

**DOĞAL ESANSİYEL YAĞLAR VE DOĞAL  
EKSTRAKTLAR İLE EMÜLSİFİYE ET ÜRÜNLERİ  
ÜRETİMİ VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**THE PRODUCTION OF EMULSIFIED MEAT PRODUCTS  
WITH NATURAL ESSENTIAL OILS AND NATURAL  
EXTRACTS AND EXAMINATION OF QUALITY  
CHARACTERISTICS**

**EMRE HASTAOĞLU**

**PROF. DR HALİL VURAL**

**Tez Danışmanı**

**PROF. DR. ÖZLEM PELİN CAN**

**Eş Tez Danışmanı**

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü

DOKTORA TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2019

## ÖZET

# DOĞAL ESANSİYEL YAĞLAR VE DOĞAL EKSTRAKTLAR İLE EMÜLSİFİYE ET ÜRÜNLERİ ÜRETİMİ VE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

**Emre HASTAOĞLU**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Halil VURAL**

**Eş Danışmanı: Prof. Dr. Özlem Pelin CAN**

**Ekim 2019, 73 Sayfa**

Bu çalışmada emülsifiye et ürünü olan salamda nitrit miktarını azaltmak amacıyla, timol ve biberiye esansiyel yağları ve et ürünlerinde renklendirici olarak sıkça kullanılan karmin yerine doğal bir renklendirici olan kırmızı pancar ekstraktı kullanılmıştır. Çalışma kapsamında timol, biberiye esansiyel yağı ve kırmızı pancar ekstraktı içeren 10 farklı örnek ile 2 kontrol grubu ile toplam 12 farklı salam örneği üretilmiştir. Salam örnekleri, nitrit, esansiyel yağlar ve kırmızı pancar ekstraktı içermeyen kontrol örneği ve ticari kontrol örneği ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Bu amaçla salam örneklerinde depolamanın 0, 7, 14, 30, 60 ve 90. günlerinde; pH, TBA, DPPH serbest radikal süpürücü aktivite, toplam fenolik madde miktarı, enstrümantal renk, tekstür, mikrobiyolojik ve duyu analizler yapılmıştır. Çalışma sonuçları incelendiğinde, 4°C’de muhafaza süresince, nitritin azaltılması ve kırmızı pancar ekstraktı ve esansiyel yağın eklenmesi ile üretilen salamlarda ticari kontrol örneğinden daha düşük TBA değerine ulaşılabileceği görülmüştür. Ticari kontrol örneğinde elde edilen DPPH serbest radikal süpürücü aktivite değeri, nitrit miktarı

azaltılmış, esansiyel yağ ve kırmızı pancar ekstraktı içeren örneklerde elde edilmiştir. Esansiyel yağlar ve kırmızı pancar ekstraktının çeşitli kombinasyonlarda ilave edilerek üretilen salamlarda, istatistiksel olarak en yüksek fenolik madde miktarı timol ilave edilen örneklerde tespit edilmiştir. Örneklerin enstrümantal renk değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde, timol parlaklığı artırırken, en yüksek kırmızılık değeri ticari kontrol örneğinde tespit edilmiş olup nitriti azaltılmış ve kırmızı pancar ekstraktı ilave edilmiş örneklerin kırmızılık değeri ticari kontrol örneğine istatistiksel olarak yakın bulunmuştur. Mikrobiyolojik açıdan, nitrit miktarı azaltılmış, timol ve kırmızı pancar ekstraktı ilave edilmiş örneklerin mikrobiyal kalitesi (toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısı, laktik asit bakteri sayısı, maya ve küf sayısı) istatistiksel olarak ticari kontrol örneğine yakın çıkmıştır. Örneklerin tekstür profil analizinde 9 parametre ölçülmüş olup depolama ile birlikte örneklerin sertlik değerleri istatistiksel olarak artmıştır. Salam örneklerinin muhafaza süresince, renk, koku, görünüş ve lezzet parametreleri panelistler tarafından değerlendirilmiş ve bu verilerden genel beğeni kriteri hesaplanmıştır. Genel beğeni açısından en yüksek skoru ticari kontrol örneği almış olup ona en yakın puan nitriti azaltılmış, biberiye esansiyel yağı ve kırmızı pancar ekstraktı ilave edilmiş örnekte belirlenmiştir. Sonuç olarak, emülsifiye et ürünlerinde nitrit miktarı azaltılarak timol ve biberiye esansiyel yağlarının kullanımı ile nitritin sağladığı antimikrobiyal ve antioksidan etkilerin sağlanabileceği söylenebilir. Nitritin azaltılması ile kullanılacak ikame esansiyel yağlardan timolün, biberiye esansiyel yağına göre antimikrobiyal etkisinin, antioksidan etkisinin ve fenolik miktarının yüksek olmasına rağmen biberiye esansiyel yağının timole göre duyuşal açıdan daha kabul edilebilir bulunması nedeniyle nitrit miktarı azaltılmış ve karmin içermeyen et ürünlerinde biberiye esansiyel yağının ve kırmızı pancar ekstraktının kullanımı tavsiye edilebilir.

**Anahtar kelimeler;** salam, esansiyel yağlar, kırmızı pancar ekstraktı, nitrit azaltma, timol, biberiye

## **ABSTRACT**

# **THE PRODUCTION OF EMULSIFIED MEAT PRODUCTS WITH NATURAL ESSENTIAL OILS AND NATURAL EXTRACTS AND EXAMINATION OF QUALITY CHARACTERISTICS**

**Emre HASTAOĞLU**

**Supervisor: Prof. Dr. Halil VURAL**

**Co-supervisor: Prof. Dr. Özlem Pelin CAN**

**October 2019, 73 pages**

In this study, 12 different salami samples containing different essential oils (thymol and rosemary essential oils) and red beet extract, which is a natural colorant, were experimentally produced in order to reduce the amount of nitrite in salami. Experimental samples were evaluated by comparing the control sample without nitrite, essential oils and red beet extract and with the commercial control sample that was already produced commercially. For this purpose, pH, TBA, DPPH radical scavenging activity, total phenolic content, instrumental color, texture profile, microbiological and sensory analyzes were performed on 6 different storage days (0, 7, 14, 30, 60 and 90<sup>th</sup> days) of salami samples. The results of the study were evaluated, it was observed that although the samples were exposed to oxidation during storage at 4°C, lower TBARs values could be achieved by reducing nitrite and adding essential oil. It is also thought that the DPPH radical scavenging activity effect of nitrite can be achieved by reducing nitrite and adding essential

oil and red beet extract together. Essential oils and red beet extract are known to have a high phenolic effect, but the highest phenolic content of thymol, rosemary oil and beetroot extract has been found in samples with thymol. As the instrumental color value of the samples was examined, thymol increased brightness ( $L^*$ ) value. Although the redness ( $a^*$ ) value decreased with storage, the highest redness value was determined in the commercial control sample, the redness value of the samples containing reduced nitrite and red beet extract was found close to the commercial control sample. In terms of microbiology, the samples containing reduced nitrite, thymol and red beet extracts had similar microbial quality (total aerobic psychophilic bacteria count, lactic acid bacteria count, yeast and mold count) than commercial control sample. In the texture profile analysis of the samples, 9 parameters were measured and with storage, the samples hardened and chewiness changed. Color, appearance, odor and flavor parameters of salami samples were evaluated by the panelists and general appreciation criteria were calculated from these data. The highest score in terms of general appreciation was obtained from the commercial control sample and the closest score was determined in the sample containing reduced nitrite, rosemary essential oil and red beet extract. As a result, red beet extract is thought to be a good natural colorant that can be used to replace with carmine in meat products. Although the antimicrobial effect, antioxidant effect and phenolic content of thymol, which is one of the substitute essential oils that can be used by reducing nitrite, was higher than the rosemary essential oil, the rosemary essential oil was found to be more acceptable than thymol.

**Keywords;** salami, essential oils, red beet extract, nitrite reduction, thymol, rosemary

## TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitim hayatım boyunca benden desteğini ve emeğini esirgeyemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Halil VURAL'a,

Bu çalışmanın planlanmasından başlayarak tüm uygulama süresince ilgisi ve tecrübesi ile hep yanımda olan tez eş danışman hocam sayın Prof. Dr. Özlem Pelin CAN'a,

Tez çalışmamın tüm aşamalarında bana yol gösteren tez izleme kurulu hocalarım sayın Doç. Dr. Remziye YILMAZ ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Emin Burçin ÖZVURAL'a,

Hep yanımda olan ve bana güç katan sevgili eşim Öğr. Gör. Fatma HASTAOĞLU'na,

Eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen canım aileme,

Tekstür profili ve enstrümental renk analizlerinin gerçekleştirilmesini sağlayan Uzm. Yelda ZENCİR ve Uzm. Selin HEYBELİ'ye,

İstatistiksel analizlerin uygulanmasını sağlayan Dr. Öğr. Üyesi Ziyet ÇINAR'a,

Çalışmadaki örneklerin temininde ve hazırlanmasında yardımcı olan Yıldız Et Ltd. Şti. çalışanlarına ve yetkililerine,

Analizlerimi gerçekleştirmem için bana olanak sağlayan Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'ne teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Et Ürünlerinin Muhafaza Yöntemleri .....	3
2.2. Et Ürünlerinde Kütleme İşlemi ve Nitrit .....	4
2.3. Nitritin Sağlık Açısından Etkileri ve Tüketici Kaygıları .....	7
2.4. Et Ürünlerinde Kullanılan Nitrite Alternatif Katkılar.....	8
2.5. Esansiyel Yağların Antimikrobiyal ve Antioksidan Etkileri .....	11
2.6. Timol ve Özellikleri.....	13
2.6.1. Et Ürünlerinde Timolün Kullanımı.....	14
2.7. Biberiye Esansiyel Yağı ve Özellikleri.....	14
2.7.1. Et Ürünlerinde Biberiye Esansiyel Yağı Kullanımı.....	15
2.8. Et Ürünlerinde Rengin Önemi .....	16
2.9. Kırmızı Pancar Ekstraktı ve Özellikleri.....	17
2.9.1. Et Ürünlerinde Kırmızı Pancar Ekstraktının Kullanımı.....	17
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR .....	18
3.1. Materyal.....	18
3.2. Yöntem .....	18
3.2.1. Salam Hamurunun Hazırlanması.....	19
3.2.2. Deneysel Grupların Oluşturulması .....	19
3.2.3. Analizler .....	22
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	27

4.1. Salam Örneklerinin Hazırlanmasında Kullanılan Et ve Hayvansal Yağa Ait Analiz Bulguları .....	27
4.2. Salam Hamuru (Dolum Öncesi) Örneklerinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Bulguları .....	28
4.3. Salam Örneklerine Ait Analiz Bulguları .....	29
4.3.1. Kimyasal Analiz Sonuçları .....	29
4.3.2. Enstrümantal Renk ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ) Sonuçları .....	39
4.3.3. Tekstür Profil Analizi Sonuçları .....	45
4.3.4. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları .....	54
4.3.5. Duyusal Analiz Sonuçları .....	61
4.3.6. Enstrümantal Renk ile Duyusal Renk Değerlerinin Karşılaştırılması .....	69
5. SONUÇ .....	71
6. KAYNAKLAR .....	74
Ek 1: Duyusal Değerlendirme Formu .....	87
Ek 2: Salam Örneklerinin Kesit Götüntüleri .....	88
ÖZGEÇMİŞ .....	89



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.	Et ve et ürünlerini muhafaza etmek için kullanılan yöntemler .....	4
Çizelge 2.	Antioksidan aktiviteli bazı baharatlar .....	9
Çizelge 3.	Et ürünlerinde alternatif kullanılabilen bitkisel kaynaklar.....	10
Çizelge 4.	Deneysel salam formülasyonu .....	18
Çizelge 5.	Deneysel örneklerin formülasyonu .....	21
Çizelge 6.	Salam örneklerinin elde edildiği hammaddeye ait özellikler.....	27
Çizelge 7.	Salam hamuru örneklerinin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz bulguları...	28
Çizelge 8.	4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait pH değişimleri.....	30
Çizelge 9.	4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait tiyobarbütirik asit değerlerinin değişimleri.....	32
Çizelge 10.	4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait DPPH serbest radikal süpürücü aktivite (%inhibisyon) değerlerinin değişimleri .....	35
Çizelge 11.	4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait toplam fenolik madde değerlerinin değişimleri .....	38
Çizelge 12.	4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait $L^*$ değerlerinin değişimleri	40
Çizelge 13.	4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait $b^*$ değerlerinin değişimleri	44
Çizelge 14.	4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait sertlik1 (N) ve sertlik2 (N) değerlerinin değişimleri .....	46
Çizelge 15.	4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait bağlayıcılık ve esneklik değerlerinin değişimleri .....	49
Çizelge 16.	4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait gam özelliği ve çiğnenebilirlik değerlerinin değişimleri .....	51
Çizelge 17.	4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait tutunabilirlik değerlerinin değişimleri.....	52
Çizelge 18.	4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait laktik asit bakteri sayılarının zamana bağlı değişimleri .....	55
Çizelge 19.	4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait maya ve küf sayılarının zamana bağlı değişimi.....	56
Çizelge 20.	4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısının zamana bağlı değişimi .....	58

Çizelge 21. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait duyuşal renk değęrlerinin zamana bağlı değışimi.....	62
Çizelge 22. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait duyuşal görünüş değęrlerinin zamana bağlı değışimi.....	64
Çizelge 23. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait duyuşal koku değęrlerinin zamana bağlı değışimi.....	65
Çizelge 24. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait duyuşal lezzet değęrlerinin zamana bağlı değışimi.....	66
Çizelge 25. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait duyuşal genel beğeni değęrlerinin zamana bağlı değışimi .....	67
Çizelge 26. Salam örneklerinin 4°C’de muhafazası sırasında duyuşal ve enstrümental olarak ölçülen renk değęrlerinin korelasyonu.....	69
Çizelge 27. Kalite özellikleri açısından örneklerin karşılaştırılması .....	71

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kürleme prosesinde gelişen temel reaksiyon.....	5
Şekil 2. Nitrosomiyoglobin- nitrosohemokrom oluşum reaksiyonları .....	6
Şekil 3. Nitrozamin oluşumu.....	8
Şekil 4. Timolün kimyasal yapısı.....	13
Şekil 5. Biberiye ekstraktlarında antioksidan etki gösteren bileşikler .....	15
Şekil 6. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait TBA değerlerinin değişimleri ....	33
Şekil 7. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait toplam fenolik madde miktarının (mg/gallik asit/mL örnek) değişimleri .....	39
Şekil 8. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait $a^*$ değerlerinin değişimleri .....	42
Şekil 9. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısının zamana bağlı değişimi .....	59

## SİMGELER VE KISALTMALAR

mg:	miligram
kg:	kilogram
ppm:	milyonda bir
w/w:	ağırlıkça yüzde
nm:	nanometre
g:	gram
µg:	mikrogram
N:	Newton
Nmm:	Newton milimetre
kob/g:	gramdaki koloni oluşturan birim
LAB:	laktik asit bakterisi
TBA:	tiyobarbütirik asit
DPPH:	2, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate

# 1. GİRİŞ

Sentetik antioksidanlar, gıdaların raf ömrünü artırmak için gıda üretiminde sıklıkla kullanılır [19]. Özellikle et ürünlerinde nitrit ve nitrat en yoğun kullanılan katkı maddelerindedir. Fakat nitrit kanserojenik N-nitrozo bileşiklerinin oluşumuna neden olduğundan, başka katkıları üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır [118,161].

Nitrat ve nitritin işlenmiş et ürünlerindeki antimikrobiyal, antioksidatif ve renk oluşumu gibi çeşitli fonksiyonlarını taşıyan ve sağlık açısından daha risksiz katkı maddelerinin kullanım imkanları üzerinde araştırmalar yapılmaktadır [113]. Nitrat/nitrit ette birçok fonksiyonu sağladığından, yerine bu fonksiyonları sağlayacak tek bir katkı maddesi belirlenememiştir. Et ürünlerinde nitrit kullanımının doğal bileşenlerin yardımıyla azaltılması veya hiç kullanılmamasının yanı sıra, organik asitler, ışınlama, basınç uygulamaları ve engel teknolojisi uygulamaları üzerinde çalışmalar yapılmaktadır [148].

Bitkisel esansiyel yağlarının antibakteriyel [28], antifungal [27], antiviral [24] ve antioksidatif [11] etkileri üzerinde yapılan çalışmalardan olumlu sonuçlar alınmıştır [15]. Araştırmacılara göre, gıdalarda bitkisel uçucu yağ ve ekstrakt kullanımının ürün güvenliği ve gıdanın raf ömrünü uzatmak konusunda etkili bir çözüm olabileceği bildirilmektedir [15].

Timol, karvakrolün izomeri olup, p-simenden doğal olarak türetilen bir monoterpen türevidir [125]. Kekik bitkisinin önemli bir tıbbi bitki olmasının, içeriğinde yüksek miktarda bulunan timolden kaynaklanmaktadır. Çünkü timolün antioksidatif, antimikrobiyal, balgam söktürücü, antispazmodik ve antibakteriyel etkileri araştırmalarla ortaya konmuştur [10,70,132].

Uçucu yağlar arasında biberiye (*Rosmarinus officinalis L.*) yağı, gıda endüstrisinde gıdaların raf ömrünü uzatmada yaygın olarak kullanılmaktadır. Çalışmalar, biberiye esansiyel yağının gıdanın renginin stabilizasyonu ve/veya lipit oksidasyonunu önleyen doğal bir antioksidan olarak yararlı etkilerini göstermiştir [14,18,79]. Güçlü antioksidan özelliklerine ek olarak, biberiye esansiyel yağının çeşitli gıda kaynaklı patojenlerin *in vitro* büyümesini inhibe ettiği gösterilmiştir [65,137].

İçeriğinde bulunan fenolik bileşikler ve betalainler nedeniyle kırmızı pancar iyi bir antioksidan ve doğal renklendirici kaynağı olarak kabul edilir [97,121,122]. Betalainler suda çözünür azot içeren pigmentlerdir ve iki alt gruptan oluşur; betasiyaninler ve betaksantinler [42,138]. Ayrıca betalainler, gıdalara kırmızı-mor bir renk vermek için doğal pigmentler olarak kullanılan antosiyaninlerden pH değişimine karşı daha kararludur [7,98,123].

Salam gibi kurlenmiş et ürünlerinde nitrosohemokromojen, nitrit sayesinde oluşan pembe renkli ve arzu edilen renk bileşimidir [41]. Et ürünlerinde renk, görsel kalitesinin sağlanması için önemli bir kriter olduğundan, karmin emülsifiye et ürünlerinde sık kullanılan bir renk maddesidir [12]. Ancak tüketicilerin nitrit içeren et ürünlerinde olduğu gibi karmin içeren et ürünlerinin tüketimi konusunda kaygılı olduğu bildirilmiştir [63].

Tüketicinin beklentisi doğrultusunda et ürünlerinde kullanılacak doğal kaynaklı birçok renk maddesi üzerine araştırma yapılmıştır. Araştırmacılar güçlü fenolik bileşen içeriğinden dolayı kırmızı pancar ekstraktının nitriti azaltılmış emülsifiye soslerde doğal renklendirici olarak kullanılabilceğini belirtmişlerdir [83].

Turp ve Sucu [148]'ya göre, et ürünlerinde ürünün rengini, lezzetini ve oksidatif stabilitesini korumak için nitritin azaltılmasına yönelik daha fazla çalışmaya gereksinim bulunmaktadır.

Bu çalışmada, nitrit miktarı azaltılmış salamlarda, kırmızı pancar ekstraktı ve esansiyel yağların birlikte kullanımı ve ürünlerde mikrobiyolojik, kimyasal, fiziksel ve duyuşal özelliklerindeki değişim 90 günlük raf ömrü süresince izlenerek, alternatif katkı profilinin oluşturulması amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Et Ürünlerinin Muhafaza Yöntemleri

Et ve et ürünleri biyolojik yapılarından dolayı, kolay bozulabilen gıdalardandır. Et ürünlerinin fiziksel, kimyasal, duyuşsal ve mikrobiyolojik değişimlerini engellemek için çeşitli muhafaza yöntemleri kullanılmaktadır [45]. Etin sahip olduğu biyolojik özellikleri, raf ömrü ve tazeliği üründeki başlangıç mikroorganizma yükü, sıcaklık, nem, oksijen, enzimler, su aktivitesi ve ışık gibi etkenlerden dolayı etin özelliklerinde istenmeyen değişiklikler oluşmaktadır [56]. Gıda kaynaklı patojen mikroorganizmalar ve gıdada bozulma yapan mikroorganizmaların gelişimi için et ve et ürünleri besin ve su içeriğinden dolayı çok iyi bir ortam sağlamaktadır. Et ürünlerinde kalitenin ve gıda güvenliğinin sağlanması için etkin muhafaza teknolojilerinin uygulanması gerekir [16]. Taze etin muhafazasında soğutma ve dondurma uygulamaları vakumlu ve modifiye atmosferli paketleme yöntemleri ile desteklenebilmektedir. Et ürünlerinde ise bu yöntemlere ilaveten çeşitli katkı maddeleri kullanılabilir [47,162].

Et ve et ürünleri muhafazasında fiziksel ve kimyasal yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu yöntemler tek başına kullanıldığı gibi aynı türde birkaçı birlikte veya iki türde birden fazla yöntem bir arada veya ardışık kullanılmaktadır. Kullanılan yöntemler, etin ve et ürünlerinin içerdii besin maddelerini ve diğer etkili maddeleri tüketilemeyecek derecede azaltmamalı veya bu yöntemlerle üretilen et ve et ürünleri tüketildiğinde sağlığa zararlı bir sonuç doğurmamalıdır. Bir gıdanın raf ömrü; o gıdanın değişmeden, sağlıklı olarak tüketiciye ulaşana kadar uygulanan işlemlere bağlı olarak değişen kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik dayanma süresidir [111].

Temel işlemler etin raf ömrünü artırmak için kullanıldığı gibi et teknolojisinde et ürünleri üretiminde de kullanılmaktadır. Et ürünleri üretiminde uygulanan temel işlemler, ürün kalitesinin ve ürün raf ömrünün oluşmasında önemli faktörlerdir [111].

Çizelge 1. Et ve et ürünlerini muhafaza etmek için kullanılan yöntemler [111]

Yöntemler	Uygulama
Fiziksel Yöntemler	
Soğuk Muhafaza	Soğutma Dondurma
Isıl İşlem	Pastörizasyon Sterilizasyon
Kurutma	Kısmen su uçurma Liyofilizasyon
Işınlama	UV-Işınları İyonize ışınlar
Kimyasal Yöntemler	
Tuzlama	Sofra tuzu
Kürleme	Nitrit + Tuz + Fermantasyon Nitritli Kürleme Tuzu
Dumanlama	Doğrudan duman uygulama Sıvı duman uygulama
Asitliğin geliştirilmesi	Laktik asit fermantasyonu

## 2.2. Et Ürünlerinde Kürleme İşlemi ve Nitrit

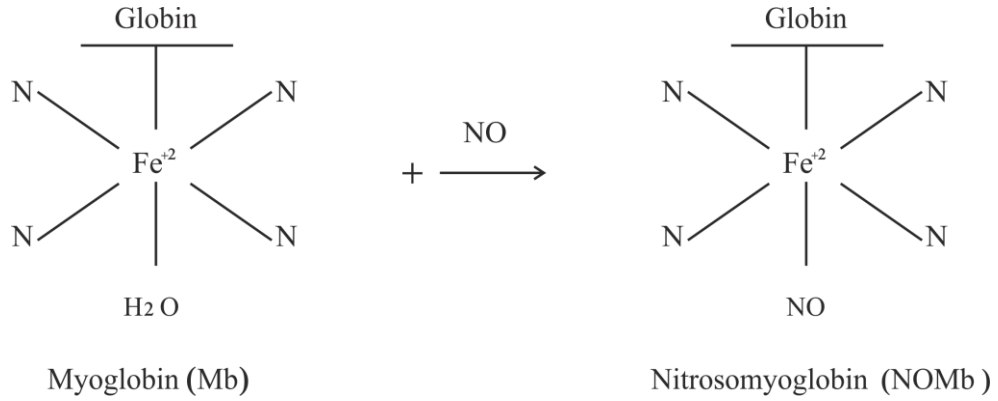
Et teknolojisinde önemli bir yeri olan kürleme işlemi aynı zamanda geleneksel et muhafazası yöntemlerinden biridir. Et ürünlerinde renk ve lezzet oluşumu ve mikrobiyal stabilite sağlamak amacı ile nitrit ve nitratların sodyum ve potasyum tuzları; kullanılmaktadır [8]. Kelime anlamı “düzeltmek, iyileştirmek” olan kürleme, çok eski zamanlardan beri et ve balıktaki bozulmaları önlemek amacıyla kullanılmaktadır [71]. Kürleme işlemi, üründe görünüş, renk, yapı koku ve lezzet gibi özellikleri geliştirmek ve raf ömrünü uzatmak amacıyla kürleme maddeleri, çeşitli katkı maddeler ve baharatlar katılarak uygulanan bir işlemdir [5,151].

Kürlenmiş et ürünleri kürleme işleminin anahtar bileşeni olan nitriti içermektedir. Nitritin et ürünlerindeki temel fonksiyonları;

- Tipik kürlenmiş et tadını ve aromasını geliştirir,



- Lipit oksidasyonunu ve ransiditeyi önler,
- Miyoglobinle reaksiyona girerek kürlenmiş et ürünlerinin tipik rengi oluşturur (Şekil 1),
- Bozulma yapan ve patojen bakterilerin gelişimini engeller [29,94].



Şekil 1.Kürleme prosesinde gelişen temel reaksiyon [111]

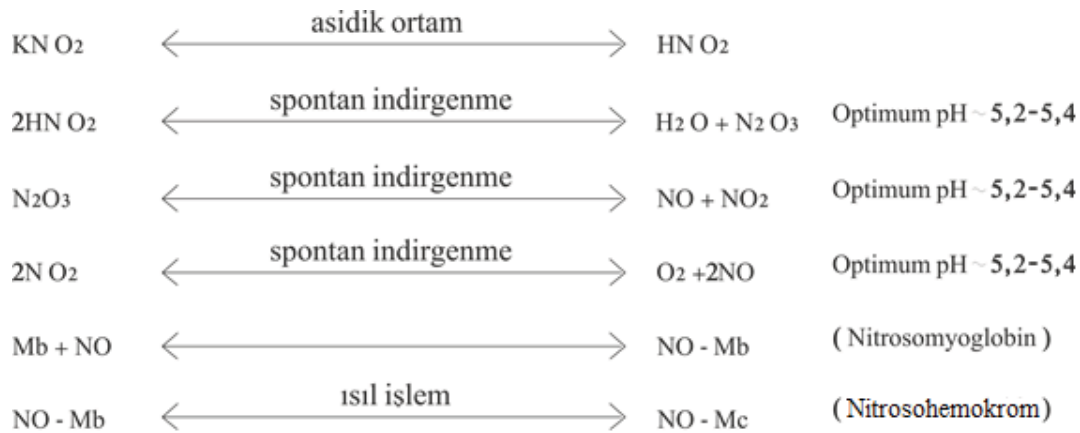
Nitrit veya nitratın mikroorganizmalar üzerine etkisiyle kürlenmiş etin dayanıklılığı artar. Ancak, kürlenmiş et ürünlerinin raf ömrü üründeki yağın bozulması ile kısıtlanabilmektedir. Lipit oksidasyonu denilen, “hem” molekülünün katalizine neden olan bozulma olayı başlar ve tiyobarbitürik asit sayısı yükselir. Kürleme ajanları ve tuz ilavesiyle pH düşer ve oksidasyon ilerler. İç ve dış faktörlerin etkisiyle nitrosomyoglobin ve nitrosohemokromojen kolaylıkla okside olur [111].

Et ve Et Ürünleri Tebliği'nde [163] emülsifiye et ürünü “evcil tırnaklı hayvan etlerinden veya kanatlı hayvan etlerinden emülsiyon işlemi uygulanarak elde edilen hamurun doğal veya yapay kılıflara doldurulup ısıtılarak uygulanmasıyla elde edilen et ürünü” olarak tanımlanır. Türk Standartları Enstitüsü'nün salam standardında [145] “salam, büyükbaş ve küçükbaş hayvan etlerinin veya bunların karışımlarının kemik, yağ, sinir ve kıkırdaklarından ayrılıp kıyıldıktan sonra, gerekli yardımcı maddelerin katılmasıyla hazırlanan et hamurunun, kılıflara doldurulması ve tiplerine göre uygun tarzda dumanlanıp, suda pişirilmesi ile yapılan bir et ürünüdür” olarak ifade edilmektedir.

Et ürünleri, ısıtılma işlemi gördükten sonra mikroorganizma gelişimine bağlı olarak renk değişimine uğrayabilir. Oksidaz, peroksit ve sülfür yapıcılar tarafından gerçekleştirilen nitroso myoglobin oksidasyonu mikrobiyal oksidasyon kaynaklıdır [111].

Kimyasal yolla da renk değişikliklerine neden olan oksidasyon oluşmakta, oksijen varlığı ve ışık etkisiyle de hızlanmaktadır. Ayrıca, yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu ortaya çıkan peroksit, myoglobin ve nitrosomyoglobin oksidasyonuna yol açar. Oksidasyon sonucu cholemyoglobin, verdoglobin ve sülfmyoglobin oluşmaktadır. Kimyasal yolla nitrit yanığı denilen renk kusuru da oluşmakta, nitrit porfirin halkasına bağlanarak yeşil-gri bileşiklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Nitrit yanığının nedeni fazla nitrit katılması, sistein, glutation, şeker kaynaklı redüktanlar ve SH-grupları gibi redüktif maddelerin ortamda bulunmasıdır [111].

Sadece tuzlama yönteminin kullanımı myoglobinin oksidasyonunu engellemede yeterli değildir. Myoglobin veya oksimyoglobin oksidasyonu sonucu metmyoglobine dönüşmektedir. Kürleme yöntemi ile nitrat veya nitritin renk stabilize edilerek et renginin kalıcı et rengine dönüştürülmesi sağlanır [111]. Kürlenmiş et ürünlerinin kırmızı rengi, nitritin et ürünlerindeki önemli etkilerinden biridir. Şekil 2'deki gibi, kırmızı renk, NO-myoglobin (Fe+2) oluşana kadar bir dizi karmaşık reaksiyon adımıyla gelişmektedir [71]. Kürleme işleminde renk oluşumu ve rengin kalıcılığı önemlidir. Renk oluşumu; nitrosomyoglobin oluşmasına bağlı iken, renk kalıcılığı ise; etin renginin depolama boyunca değişmemesidir [111].



Şekil 2. Nitrosomyoglobin- nitrosohemokrom oluşum reaksiyonları [111]

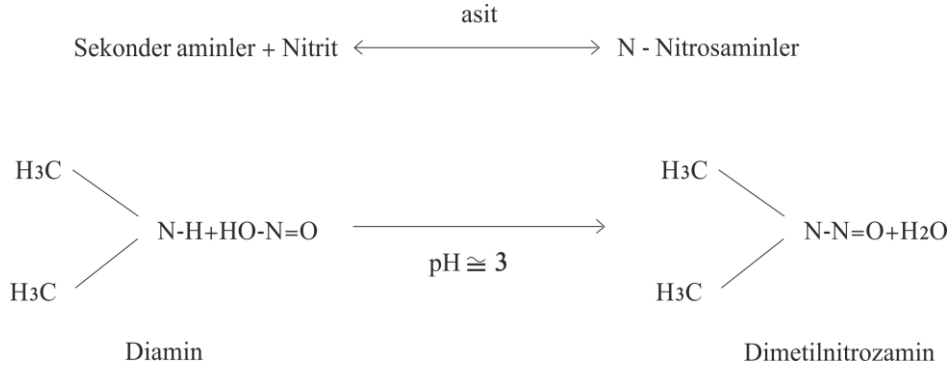
### 2.3. Nitritin Sağlık Açısından Etkileri ve Tüketici Kaygıları

Nitrat veya nitritin et ürünleri üzerindeki geniş etkilerinden dolayı bilinçsizce ve gereğinden fazla kullanımı çeşitli sağlık sorunlarına sebep olmaktadır. Nitrat direk toksik etki yaratmasa da dolaylı olarak bakteriyel nitrat redüktaz aktivitesi ile nitrite dönüşmektedir ve toksik etki nitritten kaynaklanmaktadır [109].

Nitrit ağız yoluyla alımına izin verilen tek toksik maddedir ve epidemiyolojik çalışmalarda, nitrit içeren kürlenmiş/işlenmiş et ürünlerinin kanserojenik risk taşıdığı görülmektedir [106]. Birçok ülkede, nitritin et ürünlerine direk ilavesi ve tedarikçi firmaların nitriti saf bulundurmaları yasaktır [43]. Kürlenme ile birlikte nitritin nitrosomiyoglobine dönüşümü %30-40 kadardır. Et ürününe katılan nitritin tamamının myoglobine bağlanmaması durumunda üründe kalıntı nitrit oluşmaktadır [21]. Kürlenme prosesi sırasında, asitliğinin yüksek olması halinde, ortamda bulunan sekonder ve tersiyer aminlerle, kalıntı nitrit azot oksit veya azot dioksit ile reaksiyonlarına girmesi ile kanserojen, mutajen ve teratojenik etkili N-Dimetilnitrosamin (DMNA) veya Dietilnitrosamin (DNA) bileşenlerinin oluşumuna sebep olur. Şekil 3'te, nitritin nitrosamine dönüşüm mekanizması verilmiştir [111]. Nitratın bakteriyel indirgenmesi veya ürüne katılan aminlerin reaksiyonu sonucu nitrosaminler oluşurlar [140].

Nitrit/nitratın insandaki toksikolojik etkileri, nitritin hemoglobinle ile methemoglobinemi oluşturmaya bağlı olarak gerçekleşmektedir. Hücre içinde hemoglobin ile methemoglobin değişimi sonucu anoksiye meydana gelir ve iç boğulma gerçekleşir [112].

Nitrit, ortam pH azalması ile nitroz aside yükseltgenir. Yaklaşık pH 3 seviyelerinde, nitritoksit sekonder aminlerle reaksiyona girerek nitrozaminler oluşmaktadır. Kürlenmiş et ürünleri tüketildikten sonra mide özsuyunda tehlike arz edebilir. Bunun sebebi, mide özsuyu asidik bir ortam olduğu için kürlenmiş et ürünündeki bulunması muhtemel kalıntı nitrit midede reaksiyona girebilir ve N-nitrosaminlerin oluşumu gerçekleşir. Kolon kanserinin başlıca sebeplerinden biri oluşan bu nitrosaminlerdir [106].



Şekil 3. Nitrozamin oluşumu [111]

Bu sağlık risklerinden dolayı, nitrit içeren gıdaların tercih edilebilirliğini azalmaktadır [77]. Tüketiciler etlerde nitrit kullanımı hakkında bilgi sahibi olduklarında ve nitrit içeren işlenmiş et ürünleri bulunan diyetlerin sağlık üzerindeki etkilerini algıladıklarında, daha sağlıklı et ürünlerini tercih etme eğiliminde olmaktadır [3]. Bunun yanı sıra et ve et ürünlerinde bulunan hayvansal yağ, kolesterol, sentetik antioksidanlar ve antimikrobiyallerin yarattığı dejeneratif rahatsızlıklardan dolayı günümüzde tüketicilerin et ve et ürünleri tüketiminde hassas ve kaygılı olduğu görülmektedir [128]. Araştırmacılar, yenilenmiş ve daha sağlıklı hale getirilmiş ve daha uzun raf ömürlü et ürünleri geliştirmek için fındık, meyve, sebze, baharat ve bitkisel kökenli ürünlerin kullanımına ilgi göstermektedir.

#### 2.4. Et Ürünlerinde Kullanılan Nitrite Alternatif Katkılar

Et ürünlerinde nitriti azaltmak, koku oluşuma sebep olan yağın otooksidasyonuna ve rengin değişimine neden olabilmektedir. Bu reaksiyon serisi sonucu, oksijenle kolayca reaksiyona girebilen bileşikler oluşur. Bu hayli reaktif olan bileşiğin oluşumu antioksidanlar eklenerek geciktirilebilir. Lipit oksidasyonu ile birlikte, hempigmentler (miyogloblin ve hemoglobin) ayrıca bir çift lipit-pigment reaksiyonunda okside olarak renk değişikliğine neden olur [69]. Bütillenmiş hidroksianisol, bütillenmiş hidroksitoluen, tersiyer-butil hidrokinon gibi çeşitli sentetik antioksidanlar, gıda endüstrisinde lipit oksidasyonunu inhibe etmek için kullanılır. Ancak, sağlık riskleri ve toksisite nedeniyle kullanımları sınırlandırılmıştır. Tüketicilerin, sentetik koruyucular yerine doğal koruyucular içeren gıda talepleri giderek artmaktadır [6]. Çünkü sentetik katkı maddelerinin güvenliği son yıllarda sorgulanmaya başlanmıştır.

Meyve ve sebzelerde bulunan doğal bileşiklerin (“fitokimyasal maddeler”) nitritin kısmen veya tamamen değiştirilmesi için uygun birer aday olabileceği bildirilmiştir. Bu doğal bileşikler biyoaktiftir ve insan sağlığını destekleyici [86], güçlü antimikrobiyal etkinliğe sahip [139] ve anti-kanserojen/anti-mutajenik [36] özelliklere sahip yapılardır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Antioksidan aktiviteli bazı baharatlar [159]

<b>Baharat Adı</b>	<b>Sistemik Adı</b>	<b>Etken Bileşen</b>
Biberiye	<i>Rosemarinus officinalis</i>	Karnosik asit, karnosol, rosmarinik asit, rosmanol
Adaçayı	<i>Salvia officinalis</i>	Karnosol, karnosik asit, rosmanol, rosmarinik asit
Oregano	<i>Origanum vulgare</i>	Fenolik asit türevleri, flavonoidler, tokoferoller
Yeşil çay	<i>Camelia sinensis</i>	Kateşinler
Siyah çay	<i>Camelia assamica</i>	Theaflavinler, thearubiginler
Kekik	<i>Origanum vulgare</i>	Timol, karvakrol, <i>p</i> -cumene-2,3-diol
Zencefil	<i>Zingiber officinale</i>	Gingerol ve benzeri bileşikler, diarilheptanoidler
Zerdaçal	<i>Curcuma domestica</i>	Curcuminler
Kırmızıbiber	<i>Capsicum annum</i>	Kapsaisin
Karabiber	<i>Piper nigrum</i>	Fenolik amidler, flavonoidler

Nitrat içeren bitkisel maddeler ve doğal antimikrobiyal maddeler nitrite alternatif olarak en çok tavsiye edilenlerdir. Bunun yanı sıra, bitki ekstraktlarının kullanımı tüketiciler tarafından daha sağlıklı ve doğal görülmektedir [72].

Et ürünlerinde nitrite alternatif olarak kullanılacak maddelerin taşınması gereken özellikler şu şekilde sıralanmıştır; kolay temin edilebilmeli, et ürününün duyu özellikleriyle zıtlık oluşturmamalı, doğal olmalı, mikroorganizmaların gelişimini ve oksidasyonu engelledebilmelidir [78]. Çizelge 3’te et ürünlerinde nitrite alternatif olarak denenilen bitkisel kökenli bileşenlerin etkileri verilmiştir.

Çizelge 3. Et ürünlerinde alternatif kullanılabilen bitkisel kaynaklar

Alternatif Bitkisel Kaynak	Kullanılan Konsantrasyon	Et ürünü çeşidi/ortamı	Etkiler	Referans
Yeşil çay ekstraktı	%1-2	Sığır kıyması	Lipit oksidasyonunu azalttı ve et rengini stabil hale getirdi	[101]
Modifiye atmosfer paketlenmiş çay kateşin	200 mg/kg	Sığır köftesi	Renk ve lipit stabilitesini geliştirdi	[141]
Biberiye ve kekik ekstraktı	%0,02	Çiğ domuz köftesi	Daha yüksek antioksidan aktivite ve renk bozulmasının önlenmesi	[69]
Üzüm çekirdeği ekstraktı	%0.00015-0.125	Sulu ortam	<i>L. monocytogenes</i> gelişimini üzerinde etkili	[23]
Sodyum laktat ile kekik ve yaban mersini	%2 sodyum laktat ile birlikte 750 ppm kekik ve yaban mersini karışımı	Pişmiş sığır kıyması	<i>L. monocytogenes</i> gelişimini üzerinde etkili	[13]
Sodyum nitrit içeren <i>Coptis rhizome</i> 'un sulu ekstraktı	%0,05 <i>Coptis rhizome</i> içeren 6-8 ppm sodyum nitrit	Et suyu	Sinerjik antibotulinal aktivite, sodyum nitrit azaltılması	[38]
Nitritli anka pirinci	25 ppm nitrit içeren	Az nitritli Çin sosisi	100 ppm nitrit eklenmiş, renk kararlılığı ile fark yok	[92]
Annatto tozu	%0,5'lik Anka pirinci %0,08-0,16-0,31	Sosis	Yüksek kırmızılık değeri, <i>C. perfringens</i> büyümesi yok, <i>C. botulinum</i> büyümesinin kontrolü	[161]
Üzüm çekirdeği ekstraktı, çam kabuğu ekstresi ve oleoresin biberiye	%1	Pişmiş sığır eti	<i>L. monocytogenes</i> gelişimini üzerinde etkili	[2]

Geniş spektrumlu aktivitesi nedeniyle nitritin tek bir antimikrobiyal madde ile değiştirilmesi zor olduğu için nitritle kombinasyon veya farklı antimikrobiyal ajanların kullanımının etkili olabileceği bildirilmektedir [134]. Bununla birlikte, tüketim güvenliği ile ilgili iyileştirme önlemleri, doğal ve organik işlenmiş et ürünlerinin benzersiz özelliklerini değiştirmeden yapılmalıdır [6].

Fenolik bileşikler, organik asitler ve flavonoidler, bitki ekstraktlarının çoğunda bulunan önemli antimikrobiyal ve antioksidan bileşiklerdir. Bu bileşiklerin hücre zarında hasar yarattığı ve bunun da hücresel bileşenlerin sızmasına neden olmasından dolayı mikroorganizmaların etkisiz hale getirildiği bildirilmiştir [107]. Bu bileşiklerin antioksidan özelliğinin ise, lipid oksidasyonunun serbest radikal zincir reaksiyonunda donör olarak işlev görmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir [104].

## **2.5. Esansiyel Yağların Antimikrobiyal ve Antioksidan Etkileri**

Esansiyel yağlar; bitkilerin çeşitli bölümlerinden ekstrakte edilen, genellikle sıvı olan, ait olduğu bitkinin özelliklerini taşıyan, kimyasal kompozisyonu geniş, uçucu nitelikte bileşenlerdir. Bunlar çoğunlukla acı tada sahip ve su ile taşınabilen bulunduğu bitkiye karakteristik özellik sağlayan bileşimlerdir [129].

Bitki esansiyel yağlarının antibakteriyel, antifungal, antiviral [24] ve antioksidatif etkileri üzerinde yapılan çalışmalarda genellikle pozitif sonuçlar alınmıştır [15]. Bu etkilerin sağlanabilmesi için sentetik gıda katkılarının yerine alternatif aranırken, bitki esansiyel yağı ve özü kullanmanın etkili bir çözüm olabileceği düşünülmektedir [19].

Antimikrobiyal özelliklere sahip esansiyel yağlardaki aktif bileşikler terpen, terpenoid, fenilpropan ve diğerleri olarak gruplandırılmıştır. Esansiyel yağlardaki aktif bileşiğe bağlı olarak, farklı mikrobiyal hedefler veya işlemler, özellikle hücresel membranlar ve hücresel enerji üretimi, fakat aynı zamanda hücre bölünmesinin engellenmesi gibi değişiklikler tespit edilmiştir [80].

Uçucu yağların, patojen ve bozulma yapan birçok mikroorganizmanın gelişimini engellediğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Gıda sanayinde, sentetik antimikrobiyal maddelere alternatif olarak mikroorganizmalara karşı koruyucu etkileri

bulunan ve bitki ve baharatlardan elde edilen uçucu yağların kullanımı tavsiye edilmektedir [149]. Doğal antimikrobiyal maddeler gıdaların sadece raf ömrünü uzatmakla kalmayıp, aynı zamanda mikroorganizma kaynaklı hastalıkları da kontrol altında tutabilmesi açısından önemlidir [149].

Gıdaların bozulmasına ve gıda zehirlenmelerine sebep olan *Staphylococcus spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus spp.*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Micrococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Shigella spp.*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus parasiticus* ve *Aspergillus flavus* gibi mikroorganizmaların gelişimi üzerine uçucu yağların etkili olduğu birçok araştırmada bildirilmiştir [53].

Esansiyel yağ bileşenlerinden karvakrol ve timol, izomerik fenol sınıfında yer almaktadır ve bakteri hücre membranını parçalayarak materyallerin hücre dışına çıkmasını sağlar. Sinnamealdehit ise fenilpropanoid sınıfında yer almaktadır ve lipofilik özellikleri sayesinde bakteri duvarını delebildikleri için *Salmonella typhimurium* ve *Escherichia coli* O157 gelişimi üzerine etkilidir [67].

Gıdaların duyuşal özelliklerini kaybetmesinde oksidasyon önemli bir reaksiyondur. Aldehitler, hidrokarbonlar, ketonlar, peroksitler, alkoller ve asitler gibi çeşitli bileşikler, oksidasyon sırasında meydana gelen ve acılaşmaya neden olan bileşiklerdir [146]. İnsan sağlığı açısından okside lipitler tehlike arz ettiğinden gıdalarda bu bileşiklerin oluşmasının engellenmesi gerektiği bildirilmiştir [85].

Bitkiler genellikle doğal antioksidan kaynağı olmasının yanı sıra, antioksidan aktiviteleri polar fenolik hidroksil bileşiklerin ve uçucu yağların varlığından kaynaklanmaktadır [39,110]. Uçucu yağların antioksidatif etkileri içerdikleri etken madde miktarına, ekstraksiyon yöntemine ve kullanılan çözügenin özelliğine göre değişebilmektedir [152].

Esansiyel yağların kimyasal yapısı ile antioksidatif etkileri arasındaki ilişki Farag ve ark. (1989) tarafından incelenmiş ve oksidasyonun ilk basamağında meydana gelen peroksit radikallerinin oluşumunun timolün yapısındaki fenolik gruplar tarafından azalttığını bildirmişlerdir.



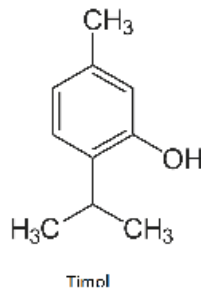
Esansiyel yağların tüketimleri güvenli sayılsa da duyuşal açıdan kullanımları sınırlıdır. Bu nedenle esansiyel yağların antimikrobiyal etkileri incelenirken bulunduğu gıdanın duyuşal özelliklerini etkilemeyecek en az miktarın belirlenmesi gerekir [9,130]

## 2.6. Timol ve Özellikleri

Kekik esansiyel yağı, lipit peroksidasyonunu önleme ve radikal süpürücü gücünün yanı sıra önemli derecede antifungal ve antibakteriyel etkiye sahiptir [116]. Yapılan çalışmalar, kekiğin *V. parahaemolyticus*, *S. aureus*, *S. typhimurium* bakterilerinin ve *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 küf suşunun gelişimini engellediğini göstermektedir [108].

Kekik uçucu yağının en etkin maddesi timoldür. Timol (5-methyl-2- isopropylphenol) monoterpenler grubunda bulunan oksijenli aromatik bileşendir (Şekil 4) [89]. Uçucu yağda %5-60 oranında bulunabilmektedir [4].

Antifungal ve antiseptik etkili *Thymus vulgaris* L.'nin uçucu bileşenlerinden olan timol, antimikrobiyal etkili bir fenol türevidir ve bakteri, küf ve mayaların gelişimini etkilediğini belirtilmiştir. Timolün diğer fenollere göre çok daha yüksek antiseptik özelliği ve çok daha az toksik etkisi bulunduğu bildirilmiştir. Timolün antimikrobiyal etkisi, timolün mikroorganizmaların hücre çeperini parçalaması ve lipopolisakkaritlerin serbest kalmasını sağlayarak ve enerji için stoplazmik membranını daha geçirgen hale getirerek sağladığını belirtilmiştir [67].



Şekil 4. Timolün kimyasal yapısı

### 2.6.1. Et Ürünlerinde Timolün Kullanımı

Timol ve timol içeren esansiyel yağların et ürünlerinde kullanımını üzerine yapılan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada timol içeren esansiyel yağların güçlü antimikrobiyal ve antioksidan etki gösterdiği belirlenmiştir [55].

Yapılan bir çalışmada tavuk etinden yapılmış köftenin yüzeyine uygulanan timol ile lipit oksidasyonunun geciktiği ve raf ömrünün uzadığı tespit edilmiştir [31].

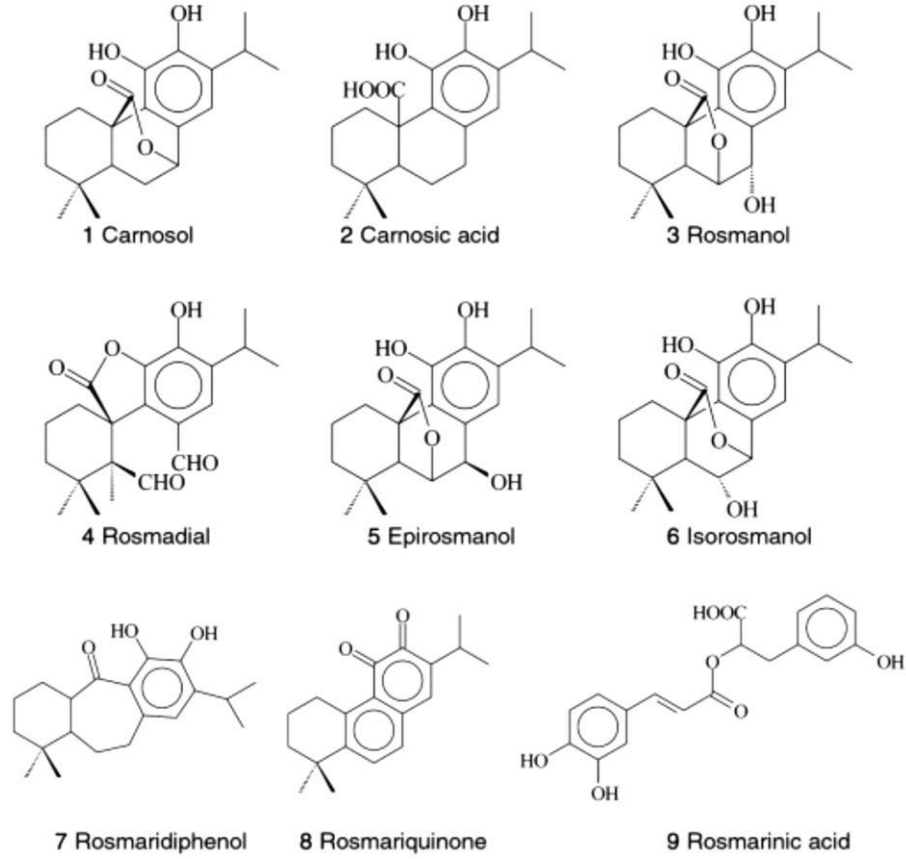
Kekik esansiyel yağının et ürünlerinde maya ve küf gelişiminde etkili olduğu görülmüştür [61]. Başka bir çalışmada ise, 4°C’de aerobik koşullarda kılıçbalığı filetolarına %0.1’lik kekik esansiyel yağı ekleyerek raf ömürlerinin 5 gün uzadığı belirtilmiştir [88].

### 2.7. Biberiye Esansiyel Yağı ve Özellikleri

Biberiye (*Rosmarinus officinalis* L. (*Labiatae*)) hem mutfakta hem de tıbbi amaçlar için kullanılan Akdeniz bölgesinde yetişen bir bitkidir. Biberiyenin çoklu biyolojik aktiviteleri rapor edilmiştir. Biberiye özü, çeşitli sektörlerde kullanılır ve antibakteriyel, antioksidan, antifungal, antienflamatuar özellikleri bulunmasından dolayı ticari potansiyeli de vardır. Biberiyenin antioksidan aktivitesi, gıda muhafaza, kozmetik, nutrasötikler ve fitomedikinerler dahil olmak üzere birçok amaçla kullanılmıştır [22,143,157].

Biberiyenin (*Rosmarinus officinalis* L.) yapısında bulunan rosmanol, rosmarikinon, rosmaridifenol ve karnosol gibi bileşenlerin antioksidan özelliklerinin Butillenmiş Hidroksi Anisol (BHA) gibi antioksidanlardan dört kata kadar daha etkili olduğu belirtilmiştir. [73,74,102]. Ayrıca, bazı araştırmacılar, biberiye ekstraktlarında bulunan bazı bileşiklerin antibakteriyel etkinliğe sahip olabileceğini bildirmişlerdir [39]. Del Campo ve ark. [30], antibakteriyel etkiden sorumlu bileşiklerin, biberiye ekstraktının, apolar fraksiyonunun ana bileşikleri olan fenolik di-terpenoidler olduğu bildirmiştir.

Bu fenolik bileşikler, serbest radikalleri uzaklaştırmak, indirgeyici ajanlar olarak hareket etmek ve demir iyonlarını şelatlamak gibi mekanizmalarla lipitlerin veya diğer moleküllerin oksidasyonunu geciktirebilir veya inhibe edebilir. Şekil 5’te biberiye ekstraktında bulunan başlıca antioksidan bileşenlerin yapısı görülmektedir.



Şekil 5. Biberiye ekstraktlarında antioksidan etki gösteren bileşikler [20]

Güçlü antioksidan etkinliği nedeniyle biberiye özleri, gıda endüstrisi tarafından çeşitli ürünlerin raf ömrünü uzatmak için yaygın olarak kullanılır [50,76].

Biberiye ekstraktının sentetik antioksidanları azaltarak veya tamamen onların yerine kullanılabileceği bildirilmiştir [103].

Karnosik asit ve karnosol içeren biberiye ekstraktı, EFSA (European Food Safety Authority) tarafından güvenilir gıda katkısı olarak listelenmiştir [48].

Biberiyenin antioksidan etkisi, biberiyenin yapraklarında bulunan polifenollerden (rosmarinik asit, karnosol ve karnosinik asit) kaynaklanmaktadır [62].

### 2.7.1. Et Ürünlerinde Biberiye Esansiyel Yağı Kullanımı

Biberiyenin antimikrobiyal etkisi, sığır köftesi [57], pişmiş sığır eti [2], domuz eti [115] gibi farklı et ve et ürünlerinde geniş çapta gösterilmiştir.

Jin ve ark. [82] yaptıkları bir çalışmada, kekik ve biberiyenin iyi birer doğal biyoaktif bileşen oldukları için, biberiye yağı eklenmiş sosis örneklerinde ve kekik yağı eklenmiş sosis örneklerinde antioksidatif ve antimikrobiyal aktivitenin olumlu yönde geliştiğini gözlemlemişlerdir.

## 2.8. Et Ürünlerinde Rengin Önemi

Et ürünlerinde renk, görsel kalitesinin sağlanması için önemli bir kriter olduğundan doğal kaynaklı birçok renk maddesi üzerine araştırma yapılmıştır. Renklendirici gıda katkı maddeleri, gıdaların istenilmeyen renk özelliklerini maskeleyen ve gıdaların cazibesini artırmak amacıyla kullanılmaktadırlar [90].

Doğal renklendiricilerin tüm dünyada önemi giderek artmaktadır. Çünkü tüketiciler tarafından, yapay renklendiricilerin olumsuz etkileri ve doğal olan bileşenlerin daha güvenli olduğu konusundaki algıları giderek artmaktadır [147]. Artık “doğal” kelimesinin tüketicide “sağlıklı olma” algısı yaratmasından dolayı gıda, yiyecek ve içecek endüstrisinde ve pazarlanmasında önemli bir kavram haline gelmiştir [96].

Karmin, *Coccidea* familyasına ait olan *Dactylopius coccus* böceklerinin kurutulmuş dişi organlarından elde edilen kırmızı doğal bir renklendiricidir [40,87]. Doğal bir renklendirici olarak karmin kozmetik, tekstil, ilaç, gıda ve boyama endüstrilerinde sıklıkla kullanılır. Son on yılda, bazı sentetik kimyasal renklendiricilerin yasaklanması nedeniyle tüm dünyada karmin tüketimi artmıştır. Bu nedenle yeni renklendirici alternatifleri geliştirmeye ilgi artmaktadır [99]. Diğer doğal renklendiricilerin aksine (annatto, curcuma ve klorofil vs.), bazı araştırmacılar tarafından, karminin insan sağlığı için risk içerebileceği iddia edilmektedir [17,35].

Nitrosohemokromojen, salam gibi et ürünlerinde nitrit sayesinde oluşan pembe renkli ve arzu edilen renk bileşimidir [83]. Aşırı nitrit alımı, mide asidi tarafından desteklenen N-nitroso bileşiği sentezindeki mide kanseri ile ilişkilidir [25].

Kürlenmiş et ürünlerinde meyve ve sebzelerin nitrit ile ikame edilmesi ile kırmızımsı pembemsi renk oluşumu beklenmektedir [75,127]. Her ne kadar meyve ve sebzeler doğal renklendiricilerin iyi kaynakları olsa da, kurutulmuş et de dahil olmak üzere, gıda renginin uzun vadeli stabilitesinde bir dezavantaja sahiptir. [68].

## **2.9. Kırmızı Pancar Ekstraktı ve Özellikleri**

Kırmızı pancar (*Beta vulgaris*) betalain pigmentlerinin zengin bir kaynağıdır. Betalain ise kırmızı-mor betasiyanin ile sarı betaksantinden oluşmaktadır ve içeriğinde fenolik bileşenler içeren biyoaktif fitokimyasalları bulunduğu rapor edilmiştir [60]. Betalainler suda çözünürler ve yüksek antioksidan aktiviteye sahiptirler [59]. Kırmızı pancardan elde edilen betalain içeren ekstraktlar, doğal renklendirici olarak gıdaların üretiminde kullanılmaktadırlar [119].

Betalainler, suda çözünür azot içeren pigmentlerdir ve betasiyaninler ve betasantinlerden oluşur [42,138]. Gıdalara kırmızı-mor renk vermek için doğal pigmentler olarak kullanılan betalainler, antosiyaninlerden pH düşüşüne karşı daha dayanıklıdır [123].

### **2.9.1. Et Ürünlerinde Kırmızı Pancar Ekstraktının Kullanımı**

Çeşitli et ürünlerinde kırmızı pancar ekstraktı ve tozunun kullanım olanakları araştırılmıştır. Martínez ve ark. [95] yaptıkları bir çalışmada, domuz etinden üretilen sosise kırmızı pancar ekstraktı, askorbik asit ve sodyum laktat ilave ederek bu kombinasyonun sosisin raf ömrünü arttırdığını belirlemişlerdir.

Kırmızı pancar tozuyla üretilen sosislerin yüksek verimli, iyi duyusal özelliklere sahip, antioksidan etkisi daha yüksek olduğu saptanmıştır [147].

Et ürünlerinde kullanılan nitritin insan sağlığı açısından olumsuz etkileri üzerine yapılan çalışmalarda, nitrite alternatif birçok doğal katkı maddesi araştırılmıştır. Literatürden farklı olarak bu çalışmada, günümüzde sık tüketilen salamdaki nitrit miktarı azaltılarak doğal esansiyel yağlar ve doğal renklendirici olan kırmızı pancar ekstraktı birlikte kullanılmış olup karmin içermeyen ve nitrit miktarı azaltılmış emülsifiye et ürünü üretim olanakları araştırılmıştır.

### 3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

#### 3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan et ve hayvansal yağ Sivas'ta ticari faaliyet yapan bir firmadan, timol (Thymol-T0501) ve biberiye esansiyel yağları (Rosemary Oil-W299200) Sigma'dan, kırmızı pancar ekstraktı TGS Kimya (İstanbul)'dan temin edilmiştir. Timol ve biberiye esansiyel yağları %99 saflıkta, sertifikalı ve yağda çözünür özelliktedir.

Salam hamuru, dana kaburga eti (%65-Yıldız Et), hayvansal yağ (% 10-Yıldız Et), buz (%15), baharat karışımı (%2-Selay, İstanbul), nişasta (%5-Selay, İstanbul), soya (%2,5-Selay, İstanbul), tuz (% 1,7-Sivas Tuz, Sivas) ve tütsü aroması (% 0,1-Selay, İstanbul) ile hazırlanmıştır.

#### 3.2. Yöntem

Çalışmada kullanılan salam örnekleri Sivas'ta yerel bir et işletmesinde hazırlanmıştır. Ticari olarak satışa sunulan salamların formülasyonları deneysel örnekler için model olarak kabul edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Deneysel salam formülasyonu

Bileşen	Miktar (%)
Et (%25 Yağlı Dana Kaburga Eti)	65
Buz	15
Hayvansal Yağ (Kuyruk yağı)	10
Nişasta	5
İzole Soya	2
Tuz	1,7
Baharat Karışımı (Kırmızı toz biber, karabiber, kimyon, yenibahar, tarçın)	1,25
Sıvı Tütsü	0,05
Toplam	100

### **3.2.1. Salam Hamurunun Hazırlanması**

Et yağ karışımı kuterde (Vemag – Danimarka) 20-30 saniye düşük devirde (100 dev/dak) kuterlenmiş, ardından buz, baharat karışımı ve diğer katkıları ilave edilmiştir. Karışım kademeli olarak artan devirlerde (2000 dev/dak, 3000 dev/dak, 3500 dev/dak) kuterlenmiştir. Son olarak maksimum devirde (5500 dev/dak) iyi bir emülsiyon kıvamı oluşana kadar kuterleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 12 tane deneysel örnek oluşturulmuştur. Bu örnekler için formülasyonlar Çizelge 5’te verilmiştir. Örnekler için emülsiyon karışımları kuterden vakumlu dolgu makinasına (Handtmann VF 610 – Almanya) aktarılıp, 38Q çapında plastik kılıflara (Fibran – İspanya) 200 g sabit porsiyonlama ile doldurulmuştur. Örnekler otomatik buharlı fırında, 40 dakika %100 buharda, ardından 20 dakika %60 buharda fırınlanmış ve iç sıcaklığı 72°C’ye ulaşınca 10 dakika bekledikten sonra hızla soğutulmuştur. Örnekler üretimden hemen sonra soğuk zincir içinde, enstrümantal renk ve tekstür analizleri dışında tüm analizler için, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarına ulaştırılmıştır. Enstrümantal renk ve tekstür analizleri ise Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Analiz süresince örnekler 4°C’de bekletilmiştir.

### **3.2.2. Deneysel Grupların Oluşturulması**

#### **3.2.2.1. Deneysel Grupların Oluşturulması İçin Ön Denemeler**

Tez kapsamında yapılan deneysel örnekler için formülasyonlar ön denemeler ile belirlenmiştir. Ön denemeler 3 aşamada gerçekleştirilmiştir.

1. aşama: Kırmızı pancar ekstraktı miktarının belirlenmesi

Ticari olarak satışa sunulan salam örneklerinde renk maddesi olarak %0,02 karmin kullanılmaktadır. Ön denemelerde kontrol grubu olarak %0,02 karmin içeren salam örneklerinden oluşmuş ve %1, %0,8 ve %0,6 oranlarında kırmızı pancar ekstraktı içeren örnekler karşılaştırılmıştır. Duyusal ve enstrümantal renk analizleri ile %1 kırmızı pancar ekstraktı içeren grubun %0,02 karmin içeren kontrol grubuna yakın olduğu tespit edilerek çalışmada %1 kırmızı pancar ekstraktı kullanılmıştır.

2. aşama: Esansiyel yağların miktarlarının belirlenmesi

Ön denemelerde salam örneklerinde kullanılacak esansiyel yağ miktarları literatürde kullanılan miktarlar göz önünde bulundurularak %0,3 (w/w) ve %0,5 (w/w) olarak belirlenmiştir. %0,3 (w/w) ve %0,5 (w/w) timol ve biberiye esansiyel yağı içeren örneklerin duyu analizleri yapılarak, her iki esansiyel yağ için %0,3 (w/w) konsantrasyonlarında olmasına karar verilmiştir.

3. aşama: Örneklerin raf ömrünün belirlenmesi

%1 kırmızı pancar ekstraktı, %0,3 (w/w) timol ve %0,3 (w/w) biberiye esansiyel yağı içeren salam örnekleri hazırlanarak ön denemelerde ortalama 90 gün depolama yapılmış ve çalışmada da 90 gün olarak raf ömrü belirlenmiştir.

### **3.2.2.2.Salam Örneklerinin Hazırlanması**

Ön denemelerde belirlenen kırmızı pancar ekstraktı, timol ve biberiye esansiyel yağı ile 12 deneysel grup oluşturulmuştur (Çizelge 5). Salam örnekleri 0, 7, 14, 30, 60 ve 90 gün boyunca 4°C'de muhafaza edilmiştir. Çalışma 3 paralel ve 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



Çizelge 5. Deneysel örneklerin formülasyonu

Örnek Kodu	Nitrit Miktarı (ppm)	Esansiyel Yağ Çeşidi ve		Renklendirici (%)
		Konsantrasyonu		
		Timol %(w/w)	Biberiye EY %(w/w)	
C0	0	0	0	0
C1	150	0	0	Karmin (0,02)
T		0,3	0	0 *
R		0	0,3	0 *
E	0	0	0	1 *
TE		0,3	0	1 *
RE		0	0,3	1 *
NT		0,3	0	0 *
NR		0	0,3	0 *
NE	75	0	0	1 *
NTE		0,3	0	1 *
NRE		0	0,3	1 *

\* Kırmızı Pancar Ekstraktı

C0: Nitrit, esansiyel yağ ve renklendirici içermemektedir.

C1: 150 ppm nitrit ve %0,02 karmin içermektedir.

T: %0,3 (w/w) timol içermektedir.

R: %0,3 (w/w) biberiye esansiyel yağı içermektedir.

E: %1 kırmızı pancar ekstraktı içermektedir.

TE: %0,3 (w/w) timol ve %1 kırmızı pancar ekstraktı içermektedir.

RE: %0,3 (w/w) biberiye esansiyel yağı ve %1 kırmızı pancar ekstraktı içermektedir.

NT: 75 ppm nitrit ve %0,3 (w/w) timol içermektedir.

NR: 75 ppm nitrit ve %0,3 (w/w) biberiye esansiyel yağı içermektedir.

NE: 75 ppm nitrit ve %1 kırmızı pancar ekstraktı içermektedir.

NTE: 75 ppm nitrit, %0,3 (w/w) timol ve %1 kırmızı pancar ekstraktı içermektedir.

NRE: 75 ppm nitrit ve %0,3 (w/w) biberiye esansiyel yağı ve %1 kırmızı pancar ekstraktı içermektedir.

### **3.2.3. Analizler**

#### **3.2.3.1. Kimyasal Analizler**

##### **3.2.3.1.1. pH Analizi**

Salam örneklerinde pH tayini Hanna HI-2221 pH metrede yapılmıştır [154].

##### **3.2.3.1.2. Tiyobarbütirik Asit (TBA) Analizi**

Tiyobarbütirik asit (TBA) sayısı, Tarladgis ve ark. [142] ve Jin ve ark. [83] yöntemlerini modifiye ederek spektrofotometrik yöntem ile tespit edilmiştir. Yönteme göre 10 g salam örneği üzerine 50 mL distile su ve 10 mL %15'lik trikloroasetik asit (TCA) ilave edilmiş ve 60 s homojenizasyon işlemi yapılmıştır. Elde edilen karışım filtre kağıdından süzülerek 8 mL süzüntü bir deney tüpüne alınmış, üzerine 2 mL 0,06 N TBA solüsyonu konulmuş ve su banyosunda 90 dakika 80°C'de inkübe edilmiştir. Hızlıca oda sıcaklığına soğutulurak 520 nm absorbans değerinde Genesys 10S-UV VIS marka spektrofotometrede standart tanık çözeltiye karşı okunmuştur. Elde edilen absorbans değeri 7,8 ile çarpılarak TBA sayısı belirlenmiştir.

##### **3.2.3.1.3. DPPH Serbest Radikal Süpürücü Aktivite Analizi**

Örneklerin DPPH üzerindeki serbest radikal süpürücü etkileri, Brandwilliams ve ark [26] tarafından önerilen metot revize edilerek yapılmıştır. Yönteme göre  $6 \times 10^{-5}$  M DPPH (2, 2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl-hydrate) metanol çözeltisi hazırlanmıştır.

Örneklerin DPPH radikali süpürücü aktivitesi analizi için çeşitli ekstraksiyonlar gerçekleştirilmiştir. Literatür bilgisi dahilinde saf metanol ekstraksiyonu, %80 metanol ekstraksiyonu ve su ekstraksiyonları gerçekleştirilmiştir. Su ekstraksiyonundan elde edilen ekstrakt ile yapılan fenolik analizinde bulanıklık gözlenmiş ve spektrofotometrik analiz gerçekleştirilememiştir. Ekstraktlar arasında en iyi %80'lik metanol ekstraksiyonu sonucu elde edilen ekstraktı ile yapılan spektrofotometrik okuma olduğu belirlenmiştir. Bu ekstraktı saf su ile 10 ve 20 kat seyrelterek tekrar okuma yapılmış ve 10 kat seyreltme sonuçları değerlendirilmiştir.

Ekstraksiyon için aynı çözücü ile birkaç farklı ekstraksiyon metodu denenmiştir. Önce elle parçalayıp çözücüde bir süre bekletilmiştir. Bir diğer deneme, parçalayıcı blenderdan geçirilen salam örneği çözücüde bir süre bekletilmiş ve analizler yapılmıştır. Son olarak bütün haldeki salam örneği (yaklaşık 200 g) Waring Blender marka blenderın birinci devir ayarında 15 s ve ardından ikinci devrinde 15 s parçalayarak karınca baş boyutuna kadar küçültülmüştür. Parçalanmış örnekten 5g alınarak üzerine 25 mL %80'lik metanol ilave edilmiş ve Lab Companion marka shakerda 1 saat 20°C'de 300 rpm devir hızında çalkalanmıştır. Buradan elde edilen ekstraktlar DPPH ve toplam fenolik madde miktarı analizi için kullanılmıştır.

DPPH serbest radikal süpürücü aktivite analizinde, 0,1 mL ekstrakt ile 3,9 mL DPPH çözeltisi vortekslenmiş, karanlık bir oda ortamında 30 dakika inkübe edilmiştir. Ardından 517 nm'de Genesys 10S marka UV-VIS spektrofotometrede okuma yapılmıştır. Kontrol örneğinde örnek yerine çözücü (metanol) kullanılarak spektrofotometre sıfırlanmıştır. 30 dakika sonunda reaksiyon ortamındaki inhibe olan % DPPH miktarı; örneğin absorbasının kontrolün absorbasına oranlanarak 1'den çıkarılmış ve 100 ile çarpılarak hesaplanmıştır.

#### **3.2.3.1.4. Toplam Fenolik Madde Miktarı Analizi**

Toplam fenolik madde miktarı analizi, Zadernowski ve ark. [160]'nın uyguladığı Folin-Ciocalteu metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yönteme göre 10 kat seyreltilmiş 0,5 mL örnek çözeltisi ve 0,5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi (3 kat seyreltilmiş olarak) karıştırılmıştır. Bir gece önceden hazırlanmış aşırı doymuş %35'lik sodyum karbonat çözeltisinden 1 mL eklendikten sonra üzerine 1 mL saf su konulmuş tüpler vortekste karıştırılmış ve oda sıcaklığında ve karanlık bir ortamda 30 dakikalık inkübasyon sonrasında 760 nm'de Genesys 10S marka UV-VIS spektrofotometrede okuma yapılmıştır. Kontrol örneğinde örnek yerine saf su kullanılmıştır. Toplam fenol içeriği, farklı konsantrasyonla oluşturulan gallik asit kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak belirlenmiştir [160].

#### **3.2.3.2.Enstrümantal Renk Analizi**

Örneklerin enstrümantal renk ölçümleri Minolta Spektrophotometer CM-3600d cihazıyla Hunter-Lab renk skalası baz alınarak  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri tespit edilmiştir [33].

Hunter-Lab renk sistemi, gıdaların renklerin enstrümental ölçümünde kullanılan renk sistemlerinden biridir. Bu sisteme göre 3 temel ayraç vardır, bunlar  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleridir.  $L^*$  değeri açıklık (-L) – koyuluk (+L) temsilcisi,  $a^*$  değeri yeşillik (-a) – kırmızılık (+a) temsilcisi ve  $b^*$  değeri mavilik (-b) – sarılık (+b) temsilcisi olarak tanımlanmıştır [117].

### **3.2.3.3. Tekstür Analizi**

Salamların tekstür değeri Texture Analyser (Ametek Lloyd Instruments, İngiltere) cihazıyla Warner Bratzler kesme bıçak seti kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihazın test hızı 200mm/dak triger değeri 0.05N, sıkıştırma değeri %50, örnek kesit uzunluğu 15mm olacak şekilde ayarlanmıştır. Sertlik 1 (N, ilk sıkıştırıldığında gerekli olan maksimum kuvvet), sertlik 2 (N, ikinci sıkıştırıldığında gerekli olan maksimum kuvvet), bağlayıcılık (ikinci sıkıştırmanın birinciye oranı), gam özelliği (N, yarı katı örneğin yutacak kadar parçalanması için gerekli kuvvet), esneklik (mm, şeklin bozulduktan sonra örneğin orijinal şeklini kazanma yeteneği), çiğnenebilirlik (Nmm, esneklik x gam özelliği, yutmak için yapılan iş) ve tutunabilirlik (Nmm, yüzeye yapışma düzeyi) değerlerindeki değişimler izlenmiştir [37].

### **3.2.3.4. Mikrobiyolojik Analizler**

#### **3.2.3.4.1. Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri Sayısı**

Salam örneklerinin toplam psikrofilik aerobik bakteri (TPAB) sayısı Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları [64] yöntemine göre yapılmıştır. Yönteme göre, steril fizyolojik tuzlu su ile uygun seyreltmeler yapılan örnekler, dökme plak yöntemi kullanarak Plate Count Agar (PCA) besiyeri ile 10°C'de 10 gün süre inkübe edilmiş ve koloni sayımı yapılmıştır. Elde edilen koloniler logaritmik olarak ifade edilmiştir (log kob/g).

#### **3.2.3.4.2. Laktik Asit Bakteri Sayısı**

Salam örneklerinin laktik asit bakterisi (LAB) sayısı Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları [64] yöntemine göre yapılmıştır. Yönteme göre, steril fizyolojik tuzlu su ile uygun seyreltmeler yapılan örnekler, dökme plak yöntemi kullanarak Man, Rogosa, Sharpe Agar (MRS) besiyeri ile 37°C'de 48 saat süre inkübe edilmiş ve koloni sayımı yapılmıştır. Elde edilen koloniler logaritmik olarak ifade edilmiştir (log kob/g).

#### **3.2.3.4.3. Maya ve Küf Sayısı**

Salam örneklerinin maya/küf sayısı Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları [64] yöntemine göre yapılmıştır. Yönteme göre, steril fizyolojik tuzlu su ile uygun seyreltmeler yapılan örnekler, dökme plak yöntemi kullanarak Potato Dextrose Agar besiyeri ile 10°C'de 5-7 gün süre inkübe edilmiş ve koloni sayımı yapılmıştır. Elde edilen koloniler logaritmik olarak ifade edilmiştir (log kob/g).

#### **3.2.3.4.4. Toplam Koliform Sayısı**

Salam örneklerinin toplam koliform sayısı Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları [64] yöntemine göre yapılmıştır. Yönteme göre, steril fizyolojik tuzlu su ile uygun seyreltmeler yapılan örnekler, dökme plak yöntemi kullanarak ve Violet Red Bile Agar (VRBA) besiyeri iki kat dökülerek ile 35°C'de 24 saat süre inkübe edilmiş ve koloni sayımı yapılmıştır. Elde edilen koloniler logaritmik olarak ifade edilmiştir (log kob/g).

#### **3.2.3.5. Duyusal Analiz**

Örneklerin renk, görünüş, koku, lezzet özellikleri açısından 5'li hedonik tip skala (Ek.1) kullanılarak 8 panelist tarafından (5=mükemmel, 1=çok kötü) değerlendirilmiştir. Toplam kabul edilebilirlik puanlarının hesaplanmasında renk, görünüş, koku, lezzet kriterleri sırasıyla 1, 3, 3 ve 3 katsayı ile çarpılmış, 10'a bölünerek toplam kabul edilebilirlik hesaplanmıştır [114].

### **3.2.3.6. İstatiksel Analizler**

Çalışmada elde edilen verilerin değerlendirilmesinde IBM SPSS 23.0 paket programı kullanılmıştır. Tüm analiz verilerinin değerlendirilmesinde örnek grupları arasındaki farklar One-Way Anova testi ile belirlenmiş, istatistiksel olarak önemli olan farklar Tukey HSD (Honestly Significant Difference) testine tabi tutulmuşlardır.

Örneklerin günler arasındaki farklar ise tekrarlı ölçüm analizi olan General Linear Model- Repeated Measures analizi ile yapılmıştır. Elde edilen farklar Bonferroni testi ile belirlenmiştir. Analizler arası korelasyonun belirlenmesinde ise Pearson korelasyon testi kullanılmıştır [1].

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1.Salam Örneklerinin Hazırlanmasında Kullanılan Et ve Hayvansal Yağa Ait Analiz Bulguları

Salam örneklerinin hazırlanmasında kullanılan et ve hayvansal yağa ait mikrobiyolojik ve kimyasal özellikler Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Salam örneklerinin elde edildiği hammaddeye ait özellikler

Analiz	Et	Hayvansal Yağ
Toplam Psikrofilik Aerobik Bakteri (log kob/g)	5,64	4,68
Laktik Asit Bakterisi (log kob/g)	3,10	3,02
Maya/Küf (log kob/g)	0,48	0,60
Koliform Bakteri (log kob/g)	<1	<1
pH	5,85	6,62
TBA Sayısı (mg malonaldehit/kg örnek)	0,168	0,065
DPPH Serbest Radikal Süpürücü Aktivite (%)	15,96	11,74
Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg gallik asit/mL örnek)	18,21	14,32

Salam formülasyonunda kullanılan et ve yağın toplam psikrofilik aerobik bakteri sayıları sırasıyla 5,64 ve 4,68 log kob/g, laktik asit bakteri sayıları 3,10 ve 3,02 log kob/g, maya ve küf sayıları sırasıyla 0,48 ve 0,60 log kob/g olarak saptanmıştır. Koliform bakteri tespit edilebilir düzeyin altında bulunmuştur.

Et ve hayvansal yağ örneklerinin pH değerleri sırasıyla 5,85 ve 6,62 olarak, TBA sayısı ise sırasıyla 0,168 ve 0,065 mg malonaldehit/kg örnek şeklindedir. Weğlarz [155] tarafından, kesimden sonra rigor mortis (ölüm katılığı) sürecini tamamlamış sığır etinin ideal pH değeri 5,4 – 6,0 aralığında, Singhal ve ark. [135] tarafından TBA sayısı en fazla 0,9 mg malonaldehit/kg olması gerektiği bildirilmiştir.

Salam örneklerinin hazırlanmasında, 24 saat uygun şartlarda dinlendirilmiş ve uygun özelliklere sahip et ve yağ kullanılmıştır.

#### 4.2.Salam Hamuru (Dolum Öncesi) Örneklerinin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Bulguları

Salam örneklerinin dolum öncesindeki hamur formunda elde edilen pH, tiyobarbitürik asit (TBA) sayısı, toplam psikrofilik aerobik bakteri (TAPB) sayısı, laktik asit bakteri (LAB) sayısı, maya/küf sayısı ile toplam koliform bakteri sayısı analizleri gerçekleştirilmiş, bulgular Çizelge 7’de verilmiştir. Tüm hamur örneklerinin toplam koliform bakteri sayısı tespit edilebilir düzeyin altında bulunmuştur.

Çizelge 7. Salam hamuru örneklerinin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz bulguları

Örnek	pH	TBA Sayısı (mg malonaldehit/ kgörnek)	TAPB Sayısı (log kob/g)	LAB Sayısı (log kob/g)	Maya/Küf Sayısı (log kob/g)
C0	6,23	0,218	5,38	3,21	2,45
C1	6,24	0,206	5,94	3,37	2,20
T	6,21	0,201	6,16	3,24	3,25
R	6,12	0,207	6,16	3,05	2,98
E	6,08	0,163	5,98	3,96	2,90
TE	6,04	0,187	5,56	3,84	3,10
RE	6,10	0,301	5,75	2,97	2,45
NT	6,17	0,182	5,62	2,98	2,21
NR	6,18	0,202	5,75	3,10	3,00
NE	6,05	0,180	5,51	3,19	2,25
NTE	6,14	0,315	5,90	3,11	3,25
NRE	6,14	0,298	5,60	3,06	3,26

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol;**R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı;**NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı



### 4.3.Salam Örneklerine Ait Analiz Bulguları

#### 4.3.1. Kimyasal Analiz Sonuçları

##### 4.3.1.1.pH Değerleri

4°C'de 90 gün boyunca muhafaza salam örneklerine ait pH değerleri Çizelge 8'de verilmiştir. Salam örneklerinin pH değerleri 0.gün 6,00 – 6,24 aralığında değişirken, 90.günde 5,79 – 6,24 arasında değiştiği gözlenmiştir. Salam örneklerinin pH değerleri depolama süresince değişmemiştir ( $p>0,05$ ).

Örneklerin 0.gündeki pH değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, E grubu ile TE ve NE gruplarının arasındaki farkın önemli olduğu ( $p<0,05$ ), diğer grupların ise önemsiz olduğu ( $p>0,05$ ) belirlenmiştir. 14.günde kontrol grupları (C0 ve C1) ile TE, RE, NT, NE ve NRE grupları arasındaki farkın önemli olduğu ( $p<0,05$ ), diğer grupların ise önemsiz olduğu ( $p>0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, mekanik ayrılmış piliç etinden elde edilen sosis örneklerine kekik, biberiye ve yabani mercanköşkü ilave edilmiş ve 0.gün örneklerinde pH değerinin 6,74-6,78 aralığında olduğu, 90 günlük depolama sonunda ise pH değerlerinin 6,07-6,20 aralığına düştüğü rapor edilmiştir [20].

Jin ve ark. [83], nitrit miktarı azaltılarak ve farklı oranlarda (%0,5 ve %1) kırmızı pancar ekstraktı kullanılarak ürettikleri emülsifiye domuz sosis örneklerinde, kırmızı pancarın pH değerini etkilediğini, tüm kırmızı pancar ilave edilmiş örneklerin pH değerinin kontrol grubundan yüksek olduğunu ve kırmızı pancar ekstraktı oranı arttıkça pH değerinin arttığını bildirmişlerdir.

Turp ve ark. [147], kırmızı pancar tozu ekledikleri sosislerin pH değerlerinin arasında istatistiksel olarak farkın olmadığı ancak kontrol örneği ile kıyaslayınca kırmızı pancar tozu ilave ettikleri örneklerin pH değeri kontrol grubundan yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Jin ve ark. [82], kekik ve biberiye ilave ederek deneysel ürettikleri sosislerin pH değerlerini 6 hafta boyunca takip etmişlerdir. Örneklerin 0.gün pH değerleri, mevcut çalışmadaki pH değerlerine yakın olup 6,45 ile 6,20 arasında bulunduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada

örneklere kekik ve biberiye ilavesiyle pH değerlerinin, depolama öncesi ve sonrasında azaldığı bildirilmiştir.

Çizelge 8. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait pH değişimleri

Örnek	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	6,14±0,09 <sup>ab</sup>	6,29±0,09	6,27±0,01 <sup>d</sup>	6,28±0,01	6,16±0,12	6,14±0,09
C1	6,15±0,09 <sup>ab</sup>	6,24±0,07	6,27±0,00 <sup>d</sup>	6,20±0,09	6,24±0,07	5,95±0,26
T	6,17±0,04 <sup>ab</sup>	6,22±0,08	6,23±0,03 <sup>bcd</sup>	6,24±0,01	6,29±0,14	6,17±0,07
R	6,11±0,01 <sup>ab</sup>	6,17±0,07	6,22±0,01 <sup>abcd</sup>	6,27±0,06	6,20±0,04	6,17±0,06
E	6,24±0,15 <sup>b</sup>	6,19±0,11	6,24±0,02 <sup>cd</sup>	6,27±0,05	6,14±0,16	5,98±0,02
TE	6,00±0,04 <sup>a</sup>	6,14±0,09	6,15±0,03 <sup>a</sup>	6,20±0,06	6,08±0,00	5,83±0,23
RE	6,01±0,09 <sup>ab</sup>	6,15±0,06	6,16±0,04 <sup>ab</sup>	6,20±0,05	6,19±0,02	6,17±0,09
NT	6,11±0,06 <sup>ab</sup>	6,26±0,02	6,19±0,04 <sup>abc</sup>	6,29±0,02	6,21±0,06	6,11±0,08
NR	6,11±0,07 <sup>ab</sup>	6,23±0,06	6,25±0,02 <sup>cd</sup>	6,33±0,05	6,11±0,09	5,87±0,07
NE	6,00±0,05 <sup>a</sup>	6,15±0,07	6,17±0,01 <sup>abc</sup>	6,24±0,00	6,14±0,09	5,79±0,39
NTE	6,14±0,00 <sup>ab</sup>	6,20±0,11	6,22±0,01 <sup>abcd</sup>	6,22±0,01	6,22±0,00	6,08±0,01
NRE	6,05±0,09 <sup>ab</sup>	6,17±0,04	6,19±0,01 <sup>abc</sup>	6,24±0,02	6,24±0,03	6,24±0,03

<sup>a-d</sup> Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

#### 4.3.1.2. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Değerleri

Salam örneklerine ait tiyobarbitürik asit (TBA) değerleri Çizgelge 9'da verilmiştir. Oksidasyon, gıda bileşenlerinin oksijen, ısı, ışık ve metal iyonları ile tepkimeye girmesi ile meydana gelen kimyasal bir reaksiyondur [131]. TBA sayısı, yağların oksidasyonunu malonaldehit cinsinden ifadesidir [126] ve et ürünlerinde kabul edilen maksimum değer 1 mg malonaldehit/kg örnek olması gerektiği bildirilmiştir [105]. Salam örneklerinden sadece C0 grubunun (nitrit, esansiyel yağ veya kırmızı pancar ekstraktı bulunmayan) 90.gündeki TBA değeri bu limiti aşmıştır (1,079 mg malonaldehit/kg örnek). Örneklerin TBA değerleri 0.günde 0,255 – 0,339 mg malonaldehit/kg örnek aralığında değişmiştir (Şekil 6). 90.günde en düşük TBA değerine NTE grubunda tespit edilmiş olup 0,556 mg malonaldehit/kg örnek olduğu belirlenmiştir.

Örneklerde, muhafaza süresince elde edilen TBA değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Salam örneklerinin depolama süresince TBA değerleri değişmiş olup en çok artış gösteren kontrol grubu (C0) olmuştur. Deneysel örneklerin 0.gündeki TBA değerleri karşılaştırıldığında, T ve TE örnekleri ile NR ve NTE örnekleri arasındaki fark önemli iken ( $p < 0,05$ ), diğer örnekler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). 7.günde ise, C1, T ve NT örnekleri ile TE örneği arasındaki fark önemli iken ( $p < 0,05$ ), diğer gruplar arasındaki fark önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur. 30.günde C0 ve R örnekleri ile NR örneği arasındaki fark önemli iken ( $p < 0,05$ ), diğer gruplar arasındaki fark önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur. 60.günde NT, NTE ve NRE örnekleri ile C0 örneği arasındaki fark önemli iken ( $p < 0,05$ ), diğer gruplar arasındaki fark önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur. 90.günde NT, NTE ve NRE örnekleri ile C0 ve R örnekleri arasındaki fark önemli iken ( $p < 0,05$ ), diğer gruplar arasındaki fark önemsiz ( $p > 0,05$ ) bulunmuştur. Depolama sonunda en yüksek TBA değeri C0 örneğine, en düşük değerler ise NTE ve NRE örneklerine ait olduğu görülmüştür. Ticari olarak üretilen kontrol örneğinin (C1) TBA değerinin, bu örneklere (NTE ve NRE) ait TBA değerlerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Nitritin etkisiyle, 90. gün sonunda nitrit içermeyen örneklerin (T, R, E, TE ve RE) TBA değerleri, nitriti azaltılmış örneklerin (NT, NR, NE, NTE ve NRE) TBA değerlerinden yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 9. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait TBA değerlerinin değişimleri

Örnek	Depoma Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	265,8700 <sup>a</sup>	324,3260 <sup>a</sup>	330,1257 <sup>a</sup>	257,7870 <sup>a</sup>	389,0357 <sup>a</sup>	266,0113 <sup>a</sup>
C1	260,9333 <sup>aC</sup>	273,2090 <sup>aC</sup>	128,9283 <sup>aB</sup>	81,0560 <sup>aA</sup>	278,5337 <sup>aC</sup>	201,4143 <sup>aC</sup>
T	1967,0027 <sup>b</sup>	1865,3347 <sup>c</sup>	1878,5083 <sup>c</sup>	1734,6500 <sup>b</sup>	1659,0547 <sup>b</sup>	1637,5547 <sup>b</sup>
R	411,9800 <sup>a</sup>	438,9857 <sup>a</sup>	445,3337 <sup>a</sup>	426,9217 <sup>a</sup>	564,2213 <sup>a</sup>	407,2367 <sup>a</sup>
E	346,8170 <sup>aA</sup>	519,3023 <sup>aC</sup>	328,7470 <sup>aA</sup>	332,9537 <sup>aA</sup>	447,1187 <sup>aB</sup>	437,8740 <sup>aB</sup>
TE	1258,9857 <sup>abA</sup>	1532,8413 <sup>bcC</sup>	1444,0627 <sup>bcB</sup>	1842,0230 <sup>bcE</sup>	1926,6370 <sup>bcF</sup>	1759,0960 <sup>bd</sup>
RE	461,8500 <sup>a</sup>	602,4780 <sup>a</sup>	514,6983 <sup>a</sup>	472,9507 <sup>a</sup>	602,3147 <sup>a</sup>	467,2350 <sup>a</sup>
NT	1487,8633 <sup>ab</sup>	1926,6013 <sup>c</sup>	1445,1747 <sup>bc</sup>	1836,8553 <sup>b</sup>	2007,3983 <sup>b</sup>	1703,4283 <sup>a</sup>
NR	446,0967 <sup>a</sup>	530,3970 <sup>a</sup>	531,8420 <sup>a</sup>	362,7937 <sup>a</sup>	625,9667 <sup>a</sup>	503,2700 <sup>a</sup>
NE	323,3847 <sup>a</sup>	180,4523 <sup>a</sup>	254,5800 <sup>a</sup>	186,0037 <sup>a</sup>	380,8157 <sup>a</sup>	419,1543 <sup>a</sup>
NTE	2065,6140 <sup>b</sup>	2237,3807 <sup>c</sup>	2111,8133 <sup>c</sup>	2313,3003 <sup>b</sup>	2030,7190 <sup>b</sup>	1767,3983 <sup>a</sup>
NRE	265,8700 <sup>a</sup>	324,3260 <sup>a</sup>	330,1257 <sup>a</sup>	257,7870 <sup>a</sup>	389,0357 <sup>a</sup>	266,0113 <sup>a</sup>

<sup>a-f</sup> Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

<sup>A-F</sup> Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;

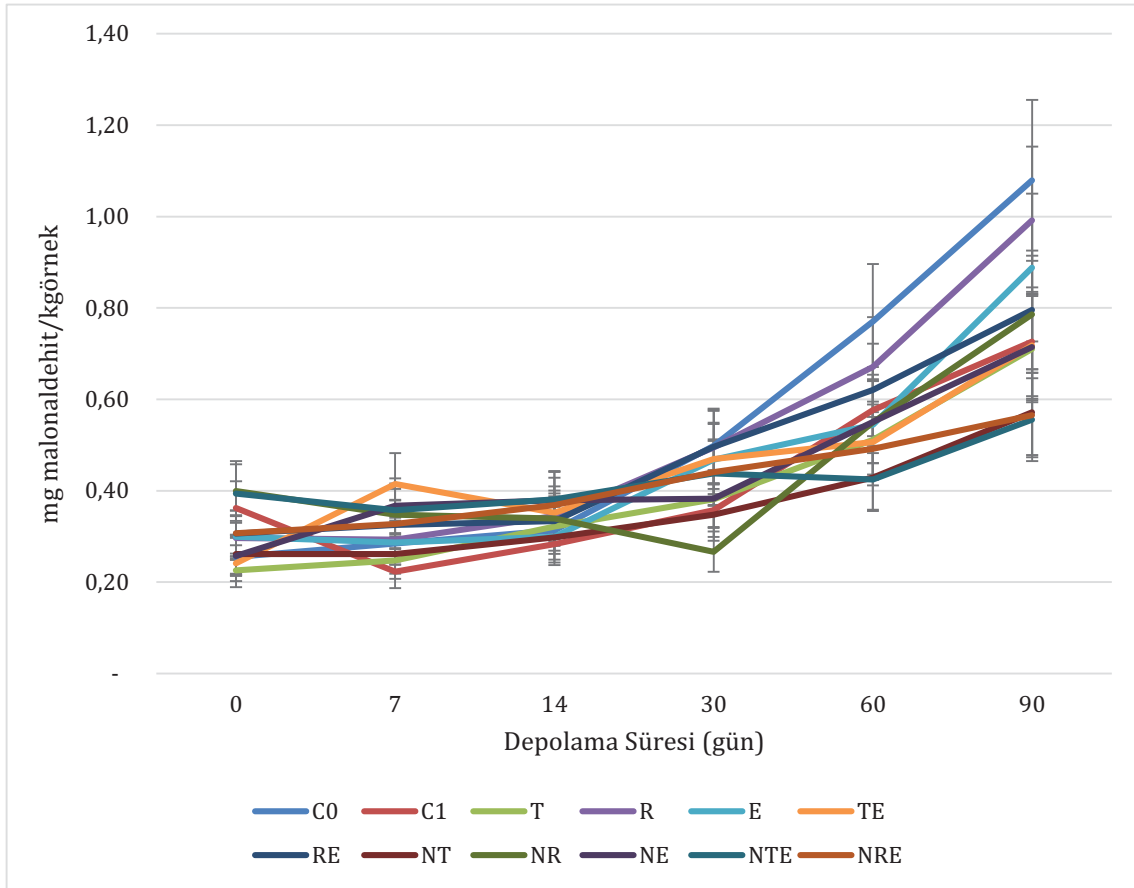
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;

**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı



Şekil 6. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait TBA değerlerinin değişimleri

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Yapılan bir çalışmada, domuz sosisine kırmızı pancar ekstraktı, askorbik asit ve Na-laktat ilave etmişler ve bu kombinasyonun üründe TBA seviyesini düşürdüğünü ve raf ömrünü uzattığını rapor etmişlerdir [95].

Başka bir çalışmada, sosis örneklerine %0, 2, 4 ve 6 oranlarında kırmızı pancar ekstraktı ilave edilerek muhafaza süresince TBA değerlerini incelemişler ve kırmızı pancar ekstraktı içeren örneklerin TBA değerinin kırmızı pancar ekstraktı içermeyen kontrol örneğin TBA değerinden düşük çıktığını bildirmişlerdir. Depolama ile örneklerin TBA değerinin arttığı ancak kırmızı pancar ekstraktının oksidasyonu yavaşlattığı belirtilmiştir. 60 günlük depolamanın sonunda %0 kırmızı pancar ekstraktı içeren kontrol örneğinin TBA değeri 0,75 mg malonaldehit/kg, %2 kırmızı pancar ekstraktı kullanılan örneğin 0,62 mg

malonaldehit/kg, %4 kırmızı pancar ekstraktı kullanılan örneğin 0,57 mg malonaldehit/kg olduğunu belirtmişlerdir [147]. Mevcut çalışma ile karşılaştırıldığında 60.gün bulgularının paralel olduğu görülmektedir.

Sharma ve ark. [133] tarafından yapılan bir çalışmada tavuk salamı örneklerine karanfil, fesleğen, sinameki ve kekik yağları ilave edilerek 45 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Çalışmada, kontrol örneğinin TBA değerinin 0,22 mg malonaldehit/kg değerinden 0,61 mg malonaldehit/kg değerine ulaştığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada %0,125 kekik yağı ilave edilen tavuk salamı örneklerinin TBA değerinin 0,16 mg malonaldehit/kg'dan 0,45 mg malonaldehit/kg değerine yükseldiği bildirilmiştir. Bu bulgulara benzer şekilde mevcut çalışmadaki %0,3 timol içeren salam örneğinin TBA değeri 90 günlük muhafaza süresince 0,225 mg malonaldehit/kg'dan 0,710 mg malonaldehit/kg değerine, %0,3 timol, 75 ppm nitrit ve %1 kırmızı pancar ekstraktı içeren salam örneğinin TBA değeri 0,394 mg malonaldehit/kg'dan 0,556 mg malonaldehit/kg değerine yükseldiği görülmüştür.

#### **4.3.1.3.DPPH Serbest Radikal Süpürücü Aktivite Sonuçları**

4°C'de muhafaza edilen salam örneklerine ait DPPH serbest radikal süpürücü aktivite bulguları Çizelge 10'da verilmiştir.

Muhafaza süresince en yüksek DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri değerleri 0.günde NRE örneğinde %75,60, 7.günde NRE örneğinde %76,42, 14.günde C1 örneğinde %77,14, 30.günde NTE örneğinde %80,44, 60.günde NRE örneğinde %79,39 ve 90.günde C1 örneğinde %78,10 olarak belirlenmiştir. Tüm analiz günlerinde en düşük DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri değeri C0 grubunda tespit edilmiştir. C0 grubunun DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri değeri muhafaza süresince % 41,49 – % 52,83 aralığında değişmiştir. Diğer örnek gruplarında DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri değerlerinin C0 grubundan yüksek olmasının nedeninin diğer grupların içeriğinde bulunan nitrit, timol, biberiye esansiyel yağı veya kırmızı pancar ekstraktından kaynaklandığı söylenebilir.

Salam örneklerine ait DPPH serbest radikal süpürücü aktivite değerlerinin muhafaza süresince değişimi önemsiz bulunmuştur ( $p>0.05$ ). Salam örneklerinin 0, 7 ve 30.günlerdeki DPPH serbest radikal süpürücü aktiviteleri değerleri arasındaki farklar da önemsizdir ( $p>0.05$ ). Salam örneklerin 14.günde C0 grubu ile RE ve NT grupları arasındaki fark

önemsiz ( $p>0,05$ ), diğer gruplar ile farkın önemli olduğu ( $p<0,05$ ) görülmüştür. 60.günde ise salam örneklerinin C0 ile NT grupları arasındaki fark önemsiz ( $p>0,05$ ), diğer gruplar ile farkın önemli olduğu ( $p<0,05$ ) görülmüştür. Muhafazanın 90.gününde, salam örneklerinin C0, TE, RE ve NT grupları arasındaki farkın önemsiz olduğu ( $p>0,05$ ), diğer gruplar ile farkın önemli olduğu ( $p<0,05$ ) belirlenmiştir.

Çizelge 10. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait DPPH serbest radikal süpürücü aktivite (%inhibisyon) değerlerinin değişimleri

Örnek	Depolama Süresi (Gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	51,57±20,60	52,83±20,51 <sup>a</sup>	49,56±15,68 <sup>a</sup>	52,61±18,43 <sup>a</sup>	45,08±21,01 <sup>a</sup>	41,49±24,36 <sup>a</sup>
C1	73,99±4,44	72,99±4,54 <sup>ab</sup>	77,14±5,59 <sup>b</sup>	78,15±7,11 <sup>ab</sup>	76,90±7,22 <sup>b</sup>	78,10±6,19 <sup>b</sup>
T	67,53±6,01	72,560±4,32 <sup>ab</sup>	76,63±4,67 <sup>b</sup>	70,96±7,30 <sup>ab</sup>	73,78±6,50 <sup>b</sup>	73,24±8,63 <sup>b</sup>
R	70,15±4,31	68,69±4,28 <sup>ab</sup>	71,47±4,77 <sup>b</sup>	77,57±4,63 <sup>ab</sup>	74,79±4,82 <sup>b</sup>	72,32±7,43 <sup>b</sup>
E	69,99±5,05	75,02±4,72 <sup>ab</sup>	72,29±4,81 <sup>b</sup>	71,55±4,28 <sup>ab</sup>	74,86±5,11 <sup>b</sup>	75,40±7,13 <sup>b</sup>
TE	56,48±19,77	72,32±5,39 <sup>ab</sup>	71,90±4,77 <sup>b</sup>	68,01±15,08 <sup>ab</sup>	73,69±7,88 <sup>b</sup>	71,08±8,97 <sup>ab</sup>
RE	74,60±5,01	74,41±5,05 <sup>ab</sup>	69,25±4,23 <sup>ab</sup>	76,22±8,29 <sup>ab</sup>	75,77±6,76 <sup>b</sup>	68,73±4,27 <sup>ab</sup>
NT	62,36±4,02	69,20±6,33 <sup>ab</sup>	68,12±6,67 <sup>ab</sup>	66,48±4,05 <sup>ab</sup>	69,70±5,04 <sup>ab</sup>	66,58±4,52 <sup>ab</sup>
NR	74,37±5,03	73,15±4,731 <sup>ab</sup>	74,09±4,72 <sup>b</sup>	74,77±7,07 <sup>ab</sup>	78,95±5,79 <sup>b</sup>	73,36±5,85 <sup>b</sup>
NE	68,31±5,25	74,73±4,70 <sup>ab</sup>	70,64±4,73 <sup>b</sup>	78,60±4,94 <sup>ab</sup>	73,79±9,21 <sup>b</sup>	76,69±5,71 <sup>b</sup>
NTE	72,77±7,73	74,31±4,87 <sup>ab</sup>	74,54±5,44 <sup>b</sup>	80,44±5,07 <sup>b</sup>	76,35±9,15 <sup>b</sup>	72,67±4,79 <sup>b</sup>
NRE	75,60±7,45	76,42±8,64 <sup>b</sup>	76,20±7,88 <sup>b</sup>	76,95±8,44 <sup>ab</sup>	79,39±6,86 <sup>b</sup>	73,55±9,16 <sup>b</sup>

<sup>a-b</sup> Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ )

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Kekik, biberiye ve yabani mercanköşkü ekstraktları içeren sosislerin, 90 günlük muhafaza süresince, DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi değerlerinin incelendiği bir çalışmada, ekstraktları içeren örneklerin DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesinin kontrol örneğinden yüksek olduğu ve en yüksek DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi değerinin bu 3 ekstraktı birlikte içeren örnekte olduğu tespit edilmiştir [20].

%0,1 ve %0,2 kekik ve biberiye içeren sosis örneklerinin 10°C’de depolama boyunca DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesinin incelendiği başka bir çalışmada, 0.günde kekik ve

biberiye ilave edilen örneklerin DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesinin arttığı bildirilmiştir. %0,1 ve %0,2 kekik ilave edilen sosis örneklerinin her ikisinin de DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi değeri %90, %0,1 ve %0,2 biberiye ilave edilen sosis örneklerinin DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi değerlerinin sırasıyla %65 ve %89 olduğu rapor edilmiştir. 6 haftanın sonunda, deneysel örneklerden kekik içeren örneklerin DPPH değerlerinin %90'dan %80'e düştüğü ve %0,1 ve %0,2 biberiye içeren örneklerin DPPH değerlerinin sırasıyla %58 ve %88'e düştüğü bildirilmiştir [82]. Mevcut çalışma ile kıyaslandığında DPPH bulgularının yakın olduğu ancak kullanılan materyallerin bitki olmasından veya mevcut çalışmanın depolama sıcaklığının 4°C, Jin ve ark. [82] yaptığı çalışmada -18°C'de depolanmasından kaynaklı farklılıklar olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan bir başka çalışmada, tavuk sosislerine farklı esansiyel yağlar ilave edilmiş, vakumla ambalajlanıp -18°C'de depolanarak DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi incelenmiştir [133]. 0.günde örnekler arasında istatistiksel olarak farkın olmadığı, depolamanın 45.gününde esansiyel yağları içeren tüm örneklerin DPPH değerinin kontrol örneğinden daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Çalışmada %0,125 kekik esansiyel yağı içeren örneklerin %DPPH inhibisyon değeri %25,78'den depolama sonunda %12,98'e düştüğü rapor edilmiştir. Bu değerleri çalışmamızla karşılaştırdığımızda, bu çalışmadaki değerlerin çalışmamızdaki değerlerden düşük olduğu görülmekte olup, bunun sebebinin, Bayrak [20]'ın bildirdiği gibi, et ürünlerinin DPPH değerlerinin depolama sıcaklığına bağlı olarak değiştiği ve dolayısıyla bu iki çalışmanın depolama sıcaklıklarının (-18°C ve +4°C) farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

#### **4.3.1.4.Toplam Fenolik Madde Miktarı Sonuçları**

Salam örneklerinin toplam fenolik madde değerleri Çizelge 11'de verilmiştir. Muhafaza süresince en düşük toplam fenolik madde miktarı 81,05 – 278,53 mg gallik asit/mL örnek aralığında, en yüksek toplam fenolik madde miktarı ise 1767,39 – 2313,30 mg gallik asit/mL örnek aralığında olduğu belirlenmiştir (Şekil 7).

Örneklerin toplam fenolik madde miktarları değerlendirildiğinde C1, E ve TE gruplarının toplam fenolik madde miktarlarının değişimi önemli ( $p < 0,05$ ) bulunurken, diğer grupların değişiminin önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $p > 0,05$ ). 0.günde gruplar karşılaştırıldığında, T ve NTE grupları ile C0, C1, R, TE, NR ve NE grupları arasındaki farkların önemli ( $p < 0,05$ ), diğer gruplar ile arasındaki farkların önemsiz olduğu bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). 7, 14, 30 ve



60.günlerde gruplar karşılaştırıldığında, C0, C1, R, E, RE, NR ve NE grupları ile T, TE, NT, NTE grupları arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). 90.günde ise T, TE ve NTE grupları ile diğer gruplar arasındaki farkların önemli olduğu b ( $p<0,05$ ). Muhafaza süresince en yüksek toplam fenolik madde içeriğinin, nitriti azaltılmış, timol ve kırmızı pancar ekstraktı içeren grupta (NTE) olduğu tespit edilmiştir. Salam örnekleri içerdiği esansiyel yağ çeşidine göre kıyaslandığında (T-R, TE-RE, NT-NR, NTE-NRE), muhafaza süresince, timol içeren grupların (T,TE, NT, NTE) toplam fenolik madde içeriğinin, biberiye esansiyel yağı içeren gruplara (R, RE, NR, NRE) göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra, kontrol grubu (C0) ile kırmızı pancar ekstraktı içeren grup (E) kıyaslandığında, muhafaza süresince toplam fenolik madde içeriği değişimi önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

Keçi eti köftesine mandarin kabuğu tozu ekstraktı, nar kabuğu tozu ekstraktı ve nar çekirdeği tozu ekstraktı ilave edildiği ve toplam fenolik madde miktarının ölçüldüğü bir çalışma yapılmış ve keçi eti köftesi örneklerinin toplam fenolik madde miktarlarının sırasıyla 900, 1200 ve 590  $\mu\text{g/g}$  olduğu bildirilmiştir [44].

Ekici ve ark. [49] tarafından, farklı konsantrasyonlarda (%0,5, 1, 2) siyah havuç konsantresi içeren ve nitrit miktarı azaltılmış deneysel sucuk örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ölçülmüştür. Çalışmaya göre karmin içeren ticari kontrol örneğine göre siyah havuç konsantresi içeren sucuk örneklerinde yüksek fenolik madde tespit edildiği bildirilmiştir. %2 siyah havuç konsantresi içeren sucuk örneklerinin toplam fenolik madde miktarının 1055-1201 mg gallik asit/mL örnek olduğu, siyah havuç konsantresi miktarı arttıkça tespit edilen toplam fenolik madde miktarının da arttığı rapor edilmiştir.

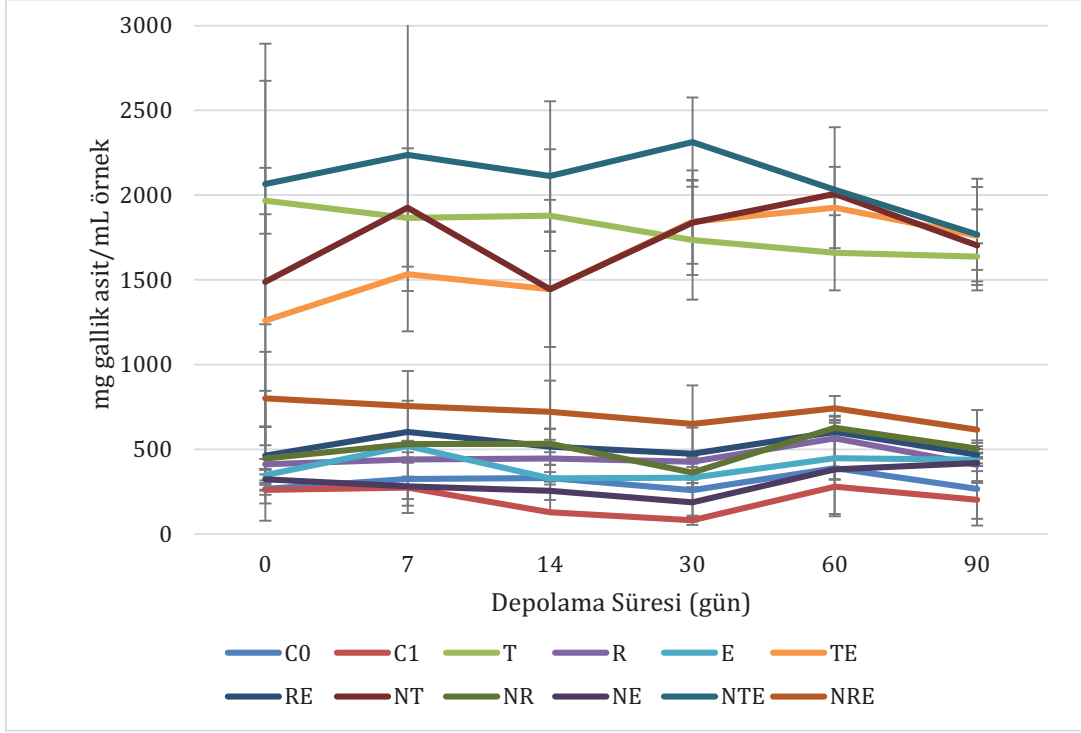
Çizelge 11. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait toplam fenolik madde değerlerinin değişimleri (mg gallik asit/mL)

Örnek	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	265,8700 <sup>aA</sup>	324,3260 <sup>aA</sup>	330,1257 <sup>aA</sup>	257,7870 <sup>aA</sup>	389,0357 <sup>aA</sup>	266,0113 <sup>aA</sup>
C1	260,9333 <sup>aC</sup>	273,2090 <sup>aC</sup>	128,9283 <sup>aB</sup>	81,0560 <sup>aA</sup>	278,5337 <sup>aC</sup>	201,4143 <sup>aC</sup>
T	1967,0027 <sup>bA</sup>	1865,3347 <sup>aA</sup>	1878,5083 <sup>aA</sup>	1734,6500 <sup>bA</sup>	1659,0547 <sup>bA</sup>	1637,5547 <sup>bA</sup>
R	411,9800 <sup>aA</sup>	438,9857 <sup>aA</sup>	445,3337 <sup>aA</sup>	426,9217 <sup>aA</sup>	564,2213 <sup>aA</sup>	407,2367 <sup>aA</sup>
E	346,8170 <sup>aA</sup>	519,3023 <sup>aC</sup>	328,7470 <sup>aA</sup>	332,9537 <sup>aA</sup>	447,1187 <sup>aB</sup>	437,8740 <sup>aB</sup>
TE	1258,9857 <sup>abA</sup>	1532,8413 <sup>bcC</sup>	1444,0627 <sup>bcB</sup>	1842,0230 <sup>bE</sup>	1926,6370 <sup>bF</sup>	1759,0960 <sup>bD</sup>
RE	461,8500 <sup>aA</sup>	602,4780 <sup>aA</sup>	514,6983 <sup>aA</sup>	472,9507 <sup>aA</sup>	602,3147 <sup>aA</sup>	467,2350 <sup>aA</sup>
NT	1487,8633 <sup>abA</sup>	1926,6013 <sup>aA</sup>	1445,1747 <sup>bcA</sup>	1836,8553 <sup>bA</sup>	2007,3983 <sup>bA</sup>	1703,4283 <sup>aA</sup>
NR	446,0967 <sup>aA</sup>	530,3970 <sup>aA</sup>	531,8420 <sup>aA</sup>	362,7937 <sup>aA</sup>	625,9667 <sup>aA</sup>	503,2700 <sup>aA</sup>
NE	323,3847 <sup>aA</sup>	180,4523 <sup>aA</sup>	254,5800 <sup>aA</sup>	186,0037 <sup>aA</sup>	380,8157 <sup>aA</sup>	419,1543 <sup>aA</sup>
NTE	2065,6140 <sup>bA</sup>	2237,3807 <sup>aA</sup>	2111,8133 <sup>aA</sup>	2313,3003 <sup>bA</sup>	2030,7190 <sup>bA</sup>	1767,3983 <sup>aA</sup>
NRE	799,9373 <sup>abA</sup>	755,7893 <sup>abA</sup>	721,5207 <sup>abA</sup>	649,1460 <sup>aA</sup>	742,3227 <sup>aA</sup>	616,1277 <sup>bA</sup>

<sup>a-f</sup> Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

<sup>A-B</sup> Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı



Şekil 7. 4°C'de muhafaza edilen salam örneklerine ait toplam fenolik madde miktarının (mg galilik asit/mL örnek) değişimleri

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Sharma ve ark. [133] tarafından, sosis örneklerine, içinde kekik yağının da bulunduğu, farklı esansiyel yağları ilave edilerek -18°C'de muhafaza koşulunda toplam fenolik madde miktarları değişimi incelenmiştir. Çalışmada esansiyel yağları içeren örneklerin fenolik madde miktarının esansiyel yağ içermeyen kontrol örneğinden yüksek olduğu ve tüm örneklerde depolama boyunca toplam fenolik miktarının azaldığı bildirilmiştir. Bu çalışmada %0,125 kekik yağı içeren sosislerin fenolik madde miktarı 0.günde 767 µg/g olarak bulmuşlardır.

#### 4.3.2. Enstrümantal Renk ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ) Sonuçları

Salam örneklerinin muhafaza boyunca kesitler halinde ve enstrümantal olarak tespit edilen  $L^*$  renk değerleri Çizelge 12'de verilmiştir. Örneklerin  $L^*$  değerleri 0.günde 51,97– 57,62 aralığında, 7.günde 52,03– 58,23 aralığında, 14.günde 52,67 – 59,37 aralığında, 30.günde

52,77 – 59,38 aralığında, 60.günde 53,32 – 59,71 aralığında ve 90.günde 53,27 – 59,98 aralığında olduğu belirlenmiştir. Her depolama gününde en düşük parlaklık değerleri ticari kontrol grubunda (C1), en yüksek parlaklık değeri ise timol içeren grupta (T) ölçülmüştür.

Salam örneklerine ait  $L^*$  değerleri 0, 7 ve 14.günlerde gruplar arası karşılaştırıldığında, T grubu ile diğer gruplar arasındaki farkın önemli olduğu ( $p<0,05$ ), 30.günde ise T grubu ile C1 grubu arasındaki farkın önemli olduğu ( $p<0,05$ ) tespit edilmiştir. 60.günde salam örneklerine ait  $L^*$  değerleri arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir ( $p>0,05$ ). 90.günde ise C1 grubu ile C0 ve T grupları arasındaki farkın önemli olduğu ( $p<0,05$ ), diğer gruplarla aralarındaki farkın önemsiz olduğu ( $p>0,05$ ) görülmüştür.

Çizelge 12. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait  $L^*$  değerlerinin değişimleri

Örnek	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	56,89±3,18 <sup>a</sup>	57,78±2,70 <sup>ab</sup>	58,64±3,16 <sup>ab</sup>	59,04±2,80 <sup>ab</sup>	59,53±3,43	59,90±3,25 <sup>b</sup>
C1	51,97±1,67 <sup>aA</sup>	52,03±1,44 <sup>aA</sup>	52,67±1,57 <sup>aA</sup>	52,77±1,11 <sup>aA</sup>	53,31±1,51 <sup>B</sup>	53,27±1,60 <sup>aB</sup>
T	57,62±2,29 <sup>bA</sup>	58,53±2,32 <sup>bA</sup>	59,37±2,41 <sup>bB</sup>	59,38±2,49 <sup>bB</sup>	59,71±2,74 <sup>B</sup>	59,98±3,03 <sup>bB</sup>
R	55,81±0,62 <sup>aA</sup>	56,67±0,74 <sup>abA</sup>	56,66±0,56 <sup>abA</sup>	57,32±0,69 <sup>abB</sup>	57,65±0,16 <sup>B</sup>	58,26±0,93 <sup>abB</sup>
E	54,58±5,47 <sup>a</sup>	56,32±4,66 <sup>ab</sup>	56,44±4,36 <sup>ab</sup>	57,11±4,05 <sup>ab</sup>	57,44±4,08	59,14±2,60 <sup>ab</sup>
TE	53,86±1,16 <sup>a</sup>	54,83±1,25 <sup>ab</sup>	55,75±1,31 <sup>ab</sup>	55,87±1,54 <sup>ab</sup>	56,16±2,51	57,11±1,71 <sup>ab</sup>
RE	53,67±1,26 <sup>aA</sup>	54,64±1,06 <sup>abA</sup>	54,91±1,70 <sup>abA</sup>	55,58±2,03 <sup>abA</sup>	56,37±3,07 <sup>A</sup>	57,47±2,12 <sup>abB</sup>
NT	57,41±1,56 <sup>aA</sup>	57,94±1,57 <sup>abA</sup>	58,07±2,08 <sup>abA</sup>	58,83±1,71 <sup>abA</sup>	58,33±2,51 <sup>A</sup>	59,34±1,64 <sup>abB</sup>
NR	56,96±2,49 <sup>aA</sup>	57,24±2,12 <sup>abA</sup>	57,94±2,34 <sup>abA</sup>	58,56±2,92 <sup>abA</sup>	58,41±3,86 <sup>A</sup>	59,37±3,00 <sup>abB</sup>
NE	53,08±1,07 <sup>a</sup>	54,08±1,34 <sup>ab</sup>	53,47±1,47 <sup>ab</sup>	54,75±1,99 <sup>ab</sup>	56,03±1,96	56,37±1,58 <sup>ab</sup>
NTE	54,58±0,92 <sup>aA</sup>	54,35±1,41 <sup>abA</sup>	55,05±1,58 <sup>abA</sup>	55,50±1,44 <sup>abB</sup>	56,44±0,77 <sup>B</sup>	56,23±0,96 <sup>abB</sup>
NRE	54,10±2,08 <sup>a</sup>	54,75±1,36 <sup>ab</sup>	54,82±0,83 <sup>ab</sup>	55,94±1,27 <sup>ab</sup>	55,62±2,36	56,98±0,94 <sup>ab</sup>

<sup>a,b</sup> Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ )

<sup>A,B</sup> Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ )

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Bayrak [20] yaptığı bir çalışmada, biberiye ve kekik içeren ve mekanik ayrılmış tavuk etlerinden elde edilen sosislerin raf ömrü boyunca renk değerlerini incelemiş ve depolama boyunca tüm örneklerin  $L^*$  değerinin arttığını ve en yüksek parlaklık değerinin kekik içeren örneklerde olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, kontrol sosis örneklerinin 0.gündeki  $L^*$  değerinin

50,69'dan 90.günde 56,35'e yükseldiğini, biberiye içeren örneklerin  $L^*$  değerinin 50'den 55,49'a, kekik içeren örneklerin  $L^*$  değerinin 51,50'dan 57,31'e yükseldiğini rapor etmiştir. Bu bulgular mevcut çalışmadaki bulgular ile paralellik göstermektedir.

Yapılan bir başka çalışmada, farklı oranlarda biberiye esansiyel yağı içeren Frankfurter sosisleri 60 gün dondurarak depolanmış ve depolama boyunca  $L^*$  değerinin arttığı ancak sosis örneklerinin parlaklık değerlerinin, kullanılan biberiye esansiyel yağ konsantrasyonuna bağlı olarak değişmediği bildirilmiştir [52].

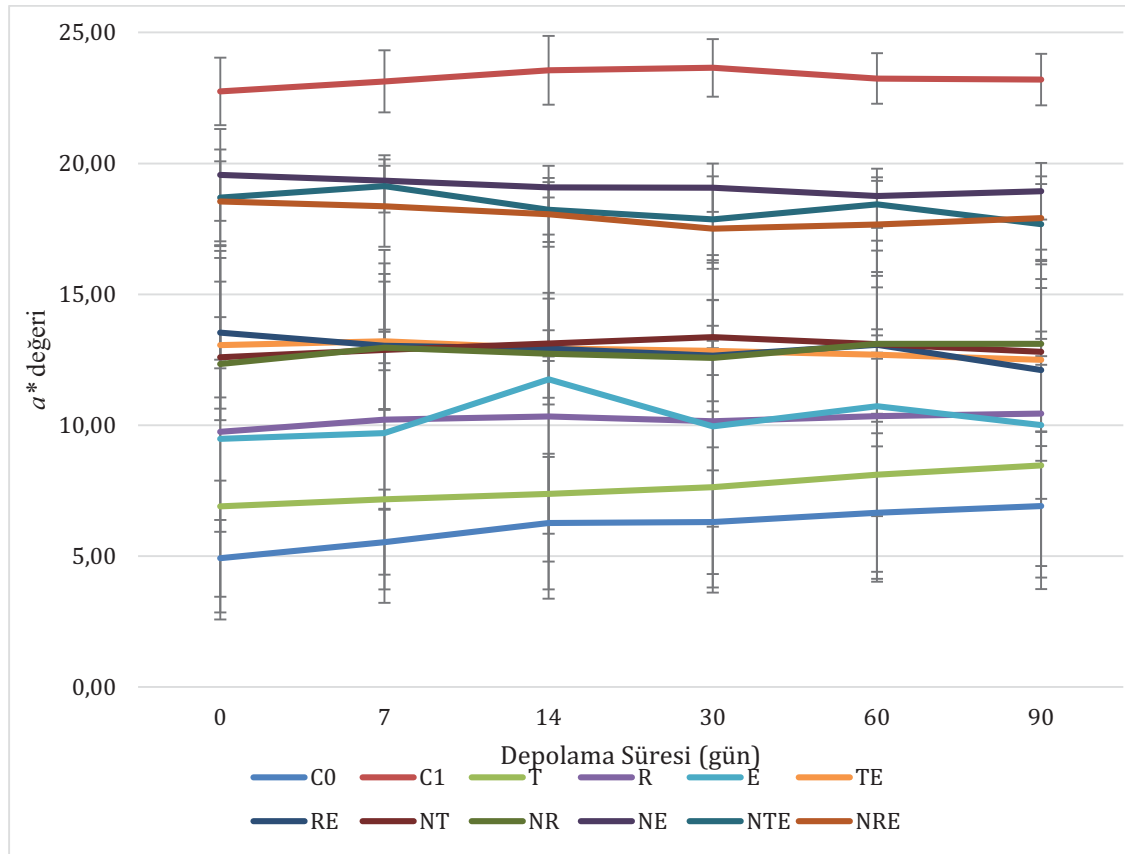
Turp ve ark. [147] sosis örneklerine farklı oranlarda kırmızı pancar tozu ilave etmiş ve kırmızı pancar tozu konsantrasyonu artışıyla rengin koyulaştığını ve  $L^*$  değerinin düştüğünü belirtmişlerdir. %0-2-4-6 düzeylerinde kırmızı pancar tozu kullanılmış olan sosis örneklerinde 0.günde  $L^*$  değerleri sırasıyla 43,13, 37,34, 37,21 ve 32,76, 60.günde  $L^*$  değerleri sırasıyla 42,68, 39,05, 37,02 ve 32,75 olarak rapor edilmiştir. Mevcut çalışma ile karşılaştırıldığında bu değerlerin düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin ise bu çalışmada %2 – 4 – 6 oranlarında kırmızı pancar tozu kullanılmış olup mevcut çalışmada %1 oranında kırmızı pancar ekstraktı kullanılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Et ürünlerinde, en önemli enstrümental renk parametresinin  $a^*$  (kırmızılık) değeri olduğu ve bu değer myoglobinin oksijenlenmesiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir [136]. Yüksek  $a^*$  değerleri oksimiyoglobin varlığına, düşük  $a^*$  değeri ise metmyoglobinin oluşumuyla ilişkilendirilmiştir [51]. Salam örneklerine ait  $a^*$  değerleri Şekil 8'de verilmiştir. Örneklerin  $a^*$  değerleri, depolama boyunca azalmış, fakat istatistiksel farkın önemli olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ).

Bunun yanı sıra, salam örneklerin  $a^*$  değerlerinin gün içi gruplar arasındaki farkının istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). 0.günde en düşük  $a^*$  değeri kontrol grubunda (C0; 4,91), en yüksek  $a^*$  değeri karmin ile üretilen ticari kontrol grubunda (C1; 22,75) ölçülmüştür. 0.günde C0 grubu ile C1, RE, NE, NTE ve NTE grupları arasındaki fark önemli ( $p<0,05$ ) diğer gruplar ile arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). 7.günde C0 grubu ile C1, TE, RE, NR, NE, NTE ve NTE grupları arasındaki fark önemli ( $p<0,05$ ) diğer gruplar ile arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). 14, 30, 60 ve

90.günlerde C1 grubu ile NE, NTE ve NTE grupları arasındaki fark önemsizken ( $p>0,05$ ) diğer gruplar ile arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

T ve R (kırmızı pancar içermeyen) gruplarına ait örneklerin  $a^*$  değerleri, TE ve RE (kırmızı pancar ekstraktı içeren) ve NT ve NR (nitrit içeren) gruplarına ait  $a^*$  değerlerinden düşük çıkmıştır. Kırmızı pancar ekstraktının içerdiği betalain sayesinde et ürünlerinin kırmızılık değerinin artmasında etkili olduğu bildirilmiştir [97,98,121,123]. Mevcut çalışmaya benzer şekilde, Jeong ve ark. [81], kırmızı pancar ekstraktı içeren sosis örneklerinin depolama süresince  $a^*$  değerinin, pigment degradasyonuna bağlı olarak azaldığını ancak 75 ppm sodyum nitrit ile birlikte %0,5 kırmızı pancar içeren örneklerin kırmızılık değerinin stabil kaldığını rapor etmişlerdir.



Şekil 8. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait  $a^*$  değerlerinin değişimleri

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Yapılan bir çalışmada, nitrit miktarının azaltılıp farklı oranlarda kırmızı pancar ekstraktı ilave edilerek üretilen deneysel domuz sosis örneklerinde, %1 oranında kırmızı pancar ekstraktı içeren sosis örneklerinin  $a^*$  değerlerinin, kırmızı pancar ekstraktı içermeyen kontrol grubundan yaklaşık 10 kat daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir [83]. Aynı çalışmada nitrit içeren sosis örneklerinin  $a^*$  değerlerinin nitrit içermeyenlerinden daha yüksek olduğu ve en yüksek  $a^*$  değerinin (29,2), 75 ppm nitrit ve %1 kırmızı pancar ekstraktı içeren örneklerde elde edildiği rapor edilmiştir. Mevcut çalışmada ise ticari kontrol örneğinden ( $a^*$ : 22,75) sonra en yüksek  $a^*$  değerinin (19,56), 75 ppm nitrit ve %1 kırmızı pancar ekstraktı içeren örnekte elde edildiği görülmüştür.

Yapılan bir diğer çalışmada, biberiye esansiyel yağı içeren ambalaj kağıdıyla paketlenmiş taze et örneklerinin farklı günlerde ölçülmüş renk değerleri incelendiğinde, biberiye esansiyel yağının et örneklerinin  $a^*$  değerinin azalmasını kısmen engellemiş olduğu belirtilmiştir [136].

Ekici ve ark. [49] yaptıkları bir çalışmada, deneysel sucuk örneklerinin nitrit oranını azaltıp yerine farklı oranlarda siyah havuç ekstraktı ilave etmişler ve siyah havuç ekstraktı miktarının artışının örneklerin  $a^*$  değerini düşürdüğünü ve nitrit içeren sucuk örneklerinin  $a^*$  değerini arttırdığını bildirmişlerdir.

4°C’de depolanan salam örneklerinin  $b^*$  değerleri (sarılık) muhafaza süresince ölçülmüş ve ortalama değerler Çizelge 13’de verilmiştir.

Salam örneklerinin  $b^*$  değerleri muhafaza süresince değişmiş fakat R, RE ve NR grupları dışındaki örneklerin muhafaza süresince ölçülen  $b^*$  değerlerindeki değişimin önemli olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ). Salam örneklerinin tüm analiz günlerinde en düşük  $b^*$  değeri C1 grubuna (8,24 – 9,82 aralığında) ait olduğu ve diğer tüm gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). 0 ve 60.günlerdeki  $b^*$  değerleri incelendiğinde, C0 grubu ile T, R, E ve TE grupları arasındaki fark önemsiz ( $p>0,05$ ), diğer gruplarla aralarındaki fark önemli olarak ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. 7 ve 30.günlerde ise C0 ile T ve E grupları arasındaki fark önemsiz ( $p>0,05$ ), diğer gruplarla aralarındaki fark önemli olarak ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. 14 ve 90.günlerde C0 ile T, R, E, TE ve RE grupları arasındaki fark önemsiz ( $p>0,05$ ), diğer gruplarla aralarındaki fark önemli olarak ( $p<0,05$ ) bulunmuştur.

Çizelge 13. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait *b*\* değerlerinin değişimleri

Örnek	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	16,93 ±1,39 <sup>f</sup>	18,00 ±0,91 <sup>f</sup>	17,57 ±0,98 <sup>e</sup>	17,71 ±0,13 <sup>e</sup>	17,65 ±0,21 <sup>c</sup>	17,59 ±0,46 <sup>d</sup>
C1	8,24 ±0,25 <sup>a</sup>	8,74 ±0,21 <sup>a</sup>	8,95 ±0,23 <sup>a</sup>	9,33 ±0,68 <sup>a</sup>	9,69 ±0,83 <sup>a</sup>	9,82 ±0,91 <sup>a</sup>
T	16,52 ±0,79 <sup>ef</sup>	16,69 ±0,70 <sup>ef</sup>	17,08 ±0,58 <sup>de</sup>	16,69 ±0,22 <sup>de</sup>	16,74 ±0,25 <sup>bc</sup>	16,73 ±0,22 <sup>cd</sup>
R	15,03 ±1,57 <sup>cdefA</sup>	15,81 ±1,58 <sup>deAB</sup>	16,25 ±1,89 <sup>cdeAB</sup>	16,17 ±1,39 <sup>cdeAB</sup>	16,49 ±1,70 <sup>bcAB</sup>	16,50 ±1,61 <sup>bcdB</sup>
E	15,47 ±2,11 <sup>def</sup>	16,48 ±1,02 <sup>ef</sup>	15,42 ±1,89 <sup>bcde</sup>	16,40 ±0,34 <sup>cde</sup>	15,97 ±0,73 <sup>bc</sup>	17,45 ±0,56 <sup>d</sup>
TE	14,21 ±0,42 <sup>bcdef</sup>	15,67 ±1,04 <sup>cde</sup>	15,69 ±0,59 <sup>bcde</sup>	15,26 ±0,19 <sup>bcd</sup>	16,11 ±0,68 <sup>bc</sup>	15,97 ±0,56 <sup>bcd</sup>
RE	13,65 ±0,60 <sup>bcdA</sup>	14,67 ±0,39 <sup>bcdeAB</sup>	15,33 ±0,33 <sup>bcdeAB</sup>	15,83 ±0,55 <sup>bcdAB</sup>	15,46 ±0,40 <sup>bAB</sup>	15,78 ±0,54 <sup>bcdB</sup>
NT	13,40 ±0,32 <sup>bcd</sup>	14,25 ±0,32 <sup>bcd</sup>	14,38 ±0,61 <sup>bcd</sup>	14,75 ±0,47 <sup>bc</sup>	15,16 ±0,65 <sup>b</sup>	15,49 ±0,50 <sup>bc</sup>
NR	13,79 ±0,59 <sup>bcdeA</sup>	14,53 ±0,35 <sup>bcdeAB</sup>	14,34 ±0,71 <sup>bcAB</sup>	15,58 ±0,51 <sup>bcdB</sup>	15,49 ±1,01 <sup>bcAB</sup>	16,01 ±0,40 <sup>bcdB</sup>
NE	12,04 ±0,32 <sup>b</sup>	13,02 ±0,22 <sup>b</sup>	13,58 ±0,40 <sup>bc</sup>	14,30 ±0,05 <sup>b</sup>	14,79 ±0,12 <sup>b</sup>	14,77 ±0,10 <sup>b</sup>
NTE	12,91 ±0,29 <sup>bcd</sup>	13,15 ±0,13 <sup>b</sup>	13,96 ±0,18 <sup>bc</sup>	14,79 ±0,54 <sup>bc</sup>	14,68 ±0,35 <sup>b</sup>	14,97 ±0,18 <sup>bc</sup>
NRE	12,27 ±0,32 <sup>bc</sup>	13,64 ±0,28 <sup>bc</sup>	13,51 ±0,30 <sup>b</sup>	14,44 ±0,41 <sup>b</sup>	15,04 ±0,40 <sup>b</sup>	15,24 ±0,22 <sup>bc</sup>

<sup>a-f</sup> Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0,05$ )

<sup>A-B</sup> Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p < 0,05$ )

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;

**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;

**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı



Yapılan bir çalışmada, farklı konsantrasyonlarda kırmızı pancar tozu ilave edilmiş deneysel sosis örneklerinde kırmızı pancar tozu miktarı arttıkça  $b^*$  değerinin azaldığı, 4°C’de 60 gün boyunca depolanan tüm örneklerde  $b^*$  değeri azaldığı belirtilmiştir. Çalışmada %0-2-4-6 oranlarında kırmızı pancar tozu içeren sosis örneklerinin 0.gündeki  $b^*$  değerleri sırasıyla 15,21-13,35-11,90-10,79 olarak rapor edilmiştir [147]. Mevcut çalışmada ise, %1 oranında kırmızı pancar ekstraktı içeren örneklerin (E, TE, RE, NE, NTE ve NRE) 0.gündeki  $b^*$  değerleri 12,04 – 15,47 aralığında olup Turp ve ark. [148]’nın yaptıkları çalışmadaki bulgular ile paralellik göstermektedir.

Jin ve ark. [82] tarafından yapılan bir çalışmada, kekik ve biberiye içeren sosis örnekleri - 18°C’de 6 hafta süre ile depolamışlar ve depolama boyunca örneklerin  $b^*$  değerlerinin arttığını rapor etmişlerdir. Bu çalışmada, mevcut çalışmaya benzer şekilde, kontrol örneğinin  $b^*$  değeri 8,18, %0,1 kekik içeren sosis örneğinin  $b^*$  değeri 8,81 ve %0,1 biberiye içeren sosis örneğinin  $b^*$  değeri 8,70 olarak ölçüldüğü bildirilmiştir.

Nitekim, Bayrak [20] mekanik ayrılmış piliç etinden elde edilmiş sosis örneklerine farklı baharat ekstraktları (kekik, biberiye, mercan köşkü) ilave etmiş ve 90 günlük depolama boyunca  $b^*$  değerlerinin azaldığını rapor etmiştir. Çalışmada biberiye ekstraktı içeren sosis örneklerinin  $b^*$  değeri 13,75’ten 12,5’a, kekik ekstraktı içeren sosis örneklerin  $b^*$  değeri 14’dan 12,6’ya düştüğü belirtilmiştir. Bu çalışmanın aksine, mevcut çalışmada ise %0,3 timol içeren örneğin (T)  $b^*$  değeri 16,52’dan 16,73’e yükselmiş ve %0,3 biberiye esansiyel yağı içeren örneğin (R)  $b^*$  değeri 15,03’dan 16,50’ye yükselmiştir. Bunun sebebinin iki çalışmada kullanılan hammadde farkı (sığır eti – piliç eti) olduğu söylenebilir.

#### **4.3.3. Tekstür Profil Analizi Sonuçları**

Salam örneklerinin 4°C’de muhafaza süresince ölçülen sertlik 1, sertlik 2 değerleri Çizelge 14’de verilmiştir. Tekstür profil analiz parametrelerinden biri olan sertlik 1 değeri gıdanın ilk sıkıştırıldığında gerekli olan maksimum kuvvet olarak tanımlanmaktadır ve birimi N’dur [37].

Çizelge 14. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait sertlik1 (N) ve sertlik2 (N) değerlerinin değişimleri

Grup	Depolama Süresi (gün)						
	0	7	14	30	60	90	
Sertlik 1 (N)	C0	22,04 <sup>abA</sup>	27,03 <sup>abB</sup>	26,29 <sup>abB</sup>	30,14 <sup>abcdB</sup>	27,45 <sup>aB</sup>	31,59 <sup>aB</sup>
	C1	25,58 <sup>abcA</sup>	31,30 <sup>abcB</sup>	28,23 <sup>abcAB</sup>	29,24 <sup>abAB</sup>	34,30 <sup>aB</sup>	33,30 <sup>aB</sup>
	T	24,69 <sup>abcA</sup>	25,40 <sup>aA</sup>	30,08 <sup>abcA</sup>	29,16 <sup>abA</sup>	33,76 <sup>aA</sup>	31,35 <sup>aA</sup>
	R	24,38 <sup>abcA</sup>	30,76 <sup>abcAB</sup>	30,94 <sup>abcB</sup>	32,40 <sup>cdeC</sup>	36,39 <sup>aC</sup>	31,87 <sup>abcC</sup>
	E	21,71 <sup>aA</sup>	25,63 <sup>aA</sup>	24,78 <sup>aA</sup>	29,83 <sup>abcA</sup>	34,74 <sup>aA</sup>	37,13 <sup>aA</sup>
	TE	27,31 <sup>abcdA</sup>	34,17 <sup>abcA</sup>	32,08 <sup>abcA</sup>	31,52 <sup>bcdeA</sup>	38,43 <sup>aA</sup>	35,69 <sup>aA</sup>
	RE	30,25 <sup>abcdA</sup>	31,56 <sup>abcA</sup>	37,15 <sup>cB</sup>	33,33 <sup>eA</sup>	35,07 <sup>aAB</sup>	36,10 <sup>aB</sup>
	NT	31,14 <sup>cdA</sup>	32,11 <sup>abcA</sup>	34,55 <sup>abcA</sup>	28,47 <sup>aA</sup>	37,98 <sup>aA</sup>	35,59 <sup>aA</sup>
	NR	30,17 <sup>abcdA</sup>	30,70 <sup>abcA</sup>	35,14 <sup>bcA</sup>	31,63 <sup>bcdeA</sup>	37,78 <sup>aAB</sup>	41,54 <sup>aB</sup>
	NE	35,05 <sup>dA</sup>	35,53 <sup>bcAB</sup>	32,69 <sup>abcA</sup>	36,08 <sup>fAB</sup>	43,11 <sup>aB</sup>	39,79 <sup>aB</sup>
	NTE	23,22 <sup>abcA</sup>	27,51 <sup>abA</sup>	32,71 <sup>abcA</sup>	32,54 <sup>deA</sup>	39,50 <sup>aA</sup>	38,11 <sup>aA</sup>
	NRE	30,69 <sup>bcdA</sup>	37,15 <sup>cAB</sup>	34,16 <sup>abcA</sup>	38,50 <sup>fAB</sup>	39,63 <sup>aB</sup>	38,74 <sup>aB</sup>
Sertlik 2 (N)	C0	18,30 <sup>aA</sup>	23,94 <sup>abA</sup>	22,88 <sup>aA</sup>	25,34 <sup>abAB</sup>	22,53 <sup>aA</sup>	26,49 <sup>aB</sup>
	C1	22,68 <sup>abcA</sup>	28,33 <sup>abcB</sup>	25,18 <sup>aA</sup>	26,18 <sup>abcAB</sup>	29,71 <sup>aB</sup>	28,83 <sup>aB</sup>
	T	21,96 <sup>abc</sup>	21,54 <sup>a</sup>	25,97 <sup>a</sup>	24,75 <sup>a</sup>	30,12 <sup>a</sup>	27,60 <sup>a</sup>
	R	21,35 <sup>abcA</sup>	25,51 <sup>abcA</sup>	25,57 <sup>aA</sup>	28,57 <sup>deB</sup>	29,06 <sup>aB</sup>	28,97 <sup>aB</sup>
	E	18,97 <sup>abA</sup>	21,89 <sup>abB</sup>	21,73 <sup>abB</sup>	24,52 <sup>abB</sup>	27,85 <sup>abB</sup>	28,93 <sup>abB</sup>
	TE	23,83 <sup>abcdA</sup>	28,47 <sup>abcA</sup>	26,55 <sup>aA</sup>	28,31 <sup>cdeA</sup>	31,04 <sup>aB</sup>	28,50 <sup>aA</sup>
	RE	25,32 <sup>bcdA</sup>	26,90 <sup>abcA</sup>	30,39 <sup>abB</sup>	29,79 <sup>efAB</sup>	29,83 <sup>aAB</sup>	31,94 <sup>aB</sup>
	NT	27,41 <sup>cdA</sup>	26,30 <sup>abcA</sup>	27,43 <sup>aA</sup>	26,17 <sup>abcA</sup>	30,01 <sup>aB</sup>	29,55 <sup>aAB</sup>
	NR	25,98 <sup>cdA</sup>	25,95 <sup>abcA</sup>	28,83 <sup>aA</sup>	27,07 <sup>bcdA</sup>	29,63 <sup>aA</sup>	32,82 <sup>aA</sup>
	NE	29,74 <sup>dAB</sup>	30,81 <sup>bcB</sup>	27,52 <sup>aA</sup>	32,08 <sup>fB</sup>	34,88 <sup>aB</sup>	32,30 <sup>aB</sup>
	NTE	18,79 <sup>abA</sup>	23,51 <sup>abA</sup>	27,56 <sup>aA</sup>	28,40 <sup>cdeA</sup>	32,28 <sup>aA</sup>	30,93 <sup>aA</sup>
	NRE	26,68 <sup>cdA</sup>	32,41 <sup>cB</sup>	28,50 <sup>aAB</sup>	29,78 <sup>eAB</sup>	32,07 <sup>aAB</sup>	31,96 <sup>aAB</sup>

a-f Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

A-C Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Salam örneklerinin sertlik 1 değerlerinin muhafaza süresince artma eğiliminde olduğu, 0.günde 21,74 N – 31,14 N aralığında iken, 90.günde 31,35 N – 41,54 N aralığında ölçülmüştür. Örneklere ait sertlik 1 değerleri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında, T, E, TE ve NTE gruplarının farklı günlerdeki sertlik 1 değerleri arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Bu bulgu ile timol içeren örneklerin sertlik 1 değerinin muhafaza süresince değişmediği söylenebilir.

Salam örneklerinin, 0.günde C0 grubu ile NT ve NE grupları arasında, C1 grubu ile NE grubu arasındaki farklar önemli ( $p<0,05$ ), diğer gruplarla aralarındaki fark önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. 7.günde C0 grubu ile NRE grubu arasında, 14.günde C0 grubu ile RE grubu arasında, 30.günde C0 grubu ile RE ve NRE, C1 grubu ile R, RE, NE ve NRE grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). 60 ve 90.günlerde tüm grupların sertlik 1 değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ).

Sertlik 2 değerleri ise ikinci sıkıştırıldığında gerekli olan maksimum kuvvet olarak tanımlanmış ve birimi N'dur [37].

Salam örneklerinin sertlik 2 değerleri incelendiğinde, sertlik 1 değerlerinde olduğu gibi muhafaza süresince sertlik 2 değerleri de artma eğilimi gösterdiği ve 0.günde en düşük değer C0 örneğine (18,30), en yüksek değer NE örneğine (29,74) ait olduğu, 90.günde ise yine en düşük değer C0 örneğine (26,49), en yüksek değer ise NR örneğine (32,82) ait olduğu belirlenmiştir. NR ve NTE gruplarının sertlik 2 değerleri günlere göre farklılık göstermezken ( $p>0,05$ ) diğer grupların sertlik 2 değerleri farklılık gösterdiği ( $p<0,05$ ) bulunmuştur.

Çalışmada salam örneklerinin sertlik 2 değerleri gruplar arasında kıyaslandığında, 0.günde C0 grubu ile RE, NT, NR, NE ve NRE grupları arasında, C1 grubu ile NE grubu arasındaki farklar önemli ( $p<0,05$ ) diğer gruplarla aralarındaki fark önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. 7.günde C0 grubu ile NRE grubu arasındaki fark önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuşken, 14, 60 ve 90.günlerde tüm grupların sertlik 2 değerleri arasındaki fark önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. 30.günde C0 grubu ile R, TE, RE, NE, NTE ve NRE, C1 grubu ile R, RE, NE ve NRE grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Salam örneklerinin bağlayıcılık ve esneklik değerleri Çizelge 15’de verilmiştir. Bağlayıcılık değeri gıdaların tekstürünü ölçerken kullanılan diğer önemli bir parametredir ve ikinci sıkıştırmanın birinciye oranı olarak tanımlanmıştır [37].

Bağlayıcılık değerleri incelendiğinde, C1, NR ve NRE gruplarının farklı günlerdeki bağlayıcılık değerleri arasındaki farklar önemli ( $p<0,05$ ), diğer grupların farklı günlerdeki bağlayıcılık değerleri arasındaki fark önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. Salam örneklerinin 0, 7 ve 14.günlerde ölçülen bağlayıcılık değerleri gruplar arasında karşılaştırıldığında tüm gruplar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). 30.günde, C0 grubunun tüm gruplarla, C1 grubunun ise RE grubu dışındaki tüm gruplarla arasındaki farkların önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). 60.günde C1 grubu ile NT ve NR grupları arasındaki farkın ve 90.günde C0 grubu ile TE ve RE grupları arasındaki farkın, C1 grubu ile TE, NT ve NRE grupları arasındaki farkların önemli olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ).

Esneklik değeri gıda maddesinin şeklinin bozulduktan sonra orijinal şeklini kazanma yeteneği olarak tanımlanmış ve birimi mm olarak belirtilmiştir [37].

Salam örneklerinin esneklik değerleri incelendiğinde, T, E ve NRE dışındaki tüm örneklerin farklı günlerdeki esneklik değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Salam örneklerinin 0 ve 7.günlerdeki esneklik değerleri karşılaştırıldığında gruplar arasında farkın olmadığı ( $p>0,05$ ), 14.günde, C1 grubu ile RE grubu arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ( $p>0,05$ ). 30.günde T grubunun esneklik değeri ile NTE grubu dışındaki tüm grupların esneklik değerleri arasındaki farkın önemli olduğu ( $p<0,05$ ), 60.günde T grubunun esneklik değeri ile NT, NR, NE, NTE ve NRE (nitrit içeren) grupların esneklik değerleri arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). 90.günde ise C0 grubunun esneklik değeri ile TE, NT, NE, NTE ve NRE gruplarının esneklik değerleri arasındaki farkın ve C1 grubunun esneklik değeri ile TE, NTE ve NRE gruplarının esneklik değerleri arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Çizelge 15. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait bağlayıcılık ve esneklik değerlerinin değişimleri

Grup	Depolama Süresi (gün)						
	0	7	14	30	60	90	
Bağlayıcılık	C0	0,20	0,28	0,21	0,19 <sup>b</sup>	0,19 <sup>ab</sup>	0,22 <sup>bcd</sup>
	C1	0,31 <sup>B</sup>	0,27 <sup>AB</sup>	0,27 <sup>AB</sup>	0,28 <sup>fB</sup>	0,25 <sup>bA</sup>	0,23 <sup>cdA</sup>
	T	0,25	0,22	0,25	0,22 <sup>c</sup>	0,23 <sup>ab</sup>	0,22 <sup>abcd</sup>
	R	0,24	0,26	0,22	0,31 <sup>g</sup>	0,19 <sup>ab</sup>	0,26 <sup>d</sup>
	E	0,26	0,25	0,30	0,25 <sup>d</sup>	0,19 <sup>ab</sup>	0,18 <sup>abc</sup>
	TE	0,22	0,24	0,23	0,26 <sup>de</sup>	0,19 <sup>ab</sup>	0,16 <sup>a</sup>
	RE	0,23	0,21	0,18	0,27 <sup>ef</sup>	0,19 <sup>ab</sup>	0,25 <sup>d</sup>
	NT	0,24	0,23	0,21	0,24 <sup>d</sup>	0,17 <sup>a</sup>	0,17 <sup>ab</sup>
	NR	0,26 <sup>AB</sup>	0,23 <sup>AB</sup>	0,21 <sup>AB</sup>	0,26 <sup>deB</sup>	0,18 <sup>aA</sup>	0,20 <sup>abcdA</sup>
	NE	0,20	0,20	0,19	0,24 <sup>cd</sup>	0,20 <sup>ab</sup>	0,18 <sup>abc</sup>
	NTE	0,22	0,26	0,24	0,22 <sup>c</sup>	0,21 <sup>ab</sup>	0,21 <sup>abcd</sup>
	NRE	0,25 <sup>B</sup>	0,24 <sup>B</sup>	0,21 <sup>B</sup>	0,17 <sup>aA</sup>	0,20 <sup>abB</sup>	0,17 <sup>aAB</sup>
Esneklik (mm)	C0	19,01 <sup>AB</sup>	16,88 <sup>A</sup>	20,39 <sup>abB</sup>	18,61 <sup>fAB</sup>	20,76 <sup>abB</sup>	19,36 <sup>aAB</sup>
	C1	16,04 <sup>A</sup>	18,74 <sup>AB</sup>	17,80 <sup>aAB</sup>	16,30 <sup>cdeA</sup>	19,41 <sup>abAB</sup>	19,96 <sup>abB</sup>
	T	17,22	17,70	19,78 <sup>ab</sup>	16,69 <sup>de</sup>	17,74 <sup>a</sup>	19,69 <sup>ab</sup>
	R	16,63 <sup>A</sup>	19,32 <sup>B</sup>	18,84 <sup>abB</sup>	13,95 <sup>aA</sup>	22,03 <sup>abB</sup>	19,35 <sup>ab</sup>
	E	18,19	22,63	19,13 <sup>ab</sup>	15,29 <sup>abc</sup>	22,26 <sup>ab</sup>	22,03 <sup>abc</sup>
	TE	21,51 <sup>AB</sup>	20,10 <sup>AB</sup>	21,80 <sup>abAB</sup>	14,51 <sup>abA</sup>	21,70 <sup>abAB</sup>	24,05 <sup>cB</sup>
	RE	18,46 <sup>AB</sup>	20,30 <sup>AB</sup>	23,75 <sup>bB</sup>	15,10 <sup>abcA</sup>	22,02 <sup>abAB</sup>	21,61 <sup>abcAB</sup>
	NT	19,71 <sup>ABC</sup>	19,81 <sup>ABC</sup>	22,48 <sup>abABC</sup>	15,50 <sup>bcdA</sup>	23,87 <sup>bC</sup>	23,03 <sup>bcB</sup>
	NR	19,66 <sup>AB</sup>	19,85 <sup>AB</sup>	22,90 <sup>abB</sup>	15,02 <sup>abcA</sup>	23,12 <sup>bB</sup>	22,93 <sup>abcB</sup>
	NE	21,59 <sup>ABC</sup>	21,08 <sup>ABC</sup>	22,01 <sup>abABC</sup>	16,20 <sup>cdA</sup>	23,70 <sup>bC</sup>	23,23 <sup>bcB</sup>
	NTE	22,22 <sup>ABC</sup>	18,22 <sup>ABC</sup>	20,77 <sup>abABC</sup>	17,65 <sup>efA</sup>	23,12 <sup>bB</sup>	24,16 <sup>cC</sup>
	NRE	18,63	21,56	20,78 <sup>ab</sup>	21,57 <sup>g</sup>	23,23 <sup>b</sup>	23,97 <sup>c</sup>

a-f Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

A-C Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;

**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;

**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Salam örneklerinin gam özelliği ve çiğnenebilirlik değerleri Çizelge 16’da verilmiştir. Gam özelliği değeri, yarı katı örneğinin yutacak kadar parçalanması için gerekli kuvvet olarak tanımlanmış ve birimi N olarak bildirilmiştir [37].

Salam örneklerinin gam özelliği değerleri incelendiğinde, T ve NRE grupları dışındaki grupların farklı günlerdeki gam özelliği değerleri arasındaki farkların önemli olduğu ( $p<0,05$ ) belirlenmiştir.

7, 14, 60 ve 90.günlerde ölçülen gam özelliği değerlerine bakıldığında, gruplar arasındaki farkın önemli olmadığı ( $p>0,05$ ), 0.günde ise, C0 grubu ile C1, NT, NR ve NRE grupları arasında, C1 grubu ile NTE grubu arasındaki farkların önemli olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ). Gam özelliği değerleri 30.günde değerlendirildiğinde, C0 grubu ile diğer gruplar arasındaki farkın, C1 grubu ile NR ve NE grupları dışındaki diğer gruplar arasındaki farkın önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ).

Çiğnenebilirlik değeri, yutmak için yapılan iş olarak tanımlanmıştır. Esneklik ve gam özelliği değerlerinin çarpımı ile hesaplandığı ve birimi Nmm olduğu bildirilmiştir [37].

Salam örneklerinin çiğnenebilirlik değerleri 0 ve 90.günler kıyaslandığında NT örneği hariç yükseldiği görülmüştür. Örneklerin 0.gündeki çiğnenebilirlik değerleri 80,03 – 149,98 aralığında iken 90.günde 131,19 – 192,79 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Sağlam örneklerinin farklı günlerdeki çiğnenebilirlik değerleri incelendiğinde, C1, E, NE ve NTE grupları dışındaki grupların çiğnenebilirlik değerleri arasındaki farkların önemli olduğu ( $p<0,05$ ) belirlenmiştir.

Salam örneklerine ait 14, 60 ve 90.günlerde ölçülen çiğnenebilirlik değerleri değerlendirildiğinde, gruplar arasındaki farkın önemli olmadığı ( $p>0,05$ ), 0.günde ise, C0 grubu ile TE, NT, NR, NE ve NRE grupları arasındaki farkların önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). 30.günde ise C0 grubunun çiğnenebilirlik değeri ile T, E ve NT dışındaki grupların çiğnenebilirlik değerleri arasındaki farkın, C1 grubunun çiğnenebilirlik değeri ile C0, T, E, TE, NT ve NR gruplarının çiğnenebilirlik değerleri arasındaki farkların önemli olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ).

Çizelge 16. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait gam özelliği ve çignenebilirlik değerlerinin değişimleri

Grup	Depolama Süresi (gün)						
	0	7	14	30	60	90	
Gam Özelliği (N)	C0	4,34 <sup>aA</sup>	7,57 <sup>B</sup>	5,41 <sup>AB</sup>	5,96 <sup>aB</sup>	5,19 <sup>AB</sup>	6,71 <sup>AB</sup>
	C1	8,01 <sup>cA</sup>	8,69 <sup>B</sup>	7,51 <sup>A</sup>	8,38 <sup>dAB</sup>	8,71 <sup>B</sup>	7,94 <sup>AB</sup>
	T	6,18 <sup>abc</sup>	5,65	7,64	6,69 <sup>b</sup>	7,58	7,01
	R	5,91 <sup>abcA</sup>	8,20 <sup>AB</sup>	6,63 <sup>AB</sup>	10,13 <sup>fB</sup>	6,88 <sup>AB</sup>	8,16 <sup>B</sup>
	E	5,89 <sup>abcA</sup>	6,14 <sup>AB</sup>	7,62 <sup>AB</sup>	7,64 <sup>cB</sup>	6,42 <sup>AB</sup>	6,73 <sup>AB</sup>
	TE	6,00 <sup>abcAB</sup>	8,31 <sup>BC</sup>	7,45 <sup>BC</sup>	8,40 <sup>dC</sup>	7,37 <sup>BC</sup>	5,73 <sup>A</sup>
	RE	6,66 <sup>abcA</sup>	6,74 <sup>AB</sup>	6,80 <sup>AB</sup>	9,39 <sup>eC</sup>	6,56 <sup>A</sup>	8,74 <sup>BC</sup>
	NT	7,59 <sup>bcB</sup>	7,35 <sup>AB</sup>	6,98 <sup>AB</sup>	7,10 <sup>bcAB</sup>	6,22 <sup>A</sup>	5,96 <sup>A</sup>
	NR	7,39 <sup>bcB</sup>	6,81 <sup>A</sup>	7,03 <sup>B</sup>	8,41 <sup>dBC</sup>	6,98 <sup>AB</sup>	8,71 <sup>C</sup>
	NE	6,97 <sup>abcA</sup>	7,27 <sup>A</sup>	6,03 <sup>A</sup>	8,99 <sup>deC</sup>	8,23 <sup>BC</sup>	7,25 <sup>A</sup>
	NTE	4,90 <sup>abA</sup>	7,00 <sup>A</sup>	7,40 <sup>AB</sup>	7,35 <sup>bcAB</sup>	8,03 <sup>B</sup>	7,99 <sup>AB</sup>
	NRE	7,56 <sup>bc</sup>	8,71	7,19	6,74 <sup>b</sup>	7,83	6,48
Çignenebilirlik (Nmm)	C0	80,03 <sup>aA</sup>	124,76 <sup>abcB</sup>	109,99 <sup>AB</sup>	109,23 <sup>aAB</sup>	109,05 <sup>A</sup>	131,19 <sup>B</sup>
	C1	120,82 <sup>abc</sup>	164,04 <sup>bc</sup>	133,92	139,65 <sup>de</sup>	165,43	159,74
	T	107,39 <sup>abcA</sup>	99,99 <sup>aA</sup>	147,27 <sup>A</sup>	114,85 <sup>abA</sup>	136,16 <sup>A</sup>	135,23 <sup>B</sup>
	R	94,58 <sup>abA</sup>	143,16 <sup>abcA</sup>	121,52 <sup>A</sup>	144,29 <sup>eB</sup>	155,93 <sup>B</sup>	157,57 <sup>B</sup>
	E	100,06 <sup>ab</sup>	139,54 <sup>abc</sup>	139,07	118,44 <sup>ab</sup>	144,49	149,12
	TE	128,22 <sup>bcB</sup>	158,81 <sup>abcB</sup>	150,58 <sup>B</sup>	123,96 <sup>bcA</sup>	158,49 <sup>B</sup>	137,46 <sup>AB</sup>
	RE	116,92 <sup>abcA</sup>	126,88 <sup>abcAB</sup>	161,39 <sup>BC</sup>	146,01 <sup>eB</sup>	143,19 <sup>AB</sup>	186,46 <sup>C</sup>
	NT	148,33 <sup>cB</sup>	138,76 <sup>abcB</sup>	153,34 <sup>B</sup>	112,66 <sup>aA</sup>	148,64 <sup>B</sup>	136,29 <sup>A</sup>
	NR	137,76 <sup>bcB</sup>	131,43 <sup>abcAB</sup>	158,24 <sup>C</sup>	130,25 <sup>cdA</sup>	157,94 <sup>C</sup>	191,04 <sup>C</sup>
	NE	149,98 <sup>c</sup>	149,11 <sup>abc</sup>	129,68	149,60 <sup>e</sup>	195,57	168,16
	NTE	110,94 <sup>abc</sup>	122,97 <sup>ab</sup>	153,44	133,27 <sup>cd</sup>	186,56	192,79
	NRE	136,84 <sup>bcA</sup>	186,33 <sup>cb</sup>	141,08 <sup>A</sup>	145,18 <sup>eAB</sup>	180,90 <sup>C</sup>	153,80 <sup>AB</sup>

a-f Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

A-C Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;

**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;

**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Salam örneklerinin tutunabilirlik değerleri Çizelge 17’de verilmiştir. Tutunabilirlik değeri, yüzeye yapışma düzeyi olarak tanımlanmış ve birimi Nmm olarak belirlendiği bildirilmiştir [37]. Salam örneklerinin farklı günlerde ölçülen tutunabilirlik değerleri incelendiğinde, C0, T, R, E, NE ve NRE grupları dışındaki grupların farklı günlerdeki tutunabilirlik değerleri arasındaki farkların önemli olduğu ( $p<0,05$ ) belirlenmiştir. 0, 7 ve 60.günlerde gruplar arasındaki tutunabilirlik değerleri önemli olmadığı ( $p>0,05$ ), 14.günde ise, E grubunun tutunabilirlik değeri ile NR grubunun tutunabilirlik değerleri arasındaki farkın, 30.gündeki tüm grupların tutunabilirlik değerleri arasındaki farkların önemli olduğu belirlenmiştir ( $p<0,05$ ). 90.günde ise C0 ve C1 gruplarının tutunabilirlik değerlerinin E ve NE gruplarının tutunabilirlik değerleri arasındaki farkların önemli olduğu görülmüştür ( $p<0,05$ ).

Çizelge 17. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait tutunabilirlik değerlerinin değişimleri

Grup	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	0,85 <sup>a</sup>	0,48 <sup>a</sup>	0,75 <sup>ab</sup>	0,80 <sup>1</sup>	0,84 <sup>a</sup>	0,60 <sup>ab</sup>
C1	0,38 <sup>aA</sup>	0,50 <sup>aBC</sup>	0,47 <sup>abB</sup>	0,42 <sup>deA</sup>	0,52 <sup>aBC</sup>	0,59 <sup>abC</sup>
T	0,50 <sup>a</sup>	0,69 <sup>a</sup>	0,97 <sup>ab</sup>	0,46 <sup>ef</sup>	0,67 <sup>a</sup>	0,86 <sup>abc</sup>
R	0,65 <sup>a</sup>	0,84 <sup>a</sup>	0,75 <sup>ab</sup>	0,29 <sup>b</sup>	1,53 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>
E	0,36 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	0,35 <sup>a</sup>	0,52 <sup>g</sup>	1,02 <sup>a</sup>	1,31 <sup>cd</sup>
TE	0,71 <sup>aAB</sup>	0,88 <sup>aAB</sup>	0,86 <sup>abAB</sup>	0,32 <sup>bcA</sup>	1,26 <sup>aB</sup>	1,05 <sup>abcAB</sup>
RE	0,87 <sup>aA</sup>	1,18 <sup>aB</sup>	1,00 <sup>abAB</sup>	0,40 <sup>dA</sup>	0,92 <sup>aAB</sup>	0,61 <sup>abAB</sup>
NT	0,54 <sup>aA</sup>	1,32 <sup>aB</sup>	1,31 <sup>abB</sup>	0,34 <sup>cA</sup>	1,47 <sup>aB</sup>	1,14 <sup>bcdB</sup>
NR	0,60 <sup>aA</sup>	0,98 <sup>aAB</sup>	1,47 <sup>bB</sup>	0,19 <sup>aA</sup>	1,19 <sup>aAB</sup>	1,01 <sup>abcAB</sup>
NE	0,99 <sup>a</sup>	0,96 <sup>a</sup>	1,09 <sup>ab</sup>	0,41 <sup>d</sup>	1,78 <sup>a</sup>	1,79 <sup>d</sup>
NTE	1,07 <sup>aAB</sup>	0,96 <sup>aAB</sup>	0,72 <sup>abAB</sup>	0,48 <sup>fgA</sup>	1,42 <sup>aB</sup>	1,13 <sup>bcdB</sup>
NRE	0,80 <sup>a</sup>	0,70 <sup>a</sup>	0,68 <sup>ab</sup>	0,72 <sup>h</sup>	0,87 <sup>a</sup>	0,98 <sup>abc</sup>

a-f Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ )

A-C Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ )

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı



Estévez ve ark. [52] tarafından, farklı oranlarda (0-150-300-600 ppm) biberiye esansiyel yağı eklenmiş sosislerin depolama süresince tekstür değerleri incelenmiş, depolama boyunca tüm gruplarda sertlik değerinin arttığı ve biberiye esansiyel yağı içeren örneklerin sertliğinin kontrol grubuna göre daha düşük olduğu ifade edilmiştir. Buna paralel olarak, mevcut çalışmada da örneklerin sertlik değerlerinin muhafaza süresince arttığı tespit edilmiştir. Emülsiyon yapıların, buzdolabında saklanması sırasındaki sertlik artışı, protein matrisinden su ve yağ ayrılmasından dolayı emülsiyon kararsızlaştırma işlemi ile ilgili olduğu ve bunun sebebinin ise protein oksidasyonunun, protein işlevselliğini ve emülsifikasyon kabiliyetini etkilediği çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir [84,158].

Estévez ve ark. [52] tarafından yapılan aynı çalışmada biberiye esansiyel yağı içeren örneklerin tutunabilirlik ve esneklik değerinin kontrol grubunun tutunabilirlik ve esneklik değerlerinden düşük olduğu bildirilmiştir. Mevcut çalışmada ise kontrol grubunun (C0) esneklik değeri 19,01 (0.gün) – 19,36 (90.gün) aralığında, biberiye esansiyel yağı içeren grubun (R) 16,63 (0.gün) – 19,35 (90.gün) aralığında olduğu; tutunabilirlik değerlerinin ise, C0 grubunun 0,85 (0.gün) – 0,65 (90.gün) aralığında olup R grubunun 0,60 – 0,45 aralığında olduğu tespit edilmiş olup böyle bir düşme veya yükselme gözlenmemiştir.

Emülsifiye domuz sosislerinde nitritin azaltılıp doğal renklendirici olarak kırmızı pancar tozu kullanılan bir çalışmada, kırmızı pancar tozunun tekstür üzerinde herhangi bir farklılık oluşturmadığı bildirilmiştir [83].

Benzer şekilde Jeong ve ark. [81] tarafından yağı azaltılmış sosislerde yapılan çalışmada, kırmızı pancar ilavesinin sosislerin tekstürel özelliklerinde bir değişime sebep olmadığı rapor edilmiştir.

Doğranmış konserve jambona 0 – 1000 ppm nitrit ilavesinin tekstürü etkilemediği belirtilmesinin [120] yanı sıra başka bir çalışmada, domuz rulo köftesine katılan domates kabuğu ve domates tozunun tekstür özelliklerini iyileştirdiği bildirilmiştir [66].

Timolün tavuk köftesi etkisi üzerine yapılan bir çalışmada farklı timol uygulamalarının (köftenin içine ve yüzeyine) ve depolama süresinin örneklerin tekstür özelliklerini değiştirmediği bildirilmiştir [31]. Benzer şekilde, bizim çalışmamızda da tekstür

değerlerinin depolamaya veya içerdiği değişken maddeye bağlı olarak düzenli artış veya azalış göstermediği ve örneklerin tekstür özelliklerinin değişmediği görülmüştür.

#### **4.3.4. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları**

Salam örneklerinin 90 günlük depolama süresi boyunca toplam aerobik psikrofilik bakteri (TAPB), laktik asit bakterisi (LAB), maya/küf ve koliform bakteri sayımı yapılmıştır.

##### **4.3.4.1.Laktik Asit Bakteri Sayısı Sonuçları**

Salam örneklerin laktik asit bakterisi (LAB) sayımı muhafaza süresince yapılmış ve Çizelge 18'de verilmiştir.

Salam örneklerinden ticari kontrol grubu (C1) ve esansiyel yağ içeren örneklerde 4°C'de muhafaza süresince laktik asit bakterisi tespit edilebilir düzeyin altında bulunmuştur (<1 log kob/g). C1 grubundaki nitritin ve esansiyel yağ içeren örneklerde ise esansiyel yağların laktik asit bakterisinin gelişimi üzerine etkili olduğu söylenebilir. C0 ve E gruplarında 14.günden itibaren laktik asit bakterisi gelişimi gözlenmiş ve her iki grupta da depolama boyunca laktik asit bakteri sayısı artmıştır. Muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte 90.gün sonunda nitrit ve esansiyel yağ içermeyen C0 ve E gruplarının yanı sıra nitrit miktarı azaltılmış ve esansiyel yağ içermeyen NE grubunda da laktik asit bakterisi gelişimi gözlenmiştir. C0, E ve NE gruplarının 90.günde laktik asit bakterisi sayıları sırasıyla 2,41, 1,80 ve 1,42 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, kekik esansiyel yağı ve biberiye esansiyel yağı ile marine edilmiş kerevit etleri 10 hafta boyunca 4°C'de muhafaza edilmiş ve depolama sonunda laktik asit bakteri sayıları biberiye ve kekik yağı içeren örneklerin kontrol örneğine göre daha düşük bulunduğu bildirilmiştir [46]. Çalışmada 10 hafta sonunda biberiye ve kekik yağı içeren örneklerin laktik asit bakterileri sayısı sırasıyla 5,91 ve 4,93 log kob/g olduğu ve laktik asit bakterisinin inhibisyonu üzerine kekik yağının biberiye yağından daha etkili olduğu rapor edilmiştir.

Çizelge 18. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait laktik asit bakteri sayılarının zamana bağlı değişimleri (log kob/g)

Örnek	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	<1	<1	0,25±0,03 <sup>bA</sup>	1,80±0,24 <sup>bB</sup>	2,28±0,31 <sup>bC</sup>	2,41±0,33 <sup>bD</sup>
C1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
T	<1	<1	<1	<1	<1	<1
R	<1	<1	<1	<1	<1	<1
E	<1	<1	0,07±0,01 <sup>aA</sup>	0,23±0,03 <sup>aB</sup>	1,32±0,18 <sup>aC</sup>	1,80±0,24 <sup>aD</sup>
TE	<1	<1	<1	<1	<1	<1
RE	<1	<1	<1	<1	<1	<1
NT	<1	<1	<1	<1	<1	<1
NR	<1	<1	<1	<1	<1	<1
NE	<1	<1	<1	<1	<1	1,42±0,19 <sup>a</sup>
NTE	<1	<1	<1	<1	<1	<1
NRE	<1	<1	<1	<1	<1	<1

<sup>a-b</sup> Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

<sup>A-D</sup> Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Duman ve ark. [46]’nın aksine, Viuda-Martos ve ark.[153] tarafından biberiye esansiyel yağının, kekik esansiyel yağına göre laktik asit bakterisi üzerindeki inhibisyon etkisinin daha fazla olduğu belirtilmiştir.

Jin ve ark. [82], tarafından yapılan bir çalışmada, kekik ve biberiye içeren sosislerin 6 hafta -18°C’de depolanması süresince kontrol örneğinin LAB sayısı 0,85 log kob/g olarak bulunduğu belirtilmiştir. Çalışmada, 6 haftanın sonunda, biberiye içeren örneklerde ve %0,2 kekik içeren örneklerde laktik asit bakterisi tespit edilemediği, %0,1 kekik içeren sosis örneklerinin laktik asit bakterisi sayısının 0,85 log kob/g olarak tespit edildiği bildirilmiştir.

#### 4.3.4.2.Maya ve Küf Sayısı Sonuçları

Salam örneklerinin muhafaza süresince elde edilen maya ve küf sayıları Çizelge 19’da verilmiştir.

Çalışmada salam örneklerinin muhafaza süresince 90.güne kadar maya ve küf tespit edilebilir düzeyin altında bulunurken 90.günde C1, NT, NR ve NTE grupları dışındaki örneklerde maya ve küf gelişimi gözlenmiştir. Maya ve küf gelişimi gözlenen gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Örnekler arasında C0 grubu ile T, R, E ve NRE grupları arasındaki fark önemli iken ( $p<0,05$ ) diğer gruplarla arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Salam örneklerden maya ve küf sayısı en yüksek olan örnek C0 grubu olup bu değer 2,58 log kob/g olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 19. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait maya ve küf sayılarının zamana bağlı değişimi (log kob/g)

Örnek	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	<1	<1	<1	<1	<1	2,58±0,357 <sup>c</sup>
C1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
T	<1	<1	<1	<1	<1	1,72±0,238 <sup>ab</sup>
R	<1	<1	<1	<1	<1	1,74±0,241 <sup>ab</sup>
E	<1	<1	<1	<1	<1	1,87±0,258 <sup>ab</sup>
TE	<1	<1	<1	<1	<1	1,98±0,274 <sup>abc</sup>
RE	<1	<1	<1	<1	<1	2,10±0,290 <sup>bc</sup>
NT	<1	<1	<1	<1	<1	<1
NR	<1	<1	<1	<1	<1	<1
NE	<1	<1	<1	<1	<1	2,01±0,278 <sup>bc</sup>
NTE	<1	<1	<1	<1	<1	<1
NRE	<1	<1	<1	<1	<1	1,34±0,186 <sup>a</sup>

a-c Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Yapılan bir çalışmada, farklı esansiyel yağlar (karanfil, kekik, fesleğen, tarçın esansiyel yağları) içeren vakumlanmış tavuk sosislerinin -18°C’de 45 gün muhafazası sonunda kontrol örneğinin maya ve küf sayısının 1,68 log kob/g olarak tespit edildiği ve çalışmada kullanılan esansiyel yağlar içinde kekik esansiyel yağının maya ve küf gelişimine karşı en etkili esansiyel yağ olduğu bildirilmiştir [133]. Çalışmada kekik esansiyel yağı içeren sosis örneğinin 45.gündeki maya ve küf sayısının 1,23 log kob/g olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Mevcut çalışmada 60. güne kadar maya ve küf gelişimi gözlenmediği ve oluşan bu farklılığın depolama sıcaklığının farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bir başka çalışmada biberiye ekstraktının tavuk köftelerinin raf ömrü üzerine etkisi araştırılmış ve biberiyenin maya ve küflerin gelişimi üzerine etkili olduğu ancak biberiye miktarının değişmesinin bu etkiyi değiştirmediği bildirilmiştir [32].

Sagoo ve ark. [124] tarafından yapılan bir çalışmada, biberiye yağı içeren sucuklarda depolamanın sonunda maya ve küf sayısında 2 logaritmik azalma olduğu bildirilmiştir.

%0,4 timol içeren tavuk köftelerinin 4°C’de 12 gün süre ile depolandığı bir çalışmada, depolama sonunda kontrol örneğinin maya ve küf sayısının 5,13 log kob/g, %0,4 timol içeren örneğin maya ve küf sayısının 2,43 log kob/g olduğu bildirilmiştir [31]. Bu verilerin mevcut çalışmadan yüksek olmasının sebepleri, bu çalışmada tavuk köfteleri çiğ olarak analiz edilmişken bizim çalışmamızdaki örneklerin ısıtılmış işlem görmüş olması ve farklı hammaddelerin (sığır eti – tavuk eti) kullanılmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

#### **4.3.4.3.Toplam Koliform Bakterisi Sonuçları**

Salam örneklerinin 4°C’deki 90 gün muhafaza süresince koliform bakteri sayısı tespit edilebilir düzeyin altında bulunmuştur.

#### 4.3.4.4. Toplam Aerobik Psikrofilik Bakteri Sayısı Sonuçları

Salam örneklerine ait toplam aerobik psikrofilik bakteri (TAPB) sayısı sonuçları Çizelge 20’de verilmiştir. Psikrofil mikroorganizmalar 0-10°C’de gelişebildiklerinden soğukta depolanan taze ya da işlenmiş et ve et ürünlerinde önemli olduğu bildirilmiştir [64].

Çizelge 20. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısının zamana bağlı değişimi (log kob/g)

Örnek	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	<1	<1	1,49±0,20 <sup>ca</sup>	2,22±0,306 <sup>bb</sup>	4,19±0,57 <sup>ec</sup>	5,69±0,78 <sup>dd</sup>
C1	<1	<1	<1	<1	<1	2,15±0,29 <sup>a</sup>
T	<1	<1	<1	<1	<1	2,89±0,39 <sup>ab</sup>
R	<1	<1	<1	<1	<1	2,76±0,38 <sup>ab</sup>
E	<1	<1	1,16±0,16 <sup>ba</sup>	2,52±0,34 <sup>bb</sup>	3,81±0,52 <sup>dc</sup>	5,00±0,69 <sup>cd</sup>
TE	<1	<1	<1	<1	2,31±0,32 <sup>bcA</sup>	2,77±0,38 <sup>abA</sup>
RE	<1	<1	<1	<1	2,08±0,28 <sup>ba</sup>	2,58±0,35 <sup>ab</sup>
NT	<1	<1	<1	<1	0,91±0,12 <sup>aA</sup>	2,49±0,34 <sup>ab</sup>
NR	<1	<1	<1	<1	<1	2,38±0,32 <sup>a</sup>
NE	<1	<1	0,84±0,11 <sup>aA</sup>	1,32±0,18 <sup>ab</sup>	2,99±0,41 <sup>cdC</sup>	3,97±0,54 <sup>bcD</sup>
NTE	<1	<1	<1	<1	<1	2,02±0,27 <sup>a</sup>
NRE	<1	<1	<1	<1	<1	2,14±0,29 <sup>a</sup>

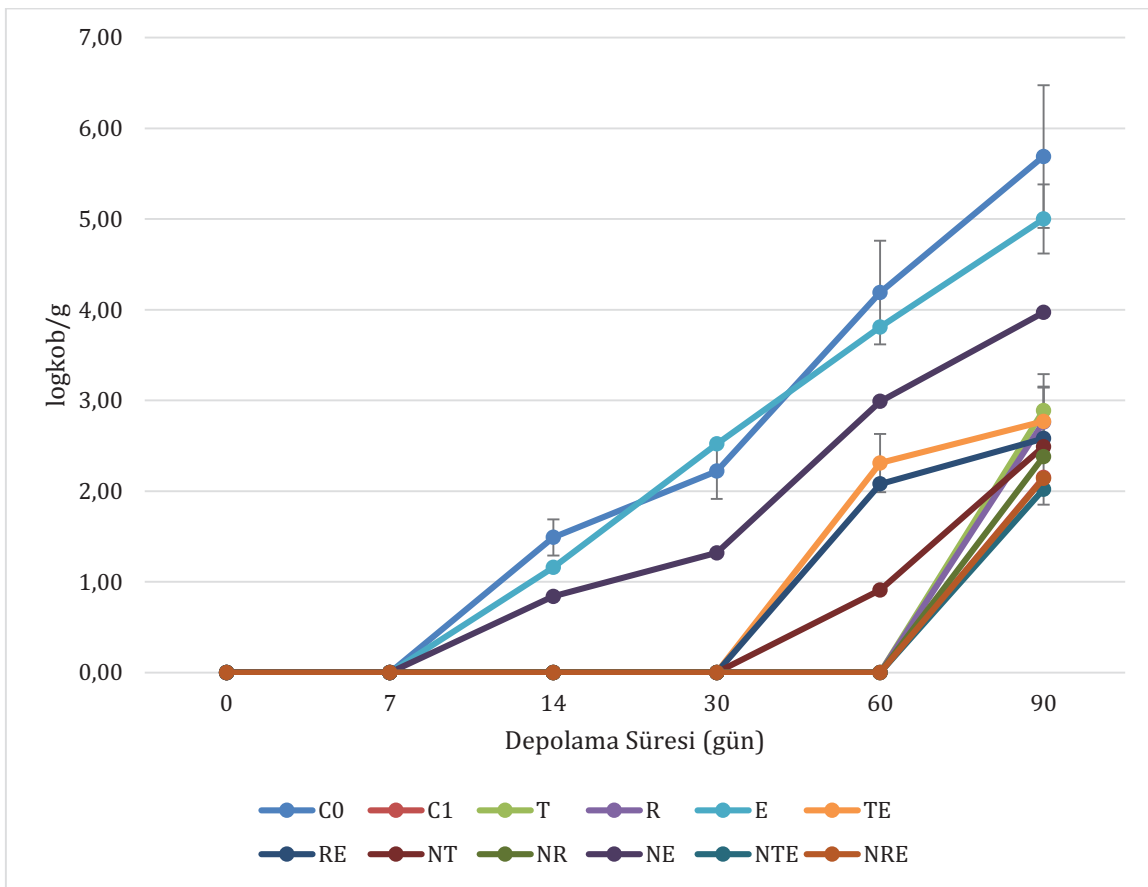
a-d Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

A-D Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Salam örneklerinin pastörizasyon işlemine tabi tutuldukları için muhafazanın ilk günlerinde (0 ve 7.günler) toplam aerobik psikrofilik bakteri tespit edilebilir düzeyin altında bulunmuştur (Şekil 9). Ancak 14 ve 30. günlerde C0, E ve NE gruplarında gelişme gözlenmiş olup sırasıyla 1,49, 1,16 ve 0,84 log kob/g toplam aerobik psikrofilik bakteri tespit edilmiş ve örnekler arasındaki fark önemli olduğu görülmüştür (p<0,05). 60.günde CO, E, RE, TE, NT ve NE gruplarında toplam aerobik psikrofilik bakteri geliştiği, sırasıyla 4,19, 3,81, 2,31, 2,08, 0,91 ve 2,99 log kob/g toplam aerobik psikrofilik bakteri olduğu, bu örnekler

arasındaki farkın önemli ( $p < 0,05$ ) olduğu belirlenmiştir. 90.günde tüm örneklerde toplam aerobik psikrofilik bakteri gelişimi gözlenmiştir ve gün içi gruplar arasındaki fark incelendiğinde C0 ile E grupları arasındaki fark önemsizken ( $p > 0,05$ ), diğer gruplarla arasındaki fark önemlidir ( $p < 0,05$ ). 90.günde en yüksek toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısı 5,69 log kob/g ile C0 grubunda olduğu, en düşük toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısı ise 2,02 log kob/g ile NTE grubunda olduğu tespit edilmiştir. C1 grubu ile esansiyel yağ içeren gruplar (T, R, TE, RE, NT, NR, NTE ve NRE) arasındaki fark önemsiz olarak bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). Bu bulgu ile çalışmada kullanılan esansiyel yağlar ile nitritin psikrofilik bakteriler üzerindeki etkisinin yakın olduğunu söylenebilir.



Şekil 9. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısının zamana bağlı değişimi (log kob/g)

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Bununla birlikte, 90.günde T ve R (esansiyel yağ içeren) gruplarının toplam aerobik psikofilik bakteri sayısı, NT ve NR (esansiyel yağ ve 75 ppm nitrit içeren) grupların toplam aerobik psikofilik bakteri sayısından yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde NT ve NR (esansiyel yağ ve 75 ppm nitrit içeren) grupların toplam aerobik psikofilik bakteri sayısı ise NTE ve NRE (esansiyel yağ, 75 ppm nitrit ve kırmızı pancar ekstraktı içeren) grupların toplam aerobik psikofilik bakteri sayısından düşük olduğu tespit edilmiştir. Esansiyel yağların salam örneklerinde tek başına kullanımındansa, 75 ppm nitrit ve %1 kırmızı pancar ekstraktı ile birlikte kullanımı psikofilik bakterilerin inhibisyonu açısından daha etkili bulunmuştur.

Salam örneklerinden esansiyel yağ içeren grupların kendi aralarındaki (T – R, TE – RE, NT – NR, NTE – NRE) toplam aerobik psikofilik bakteri sayıları önemsizdir ( $p>0,05$ ). Timol ve biberiye esansiyel yağları salam örneklerinde psikofilik aerobik bakteri inhibisyonu açısından benzer etki göstermişlerdir.

Liu ve ark. [93], farklı oranlarda biberiye ekstraktı içeren tavuk sosislerini 14 gün 4°C'de depoladıkları bir çalışmada, depolama sonunda biberiye ekstraktı içermeyen grubun psikofilik bakteri sayısı 6 log kob/g olarak bulunduğunu ve 500-1000-1500 ppm biberiye ekstraktı içeren gruplarda ise sırasıyla 6,0, 5,5 ve 5,0 log kob/g olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada biberiye ekstraktı oranındaki artışın psikofilik bakteri sayısının azalmasında etkili olduğunu raporlamışlardır.

Bir başka çalışmada, farklı oranlarda biberiye ekstraktı içeren ve mekanik ayrılmış tavuk etinden elde edilmiş sosis örneklerinde, muhafaza süresince psikofilik bakteri sayımı yapıldığı ve biberiye ekstraktının psikofilik bakterilerinin gelişiminde inhibisyon etkisinin olduğu bildirilmiştir [91].

Yapılan bir çalışmada, farklı baharat (kekik, biberiye, mercanköşkü) ekstraktları içeren deneysel tavuk sosis örneklerinin depolama süresince psikofilik bakteri sayısının arttığı, ancak kekik ekstraktı içeren sosislerin psikofilik bakteri sayısının diğer sosis örneklerinden daha düşük olduğu rapor edilmiştir [20]. Çalışmada, kontrol grubunun psikofilik bakteri sayısı 2,38'den 12,04'a, kekik ekstraktı içeren grubun psikofilik bakteri sayısı 1,67'den 9,19'a, biberiye ekstraktı içeren grubun psikofilik bakteri sayısı 2,22'den 10,59 log kob/g seviyesine ulaştığı bildirilmiştir. Bu bakteri sayısı mevcut çalışmadaki 0 ve 90.gün



psikrofilik bakteri sayısından yüksektir. Bunun sebebi kullanılan hammadde farklılığı (sığır eti – tavuk eti) veya ilave edilen kekik ve biberiyenin formlarının farklı olmasından (esansiyel yağ – ekstrakt) kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Can [31], kekik esansiyel yağının tavuk etinden elde edilen köftelerin raf ömrüne etkisini araştırdığı çalışmada, kekik esansiyel yağının köftelerin yüzeyine sürmek yerine, hamuruna katılması durumunda, örneklerin psikrofilik bakterilerin gelişimini inhibe ettiğini bildirmiştir.

Yapılan bir çalışmada, kekik ve biberiye içeren sosislerin  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de 6 hafta muhafaza edilmiş ve örneklerin toplam psikrofilik bakteri sayısının kekik ve biberiye ilavesiyle düştüğü rapor edilmiştir [82]. Çalışmada 0.gün örneklerinde toplam psikrofilik bakteri tespit edilemediği, 6 hafta sonunda biberiye içeren örneklerde yine gelişim gözlenmediği ve kontrol grubunda 0,97 log kob/g, %0,1 ve %0,2 kekik içeren örneklerde sırasıyla 0,54 ve 0,24 log kob/g psikrofilik bakteri tespit edildiği bildirilmiştir. Mevcut çalışma ile karşılaştırıldığında, bu çalışmanın 0.gün değerleri ile aynı olsa da depolama sonundaki değerin düşük olduğu görülmektedir. Bunun sebebinin, Jin ve ark. [82]'ın çalışmasındaki örnekler  $-18^{\circ}\text{C}$ 'de depolanırken çalışmamızda  $4^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış olup, Ünlütürk [150] tarafından bildirildiği üzere, depolama sıcaklığının düşmesi ile mikroorganizmaların gelişimi yavaşlamaktadır.

Biberiye ekstraktının tavuk etinin depolama kalitesini üzerine yapılan bir çalışmada, kontrol grubuna kıyasla, biberiye ekstraktı içeren örneklerin psikrofilik bakteri sayısı kontrol grubundan daha düşük bulunduğu ve depolamanın 7.gününde en düşük psikrofilik bakteri sayısının (4,14 log kob/g) %1 biberiye içeren köfte örneklerinde tespit edildiği rapor edilmiştir [32].

#### **4.3.5. Duyusal Analiz Sonuçları**

Yeni bir et ürünü geliştirirken veya mevcut et ürününde iyileştirme yaparken duyusal verilerin çok önemli olduğu, örnekler enstrümental veya mikrobiyolojik olarak uygun olsa bile duyusal açıdan kabul edilebilir değilse bu et ürününün tavsiye edilemeyeceği aşikardır [144]. Et ürünlerinin depolanma süresince lipit oksidasyonu nedeniyle ortaya çıkan aldehit ve keton gibi bileşikler, lezzet ve koku puanlarını değiştirdiği çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir [58,100,156].

Salam örneklerinin muhafaza süresince duyuşal olarak elde edilen renk puanları Çizelge 21’de verilmiştir. Salam örneklerinin renk kriteri puanları incelendiğinde, tüm depolama süresince, en düşük puanı C0 grubu, en yüksek puanı C1 grubu aldığı görülmüştür. 0 ve 14.günlerde C1 grubu ile NE, NTE ve NRE grupları arasındaki fark, 7.günde C1 grubu ile NT, NE, NTE ve NRE grupları arasındaki fark ve 30, 60 ve 90.günlerde C1 grubu ile NRE grubu arasındaki farklar önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. Örneklerin farklı günlerde tespit edilen renk puanları karşılaştırıldığında, sadece T grubunun renk puanı zamana bağı olarak değışmiş ( $p<0,05$ ), diğler grupların renk puanları istatistiksel olarak değışmemiştir ( $p>0,05$ ).

Çizelge 21. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait duyuşal renk değıerlerinin zamana bağı değışimi

Örnek	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	1,65±0,50 <sup>a</sup>	1,54±0,46 <sup>a</sup>	1,65±0,44 <sup>a</sup>	1,51±0,19 <sup>a</sup>	1,79±0,53 <sup>a</sup>	1,66±0,40 <sup>a</sup>
C1	4,73±0,10 <sup>g</sup>	4,56±0,25 <sup>g</sup>	4,46±0,35 <sup>f</sup>	4,64±0,20 <sup>f</sup>	4,61±0,05 <sup>f</sup>	4,60±0,19 <sup>f</sup>
T	2,12±0,05 <sup>abB</sup>	2,60±0,05 <sup>bcdC</sup>	2,21±0,09 <sup>abB</sup>	1,81±0,10 <sup>abA</sup>	2,43±0,10 <sup>abB</sup>	2,24±0,01 <sup>abB</sup>
R	2,78±0,70 <sup>bcd</sup>	2,76±0,53 <sup>bcd</sup>	3,15±0,50 <sup>bcd</sup>	3,19±0,50 <sup>cd</sup>	2,87±0,13 <sup>bcd</sup>	2,95±0,48 <sup>bc</sup>
E	2,88±0,05 <sup>cdeA</sup>	2,86±0,05 <sup>cdeA</sup>	3,77±0,07 <sup>defB</sup>	3,06±0,06 <sup>cA</sup>	2,83±0,05 <sup>bcA</sup>	3,08±0,04 <sup>cdA</sup>
TE	1,83±0,60 <sup>ab</sup>	1,90±0,75 <sup>ab</sup>	1,87±0,50 <sup>a</sup>	2,22±0,20 <sup>b</sup>	1,95±0,05 <sup>a</sup>	1,96±0,40 <sup>a</sup>
RE	2,71±0,10 <sup>bcdA</sup>	2,39±0,05 <sup>abcA</sup>	2,41±0,07 <sup>abcA</sup>	3,37±0,08 <sup>cdB</sup>	3,28±0,07 <sup>cdB</sup>	2,83±0,07 <sup>bcA</sup>
NT	3,47±0,05 <sup>def</sup>	3,72±0,05 <sup>efg</sup>	3,40±0,07 <sup>cde</sup>	3,31±0,10 <sup>cd</sup>	3,25±0,06 <sup>cde</sup>	3,47±0,02 <sup>cd</sup>
NR	3,62±0,05 <sup>def</sup>	3,50±0,09 <sup>def</sup>	3,22±0,10 <sup>bcd</sup>	3,73±0,13 <sup>de</sup>	3,62±0,16 <sup>e</sup>	3,53±0,07 <sup>cd</sup>
NE	3,86±0,50 <sup>efg</sup>	4,06±0,05 <sup>fg</sup>	4,08±0,50 <sup>def</sup>	3,49±0,04 <sup>cd</sup>	3,53±0,50 <sup>de</sup>	3,80±0,32 <sup>de</sup>
NTE	3,83±0,02 <sup>efg</sup>	3,91±0,02 <sup>fg</sup>	3,64±0,50 <sup>def</sup>	3,68±0,10 <sup>d</sup>	3,61±0,06 <sup>e</sup>	3,73±0,07 <sup>de</sup>
NRE	4,26±0,25 <sup>fg</sup>	4,21±0,10 <sup>fg</sup>	4,40±0,40 <sup>ef</sup>	4,24±0,05 <sup>ef</sup>	4,40±0,25 <sup>f</sup>	4,31±0,19 <sup>ef</sup>

a-f Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ )

A-C Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ )

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Nitrit içeren ve nitrit içermeyen grupların (NT ile T, NR ile R, NE ile E) gün içi renk puanları karşılaştırıldığında, tüm analiz günlerinde nitrit içeren grupların duyuşsal renk puanlarının nitrit içermeyen grupların duyuşsal renk puanlarından yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç ile nitritin salam örneklerinin renk gelişimini desteklediği görölmektedir.

Salam örneklerinin muhafaza süresince duyuşsal olarak elde edilen görünüş puanları Çizelge 22’de verilmiştir.

Salam örneklerinin görünüş puanları incelendiğinde, tüm analiz günlerinde, en düşük puanı C0 grubu, en yüksek puanı C1 grubu aldığı görölmüştür. 0.günde C1 grubu ile RE, NT, NTE ve NRE grupları arasındaki fark, 7, 14, 60 ve 90.günlerde C1 grubu ile NRE grubu arasındaki fark ve 30.günde C1 grubu ile NR ve NRE grupları arasındaki farklar önemsiz ( $p>0,05$ ) bulunmuştur. Bu bulgular ile tüm analiz günlerinde görünüş açısından nitrit, biberiye esansiyel yağı ve kırmızı pancar ekstraktı içeren NRE grubunun, ticari kontrol grubu olan C1 grubuna istatistiksel olarak en yakın grup olduğu söylenebilir.

Örneklerin farklı günlerde elde edilen görünüş puanları değerlendirildiğinde, sadece C1, R, RE ve NRE gruplarının görünüş puanları zamana bağlı olarak deđiştđi görölmüştür ( $p<0,05$ ).

Çizelge 22. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait duyuusal görünüş değerlerinin zamana bağılı değişimi

Örnek	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	2,06±0,75 <sup>ab</sup>	1,68±0,30 <sup>aA</sup>	1,29±0,02 <sup>aA</sup>	1,50±0,20 <sup>aA</sup>	1,67±0,02 <sup>aA</sup>	1,57±0,18 <sup>aA</sup>
C1	4,46±0,25 <sup>d</sup>	4,51±0,25 <sup>h</sup>	4,51±0,15 <sup>f</sup>	4,53±0,10 <sup>f</sup>	4,40±0,50 <sup>e</sup>	4,48±0,25 <sup>g</sup>
T	2,57±0,25 <sup>abb</sup>	2,34±0,02 <sup>bb</sup>	2,63±0,25 <sup>bb</sup>	1,71±0,02 <sup>aA</sup>	2,37±0,50 <sup>abb</sup>	2,32±0,20 <sup>bb</sup>
R	3,37±0,04 <sup>bc</sup>	3,91±0,10 <sup>cd</sup>	3,71±0,50 <sup>de</sup>	3,73±0,26 <sup>d</sup>	3,63±0,25 <sup>cde</sup>	3,67±0,22 <sup>def</sup>
E	3,47±0,03 <sup>bcB</sup>	3,48±0,03 <sup>cd</sup>	2,94±0,24 <sup>bcA</sup>	2,95±0,24 <sup>cA</sup>	3,04±0,25 <sup>bcA</sup>	3,17±0,05 <sup>cdeB</sup>
TE	3,19±0,50 <sup>bcB</sup>	3,17±0,05 <sup>cdB</sup>	2,63±0,35 <sup>bA</sup>	2,50±0,06 <sup>bcA</sup>	3,25±0,25 <sup>cB</sup>	3,07±0,35 <sup>cdB</sup>
RE	3,65±0,50 <sup>cd</sup>	3,31±0,25 <sup>cde</sup>	3,19±0,50 <sup>bcd</sup>	3,91±0,50 <sup>de</sup>	3,15±0,50 <sup>bc</sup>	3,45±0,45 <sup>cde</sup>
NT	3,57±0,25 <sup>cdAB</sup>	3,10±0,02 <sup>cA</sup>	3,67±0,02 <sup>cd</sup>	3,94±0,15 <sup>deB</sup>	3,33±0,02 <sup>cdA</sup>	3,52±0,08 <sup>deAB</sup>
NR	3,73±0,10 <sup>cdB</sup>	3,78±0,18 <sup>efgB</sup>	3,22±0,10 <sup>bcdA</sup>	4,05±0,05 <sup>defB</sup>	3,44±0,02 <sup>cdA</sup>	3,65±0,05 <sup>defAB</sup>
NE	2,61±0,05 <sup>abA</sup>	3,49±0,23 <sup>cd</sup>	2,85±0,02 <sup>bAB</sup>	2,34±0,02 <sup>bA</sup>	2,95±0,02 <sup>bcAB</sup>	2,84±0,04 <sup>bcAB</sup>
NTE	3,87±0,02 <sup>cdAB</sup>	3,64±0,03 <sup>defAB</sup>	3,80±0,11 <sup>defAB</sup>	4,05±0,06 <sup>defB</sup>	3,32±0,12 <sup>cA</sup>	3,74±0,01 <sup>efAB</sup>
NRE	4,06±0,07 <sup>cd</sup>	4,25±0,13 <sup>gh</sup>	4,16±0,16 <sup>ef</sup>	4,36±0,07 <sup>ef</sup>	4,15±0,05 <sup>de</sup>	4,20±0,08 <sup>fg</sup>

<sup>a-h</sup> Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

<sup>A-B</sup> Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;

**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;

**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Salam örneklerinin muhafaza süresince duyuşal olarak elde edilen koku puanları Çizelge 23’de verilmiştir. Salam örneklerinin koku kriteri puanları incelendiğinde, gruplar arasındaki farklar önemli bulunmuştur. 0, 14, 30 ve 60.günlerde C0 ile T grupları arasındaki fark önemsiz ( $p>0,05$ ), diğler grupların koku puanları arasındaki farklar önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). 7 ve 90.günlerde ise tüm gruplar arasındaki farklar önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Tüm analiz günlerinde en yüksek puanı C1 grubunun aldığı görülmüştür. Örneklerin farklı günlerde tespit edilen koku puanları değerlendirildiğinde, C0, C1, R ve RE grupları dışındaki tüm grupların koku puanları zamana bağılı olarak değıştığı tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

Çizelge 23. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait duyuşal koku değerlerinin zamana bağılı değışimi

Örnek	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	3,30±0,03 <sup>eb</sup>	3,31±0,03 <sup>hb</sup>	3,47±0,03 <sup>gb</sup>	2,84±0,02 <sup>ca</sup>	2,98±0,02 <sup>ca</sup>	3,11±0,05 <sup>dAB</sup>
C1	4,10±0,03 <sup>ja</sup>	4,20±0,03 <sup>ma</sup>	4,74±0,04 <sup>kb</sup>	4,11±0,03 <sup>ha</sup>	4,11±0,03 <sup>ga</sup>	4,25±0,03 <sup>ka</sup>
T	3,30±0,03 <sup>e</sup>	3,67±0,03 <sup>k</sup>	3,51±0,03 <sup>gh</sup>	2,84±0,02 <sup>c</sup>	2,98±0,02 <sup>c</sup>	3,26±0,03 <sup>e</sup>
R	3,80±0,03 <sup>gb</sup>	3,09±0,03 <sup>fa</sup>	2,97±0,02 <sup>ea</sup>	3,75±0,03 <sup>fb</sup>	4,08±0,03 <sup>gb</sup>	3,54±0,03 <sup>gAB</sup>
E	3,14±0,03 <sup>db</sup>	2,97±0,02 <sup>eAB</sup>	2,32±0,02 <sup>aa</sup>	2,41±0,02 <sup>aa</sup>	3,19±0,03 <sup>db</sup>	2,81±0,02 <sup>cAB</sup>
TE	2,98±0,02 <sup>c</sup>	3,20±0,03 <sup>g</sup>	3,58±0,03 <sup>h</sup>	3,42±0,03 <sup>d</sup>	3,68±0,03 <sup>f</sup>	3,37±0,03 <sup>f</sup>
RE	3,64±0,03 <sup>f</sup>	2,54±0,02 <sup>b</sup>	2,87±0,02 <sup>d</sup>	3,54±0,03 <sup>e</sup>	3,53±0,03 <sup>e</sup>	3,22±0,03 <sup>e</sup>
NT	2,81±0,02 <sup>b</sup>	2,32±0,02 <sup>a</sup>	2,55±0,02 <sup>c</sup>	2,69±0,02 <sup>b</sup>	2,65±0,02 <sup>b</sup>	2,60±0,02 <sup>a</sup>
NR	2,81±0,02 <sup>b</sup>	2,67±0,02 <sup>c</sup>	2,43±0,02 <sup>b</sup>	2,69±0,02 <sup>b</sup>	2,98±0,02 <sup>c</sup>	2,71±0,03 <sup>b</sup>
NE	2,65±0,02 <sup>a</sup>	2,87±0,02 <sup>d</sup>	2,49±0,02 <sup>bc</sup>	2,85±0,02 <sup>c</sup>	2,43±0,02 <sup>a</sup>	2,66±0,02 <sup>ab</sup>
NTE	3,94±0,03 <sup>h</sup>	3,56±0,03 <sup>j</sup>	3,09±0,03 <sup>f</sup>	3,54±0,03 <sup>e</sup>	4,07±0,03 <sup>g</sup>	3,64±0,03 <sup>h</sup>
NRE	3,97±0,03 <sup>h</sup>	3,75±0,03 <sup>l</sup>	4,09±0,03 <sup>j</sup>	3,86±0,03 <sup>g</sup>	3,61±0,03 <sup>g</sup>	3,86±0,03 <sup>j</sup>

a-m Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ )

A-B Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p<0,05$ )

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;

**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;

**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;

**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Salam örneklerinin muhafaza süresince duyuşal olarak elde edilen lezzet puanları Çizelge 24’de verilmiştir. Lezzet açısından değerlendirilen salam örneklerinden, 0, 7, 14, 60 ve 90.günlerde en yüksek lezzet puanını alan örnek C1 grubu, 30.günde ise en yüksek lezzet

puanını alan örnek NRE grubu olduğu görülmüştür. Salam örneklerinin lezzet puanları gün içi gruplar arasında karşılaştırıldığında, tüm analiz günlerinde, ticari kontrol örneği olan C1 grubunun lezzet puanına en yakın olan gruplar NE ve NRE gruplarıdır. Salam örneklerinin farklı günlerde elde edilen lezzet puanları karşılaştırıldığında, sadece NT grubunun lezzet puanı zamana bağlı olarak değişmiş, diğer gruplarındaki değişmemiştir ( $p>0,05$ ). Timol ve biberiye esansiyel yağı içeren örnekler lezzet açısından kendi aralarında karşılaştırıldığında (T – R, TE – RE, NT – NR, NTE – NRE), 90.gün sonunda biberiye esansiyel yağı içeren örneklerin lezzet puanlarının timol içeren örneklerin lezzet puanından yüksek olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 24. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait duyuusal lezzet değerlerinin zamana bağlı değişimi

Örnek	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	3,15±0,50 <sup>abc</sup>	2,91±0,85 <sup>a</sup>	2,93±0,50 <sup>a</sup>	3,05±0,50 <sup>ab</sup>	2,59±0,50 <sup>a</sup>	2,90±0,54 <sup>a</sup>
C1	4,57±0,45 <sup>e</sup>	4,61±0,39 <sup>c</sup>	4,71±0,31 <sup>c</sup>	4,21±0,02 <sup>b</sup>	4,34±0,22 <sup>c</sup>	4,29±0,48 <sup>b</sup>
T	3,00±0,65 <sup>abc</sup>	2,71±0,50 <sup>a</sup>	3,15±0,50 <sup>a</sup>	2,75±0,79 <sup>a</sup>	2,59±0,50 <sup>a</sup>	2,84±0,59 <sup>a</sup>
R	3,43±0,10 <sup>abcde</sup>	3,17±0,05 <sup>ab</sup>	3,49±0,07 <sup>ab</sup>	3,59±0,05 <sup>ab</sup>	3,59±0,19 <sup>abc</sup>	3,45±0,04 <sup>ab</sup>
E	2,69±0,50 <sup>a</sup>	3,41±0,50 <sup>abc</sup>	2,86±0,50 <sup>a</sup>	3,09±0,50 <sup>ab</sup>	3,65±0,20 <sup>abc</sup>	3,14±0,44 <sup>ab</sup>
TE	2,76±0,44 <sup>ab</sup>	2,88±0,56 <sup>a</sup>	3,03±0,66 <sup>a</sup>	2,68±1,01 <sup>a</sup>	2,70±0,84 <sup>ab</sup>	2,81±0,70 <sup>a</sup>
RE	3,27±0,06 <sup>abcd</sup>	3,59±0,40 <sup>abc</sup>	3,53±0,05 <sup>ab</sup>	3,77±0,09 <sup>ab</sup>	3,59±0,25 <sup>abc</sup>	3,55±0,09 <sup>ab</sup>
NT	2,77±0,10 <sup>abA</sup>	3,60±0,07 <sup>abcB</sup>	3,27±0,15 <sup>abAB</sup>	2,56±0,15 <sup>aA</sup>	2,72±0,16 <sup>abA</sup>	2,98±0,06 <sup>aA</sup>
NR	3,23±0,23 <sup>abcd</sup>	3,78±0,18 <sup>abc</sup>	3,48±0,35 <sup>ab</sup>	3,50±0,35 <sup>ab</sup>	3,41±0,50 <sup>abc</sup>	3,48±0,32 <sup>ab</sup>
NE	3,91±0,70 <sup>bcde</sup>	3,75±0,50 <sup>abc</sup>	4,28±0,50 <sup>bc</sup>	3,84±0,70 <sup>ab</sup>	4,19±0,50 <sup>c</sup>	3,94±0,64 <sup>ab</sup>
NTE	4,00±0,12 <sup>cde</sup>	3,54±0,09 <sup>abc</sup>	3,30±0,12 <sup>ab</sup>	3,84±0,06 <sup>ab</sup>	3,28±0,06 <sup>abc</sup>	3,59±0,09 <sup>ab</sup>
NRE	4,36±0,25 <sup>de</sup>	4,28±0,25 <sup>bc</sup>	4,33±0,10 <sup>bc</sup>	4,39±0,25 <sup>b</sup>	3,84±0,15 <sup>bc</sup>	4,24±0,14 <sup>b</sup>

<sup>a-c</sup> Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )

<sup>A-B</sup> Aynı satırda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir ( $p<0.05$ )

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Salam örneklerine ait genel beğeni puanları, muhafaza süresince boyunca renk, lezzet, görünüş ve koku kriterlerinden elde edilen puanların sırasıyla 3, 3, 3 ve 1 çarpan katsayısı ile belirlenmiş [114] ve Çizelge 25’de verilmiştir.

Çizelge 25. 4°C’de muhafaza edilen salam örneklerine ait duyusal genel beğeni değerlerinin zamana bağlı değişimi

Örnek	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	2,72±0,44 <sup>a</sup>	2,53±0,40 <sup>a</sup>	2,47±0,20 <sup>a</sup>	2,37±0,24 <sup>a</sup>	2,35±0,21 <sup>a</sup>	2,44±0,24 <sup>a</sup>
C1	4,41±0,21 <sup>f</sup>	4,45±0,21 <sup>d</sup>	4,63±0,16 <sup>d</sup>	4,18±0,03 <sup>e</sup>	4,32±0,21 <sup>cd</sup>	4,37±0,23 <sup>f</sup>
T	2,88±0,29 <sup>ab</sup>	2,88±0,17 <sup>ab</sup>	3,01±0,24 <sup>bc</sup>	2,37±0,23 <sup>a</sup>	2,63±0,30 <sup>a</sup>	2,75±0,24 <sup>ab</sup>
R	3,46±0,04 <sup>bcd</sup>	3,33±0,08 <sup>bc</sup>	3,37±0,23 <sup>c</sup>	3,76±0,08 <sup>de</sup>	3,68±0,15 <sup>cd</sup>	3,50±0,13 <sup>bcd</sup>
E	3,08±0,14 <sup>abc</sup>	3,24±0,15 <sup>bc</sup>	2,81±0,08 <sup>ab</sup>	2,84±0,23 <sup>a</sup>	3,25±0,14 <sup>bc</sup>	3,04±0,14 <sup>bcd</sup>
TE	3,03±0,29 <sup>abc</sup>	3,15±0,16 <sup>bc</sup>	3,11±0,31 <sup>bc</sup>	2,91±0,32 <sup>bc</sup>	3,21±0,33 <sup>bc</sup>	3,12±0,32 <sup>abc</sup>
RE	3,53±0,18 <sup>cde</sup>	3,18±0,03 <sup>bc</sup>	3,20±0,17 <sup>bc</sup>	3,74±0,20 <sup>de</sup>	3,45±0,10 <sup>cd</sup>	3,42±0,13 <sup>cde</sup>
NT	2,93±0,11 <sup>abc</sup>	2,90±0,06 <sup>ab</sup>	3,03±0,02 <sup>bc</sup>	2,98±0,12 <sup>bc</sup>	2,81±0,05 <sup>ab</sup>	2,93±0,05 <sup>abc</sup>
NR	3,20±0,04 <sup>abc</sup>	3,31±0,11 <sup>bc</sup>	2,98±0,14 <sup>abc</sup>	3,41±0,13 <sup>cd</sup>	3,27±0,15 <sup>bc</sup>	3,23±0,11 <sup>bcd</sup>
NE	3,13±0,27 <sup>abc</sup>	3,43±0,08 <sup>c</sup>	3,29±0,20 <sup>bc</sup>	3,06±0,21 <sup>bc</sup>	3,22±0,20 <sup>bc</sup>	3,21±0,21 <sup>bcd</sup>
NTE	3,93±0,03 <sup>def</sup>	3,61±0,01 <sup>c</sup>	3,42±0,11 <sup>c</sup>	3,89±0,04 <sup>de</sup>	3,56±0,04 <sup>cd</sup>	3,67±0,03 <sup>def</sup>
NRE	4,14±0,11 <sup>ef</sup>	4,10±0,11 <sup>d</sup>	4,21±0,11 <sup>d</sup>	4,20±0,08 <sup>e</sup>	3,85±0,05 <sup>de</sup>	4,12±0,08 <sup>ef</sup>

a-f Aynı sütunda farklı harflere sahip örnekler arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

Salam örneklerinin farklı günlerde belirlenen genel beğeni puanları incelendiğinde, tüm grupların genel beğeni puanlarının zamana bağlı olarak değişmediği görülmüştür (p>0,05). Salam örneklerin genel beğeni puanları gün içinde gruplar arasında karşılaştırıldığında, 0, 7, 14, 60 ve 90.günlerde en yüksek genel beğeni puanını alan örnek C1 grubu, 30.günde ise en yüksek genel beğeni puanını alan örnek NRE grubu olduğu görülmüştür. 0 ve 90.günlerde C1 grubu ile NTE ve NRE grupları arasındaki fark, 7 ve 14.günlerde C1 grubu ile NRE grubu arasındaki fark, 30 ve 60.günlerde ise C1 grubu ile RE, NTE ve NRE grupları arasındaki farklar önemsiz olduğu görülmüştür (p>0,05).

Genel beğeni açısından, biberiye esansiyel yağı içeren örnekler ile timol içeren örnekler kıyaslandığında (T – R, TE – RE, NT – NR, NTE – NRE), biberiye esansiyel yağı içeren örnekler timol içeren örneklerden daha yüksek genel beğeni puanı almıştır.

Domates tozunun sosis örneklerindeki duyuusal etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, örneklerin domates tozu miktarı arttıkça renk puanı ve kabul edilebilirlik puanı arttığı bildirilmiştir [54].

Jin ve ark. [82] tarafından yapılan bir çalışmada, kekik ve biberiye içeren sosis örneklerin duyuusal kriterleri, özellikle aroma ve genel beğeni değerleri, depolama boyunca olumsuz etkilendiği, ancak depolama sonunda sosis örnekleri arasında duyuusal değerleri açısından farklılık oluşmadığı rapor edilmiştir. Bu durum mevcut çalışma ile uyumlu değildir. Bunun sebebinin mevcut çalışmada kekik ve biberiye bitkilerinin esansiyel yağlarının kullanılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Turp ve ark. [147], sosis örneklerinde farklı konsantrasyonlarda kırmızı pancar tozunu kullandıkları bir çalışmada, kırmızı pancar tozunun sosis formülasyonunda kullanılması lezzeti geliştirdiği ve %4 kırmızı pancar tozu kullanılan örneklerde duyuusal açıdan en yüksek puanı aldığı bildirilmiştir. Mevcut çalışmada da benzer şekilde, kırmızı pancar ekstraktının salam örneklerinin lezzet puanını arttırdığı söylenebilir.

Biberiye ekstraktı içeren tavuk köftelerinin depolama süresince duyuusal özelliklerinin takip edildiği bir çalışmada, biberiye ekstraktı miktarı arttıkça örneklerin duyuusal puanının düştüğü, en yüksek duyuusal puanı ise %0,5 biberiye ekstraktı içeren örneklerin aldığı rapor edilmiştir [32].

Yapılan bir başka çalışmada, farklı konsantrasyonlarda timol içeren tavuk sosisi örneklerinde, timol içeren sosilerin duyuusal puanları timol içermeyen kontrol grubundan yüksek bulunduğu bildirilmiştir [34].



#### 4.3.6. Enstrümental Renk ile Duyusal Renk Değerlerinin Karşılaştırılması

Salam örneklerinin muhafaza süresince renk özelliği duyusal ve enstrümental olarak analiz edilmiştir. Bu iki verinin arasındaki korelasyonları gösteren Pearson korelasyon ( $R^2$ ) değerleri Çizelge 26'da verilmiştir. Verilerin korelasyonları bazı örneklerin (C0, R) tüm analiz günlerinde pozitif, bazı örneklerin (C1, RE, NT, NE) tüm analiz günlerinde negatif, bazı örneklerin (T, E, TE, NR, NTE, NRE) bir kısım analiz gününde negatif, bir kısım analiz gününde pozitif bir korelasyon göstermiş olup tüm sonuçların istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür ( $p>0,05$ ).

Çizelge 26. Salam örneklerinin 4°C'de muhafazası sırasında duyusal ve enstrümental olarak ölçülen renk değerlerinin korelasyonu

Örnekler	Depolama Süresi (gün)					
	0	7	14	30	60	90
C0	0,717	0,905	0,931	0,875	0,843	0,901
C1	-0,932	-1,000	-0,986	-0,884	-0,987	-0,964
T	0,731	0,894	0,900	0,842	0,877	-1,000
R	0,899	0,882	0,898	0,889	0,886	0,855
E	0,881	-0,799	0,930	0,892	0,879	0,841
TE	0,921	0,897	0,887	0,972	-0,910	0,916
RE	-0,892	-0,904	-0,897	-0,870	-0,902	-0,932
NT	-0,792	-0,860	-0,987	-0,734	-0,357	-0,917
NR	-0,997	0,696	-0,511	0,977	0,500	0,783
NE	-0,935	-0,992	-0,982	-0,934	-0,929	-0,989
NTE	0,972	-0,889	-0,945	0,863	0,974	-0,947
NRE	-0,945	-0,977	-0,957	0,956	-0,905	-0,870

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

#### 4.3.7. Kalite Özellikleri Açısından Örneklerin Karşılaştırılması

Et ürünlerinin kalite özelliklerinin belirlenmesinde birçok parametre kullanılmaktadır [164]. Oksidasyon stabilitesi, renk stabilitesi, duyuşal bulgular, tekstür profili ve mikrobiyolojik bulgular bu parametreler arasındadır. Çalışma kapsamında yapılmış olan analizler incelendiğinde, istatistiksel olarak örnekler arasında fark bulunan analiz bulguları tiyobarbütirik asit, DPPH serbest radikal süpürücü aktivitesi, toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısı, enstrümental olarak ölçülen kırmızılık değeri, duyuşal olarak belirlenen genel beğeni değeri ve toplam fenolik madde miktarı bulgularıdır. Bu kalite özellikleri açısından en iyi sonuçları veren örnekler C1, NRE ve NTE örnekleridir (Çizelge 27). Nitritin azaltılması ile kullanılabilir ikame esansiyel yağlardan timolün, biberiye esansiyel yağına göre antimikrobiyal etkisinin, antioksidan etkisinin ve fenolik miktarının yüksek olmasına rağmen biberiye esansiyel yağı timole göre duyuşal açıdan daha kabul edilebilir bulunmuştur.

Çizelge 27. Kalite özellikleri açısından örneklerin karşılaştırılması

Kalite Özelliği	Analiz Günü	C1	NTE	NRE
TBA	0.Gün	260,9333	2065,6140	265,8700
(mg malonaldehit)	90.Gün	201,4143	1767,3983	266,0113
DPPH Serbest Radikal	0.Gün	73,99	72,77	75,60
Süpürücü Aktivite (%)	90.Gün	78,10	72,67	73,55
Toplam Fenolik Madde	0.Gün	260,9333	2065,6140	799,9373
Miktarı (mg gallik asit/mL)	90.Gün	201,4143	1767,3983	616,1277
Enstrümental Renk (a*)	0.Gün	22,75	18,69	18,55
	90.Gün	23,20	17,68	17,91
Toplam Aerobik Psikrofilik	0.Gün	<1	<1	<1
Bakteri (log kob/g)	90.Gün	2,15	2,02	2,14
Dyuşal	0.Gün	4,41	3,93	4,14
(Genel Beğeni)	90.Gün	4,37	3,67	4,12

**C1:** Ticari Kontrol; **NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, salam örneklerinin nitrit miktarını azaltmak amacıyla, farklı esansiyel yağlar (timol ve biberiye esansiyel yağları) ve doğal bir renklendirici ekstrakt olan kırmızı pancar ekstraktını içeren 12 farklı salam örneği üretilmiştir. Bu amaçla üretilen salam örneklerinde 6 farklı depolama gününde (0, 7, 14, 30, 60 ve 90.günler) pH, TBA, DPPH serbest radikal süpürücü aktivite, toplam fenolik madde, enstrümantal renk, tekstür profil, mikrobiyolojik ve duyuusal analizler gerçekleştirilmiştir.

Örneklerin pH değeri arasında önemli bir fark bulunmazken, TBA değerleri depolama boyunca artmıştır. Kontrol örneğinde oksidasyon en yüksek seviyede iken nitriti azaltılmış ve esansiyel yağları içeren örneklerin TBA değeri en düşüktür. Ticari kontrol örneğine kıyasla nitrit miktarı azaltılmış ve esansiyel yağları içeren örnek gruplarının oksidasyonu daha düşük bulunmuştur. Esansiyel yağların oksidasyon etkisi kıyaslandığında, esansiyel yağlar arasında istatistiksel olarak bir fark görülmemiştir.

DPPH serbest radikal süpürücü aktivite değerleri karşılaştırılan örneklerin, en yüksek aktivite seviyesinin ticari kontrol örneğinde olduğu görülmüştür.

Deneysel örnekleri oluşturan timol, biberiye esansiyel yağı ve kırmızı pancar ekstraktı arasında en yüksek fenolik madde miktarı timol içeren örneklerde bulunmuştur. Timolün bu etkisi literatür tarafından desteklenmektedir. Kırmızı pancar ekstraktı, timol ve nitritin birlikte bulunduğu örnek grubunun toplam fenolik madde miktarı depolamanın her aşamasında yüksek bulunmuştur. Kontrol ve ticari kontrol örnekleri esansiyel yağ ve kırmızı pancar ekstraktı içermediğinden en düşük toplam fenolik madde miktarı bu örneklerde belirlenmiştir.

Salam örneklerinin renk parametreleri değerlendirildiğinde,  $L^*$  (parlaklık) değeri düzenli olarak depolama boyunca artmıştır ve bu sonuç literatürce desteklenmiştir. Parlaklık değerini en fazla artıran ise timol olmuştur. Tüm örneklerin depolama boyunca pigment degradasyonuna bağlı olarak  $a^*$ (kırmızılık) değeri düşmüştür. Ticari kontrol örneğinde renklendirici olarak karmin kullanılmış ve diğer örneklerle kıyaslayınca bu örneklerde  $a^*$  değerinin en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Nitritin et ürünlerinin renk oluşumu ve stabilite etkisi bu çalışmada da görülmüştür. Ancak nitrit miktarının azaltılması ve kırmızı pancar

ekstraktı ve esansiyel yağların kullanımıyla bu etkiye ulaşılabileceği söylenebilir. Örneklerin depolanması sırasında en yüksek  $b^*$  (sarılık) değeri kontrol örneğinde en düşük  $b^*$  değeri ise ticari kontrol örneğinde olduğu bulunmuştur. Esansiyel yağların ve kırmızı pancar ekstraktının  $b^*$  değerini yükselttiği görülmüştür.

Örneklerin tekstür profil analizinde 9 parametre ölçülmüş olup depolama ile birlikte örnekler sertleşmiş ve çiğnenebilirlikleri değişmiştir. Örneklere ait tekstür değerlerinin (sertlik, bağlayıcılık, çiğnenebilirlik, tutunabilirlik, esneklik, gam özelliği) örneğin içerdiği bileşenlerin (nitrit, esansiyel yağ, kırmızı pancar ekstraktı) konsantrasyonuna bağlı olarak düzenli artış veya azalış göstermediği ve bu değişkenlerin örneklerin tekstür özelliklerini değiştirmediği görülmüştür.

Örneklerin 4°C'de depolamaları süresince elde edilen mikrobiyolojik veriler değerlendirildiğinde, depolamanın sonunda en yüksek toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısı kontrol örneğinde belirlenmiş ve 5 log kob/g bakteri seviyesini aştığı görülmüştür. Timol ve biberiye esansiyel yağlarının psikrofilik bakterileri inhibisyonu açısından istatistiksel olarak fark olmadığı görülmüştür. En düşük toplam aerobik psikrofilik bakteri sayısına ise nitrit miktarı azaltılmış, esansiyel yağları ve kırmızı pancar ekstraktı içeren örneklerde tespit edilmiştir. Bu örneklerin toplam aerobik psikrofilik sayısının, ticari kontrol örneğinkinden düşük olması ile nitrit miktarının azaltılabileceği ve esansiyel yağların ve kırmızı pancar ekstraktının ortak etkisi ile daha yüksek inhibisyon sağlanabileceği söylenebilir. Böylece soğuk muhafaza şartlarında salam örneklerinin esansiyel yağ ilavesiyle raf ömrü artırılabilir.

Kontrol örneğinde ve kırmızı pancar ekstraktı içeren salam örneklerinde depolamanın sonunda laktik asit bakterisi gelişimi gözlenmiş, fakat esansiyel yağları içeren örneklerde laktik asit bakterisi gelişimi tespit edilebilir düzeyin altında bulunmuştur. Esansiyel yağların laktik asit bakterilerinin gelişimi üzerinde etkili oldukları literatürce de desteklenmektedir.

Depolamanın son aşamasında örneklerin bir kısmında maya ve küf gelişimi gözlenmiştir. Ticari kontrol örneğinde, nitrit miktarı azaltılmış, timol veya biberiye esansiyel yağı içeren örnekte ve nitrit miktarı azaltılmış timol ve kırmızı pancar ekstraktını birlikte içeren örnekte maya ve küf gelişimi gözlenmemiştir. Bu sonuç ile soğukta muhafaza edilen salam

örneklerinde nitrit miktarının azaltılması ve yerine timol veya biberiye esansiyel yağlarının kullanılması ile maya ve küf gelişimine karşı benzer etkinin sağlanabileceği söylenebilir.

Duyusal açıdan değerlendirilen salam örneklerinin genel beğeni açısından en yüksek skoru ticari kontrol örneği almış olup ona istatistiksel olarak en yakın puan nitriti azaltılmış, biberiye esansiyel yağı ve kırmızı pancar ekstraktını birlikte içeren örnekte belirlenmiştir. Nitrit miktarının azaltılması ve onun yerine biberiye esansiyel yağı ve kırmızı pancar ekstraktı ilavesi ile ticari örneğe istatistiksel olarak yakın genel beğeni değerinin elde edilebileceği görülmüştür.

Elde edilen sonuçlar, nitritin et ürünlerindeki antioksidan, antimikrobiyal ve renk gelişimi etkisi, çeşitli esansiyel yağlar ve doğal ekstraktlar ile ikame edilerek sağlanabileceği literatür bilgisi ile birlikte bu çalışma ile de desteklenmektedir. Kırmızı pancar ekstraktının et ürünlerinde karminin yerine kullanılabilecek iyi bir doğal renklendirici olabileceği düşünülmektedir. Nitritin azaltılması ile kullanılabilecek ikame esansiyel yağlardan timolün, biberiye esansiyel yağına göre antimikrobiyal etkisinin, antioksidan etkisinin ve fenolik miktarının yüksek olmasına rağmen biberiye esansiyel yağı timole göre duyusal açıdan daha kabul edilebilir bulunmuştur. Bu esansiyel yağlar farklı et ürünlerinde kullanılarak bu çalışma daha da genişletileceği gibi farklı esansiyel yağların kullanılarak da bu etkiler araştırılabilir.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] J. Adler, I. Parmryd, Quantifying colocalization by correlation: The pearson correlation coefficient is superior to the Mander's overlap coefficient, *Cytom. Part A.* 77A (2010) 733–742.
- [2] J. Ahn, I.U. Grün, A. Mustapha, Effects of plant extracts on microbial growth, color change, and lipid oxidation in cooked beef, *Food Microbiol.* 24 (2007) 7–14.
- [3] I. Ajzen, Attitudes and Persuasion, in: *Oxford Handb. Personal. Soc. Psychol.*, 2012.
- [4] A. Akgül, *Baharat Bilimi ve Teknolojisi*, Gıda Teknolojisi Derneği yayınları no:15. Ankara (1993) 451 s.
- [5] M.I. Aksu, M. Kaya, Farkli kütleme yöntemleri ve starter kültür kullanılarak pastırma üretimi, *Turkish J. Vet. Anim. Sci.* 26 (2002) 909–916.
- [6] A.U. Alahakoon, D.D. Jayasena, S. Ramachandra, C. Jo, Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date, *Trends Food Sci. Technol.* 45 (2015) 37–49.
- [7] E. Alexandra Pazmio-Durán, M.M. Giusti, R.E. Wrolstad, M.B. Glória, Anthocyanins from banana bracts (*Musa X paradisiaca*) as potential food colorants, *Food Chem.* 73 (2001) 327–332.
- [8] T. Altuğ, G. Ova, K. Demirağ, Ü. Kurtcan, *Gıda Kalite Kontrol*, Ege Üniversitesi, İzmir (2000) 37 s.
- [9] N.S. Alzoreky, K. Nakahara, Antibacterial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia, *Int. J. Food Microbiol.* 80 (2003) 223–230.
- [10] H. Amiri, Essential oils composition and antioxidant properties of three thymus species, *Evidence-Based Complement. Altern. Med.* 61 (2012) 10835–10847.
- [11] R. Amorati, M.C. Foti, L. Valgimigli, Antioxidant activity of essential oils, *J. Agric. Food Chem.* 61 (2013) 10835–10847.
- [12] Karmin, Karminik asit, Kosinal, <http://www.food-info.net/tr/e/e120.htm> Erişim tarihi: 01.06.2019.
- [13] E. Apostolidis, Y.I. Kwon, K. Shetty, Inhibition of *Listeria monocytogenes* by oregano, cranberry and sodium lactate combination in broth and cooked ground beef systems and likely mode of action through proline metabolism, *Int. J. Food Microbiol.* 128 (2008) 317–324.
- [14] O.I. Aruoma, B. Halliwell, R. Aeschbach, J. Löliger, Antioxidant and pro-oxidant properties of active Rosemary constituents: Carnosol and carnosic acid, *Xenobiotica.* 22 (1992) 257-268.

- [15] L. Atarés, A. Chiralt, Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging, *Trends Food Sci. Technol.* 48 (2016) 51–62.
- [16] T. Aymerich, P.A. Picouet, J.M. Monfort, Decontamination technologies for meat products, *Meat Sci.* 78 (2008) 114–129.
- [17] J.L. Baldwin, A.H. Chou, W.R. Solomon, Popsicle-induced anaphylaxis due to carmine dye allergy, *Ann. Allergy, Asthma Immunol.* 79 (1997) 415–419.
- [18] C.W. Balentine, P.G. Crandall, C.A. O’Bryan, D.Q. Duong, F.W. Pohlman, The pre- and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and color during storage of ground beef, *Meat Sci.* 73 (2006) 413–421.
- [19] M. Bayaz, Esansiyel Yağlar: Antimikrobiyal, Antioksidan ve Antimutajenik Aktiviteleri, *Akad. Gıda.* 12 (2014) 45–53.
- [20] E. Bayrak, Farklı Baharat Ekstraktlarının Mekanik Ayrılmış Piliç Etlerinden Üretilen Sosislerin Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, (2011) 10-78.
- [21] N. Bayraktar, R. Gökçe, Ö. Ergün, Gıdalarda Nitrat ve Nitrit Kalıntılarının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, *Ekoloji Derg.* 28 (1998) 28–30.
- [22] O. Bensebia, K. Allia, Analysis of adsorption–desorption moisture isotherms of rosemary leaves, *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants.* 3 (2016) 79–86.
- [23] B. Bisha, N. Weinsattel, B.F. Brehm-Stecher, A. Mendonca, Antilisterial effects of gravinol-s grape seed extract at low levels in aqueous media and its potential application as a produce wash., *J. Food Prot.* 73 (2010) 266–273.
- [24] C.D. Bishop, Antiviral activity of the essential oil of melaleuca alternifolia (Maiden amp; Betche) cheel (tea tree) against tobacco mosaic virus, *J. Essent. Oil Res.* 7 (1995) 641–644.
- [25] J. Bornschein, P. Malfertheiner, Helicobacter pylori and gastric cancer, *Dig. Dis.* 32 (2014) 249–264.
- [26] W. Brandwilliams, M. Cuvelier, C. Berset, Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *LWT Food Sci. Technol.* 28 (1995) 25–30.
- [27] S. Burt, Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods - A review, *Int. J. Food Microbiol.* 94 (2004) 223–253.
- [28] J.R. Calo, P.G. Crandall, C.A. O’Bryan, S.C. Ricke, Essential oils as antimicrobials in food systems - A review, *Food Control.* 54 (2015) 111–119.
- [29] R. Cammack, C.L. Joannou, X.Y. Cui, C. Torres Martinez, S.R. Maraj, M.N. Hughes, Nitrite and nitrosyl compounds in food preservation, *Biochim. Biophys. Acta -*

- Bioenerg. 1411 (1999) 475–488.
- [30] J. Del Campo, M.-J. Amiot, C. Nguyen-The, Antimicrobial Effect of Rosemary Extracts, *J. Food Prot.* 63 (2016) 1359–1368.
- [31] Ö.P. Can, The effect of thyme oil on the shelf life of chicken balls during storage period, *Slov. Vet. Res.* 49 (2012) 19–26.
- [32] Ö.P. Can, S. Ağaoğlu, S. Alemdar, Biberiye ekstraktı ilavesinin tavuk köftesinin kalite özellikleri üzerine etkisi, *Cumhur. Üniversitesi Sağlık Bilim. Enstitüsü Derg.* 1 (2016) 1–6.
- [33] K. Candogan, N. Kolsarici, Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin, *Meat Sci.* 64 (2003) 207–214.
- [34] E. Chouliara, M.G. Kontominas, Combined effect of thyme essential oil and modified atmosphere packaging to extend shelf-life of fresh chicken meat, in: *Nat. Prod. I*, 2007.
- [35] K. Chung, J.R. Baker, J.L. Baldwin, A. Chou, Identification of carmine allergens among three carmine allergy patients, *Allergy Eur. J. Allergy Clin. Immunol.* 56 (2001) 73–77.
- [36] M.-Y. Chung, T.G. Lim, K.W. Lee, Molecular mechanisms of chemopreventive phytochemicals against gastroenterological cancer development, *World J. Gastroenterol.* 19 (2013) 984.
- [37] M. Cierach, M. Modzelewska-Kapituła, K. Szaciło, The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters, *Meat Sci.* 82 (2009) 295–299.
- [38] H. Cui, A.A. Gabriel, H. Nakano, Antimicrobial efficacies of plant extracts and sodium nitrite against *Clostridium botulinum*, *Food Control.* 21 (2010) 1030–1036.
- [39] M.E. Cuvelier, H. Richard, C. Berset, Antioxidative activity and phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosemary, *JAOCS, J. Am. Oil Chem. Soc.* 73 (1996) 645–652.
- [40] R.W. Dapson, The history, chemistry and modes of action of carmine and related dyes, *Biotech. Histochem.* 82 (2007) 173–187.
- [41] M.S. Deda, J.G. Bloukas, G.A. Fista, Effect of tomato paste and nitrite level on processing and quality characteristics of frankfurters, *Meat Sci.* 76 (2007) 501–508.
- [42] F. Delgado-Vargas, A.R. Jiménez, O. Paredes-López, F.J. Francis, Natural pigments: Carotenoids, anthocyanins, and betalains - Characteristics, biosynthesis, processing, and stability, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 40 (2000) 173–289.
- [43] D. Demeyer, K. Honikel, S. De Smet, The World Cancer Research Fund report 2007:



- A challenge for the meat processing industry, *Meat Sci.* 80 (2008) 953–959.
- [44] S.K. Devatkal, K. Narsaiah, A. Borah, Anti-oxidant effect of extracts of kinnow rind, pomegranate rind and seed powders in cooked goat meat patties, *Meat Sci.* 85 (2010) 155–159.
- [45] F. Devlieghere, L. Vermeiren, J. Debevere, New preservation technologies: Possibilities and limitations, *Int. Dairy J.* 14 (2004) 273–285.
- [46] M. Duman, Ö. Emir Çoban, E. Özpolat, Biberiye ve kekik esansiyel yağları katkısının marine edilmiş kerevitlerin (*Astacus leptodactylus esch.*, 1823) raf ömrüne etkisinin belirlenmesi, *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 18 (2012) 745–751.
- [47] EFSA, The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2010., *Eur. Commun. Dis. Bull.* 2018;16(12):5500.
- [48] EFSA, Use of rosemary extracts as a food additive - Scientific opinion of the panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food, *EFSA J.*( 2004) 105, 1-28.
- [49] L. Ekici, I. Ozturk, S. Karaman, O. Caliskan, F. Tornuk, O. Sagdic, H. Yetim, Effects of black carrot concentrate on some physicochemical, textural, bioactive, aroma and sensory properties of sucuk, a traditional Turkish dry-fermented sausage, *LWT - Food Sci. Technol.* 62 (2015) 718–726.
- [50] M.E. Erdmann, R. Lautenschlaeger, B. Zeeb, M. Gibis, J. Weiss, Effect of differently sized O/W emulsions loaded with rosemary extract on lipid oxidation in cooked emulsion-type sausages rich in n-3 fatty acids, *LWT - Food Sci. Technol.* 79 (2017) 496–502.
- [51] O.K. Esmer, R. Irkin, N. Degirmencioglu, A. Degirmencioglu, The effects of modified atmosphere gas composition on microbiological criteria, color and oxidation values of minced beef meat, *Meat Sci.* 88 (2011) 221–226.
- [52] M. Estévez, S. Ventanas, R. Cava, Protein oxidation in frankfurters with increasing levels of added rosemary essential oil: effect on color and texture deterioration, *J. Food Sci.* 70 (2006) 427–432.
- [53] M. Evren, B. Tekgüler, Uçucu yağların antimikrobiyel özellikleri, *Elektron. Mikrobiyoloji Derg.* 9 (2011) 28–40.
- [54] E. Eyiler, A. Oztan, Production of frankfurters with tomato powder as a natural additive, *LWT - Food Sci. Technol.* 44 (2011) 307–311.
- [55] R.S. Farag, A.Z.M.A. Badei, F.M. Hewedi, G.S.A. El-Baroty, Antioxidant activity of

- some spice essential oils on linoleic acid oxidation in aqueous media, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 66 (1989) 792–799.
- [56] C. Faustmann, R.G. Cassens, The biochemical basis for discoloration in fresh meat: A review, *J. Muscle Foods*. 1 (1990) 217–243.
- [57] J. Fernández-López, N. Zhi, L. Aleson-Carbonell, J.A. Pérez-Alvarez, V. Kuri, Antioxidant and antibacterial activities of natural extracts: Application in beef meatballs, *Meat Sci.* 69 (2005) 371–380.
- [58] M. Flores, M.A. Durá, A. Marco, F. Toldrá, Effect of *Debaryomyces* spp. on aroma formation and sensory quality of dry-fermented sausages, *Meat Sci.* 68 (2004) 439–446.
- [59] F. Gandía-Herrero, J. Escribano, F. García-Carmona, Purification and antiradical properties of the structural unit of betalains, *J. Nat. Prod.* 75 (2012) 1030–1036.
- [60] V.G. Georgiev, J. Weber, E.M. Kneschke, P.N. Denev, T. Bley, A.I. Pavlov, Antioxidant activity and phenolic content of betalain extracts from intact plants and hairy root cultures of the red beetroot *Beta vulgaris* cv. Detroit Dark Red, *Plant Foods Hum. Nutr.* 65 (2010) 105–111.
- [61] V. Giatrakou, S. Kykkidou, A. Papavergou, M.G. Kontominas, I.N. Savvaidis, Potential of oregano essential oil and map to extend the shelf life of fresh swordfish: A comparative study with ice storage, *J. Food Sci.* 73 (2008) 167–173.
- [62] A. Govaris, P. Florou-Paneri, E. Botsoglou, I. Giannenas, I. Amvrosiadis, N. Botsoglou, The inhibitory potential of feed supplementation with rosemary and/or  $\alpha$ -tocopheryl acetate on microbial growth and lipid oxidation of turkey breast during refrigerated storage, *LWT - Food Sci. Technol.* 40 (2007) 331–337.
- [63] M.J. Greenhawt, J.L. Baldwin, Carmine dye and cochineal extract: Hidden allergens no more, *Ann. Allergy, Asthma Immunol.* 103 (2009) 73–75.
- [64] K. Halkman, *Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları*, Başak Matbaacılık, Ankara, (2005) 165-190.
- [65] K.A. Hammer, C.F. Carson, T. V. Riley, Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts, *J. Appl. Microbiol.* 86 (1999) 985–990.
- [66] J.E. Hayes, I. Canonico, P. Allen, Effects of organic tomato pulp powder and nitrite level on the physicochemical, textural and sensory properties of pork luncheon roll, *Meat Sci.* 95 (2013) 755–762.
- [67] I.M. Helander, H.L. Alakomi, K. Latva-Kala, T. Mattila-Sandholm, I. Pol, E.J. Smid, L.G.M. Gorris, A. Von Wright, Characterization of the action of selected essential oil

- components on gram-negative bacteria, *J. Agric. Food Chem.* 46 (1998) 3590–3595.
- [68] K.M. Herbach, F.C. Stintzing, R. Carle, Betalain stability and degradation - Structural and chromatic aspects, *J. Food Sci.* 71 (2006) 41–50.
- [69] E. Hernández-Hernández, E. Ponce-Alquicira, M.E. Jaramillo-Flores, I. Guerrero Legarreta, Antioxidant effect rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) extracts on TBARS and colour of model raw pork batters, *Meat Sci.* 81 (2009) 410–417.
- [70] M. Höferl, G. Buchbauer, L. Jirovetz, E. Schmidt, A. Stoyanova, Z. Denkova, A. Slavchev, M. Geissler, Correlation of antimicrobial activities of various essential oils and their main aromatic volatile constituents, *J. Essent. Oil Res.* 21 (2009) 459–463.
- [71] K.O. Honikel, The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products, *Meat Sci.* 78 (2008) 68–76.
- [72] X.F. Hospital, J. Carballo, M. Fernández, J. Arnau, M. Gratacós, E. Hierro, Technological implications of reducing nitrate and nitrite levels in dry-fermented sausages: Typical microbiota, residual nitrate and nitrite and volatile profile, *Food Control.* 57 (2015) 275–281.
- [73] C.M. Houlihan, C.T. Ho, S.S. Chang, Elucidation of the chemical structure of a novel antioxidant, rosmaridiphenol, isolated from rosemary, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 61 (1984) 1036–1039.
- [74] C.M. Houlihan, C.T. Ho, S.S. Chang, The structure of rosmariquinone - A new antioxidant isolated from *Rosmarinus officinalis* L., *J. Am. Oil Chem. Soc.* 62 (1985) 96–98.
- [75] J. Hsu, J. Arcot, N. Alice Lee, Nitrate and nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians, *Food Chem.* 115 (2009) 334–339.
- [76] S. Huang, B. Liu, D. Ge, J. Dai, Effect of combined treatment with supercritical CO<sub>2</sub> and rosemary on microbiological and physicochemical properties of ground pork stored at 4°C, *Meat Sci.* 125 (2017) 114–120.
- [77] Y. Hung, T.M. de Kok, W. Verbeke, Consumer attitude and purchase intention towards processed meat products with natural compounds and a reduced level of nitrite, *Meat Sci.* 121 (2016) 119–126.
- [78] Y. Hung, W. Verbeke, T.M. de Kok, Stakeholder and consumer reactions towards innovative processed meat products: Insights from a qualitative study about nitrite reduction and phytochemical addition, *Food Control.* 60 (2016) 690–698.

- [79] A.I. Hussain, F. Anwar, S.A.S. Chatha, A. Jabbar, S. Mahboob, P.S. Nigam, *Rosmarinus officinalis* essential oil: Antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities, *Brazilian J. Microbiol.* 41 (2010) 1070–1078.
- [80] M. Hyldgaard, T. Mygind, R.L. Meyer, Essential oils in food preservation: Mode of action, synergies, and interactions with food matrix components, *Front. Microbiol.* 3 (2012) 12.
- [81] H.J. Jeong, H.C. Lee, K.B. Chin, Effect of red beet on quality and color stability of low-fat sausages during refrigerated storage, *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* 30 (2010) 1014–1023.
- [82] S.K. Jin, J.S. Choi, S.J. Lee, S.Y. Lee, S.J. Hur, Effect of thyme and rosemary on the quality characteristics, shelf-life, and residual nitrite content of sausages during cold storage, *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* 36 (2016) 656–664.
- [83] S.K. Jin, J.S. Choi, S.S. Moon, J.Y. Jeong, G.D. Kim, The assessment of red beet as a natural colorant, and evaluation of quality properties of emulsified pork sausage containing red beet powder during cold storage, *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.* 34 (2014) 472–481.
- [84] M. Karel, K. Schaich, R.B. Roy, Interaction of peroxidizing methyl linoleate with some proteins and amino acids, *J. Agric. Food Chem.* 23 (1975) 159–163.
- [85] M. Karpinska, J. Borowski, M. Danowska-Oziewicz, The use of natural antioxidants in ready-to-serve food, *Food Chem.* 72 (2001) 5–9.
- [86] T.M. de Kok, S.G. van Breda, M.M. Manson, Mechanisms of combined action of different chemopreventive dietary compounds, *Eur. J. Nutr.* 47 (2008) 51–59.
- [87] H. Kunkely, A. Vogler, Absorption and luminescence spectra of cochineal, *Inorg. Chem. Commun.* 14 (2011) 1153–1155.
- [88] S. Kykkidou, V. Gitrakou, A. Papavergou, M.G. Kontominas, I.N. Savvaidis, Effect of thyme essential oil and packaging treatments on fresh Mediterranean swordfish fillets during storage at 4°C, *Food Chem.* 115 (2009) 169–175.
- [89] R.J.W. Lambert, P.N. Skandamis, P.J. Coote, G.J.E. Nychas, A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol, *J. Appl. Microbiol.* 91 (2001) 453–462.
- [90] N. Laokuldilok, P. Thakeow, P. Kopermsub, N. Utama-Ang, Optimisation of microencapsulation of turmeric extract for masking flavour, *Food Chem.* 194 (2015) 695–704.
- [91] T.G. Lee, S.K. Williams, D. Sloan, R. Littell, Development and evaluation of a

- chicken breakfast sausage manufactured with mechanically deboned chicken meat, *Poult. Sci.* 76 (1997) 415–421.
- [92] D.C. Liu, S.W. Wu, F.J. Tan, Effects of addition of anka rice on the qualities of low-nitrite Chinese sausages, *Food Chem.* 118 (2010) 245–250.
- [93] H.F. Liu, A.M. Booren, J.I. Gray, R.L. Crackel, Antioxidant efficacy of oleoresin rosemary and sodium tripolyphosphate in restructured pork steaks, *J. Food Sci.* 57 (1992) 803–806.
- [94] A. Marco, J.L. Navarro, M. Flores, The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage, *Meat Sci.* 73 (2006) 660–673.
- [95] L. Martínez, I. Cilla, J.A. Beltran, P. Roncalés, Combined effect of modified atmosphere packaging and addition of rosemary (*Rosmarinus officinalis*), ascorbic acid, red beet root (*Beta vulgaris*), and sodium lactate and their mixtures on the stability of fresh pork sausages, *J. Agric. Food Chem.* 54 (2006) 4674–4680.
- [96] N. Martins, C.L. Roriz, P. Morales, L. Barros, I.C.F.R. Ferreira, Food colorants: Challenges, opportunities and current desires of agro-industries to ensure consumer expectations and regulatory practices, *Trends Food Sci. Technol.* 52 (2016) 1–15.
- [97] P. Mattila, J. Hellström, Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products, *J. Food Compos. Anal.* 20 (2007) 152–160.
- [98] G. Mazza, E. Miniati, Anthocyanins in Fruits, Vegetables and Grains., CRC Press. Boca Raton, FL. 26 (1993) 57.
- [99] J. Méndez, M. González, M.G. Lobo, A. Carnero, Color quality of pigments in cochineals (*Dactylopius coccus* Costa). Geographical origin characterization using multivariate statistical analysis, *J. Agric. Food Chem.* 52 (2007) 1331–1337.
- [100] M.C. Montel, F. Masson, R. Talon, Bacterial role in flavour development, *Meat Sci.* 49 (1998) 111–123.
- [101] F.A. Mustafa, Effects of green tea extract on color and lipid oxidation in ground beef meat, 2013.
- [102] N. Nakatani, R. Inatani, Two antioxidative diterpenes from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L) and a revised structure for rosmanol, *Agric. Biol. Chem.* 48 (1984) 2081–2085.
- [103] G. Nieto, G. Ros, J. Castillo, Antioxidant and antimicrobial properties of rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.): A Review, *Medicines.* 5 (2018) 98.
- [104] M.N. O’Grady, M. Maher, D.J. Troy, A.P. Moloney, J.P. Kerry, An assessment of

- dietary supplementation with tea catechins and rosemary extract on the quality of fresh beef, *Meat Sci.* 73 (2006) 132–143.
- [105] H.W. Ockerman, Quality control of post-mortem muscle tissue, Dept. of Animal Science, Ohio State University, 1985.
- [106] M. Oostindjer, J. Alexander, G.V. Amdam, G. Andersen, N.S. Bryan, D. Chen, D.E. Corpet, S. De Smet, L.O. Dragsted, A. Haug, A.H. Karlsson, G. Kleter, T.M. de Kok, B. Kulseng, A.L. Milkowski, R.J. Martin, A.M. Pajari, J.E. Paulsen, J. Pickova, K. Rudi, M. Sødning, D.L. Weed, B. Egeland, The role of red and processed meat in colorectal cancer development: A perspective, *Meat Sci.* (2014).
- [107] M. Oussalah, S. Caillet, L. Saucier, M. Lacroix, Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a *Pseudomonas putida* strain isolated from meat, *Meat Sci.* 73 (2006) 236–244.
- [108] G. Ova, Koruyucular, in: *Gıda Katkı Maddeleri*, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, İzmir, 2001.
- [109] Ö. Özdeştan, A. Üren, Gıdalarda nitrat ve nitrit, *Akad. Gıda.* 8 (2010) 35–43.
- [110] Y. Ozogul, D. Ayas, H. Yazgan, F. Ozogul, E.K. Boga, G. Ozyurt, The capability of rosemary extract in preventing oxidation of fish lipid, *Int. J. Food Sci. Technol.* (2010).
- [111] A. Öztan, *Et Bilimi ve Teknolojisi*, 1st ed., TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 2018.
- [112] N. Oztekin, M.S. Nutku, F.B. Erim, Simultaneous determination of nitrite and nitrate in meat products and vegetables by capillary electrophoresis, *Food Chem.* 76 (2002) 103–106.
- [113] B. Öztürk, S. Meltem, H. Ergezer, Et ve Et Ürünlerinde Nitrit-Nitrat; Kullanım Avantajları, Yasal Sınırlamalar ve Güncel Alternatif Yaklaşımlar, *Akad. Gıda.* 13 (2015) 257–264.
- [114] E.B. Özvural, H. Vural, Utilization of interesterified oil blends in the production of frankfurters, *Meat Sci.* 78 (2008) 211–216.
- [115] V.A. Pandit, L.A. Shelef, Sensitivity of *listeria monocytogenes* to rosemary (*rosmarinus officinalis* L.), *Food Microbiol.* 11 (1994) 57–63.
- [116] M. Pateiro, F.J. Barba, R. Domínguez, A.S. Sant'Ana, A. Mousavi Khaneghah, M. Gavahian, B. Gómez, J.M. Lorenzo, Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review, *Food Res. Int.* 61 (2018) 156–166.

- [117] P.B. Pathare, U.L. Opara, F.A.J. Al-Said, Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review, *Food Bioprocess Technol.* 6 (2013) 36–60.
- [118] H. Pourazrang, A.A. Moazzami, B.S. Fazly Bazzaz, Inhibition of mutagenic N-nitroso compound formation in sausage samples by using L-ascorbic acid and  $\alpha$ -tocopherol, *Meat Sci.* 62 (2002) 479–483.
- [119] I. Račkauskiene, A. Pukalskas, P.R. Venskutonis, A. Fiore, A.D. Troise, V. Fogliano, Effects of beetroot (*Beta vulgaris*) preparations on the Maillard reaction products in milk and meat-protein model systems, *Food Res. Int.* 70 (2015) 31–39.
- [120] C.J. Randall, P.W. Voisey, A method for measuring the texture of meat and the effect of nitrite and salt addition on the texture of cured meats, *J. Texture Stud.* 8 (1977) 49–60.
- [121] K. Ravichandran, A.R. Ahmed, D. Knorr, I. Smetanska, The effect of different processing methods on phenolic acid content and antioxidant activity of red beet, *Food Res. Int.* 48 (2012) 16–20.
- [122] K. Ravichandran, N.M.M.T. Saw, A.A.A. Mohdaly, A.M.M. Gabr, A. Kastell, H. Riedel, Z. Cai, D. Knorr, I. Smetanska, Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity, *Food Res. Int.* 50 (2013) 670–675.
- [123] K. Roy, S. Gullapalli, U.R. Chaudhuri, R. Chakraborty, The use of a natural colorant based on betalain in the manufacture of sweet products in India, *Int. J. Food Sci. Technol.* 39 (2004) 1087–1091.
- [124] S. Sagoo, R. Board, S. Roller, Chitosan inhibits growth of spoilage micro-organisms in chilled pork products, *Food Microbiol.* 19 (2002) 175–182.
- [125] B. Salehi, A.P. Mishra, I. Shukla, M. Sharifi-Rad, M. del M. Contreras, A. Segura-Carretero, H. Fathi, N.N. Nasrabadi, F. Kobarfard, J. Sharifi-Rad, Thymol, thyme, and other plant sources: Health and potential uses, *Phyther. Res.* 32 (2018) 1688–1706.
- [126] A. Schmedes, G. Hølmer, A new thiobarbituric acid (TBA) method for determining free malondialdehyde (MDA) and hydroperoxides selectively as a measure of lipid peroxidation, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 66 (1989) 813–817.
- [127] J. Sebranek, J. Bacus, Natural and organic cured meat products: Regulatory, manufacturing, marketing, quality and safety issues, *Am. Meat Sci. Assoc. White Pap. Ser. No:1* (2007) 1–16.
- [128] A. Serrano, J. Librelotto, S. Cofrades, F.J. Sánchez-Muniz, F. Jiménez-Colmenero, Composition and physicochemical characteristics of restructured beef steaks

- containing walnuts as affected by cooking method, *Meat Sci.* 77 (2007) 304–313.
- [129] A. Sevinç, B. Merdun, Türkiye’de yetişen uçucu yağ içeren bitkiler ve kullanım alanları. Bitirme Ödevi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü.
- [130] A.C. Seydim, G. Sarikus, Antimicrobial activity of whey protein based edible films incorporated with oregano, rosemary and garlic essential oils, *Food Res. Int.* 39 (2006) 639–644.
- [131] F. Shahidi, Y. Zhong, Lipid oxidation and improving the oxidative stability, *Chem. Soc. Rev.* 39 (2010) 4067-4079.
- [132] J. Sharifi-Rad, S.A. Ayatollahi, E.M. Varoni, B. Salehi, F. Kobarfard, M. Sharifi-Rad, M. Iriti, M. Sharifi-Rad, Chemical composition and functional properties of essential oils from *Nepeta schiraziana* Boiss, *Farmacia.* 65 (2017) 802–812.
- [133] H. Sharma, S.K. Mendiratta, R.K. Agrawal, K. Gurunathan, S. Kumar, T.P. Singh, Use of various essential oils as bio preservatives and their effect on the quality of vacuum packaged fresh chicken sausages under frozen conditions, *LWT - Food Sci. Technol.* 81 (2017) 118–127.
- [134] J.J. Sindelar, J.C. Cordray, J.G. Sebranek, J.A. Love, D.U. Ahn, Effects of varying levels of vegetable juice powder and incubation time on color, residual nitrate and nitrite, pigment, pH, and trained sensory attributes of ready-to-eat uncured ham, *J. Food Sci.* 72 (2007) 388–395.
- [135] R.S. Singhal, P.R. Kulkarni, D. V Rege, *Handbook of Indices of Food Quality and Authenticity*, (2010), s 560.
- [136] V. Sirocchi, F. Devlieghere, N. Peelman, G. Sagratini, F. Maggi, S. Vittori, P. Ragaert, Effect of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil combined with different packaging conditions to extend the shelf life of refrigerated beef meat, *Food Chem.* 221 (2017) 1069–1076.
- [137] A. Smith-Palmer, J. Stewart, L. Fyfe, Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens, *Lett. Appl. Microbiol.* 26 (1998) 118–122.
- [138] F.C. Stintzing, R. Carle, Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition, *Trends Food Sci. Technol.* 15 (2004) 19–38.
- [139] Y.-J. Surh, Cancer chemoprevention with dietary phytochemicals, *Nat. Rev. Cancer.* 3 (2003) 768–780.
- [140] E. Tan, Gıda kirlenmesinde nitrat, nitrit ve oluşturdıkları riskler, *Gıda ve Yem Bilim.*



- Teknol. Derg. 3 (2003) 32-36.
- [141] S.Z. Tang, S.Y. Ou, X.S. Huang, W. Li, J.P. Kerry, D.J. Buckley, Effects of added tea catechins on colour stability and lipid oxidation in minced beef patties held under aerobic and modified atmospheric packaging conditions, *J. Food Eng.* 77 (2006) 248–253.
- [142] B.G. Tarladgis, B.M. Watts, M.T. Younathan, L. Dugan, A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 37 (1960) 44–48.
- [143] A. Tawfeeq, A. Culham, F. Davis, M. Reeves, Does fertilizer type and method of application cause significant differences in essential oil yield and composition in rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), *Ind. Crops Prod.* (2016).
- [144] F. Toldrá, Y.H. Hui, I. Astiasarán, J.G. Sebranek, R. Talon, *Handbook of Fermented Meat and Poultry: Second Edition*, (2014), s 322.
- [145] TSE 979, TS 979 Salam Standardı, 2014.
- [146] F. Turan, Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Esansiyel Yağlar, 5 (2012) 35–40.
- [147] G.Y. Turp, H. Kazan, H. Ünübol, Sosis üretiminde doğal renk maddesi ve antioksidan olarak kırmızı pancar tozu kullanımı, *CBÜ F Bil. Dergi.* 12 (2016) 303–311.
- [148] G.Y. Turp, Ç. Sucu, Et ürünlerinde nitrat ve nitrit kullanımına potansiyel alternatif yöntemler, *CBÜ F Bil. Dergi.* 12 (2016) 231–242.
- [149] F. Uçan, DLimonenin mayalar üzerine antifungal etkisi, (2008) 71.
- [150] A. Ünlütürk, F. Turantaş, *Gıda Mikrobiyolojisi*, Meta Basım, İzmir, 2003.
- [151] J. Vanderstoep, Nitrite curing of meat, the n-nitrosamine problem and nitrite alternatives, *Food Res. Int.* (2002).s 280.
- [152] S.A. Vekiari, V. Oreopoulou, C. Tzia, C.D. Thomopoulos, Oregano flavonoids as lipid antioxidants, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 70 (1993) 483–487.
- [153] M. Viuda-Martos, Y. Ruiz-Navajas, J. Fernández-López, J.A. Pérez-Álvarez, Antibacterial activity of different essential oils obtained from spices widely used in Mediterranean diet, *Int. J. Food Sci. Technol.* 43 (2008) 526–531.
- [154] H. Vural, A. Öztan, *Et ve Ürünleri Kalite Kontrol Laboratuvarı Uygulama Kılavuzu*, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Ankara, (1996) s 236.
- [155] A. Weğglarz, Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season, *Czech J. Anim. Sci.* 55 (2010) 548–556.
- [156] S.Y. Wu, M.S. Brewer, Soy Protein Isolate Antioxidant Effect on Lipid Peroxidation of Ground Beef and Microsomal Lipids, *J. Food Sci.* 59 (1994) 702–706.

- [157] Z.S. Xie, L.J. Zhong, X.M. Wan, M.N. Li, H. Yang, P. Li, X.J. Xu, Petroleum ether sub-fraction of rosemary extract improves hyperlipidemia and insulin resistance by inhibiting SREBPs, *Chin. J. Nat. Med.* 14 (2016) 746–756.
- [158] Y.L. Xiong, Protein oxidation and implications for muscle food quality, in: *Antioxidants Muscle Foods Nutr. Strateg. to Improv. Qual.*, 2000.
- [159] N. V. Yanishlieva, E. Marinova, J. Pokorný, Natural antioxidants from herbs and spices, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 108 (2006) 776–793.
- [160] R. Zadernowski, S. Czaplicki, M. Naczka, Phenolic acid profiles of mangosteen fruits (*Garcinia mangostana*), *Food Chem.* 112 (2009) 685–689.
- [161] S. Zarringhalami, M.A. Sahari, Z. Hamidi-Esfehani, Partial replacement of nitrite by annatto as a colour additive in sausage, *Meat Sci.* 81 (2009) 281–284.
- [162] G.H. Zhou, X.L. Xu, Y. Liu, Preservation technologies for fresh meat - A review, *Meat Sci.* 86 (2010) 119–128.
- [163] *Türk Gıda Kodeksi Et ve Et Ürünleri Tebliği*, 2019.
- [164] P. Hussain, A. H. Soomro, A. Hussain, M. Arshad, Evaluation of quality and safety parameters of poultry meat products sold in hyderabad market, Pakistan, *World Journal of Agricultural Research*, 4 (2016) 85-93.

## Ek 1: Duyusal Değerlendirme Formu

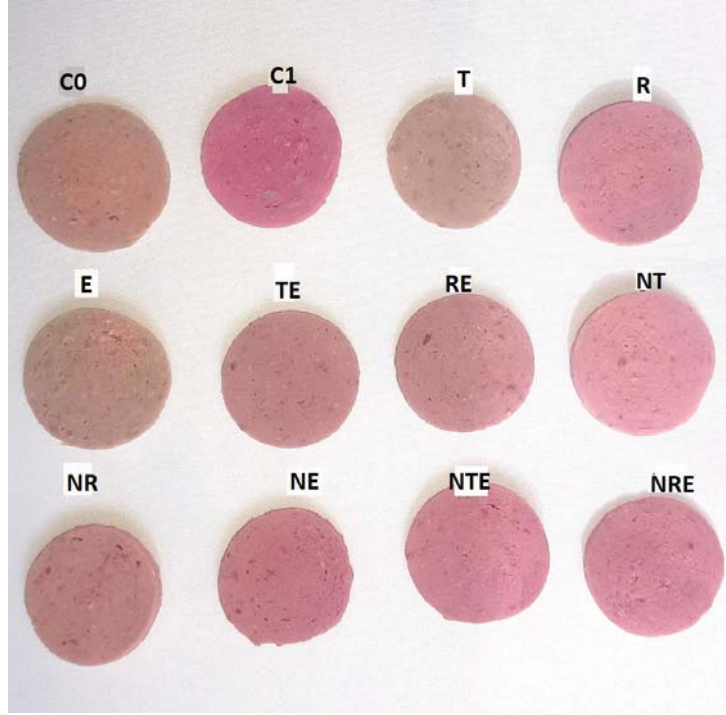
Örnek No	Renk	Görünüş	Koku	Lezzet
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

Her kriteri ayrı değerlendiriniz. Kriterleri değerlendirirken 1 ile 5 arasında bir değer veriniz. 1: Çok Kötü 2: Kötü 3: Orta 4: İyi 5: Mükemmel

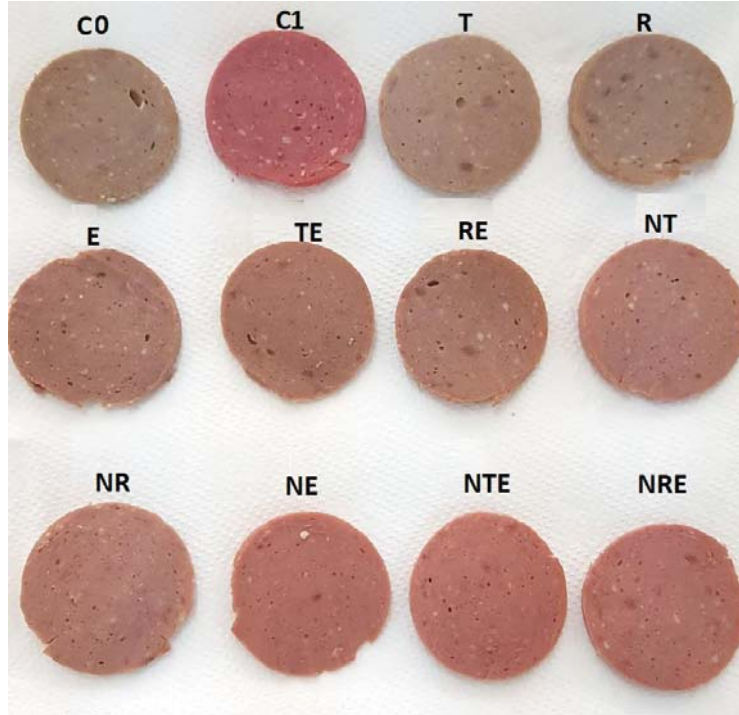
**TARİH:**

PANELİSTİN ADI SOYADI

## Ek 2: Salam Örneklerinin Kesit Görüntüleri



Salam Örneklerinin 0.gün Kesit Görüntüleri



Salam Örneklerinin 90.gün Kesit Görüntüleri

**C0:** Kontrol; **C1:** Ticari Kontrol; **T:** %0,3 timol; **R:** %0,3 biberiye EY;  
**E:** %1 kırmızı pancar ekstraktı; **TE:** %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**RE:** %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı; **NT:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol;  
**NR:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY; **NE:** 75 ppm nitrit + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NTE:** 75 ppm nitrit + %0,3 timol + %1 kırmızı pancar ekstraktı;  
**NRE:** 75 ppm nitrit + %0,3 biberiye EY + %1 kırmızı pancar ekstraktı