

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özge TETİK

**MENENĞİÇTEN ELDE EDİLEN DOĞAL ANTİOKSİDAN
EKSTRAKTININ FERMENTE SUCUĞA İLAVESİNİN BAZI
KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BİYOJEN AMİN OLUŞUMU
ÜZERİNE ETKİSİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA-2021

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MENENGİÇTEN ELDE EDİLEN DOĞAL ANTIOKSİDAN EKSTRAKTININ FERMENTE SUCUĞA İLAVESİNİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BİYOJEN AMİN OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİSİ

Özge TETİK

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Hakan BENLİ
Yıl: 2021, Sayfa: 100
Jüri : Dr. Öğr. Üyesi Hakan BENLİ
: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
: Prof. Dr. Halil VURAL

Bu çalışmada, doğal bir antioksidan olarak elde edilen menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) ekstraktının fermente sucuklara farklı oranlarda ilave edilmesinin sucukların bazı kalite özellikleri ve biyogen amin içeriklerine etkisi araştırılmıştır. Menengiçlerden distile su ve %60, %70, %80, %90 etil alkol çözeltileri kullanılarak beş farklı menengiç ekstraktı elde edilmiştir. Fenolik madde içeriği ve antioksidan aktivitesi en yüksek olarak belirlenen ve ultrasonik su banyosuda %70 etil alkol çözeltisi ile elde edilen ekstrakt sucuk üretiminde kullanılmıştır. Elde edilen menengiç ekstraktı düşük (1 mL/kg), orta (5 mL/kg) ve yüksek (10 mL/kg) oranda sucuk hamurlarına ilave edilmiştir. Çalışmada ayrıca askorbik asit (500 mg/kg) içeren bir grup ve kontrol grubu yer almıştır. Üretim (0. gün, 3. gün ve son ürün) ve depolama boyunca (1. ay ve 2. ay) sucuk örneklerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Üretim sonunda en düşük pH değeri yüksek oranda ekstrakt ilave edilen örneklerde belirlenmiştir. Üretim boyunca bütün grupların nem ve kül değerlerinde azalış, titrasyon asitliği değerlerinde ise artış belirlenmiştir. Uygulamaların L* değeri üzerine son üründe etkili olduğu, a* ve b* değeri üzerine ise bütün aşamalarda etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların Sertlik, Çiğnenebilirlik ve Esneklik değerlerine etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuşken Tutunabilirlik ve İç yapışkanlık değerlerine etkisi sadece 2. ayda önemli bulunmuştur. Üretim ve depolama boyunca sucukların biyogen amin içeriklerinin, Triptamin için 9.21 ile 30.50 mg/kg kuru madde arasında, 2-Feniletillamin için 1.68 ile 27.51 mg/kg kuru madde arasında, Putresin için 1.20 ile 6.11 mg/kg kuru madde arasında, Kadaverin için 2.47 ile 5.79 mg/kg kuru madde arasında, Histamin için 6.50 ile 8.08 mg/kg kuru madde arasında, Tiramin için 2.77 ile 78.33 mg/kg kuru madde arasında, Spermidin için 4.0 ile 6.84 mg/kg kuru madde arasında ve Spermin için 51.08 ile 65.83 mg/kg kuru madde arasında değiştiği belirlenmiştir. Örneklerin TBARS değerleri üzerine uygulamaların üretim aşamasında etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirmede kontrol grubu, düşük oranda menengiç ekstraktı ve askorbik asit ilave edilen grupların en beğenilen sucuk gruplarını oluşturduğu ve genel olarak bütün sucuk örneklerinin beğenildiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sucuk, menengiç ekstraktı, biyogen amin, antioksidan

ABSTRACT

MSc THESIS

THE EFFECT OF THE ADDITION OF NATURAL ANTIOXIDANT EXTRACT OBTAINED FROM TEREBINTH TO FERMENTED SUCUK ON SOME QUALITY PROPERTIES AND FORMATION OF BIOGENIC AMINES

Özge TETİK

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

Supervisor : Asst. Prof. Dr. Hakan BENLİ
Year: 2021, Page: 100
Jury : Asst. Prof. Dr. Hakan BENLİ
: Prof. Dr. Hüseyin ERTEN
: Prof. Dr. Halil VURAL

In this study, the effect of adding terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) extract, which is obtained as a natural antioxidant, to fermented sucuks at different levels, on some quality properties and biogenic amine contents of sucuks was investigated. Five different extracts of terebinth were obtained by using distilled water and %60, %70, %80, %90 ethyl alcohol solutions. The extract obtained with %70 ethyl alcohol solution in an ultrasonic water bath, which was determined as having the highest phenolic content and antioxidant activity, was used in the production of sucuks. The terebinth extract was added to the sucuk dough at low (1 mL/kg), medium (5 mL/kg) and high (10 mL/kg) levels. The study also included a group containing ascorbic acid (500 mg/kg) and a control group. Analyzes were performed on sucuk samples during production (0. day, 3rd day and final product) and storage (1st month and 2nd month). At the end of the production, the lowest pH value was determined in the samples with the high level of extract added. The moisture and ash values of all groups decreased and the titratable acidity values increased during the production. It was determined that the effect of the treatments on L* value was significant in the final product while the effects on a* and b* values were not significant at all phases. While the effect of the treatments was not significant on Hardness, Chewiness and Resilience values at all phases, the effect on Adhesiveness and Cohesiveness values was found to be significant only in the 2nd month of the storage. It was determined that biogenic amine contents of the sucuks during the production and storage varied between 9.21 and 30.50 mg/kg dry matter for Tryptamine, between 1.68 and 27.51 mg/kg dry matter for 2-Phenylethylamine, between 1.20 and 6.11 mg/kg dry matter for Putrescine, between 2.47 and 5.79 mg/kg dry matter for Cadaverine, between 6.50 and 8.08 mg/kg dry matter for Histamine, between 2.77 and 78.33 mg/kg dry matter for Tyramine, between 4.00 and 6.84 mg/kg dry matter for Spermidine and between 51.08 and 65.83 mg/kg dry matter for Spermine. It was found that the treatments had an effect on TBARS values of the samples during the production phase. In the sensory evaluation, it was determined that the control group, the groups with low levels of terebinth extract and ascorbic acid were the most desirable sucuk groups, and all sucuk samples were generally liked.

Keywords: Sucuk, terebinth extract, biyojenic amin, antioxidant

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu çalışma, menengiçten elde edilen doğal antioksidan ekstraktının fermente sucuğa ilavesinin bazı kalite özellikleri ve biyojen amin oluşumu üzerine etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Elde edilen menengiç ekstraktı düşük (1 mL/kg), orta (5 mL/kg) ve yüksek (10 mL/kg) oranda sucuk hamurlarına ilave edilmiştir. Çalışmada ayrıca askorbik asit (500 mg/kg) içeren bir grup ve kontrol grubu yer almıştır. Üretim (0. gün, 3. gün ve son ürün) ve depolama boyunca (1.ay ve 2.ay) sucuk örneklerinde analizler gerçekleştirilmiştir.

Menengiçten distile su ve %60, %70, %80 ve %90'lık etil alkol çözeltileri kullanılarak beş ayrı menengiç ekstraktı elde edilmiştir. Distile su ve farklı oranlara sahip (%60, %70, %80 ve %90) etil alkol içeren ekstraktların antioksidan kapasiteleri, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) analizi kullanılarak ve fenolik madde miktarları ise toplam fenolik madde analizi ile tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan sucukların üretiminde en yüksek antioksidan aktivitesine ve fenolik madde içeriğine sahip olan ve ultrasonik su banyosunda, 25°C'de 1 saat boyunca %70 etil alkol ile ekstraksiyon gerçekleştirilerek elde edilen menengiç ekstraktı kullanılmıştır.

Yağ oranı %20 olan soğutulmuş (+4°C) dana eti 6 mm'lik delik çaplı ayna kullanılarak soğutmalı kıyma makinesinden geçirilmiştir. Kıyma üzerine *Staphylococcus carnosus* ve *Lactobacillus sakei*'den oluşan starter kültür karışımı ve çeşitli baharatlar eklenmiştir. Menengiç ekstraktı düşük (1 mL/kg), orta (5 mL/kg) ve yüksek (10 mL/kg) olmak üzere üç farklı oranda üretilen sucuk hamurlarına ilave edilmiştir. Çalışmada ayrıca, kontrol grubu (antioksidan ilave edilmemiş) ve askorbik asit (500 mg/kg) içeren gruplar da yer almıştır. Sucuk hamurları 44 mm kalibreye sahip doğal kılıflara (hava kurusu sığır ince bağırsağı) yarım kangal olacak şekilde doldurulmuştur. Dolum işlemini takiben askıya alınan sucuklar özel üretilmiş fermentasyon kabini kullanılarak fermentasyon, kurutma ve olgunlaştırma işlemlerine tabi tutulmuştur. Elde edilen son ürünler vakum

paketlenmiş ve buzdolabı koşullarında ($<4^{\circ}\text{C}$) 2 ay boyunca depolanmıştır. Sucuklardan fermentasyon sırasında (0 ve 3. günlerde), son üründe ve depolama aşamasında (1 ve 2. aylarda) örnekler alınarak çeşitli analizler yapılmıştır. Çalışmada iki tekerrür kullanılmıştır.

Bulgulara göre, sucukların pH değerlerinin başlangıçta 6.21 ile 6.30 arasında, 3. günde 4.49 ile 4.93 arasında ve son ürün'de 4.59 ile 4.75 arasında olduğu belirlenmiştir.

Sucuk örneklerinin nem değeri 0. gün ve son üründe; titrasyon asitliği değeri 0.gün'de; kül değeri 3. günde önemli bulunmuştur. Ayrıca, üretim boyunca bütün grupların nem ve kül değerleri azalış, titrasyon asitliği değerlerinde ise artış belirlenmiştir.

Sucuk örneklerinin L^* değerleri üzerine etkisi son üründe önemli bulunmuş olup a^* değerleri üzerine etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Genel olarak bütün gruplarda depolama aşamasında azalışlar tespit edilmiştir. Sucuk örneklerinin b^* değerleri üzerine etkisi ise bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Sucuk örneklerinin son üründe, L^* değerleri 52.14 ile 55.10 arasında, a^* değerleri 14.22 ile 14.98 arasında ve b^* değerleri 13.59 ile 14.49 arasında olduğu belirlenmiştir.

Uygulamaların sucuk örneklerinin Sertlik (Hardness), Çiğnenebilirlik (Chewiness) ve Esneklik (Resilience) değerleri üzerine etkisi, son ürün, 1. ay ve 2. ay olmak üzere bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Tutunabilirlik (Adhesiveness) ve İç yapışkanlık (Cohesiveness) değerleri sadece 2. ayda önemli bulunmuştur.

Uygulamaların sucuk örneklerinin Triptamin içerikleri üzerine etkisi 0. gün ve 2. ay'da önemli bulunmuştur. Örneklerin Triptamin içeriği 9.21 ile 30.50 mg/kg kuru madde arasında değişmektedir. Örneklerin 0. gününde en düşük Triptamin içeriği 12.83 mg/kg kuru madde, en yüksek Triptamin içeriği ise 30.50 mg/kg kuru madde olarak belirlenmiştir. Depolamanın 2. ayında ise en düşük Triptamin içeriği 12.47 ile 19.46 mg/kg kuru madde, en yüksek Triptamin içeriği ise 25.14 mg/kg

kuru madde olarak belirlenmiştir.

Uygulamaların sucuk örneklerine ait 2-Feniletilamin içerikleri üzerine etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. 2-Feniletilamin içeriği 1.68 ile 27.51 mg/kg kuru madde arasında değişmektedir. 2-Feniletilamin içeriği en yüksek 0. güne en düşük ise 3. güne ait olduğu belirlenmiştir. Son ürün ve depolamanın 1. ayında genel olarak bütün gruplarda artışlar gözlemlenmiş olup depolamanın 2. ayında genel olarak 1. ayı ile benzer 2-Feniletilamin içeriğe sahip oldukları tespit edilmiştir.

Sucuk örneklerine ait ortalama Putresin içerikleri üzerine uygulamaların etkisi 3. günde ve 1. ayda önemli bulunmuştur. Örneklerin Putresin değeri 1.20 ile 6.11 mg/kg kuru madde arasında değişmektedir. Üretim ve depolama aşamalarındaki Putresin içeriği incelendiğinde, askorbik asit ilave edilen grup dışında Putresin içereklerinin bütün aşamalarda benzer olduğu tespit edilmiştir.

Uygulamaların sucuk örneklerinin Kadaverin içerikleri üzerine etkisinin bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Kadaverin değeri 2.47 ile 5.79 mg/kg kuru madde arasında değişmektedir. Ayrıca sadece askorbik asit ilave edilen grupta üretim ve depolama aşamasında kısmi azalışlar tespit edilmiştir. Ancak bu değişimlerin diğer uygulamalardan farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Uygulamaların sucuk örneklerinin Histamin içerikleri üzerine etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Örneklerin Histamin değerinin 0. gününde 7.11 ile 7.64 mg/kg kuru madde arasında, 3. günde 6.59 ile 7.31 mg/kg kuru madde arasında, son üründe 6.50 ile 7.51 mg/kg kuru madde arasında, depolamanın 1. ayında 6.56 ile 7.40 mg/kg kuru madde arasında ve depolamanın 2. ayında 6.70 ile 8.08 mg/kg kuru madde arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sadece askorbik asit ilave edilen grupta üretim ve depolama aşamasında kısmi farklılıklar tespit edilmiştir.

Uygulamaların sucuk örneklerinin Tiramin içerikleri üzerine etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Ancak genel olarak bütün gruplarda üretim ve depolama aşamalarında artışlar tespit edilmiştir. Örneklerin Tiramin değerinin 0.

gününde 2.77 ile 3.44 mg/kg kuru madde arasında, 3. gününde 22.58 ile 24.58 mg/kg kuru madde arasında, son üründe 37.20 ile 40.54 mg/kg kuru madde arasında, depolamanın 1. ayında 47.45 ile 68.22 mg/kg kuru madde arasında ve depolamanın 2. ayında 57.33 ile 78.33 mg/kg kuru madde arasında olduğu tespit edilmiştir.

Uygulamaların sucuk örneklerinin Spermidin içerikleri üzerine etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Üretim ve depolama aşaması süresince sadece kontrol grubunda kısmi farklılıklar tespit edilmiştir.

Sucuk örneklerinin Spermin değeri 2. ayda önemli bulunmuştur. Örneklerin en düşük Spermin içeriği 56.80 ile 58.32 mg/kg kuru madde arasında değiştiği, en yüksek Spermin içeriği ise 64.91 ile 65.32 mg/kg kuru madde arasında olduğu belirlenmiştir.

Örneklerin TBARS değerleri üzerine uygulamaların üretim aşamasında etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Sucuk örneklerine ait ortalama TBARS değerleri üzerine uygulamaların etkisi 0. gün ve 3. günde önemli bulunmuştur. Sucukların TBARS değeri başlangıçta 0.58 ile 1.05 mg malondialdehit/kg arasında iken 3. günde 1.33 ile 2.16 mg malondialdehit/kg arasında belirlenmiştir. Ayrıca genel olarak bütün gruplarda üretim ve depolama aşamasında farklılıklar tespit edilmiştir.

Duyusal değerlendirmede kontrol grubu, düşük oranda menengiç ekstraktı ve askorbik asit ilave edilen grupların en beğenilen sucuk gruplarını oluşturduğu ve genel olarak bütün sucuk örneklerinin beğenildiği belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda özellikle düşük oranda menengiç ekstraktı içeren sucukların panelistler tarafından beğenilmesi nedeniyle, et ürünlerinin kalitesinin artırılması amacıyla, yapay antioksidanlara alternatif olarak menengiç ekstraktının kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezim boyunca her türlü yardım, bilgi ve deneyimlerini paylaşan danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Hakan BENLİ'ye,

Jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren değerli hocalarım Prof. Dr. Hüseyin ERTEN ve Prof. Dr. Halil VURAL'a,

Çalışmam boyunca her türlü bilgi ve desteğini sağlayan sayın Dr. Erdal AĞÇAM'a, Ar. Gör. Burcu DÜNDAR KIRIT'a ve Doç. Dr. Petek PİNER BENLİ'ye

Tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Deniz KESKİN ve Pelin PÜRÇÜKLÜ'ye ve meyve-sebze laboratuvarı ekibine,

Çalışmamın ana malzemesi olan menengici temin etmemde yardımcı olan kardeşim Ahmet TETİK'e,

Gıda Mühendisliği bölümü öğretim üyelerine ve bu çalışmaya maddi destek sağlayan Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Maddi ve manevi olarak her alanda yanımda bulunup destek veren sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XVI
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XVIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Biyojen Aminler.....	7
2.2. Biyojen Aminlerin Oluşumlarını Etkileyen Koşullar	10
2.2.1. Şeker Konsantrasyonu	10
2.2.2. pH	10
2.2.3. Sıcaklık	10
2.2.4. Tuz Konsantrasyonu	11
2.2.5. Mikroorganizmalar ve Starter Kültürler	11
2.2.6. Oksijen.....	12
2.3. Biyojen Aminlerin Toksisiteleri.....	12
2.4. Biyojen Aminlerin Analiz Yöntemleri.....	12
2.5. Doğal Antioksidanların Et ve Et Ürünlerde Kullanımı	13
3. MATERYAL VE METOD	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Bölgenin Coğrafi Özelliği.....	23
3.2. Metod	25
3.2.1. Menengiçten Ekstraktlarının Hazırlanması.....	25
3.2.2. Sucukların Hazırlanması	26

3.2.3. Ağırlık Kaybı	29
3.2.4. pH Analizi	29
3.2.5. Nem Tayini	29
3.2.6. Titrasyon Asitliği Tayini	29
3.2.7. Kül Tayini	30
3.2.8. Renk Ölçümü	30
3.2.9. Tekstür Profil Analizi (TPA)	31
3.2.10. Biyogen Amin Tayini	32
3.2.11. Tiyoarbütirik Asit Reaktif Substans (TBARS) Analizi	33
3.2.11.1. Kullanılan çözeltiler	34
3.2.11.1.(1). %7,5'luk TCA (trikloroasetik asit) çözeltisi	34
3.2.11.1.(2). 0,02 mol/L TBA (2-Tiyoarbütirik asit) çözeltisi	34
3.2.11.1.(3). 0,1 N HCl çözeltisi	34
3.2.12. Toplam Fenolik Madde Analizi	34
3.2.13. Antioksidan Aktivitesi Tayini	35
3.2.14. Duyusal Analiz	36
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	37
4.1. Menengiçten Ekstrakt Elde Edilmesi	37
4.2. Menengiç Ekstraktlarının Kuru Madde İçerikleri	37
4.3. Menengiç Ekstraktlarının Toplam Fenolik Madde İçeriği	37
4.4. Menengiç Ekstraktlarının Antioksidan Aktivitesi	38
4.5. Sucuk Üretimi	39
4.5.1. Üretimde Kullanılan Menengiç Ekstraktının Özellikleri	39
4.6. Sucuklarda Üretim Süresince Ağırlık Kaybı	39
4.7. pH Tayini	40
4.8. Nem Tayini	42
4.9. Titrasyon Asitliği	43
4.10. Kül Tayini	45

4.11. Renk Tayini.....	46
4.12. Tekstür Profil Analizi.....	52
4.13. Biyojen Amin Analizi.....	59
4.14. Tiyo Barbütirik Asit Reaktif Substans (TBARS) Analizi	70
4.15. Duyusal Analiz.....	72
5. SONUÇLAR VE ÖNERİ	75
KAYNAKLAR	81
ÖZGEÇMİŞ	97
EKLER.....	98



ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1.	Menengiçlerin besin değerleri	5
Çizelge 2.1.	Biyojen aminlerin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması	7
Çizelge 2.2.	Biyojen aminlerin içerdikleri azot miktarına göre sınıflandırılması	8
Çizelge 2.3.	Biyojen Amin Çeşitleri ve Kimyasal yapıları	8
Çizelge 2.4.	Biyojen Aminlerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi	9
Çizelge 3.1.	Sucuk Formülasyonu	27
Çizelge 3.2.	Sucuk Üretim Aşamaları.....	28
Çizelge 4.1.	Menengiç ekstraktlarının kuru madde içerikleri	37
Çizelge 4.2.	Menengiç ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri	38
Çizelge 4.3.	Menengiç ekstraktının DPPH antioksidan aktivitesi değerleri	38
Çizelge 4.4.	%70'lik etil alkol çözeltisi kullanılarak tekrardan elde edilen, Menengiç ekstraktına kuru madde, toplam fenolik madde ve DPPH antioksidan aktivitesi değerleri	39
Çizelge 4.5.	Menengiç ekstraktının fermente sucuğa ilave edilmesinin sucukların üretim süresince ağırlık azalışı	40
Çizelge 4.6.	Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında pH değerlerindeki değişimler	41
Çizelge 4.7.	Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim aşamasında nem içeriklerindeki (%) değişimler	43
Çizelge 4.8.	Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında titrasyon asitliği (% laktik asit) değerlerindeki değişimler	44
Çizelge 4.9.	Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim aşamalarında kül (%) içeriğindeki	45

Çizelge 4.10. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında L^* değerlerindeki değişimler	47
Çizelge 4.11. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında a^* değerlerindeki değişimler	48
Çizelge 4.12. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında b^* değerlerindeki değişimler	50
Çizelge 4.13. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Chroma değerlerindeki değişimler	51
Çizelge 4.14. Menengiç ekstraktının fermente sucuğa ilave edilmesinin sucukların Hue değeri üzerine üretim ve depolama süresince etkisi.....	52
Çizelge 4.15. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Sertlik (Hardness) değerlerindeki değişimler	52
Çizelge 4.16. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Tutunabilirlik (Adhesiveness) değerlerindeki değişimler.....	54
Çizelge 4.17. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında İç yapışkanlık (Cohesiveness) değerlerindeki değişimler	56
Çizelge 4.18. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Çiğnenebilirlik (Chewiness) değerlerindeki değişimler.....	57
Çizelge 4.19. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Esneklik	

(Resilience) değerlerindeki değişimler	58
Çizelge 4.20. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Triptamin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler	60
Çizelge 4.21. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında 2-Feniletilamin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler	61
Çizelge 4.22. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Putresin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler	63
Çizelge 4.23. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Kadaverin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler	64
Çizelge 4.24. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Histamin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler	65
Çizelge 4.25. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Tiramin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler	67
Çizelge 4.26. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Spermidin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler	68
Çizelge 4.27. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Spermin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler	69
Çizelge 4.28. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında TBARS değerlerindeki (mg malondialdehit/kg) değişimler.....	71

Çizelge 4.29. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımının fermente sucukların duysal özellikleri üzerine etkisi.....	73
---	----



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Feke\ Mansurludan temin edilen kuru menengiçler.....	24
Şekil 3.2. Feke\ Mansurludan temin edilen kuru menengiçler.....	24





SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Santigrat derece
kg	: Kilogram
g	: Gram
mg	: Miligram
L	: Litre
mL	: Mililitre
µL	: Mikrolitre
TPA	: Texture Profile Analyze
TS	: Türk Standartları
Mm	: Milimetre
TCA	: Triklor asetik asit
TBA	: 2-thiobarbituric acid
TBARS	: Tiyobarbütirik asit reaktif substans
BHT	: Bütillenmiş hidroksitoluen
BHA	: Bütillenmiş hidroksianisol
TBHQ	: Tersiyer Bütihidroksikinon
MDA	: Malondialdehyde
K ₂ SO ₄	: Potasyum Sülfat
CuSO ₄	: Bakır (II) Sülfat
H ₂ SO ₄	: Sülfirik Asit
NaOH	: Sodyum Hidroksit
H ₃ BO ₃	: Borik Asit
HCl	: Hidroklorik Asit



1. GİRİŞ

Beslenmede temel protein kaynağı olan et, içerdığı besin öğeleri, tat, koku ve aroma özellikleri bakımından önemli bir gıda maddesidir. Etin dayanıklılığın az olması ve kısa süre içinde bozulabilir nitelikte olması, farklı özellik, lezzet ve görünümde birçok et ürününün üretilmesine neden olmuştur (Göğüş, 1986; Akıllı, 1988; Öztan, 1993).

Sucuk, ülkemizde diğer işlenmiş et ürünlerine kıyasla daha fazla üretilen ve beğenilen geleneksel gıdalardan birisidir (Gökalp ve ark, 2010). Sucuk, Türk Standartları Enstitüsü'nün TS 1070 Türk Sucuğu standardına göre “Büyükbaş ve küçükbaş hayvan etlerinin, yağ, kemik, tendo, fascia, kıkırdak, lenf yumruları ile büyük sinir ve damarlarından ayrıldıktan sonra kıyma makinası veya kuterden çekilerek içine tuz, kırmızı biber, karabiber, kimyon hakim olmak üzere çeşitli baharat, çeşni maddeleri, starter kültürlerden bir veya birkaçı, gövde yağı, iç yağı, kuyruk yağı, böbrek yağı, böbrek etrafı yağı ile mevzuatında katılmasına izin verilen katkı maddelerinden bir veya bir kaçının karıştırılıp, kılıflara doldurularak fermentasyona tabi tutulan ısıl işlem görmemiş geleneksel et ürünü” olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2012).

Fermente sucuk ürünlerinde ortak sorunlardan biri biyojen amin oluşmasıdır. Proteolitik enzimler, amino asitlerin serbest hale geçmesine neden olarak biyojen aminlerin oluşmasına yol açmaktadır (Halász ve ark, 1994; Ercoskun ve ark, 2000). Bitki, hayvan ve mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri ile oluşan alifatik, aromatik ve heterosiklik yapıları içeren ve gıdalarda da bulunabilen küçük moleküllü toksik bileşikler biyojen amin olarak tanımlanmaktadır. (Erginkaya ve Var, 1989; Bardöcz, 1995; Turantaş ve Özsüz, 1998). Aminlerin “biyojen amin” olarak isimlendirilmesinin nedeni, canlı organizmanın aktivitesi sonucu oluşmasıdır. Aminoasitlerin karboksil kökünün parçalanması ile aminoasitin amini meydana gelmektedir. Bu olaya dekarboksilasyon, enzime ise dekarboksilaz adı verilmektedir (Sinell, 1978).

Biyojen aminlerin gıdalarda önemli kabul edilmesinin nedeni; biyojen amin oranının kalite indikatörü olarak görülmesi ve sağlığa toksik etkilerinin bulunmasından (alerjik-kanserojenik etkiye sahip olması) dolaydır. Mikrobiyel bozulma esnasında dekarboksilaz aktivitesi arttığı için biyojen amin varlığı gıda bozulmasının belirtisi olması bakımından önemlidir (Bardócz, 1995). Biyojen aminler genellikle balık ve balık ürünleri, et ve et ürünleri, yumurta, peynir, fermente sebzeler, soyalı ürünler, fermente alkollü içkiler, meyveler, fındık ve çikolata gibi gıdalarda bulunmaktadır (Turgut, 2006). Et ve et ürünlerinin önemli oranlarda biyojen amin içermesinin nedeninin mikrobiyal kontaminasyon ve uygunsuz depolama koşulların olabileceği ifade edilmektedir (Hutařová ve ark, 2013). Taze etlerde biyojen aminlerden genellikle Spermin ve Spermidin'in bulunduğu ifade edilmektedir. Et bozulmalarından Tiramin, Kadaverin, Putresin ve Histamin gibi biyojen aminler oluşmaktadır. Bazı pişirilmiş et ürünlerinin yüksek oranda biyojen aminleri içermesi, hijyenik olarak düşük kalitede et kullanılmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Alper ve Temiz, 2001; Karahan, 2003; Kurt ve Zorba, 2008). Fermente sucuklarda oluşan en önemli biyojen aminlerin, Putresin, Histamin, Kadaverin, Tiramin, Triptamin, 2- Feniletilamin, Spermidin ve Spermin olduğu ifade edilmiştir (Shaply, 1996).

Ette meydana gelen değişiklikler arasında kimyasal değişiklikler de yer almakta olup bunlardan en önemlisi olan lipid oksidasyonu et ve et ürünlerinde kalitenin bozulmasına neden olan faktörlerden biridir (Ladikos ve Lougovois, 1990). Oksidasyona neden olan reaktifler arasında oksijen, ışık, sıcaklık, bir kısım metal iyonları, bazı pigmentler ve doymamışlık derecesi yer almaktadır (Riemenschneider, 1955; Keskin, 1981; Dziezak, 1986; Anonymous, 1991; Frankel, 1991). Et ürünlerinde besin kaybı ve arzu edilmeyen tat, renk ve toksik bileşik oluşmasına neden olan lipid oksidasyonu, et ürünlerinin tüketiciler tarafından az kabul edilir ya da kabul edilemez hale gelmesine neden olmaktadır (Kim ve Min, 2007).

Antioksidan ilavesi, lipid oksidasyonunun kontrol edilmesi bakımından uzun zamandır kullanılan bir yöntemdir. Et ürünlerinde yapılan çalışmalarda lipid

oksidasyonunu azaltmada antioksidanlardan faydanılması tavsiye edilmektedir (Chen ve ark, 1984; Wu ve Brewer, 1994; Smith ve Alfawaz, 1995; Gray ve ark, 1996; Sahoo ve Anjaneyulu, 1997; Lee ve ark, 1999). Bu nedenle, gıdalarda katkı maddesi olarak antioksidanlardan geçmişten günümüze kadar faydalanılmaktadır. En fazla kullanılan antioksidanlar arasında bütillendirilmiş hidroksianisol (BHA), bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT), propilgallat ve tersiyer bütilhidrokinon (TBHQ) bulunmaktadır. Bunların doğal olmaması, toksik etkisi, maliyetinin fazla olması ve katkı maddeleri hakkında kullanıcıların kaygısı olmasından dolayı son zamanlarda doğal antioksidanlara daha fazla yönelim olmaktadır (Formanek ve ark, 2001).

Baharat ve aromatik bitkiler doğal antioksidan özelliği gösterdikleri için son yıllarda gıdalarda koruyucu ajan olarak kullanımları artmaktadır. Bu artmanın nedenleri arasında antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri, içerdiği vitaminler, flavonoidler, terpenoidler, karotenoidler gibi fitokimyasallar gösterilebilmektedir (Gök, 2006).

Bitki ve baharatlar, et ve et ürünlerinde tüm ya da ekstrakt halinde kullanılmaktadır (Yin ve Cheng, 2003). Bitki ve baharatların tüm halde kullanılması ile üründe duyuşal özellik açısından bozulmalar saptandığı için ekstrakt şeklinde kullanımı da önerilmektedir (Sadullohoğlu, 2010). Ekstraksiyonda amaç; antioksidan içeriği fazla olan bileşikleri en yüksek kalitede elde edebilmektir. Değişik yöntem ve çözenler kullanarak bitki ve baharatlardan antioksidanca zengin maddeler ekstrakt olarak elde edilebilmektedir. Solvent ekstraksiyon yöntemi ise en çok kullanılan yöntemlerden birisidir (Dai ve Mumper, 2010).

Türkiye, birçok bitkiye ev sahipliği yapmaktadır. Menengiç (*Pistacia terebinthus*), Akdeniz Bölgesi'ne ait her zaman yeşil bir bitki olup sakız ağacıgiller (*Anacardiaceae*) familyasındandır. Türkiye'de Doğu Anadolu, İç Anadolu, Karadeniz bölgesinin iç kesimlerinde ve Akdeniz bölgesinin dağlık kesimlerinde ekimi yapılmadan yetişen menengiç, kuru ve taşlık bölgelerde, çam ormanlarında yetişmekte ve yaklaşık olarak 2000 yıl yaşamaktadır (Anonim, 2010). Menengiç

meyvesi küçük, küre şeklinde olup olgunlaşma ile birlikte rengi yeşilden maviye dönmektedir. Ağustos-Eylül döneminde tohumları olgunlaşmaktadır. Soğuğa ve kuraklığa karşı dayanıklı olup drenajı iyi, kuru, sıcak, kireçli ve kayalık alanlarda daha iyi şekilde yetişmektedir. Alkali topraklarda en iyi şekilde yetişmektedir. (Ciftci ve ark, 2009). Bitki, fıstık ağacına benzemekte olup reçine kokusu vermektedir. Meyve; protein, yağ, lif bakımından zengindir (Özcan, 2004). Kokulu ve yağlı olup meyveleri kırmızımsı-siyah renktedir. *Pistacia* türleri arasında yağ üretiminde kullanılan tek türdür (Anonim, 1987). Tarımı yapılmadan doğal bir şekilde kendiliğinden yetişen bitki olan menengiç aşılama ile Antep fıstığına dönüşebilmektedir (Atlı, 2010). Tütün yaprakları, meyveleri, çiçek, kök, mazi ve kabuk gibi kısımlarını insanlar tıbbi ve aromatik olarak kullanmaktadırlar. Örneğin ateş düşürücü, romatizma, öksürük, ayak terlemesi, yara, yanık, idrar söktürücü, mide, karın ağrıları, astım gibi hastalıkların tedavisinde kullanıldığı belirtilmektedir (Baytop, 1984; Duke, 1989; Yesilada ve ark. 1995; Tuzlaci ve Aymaz, 2001). Menengiç tohumlarının kavrulması ile hazırlanan ve çedene kahvesi (Menengiç kahvesi) olarak bilinen içeceğin halk arasında balgam söktürücü, solunum ve idrar yolları antiseptiği, göğüs yumuşatıcı, vücut içindeki yaraları tedavi edici, kolesterol düşürücü ya da önleyici, regl söktürücü ve böbrek kumlarının dökülmesine yardımcı olduğu bilinmektedir (Kaya, 2012). Ayrıca kumaşların boyanmasında, şaraba renk vermede ve tütsü maddesi olarak kullanılması da diğer faydalanma yöntemleri arasındadır. Toplum içinde çöğre, çitlenbik, sakız ağacı, bittim, yabani olarakta bilinmektedir (Anonim, 1987).

Menengiç (*P. terebinthus*) içerdiği çeşitli besin değerleri (Çizelge 1.1.) ile önemli bir bitkidir (Ciftci ve ark, 2009).

Çizelge 1.1. Menengiçlerin besin değerleri

Besin Değeri	100 gramda	% Günlük Değer *
Kalori	594 kcal	%29.7
Karbonhidrat	16.4 g	%5.5
Yağ	2.0 g	%8.0
Protein	20.8 g	%41.6
Lif	51.6 g	%79.4
Kolesterol	0.00 mg	%0.0
A Vitamini	66.0 IU	%1.3
C Vitamini	7.0 mg	%11.7
Potasyum	1.0 mg	%0.0
Kalsiyum	136.0 mg	%13.6
Demir	7.3 mg	%40.6

* Yüzdelik günlük değerler, günlük 2000 kalorilik bir beslenmeyi baz alarak hesaplanmıştır.

Karatoprak ve ark (2016), yaptıkları çalışmada menengiç meyvesi ve menengiç kahvesinden hazırlanan ekstraktların fenolik ve flavonoit madde içeriklerini incelemişlerdir. Ekstraktların toplam fenolik ve flavonoit miktarları spektrofotometrik olarak tespit edilmiştir. Menengiç meyve ekstraktlarının toplam fenol miktarı 93.74 ± 1.84 mg GAE/g iken menengiç kahvesinin toplam fenol miktarı 43.5 ± 2.27 mg GAE/g olarak tespit edilmiştir. Meyve ekstraktının toplam fenol ve flavonoit içeriği olarak kahveden daha zengin olduğu belirlenmiştir.

Orhan ve ark (2012), tarafından yapılan çalışmada menengiç meyvelerinin toplam fenolik madde ve antioksidan kapasiteleri incelenmiştir. Etanol ve metanol kullanımı ile elde edilen menengiç ekstraktların toplam fenolik madde içerikleri 237.15 ve 241.07 mg GAE/g ekstrakt olarak ifade edilmektedir. Aynı ekstraktların 250 µg/mL, 500 µg/mL, 1000 µg/mL ve 2000 µg/mL konsantrasyonlarının FRAP metoduna göre antioksidan kapasiteleri 5(700 nm’de ölçülen absorbans) sırasıyla

0.435, 0.481, 0.627, 0.574, 0.997, 0.964, 1.333, 1.557 olarak belirlenmiştir.

Topçu ve ark (2007), tarafından yapılan çalışmada Menengiç' in aseton ve metanol ekstraktlarının antioksidan ve toplam fenolik içeriği incelenmiştir. Metanol ekstraktlarının fenolik madde miktarı 122.78 µg PEs (Pirokatekol eşdeğeri)/mg ekstrakt, DPPH aktivitesi EC50 değeri ise 26 µg/mL örnek olarak ifade edilmiştir. Yapılan çalışmalarda menengicin α-tokoferol gibi fenolikler ve flavonoidler içermesi nedeniyle önemli doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir. Metanol ekstraktının tüm test sistemlerinde aseton özünden daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur. Metanol ekstraktının DPPH aktivitesi için 50 µg/mL'de standartlar kadar yüksek aktivite göstermesinin önemli olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca, metanol ekstraktının indirgeyici gücünün α-tokoferolden daha yüksek olduğu ve aseton ekstraktının indirgeyici gücünün α-tokoferolünkine eşit olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, çalkalamalı su banyosunda distile su kullanılarak 25°C'de 24 saat ekstraksiyon ve ultrasonik su banyosunda %60, %70, %80 ve %90 etil alkol çözeltisi kullanılarak 25°C'de 1 saat ekstraksiyon ile beş farklı menengiç ekstrakt elde edilmiştir. Menengiç ekstraktları arasında en yüksek antioksidan aktivitesine ve fenolik madde içeriğine sahip olan %70 etil alkol ekstraktı sucuk üretiminde kullanılmıştır. Çalışmada üretilen fermente sucuklar, kontrol grubu, menengiç ekstraktı ilave edilen gruplar (1, 5 ve 10 mL/kg) ve askorbik asit içeren grup (500 mg/kg)'dan oluşmaktadır. Çalışma kapsamında, fermente sucuklara farklı oranlarda menengiç ekstraktı ilave edilmesinin, üretim ve depolama süresince sucuğun bazı kalite özellikleri ve biyojen amin oluşumuna etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Biyojen Aminler

Düşük moleküler ağırlıklı, organik bazlı, aktif ve azotlu bileşikler olan biyojen aminler, amino asitlerin dekarboksilasyonu ya da ketonların ve aldehidlerin aminasyon ve transaminasyonu sonucunda meydana gelmektedir (Latorre-Moratalla ve ark, 2012). Biyojen aminin meydana gelebilmesi için serbest amino asitler, dekarboksilaz enzimi üretebilen bakteri, uygun derişimde dekarboksilaz enzimi gerekmektedir. Dekarboksilaz enzimi sentezleyen bazı mikroorganizma cinsleri ise *Bacillus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* ve *Photobacterium*'dir (Galgano ve ark, 2009).

Biyojen aminler; azot sayılarına göre monoaminler, diaminler ve poliaminler; kimyasal özelliklerine göre ise aromatik ve heterosiklik aminler, alifatik di-, tri- ve poli-aminler ve alifatik uçucu aminler olarak sınıflara ayrılmaktadırlar (Mafra ve ark, 1999; Azim, 2002; Özdestan, 2009).(Çizelge 2.1. ve Çizelge 2.2.).

Çizelge 2.1. Biyojen aminlerin kimyasal yapılarına göre sınıflandırılması
(Azim, 2002)

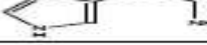
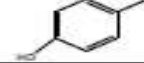
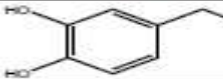
Aromatik ve Heterosiklik Aminler	Alifatik Di,Tri- ve Poliaminler	Alfatik Uçucuaminler
Histamin	Putresin	Etilamin
Tiramin	Kadaverin	Metilamin
B-feniletilamin	Agmatin	İzoamilamin
Triptamin	Spermin	Etanolamin
Serotonin	Spermidin	

Çizelge 2.2. Biyojen aminlerin içerdikleri azot miktarına göre sınıflandırılması (Azim, 2002)

Monoaminler	Diaminler	Poliaminler
Metilamin	Histamin	Agmatin
Etilamin	Triptamin	Spermin
İzopentilamin	Putresin	Spermidin
B-feniletilamin	Kadaverin	
Tiramin	Serotonin	

Gıdalarda bulunan bazı biyojen aminler; Putresin, Kadaverin, Histamin, Tiramin, Triptamin, 2-feniletilamin, Spermin, Spermidin, Metilamin, Agmatin, Etilamin ve Etanolamin'dir (Shalaby,1996) (Çizelge 2.3.).

Çizelge 2.3. Biyojen amin çeşitleri ve kimyasal yapıları (Toy, 2010)

Histamin (HIS)	
Tiramin (TYR)	
Kadaverin (CAD)	
Spermidin (SPD)	
Spermin (SPM)	
Triptamin (TRPT)	
Feniletilamin (PHEN)	
Serotonin (SER)	
Dopamin (DOP)	
Agmatin (AGM)	

Biyojen aminler insan vücudunda önemli işlevlere sahiptirler. Bunlar; nitrojen içerikli bileşiklerin (nükleik asitler, protein, hormon gibi) sentezinde azot kaynağı olması, kan basıncının artmasında ya da azalmasında etkili olması, vücut sıcaklığının dengelenmesine yardımcı olması, aroma ve lezzet maddesi olarak kullanılabilmesi ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarında rol alabilmesidir (Estevez ve ark, 2006; Halász ve ark, 1994; Shalaby, 1996). Biyojen aminlerin insan sağlığı üzerine etkileri Çizelge 2.4.'de sunulmuştur.

Çizelge 2.4. Biyojen aminlerin insan sağlığı üzerine etkisi (Shalaby, 1996; Halász ve ark, 1994)

Biyojen amin	Olumsuz etkisi
Histamin	-Sensörleri ve motor nöronlarını uyarır -Bağırsak, rahim ve solunum sisteminin düz kaslarını uyarır -Gastrik asit salgılanmasını kontrol eder -Noradrenalin ve adrenalin miktarını artırır
Tiramin	-Solunumu artırır -Tükürük ve salya oluşumuna yol açar -Kan şekeri yükseltir -Kalp atışını hızlandırır -Damar daralmasına ve migrene neden olur -Sinir sisteminden noradrenalin salgılatır
β-feniletilamin	-Kan basıncını artırır -Migrene neden olur -Noradrenalin seviyesinin artmasına neden olur
Kadaverin ve putresin	-Diğer aminlerin toksik etkisini artırır -Kan basıncını artırır -Çene kilitlenmesi ve kalp sorunlarına neden olur -Hipotansiyona neden olur
Triptamin	- Kan basıncını yükseltir
Dopamin	-Beyinde nörotransmitter maddedir

2.2. Biyojen Aminlerin Oluşumlarını Etkileyen Koşullar

2.2.1. Şeker Konsantrasyonu

Şekerlerin varlığı, şekerlerin parçalanması sonucu laktik asit gibi organik asitlerin oluşmasına, pH'nın düşmesine sebep olmakla birlikte bakteriyel gelişimin ve amino asit dekarboksilaz aktivitesinde artış göstermesine sebep olmaktadır (Silla-Santos, 1996; Masson ve ark, 1997). Glukoz konsantrasyonunun %0.5-2.0 (w/v) arasında iken biyojen amin oluşumu için optimum olduğu, %3.0 (w/v)'ten fazla olduğu konsantrasyonlarda ise enzimlerin inhibe edildiği bildirilmiştir (Halász ve ark, 1994).

2.2.2. pH

pH, biyojen amin oluşumunu asitliğin artışıyla mikrobiyal gelişimin engellenmesi ve enzim üretimi ve aktivitesini durdurucu şekilde olmak üzere iki şekilde etkilemektedir (Maijala ve ark, 1993; Molenaar ve ark, 1993; EFSA, 2011). pH 4.0 ile 5.5 aralığında aminoasit dekarboksilaz enzim etkisinin en uygun seviyede olduğu, pH 4.0'ten düşük ortamlarda ise amin pozitif mikroorganizmaların gelişemediğinden dolayı biyojen amin üretiminin olmadığı ifade edilmektedir (Çolak ve Aksu, 2002; Silla-Santos, 1996).

2.2.3. Sıcaklık

Genellikle biyojen amin oluşumu sıcaklıkla artmakla beraber düşük sıcaklıkta mikrobiyal gelişim ve enzim aktivitesinde azalmaya sebep olduğundan biyojen amin oluşumunun sınırlı olduğu ifade edilmektedir (Zaman ve ark, 2009; EFSA, 2011). Dekarboksilazlar, 30°C'nin altında aktivite gösterirken, 40°C'nin üzerinde ise aktif olamamaktadırlar (Halász ve ark, 1994; Glória, 2005) Yüksek sıcaklık ve uzun süreli depolamaların gıdalarda tiramin, putresin ve kadaverin gibi biyojen amin oluşumunu arttırdığı ve biyojen amin oluşumunun engellenmesi, proteolitik ve dekarboksilaz enzimlerinin aktivitelerinin azaltılması için düşük sıcaklıkta uygulanması gerektiği ifade edilmektedir (EFSA, 2011).

2.2.4. Tuz Konsantrasyonu

Tuz derişimi gıdalarda biyojen amin oluşmasında etkili bir faktördür. Tuz derişimi %5'ten fazla olduğu koşullarda histamin oluşumunda azalma meydana gelmektedir. Tuzlama işleminin histidin enzimi üzerinde inhibitör etki göstermesinden dolayı enzim aktivitesinde azalma meydana getirerek ve histamin oluşmasını engellediği ifade edilmektedir. Halotolerant (tuza dayanıklı) bakterilerin tuza karşı bir etkileşim göstermediği ve %12 tuz konsantrasyonundaki sardalya etinde biyojen amin üretebildikleri saptanmıştır (Çolak ve Aksu, 2002; EFSA, 2011; Shalaby,1996).

2.2.5. Mikroorganizmalar ve Starter Kültürler

Biyojen amin oluşumu ile maya, Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler arasında bağlantı kurulabilmektedir (Alvarez ve Moreno-Arribas, 2014). Fermente ürünlerde yer alan laktik asit bakterileri biyojen amin üreticileri olarak kabul edilmektedir ve yüksek oranda histamin ile bağlantı kurulmaktadır (Ruiz-Capillas ve Jiménez-Colmenero, 2005). *Debaryomyces hansenii*, *Yarrowia lipolytica*, *Pichia jadinii*, *Geotrichum candidum* gibi bazı maya türlerinin biyojen amin oluşumuna neden oldukları ifade edilmektedir (Alvarez ve Moreno-Arribas, 2014). Yeterli kalitede dekarboksilaz negatif starter kültürlerin kullanılması ile biyojen amin oluşumunda azalma meydana gelmektedir (Leuschner ve Hammes, 1998). Kuru sosislerde tiramin üreten suşlar (*Carnobacterium*, *Latilactobacillus curvatus* ve *Lactiplantibacillus plantarum*) tespit edilirken, *Micrococcaceae* ve *Latilactobacillus sakei*'nin ise tiramin üretmediği belirlenmiştir. Sonuç olarak fermente gıdalarda fermentasyon işleminin kısa sürede tamamlanması ve iyi seçilmiş amin oluşturmeyen starter kültür tercih edilmesinin toksik biyojen aminlerin oluşumunun önlenmesinde etkili olduğu ifade edilmektedir (Silla-Santos, 1996; Masson ve ark, 1996).

2.2.6. Oksijen

Oksijenin biyojen aminlerin biyosentezi üzerindeki etkisi farklı çalışmalarda açıklanmıştır (Shalaby, 1996). *Enterobacter cloacae*, anaerobik koşullarda aerobik koşullara göre karşılaştırıldığında yaklaşık olarak yarısı kadar putresin üretimi gerçekleştiriyorken, *Klebsiella pneumoniae*'nın ise aerobik koşullarda anaerobik koşullara göre daha fazla miktarda putresin ve kadaverin ürettiği tespit edilmiştir (Halász ve ark, 1994).

2.3. Biyojen Aminlerin Toksisiteleri

Bütün biyojen aminlerde toksik etki aynı değildir. En fazla toksik etkisi olanlar; Histamin, Tiramin ve β -feniletilamindir (Shalaby, 1996). Biyojen amin bulunan gıdaların tüketimi ile Histamin zehirlenmesi, Tiramin toksisitesi gibi rahatsızlıklar meydana gelebilir (Vatansever, 2004). Biyojen amin zehirlenmesinde oluşan semptomlar; ishal, bulantı, baş ağrısı, hiper veya hipotansiyondur. (Yerlikaya ve Gökoğlu, 2002).

Gıdalarda bulunan her biyojen amin için ayrı bir şekilde kabul edilmiş yasal limitlerin bulunmasını zorlaştıran birçok etken vardır. Bunlar; gıdanın cinsi, içerdiği biyojen amin ve derişimi ile bireysel farklılıklardır (kişinin genetik yapısı, tükettiği ilaçlar ve alkol miktarı) (Çolak ve Aksu, 2002; Özdestan ve Üren, 2012). Buna rağmen, gıdalarda toksikasyon eşik değeri Tiramin için 100-800 mg/kg, β -feniletilamin için 30 mg/kg ve Histamin için ise 50 mg/kg olarak belirtilmektedir (Alper ve Temiz, 2001; EFSA, 2011).

2.4. Biyojen Aminlerin Analiz Yöntemleri

Gıdalardaki biyojen aminlerin tespiti genellikle ekstraksiyon, saflaştırma ve türevlendirme adımlarından meydana gelmektedir (Bjeldanes ve ark, 1978). İnce tabaka kromatografisi (TLC), yüksek basınç tabaka kromatografisi (over pressure-layer LC), yüksek performanslı likit kromatografisi (HPLC) ve gaz-sıvı kromatografisi (GC) gibi yöntemler en çok kullanılan yöntemlerdir (Alper ve

Temiz, 2001).

Biyojen amin analizinde en çok kullanılan yöntem HPLC yöntemi olup biyojen amin tespitinde genellikle C18 kolonu kullanılmaktadır ve dereceli elüsyon tekniği yardımı ile absorbans dedektör veya floresans dedektörde analizler yapılmaktadır (Özdekan, 2009).

En kolay biyojen amin tespiti amino asit analizine dayanan kromatografik yöntem uygulamasıdır. Histamin tespiti için pek çok enzimatik yöntem geliştirilmiştir. Ayrıca RIA (radioimmunoassay) ve ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) diğer yöntemlere göre daha hızlı ve daha ucuz ekipmanlar ile gerçekleştirilen yöntemlerdir (Alper ve Temiz, 2001).

2.5. Doğal Antioksidanların Et ve Et Ürünlerde Kullanımı

Ergezer ve ark (2018), tarafından yapılan çalışmada sucuğa kızılılık (*Cornus mas* L.) ekstraktı ilave ederek sucuğun kalite özellikleri üzerinde inceleme yapılmıştır. Doğal antioksidan olan kızılılık meyvesi askorbik asit, kateşin, antosiyanin, flavanoid gibi biyolojik maddeleri içermektedir. Saf su ile ekstrakte edilerek kontrol, 200, 500 ve 1000 ppm kızılılık ekstraktları elde edilmiş ve %20 yağ oranındaki sucuklara ilave edilerek dört gruba ayrılmıştır ve bu gruplar 4°C'de 28 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Muhafaza edilen sucuklara farklı günlerde (7, 14, 21 ve 28. günler) analizler (toplam fenolik madde miktarı, peroksit ve TBA değeri ile renk analizi) yaparak ekstraktın sucuğun kalitesi üzerine etkisi araştırılmış ve kızılılık ekstraktının lipid oksidasyonunu önleyebildiği böylece doğal antioksidan olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Wang ve ark (2018), çalışmasında doğal antioksidan olan üzüm çekirdeği ekstraktını geleneksel Çin tütsülenmiş domuz pastırmasında uygulamış ve iki aylık depolamaya bırakarak üzüm çekirdeği ekstraktında renk, doku, pH, nem, kalite, lipid oksidasyonu ve biyojen amin oluşumu üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamıştır. Ekstrakt kullanımının geleneksel Çin tütsülenmiş domuz pastırması üzerinde kalite özelliğini geliştirdiği tespit edilmiştir. Depolama sonucunda

TBARS değerleri kontrole göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ekstrakt eklenen ürünlerde tiramin, kadaverin ve putresin aktivitelerinin belirgin bir şekilde düşük olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak depolama sırasında üzüm çekirdeği ekstraktının geleneksel Çin tütülenmiş domuz pastırmasının kalitesini artırmada kullanılabileceğini tespit edilmiştir.

Zhang ve ark (2017), tarafından çalışmada Çin’de “Lachang” adı verilen fermente sucuğa polifenol açısından güçlü olan gül bitkisinin belirli konsantrasyonlarda eklenerek sucuk üzerinde antioksidan etkisi, biyojen amin oluşumu ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. Saf su ile gülden ekstrakte edilerek oluşun polifenoller sucuk hamuruna 1, 2, ve 3 mg/g şeklinde eklenerek hazırlanan örnekler 4°C sıcaklıkta 24 gün boyunca depolanmıştır kontrol grubuna kıyasla gül ekstraktı bulunan örnekler TBARS değerinin azalmasına neden olarak lipid oksidasyonu ve biyojen amin oluşumunda daha etkili olduklarını belirlenmiştir.

Ünal ve Karakaya (2017), karanfil (%0.2) ve tarçının (%0.5) kuyruk yağı, iç yağı, kabuk yağı ve bu yağların eşit oranda ilave (paçal grubu) ederek elde edilen sucuklara etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Sucuk örnekleri üzerinde fiziksel ve kimyasal analizler (kuru madde, protein, yağ, pH, su aktivitesi (aw), laktik asit, serbest yağ asidi) tiyobarbitürik asit (TBA) sayısı, DPPH (2,2- difenil-1-pikrilhidrazil) aktivitesi ve yağ asidi miktarı analizleri uygulanmıştır. Kontrol grubuna göre kıyaslandığında karanfil ve tarçın eklenen örneklerde, daha fazla DPPH aktivitesinin olduğu belirlenmiştir. En düşük TBA miktarının (0.39 mg malonaldehit/kg) %0.2 karanfil eklenmiş örneklerde olduğu saptanmıştır. Toplam doymuş yağ asidi oranı; en yüksek paçal grubu sucuklarda, en düşük ise kontrol ve kabuk yağı eklenmiş sucuk örneklerinde olduğu belirlenmiş; toplam doymamış yağ asitleri miktarı bakımından ise; en yüksek kontrol grubu ve kabuk yağı ilaveli gruptaki sucuklarda, en düşük değerler ise paçal, kuyruk ve iç yağı eklenmiş sucuk örneklerinde olduğu belirlenmiştir.

Lu ve ark (2015), tarafından yapılan çalışmada Çin’de geleneksel olarak tütülenmiş at eti sosislerine başlangıç kültürleri (*Latilactobacillus sakei* ve *Staphylococcus xylosus*) ve bitki ekstraktları (çay polifenoller ve tarçın, karanfil, zencefil ve anason yağı esansiyel yağları) eklenerek biyojen amin üzerine etkisi incelenmiştir. Sosislere eklenen bitki ekstraktları %0.19 çay polifenol ekstraktı, %0.025 tarçın, %0.04 karanfil, %0.024 zencefil ve %0.025 anason esansiyel yağ ekstraktları olup bu ekstraktlarla hazırlanan örnekler 28 gün boyunca 4°C sıcaklıkta depolanarak belirli zamanlarda mikrobiyolojik büyüme, pH ve aw gibi analizlere tabii tutulmuştur. Sonuç olarak bitki ekstraktları ve başlangıç kültürlerinin, patojenik bakterilerin büyümesini engellediği olgunlaşma ve depolama sırasında triptamin, putresin, kadaverin, histamin ve tiramin gibi biyojen aminlerin azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir.

Kurćubić ve ark (2014), yaptığı çalışmada fermente sucuğa ilave edilen *Kitaibelia vitifolia* ekstraktının nitrite alternatif olarak antioksidan ve antimikrobiyal etkisine bakmayı amaçlamıştır. *Kitaibelia vitifolia* bitkisi flavonoid açıdan zengin olup %96 etanol ile ekstrakte edilmiştir. Nitrit bulunan kontrol grubu (PB1), 3% (w/v) konsantrasyona sahip *K. vitifolia* ekstraktı (PB2) ve 10% (w/v) konsantrasyona sahip *K. vitifolia* ekstraktı (PB3)’ndan oluşan sucuk hamuru 20 gün boyunca 4°C sıcaklıkta depolanan ürünlerde yapılan analizler sonucu en güçlü antioksidatif ve antimikrobiyal etkiyi ve duyuşsal analiz sonucunda en yüksek aroma ve lezzeti PB3 örneğinin gösterdiği tespit edilmiştir.

Wenjiao ve ark (2014), tarafından yapılan çalışmada 20°C’de 42 gün boyunca muhafaza edilen domuz sosislerine çay polifenölü eklenerek kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Kontrol ve %0.03 çay polifenölü ile hazırlanan örneklerin, mikrobiyolojik (toplam mezofilik aerobik bakteri), fiziksel (L * Hunter rengi, a *, b *), kimyasal (pH, TBA değeri) ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Çay polifenölü eklenen örneklerin, kontrol numunelerine göre toplam mezofilik aerobik bakteri sayısında, pH, TBA değerinde ve duyuşsal özelliklerinde daha az farklılıkların görüldüğü tespit edilmiştir. Çay polifenölü

içeren örneklerin, kontrol örneklerine oranla daha iyi kalitede olduğu ve raf ömrünün daha uzun olmasına yardımcı olduğunu tespit edilmiştir.

Zhang ve ark (2013), tarafından yapılan çalışmada Çin'e özgü fermente sucuğa adaçayı (*Salvia officinalis*) ilavesi edilerek sucuklar üzerinde oksidatif stabilitesi incelenmiştir. Güçlü antioksidan özelliğine sahip olan adaçayı karnosol, karnosik asit, ve rosmarinik asit gibi fenolik bileşenler açısından zengindir. Antioksidan ilavesi olmayan kontrol grubu, %0.05 adaçayı içeren, %0.10 adaçayı içeren, ve %0.15 adaçayı içeren örneklerinden oluşan sucuk örnekleri, 21 gün boyunca 4°C sıcaklıkta depolanmıştır. Çalışma sonucunda adaçayının sucuk örnekleri üzerinde duyusal özellikleri bakımından olumlu etkisinin olduğu, TBARS değeri üzerinde azalma yaparak yağ oksidasyonunu önlediği, antioksidan ve antibakteriyel olarak kullanılabilecek doğal antioksidan düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

Salem ve ark (2010), tarafından yapılan çalışmada bufalo eti içeren fermente sosislere adaçayı yağı ekstraktı ilave edilerek kimyasal, mikrobiyel ve duyusal özellikleri incelenmiştir. İncelenen örneklere, pH, lipid oksidasyonu, biyojenik amin ve mikroflora analizi uygulanmıştır. TBARS değeri en yüksek kontrol örneğinde gözlemlenirken, en düşük ise %0.05 oranında adaçayı yağı ekstraktı bulunan numunede tespit edilmiştir. Ayrıca doğal antioksidan olarak %0.05 oranında adaçayı ekstraktı içeren numunelerde tiramin oluşumunun önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, bufalo etiyle hazırlanan sosislere doğal antioksidan olarak adaçayı ekstraktının kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Arın (2009), yaptığı çalışmada et ürünlerinde kullanılan bir kısım baharatlar üzerinde inceleme yaparak antioksidan aktivitesinin en fazla olduğu baharatların biberiye, kekik ve kimyon olduğu; orta seviyede olanların soğan ve sarımsak olduğu; düşük oranda olanların ise karabiber ve kırmızıbiber olduğunu tespit etmiştir. Işınlama yönteminin ekstraktlarda antioksidan seviyesini azaltırken antimikrobiyal seviyesini etkilemediği tespit edilmiştir. Bundan dolayı baharat

ekstraktlarında ısıtılmamış baharatlar tercih edilmektedir. Baharatların direkt olarak gıda ortamında ve ekstraktların model ortamdaki antimikrobiyal aktiviteleri arasında farklılıklar görülmektedir. En yüksek antimikrobiyal aktivite model ortamda biberiye ve kekik ekstraktıyken gıda ortamında ise kırmızı biber ve karabiberdir. Buradaki farklılığın baharatlardaki tanecik boyutunun farklı olmasından dolayı olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda renk, lezzet ve koku vermesi amacıyla kullanılan baharatların et ürünlerinde kalitenin muhafaza edilmesinde etkili olduğu belirlenmiştir.

De Ciriano ve ark (2009), tarafından yapılan çalışmada doğal bir antioksidan olan hodan bitkisinin domuz etinden elde edilmiş sucukların oksidatif değişiklikleri üzerine etkilerini belirlenmesi amaçlamıştır. Araştırmacılar; antioksidan içermeyen bir kontrol grubu, 340 ppm hodan ekstraktı, 100 mg/kg BHT ve 100 mg/kg BHA örnekleri hazırlamışlardır ve bu örnekleri 4°C sıcaklıkta 30 gün boyunca depolamışlardır. Depolama sürecinde yapılan analizler sonucunda yağ oksidasyonunu önlemede hodan ekstraktının sentetiklere kıyasla daha güçlü, doğal ve ucuz bir antioksidan olduğu ve sucukta kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Liu ve ark (2009), tarafından yapılan çalışmada, tavuk etinden elde edilmiş sosise ilave edilen Çin mahogany ve biberiye ekstraktlarının sosisin kalite özelliklerine üzerine etkileri incelenmiştir. Antioksidan ilavesi olmayan kontrol grubu, 500, 1000 ve 1500 ppm miktarlarından oluşan biberiye ve Çin mahogany örnekleri araştırmacılar tarafından hazırlamıştır. Örneklerin 14 gün 4°C sıcaklıkta depolama süreci boyunca, en düşük TBA değerinin biberiye ekstraktı ilave edilmiş örneklerde olduğu ve duyusal değerlendirme sonucunda ise en yüksek lezzet puanına Çin mahogany ilaveli örneklerin sahip olduğu tespit edilmiştir.

Akarpat ve ark (2008), tarafından yapılan çalışmada sığır köftesi üzerine ilave edilen, yaban mersini, biberiye, ısırgan otu ve melisa yapraklarından elde edilen ekstraktların, köftelerin lipid oksidasyonu ve renk özellikleri üzerine etkilerinin gözlemlenmesi amaçlamıştır. Hiçbir ekstrakt içermeyen kontrol, %10 yaban mersini, %10 biberiye, %10 ısırgan otu ve %10 melisa yaprağı ekstraktı

içeren örnekler üzerinde çalışılmıştır. Oksidatif ve duyusal değişiklikler 0, 30, 60, 90 ve 120 günlük depolama sonrası incelenmiştir. Yaban mersini, biberiye, ısırgan otu ve melisa yapraklarından elde edilen ekstraktlar peroksit değeri (POV), tiyobarbitürik asit reaktif maddeleri (TBARS), renk (L değeri hariç) ve sığır köftesinin duyusal özellikleri üzerinde etkileri bulunmuştur. Yaban mersini, biberiye, ısırgan otu ve melisa ekstraktları, sığır köfteleri üzerinde lipid oksidasyonunu azalttığı, yaban mersini ekstraktının sığır köftesinde renk özelliklerini koruduğu, yaban mersini ve biberiye ekstraktlarına panelistler tarafından yüksek puanlar verildiği tespit edilmiştir.

Karabacak ve Bozkurt (2008), yaptığı bir çalışmada sığır etinden elde edilmiş sucuğa kerkede bitkisi (*Hibiscus sabdariffa*) ve ısırgan otu (*Urtica dioica*) ve ekstraktlarını ilave ederek etkisini gözlemlemeyi amaçlamıştır. Kerkede bitkisinin yaprakları antosiyanin; ısırgan otunun yaprakları ise α -tokoferol, riboflavin gibi fenolik bileşenler açısından zengin bitkiler olup her iki bitkiden saf su ile ekstrakte edilmesiyle elde edilen bileşenler farklı konsantrasyonlarda sucuğa ilave edilmiştir. Antioksidan içermeyen kontrol grubu, 150/300 ppm of nitrit/nitrat; 300 ppm of BHT; 300 ppm ısırgan ekstraktı; 600 ppm ısırgan ekstraktı; 300 ppm kerkede ekstraktı; 600 ppm kerkede ekstraktı içeren sucuk hamurları 15 gün boyunca -20°C sıcaklıkta depolanmıştır. Uygulama sonucunda ekstraktların TBARS değerinde ve biyogen amin oluşumunda azalmaya neden olarak sucuğun raf ömrünü ve kalitesini artırdığı ısırgan otunun ise nitrite/nitrate ve BHT'den daha güçlü antioksidan özellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Bozkurt (2006a), sucuk kalitesi üzerinde sumak ekstraktı ve bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT) ilavesi etkisini araştırmıştır. Kuzu ve sığır etinden hazırlanmış olan sucuğa farklı oranlarda sumaktan saf su ile ekstrakte edilen fenolik bileşikler ilave edilmiştir ve örnekler 4°C sıcaklıkta 15 gün boyunca depolanmıştır. Sumak ekstraktının ilave edilmesinin TBARS, putresin, histamin ve tiramin oluşumunda azaltıcı etki gösterdiği pH, renk ve duyusal kalite üzerinde ise herhangi bir değişikliği sebep olmadığı tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda sumak

ekstraktının BHT'den daha fazla etkili olduğu ve kaliteyi arttırmada kullanılabileceği belirlenmiştir.

Bozkurt (2006b), çalışmasında doğal (yeşil çay ekstresi, *Thymbra spicata* yağı) ve sentetik antioksidanların (butillenmiş hidroksitolüen, BHT) sucukların kalitesi (pH, renk ve duyusal nitelikler) ve güvenliği (biyojenik amin ve TBARS değerleri) üzerinde etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Antioksidan ilave edilen örneklerin TBARS değerinde azalma olduğu belirlenmiş olup doğal antioksidanların BHT'ye kıyasla TBARS oluşumunu önemli oranda azalttığı tespit edilmiştir. Tiramin miktarı en yüksek kontrol grubu sucuklarda; en düşük ise yeşil çay ekstraktlı ürünlerde olduğu tespit edilmiştir. Böylece, sucuk üretiminde doğal antioksidanların sentetik antioksidanlara kıyasla daha etkili olduğu ve daha güvenli ve kaliteli ürünler elde etmede kullanılabileceği bulunmuştur.

Gök (2006), çalışmasında sucuklarda farklı oranlarda biberiye, biberiye ekstraktı ve α - tokoferol kullanarak ürünlerin kalitesi üzerinde inceleme yapmayı amaçlamıştır. Sonuç olarak biberiye ekstraktının antioksidan aktivitesi yüksek olduğu ve α -tokoferolle beraber kullanıldığı zaman sinerjik etki gösterdiği, yağ hidrolizi sonucu meydana gelen serbest yağ asitleri değerinin biberiye ekstraktı kullanılmasıyla azaldığı ve sucuklarda oksidasyon sonucu istenmeyen tat ve kokunun engellenmesinde etkili olduğu için tokoferol ve biberiye ekstraktından faydalanılmasının etkili olabileceği saptanmıştır.

Sebranek ve ark (2005), tarafından yapılan çalışmada domuz etinden elde edilen fermente sosislere biberiye ekstraktı ilave edilerek BHA/BHT kombinasyonlarına göre antioksidan etkisi incelenmiştir. 200 ppm BHA/BHT ve 1500 ppm-2000 ppm biberiye ekstraktı içeren örnekler hazırlayan araştırmacılar 42 günlük depolama sürecinde TBA değerlerinin biberiye ekstraktı içeren sucuklarda BHA/BHT kombinasyonlarına kıyasla daha düşük olduğunu belirlemişlerdir ve lipid oksidasyonunu önlemede biberiye ekstraktlarının BHA/BHT kombinasyonuna kıyasla etkisinin fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Renk değişimini de inceleyen araştırmacılar örneklerde kırmızılık (a^*) değerlerinin biberiye ekstraktı ilaveli

örneklere kıyasla fazla olduğunu ve biberiye ekstraktlarının rengi korumada daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

De Almeida ve ark (2005), tarafından yapılan çalışmada domuz etinden elde edilmiş Bologna tipi sosislere Jabuticaba kabuğu (antosiyenin ve flavonoid gibi fenolik bileşiklerce zengin) ekstraktı ilave edilerek lipid oksidasyonu, mikrobiyal stabilite ve duyuşal özellikleri üzerine etkilerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. 35 gün boyunca buzdolabında depolanan ürünler üzerinde renk (L^* , a^* ve b^*), pH, TBARS, mikrobiyolojik ve duyuşal analizler yapılarak etkileri araştırılmıştır. Antioksidan eklenmemiş bir kontrol grubu ile %0.25, %0.50, %0.75 ve %1.0 oranlarında Jabuticaba ekstraktları içeren örnekler hazırlanarak buzdolabında depolanmışlardır. Analiz sonucunda Jabuticaba ekstraktı ilave edilmiş örneklerin kontrol grubuna kıyasla TBA değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiş duyuşal özelliklerde ise renk değişimlerini önlediğini, aroma ve lezzeti arttırmada etkili olduğu tespit edilmiştir.

Nassu ve ark (2003), keçi etiyle hazırlanan sosislere %0.025 ve %0.05 oranında biberiye ekstraktı ilave ederek örnekler üzerine etkisini incelemişlerdir. Lipid oksidasyonunun ilk gün başladığı, bunun serbest radikallerin oluşmasından dolayı olabileceği tespit edilmiştir. TBA değeri kontrol örneğinde 15 mg malonaldehit/kg tespit edilirken %0.025 ve %0.05 oranında biberiye ekstraktlı örneklerde 10.5 mg malonaldehit/kg; 7.5 mg malonaldehit/kg olarak belirlenmiştir. Biberiye ekstraktlarından elde edilen ürünün antioksidan etkisinin depolama boyunca devam ettiği saptanmıştır.

Bozkurt ve Erkmen (2001), tarafından yapılan çalışmada sucukların olgunlaşma ve depolama boyunca biyojen amin (histamin, β -feniletilamin, serotonin, spermin, spermidin, kadaverin, putresin, 1,7-diamino heptan, triptamin ve tiramin) ve pH değeri üzerinde inceleme yapılmıştır. Olgunlaşma ve saklama süreleri boyunca bütün sucuk türlerinde kadaverin ve β -feniletilamin gözlemlenmemiştir. Ortamda starter kültür kullanılmasıyla biyojen amin oluşumunda azalma meydana gelmektedir. Katkı maddesi ilave edilmeden

oluşturulan sucuklarda histamin miktarı daha yüksek olduğu ve starter kültür ile hazırlanan sucuklarda ise starter kültür katılmadan üretilen sucuklardan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Starter kültürün ve katkı maddesinin etkisi triptamin, 1,7-diamino heptan, serotonin veya spermidininin oluşumu üzerinde etkisi bulunmamakla birlikte histamin, putresin ve spermin oluşumu üzerinde etkisi bulunmaktadır. Sucukların pH değerleri üç gün boyunca 5.98'den 4.53'e hızlı bir şekilde düşmüş ardından yavaş bir şekilde artış göstermiştir ve depolama boyunca sabit kalmıştır.

Mansour ve Khalil (2000), patates kabuğundan ve zencefil ve çemen otu tohumunun rizom bölümünden %90 etanol ile fenolik bileşenleri ekstrakte etmiş ve elde edilen ekstraktları 500 ve 1000 ppm miktarlarında dana köftesine ilave edilmesinin etkilerini araştırmıştır. 12 gün boyunca 5°C sıcaklıkta depolanan örnekler belirli zaman dilimlerinde analizlere tabi tutulmuş ve lipid oksidasyonu ve renk bakımından çemen otu tohumu ve zencefil ekstraktının patates kabuğu ekstraktına göre etkisinin fazla olduğu tespit edilmiştir.

Turp (1999), tarafından tavuk köftesi üzerinde yapılan çalışmada askorbik asit, α - tokoferol/askorbik asit ve biberiye ekstraktı ilave edilerek, köfteler kalite özellikleri bakımından incelenmiştir. 300 ppm biberiye ekstraktı, 500 ppm L (+) askorbik asit, 500 ppm askorbik asit + 200 ppm (+) α - tokoferol kullanarak tavuk köftelerini hazırlayan araştırmacı, köfteleri 4°C de 7 gün süreyle depolamaya bırakarak en düşük TBA değerinin biberiye ekstraktı ilave edilmiş örnekte olduğunu, duyuusal değerlendirme sonucunda ise en yüksek lezzet puanının yine biberiye ilave edilmiş örnekte olduğunu tespit etmiştir.



3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Araştırmada Feke'nin Mansurlu bölgesinde yetişen menengiçler kullanılmıştır (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2). Bu amaçla bölge sakinleri tarafından toplanan menengiçlerden 3 kg temin edilmiştir. Menengiçlerin temin edildiği Mansurlu bölgesi hakkında bilgiler aşağıda yer almaktadır.

3.1.1. Bölgenin Coğrafi Özelliği

Adana ilinin bir ilçesi olan Feke'nin bir mahallesi olan Mansurlu 36-37 kuzey enlemleri ile 34-35 doğu boylamları arasında Akdeniz Bölgesinin kuzey doğusunda yer almaktadır. Ortalama rakım ise 620 metredir. İlçenin kurulduğu yer; Toros dağlarının eteklerindedir. Doğusu Saimbeyli ve Sumbas ilçeleri, batısı Yahyalı ilçesi, kuzeyi Develli ve Saimbeyli, güneyi Kozan ilçesi ile çevrili olup, yüzölçümü 1335 km²'dir. Adana'ya uzaklığı ise 122 km'dir. Feke; Kozan, Tufanbeyli, Kayseri kara yolu üzerinde Feke (Asmaca) çayının iki yakasına kurulmuş yedimahalleden oluşmaktadır. Nüfusu 5250' dir.

Feke Akdeniz Bölgesinde bulunmasına rağmen, dağların denize paralel olarak uzanması nedeni ile tipik Akdeniz ikliminden uzaktır. Kısmi karasal iklim görülmektedir. Feke' de kışlar yağışlı (kar ve yağmur), yazları yarı kurak ve serin geçmektedir. Kışın sıcaklık 0-10 °C, yazları ise ilçe merkezinde 30- 40°C, yaylalık ve köy yerlerinde ise 15- 20°C olup, ilçe yayla turizmine elverişli bir konuma sahiptir. İlçe genel olarak kışları ilçe merkezine 10- 15 cm, yüksek kesimlere ise 1- 1.5 m ye varan kar yağışı almaktadır. Yağmur ise metre kareye 20- 30 kg düşmektedir (Anonim, 2019a).



Şekil 3.1. Fekel Mansurludan temin edilen kuru menengiçler



Şekil 3.2. Fekel Mansurludan temin edilen kuru menengiçler

Üretimde kullanılmış dana eti Güneşer Et Gıda Tarım Ürünleri Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. 'den temin edilmiştir. Sucukların dolumunda kullanılan doğal kılıflar ve diğer katkı maddeleri ise Adana ilindeki firmalardan; starter kültür (*Staphylococcus carnosus* ve *Lactobacillus sakei*) Frutarom – Etol Aroma ve Baharat A.Ş. (Kocaeli)'den temin edilmiştir. Denemeler iki tekerrürlü gerçekleştirilmiştir.

Sucuk örneklerinin üretimi Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Pilot Sucuk İşletmesi'nde, örneklerle uygulanacak analizler ise Gıda Mühendisliği Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir.

3.2. Metod

3.2.1. Menengiçten Ekstraktlarının Hazırlanması

Menengiçten distile su ve %60, %70, %80 ve %90'lık etil alkol çözeltileri kullanılarak beş ayrı menengiç ekstraktı elde edilmiştir.

Kuru bir şekilde temin edilen menengiçler masa tipi bir parçalayıcı-karıştırıcı (Waring Commercial Blender, Torrington, CT, USA) ile 60 saniye süre boyunca öğütülmüştür. Öğütülmüş menengiçlerden 25 g tartılarak 250 mL distile su ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışım, çalkalamalı su banyosuna (Mammert WNB 22, Schwabach, Germany) alınmış ve 25°C'de 24 saat süre boyunca ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Süre sonunda, kaba filtre kağıdı yardımıyla süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ekstrakta, dönel evaporatörde (Hei-VAP Advantage, Heidolph Instruments GmbH & Co. Schwabach, Germany), 40°C'de vakum altında evaporasyon işlemi uygulanmış ve ekstrakt yaklaşık 50 mL olduğunda işlem sonlandırılmıştır. Ekstrakt daha sonra, kahverengi bir şişeye aktararak -80°C'de korunmuştur (Ergezer ve ark, 2018; Bozkurt, 2006a).

Kuru bir şekilde temin edilen menengiçler masa tipi bir parçalayıcı-karıştırıcı (Waring Commercial Blender, Torrington, CT, USA) ile 60 saniye süre boyunca öğütülmüştür. Öğütülmüş menengiçlerden 25 g tartılarak 250 mL %60, %70, %80 ve %90 etil alkol ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışımlar, ultrasonik su

banyosuna (Bandelin Sonorex, Bandelin Electronic, Berlin, Germany) alınmış ve 25°C’de 1 saat boyunca ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Süre sonunda, kaba filtre kağıdı yardımıyla süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen ekstraktlara, dönel evaporatörde (Hei-VAP Advantage, Heidolph Instruments GmbH & Co. Schwabach, Germany), 40°C’de vakum altında, evaporasyon işlemi uygulanmış ve ekstraktlar yaklaşık 50 mL olduğunda işlem sonlandırılmıştır. Ekstraktlar daha sonra, kahverengi bir şişelere aktararak -80°C’de korunmuştur (Korcubic ve ark, 2014).

Distile su ve farklı oranlara sahip (%60, %70, %80 ve %90) etil alkol çözeltileri kullanılarak hazırlanan ekstraktların antioksidan kapasiteleri, DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikali giderme aktivitesi tayini ve fenolik madde miktarları ise toplam fenolik madde analizi ile tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan sucukların üretiminde en yüksek antioksidan aktivitesine ve fenolik madde içeriğine sahip olan %70 etil alkol ile elde edilen ekstrakt kullanılmıştır.

3.2.2. Sucukların Hazırlanması

Yapılan ön denemelerde sonra %70 etil alkol kullanılarak hazırlanan ekstrakt sucukların üretiminde kullanılmıştır. Menengiç ekstraktı düşük (1 mL/kg), orta (5 mL/kg) ve yüksek (10 mL/kg) olmak üzere üç farklı oranda üretilen sucuk hamurlarına ilave edilmiştir. Çalışmada ayrıca, kontrol grubu (antioksidan ilave edilmemiş) ve askorbik asit (500 mg/kg) içeren gruplar da yer almıştır. Sucuk hamurları 44 mm kalibreye sahip doğal kılıflara (hava kurusu sığır ince bağırsağı) yarım kangal olacak şekilde doldurulmuştur. Dolum işlemini takiben askıya alınan sucuklar özel üretilmiş fermentasyon kabini kullanılarak 3 gün boyunca fermentasyon işlemine tabi tutulmuştur. Fermentasyon işlemi 1. gün 22°C ve %85-90 bağıl nemde, 2. gün 20°C ve %85-90 bağıl nemde, 3. gün 18°C ve %80-85 bağıl nemde olacak şekilde uygulanmıştır. Fermentasyon işlemini takip eden kurutma ve olgunlaştırma sürecinde sıcaklık kademeli olarak 16°C’nin altına ve bağıl nem de %70’e kadar düşürülmüştür. Kurutma ve olgunlaştırma işlemi

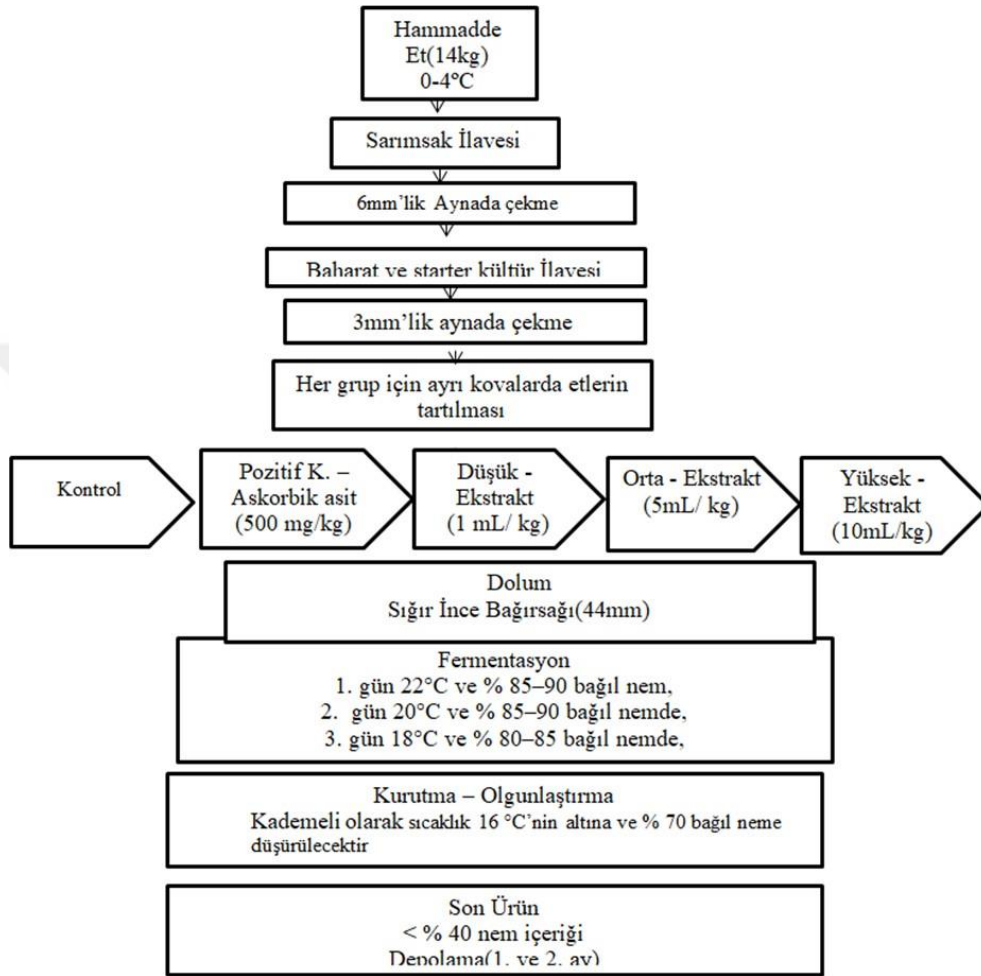
sucukların nem miktarı %40'ın altına düşene kadar sürdürülmüştür. Elde edilen son ürünler vakum paketlenmiş ve buzdolabı koşullarında ($<4^{\circ}\text{C}$) 2 ay boyunca depolanmıştır. Sucuklardan fermentasyon sırasında (0 ve 3. günlerde), son üründe ve depolama aşamasında (1 ve 2. aylarda) örnekler alınarak çeşitli analizler yapılmıştır. Çalışmada iki tekerrür kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan sucuk formülasyonu Çizelge 3.1'de sunulmuştur. Çizelge 3.2'de ise sucuk üretiminde kullanılan üretim akış şeması verilmiştir. Sucukların üretimi %20 yağ içeren ve $+4^{\circ}\text{C}$ 'ye soğutulmuş dana eti ile gerçekleştirilmiştir. Etler öncelikle iri şeklinde doğranmıştır. Daha sonra 6 mm çaplı ayna kullanılarak soğutmalı kıyma makinesinden geçirilmiştir. Elde edilen kıyma üzerine strater kültür karışımı (*S. carnosus* ve *L. sakei*) ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. Daha sonra baharatlar, katkı maddeleri ve menengiç ekstraktları ilave edilmiş ve 3 mm çaplı ayna kullanılarak tekrar kıyma makinesinden geçirilerek sucuk hamurları elde edilmiştir (Gökalp ve ark, 2015).

Çizelge 3.1. Sucuk Formülasyonu

Formülasyon	100 kg et için
Kırmızı et (kg)	80
Yağ (kg)	20
Tuz (kg)	1.75
Şeker (kg)	0.2
Sarımsak (kg)	1
Kırmızı Biber (kg)	0.7
Karabiber (kg)	0.5
Kimyon (kg)	0.9
Yeni Bahar (kg)	0.25
Sodyum Nitrit mg/kg	150
Starter Kültür (kg)	0.025

Çizelge 3.2. Sucuk Üretim Aşamaları



3.2.3. Ağırlık Kaybı

Sucuklarda ağırlık kaybı, örneklerin olgunlaşma süresince tartılmasıyla tespit edilmiştir ve % olarak ifade edilmiştir. Olgunlaşmanın gerçekleştiği bir aralıkta ağırlık kaybı tespiti için üretimin gerçekleştiği gündeki başlangıç ağırlığı baz alınmıştır (Anar, 2010).

3.2.4. pH Analizi

Sucuklarda pH tayini, örneklerden 5 g alınmış olup üzerine 45 mL distile su ilave edilmiştir ve masa tipi bir blender (Waring Commercial Blender, Torrington, CT, USA) ile örnekler homojenize edilmiştir. Karışımın pH'sı 0.01 hassasiyet ile kalibre edilmiş pH metre (Mettler Toledo, USA) kullanılarak ölçülmüştür (Gökarp ve ark, 2001).

3.2.5. Nem Tayini

Sucuklarda nem tayini tespiti için örnekler masa tipi blender yardımı ile öğütülerek homojenize edilmiştir. 100°C'de 2 saat süre ile etüvde (Memmert, Universal oven tech., Almanya) kurutulmuş alüminyum tartım kapları soğuması amacıyla 1 saat boyunca desikatöre alınmıştır. Desikatörde soğutulmuş olan tartım kaplarına, homojenize edilmiş sucuk örnekleri hassas terazi (Sartorius TE214S, ABD) yardımıyla 3 g (0.0001 hassasiyetle) olacak şekilde tartılmıştır. Tartılan ürünler 100°C'ye ayarlanmış etüvde 16 saat süre ile kurumaya bırakılmıştır. Sucuk örnekleri kurutma işlemi sonrasında desikatöre alınıp soğutulmuştur ve tartımları yapılmıştır. Örneklerin nem tayini hesaplaması aşağıdaki formül ile gerçekleşmektedir (AOAC, 2000).

Hesaplama kullanılan formül:

$$\%Nem = \text{Ağırlık kaybı} / \text{Örnek ağırlığı} \times 100$$

3.2.6. Titrasyon Asitliği Tayini

Sucuklarda titrasyon asitliği, sucuk örneklerinden 5 g alınmış olup üzerine 45 mL distile su ilave edilmiştir ve masa tipi bir blender ile örnekler homojenize

edilmiştir. Örnekler 0.01 N NaOH çözeltisiyle titre edilmiştir. Sonuçlar aşağıdaki eşitlik yardımıyla laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Gök, 2006).

$$\% \text{ Asitlik} = V \times N \times 0.09 \times 100 / m$$

V: Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisinin miktarı (mL)

N: Harcanan NaOH çözeltisinin normalitesi

m: Örnek miktarı (g)

3.2.7. Kül Tayini

Sucuklarda kül tayini için, krozeler konveksiyonel fırına (Protherm, PLF 130/45, Türkiye) alınıp kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan krozeler, oda sıcaklığına gelene kadar desikatörde 30 dakika boyunca soğutulmuştur. Krozeler, desikatörden pens kullanılarak alınmış olup hassas terazide (Sartorius TE214S, ABD) 0.0001 g hassasiyet ile tartılmıştır. Tartım işlemi sonrası masa tipi blender yardımı ile homojenize edilen 1.5 g ile 3 g arasındaki örnekler krozelere alınmıştır. Örnekler 0,0001 g hassasiyet ile tartılmıştır. Tartılan örnekler yakma fırınında 600°C sıcaklıkta en az 24 saat süre ile yakılmıştır. Yakılma işlemi sonunda fırın kapatılarak sıcaklık 40°C 'ye düşene kadar örnekler fırında bekletilmiştir. Sıcaklık 40°C'ye düştüğünde örnekler desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiştir. Bekletilen örneklerin pens yardımı ile son tartımı yapılmıştır. Aşağıdaki formül ile hesaplama yapılmıştır.

$$\% \text{kül} = [(ilk \text{ tartım} - son \text{ tartım}) / \text{örnek tartımı}] \times 100$$

3.2.8. Renk Ölçümü

Sucuklarda renk ölçümü tayini el tipi Konika Minolta Chroma Meter CR-400 (Japonya) cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihaz, renk okuma yapmadan önce cihaza ait standart kalibrasyon skalası ile kalibre edilmiş olup ölçümler alınmıştır. Örnekler dış ve iç yüzeylerindeki 3 farklı noktadan ölçüm yapılmış olup L*, a* ve b* değerleri saptanmıştır. $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ ve $h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ formülleri kullanılarak Chroma ve Hue değerleri belirlenmiştir. L* değeri dikey eksenle parlaklıktan koyuluğa gidişi ifade ederken +a* değeri kırmızılığa, -

a* değeri yeşilliğe, +b* değeri sarılığa, -b* değeri ise maviliğe gidişi açıklamaktadır (Lee ve ark, 2001).

3.2.9. Tekstür Profil Analizi (TPA)

Sucuk örneklerindeki tekstür ölçümleri TA.XT2, Godalming, Surrey (Birleşik Krallık) cihazı kullanılarak yapılmıştır. Örnekler kalınlığı 1 cm ve çapı 3 cm olarak üçer örnek halinde alınmıştır. 3.0 mm/s (ön-test), 1.0 mm/s (test) ve 3.0 mm/s (son test) sabit hız halinde aşağı doğru hareket eden 50 mm çapa sahip probun (TA-25, 2" dia. cyl., alum., İngiltere) altına konularak ölçümleri alınmıştır. Cihazda Sertlik (Hardness), Tutunabilirlik (Adhesiveness), İç Yapışkanlık (Cohesiveness), Çiğnenebilirlik (Chewiness) ve Esneklik (Resilience) değerleri ölçülmüştür (Kargozari ve ark, 2014).

Probun örneğe temas etmesiyle örneklerin kalınlığı otomatik olarak kaydedilmiştir. Prob, örnek kalınlığının %75'ini sıkıştırana kadar devam etmiştir ve ikinci bir sıkıştırma evresine geçmeden önce 2 saniye durdurulmuştur. Test çalışma esnasında örneklerin direnci her 0.01 saniyede kaydedilerek kuvvet-zaman (gram-saniye) grafiği çizilerek alan hesaplaması yapılmıştır. Bütün testlerde sabit sıkıştırma hızı kullanılmıştır (1 mm/s) ve böylece kuvvet-zaman grafiğinden yararlanılarak TPA parametrelerine ait bilgiler tablo şeklinde kaydedilmiştir.

Birinci sıkıştırma evresini temsil eden Sertlik ayrıca grafiğin doruk noktasını ifade etmektedir. Tutunabilirlik, birinci sıkıştırma işlemindeki pozitif kuvvet alanının ikinci sıkıştırma işlemindeki pozitif kuvvet alanına oranını ifade etmektedir. İç yapışkanlık, düşük seviyede sertlik ve yüksek düzeyde kaynaşma derecesinde bulunan yarı katı yiyeceklerin niteliğini temsil etmektedir. Çiğnenebilirlik, katı yiyeceklerin çiğnenmesi için gerekli olan enerjinin tespiti ile olan bir değer iken Esneklik ise yiyeceklerdeki ilk ısırık bitiminden ikinci ısırık başlangıcına kadarki sürede kazanılan yüksekliği ifade etmektedir (Huidobro ve ark, 2005).

3.2.10. Biyojen Amin Tayini

Analizin yapılması için, 2 g homojenize edilmiş örnek bir tüp içerisine tartılmıştır. 20 mL 0.4 M perklorik asit ilavesinin ardından sucuk örnekleri homojenizatör (Ultraturrax 8000 rpm) yardımıyla parçalanmıştır. Daha sonra 3000 rpm’de 10 dakika santrifüj edilmiş, kaba filtre kağıdından, 50 mL balon joje’ye süzölmüş ve kalıntıya tekrar 20 mL 0.4 M perklorik asit eklenerek işlem tekrar edilmiştir. Ardından Bblon joje 50 mL’e gelene kadar 0.4 M perklorik asit ile tamamlanmıştır. Örnek türevlendirmesinde ise, 1 mL ekstrakt, 200 µL 2 N NaOH ile alkali hale getirilmiş ve 300 µL doymuş NaHCO₃ ilave edilmiştir. Sonra 2 mL dansil klorit ilave edilip 40 °C’de 45 dakika bekletilmiş ve 100 µL (%25’lik) amonyak eklenmiştir. Toplam hacim 5 mL’ye asetonyitril ile tamamlanıp örnekler 3000 rpm’de 5 dakika santrifüj edilmiş ve 0.45 µm PTFE filtreden geçirilmiştir. Standart eğri çizmek için analiz edilen biyojen amin standartlarından alınmış ve 1 mL’ye perklorik asit ile tamamlanıp örnek türevlendirmesinde olduğu gibi türevlendirilmiştir. Amonyum asetat (0.1 M; A fazı) ve asetonyitril (B fazı) mobil faz olarak kullanılmıştır. Mobil faz akış hızı, 1 mL/dak. olarak ayarlanarak ölçümler 254 nm de gerçekleştirilmiştir. Biyojen aminlerden Triptamin, 2-feniletilamin, Putresin, Kadaverin, Histamin, Tiramin, Spermidin, Spermin belirlenmiştir (Eerola ve ark, 1993; Gençcelep, 2006).

HPLC Cihazı Koşulları:

HPLC (Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi) (Shimadzu LC-20AT, Japonya), Diode Array Dedektör (DAD, SPD-M20A) ve gradient akış kullanılmıştır. Kolon olarak Nukleodur 100-5-C18 (12.5X4 mm) kolon kullanılmıştır.

Kromatografik Ayrım**1. Mobil faz programı**

Başlangıç (0.dakika): %50 Mobil Faz B, %50 mobil faz A

25. dakika: %90 Mobil Faz B, %10 Mobil Faz A

30. dakika: %90 Mobil Faz B, %10 Mobil Faz A

35. dakika: %50 Mobil Faz B, %50 mobil faz A

2. Enjeksiyon

Cihazın sabit enjeksiyon Lopu'na (20 µL) olarak tüm standartlar ve örnekler enjekte edilmiştir.

3. Tanımlama

Tanımlamada spektrum analizi yapabilen bir Diode Array Dedektör (DAD) kullanılmış ve ölçümler 254 nm dalga boyunda yapılmıştır.

Piklerin tanımlanması yüksek saflıktaki standart maddelerin çıkış süreleri ve spektrumları, örneklerin pikleri ile kıyaslanarak gerçekleştirilmiştir.

4. Hesaplama

Stok solüsyonlardan elde edilen kalibrasyon eğrileri kullanılarak elde edilen denklemler vasıtası ile hesaplama yapılmıştır.

3.2.11. Tiyobarbütirik Asit Reaktif Substans (TBARS) Analizi

Sucuk örneklerinde TBARS analizi için, masa tipi blender (Waring Commercial Blender, Torrington, CT, USA) kullanılarak homojen edilen sucuk örneğinden 5 g alınmış olup üzerine 30 mL %7.5'lik triklor asetik asit (TCA) eklenmiştir. Ultraturrax kullanılarak 9500 rpm'de 1 dakika boyunca homojenize edilmiştir. Ardından karışım, 6000 rpm'de 20 dakika santrifüjleme işlemi uygulanmıştır ve elde edilen örnek vakum filtre kullanılarak Whatman no:1 filtre kağıdından geçirilerek süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Süzüntüden 2 cam tüpe ayrı ayrı 5 mL alınmıştır ve üzerine 5 mL 0.02 M TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Tanık olarak ise 5 mL distile su ve 5 mL TBA çözeltisi kullanılmıştır. Elde edilen karışım vortekslendikten sonra 35 dakika süre boyunca 100°C'de su banyosunda bekletilmiştir. Bekletme işlemi sonrası test tüpleri musluk suyu altında 3 dakika soğutulmuştur. Tüpler 532 nm'de tanığa karşı spektrofotometrede okuması gerçekleştirilmiştir (Mielnik, 2006).

3.2.11.1. Kullanılan çözeltiler**3.2.11.1.(1). %7,5'luk TCA (trikloroasetik asit) çözeltisi**

75 g TCA, 500 mL distile su içerisinde çözündürüldükten sonra 1000 mL'lik balon jojeye tamamlanmıştır.

3.2.11.1.(2). 0,02 mol/L TBA (2-Tiyobarbütirik asit) çözeltisi

1.4414 g TBA, 250 mL 0.1 N HCl ile çözündürüldükten sonra 500 mL'lik balon jojeye tamamlanmıştır.

3.2.11.1.(3). 0,1 N HCl çözeltisi

8.29 mL %37'lik HCl'den pipetle alınarak 1000 mL'lik balon jojeye tamamlanmıştır.

Spektrofotometre (Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS, Waltham, MA, USA) aracılığı ile okunan absorbans değerleri 1,3,3-tetraethoxypropane (TEP) kullanarak çizilen kurve aracılığı ile sucuklarda bulunan malonaldehit miktarı mg malodialdehit (MA)/kg olarak hesaplaması yapılmıştır.

3.2.12. Toplam Fenolik Madde Analizi

Menengiç ekstraktlarında toplam fenolik madde analizi, fenolik maddelerin Folin-Ciocalteu çözeltisini indirgeyip mavi rengi oluşturarak kolorimetrik olarak ölçülmesine dayanmaktadır. Ölçülen absorbans değerinin gallik asit türünden eşdeğeri olan fenolik bileşik miktarı, gallik asit ile düzenlenmiş olan standart eğrinin denkleminde hesaplanmıştır. Sadece menengiç ekstraktlarında toplam fenolik madde analizi yapılmıştır. Örneklerde belirlenen toplam fenolik madde miktarı "mg gallik asit/L" cinsinden verilmiştir. %60, %70, %80, %90 etil alkol ve distile su ile hazırlanan beş farklı ekstraktın uygun oranda (1:10), %80 metanol ile seyreltilmesi yapılmıştır. Seyreltilmesi yapılan örneklere 4°C'de, 4000 rpm'de, 20 dakika süre boyunca santrifüjleme işlemi uygulanmıştır. Her çözelti için beş farklı tüp ve bir tanık olmak üzere cam tüpler ayarlanmıştır. Santrifüjlenen tüplerin

berrak kısımlarından 100 µL alınmıştır ve örnek tüplerine aktarılmıştır. Yine aynı tüp üzerine 100 µL Folin-Ciocalteu çözeltisi ve 3000 µL distile su eklenerek 10 dakika boyunca beklemeye bırakılmış ve süre sonunda 100 µL %20'lik Na₂CO₃ çözeltisi eklenmiştir. Tanık tüpüne ise 100 µL distile su, 100 µL Folin-Ciocalteu çözeltisi ve 3000 µL distile su ilave edilip 10 dakika bekletildikten sonra üzerine 100 µL %20'lik Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilmiştir. Bütün örnekler ve tanık cam tüpler 2 saat boyunca karanlıkta bekletilmiştir. Karanlıkta bekletilen örnekler vortekslendikten sonra UV-Vis spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS, Waltham, MA, USA) 765 nm'de absorbans ölçümü gerçekleştirilmiş ve sonuçlar gallik asit cinsinden hesaplanmıştır (Abdullakasm ve ark, 2007).

3.2.13. Antioksidan Aktivitesi Tayini

Menengiç ekstraktlarının antioksidan aktivitesi tayini DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) radikali kullanılarak yapılmıştır (Blois, 1958). Bu yöntem, ekstraktların bir proton veya elektron verebilme özelliğinin, mor renkteki DPPH çözeltisinin rengini açması temeline dayanmaktadır. Karışımın düşük absorbansa sahip olması yüksek serbest radikal giderme aktivitesinin belirtisidir.

%60, %70, %80, %90 etil alkol çözeltileri ve distile su ile hazırlanan beş farklı ekstrakt uygun oranda (1:20), %80 metanol yardımı ile seyreltilmiştir. Seyreltilen ekstraktlar 4000 rpm'de, 4°C'de, 20 dakika süre boyunca santrifüj işlemine bırakılmıştır. Her bir çözelti için üç ayrı tüp örnek ve bir kontrol cam tüp olmak üzere cam tüpler hazırlanmıştır. Örnek tüplerine santrifüjlenen tüplerin berrak kısmından 100 µL aktarılmış ve üzerine 100 µL distile su ve 2460 µL DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Kontrol için ise bir cam tüpe 100 µL distile su ve 2460 µL DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Örnekler vortekslendikten sonra UV-Vis spektrofotometrede (Perkin Elmer Lambda 25 UV/VIS, Waltham, MA, USA) 515 nm'de 0, 5, 10, 15, 30 ve 60. dakikalarda absorbans değeri ölçülmüştür ve ölçümün sabitlendiği 60. dakikadaki veriler kullanılmıştır. Aşağıdaki formül ile % DPPH radikali giderme aktivitesi hesaplanmıştır (Klimczak ve ark, 2007).

$\%DPPH \text{ Radikali Giderme Aktivitesi} = ((\text{Kontrolün absorbansı} - \text{Örnek Absorbansı}) / \text{Kontrol Absorbansı}) \times 100$

DPPH Çözeltileri

0.0050 g DPPH tartılarak 500 mL balon jojeye %80 metanol ile tamamlanmıştır.

3.2.14. Duyusal Analiz

Sucukların duyusal değerlendirilmesi 10 adet panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Pişirilmiş sucuklar panelistler tarafından dış görünüş, renk, aroma, tat, tekstür ve genel izlenim bakımından puanlar vererek değerlendirmiştir. Panelistler duyusal analiz laboratuvarında bireysel kabinlere alınmış ve değerlendirme öncesinde ön bilgi verilmiştir. Bu aşamada hazırlık odasında sucuk örnekleri 1 cm kalınlığında kesilmiş ve altın ve üstün ısıtmalı çift plakalı elektrikli ızgarada 1 dakika süre ile pişirilmiştir. Üç haneli tesadüfi rakamlar örneklerin kodlanmasında kullanılmıştır. Panelistlere örnekler arasında etkileşim olmaması için su ve tuzsuz bisküvi verilmiştir. Duyusal analiz 10 kişilik panelist grubu tarafından sabah ve öğleden sonra oturumu olmak üzere iki defa tekrarlanmıştır (Meilgaard ve ark, 2006; Soncu ve ark, 2018).

Ek.1’de çalışmada kullanılan duyusal analiz formu verilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Sucuk örneklerine ait sonuçlar SPSS sürüm 20 (IBM SPSS Statistics, Armonk, NY, ABD) yazılımı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testi ile farklılıkların ortaya çıkması amaçlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Menengiçten Ekstrakt Elde Edilmesi

Menengiçlerden distile su ve %60, %70, %80, %90'lık etil alkol çözeltileri kullanılarak beş farklı menengiç ekstraktı elde edilmiştir.

4.2. Menengiç Ekstraktlarının Kuru Madde İçerikleri

Distile su ve %60, %70, %80, %90'lık etil alkol çözeltileri ile hazırlanan beş farklı menengiç ekstraktının kuru madde içerikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Menengiç ekstraktlarına ait kuru madde içerikleri distile su ve %60, %70, %80, %90'lık etil alkol çözeltileri için sırasıyla, %3.31, %3.56, %2.95, %4.13, %2.85 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Menengiç ekstraktlarının kuru madde içerikleri

Ektstraklar	%Kuru madde içeriği
Distile su	%3.31
%60 etil alkol	%3.56
%70 etil alkol	%2.95
%80 etil alkol	%4.13
%90 etil alkol	%2.85

4.3. Menengiç Ekstraktlarının Toplam Fenolik Madde İçeriği

Distile su ve %60, %70, %80, %90'lık etil alkol çözeltileri ile hazırlanan beş farklı menengiç ekstraktının toplam fenolik madde içerikleri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Menengiç ekstraktlarına ait toplam fenolik madde içerikleri distile su ve %60, %70, %80, %90'lık etil alkol çözeltileri için sırasıyla, 1478.93 mg gallik asit/L, 2109.18 mg gallik asit/L, 2762.25 mg gallik asit/L, 2460.52 mg gallik asit/L, 2000.52 mg gallik asit/L olarak tespit edilmiştir.

En yüksek toplam fenolik madde içeriğinin %70 etil alkol çözeltisi ile hazırlanan ekstrakta ait olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.2. Menengiç ekstraktlarının toplam fenolik madde içerikleri.

Ektstraklar	Toplam Fenolik madde içeriği mg gallik asit/L
Distile su	1478.93 mg gallik asit/L
%60 etil alkol	2109.18 mg gallik asit/L
%70 etil alkol	2762.25 mg gallik asit/L
%80 etil alkol	2460.52 mg gallik asit/L
%90 etil alkol	2000.52 mg gallik asit/L

4.4. Menengiç Ekstraktlarının Antioksidan Aktivitesi

Distile su ve %60, %70, %80, %90'lık etil alkol çözeltileri ile hazırlanan beş farklı menengiç ekstraktının DPPH antioksidan aktivitesi değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Menengiç ekstraktlarının DPPH antioksidan aktivitesi değerleri distile su ve %60, %70, %80, %90'lık etil alkol çözeltileri için sırasıyla, %44.41, %62.01, %78.72, %74.45, %48.66 olarak tespit edilmiştir.

En yüksek DPPH antioksidan aktivitesi değerinin %70 etil alkol çözeltisi ile hazırlanan ekstrakta ait olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.3. Menengiç ekstraktının DPPH antioksidan aktivitesi değerleri

Ektstraklar	DPPH Antioksidant aktivitesi %
Distile su	%44.41
%60 etil alkol	%62.01
%70 etil alkol	%78.72
%80 etil alkol	%74.45
%90 etil alkol	%48.66

Sonuç olarak, %70 etil alkol çözeltisi ile hazırlanan menengiç ekstraktının sucuk üretim denemelerinde kullanılmaya uygun olduğu belirlenmiş ve çalışmada %70 etil alkol çözeltisi ile hazırlanan menengiç ekstraktının farklı konsantrasyonlarının kullanılmasına karar verilmiştir.

4.5. Sucuk Üretimi

4.5.1. Üretimde Kullanılan Menengiç Ekstraktının Özellikleri

Sucuk üretiminde kullanılmak amacıyla, %70'lik etil alkol çözeltisi kullanılarak yeniden elde edilen menengiç ekstraktına, kuru madde, toplam fenolik madde ve DPPH antioksidan aktivitesi analizleri uygulanmış ve sonuçlar Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. %70'lik etil alkol çözeltisi kullanılarak tekrardan elde edilen, Menengiç ekstraktına kuru madde, toplam fenolik madde ve DPPH antioksidan aktivitesi değerleri

Ekstrakt - %70 etil alkol	
%Kuru Madde	%3.02
Toplam Fenolik Madde mg gallik asit/L	2579.25 mg gallik asit/L
DPPH Antioksidan aktivitesi	%74.79

4.6. Sucuklarda Üretim Süresince Ağırlık Kaybı

Kontrol, düşük (1 mL/kg), orta (5 mL/kg), yüksek (10 mL/kg) oranda menengiç ekstraktı ve askorbik asit (500 mg/kg) eklenen yarım kangalların ağırlık azalışları her gün terazi kullanılarak ölçülmüş olup ağırlık kayıpları kaydedilmiştir (Çizelge 4.5). Kontrol örneklerinin üretim sonundaki toplam ortalama ağırlık kaybı 72.74 g, yüzde olarak ağırlık kaybı %23.82; düşük oranda menengiç ekstraktı eklenen örneklerde ağırlık kaybı 69.79 g, yüzde olarak ağırlık kaybı %23.84; orta oranda menengiç ekstraktı eklenen örneklerde ağırlık kaybı 55.78 g, yüzde olarak ağırlık kaybı %19.42; yüksek oranda menengiç ekstraktı eklenen örneklerde

ağırlık kaybı 72.63 g, yüzde olarak ağırlık kaybı %23.47; askorbik asit eklenen örneklerde ağırlık kaybı 61.22 g, yüzde olarak ağırlık kaybı %22.68 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Sucuk üretimi süresince ortalama ağırlık kayıpları

Günler	Kontrol	Düşük	Orta	Yüksek	Askorbik Asit
0. Gün	305.37	292.70	287.22	309.39	269.91
1. Gün	278.27	263.68	265.50	288.42	249.52
2. Gün	270.89	256.45	259.66	280.24	242.45
3. Gün	259.18	246.68	251.97	267.28	232.47
4. Gün	252.02	240.32	246.42	258.22	224.97
5. Gün	244.69	233.70	241.25	249.88	219.08
6. Gün	238.33	228.07	236.25	243.04	213.69
7. Gün	232.63	222.91	231.44	236.76	208.69
% Ağırlık Kaybı	%23.82	%23.84	%19.42	%23.47	%22.68

4.7. pH Tayini

Çizelge 4.6.'da, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında pH değerlerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama pH değerleri üzerine uygulamaların etkisi 0. gün, son ürün ve 2. ayda önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Fermente sucuk üretiminin 0. gününde en düşük pH değeri, düşük oranda (6.21) menengiç ekstraktı ilave edilen gruba, en yüksek pH değeri ise kontrol (6.30) grubuna aittir. Son ürün aşamasında en düşük pH değeri, yüksek oranda (4.59) ekstrakt ilave edilen gruba, en yüksek pH değeri ise kontrol (4.75) grubuna aittir. Depolamanın 2. ayında ise en düşük pH değeri kontrol (4.64) ve yüksek oranda (4.64) ekstrakt ilave edilen gruplara, en yüksek pH değeri ise düşük oranda (4.75) ekstrakt ilave edilen gruba aittir. Ayrıca her bir uygulama grubunun üretim ve depolama aşamalarındaki pH

değişimi incelendiğinde, genel olarak bütün gruplarda üretim aşamasında pH değerlerinde düşüşler tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Depolama aşamasında ise bu değişimin sınırlı kabul edilebilecek bir aralıkta yer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında pH değerlerindeki değişimler

Uygulamalar	0. gün	3. gün	Son ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	6.30±0.04 ^{aA}	4.88±0.02 ^B	4.75±0.02 ^{aC}	4.76±0.02 ^C	4.64±0.04 ^{cD}
Düşük(1mL/kg)	6.21±0.01 ^{ca}	4.49±0.02 ^B	4.64±0.06 ^{bcD}	4.68±0.05 ^{CD}	4.75±0.02 ^{aC}
Orta(5mL/kg)	6.26±0.02 ^{ba}	4.90±0.01 ^B	4.63±0.02 ^{bcD}	4.69±0.04 ^C	4.72±0.01 ^{abC}
Yüksek(10mL/kg)	6.25±0.01 ^{ba}	4.93±0.02 ^B	4.59±0.01 ^{cc}	4.63±0.06 ^C	4.64±0.02 ^{cc}
Askorbik Asit	6.22±0.02 ^{bcA}	4.93±0.03 ^B	4.70±0.05 ^{abC}	4.67±0.03 ^C	4.65±0.05 ^{bcC}

* : Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Gök (2006) tarafından antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, örneklerin pH değerinin fermentasyon öncesinde 5.78 ile 5.91 arasında olduğu, fermentasyonun ilerlemesi ile pH değerinde düşüş yaşandığı ve bu durumun olgunlaşmanın yedinci gününe kadar devam edip 4.72 ile 4.78 arasında olduğu belirlenmiştir. pH değerinde yaşanan düşüşün üretim esnasında kullanılan *Lactobacillus plantarum* starter kültürünün aktivitesinin artması ve sucuk hamurunda bulunan şekerleri fermente ederek laktik asit üretmesi ile açıklanabileceği bildirilmiştir. Ayrıca örneklerin pH değerinin tat, lezzet, tekstür ve kıvam gibi kalite göstergelerini ve su tutma kapasitesini etkilediği rapor edilmiştir.

Ünal ve Karakaya (2017) tarafında farklı hayvansal yağlar ilave edilerek üretilen sucukların bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine, karanfil ve tarçın ilavesinin etkilerinin incelediği bir çalışmada, sucuk örneklerinde pH değerinin

5.34 ile 5.74 arasında olduğu tespit edilmiştir. Örneklere ilave edilen baharatlar araştırıldığında, %0.2 karanfil eklenen örnekte pH değerinin (5.62), kontrol grubu (5.54) ve tarçın eklenen (5.57) örneğe göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Ürünleri Tebliği (Tebliğ No:2018/52) göre fermente sucuklarda en yüksek pH değeri 5.4 olmalıdır (Anonim, 2012; Anonim, 2019a). Üretilen sucukların fermentasyon sonrası pH aralığı 4.49 ile 4.93 arasında değişmiş olup ilgili tebliğe ve standarta uygun olarak üretildiği görülmektedir.

4.8. Nem Tayini

Çizelge 4.7.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim aşamalarında nem içeriklerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama nem içerikleri üzerine uygulamaların etkisi 0. gün ve son üründe önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Fermente sucuk üretiminin 0. gününde en düşük nem içeriği, düşük (%55.76) ve orta (%55.68) oranda menengiç ekstraktı ilave edilen gruplara, en yüksek nem içeriği ise askorbik asit (57.03) ilave edilen gruba aittir. Son ürün aşamasında en düşük nem içeriği, askorbik asit (%39.29) ilave edilen ve düşük oranda (%39.64) ekstrakt ilave edilen gruplara, en yüksek nem içeriği ise orta oranda (%41.48) ekstrakt ilave edilen grubuna aittir. Her ne kadar 0. gün ve son üründe aşamalarında uygulamalara bağlı olarak nem içeriğinde istatistiksel farklar gözlemlenmiş olsa da bu farklılıkların sınırlı kabul edilebilecek bir aralıkta yer aldığı görülmektedir.

Ayrıca her bir uygulama grubunun üretim aşamalarındaki nem içeriği değişimi incelendiğinde, genel olarak bütün gruplarda üretim aşamasında nem içeriğinde beklenildiği gibi kurumaya bağlı düşüşler tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.7. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim aşamasında nem içeriklerindeki (%) değişimler

Uygulamalar	0. gün	3. gün	Son ürün
Kontrol	56.00±1.01 ^{bcA}	47.72±2.57 ^B	40.42±0.85 ^{abC}
Düşük(1mL/kg)	55.76±0.43 ^{cA}	46.24±0.98 ^B	39.64±0.95 ^{bC}
Orta(5mL/kg)	55.68±0.68 ^{cA}	48.89±0.72 ^B	41.48±0.96 ^{aC}
Yüksek(10mL/kg)	56.85±0.38 ^{abA}	48.90±2.81 ^B	40.85±1.93 ^{abC}
Askorbik Asit	57.03±0.90 ^{aA}	45.66±0.57 ^B	39.29±1.17 ^{bC}

* : Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). Aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Aksu (2003), Türk sucuğu üretiminde *Urtica dioica* L. (ısırgan Otu) kullanımının sucuğun kalitesi üzerine etkisi çalışmasında nem oranı %36.89 ile %58.16 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Nem kaybının en fazla kontrol grubu sucuklarda yaşandığı en az ise %5 ısırgan ilaveli sucuklarda olduğu belirlenmiştir. Örneklerin olgunlaşma boyunca nem değerinde azalma yaşanmış olup 14. günde en az seviyede olduğu belirlenmiştir.

Türk Standartları Enstitüsü'nün TS 1070 Türk Sucuğu standardına göre nem içerikleri en çok %40 olmalıdır. Son ürünlerin nem içeriklerinin %39.29 ile %41.48 arasında değiştiği görülmekte olup, bazı örneklerin ilgili standarta belirtilen değerden daha yüksek nem içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

4.9. Titrasyon Asitliği

Çizelge 4.8.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında titrasyon asitliği (% laktik asit) değerlerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama titrasyon asitliği değerleri üzerine uygulamaların etkisi 0. günde önemli bulunmuştur (p < 0.05). Fermente sucuk üretiminin 0. gününde en düşük titrasyon asitliği değeri, orta (%0.51) ve yüksek (%0.48) oranda menengiç ekstraktı ilave

edilen gruplara, en yüksek titrasyon asitliği değeri ise kontrol (%0.65), düşük oranda menengiç ekstraktı (%0.60) ve askorbik asit (%0.59) ilave edilen gruplara aittir. Üretimin diğer aşamalarında ve depolama aşamalarında uygulamaların titrasyon asitliği üzerine etkisinin farklı olmadığı belirlenmiştir.

Ayrıca her bir uygulama grubunun üretim ve depolama aşamalarındaki titrasyon asitliği değişimi incelendiğinde, genel olarak bütün gruplarda üretim aşamasında titrasyon asitliği değerlerinde artışlar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Depolama aşamasında ise titrasyon asitliği değerlerinin son ürün değerlerinden farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında titrasyon asitliği (% laktik asit) değerlerindeki değişimler

Uygulamalar	0. gün	3. gün	Son ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	0.65±0.04 ^{Ac}	1.27±0.09 ^B	1.92±0.09 ^A	1.95±0.02 ^A	1.93±0.06 ^A
Düşük(1mL/kg)	0.60±0.05 ^{aC}	1.42±0.14 ^B	1.96±0.06 ^A	1.89±0.03 ^A	2.01±0.04 ^A
Orta(5mL/kg)	0.51±0.04 ^{bC}	1.33±0.06 ^B	1.98±0.03 ^A	1.94±0.08 ^A	1.97±0.06 ^A
Yüksek(10mL/kg)	0.48±0.02 ^{bC}	1.24±0.04 ^B	1.97±0.05 ^A	1.20±0.10 ^A	1.97±0.07 ^A
Askorbik Asit	0.59±0.01 ^{aC}	1.23±0.17 ^B	1.20±0.03 ^A	1.98±0.08 ^A	2.03±0.06 ^A

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Benzer şekilde, Soyer ve ark (2005) farklı sıcaklık derecelerinde (20-22°C ve 24-26°C) ve farklı yağ oranlarında ürettiği sucuklar üzerine yaptığı çalışmada örneklerin başlangıçtaki toplam asitlik miktarının (% laktik asit cinsinden) %0.46 ile %0.66 arasında olduğunu üretim sonunda ise toplam asitlik miktarının artarak %0.82 ile %1.72 seviyesine geldiğini tespit etmiştir. Asitlik oluşumuna sıcaklığın etki ettiği ve asitlik oluşumunun yüksek sıcaklıkta artışa geçtiği tespit edilmiştir.

Salgado (2004), geleneksel İspanyol sucuğu olan Chorizo de cebolla üretiminde titrasyon asitliğinin olgunlaşmanın ilk yedi günü hızlı bir şekilde artışa

geçtiği daha sonra yavaşlamanın görüldüğü ve olgunlaşma sonunda (14 gün) % 7'ye vardığı tespit edilmiştir.

4.10. Kül Tayini

Çizelge 4.9.'da, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim aşamalarında kül içeriklerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama kül içerikleri üzerine uygulamaların etkisi 3. günde önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Fermente sucuk üretiminin 3. gününde en düşük nem içeriği, orta (%2.70) ve yüksek (%2.69) oranda menengiç ekstraktı ilave edilen gruplara, en yüksek kül içeriği ise kontrol (%2.79), düşük oranda menengiç (%2.88) ve askorbik asit (%2.89) ilave edilen gruplara aittir. Her ne kadar 3. günde uygulamalara bağlı olarak kül içeriğinde istatistiksel farklar gözlemlenmiş olsa da bu farklılıkların sınırlı kabul edilebilecek bir aralıkta yer aldığı görülmektedir.

Ayrıca her bir uygulama grubunun üretim aşamalarındaki kül içeriği değişimi incelendiğinde, genel olarak bütün gruplarda üretim aşamasında kül içeriğinde beklenildiği gibi kurumaya bağlı artışlar tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.9. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim aşamalarında kül (%) içeriğindeki

Uygulamalar	0. gün	3. gün	Son ürün
Kontrol	2.20±0.25 ^B	2.79±0.15 ^{abA}	2.91±0.20 ^A
Düşük(1mL/kg)	2.14±0.24 ^C	2.88±0.10 ^{aB}	3.21±0.23 ^A
Orta(5mL/kg)	2.07±0.13 ^C	2.70±0.06 ^{bB}	3.05±0.16 ^A
Yüksek(10mL/kg)	2.03±0.38 ^C	2.69±0.20 ^{bB}	3.07±0.21 ^A
Askorbik Asit	2.24±0.17 ^B	2.89±0.05 ^{aA}	3.01±0.17 ^A

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). Aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Benzer şekilde, Özer (2017) tarafından fermente et model sistemi içerisinde kuşburnu (*Rosa canina* L.) meyvesi kullanımı çalışmasında, kül miktarının %1.09 ile %2.70 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Örneklere kuşburnu eklenmesinin kül miktarı bakımından önemli etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Uz (2008), tarafından az yağlı sucuğun renk ve tekstürüne buğday kepeği ilavesinin etkisi üzerine yapılan bir incelemede ise farklı seviyelerde (%3, %6, %9) buğday kepeği eklenerek üretimi gerçekleştirilen örneklerin olgunlaşma sonunda kontrol grubuna ait örneklerde kül miktarı %4.73 olarak tespit edilirken, %3, %6 ve %9 buğday kepeği eklenmiş örneklerde ise sırasıyla, %5.24, %6.19 ve %6.95 olarak tespit edilmiştir. Sucuklarda buğday kepeği miktarının artması ile kül miktarında artış yaşandığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada son ürün sucuk örneklerinde ortalama kül içeriği %2.91 ile %3.21 arasında değişmekte olup fermente sucuk ürünleri için beklenen bir aralıkta olduğu düşünülmektedir.

4.11. Renk Tayini

Çizelge 4.10.'da, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında L* değerlerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama L* değerleri üzerine uygulamaların etkisi son üründe önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Fermente sucuk üretiminin son üründe en düşük L* değeri, kontrol (52.14) grubuna, en yüksek L* değeri ise düşük (53.82), orta (55.10), yüksek (54.79) oranda menengiç ekstraktı ve askorbik asit (54.58) ilave edilen gruplara aittir.

Ayrıca her bir uygulama grubunun son ürün ve depolama aşamalarındaki L* değeri değişimi incelendiğinde, orta ve yüksek oranda menengiç ekstraktı ilave edilen gruplarda depolamanın 2. ayında kısmi artışlar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Depolama aşamasındaki bu değişimin sınırlı kabul edilebilecek bir aralıkta yer aldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında L* değerlerindeki değişimler

Uygulamalar	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	52.14±0.77 ^b	54.43±0.25	54.69±0.88
Düşük(1mL/kg)	53.82±0.01 ^a	54.25±1.36	54.63±0.05
Orta(5mL/kg)	55.10±0.42 ^{aB}	54.42±0.23 ^B	56.26±0.76 ^A
Yüksek(10mL/kg)	54.79±0.70 ^{aB}	53.49±0.37 ^B	56.99±1.40 ^A
Askorbik Asit	54.58±0.69 ^a	54.81±1.73	54.62±0.67

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). Aynı satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Benzer şekilde, Ergezer ve ark (2018), sucuğa kıvılcık (*Cornus mas L.*) ekstraktı ilave ederek sucuğun kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada örneklerin L* (açıklık/koyuluk) değerlerinin 30.98 ile 37.68 arasında olduğu tespit edilmiştir. Depolama sırasında örneklerin 7. ve 21. günlerinde farklılık olmadığı, 14. ve 28. günlerinde ise kontrol grubunda azalma yaşandığı belirlenmiştir. Örneklere antioksidan ilave edilmesinin parlaklık (L*) değerlerinin kontrol örneklerine kıyasla arttırarak, rengin korunmasında yardımcı olduğu belirlenmiştir.

Turp ve ark (2016), ise sosis üretiminde doğal renk maddesi ve antioksidan olarak kırmızı pancar tozu kullanımı ile örneklerin L* (açıklık/koyuluk) değerlerinin 31.12 ile 44.55 arasında değiştiğini bildirmiştir. %2 ve %4 oranlarında pancar tozu ilavesinin, örneklerin L* değerlerinde önemli seviyede etkili olduğu tespit edilmiştir. Örneklere ilave edilen pancar tozu oranı arttırıldıkça renklerde koyulaşma görüldüğü ve L* değerlerinde önemli seviyede düşüşler yaşandığı tespit edilmiştir. %4 oranında pancar tozu ilave edilen örnek görünüm ve renk özellikleri açısından en fazla beğenilen örnek olmuştur. Depolanma boyunca pancar tozu oksidasyon oluşumunu önemli seviyede yavaşlatarak antioksidan etki meydana

getirmiştir.

Bu çalışmada ise menengiç ekstratı ilavesi son ürün L* değerlerinde kısmi bir artışa neden olmuş olsa da, depolama sürecinde örnekler benzer L* değerlerine sahip olmuşlardır.

Çizelge 4.11.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında a* değerlerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama a* değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca her bir uygulama grubunun son ürün ve depolama aşamalarındaki a* değeri değişimi incelendiğinde, genel olarak bütün gruplarda depolama aşamasında azalışlar tespit edilmiştir (p < 0.05). Bu durum örneklerin depolama aşamasında kırmızılığının azaldığına işaret etmektedir.

Çizelge 4.11. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında a* değerlerindeki değişimler

Uygulamalar	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	14.60±0.60 ^A	12.75±0.35 ^B	10.81±0.13 ^C
Düşük(1mL/kg)	14.67±0.17 ^A	12.74±0.03 ^B	11.67±0.44 ^C
Orta(5mL/kg)	14.49±0.30 ^A	11.93±0.51 ^B	10.85±0.64 ^B
Yüksek(10mL/kg)	14.22±0.52 ^A	12.66±0.35 ^B	10.22±0.84 ^C
Askorbik Asit	14.98±0.09 ^A	13.07±0.41 ^B	11.18±0.49 ^C

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Benzer şekilde, Wenjiao ve ark (2014) tarafından domuz sosislerine çay polifenolü eklenerek kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada kontrol ve % 0.03 çay polifenolü ile hazırlanan örneklerin a* (kırmızılık) değerlerinin depolamanın ilk 14 gününde giderek arttığı daha sonraki günlerde ise

42. güne (son gün) kadar azaldığı saptanmıştır. a* değerlerinin 4.1 ile 8.0 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Gök (2006), tarafından antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, örneklerin a* (kırmızılık) değerlerinin olgunlaşmanın ilk yedi gününde arttığı ve en düşük değerin 14.98 ile kontrol örneğinde, en yüksek değerin ise 18.83 ve 19.08 ile biberiye ekstraktı ve biberiye ekstraktı + α - tokoferol örneklerine ait olduğu belirlenmiştir.

Sucuğun pH, renk pigment konsantrasyonu, sıcaklık, bağıl nem, redoks potansiyeli gibi farklı parametreleri a* değerini etkileyen etmenler arasında olup bu çalışmada örneklerde depolama süresince a* değerinde gerçekleşen azalma birçok araştırmada tespit edilen bir durumdur. Bu azalış üretimde kullanılan et farklılığından, üretim ve olgunlaştırma tekniği farklılığından ve son ürünün sahip olduğu pH farkından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 4.12.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında b* değerlerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama b* değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca her bir uygulama grubunun son ürün ve depolama aşamalarındaki b* değeri değişimi incelendiğinde, düşük ve orta oranda menengiç ekstraktı ve askorbik asit ilave edilen gruplarda depolama aşamasında kısmi azalışlar tespit edilmiştir (p < 0.05). Bu durum bu örneklerin sınırlı olsa, depolama aşamasında sarılığının azaldığına işaret etmektedir.

Çizelge 4.12. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında b* değerlerindeki değişimler

Uygulamalar	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	13.59±0.66	12.68±0.35	12.05±0.69
Düşük(1mL/kg)	14.08±0.16 ^A	12.43±0.25 ^B	12.44±0.35 ^B
Orta(5mL/kg)	13.59±0.12 ^A	12.61±0.21 ^B	12.56±0.33 ^B
Yüksek(10mL/kg)	13.95±0.55	12.52±0.23	12.31±0.78
Askorbik Asit	14.49±0.26 ^A	13.11±0.35 ^B	11.88±0.19 ^C

* : Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4.13.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Chroma değerlerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama Chroma değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca her bir uygulama grubunun son ürün ve depolama aşamalarındaki Chroma değeri değişimi incelendiğinde, genel olarak bütün gruplarda depolama aşamasında azalışlar tespit edilmiştir (p < 0.05). Chroma değeri renk yoğunluğunun bir ifadesi olarak tanımlandığından, bu durum örneklerin depolama aşamasında renk yoğunluğunun azaldığına işaret etmektedir (Konica Minolta, 2007).

Çizelge 4.13. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Chroma değerlerindeki değişimler

Uygulamalar	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	19.95±0.89 ^A	17.98±0.50 ^{AB}	16.19±0.42 ^B
Düşük(1mL/kg)	20.33±0.24 ^A	17.80±0.20 ^B	17.06±0.56 ^B
Orta(5mL/kg)	19.86±0.30 ^A	17.36±0.38 ^B	16.60±0.17 ^B
Yüksek(10mL/kg)	19.92±0.76 ^A	17.81±0.40 ^B	16.03±0.07 ^C
Askorbik Asit	20.18±0.11 ^A	18.52±0.04 ^B	16.32±0.47 ^C

* : Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Çizelge 4.14.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Hue değerlerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama Hue değerleri üzerine uygulamaların etkisi son üründe önemli bulunmuştur (p < 0.05). Son üründe en düşük Hue değeri, kontrol (42.94) grubuna, en yüksek Hue değeri ise yüksek (44.45) oranda menengiç ekstraktı ilave edilen gruba aittir.

Ayrıca her bir uygulama grubunun son ürün ve depolama aşamalarındaki Hue değeri değişimi incelendiğinde, yüksek oranda menengiç ekstraktı ve askorbik asit ilave edilen gruplar haricinde diğer gruplarda artışlar tespit edilmiştir (p < 0.05). Bu durum örneklerin depolama aşamasında renklerinde bir değişime işaret etmektedir.

Hue değerindeki değişim rengin farklılaşmasının bir göstergesi olduğundan, yüksek oranda menengiç ekstraktı ve benzer şekilde askorbik asit ilave edilen gruplarda rengin sınırlı olsa kontrole göre kırmızıdan sarı renge doğru değiştiğini ve depolama sırasında ise benzer bir değişimin kontrol, düşük ve orta oranda menengiç ekstraktı ilave edilen gruplarda görüldüğü belirlenmiştir (Konica Minolta, 2007).

Çizelge 4.14. Menengiç ekstraktının fermente sucuğa ilave edilmesinin sucukların Hue değeri üzerine üretim ve depolama süresince etkisi

Uygulamalar	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	42.94±0.23 ^{cB}	44.83±0.01 ^{AB}	48.06±1.98 ^A
Düşük(1mL/kg)	43.83±0.01 ^{abcB}	44.29±0.52 ^B	46.82±0.25 ^A
Orta(5mL/kg)	43.18±0.33 ^{bcC}	46.59±1.30 ^{AB}	49.18±2.42 ^A
Yüksek(10mL/kg)	44.45±0.08 ^a	44.69±0.39	50.28±4.10
Askorbik Asit	44.05±0.69 ^{ab}	45.11±1.67	46.76±0.80

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

4.12. Tekstür Profil Analizi

Çizelge 4.15.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Sertlik (Hardness) değerlerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama Sertlik değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca her bir uygulama grubunun son ürün ve depolama aşamalarındaki Sertlik değeri değişimi incelendiğinde, düşük ve yüksek oranda menengiç ekstraktı ve askorbik asit ilave edilen gruplarda depolama aşamasında artışlar tespit edilmiştir (p < 0.05). Ancak örneklerin sıkıştırılmasında maksimum güç olarak tanımlanan ve uygulanan bir etkiye, gıdaların karşı koyma kapasitesi olarak tanımlanabilen sertlik değerinin bu çalışmada sayısal olarak bütün örneklerde artış gösterdiği belirlenmiştir (Barutçu, 2018).

Çizelge 4.15. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Sertlik değerlerindeki değişimler

Uygulamalar	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	84.33±1.87	100.30±6.78	119.92±22.08
Düşük(1mL/kg)	89.70±0.81 ^B	94.17±2.89 ^B	133.67±2.52 ^A
Orta(5mL/kg)	79.33±8.91	82.43±6.80	99.09±23.57
Yüksek(10mL/kg)	81.34±1.97 ^C	98.23±6.89 ^B	119.89±5.43 ^A
Askorbik Asit	71.15±4.79 ^B	91.13±8.61 ^{AB}	110.45±9.37 ^A

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Benzer şekilde, Helvacıoğlu (2020) tarafından fermente sucukların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalite kriterleri üzerine zerdeçalın etkisinin belirlenmesi için yapılan çalışmada, sucuk örneklerinin sertlik değeri olgunlaşma boyunca artış göstermiştir. En düşük sertlik 0. gün %1.75 zerdeçal ilave edilen sucuk örneğinde 0.65 kg, en yüksek sertlik değeri ise 21. gün %5.25 zerdeçal ilave edilen sucuk örneğinde 14.52 kg olarak saptanmıştır. Örneklerin sertlik değerleri olgunlaşma boyunca artarak ürünün tekstürünü geliştirerek kesilebilir hale getirmiştir. Kontrol gruplarına göre zerdeçalı grupların sertlik değerinin yüksek olması eklenen zerdeçalın sucuklarda sertlik değerini artırdığını göstermektedir.

Kurt (2012), tarafından fermente sucuk üretiminde kuru incir (%5) ve taze siyah incir (%5) kullanımı üzerine yapılan çalışmada, kontrol grubu örneklerde Sertlik üretimin 7. günde 16.97 N ve 30. gününde ise 15.10 N olarak belirlenmiştir. Kuru incir ilaveli örneklerde Sertlik 19.22 N iken üretim sonunda 24.2 N olarak rapor edilmiştir. Siyah incir ilave edilen örneklerde ise Sertlik 4.21 N iken 8.33 N olarak son üründe tespit edilmiş ve siyah incir katkısının yumuşamaya yol açtığı belirlenmiştir. Bütün örneklerde sertliğin başlangıçta kurumadan kaynaklı arttığı sonraki zamanlarda ise azalış gösterdiği belirlenmiştir. Bu azalmanın sucuktaki

proteolitik aktivite göstermesi sonucu meydana gelen yumuşamadan olduğu düşünülmektedir. Siyah incir ilave edilmiş örnekteki Sertlik değerinin diğer örneklerle kıyasla düşük olduğu belirlenmiş olup kuru incir ilave edilmiş örneklerde ise bu durumun tersi bir etki tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16.'da, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Tutunabilirlik (Adhesiveness) değerlerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama Tutunabilirlik değerleri üzerine uygulamaların etkisi 2. ayda önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Fermente sucuk üretiminin 2. ayında en düşük Tutunabilirlik değeri, kontrol (-376.67) ve düşük (-364.68) oranda menengiç ekstraktı ilave edilen gruplarda, en yüksek Tutunabilirlik değeri ise yüksek (-259.53) oranda menengiç ekstraktı ilave edilen gruba aittir.

Ayrıca her bir uygulama grubunun son ürün ve depolama aşamalarındaki Tutunabilirlik değeri değişimi incelendiğinde, düşük oranda menengiç ekstraktı ilave edilen grupta depolama aşamasında artışlar tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.16. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Tutunabilirlik değerlerindeki değişimler

Uygulamalar	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	-236.44±65.22	-258.42±13.52	-376.67±29.72 ^b
Düşük(1mL/kg)	-234.15±37.10 ^B	-244.65±40.74 ^B	-364.68±15.89 ^{bA}
Orta(5mL/kg)	-266.93±46.08	-239.99±26.98	-319.79±46.09 ^{ab}
Yüksek(10mL/kg)	-264.29±50.33	-265.65±15.44	-308.01±22.56 ^{ab}
Askorbik Asit	-272.55±3.33	-257.93±2429	-259.53±5.85 ^a

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Benzer şekilde, Demir (2013) tarafından fermente sucuk üretimine şalgam suyu ilavesinin incelendiği bir çalışmada tekstür değerleri incelendiğinde Tutunabilirlik değeri, kontrol grubu ve %2 , %5 , %10 oranlarında şalgam suyu eklenen gruplarda 0. gün -50.95, -41.71, -33.83, -44.4 ve -41.21 kg.s olarak tespit edilmiştir. Tutunabilirlik değeri depolamanın son gününde (30. gün) -70.42, -84.62, -88.38, -75.98 ve -74.71 kg.s olarak saptanmıştır. Bütün örneklerin depolama boyunca tutunabilirlik değerleri artmış olup en fazla artışı %5 grubu yaşamıştır.

Estevez ve ark (2006), farklı oranlarda (0-150-300-600 ppm) biberiye esansiyel yağı eklenmiş sosislerin depolama süresince değişimini incelendiği bir çalışmada, Tutunabilirlik değeri kontrol grubunda depolama boyunca -0.16 ile -0.19 arasında değişmiş olup biberiye esansiyel yağı eklenmiş gruplardan bütün depolama aşamalarında düşük olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.17.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında İç yapışkanlık (Cohesiveness) değerlerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama İç yapışkanlık değerleri üzerine uygulamaların etkisi 2. ayda önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Fermente sucuk üretiminin 2. ayında en düşük İç yapışkanlık değeri, kontrol (0.399), düşük oranda menengiç ekstraktı (0.402) ve askorbik asit (0.408) ilave edilen gruplara, en yüksek İç yapışkanlık değeri ise yüksek (0.437) oranda menengiç ekstraktı ilave edilen gruba aittir.

Ayrıca her bir uygulama grubunun son ürün ve depolama aşamalarındaki İç yapışkanlık değeri değişimleri incelendiğinde, genel olarak bütün gruplarda depolama aşamasında azalışlar tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.17. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında İç yapışkanlık değerlerindeki değişimler

Uygulamalar	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	0.469±0.004 ^A	0.430±0.023 ^{AB}	0.399±0.015 ^{bB}
Düşük(1mL/kg)	0.452±0.014 ^A	0.414±0.012 ^B	0.402±0.004 ^{bB}
Orta(5mL/kg)	0.487±0.003 ^A	0.437±0.005 ^B	0.416±0.002 ^{abC}
Yüksek(10mL/kg)	0.500±0.024 ^A	0.440±0.002 ^B	0.437±0.011 ^{aB}
Askorbik Asit	0.499±0.009 ^A	0.444±0.001 ^B	0.408±0.008 ^{bC}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Acar (2018), tarafından sığır eti köftelerinin depolama stabilitesi üzerine farklı oranlarda zeytin yaprağı ilavesinin etkisi üzerine yaptığı bir çalışmada sucuk örneklerinin İç yapışkanlık değeri 0.205 ile 0.900 arasında olduğu belirlenmiştir. Farklı oranlarda (kontrol, %0.5, %1.0, %1.5 ve %2.0) zeytin yaprağı tozu eklenerek hazırlanan sığır eti köftelerinin iç yapışkanlığı üzerinde zeytin yaprağı tozunun istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Çiğnenebilirlik (Chewiness) değerlerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama Çiğnenebilirlik değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca her bir uygulama grubunun son ürün ve depolama aşamalarındaki Çiğnenebilirlik değeri değişimleri incelendiğinde, düşük ve yüksek oranda menengiç ekstraktı ilave edilen gruplarda depolama aşamasının 2. ayında kısmi artışlar tespit edilmiştir (p < 0.05). Ancak bu artışların 2. ayda diğer uygulamalardan farklılık göstermediği belirlenmiştir. Gıdanın yutulması için gereken çiğneme sayısı, süresi ve ihtiyaç duyulan enerji ile ilgili bir özellik olan

Çiğnenebilirlik değerinin son üründe ve depolama süresince sucuk örnekleri için benzer olduğu tespit edilmiştir (Ertaş ve Doğruer, 2010).

Çizelge 4.18. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Çiğnenebilirlik değerlerindeki değişimler

Uygulamalar	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	21.93±1.48	21.57±3.00	26.62±5.13
Düşük(1mL/kg)	21.83±1.06 ^B	20.77±2.40 ^B	33.13±0.11 ^A
Orta(5mL/kg)	23.01±3.55	17.04±1.86	24.20±5.87
Yüksek(10 mL/kg)	22.35±1.09 ^B	22.96±1.95 ^B	30.80±1.79 ^A
Askorbik Asit	20.41±1.35	21.41±0.57	21.63±2.25

: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Helvacıoğlu (2020), tarafından fermente sucukların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalite kriterleri üzerine zerdeçalın etkisinin belirlenmesi çalışmasında, sucuk örneklerinin Çiğnenebilirlik değerleri en düşük (0.43) 0. gün %1.75 zerdeçal ilaveli sucukta, en yüksek değer (7.14) 14. günde, %3.50 zerdeçal katkılı sucukta tespit edilmiştir. Bütün örneklerde 14. günde belirgin bir artış gözlemlenmiş olup bu durum olgunlaşma şartları, fermentasyon ve kuruma derecesi ile açıklanabileceği ifade edilmiştir. Fermentasyon sırasında artan asitlikten dolayı protein denatürasyonu gerçekleşmesi ve kuruma sırasında serbest suyun uzaklaşmasından dolayı ürünün sert yapı kazanarak çiğnenmeye karşı direncinde artış yaşandığı bildirilmiştir.

Çizelge 4.19.'da, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Esneklik (Resilience) değerlerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama Esneklik değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca her bir uygulama grubunun son ürün ve depolama aşamalarındaki Esneklik değeri değişimleri incelendiğinde, yüksek oranda menengiç ekstraktı ilave edilen grupta son ürün ve depolama aşamalarında kısmi farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Ancak bu değişimlerin diğer uygulamalardan farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürün ve depolama aşamalarında Esneklik değerlerindeki değişimler

Uygulamalar	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	0.122±0.005	0.116±0.009	0.109±0.012
Düşük(1mL/kg)	0.114±0.001	0.106±0.006	0.114±0.001
Orta(5mL/kg)	0.121±0.006	0.107±0.001	0.105±0.013
Yüksek(10mL/kg)	0.120±0.004 ^{AB}	0.113±0.004 ^B	0.126±0.001 ^A
Askorbik Asit	0.118±0.001	0.113±0.007	0.113±0.006

: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Acar (2018), tarafından sığır eti köftelerinin depolama stabilitesi üzerine farklı oranlarda zeytin yaprağı ilavesinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada sucuk örneklerinin Esneklik değerleri 0.742 ile 0.774 arasında olduğu belirlenmiştir. Farklı oranlarda (kontrol, %0.5, %1.0, %1.5 ve %2.0) zeytin yaprağı tozu eklenerek hazırlanan sığır eti köftelerinin esneklikleri üzerinde zeytin yaprağı tozu ilavesi etkisinin istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir.

Demir (2013), tarafından fermente sucuk üretimine şalgam suyu ilavesinin incelendiği bir çalışmada Esneklik değerleri, kontrol grubu ve %2, %5, %10 oranlarında şalgam suyu eklenen gruplarda 0. gün 0.35, 0.34, 0.34 0.34 ve 0.31 olarak tespit edilmiştir. Esneklik değerinin depolamanın son gününde (30. gün)

0.33 ile 0.39 arasında olduğu saptanmıştır. Esneklik değeri en yüksek %10 şalgam suyu eklenen grupta gözlemlenmiştir.

4.13. Biyojen Amin Analizi

Çizelge 4.20.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Triptamin içeriklerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama Triptamin içerikleri üzerine uygulamaların etkisi 0. gün ve 2. ayda önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Fermente sucuk üretiminin 0. gününde en düşük Triptamin içeriği, yüksek oranda (12.83 mg/kg kuru madde) menengiç ekstraktı ilave edilen gruba, en yüksek Triptamin içeriği ise orta oranda (30.50 mg/kg kuru madde) menengiç ekstraktı ilave edilen gruba aittir. Depolamanın 2. ayında ise en düşük Triptamin içeriği kontrol (12.47 mg/kg kuru madde), yüksek oranda menengiç ekstraktı (19.46 mg/kg kuru madde) ve askorbik asit (18.20 mg/kg kuru madde) ilave edilen gruplara, en yüksek Triptamin içeriği ise düşük oranda (25.14 mg/kg kuru madde) ekstrakt ilave edilen gruba aittir.

Ayrıca her bir uygulama grubunun üretim ve depolama aşamalarındaki Triptamin içeriği incelendiğinde, kontrol ve askorbik asit ilave edilen gruplar haricinde menengiç ekstraktı ilave edilen gruplarda üretim ve depolama aşamasında farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.20. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Triptamin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	13.85±1.44 ^{bc}	11.18±1.48	14.66±4.31	14.01±4.49	12.47±0.51 ^b
Düşük(1mL/kg)	21.04±1.57 ^{bcA}	11.73±1.47 ^B	12.42±0.74 ^B	11.17±2.23 ^B	25.14±3.62 ^{Aa}
Orta(5mL/kg)	30.50±3.60 ^{aA}	14.29±0.74 ^C	11.57±1.71 ^C	11.78±1.57 ^C	20.99±0.35 ^{abB}
Yüksek(10mL/kg)	12.83±1.85 ^{cB}	12.12±1.72 ^B	10.54±1.24 ^B	13.94±0.50 ^B	19.46±1.75 ^{bA}
Askorbik Asit	22.77±6.02 ^{ab}	9.21±1.40	11.06±2.34	13.74±4.04	18.20±1.19 ^b

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Gücükoğlu (2007) tarafından fermente sucuk üretiminde farklı starter kültür ve olgunlaşma sıcaklıklarının biyojen amin oluşumu üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, örneklerin Triptamin değeri starter kültür eklenen örneklerin hiçbirinde 2. güne kadar tespit edilememiş olup 2. günde kontrol gruplarında 2.80 ile 3.50 mg/kg olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma ile birlikte kontrol grubunun Triptamin miktarı 15 mg/kg olarak belirlenirken starter kültür eklenen örneklerin ise 12.2 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Çolak ve Uğur (2002) tarafından farklı muhafaza sıcaklıkları ve sürelerinin fermente sucuklarda biyojen aminlerin oluşumu üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, sucuk örneklerinin Triptamin değeri olgunlaşma öncesi 2.3 mg/kg olarak belirlenirken olgunlaşma sonrası 8.5 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmadaki sucuk örneklerinin Triptamin değeri 11.18 ile 30.50 mg/kg kuru madde arasında değişmektedir. Üretimin 3. gününde ve son üründe Triptamin miktarında düşük ve orta oranda ekstrakt ilave edilen örneklerde azalış görülmüş olup depolamanın 2. ayında ekstrakt eklenmiş gruplarda artış yaşandığı görülmektedir. Ancak bu değerlerin literatürde fermente sucuk ve benzeri ürünler için belirtilen Triptamin değerlerine benzer nitelikte olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.21.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında 2-Feniletilamin içeriklerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama 2-Feniletilamin içerikleri üzerine uygulamaların etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca her bir uygulama grubunun üretim ve depolama aşamalarındaki 2-Feniletilamin içeriği incelendiğinde, bütün uygulamaların 0. günde en yüksek 2-Feniletilamin içeriğine sahip olduğu, üretimin 3. gününde ise genel olarak bütün grupların en düşük 2-Feniletilamin içeriğine sahip olduğu görülmekte olup, son ürün ve depolamanın 1. ayında genel olarak bütün gruplarda artışlar gözlemlenmiştir ($p < 0.05$). Ancak uygulama gruplarının depolamanın 2. ayında genel olarak 1. ay ile benzer 2-Feniletilamin içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Çizelge 4.21. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında 2-Feniletilamin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	21.57±1.54 ^A	2.32±0.23 ^C	4.97±1.86 ^C	11.45±0.34 ^B	9.99±3.58 ^B
Düşük(1mL/kg)	27.51±1.61 ^A	2.12±0.64 ^C	4.24±0.31 ^C	14.48±0.53 ^B	11.01±4.37 ^B
Orta(5mL/kg)	26.22±3.36 ^A	2.23±0.20 ^D	4.17±0.60 ^{CD}	12.96±0.53 ^B	9.52±4.96 ^{BC}
Yüksek(10mL/kg)	25.79±1.15 ^A	1.68±0.22 ^C	4.55±0.43 ^{BC}	9.42±3.29 ^B	11.37±4.85 ^B
Askorbik Asit	23.32±1.30 ^A	2.41±0.42 ^C	2.76±1.65 ^C	10.35±1.62 ^B	14.23±4.83 ^B

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Benzer şekilde, Ekici ve Omer (2018) tarafından Van yerel pazarlarında satılan 10 farklı markadan toplanan 120 sucuk örneğindeki biyojen aminlerin oluşumunun incelendiği bir çalışmada sucuk örneklerinin 2-Feniletilamin değerlerinin 2.207 ile 37.75 mg/kg kuru madde arasında olduğu tespit edilmiştir.

Başka bir çalışmada ise, Wang ve ark (2018) tarafında doğal antioksidan olan üzüm çekirdeği ekstraktının geleneksel Çin tütsülenmiş domuz pastırmasında kullanılmasının etkisinin incelendiği bir çalışmada sucuk örneklerinin 2-Feniletilamin değerlerinin 8.2 ile 14.8 mg/kg kuru madde arasında değiştiğini tespit etmiştir. Üzüm çekirdeği ekstraktı eklenmiş pastırmalarda daha az artış gözlenmiş olup üzüm çekirdeği ekstraktının 2-Feniletilamin oluşumunu inhibe etmede etkili olabileceği ifade edilmiştir.

Bu çalışmada sucukların 2-Feniletilamin değeri 1.68 ile 27.51 mg/kg kuru madde arasında değiştiği belirlenmiştir. Ancak genel olarak bütün uygulamalarda en yüksek 2-Feniletilamin değerlerinin, 0. gün örneklerinde tespit edilmiş olması, hammadde kaynaklı 2-Feniletilamin varlığına işaret ettiği düşünülmektedir.

Çizelge 4.22.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Putresin içeriklerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama Putresin içerikleri üzerine uygulamaların etkisi 3. günde ve 1. ayda önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Fermente sucuk üretiminin 3. gününde en düşük Putresin içeriği, kontrol (1.20 mg/kg kuru madde), düşük (1.28 mg/kg kuru madde), yüksek (2.03 mg/kg kuru madde) oranda menengiç ekstraktı ve askorbik asit (1.51 mg/kg kuru madde) ilave edilen gruplara, en yüksek Putresin içeriği ise orta oranda (4.36 mg/kg kuru madde) menengiç ekstraktı ilave edilen gruba aittir. Depolamanın 1. ayında ise en düşük Putresin içeriği kontrol (12.47 mg/kg kuru madde) ve yüksek oranda menengiç ekstraktı (19.46 mg/kg kuru madde) ilave edilen gruplara, en yüksek Putresin içeriği ise düşük oranda (25.14 mg/kg kuru madde) ekstrakt ve askorbik asit (5.26 mg/kg kuru madde) ilave edilen gruplara aittir.

Ayrıca her bir uygulama grubunun üretim ve depolama aşamalarındaki Putresin içeriği incelendiğinde, askorbik asit ilave edilen grup dışında Putresin içeriklerinin bütün aşamalarda benzer olduğu tespit edilmiştir. Askorbik asit ilave edilen grupta ise depolama aşamasında artışlar ($p < 0.05$) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Putresin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	2.17±1.12	1.20±0.15 ^b	1.78±0.77	1.98±0.45 ^b	2.45±0.11
Düşük(1mL/kg)	1.32±0.47	1.28±0.29 ^b	1.60±0.05	5.84±2.40 ^a	5.63±2.69
Orta(5mL/kg)	2.60±0.04	4.36±1.05 ^a	2.39±0.21	3.52±0.03 ^{ab}	4.17±0.82
Yüksek(10mL/kg)	2.17±0.91	2.03±1.21 ^b	2.14±0.32	1.66±0.02 ^b	5.58±3.48
Askorbik Asit	2.51±1.09 ^B	1.51±0.08 ^{bb}	1.94±0.16 ^B	5.26±0.10 ^{aA}	6.11±0.02 ^A

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Rabie ve ark (2014) tarafından at eti, sığır eti ve hindi etinden yapılmış sosislerde depolama boyunca amino asit ve biyojen amin içeriğinin gelişiminin incelendiği çalışmada örneklerin Putresin değeri en fazla hindi eti sosislerinde 285 mg/kg, sığır eti sosislerinde ise 278 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Gardini ve ark (2013) tarafından Ferrara geleneğine ait Salama da sugo sosislerinde biyojen amin içerikleri üzerine yapılan bir çalışmada örneklerin ortalama Putresin değeri yaklaşık 50 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada sucuklarda bulunan Putresin miktarının 1.20 ile 6.11 mg/kg kuru madde arasında değiştiği belirlenmiştir. Piyasada bulunan sucuklarda yapılan bir çalışmada Putresin miktarının 0.6 ile 364 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir (Gençcelep ve ark, 2008). Putresin için güvenilir alım miktarı net olarak belli olmamakla birlikte sınırlı sayıda yapılan çalışmalarda oral toksisite 180 mg/kg vücut ağırlığı/gün olarak ifade edilmiştir (Tabanelli ve ark, 2012).

Çizelge 4.23.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Kadaverin içeriklerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama Kadaverin içerikleri üzerine uygulamaların etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca her bir uygulama grubunun üretim ve depolama aşamalarındaki Kadaverine içeriği incelendiğinde, sadece askorbik asit ilave edilen grupta üretim ve depolama aşamasında kısmi azalışlar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Ancak bu değişimlerin diğer uygulamalardan farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.23. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Kadaverin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	4.21±1.45	4.93±0.32	4.15±1.04	4.56±1.10	2.86±0.19
Düşük(1mL/kg)	2.47±0.21	5.17±0.01	3.45±0.03	4.45±1.45	4.40±1.52
Orta(5mL/kg)	3.80±1.77	5.79±1.61	4.01±0.86	2.62±1.25	3.01±1.10
Yüksek(10mL/kg)	2.77±0.13	4.56±1.15	4.77±1.32	2.91±0.50	2.85±1.32
Askorbik Asit	5.41±0.72 ^A	3.96±0.05 ^{BC}	3.25±0.19 ^C	3.72±0.37 ^{BC}	4.25±0.02 ^B

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Benzer şekilde, Çevik (2012) tarafından ticari starter kültür kullanarak üretilen Tokat bez sucuğunun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada sucuk örneklerinin Kadaverin değerleri 0. gün 0.19 ile 0.23 mg/kg arasında olduğu 180. günde (depolama sonunda) 0.31 ile 2.44 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.

Başka bir çalışmada ise, Latorre-Moratalla ve ark (2008) tarafında 6 farklı Avrupa ülkesinden alınan sucuk örneklerinin biyojen amin miktarlarının belirlenmesi için yapılan bir çalışmada sucuk örneklerinin Kadaverin değeri yüksekten düşüğe doğru İspanyol 610.96 mg/kg, Portekiz 484.65 mg/kg, İtalyan 449.44 mg/kg, Fransız 398 mg/kg, Slovan ise 251 mg/kg ve Yunan 242.58 mg/kg olacak şekilde belirlenmiştir.

Çizelge 4.24.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Histamin içeriklerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama Histamin içerikleri üzerine uygulamaların etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca her bir uygulama grubunun üretim ve depolama aşamalarındaki Histamin içeriği incelendiğinde, sadece askorbik asit ilave edilen grupta üretim ve depolama aşamasında kısmi farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Ancak bu değişimlerin diğer uygulamalardan farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.24. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Histamin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	7.64±0.20	6.59±0.25	6.50±0.97	7.33±1.12	6.70±0.30
Düşük(1mL/kg)	7.29±0.95	6.87±0.49	7.14±0.33	7.40±1.84	8.07±0.87
Orta(5mL/kg)	7.21±0.03	7.31±0.66	7.25±0.25	6.56±0.26	8.08±0.60
Yüksek(10mL/kg)	7.50±0.33	6.86±0.12	7.45±0.01	7.18±0.30	7.66±0.46
Askorbik Asit	7.11±0.04 ^{AB}	7.16±0.18 ^{AB}	7.51±0.23 ^A	6.80±0.10 ^B	7.51±0.24 ^A

* : Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Sezer (2021) tarafından Kayseri piyasasında satışa sunulan endüstriyel tip fermente, kasap ve ısıt işlem görmüş sucukların biyojen amin miktarlarının belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada sucuk örneklerinin Histamin değerleri kasap, endüstriyel tip fermente ve ısıt işlem görmüş sucuklarda 1.70-65.51 mg/kg, 2.61-58.75 mg/kg ve 0.18-61.03 mg/kg aralığında olduğu belirlenmiştir. Üretim yöntemlerinin aynı olmasına rağmen sucuklardaki Histamin miktarlarında oluşan farklılığın, ham maddenin hijyenik kalitesinden ve belirli mikroorganizmaların varlığından olduğu kabul edilmektedir. En düşük histamin miktarı ısıt işlem

görmüş sucuklarda belirlenmiştir. Bunun da ısıtma işlem uygulanması sonucu fermentasyon süresinin kısalması ile histamin oluşumunun azalmasından kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir.

Gücüköğlu (2007) tarafından fermente sucuk üretiminde farklı starter kültür ve olgunlaşma sıcaklıklarının biyojen amin oluşumu üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, olgunlaşmanın 7. gününde kontrol gruplarındaki Histamin miktarı 26.4 mg/kg olarak bulunurken, starter kültür ilavesi yapılmış örneklerde 4 mg/kg, olarak bulunmuştur. Olgunlaşma boyunca histamin miktarındaki değişim gruplar arasında önemsiz bulunmuştur.

Bu çalışmadaki sucuk örneklerinin Histamin değerlerinin 6.50 ile 8.08 mg/kg kuru madde arasında değiştiği belirlenmiştir. Piyasada bulunan sucuklarda yapılan bir çalışmada en yüksek Histamin miktarının 65.51 mg/kg olduğu tespit edilmiştir (Sezer, 2021). İzin verilen maksimum Histamin değeri sucuklar için 1000 mg/kg olarak belirlenmiştir. Starter kültür kullanımının Histamin oluşumunda etkili olduğu ifade edilmiştir (Casquete ve ark. 2012; Kurt ve Zorba, 2008; Straub ve ark. 1991).

Çizelge 4.25.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Tiramin içeriklerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama Tiramin içerikleri üzerine uygulamaların etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca her bir uygulama grubunun üretim ve depolama aşamalarındaki Tiramin içeriği incelendiğinde, genel olarak bütün gruplarda üretim ve depolama aşamalarında artışlar tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.25. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Tiramin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	3.18±0.30 ^E	22.66±0.83 ^D	38.16±5.54 ^C	47.45±4.50 ^B	57.99±0.18 ^A
Düşük(1mL/kg)	3.07±0.29 ^C	23.64±1.91 ^B	36.94±2.75 ^B	61.55±13.89 ^A	69.24±3.02 ^A
Orta(5mL/kg)	3.33±0.31 ^C	24.58±0.39 ^B	37.20±4.59 ^B	68.22±8.60 ^A	78.33±12.38 ^A
Yüksek(10mL/kg)	2.77±0.52 ^E	22.58±0.31 ^D	40.54±1.19 ^C	49.32±3.68 ^B	65.73±0.94 ^A
Askorbik Asit	3.44±0.75 ^D	22.92±1.22 ^C	38.67±1.64 ^B	49.90±7.84 ^A	57.33±0.47 ^A

* : Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Gençcelep ve ark (2008) tarafından gıdalarda biyojen aminlerle ilgili yasal düzenlemeler üzerine yapılan bir çalışmada 30 farklı sucuk örneğinin biyojen amin değerleri incelenmiş ve Tiramin değerinin 2.4 ile 676 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.

Gücüköğlu (2007) tarafından fermente sucuk üretiminde farklı starter kültür ve olgunlaşma sıcaklıklarının biyojen amin oluşumu üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, sucuk örneklerinin Tiramin değerleri, olgunlaşmanın 7. gününde kontrol grubundaki örneklerde 70 mg/kg olarak bulunurken, starter kültür eklenmiş örneklerde ise 40 mg/kg olarak belirlenmiştir. Olgunlaşma süresince starter kültür kullanımının Tiramin oluşumunu önemli düzeyde engellediği görülmektedir.

Bu çalışmada, sucuklarda bulunan Tiramin miktarının 2.77 ile 69.24 mg/kg kuru madde arasında değiştiği belirlenmiş ve bütün uygulamalarda üretim ve depolama süresince artış gösterdiği tespit edilmiştir. Piyasada bulunan sucuklarda yapılan bir çalışmada Tiramin miktarlarının 4-381 mg/kg, 125-1173 mg/kg, 24-676 mg/kg arasında değiştiği tespit edilmiştir (Bilenler, 2017). Tiramin için Avrupa Gıda ve İlaç İdaresi (EFSA) günlük maksimum alım miktarını 600 mg olarak

belirlemiştir (Tabanelli ve ark. 2012; EFSA, 2011).

Çizelge 4.26.'da, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Spermidin içeriklerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama Spermidin içerikleri üzerine uygulamaların etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur.

Ayrıca her bir uygulama grubunun üretim ve depolama aşamalarındaki Spermidin içeriği incelendiğinde, sadece kontrol grubunda üretim ve depolama aşamasında kısmi farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Ancak bu değişimlerin diğer uygulamalardan farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.26. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Spermidin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	4.62±0.15 ^{BC}	5.59±0.32 ^{AB}	4.00±0.29 ^D	5.96±0.61 ^A	4.73±0.56 ^{BC}
Düşük(1mL/kg)	4.49±0.34	5.20±0.01	6.34±3.05	4.86±0.03	4.78±0.15
Orta(5mL/kg)	4.50±1.44	5.22±0.57	5.22±1.15	4.39±0.69	4.71±0.11
Yüksek(10mL/kg)	4.81±0.29	5.04±0.56	4.86±0.37	6.84±3.14	4.87±0.24
Askorbik Asit	4.27±0.97	4.83±0.02	5.19±0.47	4.59±0.31	5.17±0.27

: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Benzer şekilde, Lorenzo ve ark (2007) tarafında İspanyol geleneksel et ürünü olan kuru kürlenmiş bacon üretimi sırasında biyojen amin içeriğinin belirlendiği bir çalışmada örneklerin Spermidin miktarının 7.14 ile 9.29 mg/kg arasında olduğu belirlenmiştir.

Bir başka çalışmada ise, Bozkurt ve Erkmen (2004) tarafında sucukta olgunlaşma ve depolama dönemlerinde biyojen aminlerin oluşumunda sıcaklık, nem ve katkı maddelerinin etkileri incelenmiş ve örneklerinin Spermidin değerleri

0. günde 30.6 mg/kg olarak saptanmış olup, 48. gün 1 mg/kg düştüğü ve 60. günde ise Spermidin bulunmadığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, sucuk örneklerinin Spermidin değerlerinin 4.0 ile 6.84 mg/kg kuru madde arasında olduğu tespit edilmiş olup, genel olarak spermidin oluşumu üzerine uygulamaların bir etkisinin bulunmadığı, benzer şekilde kontrol grubu dışında üretim ve depolama süresince de spermidin miktarlarında bir değişim gözlenmediği belirlenmiştir.

Çizelge 4.27.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Spermin içeriklerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama Spermin içeriği üzerine uygulamaların etkisi 2.ayda önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Fermente sucuk üretiminin 2. ayında en düşük Spermin içeriği, kontrol (56.80 mg/kg kuru madde) ve askorbik asit (58.32 mg/kg kuru madde) ilave edilen grupta, en yüksek Spermin içeriği ise düşük (64.91 mg/kg kuru madde) ve orta (65.32 mg/kg kuru madde) oranda menengiç ekstraktı ilave edilen gruplara aittir.

Ayrıca her bir uygulama grubunun üretim ve depolama aşamalarındaki Spermin içeriği incelendiğinde, kontrol grubu, orta oranda menengiç ekstraktı ve askorbik asit ilave edilen gruplarda üretim ve depolama aşamasında kısmi farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.27. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında Spermin içeriklerindeki (mg/kg kuru madde) değişimler

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	54.88±0.10 ^B	52.45±3.04 ^B	56.54±0.56 ^B	65.83±2.92 ^A	56.80±0.17 ^{bB}
Düşük(1mL/kg)	54.64±0.49	53.45±2.40	55.62±0.80	62.02±8.60	64.91±4.51 ^a
Orta(5mL/kg)	54.09±1.12 ^B	57.72±2.84 ^B	55.05±0.05 ^B	59.51±2.97 ^B	65.32±1.78 ^{aA}
Yüksek(10mL/kg)	54.85±0.40	55.19±4.48	57.32±3.10	58.21±1.38	59.86±1.18 ^{ab}
Askorbik Asit	51.08±2.43 ^C	53.51±0.88 ^{BC}	57.15±1.62 ^{AB}	54.42±1.38 ^{ABC}	58.32±1.60 ^{bA}

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Benzer şekilde, Papavergou (2011) tarafından Yunanistan'da üretilen ve satılan 40 farklı kuru fermente sucukta biyojen amin seviyelerinin incelendiği bir çalışmada sucukların Spermin değerleri 13.37 ile 60.11 mg/kg arasında değiştiği belirlenmiştir.

Başka bir çalışmada ise, Genççelep ve ark (2008) tarafından piyasadan temin edilen 30 farklı sucukta biyojen amin belirlenmiş, örneklerin Spermin miktarının 2.30 ile 16.40 mg/kg arasında değiştiği tespit etmiştir.

Bu çalışmada, sucuklardaki Spermin miktarı 51.08 ile 65.83 mg/kg kuru madde arasında değiştiği belirlenmiştir. Starter kültür kullanımı (kullanılan starter kültürün cins ve türü), hammaddenin Spermin miktarı, üretim ve depolama koşulları, yapıda bulunan kontaminant veya doğal floranın biyokimyasal etkisi (yapıda bulunan mikroorganizmaların dekarboksilaz aktivitesi sonucunda Spermine miktarının artabileceği ya da azot kaynağı olarak olarak Spermine'i kullanmaları sonucunda Spermin miktarının azalabileceği) bulunmaktadır (Genççelep ve ark. 2008; Hernandez-Jover ve ark. 1997; Bardócz, 1995). Ayrıca, Spermidin ile Spermin arasındaki oransal farkın (Spermin miktarının Spermidin miktarından daha yüksek olduğu) bulunduğunu bunun ise Putresin'den Spermidin, Spermidin'den de Spermin sentezlenmesinden kaynaklandığı çalışmalarda ifade edilmiştir (Rabie ve ark. 2014; Tasić ve ark. 2012).

4.14. Tiyoarbütirik Asit Reaktif Substans (TBARS) Analizi

Çizelge 4.28.'de, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında TBARS değerlerindeki değişim görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama TBARS değerleri üzerine uygulamaların etkisi 0. gün ve 3. günde önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Fermente sucuk üretiminin 0. gününde en düşük TBARS değerleri, orta oranda (0.58 mg malondialdehit/kg) menengiç ekstraktı ilave edilen grupta, en yüksek TBARS değerleri ise kontrol (1.05 mg malondialdehit/kg), yüksek oranda menengiç ekstraktı (1.01 mg malondialdehit/kg) ve askorbik asit (1.03 mg

malondialdehid/kg) ilave edilen gruplarda belirlenmiştir. Depolamanın 3. gününde ise en düşük TBARS değeri kontrol (1.33 mg malondialdehit/kg) grubuna, en yüksek TBARS değeri ise orta oranda (1.88 mg malondialdehit/kg) menengiç ekstrakt ve askorbik asit (2.16 mg malondialdehit/kg) ilave edilen gruplara aittir.

Ayrıca her bir uygulama grubunun üretim ve depolama aşamalarındaki TBARS değeri incelendiğinde, genel olarak bütün gruplarda üretim ve depolama aşamasında farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.28. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların üretim ve depolama aşamalarında TBARS değerlerindeki (mg malondialdehid/kg) değişimler

Uygulamalar	0.gün	3.gün	Son Ürün	1. ay	2. ay
Kontrol	1.05±0.13 ^{aD}	1.33±0.01 ^{cCD}	1.46±0.18 ^B	1.88±0.10 ^A	1.52±0.14 ^B
Düşük(1mL/kg)	0.81±0.02 ^{bC}	1.56±0.32 ^{bcB}	1.25±0.01 ^{BC}	1.18±0.25 ^{BC}	1.63±0.01 ^A
Orta(5mL/kg)	0.58±0.01 ^{cC}	1.88±0.03 ^{abA}	0.68±0.08 ^{BC}	0.93±0.01 ^B	1.68±0.28 ^A
Yüksek(10mL/kg)	1.01±0.05 ^{ab}	1.64±0.17 ^{bcA}	0.77±0.25 ^B	1.02±0.38 ^B	1.63±0.11 ^A
Askorbik Asit	1.03±0.08 ^{ab}	2.16±0.02 ^{aA}	0.93±0.34 ^B	1.05±0.38 ^B	1.82±0.27 ^A

*: Aynı sütunda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı Satırda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$).

Benzer şekilde, Elgin (2019) tarafından kızcık (*Cornus mas*) ekstraktı ilaveli pişirilmiş köftelerin donmuş muhafazası sırasında fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, örneklerin TBARS değerleri 0.20 ile 0.88 mg MDA/kg arasında olduğu belirlenmiştir. Depolama süresi arttıkça tüm örneklerin TBARS değerinin arttığı tespit edilmiştir.

Arın (2009) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada, et ürünlerinde kullanılan bazı baharatların antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin incelenmiştir. Örneklerin TBARS değeri 7 günlük depolama sonunda ortalama olarak kontrol grubunda 2.64 mg MDA/kg, biberiye ilave edilen grupta 1.84 mg MDA/kg, kekik ilave edilen grupta 1.28 mg MDA/kg ve kimyon ilave edilen

grupta 1.06 mg MDA/kg olarak belirlemiştir. Sarımsak, karabiber ve kırmızıbiber bulunan gruplardaki TBARS değerlerinin kontrol grubunun TBARS değerinden farklı bulunmamıştır. Yüksek düzeyde antioksidan etkiyi baharatlar içinde biberiye, kekik ve kimyon; orta düzeyde soğan ve sarımsak; az düzeyde karabiber, kırmızıbiber ve acı kırmızıbiber göstermiştir. Baharat türü ve depolama gününün TBARS üzerinde önemli olduğu, etkileşimlerin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Bütün örneklerde TBARS değerleri zamanla artış göstermiştir.

Bu çalışmada, sucuk örneklerinin TBARS değerlerinin 0.58 ile 2.16 mg malondialdehit/kg arasında değiştiği belirlenmiştir. 3. gün ve depolamanın 1. ve 2. ayında TBARS değerlerinde artış yaşandığı görülmektedir. Ancak son üründe ve depolama sürecinde uygulamaların TBARS değerlerinin benzer nitelikte olduğu tespit edilmiştir.

4.15. Duyusal Analiz

Çizelge 4.29.'da, formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımını ile fermente sucukların son ürünlerinde gerçekleştirilen duyusal analiz (dış görünüş, renk, aroma, tat, tekstür, genel izlenim) sonuçları görülmektedir. Sucuk örneklerine ait ortalama duyusal özellik değerleri üzerine uygulamaların etkisi aroma, tat ve genel izlenim için önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Fermente sucuk örneklerinin aroması için en düşük puan, orta oranda (6.3) menengiç ekstraktı ilave edilen gruba, en yüksek puan ise askorbik asit (7.5) ilave edilen gruba aittir. Fermente sucuk örneklerinin tadı için en düşük puan, orta (6.1) ve yüksek (6.4) oranda menengiç ekstraktı ilave edilen gruplara, en yüksek puan ise kontrol (7.5), düşük oranda (7.7) menengiç ekstraktı ve askorbik asit (7.6) ilave edilen gruplara aittir. Fermente sucuk örneklerinin genel izlenimi için en düşük puan, orta oranda (6.5) menengiç ekstraktı ilave edilen gruba, en yüksek puan ise kontrol (7.6), düşük oranda (7.5) menengiç ekstraktı ve askorbik asit (7.5) ilave edilen gruplara aittir.

Çizelge 4.29. Formülasyonda menengiç ekstraktı kullanımının fermente sucukların duyuşal özellikleri üzerine etkisi

Uygulamalar	Dış Görünüş	Renk	Aroma	Tat	Tekstür	Genel İzlenim
Kontrol	7.4±1.5	7.6±1.3	7.3±1.0 ^{ab}	7.5±1.0 ^a	7.1±1.2	7.6±0.8 ^a
Düşük(1mL/kg)	7.3±1.2	7.6±1.1	7.2±1.3 ^{ab}	7.7±1.1 ^a	7.4±1.2	7.5±1.5 ^a
Orta(5mL/kg)	6.9±1.4	6.9±1.4	6.3±1.7 ^c	6.1±1.6 ^b	6.8±1.3	6.5±1.5 ^b
Yüksek(10mL/kg)	7.2±1.1	7.1±1.2	6.6±1.2 ^{bc}	6.4±1.5 ^b	6.7±1.4	6.8±1.5 ^{ab}
Askorbik Asit	7.5±1.2	7.8±1.2	7.5±1.1 ^a	7.6±1.1 ^a	7.4±1.4	7.5±1.2 ^a

Bu çalışmada kullanılan sucuk örneklerinden kontrol grubunun, düşük oranda menengiç ekstraktı ve askorbik asit eklenen örneklerin benzer duyuşal özellikler barındırdığı ve genel olarak bütün sucuk örneklerinin beğenildiği belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonucunda özellikle düşük oranda menengiç ekstraktı içeren sucukların panelistler tarafından beğenilmesi nedeniyle, et ürünlerinin kalitesinin artırılması amacıyla, yapay antioksidanlara alternatif olarak menengiç ekstraktının kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİ

Sucuk örneklerine ait ortalama pH değerleri üzerine uygulamaların etkisi 0. gün, son ürün ve 2. ayda önemli bulunmuştur. Sucukların pH değerleri başlangıçta 6.21 ile 6.30 arasında, 3. günde 4.49 ile 4.93 arasında ve son üründe 4.59 ile 4.75 arasında değişmektedir. Üretim aşamasında pH değerlerinde düşüş tespit edilirken depolama aşamasında bu değişimin sınırlı kabul edilebilecek aralıkta olduğu belirlenmiştir.

Sucuk örneklerinin nem değerleri üzerine uygulamaların etkisi 0. gün ve son üründe önemli bulunmuştur. Sucuk örneklerinin nem değerleri başlangıçta %55.68 ile %57.03 arasında, 3. günde %45.66 ile %48.90 arasında ve son üründe %39.29 ile %41.48 arasında olduğu belirlenmiştir. Çalışmada tüm gruptaki örneklerin nem miktarı kurumaya bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Sucuk örneklerine ait ortalama titrasyon asitliği değerleri üzerine uygulamaların etkisi 0. günde önemli bulunmuştur. Sucukların titrasyon asitliği değerleri başlangıçta %0.48 ile %0.65 arasında, 3. günde %1.23 ile %1.42 ve son ürün'de %1.20 ile %1.98 arasında tespit edilmiştir. Olgunlaştırmayla oluşan laktik asitin titrasyon asitliğini arttırıp pH değerini azalttığı belirlenmiştir.

Sucuk örneklerinin kül değerleri üzerine uygulamaların etkisi 3. günde önemli bulunmuştur. Örneklerin kül değerleri başlangıçta %2.03 ile %2.24 arasında iken 3. günde %2.69 ile %2.89 arasında ve son üründe %2.91 ile %3.21 arasında olduğu tespit edilmiştir. Kül miktarını üretim sürecinde kurumaya bağlı olarak arttığı belirlenmiştir.

Sucuk örneklerinin L*değerleri üzerine uygulamaların etkisi son üründe önemli bulunmuştur. Sucuk örneklerinin L* değeri son üründe 52.14 ile 55.10 arasında, depolamanın 1. ayında 53.49 ile 54.81 arasında ve depolamanın 2. ayında 54.26 ile 56.99 arasında olduğu belirlenmiştir. Sucuk örneklerinin a* değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Sucukların ortalama a* değerleri, son üründe 14.22 ile 14.98 arasında iken depolamanın 1.

ayında 11.93 ile 13.07 arasında ve depolamanın 2. ayında 10.22 ile 11.67 arasında olduğu saptanmıştır. Depolama aşamasında a* değerlerinde genel olarak bütün gruplarda azalışlar tespit edilmiştir. Bu durum kırmızılığın azaldığını göstermektedir. Sucuk örneklerinin b* değerleri üzerine uygulamaların etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Sucukların ortalama b* değerleri, son üründe 13.59 ile 14.49 arasında iken depolamanın 1. ayında 12.43 ile 13.11 arasında ve depolamanın 2. ayında 11.88 ile 12.56 arasında olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde depolama aşamasında b* değerlerinde kısmi azalışlar tespit edilmiştir. Bu durum sarılığın azaldığını göstermektedir.

Uygulamaların sucuk örneklerinin Sertlik (Hardness), Çiğnenebilirlik (Chewiness) ve Esneklik (Resilience) değerleri üzerine etkisi, son ürün, 1. ay ve 2. ay olmak üzere bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Tutunabilirlik (Adhesiveness) ve İç yapışkanlık (Cohesiveness) değerleri sadece 2. ay'da önemli bulunmuştur.

Uygulamaların sucuk örneklerinin Triptamin içerikleri üzerine etkisi 0. gün ve 2. ayda önemli bulunmuştur. Örneklerin 0. gününde en düşük Triptamin içeriği yüksek oranda (12.83 mg/kg kuru madde) menengiç ekstraktı ilave edilen gruba, en yüksek Triptamin içeriği ise orta oranda (30.50 mg/kg kuru madde) menengiç ekstraktı ilave edilen gruba aittir. Depolamanın 2. ayında ise en düşük Triptamin içeriği kontrol (12.47 mg/kg kuru madde), yüksek oranda menengiç ekstraktı (19.46 mg/kg kuru madde) ve askorbik asit (18.20 mg/kg kuru madde) ilave edilen gruplara, en yüksek Triptamin içeriği ise düşük oranda (25.14 mg/kg kuru madde) ekstrakt ilave edilen gruba aittir.

Uygulamaların sucuk örneklerine ait 2-Feniletilamin içerikleri üzerine etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. 2-Feniletilamin içeriği 1.68 ile 27.51 mg/kg kuru madde arasında değişmektedir. 2-Feniletilamin en yüksek 0. güne, en düşük ise 3. güne ait örneklerde olduğu belirlenmiştir. Son ürün ve depolamanın 1. ayında genel olarak bütün gruplarda artışlar gözlemlenmiş olup depolamanın 2. ayında örneklerin genel olarak 1. ay ile benzer 2-Feniletilamin

içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Sucuk örneklerine ait ortalama Putresin içerikleri üzerine uygulamaların etkisi 3. günde ve 1. ayda önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Fermente sucuk üretiminin 3. gününde en düşük Putresin içeriği, kontrol (1.20 mg/kg kuru madde), düşük (1.28 mg/kg kuru madde), yüksek (2.03 mg/kg kuru madde) oranda menengiç ekstraktı ve askorbik asit (1.51 mg/kg kuru madde) ilave edilen gruplara, en yüksek Putresin içeriği ise orta oranda (4.36 mg/kg kuru madde) menengiç ekstraktı ilave edilen gruba aittir. Depolamanın 1. ayında ise en düşük Putresin içeriği kontrol (12.47 mg/kg kuru madde) ve yüksek oranda menengiç ekstraktı (19.46 mg/kg kuru madde) ilave edilen gruplara, en yüksek Putresin içeriği ise düşük oranda (25.14 mg/kg kuru madde) ekstrakt ve askorbik asit (5.26 mg/kg kuru madde) ilave edilen gruplara aittir.

Uygulamaların sucuk örneklerinin Kadaverin içerikleri üzerine etkisinin bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Örneklerin Kadaverin içeriği 2.47 ile 5.79 mg/kg kuru madde arasında değişmektedir. Ayrıca sadece askorbik asit ilave edilen grupta üretim ve depolama aşamasında kısmi azalışlar tespit edilmiştir. Ancak bu değişimlerin diğer uygulamalardan farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Uygulamaların sucuk örneklerinin Histamin içerikleri üzerine etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Örneklerin Histamin içeriği 6.50 ile 8.08 mg/kg kuru madde arasında değişmektedir. Ayrıca sadece askorbik asit ilave edilen grupta üretim ve depolama aşamasında kısmi farklılıklar tespit edilmiştir.

Uygulamaların sucuk örneklerinin Tiramin içerikleri üzerine etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Ancak genel olarak bütün gruplarda üretim ve depolama aşamalarında artışlar tespit edilmiştir. Örneklerin Tiramin değeri 0. gününde 2.77 ile 3.44 mg/kg kuru madde arasında, 3. gününde 22.58 ile 24.58 mg/kg kuru madde arasında, son üründe 36.94 ile 40.54 mg/kg kuru madde, depolamanın 1. ayında 47.45 ile 68.22 mg/kg kuru madde arasında ve depolamanın 2. ayında 57.33 ile 78.33 mg/kg kuru madde arasında olduğu tespit edilmiştir.

Uygulamaların sucuk örneklerinin Spermidin içerikleri üzerine etkisi bütün aşamalarda önemsiz bulunmuştur. Spermidin içeriği 4.0 ile 6.84 mg/kg kuru madde arasında değişmektedir. Ayrıca üretim ve depolama aşaması süresince sadece kontrol grubunda kısmi farklılıklar tespit edilmiştir.

Sucuk örneklerinin Spermin değeri 2. ayda önemli bulunmuştur. Fermente sucuk üretiminin 2. ayında en düşük Spermin içeriği, kontrol (56.80 mg/kg kuru madde) ve askorbik asit (58.32 mg/kg kuru madde) ilave edilen grupta, en yüksek Spermin içeriği ise düşük (64.91 mg/kg kuru madde) ve orta (65.32 mg/kg kuru madde) oranda menengiç ekstraktı ilave edilen gruplara aittir. Üretim ve depolama aşamalarında Spermin içeriği kontrol grubu, orta oranda menengiç ekstraktı ve askorbik asit ilave edilen gruplarda kısmi farklılıklar tespit edilmiştir.

Sucuk örneklerine ait ortalama TBARS değerleri üzerine uygulamaların etkisi 0. gün ve 3. günde önemli bulunmuştur. Ayrıca genel olarak bütün gruplarda üretim ve depolama aşamasında TBARS değerlerinde farklılıklar tespit edilmiştir. Sucukların TBARS değeri başlangıçta 0.58 ile 1.05 mg malondialdehit/kg arasında, 3. günde 1.33 ile 2.16 mg malondialdehit/kg arasında, son üründe 0.68 ile 1.46 mg malondialdehit/kg arasında, 1. ayda 0.93 ile 1.88 mg malondialdehit/kg arasında ve 2. Ayda 1.52 ile 1.82 mg malondialdehit/kg arasında olduğu belirlenmiştir.

Sucuk örneklerinin duyuşal özellik üzerine uygulamaların etkisi aroma, tat ve genel izlenim için önemli bulunmuştur. Son ürününde yapılan duyuşal analiz sonucu kontrol grubu, düşük oranda menengiç ekstraktı ve askorbik asit eklenen grupların benzer duyuşal özellikler barındırdığı ve genel olarak bütün sucuk örneklerinin beğenildiği belirlenmiştir. Böylece sucuk kalitesinin artırılması amacıyla, yapay antioksidanlara alternatif olarak menengiç ekstraktının kullanılabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, ultrasonik su banyosunda, 25°C’de 1 saat boyunca %70 etil alkol ile ekstraksiyon gerçekleştirilerek elde edilen menengiç ekstraktının sucuklara ilave edilmesinin, üretim ve depolama süreçlerinde, sucuk örneklerinin incelenen kalite özellikleri üzerine etkisinin sınırlı kabul edilebilecek seviyede

olduğu belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmede bütün sucuk örneklerinin panelistler tarafından beğenilmiş olması ile birlikte özellikle düşük oranda menengiç ekstraktı içeren sucukların aroma, tat ve genel izlenim açısından öne çıkması, kontrol grubu ve askorbik asit ilave edilen grup ile benzer duyusal özellikler barındırması, sucukların kalitesinin artırılması amacıyla, yapay antioksidanlara alternatif olarak menengiç ekstraktının kullanılabilmesine işaret etmektedir. Ayrıca, elde edilen menengiç ekstraktının detaylı bileşim analizlerinin gerçekleştirilmesi ve optimizasyon çalışmaları ile en etkili menengiç ekstraktı ilave edilme oranlarının belirlenmesi sonraki çalışmalar için önem taşımaktadır.



KAYNAKLAR

- Abdullakasim, P., Songchitsomboon, S., Techagumpuch, M., Balee, N., Swatsitang, P., Sungpuag, P., 2007. Antioxidant capacity, total phenolics and sugar content of selected Thai health beverages. International journal of food sciences and nutrition, 58(1) : 77-85.
- Acar, G., 2018. Sığır eti köftelerinin depolama stabilitesi üzerine farklı oranlarda zeytin yaprağı ilavesinin etkisi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Akarpat, A.,Turhan, S.,Ustun, N. S., 2008. Effects Of Hot-Water Extracts From Myrtle, Rosemary, Nettle And Lemon Balm Leaves On Lipid Oxidation And Color Of Beef Patties During Frozen Storage. Journal Of Food Processing And Preservation, 32:117-132.
- Akıllı, A., 1988. Et ve mamullerinin kaliteleri, Etlik Vet.Mikrobiyoloji Derg., 6; 102- 112.
- Aksu, M. I., 2003. Türk sucuğu üretiminde *Urtica dioica* L. (ısırgan otu) kullanımının sucuğun kalitesi üzerine etkisi, Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 27, 685-693.
- Alper, N.,& Temiz, A., (2001). Gıdalardaki biyojen aminler ve önemi. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 58,71-80.
- Alvarez, M.A., and Moreno-Arribas, M.V., 2014. The problem of biogenic amines in fermented foods and the use of potential biogenic amine-degrading microorganisms as a solution. Trends in Food Science and Technology, 39(2), 146-155.
- Anar, Ş., 2010. Et ve Et Ürünleri Teknolojisi. DORA Basım-Yayım, Bursa, 432s.
- Anonim, 2019a.. Feke Coğrafi Konumu. <http://www.feke.gov.tr/dogasison> (Erişim tarihi:25.06.2019).

- Anonim, 2019b. Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği, Resmi Gazete. Erişim adresi:
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/01/20190129-4.htm>
- Anonim, 2012. Türk sucuğu TS 1070, Türk Standartları Enstitüsü Kurumu, Ankara.
- Anonim, 2010. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Menengi%C3%A7>. Erişim Tarihi: 01.10.2021.
- Anonim, 1987. Ülkemizde Bazı Önemli Tali Ürünlerin Teshis ve Tanıtım Kılavuzu. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, 1991. The Secrets of Shelf life (Ingredient Technology). Dairy Foods. 92 (12) : 59-60.
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International (17th ed.).AOAC International Suite Suit 500, 481 North Frederick Avenue Gaithersburg, Maryland,2417-2877, USA.
- Arın, B., 2009. Et ürünlerinde kullanılan bazı baharatların antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Atlı, H.S., 2010. Pistacia Terebinthus Ağaçlarının Antep Fıstığının Ağacına Dönüştürülmesi, Antep Fıstığı Araştırma Enstitüsü, Gaziantep.
- Azim, Ö., 2002. Gıdalarda Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile Biyojen Amin Analizleri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bardócz, S., Duguid, T.J., Brown D.S., Grant, G., Pusztai, A., White, A., Ralph, A., 1995. The importance of dietary polyamines in cell regeneration and growth.
- Barutçu, E., 2018. Adana ili'nde Üretilen Bazı Sucuklarda Elisa ve Gerçek Zamanlı PCR Teknikleri Kullanılarak Tavuk Eti Varlığının İncelenmesi ve Sucukların Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Araştırılması.Çukurova Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi, Adana,94s.

- Baytop, T., 1984. Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi. İstanbul Üniversitesi Yayınları.No: 3235-Eczacılık Fakültesi. No:40, İstanbul.
- Bilenler, T., 2017.Isıl işlem görmüş sucuk benzeri et ürününün kalitesinin iyileştirilmesinde enkapsüle starter kültür kullanımı, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Bjeldanes, L.F., Schutz, D.E., and Morris, M.M., 1978. On the aetiology of scombroid poisoning: Cadaverine potentiation of histamine toxicity in the guinea-pig. Food Cosmetol. Toxicol. 16: 157-159.
- Blois, M. S., 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181:1199.
- Bozkurt, H., 2006a. Investigation of the effect of sumac extract and BHT addition on the quality of sucuk (Turkish dry- fermented sausage). Journal of the Science of Food and Agriculture, 86,849-856.
- Bozkurt, H., 2006b. Utilization of natural antioxidants: Green tea extract and Thymbra spicata oil in Turkish dry-fermented sausage. Meat Science, 73,442-450.
- Bozkurt, H., ve Erkmen, O., 2001. Formations of biogenic amines in Turkish style sausage during ripening and storage periods. Journal of food quality, 25(4), 317-332.
- Casquete, R., Benito, M.J., Martín, A., Ruiz –Moyano, S., Aranda, E., and Córdoba, M.G.,2012. Microbial quality of salchichon and chorizo, traditional Iberian dry-fermented sausage from two different industries, inoculated autochthonous starter cultures, Food Control, 24:1, 191-198.
- Chen, C.C., Pearson, A.M., Gray, J.I., and Merkel, R.A., 1984. effects of salt and some antioksidant upon the TBA numbers of meat. Food Chemistry.
- Ciftci, H., Ozkaya, A., Kariptas, E., 2009. Determination of fatty acids, vitamins and trace elements in *Pistacia terebinthus* coffee. Journal of Food Agriculture Environment, 7(3-4): 72-74. 167-172.

- Çevik, M., 2012. Ticari starter kullanarak üretilen Tokat bez sucuğunun bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Türkiye, 2012.
- Çolak, H., ve Aksu, H., 2002. “Gıdalarda biyojen aminlerin varlığı ve amin oluşumunu etkileyen faktörler”. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 13(1-2): 35-40.
- Çolak H., ve Uğur, M., 2002. Farklı muhafaza sıcaklığı ve süresinin fermente sucuklarda biyojen aminlerin oluşumu üzerine etkisi. Türk. J. Vet. Anim. Sci., 26: 779-784.
- Dai, J., Mumper, R. J., 2010. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. Molecules, 15(10), 7313-7352.
- de Almeida, P.L., de Lima, S.N., Costa, L.L., de Oliveira, C.C., Damasceno, K. A., dos Santos, B.A., Campagnol, P.C.B., 2015. Effect of jaboticaba peel extract on lipid oxidation, microbial stability and sensory properties of Bologna-type sausages during refrigerated storage. Meat science. 110, 9-14.
- de Ciriano, M. G. I., García-Herreros, C., Larequi, E., Valencia, I., Ansorena, D., Astiasarán, I., 2009. Use of natural antioxidants from lyophilized water extracts of *Borago officinalis* in dry fermented sausages enriched in ω -3 PUFA. Meat science, 83(2), 271-277.
- Demir, N., 2013. Fermente Sucuk Üretiminde Şalgam Suyu Kullanımının Bazı Patojenlerin Canlılığı Üzerine Etkisi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 85s, Manisa.
- Duke, J.A., 1989. CRC Handbook of Nuts. CRC Pres., Boca Raton, Florida, pp. 343.
- Dziezak, J.D., 1986. Antioxidants. Food Technol. 40 (9): 94-102.
- Eerola, S., Hinkkanen, R., Lindfors, E., and Hirvi, T., 1993. Liquid chromatographic determination of biogenic amines in dry sausages. Journal of AOAC International. 76, 575-577.

- EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), 2011. Scientific opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. EFSA Journal, 9,2393.
- Ekici, K., and Omer, A.K., 2018. The determination of some biogenic amines in Turkish fermented sausages in Van, 639-643.
- Elgin, S., 2019. Kızılcık (*Cornus mas*) ekstresi ilaveli pişirilmiş köftelerin donmuş muhafazası sırasında fizikokimyasal özelliklerinin incelenmesi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 51s, Denizli.
- Ercoskun, H., Çon, A.H., ve Gökalp, H.Y., 2000. Biyojenik aminler ve gıdalarda miokroorganizmalarca üretimi. Standard, 56-61.
- Ergezer, H., Gökçe, R., Elgin, Ş., ve Akcan, T., 2018. Kızılcık (*Cornus mas* L.) ekstraktı kullanımının sucuk kalite karakteristikleri üzerine etkisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24,1376-1381.
- Erginkaya, Z., ve Var, I., Et ve et ürünlerinde biyojenik aminler. Gıda 1989; 14 (3): 17-14.
- Ertaş, N., Doğruer, Y., 2010. Besinlerde tekstür. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 7(1):35-42.
- Estevez, M., Ventanas, S., and Cava, R., 2006. Protein Oxidation in Frankfurters with Increasing Levels of Added Rosemary Essential Oil: Effect on Color and Texture Deterioration. Food Chem Tox; 7:427-432.
- Frankel, E.N., 1991. Recent Advances in Lipid Oxidation. J. Sci. Food Agric. 54 (4): 495-511.
- Formanek, Z., Kerry, J.P., Higgins, F.M, Buckley, D.J., Morrissey, P.A., and Farkas, J., 2001. Addition of synthetic and natural antioxidants to α -tocopheryl acetate supplemented beef patties: effects of antioxidants and packaging on lipid oxidation. Meat Science, 58; 337-341.
- Galgano, F., Favati, F., Bonadio, M., Lorusso, and V., Romano, P., 2009. Role of biogenic amines as index of freshness in beef meat packed with different biopolymeric materials. Food Res Int; 42(8):1147-1152.

- Gardini, F., Tabanelli, G., Lanciotti, R., Montanari, C., Luppi, M., Coloretto, F., Chiavari, C., Grazia, L., 2013. Biogenic amine content and aromatic profile of Salama da sugo, a typical cooked fermented sausage produced in Emilia Romagna Region. *Food Control*. 32, 638-643.
- Gençcelep, H., Kaban, G., Aksu, M.I., Oz, F., and Kaya, K., 2008. Determination of biogenic amines in sucuk, *Food Control*, 19:9,868-872.
- Gençcelep, H., 2006. Sucuk üretiminde değişik starter kültürler ve farklı nitrit seviyelerinin biyojen amin oluşumu üzerine etkileri, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Erzurum.
- Glória, M.B.A., 2005. Bioactive Amines. Editor: Hui YH. *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*, 1-32, Boca Raton, London, Newyork, CRC Press.
- Göğüş, K.A., 1986. Et teknolojisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fak.Yayınları No:991 Ankara.
- Gök, V., 2006. Antioksidan kullanımının fermente sucukların bazı kalite özellikleri üzerine etkileri, Doktora tezi. Ankara Üni. Fen. Bil. Enst., Ankara..
- Gökalp, H.Y., Kaya, M., ve Zorba, Ö., 2010. Et Ürünleri İşleme Mühendisliği. Atatürk Üniversitesi Yayın No:786, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum, 203-239.
- Gray, J.I., Gomaa, E.A., and Buckley, D.J., 1996. Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat science*, 43, 111-123.
- Gücükoğlu, A., 2007. Türk fermente sucuğunda farklı starter kültür ve olgunlaşma sıcaklıklarının biyojen amin oluşumu üzerine etkisi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Halász, A., Barath, A., Simon-Sarkadi, L., and Holzapfel, W., 1994. Biogenic Amines and Their Production by Microorganisms In Food, *Trends in Food Science and Technology*.5: 42-49.

- Helvacıoğlu, S., 2020. Fermente sucukların bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalite kriterleri üzerine zerdeçalın etkisi, Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üni. Fen. Bil. Enst., Afyon.
- Hernandez-Jover, T., Izquierdo Pulido, M., Veciana-Nagues, M.T., Marine-Font, A., and Vidal-Carou, M.C., 1997. Effects of starter culture on biogenic amines formation during fermented sausage production, J. Food Produc., 60:7, 825-830.
- Huidobro, F. R., Miguel, E., Blázquez, B., and Onega, E., 2005. A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. Meat science, 69(3): 527-536.
- Hutařová, Z., Večerek, V., Steinhauserová, I., Maršálek, P., Bořilová, G., 2013. Effects of storage temperature on biogenic amine concentrations in meat of uneviscerated pheasants (*Phasianus colchicus*). ACTA VET. BRNO 82: 061–065; doi:10.2754/avb201382010061.
- Karabacak, S., Bozkurt, H. 2008. Effects of *Urtica dioica* and *Hibiscus sabdariffa* on the quality and safety of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). Meat Science, 78(3): 288-296.
- Karahan, G.A., 2003. Gıdalarda Biyojen Aminler. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi. 01(5): 21-32.
- Karatoprak G.Ş., Yıldız, G., Gürbüz, P., 2016. *Pistacia Terebinthus* Meyvesi ve Menengiç Kahvesinden Hazırlanan Ekstrelerin Toplam Fenolik ve Flavonoit Madde Kompozisyonlarının ve Antioksidan Etkilerinin Karşılaştırılması.
- Kargozari, M., Moini, S., Basti, A.A., Emam-Djomeh, Z., Ghasemlou, M., Martin, R.I., Gandomi, H., Carbonell-Barrachina, A.A., Szumny, A., 2014. Development of Turkish Dry-Fermented Sausage (Sucuk) Reformulated with Camel Meat and Hump Fat and Evaluation of Physicochemical, Textural, Fatty Acid and Volatile Compound Profiles During Ripening LWT. Food Science and Technology, 59:849- 858.

- Kaya, F., 2012. Menengiç Tohumlarından Yağ Ekstraksiyonu Şartlarının Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üni Fen Bilimleri Enst. Kimya Mühendisliği A.B.D. Elazığ.
- Keskin, H., 1981. Besin Kimyası. I. Cilt (4. Baskı). Fatih Yayınevi ve Matbaası, İstanbul.
- Kim, H.J., ve Min, D.B., 2007. Chemistry of lipid oxidation, in Food Lipids: Chemistry, Nutrition and Biotechnology, Eds. C. C. Akoh ve D. B. Min. Taylor&Francis Group, LLC.
- Klimczak, I., Małecka, M., Szlachta, M., Gliszczyńska-Świgło, A., 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. Journal of Food Composition and Analysis, 20(3-4):313-322.
- Konica, Minolta., 2007. Precise color communication color control from perception to instrumentation. Erişim adresi https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf
- Kurćubić, V. S., Mašković, P. Z., Vujić, J. M., Vranić, D. V., Vesković-Moraćanin, S. M., Okanović, Đ. G., and Lilić, S. V., 2014. Antioxidant and antimicrobial activity of Kitaibelia vitifolia extract as alternative to the added nitrite in fermented dry sausage. Meat Science, 97(4), 459-467.
- Kurt, A., 2012. Fermente Sucuk Üretiminde Kuru İncir ve Taze Siyah İncir Kullanımı, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 57s, Afyonkarahisar.
- Kurt, S., ve Zorba, O., 2008. Et ve Fermente Et Ürünlerinde Biyojen Aminler, Türkiye 10.Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs, Erzurum, 253-246.
- Ladikos, D., and Loughvois, V., 1990. Lipid oxidation in muscle foods. Food Chem., 35; 295-314.

- Latorre-Moratalla, M.L., Bover-Cid, S., Veciana-Nogues, M.T., Vidal-Carou, M.C., 2012. Control of biogenic amines in fermented sausages: role of starter cultures. *Front Food Microbiol.* 3: 1-9.
- Latorre-Moratalla, M.L., Veciana-Nogués, T., Bover-Cid, Garriga, S.M., Aymerich, T., Zanardi, E., Ianieri, A., M.J. Fraquenza, Patarata, L., Drosinos, E.H., Lauková, A., Talon R., and Vidal-Carou, M.C., 2008. Biogenic amines in traditional fermented sausage produced in selected European countries, *Food Chem.*, 107:2, 912-921.
- Lee, B.J., Hendricks, D.G.N., and Cornforth, D.P., 1999. A comparison of carnosine and ascorbic acid on color and lipid stability in a ground beef pattie model system. *Meat Science*, 245-253.
- Lee, S. K., Kim, Y. S., Kim, J. Y., and Song, Y. H., 2001. Effect of muscle pH and display conditions on surface color in Hanwoo (Korean Native Cattle) Beef. *Asian- Australasian Journal of Animal Sciences*, 14,365-371.
- Leuschner, R.G., Hammes, W.P., 1998. Tyramine degradation by micrococci during ripening of fermented sausage. *Meat Science*, 49(3), 289-296.
- Liu, D.C., Tsau, R.T., Lin, Y.C., Jan, S.S., Tan, F.J., 2009. Effect of various levels of rosemary or Chinese mahogany on the quality of fresh chicken sausage during refrigerated storage. *Food chemistry*, 117(1),106-113.
- Lorenzo, J.M., Martínez, S., Franco, I., and Carballo J., 2007. Biogenic amine content during the manufacture of dry-cured lacon. a Spanish traditional meat product: Effect of some additives, *Meat Sci.*, 77:2 (2007) 287-293.
- Lu, S., Ji, H., Wang, Q., Li, B., Li, K., Xu, C., Jiang, C., 2015. The effects of starter cultures and plant extracts on the biogenic amine accumulation in traditional Chinese smoked horse meat sausages. *Food Control*, 50: 869-875.
- Mafra, I., Herbert, P., Santos, L., Barros, P., and Alves, A., 1999. Evaluation of Biogenic Amines in Some Portuguese Quality Wines by HPLC Fluorescence Dedection of OPA Derivatives, *American Journal of Enology and Viticulture*. 50 (1):128- 132.

- Maijala, R.L., Eerola, S.H., Aho, M.A., Hirn, J.A., 1993. The effect of GDL-induced pH decrease on the formation of biogenic amines in meat. *Journal of food protection*, 56(2), 125-129.
- Mansour, E.H., Khalil, A.H., 2000. Evaluation Of Antioxidant Activity Of Some Plant Extracts And Their Application To Ground Beef Patties. *Food Chemistry*, 69:135-141.
- Masson, F., Lebert, A., Talon, R., Montel, M.C., 1997. Effects of physico-chemical factors influencing tyramine production by *Carnobacterium divergens*. *Journal of Applied Microbiology*, 83, 36-42.
- Masson, F., Talon, R., Montel, MC., 1996. Histamine and tyramine production by bacteria from meat products. *International Journal of Food Microbiology*, 32(1-2), 199-207.
- Meilgaard, M.C., Carr, B.T., and Civille, G.V., 2006. Sensory evaluation techniques. CRC press. s.424.
- Mielnik, M.B., Olsen, E., Vogt, G., Adeline, D., Skrede, G., 2006. Grape seed extract as antioxidant in cooked cold stored turkey meat. *LWT, Food Science and Technology*, 39: 191-198.
- Molenaar, D., Bosscher, J.S., Ten Brink, B., Driessen, A.J.M., Konings, W.N., 1993. Generation of a proton motive force by histidine decarboxylation and electrogenic histidine/histamine antiport in *Lactobacillus buchneri*. *Journal of Bacteriology*, 175 (10), 2864-2870.
- Nassu, R.T., Gonçalves, L.A.G., da Silva, M.A.A.P., and Beserra, F.J., 2003. Oxidative stability of fermented goat meat sausage with different levels of natural antioxidant. *Meat Science*, 63(1), 43-49.
- Orhan, I.E., Senol, F.S., Gulpınar, A.R., Sekeroglu, N., Kartal, M., Sener, B., 2012. Neuroprotective Potential Of Some Terebinth Coffee Brands And The Unprocessed Fruits Of Pistacia *Terebinthus L.* And Their Fatty And Essential Oil Analyses. *Food Chemistry* 130: 882–888.

- Özcan, M.M., Tzakou, O., and Couladis, M., 2009. Essential oil composition of the turpentine tree (*Pistacia terebinthus* L.) fruits growing wild in Turkey. Food Chem, 114, 282-285. f natural antioxidant. Meat Science, 63: 43-49.
- Özcan, M., 2004. Characteristics of fruit and oil of terebinth (*Pistacia terebinthus* L) growing wild in Turkey. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84(6):517-520.
- Özdestan, Ö., 2009. Türkiye’de Üretilen Bazı Fermente Gıdalarda Biyojen Aminlerin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özdestan, Ö., ve Üren, A., 2012. Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi 12: 32-40.
- Özer, C.K., 2017. Fermente et model sistemi içerisinde kuşburnu (*Rosa canina* L.) meyvesi kullanımı, The Journal Of Food, 42, 372-381.
- Öztan, A., 1993. Et Bilimleri ve Teknolojisi. Hacettepe Üniv. Müh. Fak. Yayın. Hacettepe Üniv. Basımevi, Ankara.
- Papavergou, E.J., 2011. Biogenic amine levels in dry fermented sausage produced and sold in Greece, Procedia Food Sci., 1:1 126-1131.
- Rabie, M.A., Peres, C., and Malcata, F.X., 2014. Evolution of amino acid and biogenic amines throughout storage in sausage made of horse. beef and turkey meats, Meat Sci.. 96:1, 82-87.
- Riemenschneider, R.W., 1955. Oxidative Rancidity and Antioxıdan:î. Tlandbook of Food ard Agricltjre. F.C. Blanck (Ed.), Reinhold Publishing Corporation New Y ork. Chapman Hail Ltd. Londonr.
- Ruiz-Capillas, C., and Jiménez-Colmenero, F., 2005. Biogenic Amines in Meat and Meat Products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 44(7-8), 489-499.
- Sadullahoğlu, H., 2010. Öğütölmüş çeşitli bitki tohumlarının sucuğun bazı kalite özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Sahoo, J., and Anjaneyulu, A.S.R., 1997. Quality Improvement of ground buffalo meat by preblending with Sodium ascorbate. *Meat Science*, 46(3); 277-247.
- Salem, F.M.A., and Ibrahim, H.M., 2010. Dry fermented buffalo sausage with sage oil extract: Safety and quality. *Grasas y aceites*, 61.
- Salgado, A., Fontan G.M.C., Franco, I., Lopez, M. and Carballo, J. 2004. Biochemical changes during the ripening of Chorizo de cebolla, a Spanish traditional sausage. Effect of the system of manufacture (homemade or industrial). *Food Chemistry*, 92(3); 413-424.
- Sebranek, J.G., Sewalt, V. J. H., Robbins, K.L. ve Houser, T.A. 2005. Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Science*, 69, 289–296.
- Sezer, Y.Ç., 2021. Kayseri piyasasında satışa sunulan endüstriyel tip fermente, kasap ve ısıtılmış işlem görmüş sucukların biyogen amin miktarlarının belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 23: 43-51.
- Shalaby, AR., 1996. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Res. Int.* 29: 675-690.
- Silla-Santos, M.H., 1996. Biogenic amines: their importance in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 29(2-3), 213-231.
- Sinell, H.J., 1978. Biogene Amino als Risikofaktoren in der Fischhygiene. *Archiv für Lebensmittelhygiene*. (29): 206-210.
- Smith, S.J., and Alfawaz, M., 1995. Antioxidative activity of maillard reaction products in cooked ground beef, sensory and TBA values. *Journal of Food Science*, 60:234-237.
- Soncu, E.D., Arslan, B., Erturk, D., Kucukkaya, S., Ozdemir, N., Soyer, A., 2018. Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of turkish fermented sausages (sucuk) coated with chitosan-essential oils. *LWT-Food Science and Technology*, 97: 198-204.

- Soyer, A., Ertaş, H.E., Üzümcüođlu, Ü., 2005. Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages. *Meat Science*. 69: 135-141.
- Straub, B., Schollenberger, M., Kicherer, M., Luckas B., and Hammes, W.P., 1991. Extraction and determination of biogenic amines in fermented sausage and other meat product using reversed phase HPLC, *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 197:3, 230-232.
- Tabanelli, G., Coloretto, F., Chiavari, C., Grazia, L., and Lanciotti, R., 2012. Effects of starter cultures and fermentation climate on the properties of two types of typical Italian dry fermented sausages produced under industrial conditions, *Food Control*, 26:2, 416-426.
- Tasić, T., Ikonić, P., Mandić, A., Jkanović, M., Tomović, V., Svatić, S., and Petrović, L., 2012. Biogenic amines content in traditional dry fermented sausage Petrovska klobasa as possible indicator of good manufacturing practice, *Food Control*, 23:1, 107-112.
- Topçu, G., Ay, M., Bilici, A., Sarukürkçü, C., Öztürk, M., Ulubelen, A., 2007. A new flavone from antioxidant extracts of *Pistacia terebinthus*, *Food Chemistry* 103:816–822.
- Toy, N., 2010. ‘Laktik Asit Bakterileri Serbest Hücre Ekstraktlarının Patojenik Bakterilerin gelişimine Ve Biyojenik Amin Üretimine Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 87.
- Turantaş, F., ve Öksüz, A., 1998. Balık ve balık ürünlerinde biyojenik aminler ve amin üretiminde rol oynayan bakteriler. *Gıda Teknolojisi*. 3(5): 58-65.
- Turgut, Z., 2006. Starter Kültür Kullanılarak Üretilen Hıyar Turşularında Biyojen Amin Oluşumu Üzerine Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi. Ankara, Türkiye.

- Turp, G.Y., Kazan, H., ve Ünübol, H., 2016. Sosis üretiminde doğal renk maddesi ve antioksidan olarak kırmızı pancar tozu kullanımı, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dergi., 12: 303-311.
- Turp, G.Y., 1999. Tavuk köftelerinde askorbik asit, alfa-tokoferol/askorbik asit ve biberiye ekstraktı kullanımının bazı kalite özellikleri üzerine etkileri, Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Tuzlaci, E., Aymaz, P.E., 2001. Turkish folk medicinal plants, Part IV: Gönen, Balıkesir. Fitoterapia, 72: 323-343.
- Uz, A., 2008. Az Yağlı Sucuğun Renk ve Tekstürüne Buğday Kepeği ilavesinin Etkisi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87s, Ankara.
- Ünal, K., Karakaya, M., 2017. Farklı Hayvansal Yağlar İlave Edilerek Üretilen Sucukların Bazı Fizikokimyasal Özellikleri Üzerine Karanfil ve Tarçının Etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 14: 55-65.
- Vatansever, L., 2004. Et ve Et Ürünlerinde Biyojenik Aminler. Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi. 10: 203-208.
- Yerlikaya, P., ve Gökoğlu, N., 2002. Biyojen Aminler ve Önemi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Dergisi. (6): 24-30.
- Yesilada, E., Gisho, H., Sezik, E., Tubate, M., Fujite T, Tanaka, T., Takedu, Y., Takaishi, Y., 1995. Traditional Medicine in Turkey V. Folk Medicine in the inner Taurus Mountains. Journal of Ethnopharmacology 46, 133–152.
- Yin, M., Cheng, W., 2003. Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic derived organosulfur compounds in ground beef. Meat Science. 63, 23-28.
- Wang, X., Zhang, Y., and Ren, H., 2018. Effects of grape seed extract on lipid oxidation, biogenic amine formation and microbiological quality in Chinese traditional smoke- cured bacon during storage. Journal of Food Safety, 38: e12426

- Wenjiao, F., Yunchuan, C., Junxiu, S., and Yongkui, Z., 2014. Effects of tea polyphenol on quality and shelf life of pork sausages. *Journal of Food science and Technology*, 51: 191-195.
- Wu, S.Y., and Brewer, M.S., 1994. Soy protein isolate antioxidant effect on lipid peroxidation of ground beef microsomal lipid. *J.Food Sci.* 59(4), 702-706.
- Zaman, M.Z., Abdulmir, A.S., Bakar, F.A., Selamat, J., Bakar, J., 2009. A review: Microbiological, physicochemical and health impact of high level of biogenic amines in fish sauce. *American Journal of Applied Sciences*, 6(6), 1199-1211.
- Zhang, Q.Q., Jiang, M., Rui, X., Li, W., Chen, X.H., Dong, M.S., 2017. Effect Of Rose Polyphenols On Oxidation, Biogenic Amines and Microbial Diversity In Naturally Dry Fermented Sausages. *Food Control*, 78:324- 330.
- Zhang, L., Lin, Y. H., Leng, X. J., Huang, M., & Zhou, G. H. 2013. Effect of sage (*Salvia officinalis*) on the oxidative stability of Chinese-style sausage during refrigerated storage. *Meat Science*, 95(2), 145-150.



ÖZGEÇMİŞ

Kozan/Adana’da doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimini Kozan’da tamamladı. 2011 yılında Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde lisans eğitime başladı. 2017 yılında mezun oldu. 2018 yılında Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitime başladı. 2021 yılında özel kurumda Gıda Mühendisi olarak göreve başladı.





EKLER



EK 1

DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

Adı - Soyadı :

Yaşı:

Lütfen size sunulan örneklerin "ÖRNEK KODLARI"na aşağıdaki sütunlara yazınız.

Örnekleri değerlendiriniz

Her bir örnek için değerlendirilen "ÖZELLİK" ile ilişkili hissettiğinizi en iyi yansıtan puanı yazınız.

Hıç Beğenmedim	Çok Beğenmedim	Orta Derecede Beğenmedim	Biraz Beğenmedim	Ne Beğendim Ne Beğenmedim	Az Beğendim	Orta Derecede Beğendim	Çok Beğendim	Çok Fazla Beğendim
1	2	3	4	5	6	7	8	9

ÖZELLİKLER	ÖRNEK KODLARI				
DIŞ GÖRÜNÜŞ					
RENK					
AROMA					
TAT					
TEKSTÜR					
GENEL İZLENİMİNİZ					