını ařmadı. Dolayısıyla, tūm gruplar TVB-N deęeri bakımından "ok iyi" olarak nitelendirilebilir. Fakat mikrobiyolojik ve duyuşal

açından değerlendirildiklerinde ise kontrol grubunun, %0,1 ve %0,25 thymol içeren grupların muhafazanın 6. gününde, %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren grubun 8. günde, %1 sodyum laktat içeren grubun ise 10. günde artık tüketilemez duruma geldiği tespit edildi. Bu durum, genel olarak dondurularak saklanan veya ticari sterilizasyon yapılmış ürünlerin haricindeki diğer ürünlerde mikrobiyolojik bozulmanın kimyasal bozulmadan daha önce meydana gelmesiyle açıklanabilir.

TBA değeri balık yağının oksidasyonu sonucu oluşan malonaldehit miktarının belirteçidir. Araştırmacılara (86) göre TBA sayısı “çok iyi” bir üründe 3’ten az olmalı, “iyi” bir üründe ise 5’ten fazla olmamalıdır. Tüketilebilirlik sınır değeri de 7-8 arasındadır. Çalışmamızda, köfte yapımında kullanılan filetonun ortalama TBA değeri 0,16 mg malonaldehit/kg olarak tespit edildi. Köfte yapımını takiben yapılan analizlerde (0. gün) ise tüm gruplarda TBA değerlerinde yarı yarıya bir düşüş gözlemlendi (Tablo 8). Köfte yapımını takiben TBA değerinin yarı yarıya düşmesi köfte yapımında kullanılan baharatların varsa antioksidan etkisinden kaynaklanabilir. Muhafazanın ilk 6 gününde, kontrol grubu ile thymol, sodyum laktat veya her iki bileşeni bir arada içeren gruplar karşılaştırıldığında aralarında bir fark görülmedi ($p>0,05$). Fakat 8. günde, %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren grubun TBA değerindeki azalmaya ve %1 sodyum laktat içeren grubun TBA değerindeki artışa bağlı olarak aralarında fark olduğu tespit edildi ($p<0,05$). Thymol’un antioksidan etkiye sahip olduğunu bildiren pek çok çalışma mevcuttur (49, 56, 57). Muhafaza süresince, %1 sodyum laktat + %0,25 thymol içeren grubun TBA değerindeki azalış içerdiği thymol’den kaynaklanabilir.

Köfte örnekleri duyusal açıdan değerlendirildiğinde, %1 sodyum laktat içeren örnekler lezzet, koku ve renk açısından istatistiksel olarak kontrol grubundan farklılık sergilemese de daha iyi bir skora sahipti. Muhafazanın 8. gününde kontrol grubu, %0,1 ve %0,25 oranında thymol içeren gruplar ve %1 sodyum laktat + %0,1 thymol içeren grubun görsel açıdan çok kötü bir durumda olduğu görüldü. Bu gruplardaki köftelerin üzerinde aşırı derecede bakteri üremesinden kaynaklanan sümüksü bir tabakanın varlığı yanı sıra koklandıklarında bariz bir şekilde kokuşma kokusu algılandığından dolayı analizleri yapılmadı.

Esansiyel yağların ürünlerde kullanılmasının önündeki en büyük engel lezzet ve koku üzerine olan olumsuz etkileridir (23, 24, 29, 82). Yapılan bu çalışmada da, %0,25 oranında thymol'un tek başına veya %1 oranında sodyum laktat ile birlikte kullanıldığı köfte örneklerinin diğer gruplarla karşılaştırıldığında kabul edilemez bir lezzete ve kokuya sahip oldukları tespit edildi ($p>0,05$). Yapılan değerlendirmede en düşük skoru bu gruplar aldı. İçerisinde %0,1 oranında thymol bulunduran gruplar her ne kadar kabul edilebilir bir lezzete ve kokuya sahip olsa da, yapılan değerlendirmede kontrol ve %1 sodyum laktat içeren gruplara göre daha düşük skor aldılar. Renk açısından değerlendirildiğinde, gruplar genel olarak birbirlerine yakın skorlar aldılar.

7. SONUÇ

Çalışmamızın bulguları gözden geçirildiğinde;

- İçerisinde thymol ve sodyum laktat bulunmayan kontrol grubu balık köftelerinin raf ömrünün, buzdolabı şartlarında en fazla 6 gün olduğu,

- %1 oranında sodyum laktat ilavesinin balık köftelerindeki mikrobiyel faaliyeti yavaşlattığı ve bu sayede raf ömrünü 10 güne kadar uzattığı,

- %0,1 veya %0,25 oranında thymol ilavesinin balık köftelerindeki mikrobiyel faaliyet üzerine bir etkisinin olmadığı dolayısıyla balık köftelerinin raf ömrünü uzatmadığı,

- %1 sodyum laktat + %0,1 thymol kombinasyonu ilave edildiğinde mikrobiyel faaliyet üzerine sinerjistik bir etki göstermedikleri, aksine %0,1 thymol'un sodyum laktatın etkisini azalttığı,

- %1 sodyum laktat + %0,25 thymol kombinasyonu uygulandığında ise mikrobiyel faaliyet üzerine etki gösterdikleri ve köftelerin raf ömrünü 8 güne kadar uzattıkları, fakat yine de etkilerinin tek başına % 1'lik sodyum laktat uygulamasına göre zayıf kaldığı,

- Tek başlarına veya kombine halde sodyum laktat, %0,1 veya %0,25 thymol ilavesinin balık köftelerinde TVB-N ve TBA değerleri üzerine kontrol grubuna göre herhangi bir farklılık meydana getirmediği,

- pH açısından ise %0,1 thymol ile %1 sodyum laktat + %0,1 thymol ilave edilen köftelerin 0. günde diğer gruplara göre biraz düşük olduğu ($p < 0.05$) fakat diğer günlerde bir farklılık olmadığı,

- İçerisine tek başına veya sodyum laktat ile kombine halde %0,25 thymol katılan köftelerin lezzet açısından kabul edilemez derece de kötü bir aroma verdiği bu yüzden tketelemez durumda olduğu,

- İçerisine tek başına veya sodyum laktat ile kombine halde %0,1 thymol katılan köftelerin lezzet açısından kabul edilebilir olduğu fakat yine de kontrol ve sadece sodyum laktat ilave edilmiş ürünlerden daha az beğenildiği,

- Tek başlarına sodyum laktat, %0,1 veya %0,25 thymol ilavesinin balık köftelerinde renk üzerine olumsuz bir etki yapmadığı, fakat tek başına %0,25 thymol veya %1 sodyum laktat + %0,25 thymol ilave edilen köftelerin koku yönünden olumsuz bir özelliğe sahip oldukları görülmüştür.

Sonuç olarak, balık köftelerine %1 sodyum laktat ile birlikte veya tek başlarına %0,1 veya %0,25 thymol ilavesinin ürünün ne duysal ne de mikrobiyel kalitesi üzerine olumlu bir etki yapmadığı, sodyum laktat ile birlikte kullanıldıklarında sinerjistik bir etki göstermedikleri, aksine sodyum laktatın etkisini zayıflattıkları kanaatine varılmıştır. Aynı zaman da, thymol'un çok yoğun aromatik etkisinden dolayı %0,1'in üzerindeki konsantrasyonlarda ürünün lezzetini ve kokusunu olumsuz etkilediği anlaşılmıştır.

8. KAYNAKLAR

1. DPT (Devlet Planlama Teşkilatı). Sekizinci beş yıllık kalkınma planı, Su Ürünleri ve Su Ürünleri Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara. 2001.
2. Aydın F, Köksal G, Demir N, ve ark. Su ürünleri yetiştiriciliği ve politikalar, TÜGEM, Ankara. 2004.
3. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu). Su ürünleri istatistikleri, TÜİK Matbaası, Ankara. 2011.
4. Seçer S, Korkmaz AŞ, Yavuzcan H, Atar HH, Polat S. Su ürünleri üretimi: Avcılık ve Politikalar, Türkiye Ziraat Müh. VI. Teknik Kongresi, Ankara, 3-7 Ocak 2005, 2, 773-791.
5. Civaner Ç. Su ürünleri. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara. 2005.
6. Turan H, Kaya Y, Sönmez G. Balık etinin besin değeri ve insan sağlığındaki yeri. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 2006; 23: 1/3: 505-508.
7. MPD (Mutfak Profesyonelleri Derneği). Deniz ürünleri, <http://www.mpd.org.tr/tr/faydalibilgiler/denizurunleri.htm>, 03.10.2012.
8. Pigott GM, Tucker BW. Seafood: Effects of technology on nutrition. Food Science and Technology Series No. 39. 1990.
9. Baysal A. Beslenme. Hatipoğlu Yayınevi, Ankara.2002.
10. TANEX (Tan Su Ürünleri), Besin değerleri, http://www.tansuurunleri.com.tr/tansuurunleri.php?sayfa_id=601&kategori_id=601&id=24&lng=1, 03 Ekim 2012.
11. Valverde IM, Periago MJ, Santaella M. The content and nutritional significance of minerals on fish flesh in the presence and absence of bone. Food Chem 2000; 71: 503-509.
12. Burr ML, Fehily AM, Gilbert JF. Effects of changes in fat, fish, and fibre intakes on death and myocardial reinfarction: Diet and Reinfarction Trial (DART). Lancet 2 1989; 757-61.
13. Busstra MC, Siezen CLE, Grubben MJA. Tissue levels of fish fatty acids and risk of colorectal adenomas: A case-control study (Netherlands), Cancer Causes Control 2003;14: 269-276.
14. Erdem Z, Çelik M. Su ürünleri yağlarının yapısı ve insan sağlığı açısından önemi, 1. Bölgesel Öğrenci Sempozyumu, (17-18 Nisan, 2003) Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana,2003, 99-10.
15. Aras-Hisar Ş, Hisar O, Yanık T. Balıklarda mikrobiyolojik, enzimatik ve kimyasal bozulmalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi 2004; 35: 261-265.
16. Pektaş H. Balık bozulmasının sebepleri ve teşhisi. Balık ve Balıkçılık Dergisi, Ekim Kasım-Aralık Sayısı,1955: 9-13.

17. Ertaş H. Balık mikroflorası ve kutu konserve balıklarda bozulmaya neden olan bakteriler. A.Ü. Ziraat Fak. Mezbaha Mahsülleri Teknolojisi Kürsüsü,1981; 6: 7-9.
18. Őeker D. Balıklarda mikrobiyal bozulmaya neden olan *Pseudomonas* spp.'nin izolasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Manisa: Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2011.
19. Polat A, Tokur B. Balıklarda prooksidan ve antioksidanların lipit oksidasyonuna etkileri, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 2000; 17: 299-310.
20. Özyurt G, Tokur B, Özoğul Y, Korkmaz K, Polat A. İnce dudaklı Kefal (*Liza Ramada*)'in yağ asidi kompozisyonu ve buzdolabında muhafazası (4°C) sırasında lipit oksidasyonu. *Journal of FisheriesSciences.com* 1: 4; 2007: 160-167.
21. Barlas N. Balık muhafaza usülleri. *Balık ve Balıkçılık Dergisi* 1969;17:4: 19-22.
22. Akgüneş H. Deniz ürünlerinin kurutulması ve dumanlanması suretiyle muhafazası 1-2, *Balık ve Balıkçılık Dergisi* 1973; 19: 2, 8-11, 20:5; 13-16.
23. Tajkarimi MM, Ibrahim SA, Cliver DO. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control* 2010; 21: 1199-1218.
24. Tiwari BK, Valdramidis VP, O'Donnell CP, et al. Application of natural antimicrobials for food preservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2009; 57: 5987-6000.
25. Mastromatteo M, Danza A, Conte A, Muratore G, Del Nobile MA. Shelf life of ready to use peeled shrimps as affected by thymol essential oil and modified atmosphere packaging. *Int J Food Microbiol* 2010; 144: 250-256.
26. Corbo MR, Speranza B, Flippone A, et al. Study on the synergic effect of natural compounds on the microbiological quality decay of packed fish hamburger. *Int J Food Microbiol* 2008; 127: 261-267.
27. Gutierrez J, Barry-Ryan C, Bourke P. The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations and interactions with food ingredients. *Int J Food Microbiol* 2008; 124: 91-97.
28. Seydim AC, Guzel-Seydim ZB, Acton JC, Dawson PL. Effects of rosemary extract and sodium lactate on quality of vacuum-packaged ground ostrich meat. *J Food Sci* 2006; 71(1): S71-S76.
29. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods- a review. *Int J Food Microbiol* 2004; 94: 223-253.
30. Schirmer BC, Langsrud S. Evaluation of natural antimicrobials on typical meat spoilage bacteria in vitro and in vacuum-packed pork meat. *J Food Sci* 2010; 75: M98-M102.
31. Corbo MR, Di Giulio S, Conte A, et al. Thymol and modified atmosphere packaging to control microbiological spoilage in packed fresh cod hamburgers. *Int J Food Sci Techn* 2009; 44: 1553-1560.
32. Çalıcioğlu M, Dikici A. Esansiyel yağların çiğköftede *Salmonella*'nın inaktivasyonu üzerine etkileri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 2008; 22 (5): 283-288.

33. De Wit JC, Rombouts FM. Antimicrobial activity of sodium lactate. *Food Microbiol* 1990; 7: 113-120.
34. Hwang CA, Sheen S, Juneja V. Effects of sodium lactate on the survival of *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, and *Salmonella* spp. in cooked ham at refrigerated and abuse temperatures. *Food and Nutrition Sciences* 2011; 2: 464-470.
35. Mani-López E, Garcia HS, López-Malo A. Organic acids as antimicrobials to control *Salmonella* in meat and poultry products. *Food Res Int* 2012; 45: 713-721.
36. USDA/FSIS. United States Department of Agriculture/Food Safety of Inspection Service. Food additives for use in meat and poultry products: sodium diacetate, sodium acetate, sodium lactate and potassium lactate. In: Rules and regulations. Fed Reg 9CFR Part 424, (Docket No. 99-028DF), 2000; 65(3): 3121-3123.
37. Murphy RY, Osaili T, Duncan LK, Marcy JA. Effect of sodium lactate on thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* in ground chicken thigh and leg meat. *J Food Protect* 2007; 67: 1403-1407.
38. Maca JV, Miller RK, Bigner ME, Lucia LM. and Acuff GR. Sodium Lactate And Storage Temperature Effects On Shelf Life of Vacuum Packaged Beef Top Rounds, *Meat Science* 1999; 53: 23-29.
39. Çetin B, Bostan K. Hazır köftelerin mikrobiyolojik kalitesi ve raf ömrü üzerine sodyum laktatın etkisi. *Turk J Vet Anim Sci* 2002; 26: 843-848.
40. Bingöl EB, Bostan K. Effect of sodium lactate on the microbiological quality and shelf life of sausages. *Turk J Vet Anim Sci* 2007; 31: 333-339.
41. Bingöl EB, Bostan K. Bir gıda katkı maddesi olarak laktatların et ve et ürünlerinde kullanımı. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2012; 38: 79-88.
42. Stekelenburg FK, Kant-Muermans MLT. Effects of sodium lactate and other additives in a cooked ham product on sensory quality and development of a strain of *Lactobacillus curvatus* and *Listeria monocytogenes*. *Int J Food Microbiol* 2001; 66: 197-203.
43. Nykänen A, Weckman K, Lapveteläinen A. Synergistic inhibition of *Listeria monocytogenes* on cold-smoked rainbow trout by nisin and sodium lactate. *Int J Food Microbiol* 2000; 61: 63-72.
44. Kılınç B, Caklı S, Dincer T, Tolasa S. Microbiological, chemical, sensory, color, and textural changes of rainbow trout fillets treated with sodium acetate, sodium lactate, sodium citrate, and stored at 4°C. *Journal of Aquatic Food Product Technology* 2009; 18: 3-17.
45. Öksüztepe G, Çoban ÖE, Güran HŞ. Sodyum laktat ilavesinin taze Gökkuşluğu alabalığından (*Oncorhynchus mykiss* W) yapılan köftelere etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2010; 16 (Suppl-A): 65-72.
46. FDA. Bacteriological Analytical Manual, Food and Drug Administration, AOAC Int. Gaithersburg, 1995.

47. Sallam KI. Chemical, sensory and shelf life evaluation of sliced salmon treated with salts of organic acids. *Food Chem* 2007; 101: 592-600.
48. Huma, F, Jaffar M, Masud, KA. Modified potentiometric method for the estimation of phenol in aqueous systems. *Turk J Chemistry* 1999; 23: 415-422.
49. Arkan S. Karvakrol ve timol'ün izole sıçan kalp kası üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir: Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2008.
50. Can ÖP ve Emir-Çoban Ö. Aynalı sazan balığı (*Cyprinus Carpio* L., 1758) kıymasından hazırlanan köftelerin raf ömrü üzerine timol'ün etkisi. *Etlük Veteriner Mikrobiyoloji Dergisi* 2012; 23: 9-14.
51. Bagamboula CF, Uyttendaele M, Debevere J. Inhibitory effect of of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. *Food Microbiol* 2004; 21: 33-42.
52. Tippayatam P, Chonhenchob V. Antibacterial activities of thymol, eugenol and nisin against some food spoilage bacteria. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 2007; 41 : 319–323.
53. Skold K, Twetman S, Hallgren A, Yucel Lindberg T, Modeer T. Effect of chlorhexidine/thymol-containing varnish on prostoglandin E2 levels in gingival crevicular fluid, *European Journal of Oral Sciences* 1998; 106: 571-575.
54. Yucel Lindberg T, Twetman S, Skold-Larsson K, Modeer T. Effect of an antibacterial dental varnish on the levels prostanoids, leukotriene B4 and interleukin-1 beta in gingival crevicular fluid, *Acta Odontologica Scandinavica* 1999; 57: 23-27.
55. Belhattab R, Larous L, Figueriedo AC, Santos PAG, Barraso JG, Pedro LG. *Origanum glandulosum* Desf. grown wild in Algeria essential oil composition and glycosidic bound volatiles, *Flavour and Frangrance Journal* 2005; 20: 209-212.
56. Sari M, Biondi DM, Kaabeche M, et al. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil several populations of Algerian *Origanum glandulosum* Desf., *Flavour and Frangrance Journal* 2006; 21: 890-898.
57. Yanishlieva NV, Marinova EM, Gordon MH, Raneva VG. Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems, *Food Chem* 1999; 64: 59-66.
58. Xu J, Zhou F, Ji BP, Pei RS, Xu N. The antimicrobial mechanism of carvacrol and thymol against *Escherichia coli*. *Lett Appl Microbiol* 2008; 47: 174-179.
59. Juven BJ, Kanner J, Schved F, Weisslowicz H. Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *J Appl Bacteriol* 1994; 76: 626–631.
60. Lambert RJW, Skandamis PN, Coote PJ, Nychas GJE. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J Appl Microbiol* 2001; 91: 453-462.
61. Soultos N, Tzikas Z, Christaki E, Papageorgiou K, Steris, V. The effect of dietary oregano essential oil on microbial growth of rabbit carcasses during refrigerated storage. *Meat Science* 2009; 81: 474-478.

62. Kykkidou S, Giatrakou V, Papavergou A, Kontominas MG, Sawaidis IN. Effect of thyme essential oil and packaging treatments on fresh Mediterranean swordfish fillets during storage at 4°C. *Food Chem* 2009; 115: 169-175.
63. İzci L, Günlü A, Bilgin Ş. Ülkemizde gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792)'nın değerlendirme şekilleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi 2009; 5 (1-2): 73-79.
64. Şen B, Canpolat Ö, Sevim AF, Sönmez F. Elazığ ilinde balık eti tüketimi. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil Dergisi 2008; 20 (3): 433-437.
65. Mahaffey KR. Fish and shellfish as dietary sources of methylmercury and the ω -3 fatty acids, eicosahexaenoic acid and docosahexaenoic acid: risks and benefits. *Environmental Research* 2004; 95(3): 414-428.
66. Arslan A. Et muayenesi ve et ürünleri teknolojisi. Medipres. Özkan Matbaacılık Ltd. Şti, Ankara. 2002.
67. Al-Bulushi IM, Kasapis S, Al-Oufi H, Al-Mamari S. Evaluating the quality and storage stability of fish burgers during frozen storage. *Fisheries Science*, 2005; 71: 648-654
68. Corbo MR, Speranza B, Filippone A, et al. Natural compounds to preserve fresh fish burgers. *Int J Food Sci Tech* 2009; 44: 2021-2027.
69. Duman M, Patir B, Duman E, İlhak Oİ. The effects of salt and storage temperature on microbiological changes in hot-smoked mirror carp (*Cyprinus carpio* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences* 2007; 10 (17): 3002-3005.
70. Kılınç B. Microbiological, sensory and color changes of Anchovy (*Engraulis Encrasicolus*) patties during refrigerated storage. *Journal of Muscle Foods* 2009; 20: 129-137.
71. Patir B, Duman M, İlhak Oİ. Farklı ağaç türleriyle tütsülenen aynalı sazan (*Cyprinus carpio* L.) filetolarının mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşsal kalitesi. *Veteriner Bilimler Dergisi* 2005; 21 (1-2): 51-60.
72. Taşkaya L, Çaklı Ş, Kışla D, Kılınç B. Quality changes of fish burger from rainbow trout during refrigerated storage. *E.Ü Su Ürünleri Dergisi* 2003; 20 (1-2): 147-154.
73. Tokur B, Özkütük S, Atici E, Özyurt G, Özyurt CE. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) during frozen storage (-18). *Food Chem* 2006; 99: 335-341.
74. Yerlikaya P, Gökoğlu N, Uran H. Quality changes of fish patties produced from anchovy during refrigerated storage. *European Food Research and Technology* 2005; 220: 287-291.
75. Berik N, Kahraman D. Kefal balığı sucuklarında duyuşsal ve besin kompozisyonun belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2010; 16 (Suppl-A): S59-S63.
76. Boran M, Köse S. Storage properties of three types of fried whiting balls at refrigerated temperatures. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 2007; 7: 65-70.

77. Yanar Y, Fenercioğlu H. Sazan (*Cyprinus carpio*) etinin balık köftesi olarak değerlendirilmesi. *Turk J Vet Anim Sci* 1999; 23, 361-365.
78. Gülyavuz, H. Tömek, S. Balık Etinden Sosis Yapımı Teknolojisi, Su Ürünleri Sempozyumu, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, İzmir.1991.
79. Kaba, N. Özer, Ö. Çorapçı, B. Dumanlanmış Zargana Köftelerinin Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi, *Journal of FisheriesSciences.com* 2012; 6: 357-367.
80. Gökoğlu, N. Balık Köftesinin Soğukta Depolanması, *Gıda Dergisi* 1994; 19: 217-220.
81. Özpolat E, Çoban ÖE, Patır B. Farklı oranlarda asetik asit ve euganol ile hazırlanan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) marinatlarının duyu özellikleri. *J Fisheries Sciences.com*. 2010; 4: 329-336.
82. Mexis SF, Chouliara E, Kontominas MG. Combined effect of an oxygen absorber and oregano essential oil on shelf life extension of rainbow trout fillets stored at 4°C. *Food Microbiol* 2009; 26: 598-605.
83. Halkman AK . Merck gıda mikrobiyolojisi uygulamaları. Ankara, 2005.
84. Harrigan WF. Laboratory methods in food microbiology. 3rd Edition, London, 1998.
85. AOAC. Association official analytical chemists. Official methods of analysis of the association of official analytical chemist. 15th Edition, Washington DC, 1990.
86. Varlık C, Uğur M, Gökoğlu N, Gün H. Su ürünlerinde kalite kontrol ilke ve yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği*, Yayın No 17, İstanbul, 1993.
87. Tarladgis BG, Watts BM, Younnathan MT, Dugan LR. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J Am Oil Chem Soc* 1960; 37: 44-48.
88. Varlık C, Erkan N, Metin S, Baygar T, Özden Ö. Marine balık köftesinin raf ömrünün belirlenmesi. *Turk J Vet Anim Sci* 2000; 24: 593-597.
89. Metin S, Erkan N, Varlık C. The application of hypoxanthine activity as a quality indicator of cold stored fish burgers. *Turk J Vet Anim Sci* 2002; 26: 363-367.
90. Ersoy B, Yılmaz AB. Karabalık (*Clarias gariepinus* BURCHELL, 1822) köftesinin dondurularak muhafazası. *Turk J Vet Anim Sci* 2003; 27: 827-832.
91. Akkuş Ö, Varlık C, Erkan N, Mol S. Çiğ ve haşlanmış balık etinden yapılmış köftelerin bazı kalite parametrelerinin incelenmesi. *Turk J Vet Anim Sci* 2004; 28: 79-85.
92. Zhou F, Ji B, Zhang H, et al. The antibacterial effect of cinnamaldehyde, thymol, carvacrol and their combinations against the foodborne pathogen *Salmonella* Typhimurium. *J Food Safety* 2007; 27: 124-133.
93. Hoogenkamp HW. Soy protein and formulated meat products. In: *Ingredients for whole muscle meats*. London, 2005.

94. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği. 2011. http://www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/kodeks_yonetmelik/mikrobiyolojik_kriterler_yonetmelik.html. 04.11.2012.
95. ICMSF. International commission on microbiological specification for foods. Microorganisms in Foods. 2. Sampling for microbiological analyses: principles and specific applications. 2nd Edition, Toronto, 1986.
96. Sallam KI, Samejima K. Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. LWT- Food Science and Technology 2004; 37: 865-871.
97. Mahmoud BSM, Yamazaki K, Miyashita K et al. Bacterial microflora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf-life extension by essential oil compounds. Food Microbiol 2004; 21: 657-666.
98. Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. Modern food microbiology. 7th Edition, New York, 2005.
99. Al-Harbi Ahmed H, Uddin MN. Aerobic bacterial flora of common carp (*Cyprinus carpio* L.) cultured in Earthen Ponds in Saudi Arabia. Journal of Applied Aquaculture 2008; 20: 108-119.
100. Cahill MM. Bacterial flora of fishes: A review. Microbial Ecology 1990; 19: 21-41.
101. Gökten D. Gıdaların mikrobiyal ekolojisi, Et Mikrobiyolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1990.
102. Patır B, Inanlı AG, Oksuztepe GA, Dincoglu AH, Ilhak OI. Shelf-life, sensory attributes and microbiological and chemical characteristics of processed mirror carp (*Cyprinus carpio* L) filets. Journal of Animal and Veterinary Advances 2009; 8: 1101-1109.
103. Huss HH. Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper 348. Rome, 1995.

9. ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Malatya'da doğdum. İlk, orta ve lise eğitimimi Malatya'da tamamladım. 2005 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümüne girdim ve 2009 yılında mezun oldum. 2010 yılında Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Bölümünde yüksek lisans öğrenimime başladım.