İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ET ÜRÜNLERİNDE KULLANILAN BAZI BAHARATLARIN ANTİMİKROBİYAL VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Belgin ARIN

Anabilim Dalı : Gıda Mühendisliği

Programı : Gıda Mühendisliği

HAZİRAN 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ET ÜRÜNLERİNDE KULLANILAN BAZI BAHARATLARIN ANTİMİKROBİYAL VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gıda Müh. Belgin ARIN
(506061503)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04 Mayıs 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 02 Haziran 2009

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Gürbüz GÜNEŞ (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Necla ARAN (İTÜ)
Prof. Dr. Selma TÜRKAY (İTÜ)

HAZİRAN 2009

ÖNSÖZ

Son yıllarda doğal muhafaza yöntemlerinin öneminin artmasıyla birlikte baharatların mikrobiyal gelişme ve oksidasyonu azaltıcı etkileri üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak çalışmaların çoğunda baharatın kendisi değil, esansiyel yağı ya da ekstraktı kullanılmış ve etkisi gıda matriksinde değil besiyeri ortamında incelenmiştir. Halbuki gıdaların kompleks yapıları antioksidan ve antimikrobiyal aktiviteyi azaltabilmekte, baharat yerine ekstraktının kullanımıyla da etki normalden fazla gözlenebilmektedir. Bunun yanında baharatların uzun süreli muhafazasında ışınlama yaygın olarak kullanılan bir metottur. Işınlamanın baharatların antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerine etkisi ise yeterince araştırılmamış bir konudur. Bu tez çalışmasında, Türk mutfağında et ürünlerinde yaygın olarak kullanılan baharat çeşitlerinin antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri hem gıda ortamında hem de model sisteminde incelenmiştir. Ayrıca ışınlamanın baharatların gıda ortamındaki antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerine etkisi araştırılmıştır.

Çalışmam süresince her türlü desteği veren, ihtiyaç duyduğum her an bana zaman ayıran danışmanın Doç. Dr. Gürbüz GÜNEŞ'e saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada süperkritik ekstraksiyon cihazının kullanımına imkan sağlayan İ.T.Ü. Kimya Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Selma TÜRKAY'a şükranlarımı sunarım. Çalışmamda kullandığım baharat örneklerinin teminini sağlayan Arifoğlu Baharat ve Gıda San. Ltd. Şti.'ye, örneklerimin ışınlanmasını sağlayan Gamma-Pak Işınlama Tesisi'ne teşekkür ederim. İ.T.Ü. Araştırma Fon Saymanlığı'na projeye verdikleri maddi destekten dolayı teşekkür ederim. Ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca bursiyeri olmaktan gurur duyduğum TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma süresince yanımda olan ve her türlü yardımı benden esirgemeyen Ar. Gör. Celale KIRKIN ve Ar. Gör. Esra DOĞU'ya, her konuda bana destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmalarımda katkıları olan bölümümüzdeki bütün öğretim ve araştırma görevlilerine teşekkürü borç bilirim.

Aralık 2008 Belgin ARIN

Gıda Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
KISALTMALAR ..... **vii**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **ix**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xi**
ÖZET ..... **xiii**
SUMMARY ..... **xv**

1. GİRİŞ **1**

2. LİTERATÜR ÖZETİ **3**

2.1 Et Ürünleri ve Bozulma 3
2.2 Baharatlar ve Et ürünlerinde Kullanımı 5
2.3 Baharatların Ekstraksiyonu 6
2.4 Baharatların Antimikrobiyal ve Antioksidan Etkileri 7
2.4.1 Baharatların antimikrobiyal etkileri 7
2.4.2 Baharatların antioksidan etkileri 8
2.5 Baharatların Sterilizasyonu 9
2.5.1 Etilen oksit gazı metodu 9
2.5.2 Buhar sterilizasyonu 10
2.5.3 Işınlama 10

3. MATERYAL VE METOT **13**

3.1 Materyal 13
3.2 Metotlar 13
3.2.1 Kıyma baharat örneklerinin hazırlanması 14
3.2.2 Süperkriritk akışkan ekstraksiyonu 14
3.2.3 Toplam aerobik mezofilik bakteri analizi 14
3.2.4 TBARS analizi 15
3.2.5 Baharat ekstraklarının antimikrobiyal aktivite tayini 16
3.2.6 Baharat ekstraklarının antioksidan aktivite tayini 17
3.2.7 İstatistiksel analizler 17

4. BULGULAR VE TARTIŞMA **19**

4.1 Baharatların Kıymadaki Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitesi 19
4.1.1 Toplam aerobik mezofilik bakteriler 19
4.1.2 Yağ oksidasyonu 20
4.2 Işınlamanın Baharatların Kıymadaki Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi 21
4.2.1 Toplam aerobik mezofilik bakteriler 22
4.2.2 Yağ oksidasyonu 24

4.3 Işınlamanın Baharat Ekstraktlarının Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi 27
4.3.1 Antimikrobiyal Aktivite Sonuçları..... 27
4.3.2 Antioksidan Aktivite Sonuçları 29
5. SONUÇ VE ÖNERİLER..... 33
KAYNAKLAR..... 35
EKLER 39
ÖZGEÇMİŞ..... 53

KISALTMALAR

BHT : Bütillendirilmiş hidroksitoluen
DPPH : 2,2-difenil- 1- pikrilhidrazil
Kob : Koloni oluşturan birim
kGY : kiloGray
MDA : Malondialdehit
PCA : Plate Count Agar
TAMB : Toplam aerobik mezofilik bakteri
TBA : Tiyobarbitürik asit
TBARS : TBA ile reaksiyona giren maddeler
TCA : Trikloroasetik asit
TEP : 1,1,3,3 Tetratoksipropan
TSA : Tryptic Soy Agar
TSB : Tryptic Soy Broth

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 : Baharat ekstraktlarının *E.coli* O157:H7 ve *L.monocytogenes* 4b üzerindeki agar difüzyonu sonucu gözlenen ortalama zon çapları (mm) ve standart sapmaları……..... 28
Çizelge A.1 : Farklı baharatların kıyma üzerindeki antimikrobiyal etkisinin varyans analizi sonuçları. 39
Çizelge A.2 : Farklı baharatların kıyma üzerindeki antioksidan etkisinin varyans analizi sonuçları. 41
Çizelge A.3 : Işınlamanın baharatların antimikrobiyal aktivitesine etkisinin varyans analizi sonuçları. 43
Çizelge A.4 : Işınlamanın baharatların antioksidan aktivitesine etkisinin varyans analizi sonuçları. 46
Çizelge A.5 : Işınlamanın baharat ekstraktlarının *E.coli* üzerindeki antimikrobiyal etkisinin varyans analizi sonuçları. 49
Çizelge A.6 : Işınlamanın baharat ekstraktlarının *L.monocytogenes* üzerindeki antimikrobiyal etkisinin varyans analizi sonuçları. 50
Çizelge A.7 : Işınlamanın baharat ekstraktlarının antioksidan aktivitesine etkisinin varyans analizi sonuçları. 51

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1 : Baharat-kıyma karışımlarının 3±1 °C'de depolama sırasında TAMB sayılarının zamanla değişimi (hata çubukları standart sapmaları gösterir)……... ……..... 20
Şekil 4.2 : Baharat-kıyma karışımlarının 3±1 °C'de depolama sırasında TBARS değerlerinin zamanla değişimi (hata çubukları standart sapmaları gösterir)……...……...……..... 21
Şekil 4.3 : Baharatlara uygulanan ışınlamanın baharat-kıyma karışımlarında 3±1°C'de depolama sırasında TAMB sayıları üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir; kontrol: baharatsız et)..……..... 23
Şekil 4.4 : Baharatlara uygulanan ışınlamanın baharat-kıyma karışımlarında 3±1°C'de depolama sırasında TBARS değerleri üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir; kontrol: baharatsız et)..……..... 26
Şekil 4.5 : Agar difüzyon yöntemi ile baharat ekstraktlarının (a) *E.coli* O157:H7 (b) *L.monocytogenes* 4b üzerinde inhibisyon zonlarının örnek görünümü (kontrol: metanol)..…….....…….....28
Şekil 4.6 : Baharatlara uygulanan ışınlamanın baharat ekstraktlarında serbest radikal inhibisyon yüzdeleri üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir)……..... 30

ET ÜRÜNLERİNDE KULLANILAN BAZI BAHARATLARIN ANTİMİKROBİYAL VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Baharatlar genelde et ürünlerinde lezzet ve koku vermek için kullanılırlar. Ülkemizde baharatlar yaygın olarak birçok kebap ve köfte ürününde dana kıymasına karıştırılarak kullanılmaktadır. Baharatların kendine has aroması yanında ürünün kalitesini iyileştiren antimikrobiyal ve antioksidan etkileri de bulunmaktadır. Antimikrobiyal ve antioksidan aktivitenin, baharat esansiyel yağları veya ekstraktları kullanılarak model sistemler üzerinde incelendiği çalışmalar bulunmaktadır. Fakat baharatların doğrudan gıda ortamında kullanımı hakkında literatürde yeterli bilgi bulunmamakta ve doğrudan kullanımları koruyucu etkilerini değiştirebilmektedir. Baharatlar yaygın olarak gama ışınlama ile korunmaktadır. Işınlama baharatların bu özelliklerini etkileyebiir. Bu çalışmada et ürünlerinde yaygın olarak kullanılan baharatların antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin hem gıda ortamında hem de model sisteminde incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca ticari ışınlamanın baharatların antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerine etkisi incelenmiştir.

Bu çalışmada üç farklı deney planı tasarlanmıştır. İlk çalışmada ışınlanmış baharatların (biberiye, karabiber, kırmızıbiber, kekik) dana kıymasına %5 oranında karıştırılarak 3±1°C'de depolanmıştır. Kıyma örneklerinde oksidasyon değerleri ölçülmüş ve toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımları yapılmıştır. Çalışmanın ikinci kısmında, ışınlanmış ve ışınlanmamış baharatlar (biberiye, karabiber, kırmızıbiber, kekik, kimyon, acı kırmızıbiber, soğan, sarımsak) dana kıymasına karıştırılarak, kıyma örneklerinde oksidasyon değerleri ölçülmüş ve toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımları yapılmıştır. Çalışmanın üçüncü kısmında ise, ışınlanmış ve ışınlanmamış baharatların süperkritik CO_2 ile elde ekstrakte edilerek ekstraktların (biberiye, karabiber, kırmızıbiber, kekik, kimyon, acı kırmızıbiber) antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesi belirlenmiştir.

İlk çalışmada; kırmızıbiber, karabiber ve kekik içeren kıyma örneklerinde TAMB sayılarının kontrol grubuna göre önemli ölçüde düşük olduğu görülmüştür. Kırmızıbiberli kıyma örneklerinin 9 günlük depolama sonrasında ortalama TAMB sayısı 7,46-log (kob/g)'dır. Kontrol örneğinde ise 9 günlük depolama sonrasında ortalama TAMB sayısı 8,05-log (kob/g)'a ulaşmıştır. Biberiyenin ise antimikrobiyal etkisi gözlemlenmemiştir. Ayrıca biberiye ve kekikli örneklerin kontrol grubuna göre TBARS değerlerinde önemli bir azalma sağladığı görülmüştür. 7 günlük depolama sonrasında kontrol örneğinde ortalama TBARS değeri 1,85 mg MDA/kg örnek iken biberiye için bu değer 1,15 mg MDA/kg örnek, kekik için 1,26 mg MDA/kg örnek olarak bulunmuştur. Karabiber ve kırmızıbiberin antioksidan etkisi ise gözlemlenmemiştir.

İkinci çalışmada; ışınlamanın baharatların antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerine etkisi olmadığı görülmüştür. Çalışmada kullanılan tüm baharatların kontrolle karşılaştırıldığında TAMB sayısında önemli bir azalma sağladığı görülmüştür. En yüksek antimikrobiyal aktiviteyi soğan, sarımsak, acı kırmızıbiber ve kırmızıbiber göstermiştir. Soğanlı kıyma örneklerinin 8 günlük depolama sonrasında ortalama TAMB sayısı 8,19-log (kob/g)'dır. Kontrol örneğinde ise 8 günlük depolama sonrasında ortalama TAMB sayısı 9,06-log (kob/g)'a ulaşmıştır. Kontrolle karşılaştırıldığında biberiye, kimyon, kekik, acı kırmızıbiber ve soğan TBARS değerlerini belirgin olarak azaltmıştır. 7 günlük depolama sonrasında ortalama TBARS değerleri biberiye, kimyon ve kekik için sırasıyla 1,84, 1,06 ve 1,28 mg MDA/kg iken bu değer kontrol örneğinde 2,64 mg MDA/ kg'a ulaşmıştır. Sarımsak, karabiber ve kırmızıbiber içeren örneklerin TBARS değerleri kontrolden farksız bulunmuştur.

Üçüncü çalışmada; ışınlamanın baharatların antimikrobiyal aktivitesini etkilemezken, toplam antioksidan aktivitesini önemli seviyede etkilediği görülmüştür. Işınlanmamış baharatların antioksidan aktivitesinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Biberiye ve kekik en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi göstermiştir. Gram pozitif bakteride antimikrobiyal etki, gram negatif bakteriden daha çok gözlenmiştir. En yüksek antioksidan aktiviteyi gösteren kekik ve biberiye örneklerinin % inhibisyon ortalama değerleri sırasıyla 74,84 ve 71,15 olarak bulunmuştur. En zayıf aktiviteyi gösteren kırmızıbiberde ise % inhibisyon ortalama değeri 8,31 olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak soğan, sarımsak, acı kırmızıbiber ve kırmızıbiber yüksek; kekik, karabiber ve kimyon orta; biberiye ise düşük antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Antioksidan aktivitesi en yüksek olan baharatlar biberiye, kekik ve kimyon; orta seviyede olan baharatlar soğan ve sarımsak; zayıf olan baharatlar ise karabiber, kırmızıbiber ve acı kırmızıbiber olarak bulunmuştur. Işınlama baharatların doğrudan gıda ortamında kullanımında antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerini etkilememiştir. Model sistemde ise ışınlama baharat ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini etkilemezken, antioksidan aktivitesini azaltmıştır. Baharatların gıda ortamında ve model ortamında antimikrobiyal özellikleri farklı olmasına rağmen antioksidan aktiviteleri birbirine kıyasla benzerlik göstermektedir.

INVESTIGATION OF ANTIMICROBIAL AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF SOME SPICES USED IN MEAT PRODUCTS

SUMMARY

Spices are commonly used in meat to give special flavor. Ground beef mixed with various spices is used in different kebabs and meatball products. In addition to specific flavor, spices have antimicrobial and antioxidant activities contributing to the quality of the products. Essential oils or extracts of spices have been studied for antimicrobial and antioxidant activities mostly in model system. However, use of spices directly in food formulations may have different preservative effects on which there is limited information in literature. Moreover spices are commonly preserved by gamma irradiation and this may affect their antimicrobial and antioxidant capacities. Our objective was to investigate antimicrobial and antioxidant activites of various spices in food and model system. Effects of commercial gamma irradiation applied to spices on antimicrobial and antioxidant activites were also studied.

Three experiment steps were designed in this research. In the first experiment; irradiated spices (rosemary, black pepper, red pepper, thyme) are mixed with a proportion of 5% into ground beef and stored at 3±1°C and lipid oxidation levels and total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) counts were periodically investigated during storage. In the second experiment; irradiated spices and unirradiated spices (rosemary, black pepper, red pepper, thyme, cummin, hot red pepper, onion, garlic) is added to ground beef; lipid oxidation levels and TAMB counts were were estimated. The third experiment includes estimation of irradiated spices and unirradiated extracts of spices (rosemary, black pepper, red pepper, thyme, cummin, hot red pepper) on antioxidant activities.

In the first experiment, in ground beef samples with red pepper, black pepper and thyme, significant reductions were observed compared to control group in TAMB counts. TAMB counts of samples with red pepper was 7.46-log (cfu/g) whereas control was 8.05-log (cfu/g), after 9 days. No antimicrobial acitivity observed in rosemary. Rosemary and thyme decreased TBARS values from 1.85MDA/kg in control to 1.15 and 1.26 MDA/kg, respectively, after 7 days. No antimicrobial acitivity observed in rosemary.

In the second experiment, use of irradiated and unirradiated spices in ground beef did not cause any difference in TAMB counts and TBARS values. All spices decreased TAMB counts compared to control. Highest antimicrobial activity was observed in onion, garlic, hot red pepper and red pepper. TAMB counts of samples with onion was 8.19-log (cfu/g) whereas control was 9.06-log (cfu/g), after 8 days. Compared to control group; rosemary, cummin, thyme, hot red pepper and onion decreased TBARS values significantly. After 7 days storage; average TBARS value for rosemary, cummin, thyme is 1.84, 1.06 ve 1.28 mg MDA/ kg sample respectively while in control samples TBARS value is attained to 2.64 mg MDA/ kg sample, after

7 days storage. No significant changes were found with samples including garlic, black pepper and red pepper compared to control samples.

The third experiment indicates that irradiation has no effect on antimicrobial activity of spices whereas it has a significant effect on total antioxidant activity. Antioxidant activity is found higher in unirradiated spices. Rosemary and thyme showed the highest antimicrobial activity. Gram positive bacteria is more sensitive to extracts than gram negative bacteria. The highest activity was observed in thyme and rosemary, their average % inhibition value were 74.84 and 71.15, respectively. The weakest activity was observed in red pepper (8.31%).

In conclusion, onion, garlic, hot red pepper and red pepper showed high; thyme, black pepper and cummin showed medium; rosemary showed weak antimicrobial activity. Rosemary, thyme and cummin showed high; onion and garlic showed medium; black pepper, hot red pepper and red pepper showed weak antioxidant activity. Irradiation did not affect activity of spices when it is used directly in food medium. In model system, antimicrobial activity of spice extracts were not affected by irradiation however antioxidant activity decreased by irradiation. Antimicrobial activity of spices showed different results in food and model system whereas antioxidant activity of spices showed similar results in food and model system.

1. GİRİŞ

Baharat; çeşitli bitkilerin tohum, çekirdek, meyve, çiçek, kabuk, kök, yaprak gibi kısımlarının bütün halde ve/veya parçalanması, kurutulması, öğütülmesi ile elde edilen gıdalara renk, tat, koku ve lezzet verici olarak katılan doğal bileşikler veya bunların karışımıdır (Anonim, 2000). Baharat kullanımı, taş devrine kadar uzanmaktadır. Baharatlar ilk çağlardan itibaren, kötü ruhları yok etmek ve dinsel törenlerde tütsü olarak ve hastalıkları iyileştirmek için, daha sonraları da mutfakta kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin, tarçın, kekik ve kimyon, eski Mısır'da mumyalamada kullanılırdı. Baharatlar eski Hindistan ve Çin'de hem yiyecekleri korumak için hem de ilaç olarak kullanılırdı. Eski Roma ve Yunanistan'da, kişniş, etin raf ömrünü uzatmak için ve nane, sütün bozulmasını engellemek için kullanılırdı (Demircioğlu ve diğ., 2007).

Baharatların antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin araştırılması 1880'lerde başlamış ve 20. yüzyılda araştırmalar baharat ekstraktları ve esansiyel yağlarını da kapsayacak şekilde devam etmiştir (Coggins, 2001). Baharatların esansiyel yağları ya da aktif bileşenleri gıdalarda mikrobiyal gelişimin ve oksidatif bozulmanın kontrolünde kimyasallara önemli bir alternatiftir. Gıda endüstrisinin bir çok alanında, özellikle et endüstrisinde doğal koruyucular oldukça önemlidir. Bütün veya öğütülmüş baharatların yanı sıra, çeşitli ekstraktlar, uçucu yağlar, sıvı aromalar, değişik karışımlar gibi çok sayıda türev, ticarette ve gıda teknolojisinde yerlerini almış, tercih edilir duruma gelmişlerdir.

Baharatlarda *Bacillus cereus, Salmonella* ve *Clostridium perfringens* gibi patojen bakteriler ve *Aspergilllus flavus* ve *Penicillium citrium* gibi toksik küfler bulunabilmektedir. Baharatlarda küf, böcek ve yabancı madde bulunmamalıdır. Işınlama baharatların sterilizasyonunda kullanılan bir yöntemdir fakat her ülkede ışınlamaya izin verilmemektedir. Birçok ülkede sterilizasyon için etilen ya da karbondioksit ile karıştırılmış propilen oksit kullanılmaktadır (Coggins, 2001). Işınlamanın baharatların koruyucu özelliklerini etkisi olabilir. Bu çalışmanın amacı, Türk mutfağında et ürünlerinde yaygın olarak kullanılan baharat çeşitlerinin

antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin hem gıda ortamında hem de model sisteminde incelenmesidir. Ayrıca ışınlamanın baharatların gıda ortamında ve estraktlarının model sistemde antinikrobiyal ve antioksidan aktivitelerine etkisinin araştırılması da amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Et Ürünleri ve Bozulma

Ülkemizde üretilen etin yaklaşık %11'i et ürünleri şeklinde tüketilmektedir (Arsan, 1997). Et ürünleri kategorisinde pişirmeye hazır veya yarı pişmiş tavuk, hindi ve dana etinden yapılmış döner, köfte, kebap çeşitleri yer almaktadır. Bunların arasında her yöreye özgü değişik formülasyonlarda pişirmeye hazır köfteler (İnegöl, Akçaabat, Tire, v.b) ve kebaplar önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemizde üretilen pişirmeye hazır köfte ve benzeri ürünler üzerinde yapılan çalışmalar köftelerin mikrobiyolojik kalitelerinin düşük olduğu ve bazılarının patojen mikroorganizma içerdiğini göstermiştir (Ertaş ve diğ., 1991; İçgöz ve diğ., 1996).

Bozulma, etin insan tüketimi için uygun olmayan hale gelmesi demektir. Pişirmeye hazır et ürünlerinde bozulmalar mikrobiyal ve kimyasal yollarla gerçekleşmektedir. Bozulmaya çoğunlukla bazı mikroorganizmaların gelişimi ve metabolik aktiviteleri sebep olmaktadır. *Enterococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Escherichia coli* K 12, *Bacillus subtilis, Pseudomonas fuorescens, Acinetobacter johnsonii ve Candida lipolytica* ette bulunan başlıca bozucu mikroorganizmalardır (Grohs ve Kunz, 2000). Ayrıca et ürünlerinde *E. coli* O157:H7, *Salmonella* spp., ve *L. monocytogenes* gibi hastalık yapabilen patojenlere de sık rastlanmaktadır.

Mikroorganizmaların faaliyetleri etin kokusunda, renginde ve tadında kabul edilemez değişikliklere sebep olmaktadır (Mead, 2004a). Ürünlerdeki mikrobiyal bozulmalara ürüne özgü doğal mikroflora ve proses esnasındaki kontaminasyonlardan kaynaklanan mikroorganizmalar sebep olabilmektedir. Kimyasal nitelikli bozulmada ise yağ oksidasyonu sonucu oluşan kötü koku ve tat önde gelmektedir.

Yağ oksidasyonu et ürünlerinde besin kayıplarına ve istenmeyen tat, renk ve toksik bileşikler üretilmesine neden olmaktadır. Böylece ürün tüketiciler tarafından daha az kabul edilir ya da kabul edilemez hale gelmektedir (Kim ve Min, 2007).

Reaksiyon, otooksidasyon olarak adlandırılan ve serbest radikaller üzerinden yürüyen 3 fazlı bir otokatalitik mekanizmadır (Fernandez ve diğ., 1997).

Başlangıç:

$$RH + O_2 \rightarrow R^{\cdot} + {}^{\cdot}OOH$$

Gelişme:

$$R^{\cdot} + O_2 \rightarrow ROO^{\cdot}$$

$$RH + ROO^{\cdot} \rightarrow ROOH + R^{\cdot}$$

$$ROOH \rightarrow RO^{\cdot} + {}^{\cdot}OH$$

Sonuç:

$$R^{\cdot} + R^{\cdot} \rightarrow R\text{-}R$$

$$R^{\cdot} + ROO^{\cdot} \rightarrow ROOR + O_2$$

$$ROO^{\cdot} + ROO^{\cdot} \rightarrow ROOR + O_2$$

Yağ oksidasyonunun başlangıç aşamasında öncelikle hidrojen doymamış yağ asitinden çıkarılır ve geriye serbest yağ radikali kalır (R.). Gelişme basamağında ise oluşan serbest yağ radikali oksijen ile reaksiyona girerek lipid peroksi radikalini oluşturur (ROO.). Lipid peroksi radikalleri ise doymamış yağ asiti zincirinden hidrojeni uzaklaştırarak hidroperoksitleri ve yeni bir serbest radikali oluştururlar. Burdaki hidrojen de diğer bir yağ molekülünden alındığı için o yağ molekülünde de serbest yağ radikali oluşmakta ve böylece olay otokatalitik bir nitelik kazanmaktadır. Üçüncü ve son basamakta ise hidroksiperoksitler parçalanarak keton, aldehit v.b. bileşikler oluşmaktadır. Bu basamakta bakır, demir gibi metal iyonları tepkimeyi hızlandırmaktadır (Warthesen ve Meuhlenkamp, 1997).

Ette yağ oksidasyonunun ölçüldüğü en yaygın metot TBA yöntemidir. Bu yöntem malondialdehit (MDA) içeriğini belirlemek amacıyla uygulanmaktadır. TBA yönteminin prensibi MDA ve tiyobarbiturik asitin (TBA) reaksiyona girerek kırmızı renkli pigment oluşturmasıdır. Oluşan kırmızı-pembemsi renkteki pigment spektrofotometrede 532-535 nm'de ölçülmektedir. TBARS yöntemi ile sadece ikincil bir reaksiyon ürünü olan MDA ölçülmez çünkü aynı zamanda diğer gıda bileşenleride TBA ile reaksiyona girebilmektedir. TBA ile reaksiyona giren ama MDA olmayan bileşiklere TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances) denir (Fernandez ve diğ., 2007).

2.2 Baharatlar ve Et ürünlerinde Kullanımı

Baharatlar kurutulmuş şekilde yemeklerde besinin kalitesini sürdürmek, besinin bileşimindeki besin öğeleri kaybını önlemek, besinin görünüşünü güzelleştirmek, renk vermek ve şeklini düzeltmek, besinin tat ve kokusunun daha hoşa gider duruma gelmesini sağlamak ve besin değerini yükseltmek amacıyla kullanıldığı gibi, tıp ve kozmetik alanlarında da önemli bir yere sahiptir (Demircioğlu ve diğ., 2007).

Baharatlar, aromatik bitkilerin farklı kısımlarından meydana gelir: meyveler (kırmızı biber, karabiber), tohumlar (anason tohumu, karaman kimyonu, sap kerevizi, kişniş, kimyon, rezene, çemen, hardal), sürüngen saplar, kökler, (zencefil, zerdeçal). yapraklar (defne yaprağı, mercanköşk, maydanoz, ada çayı, kekik), kabuklar (tarçın ve Çin tarçını), çiçeklerle ilgili parçalar (safran, karanfiller) veya çiçek soğanı (soğan, sarımsak) (Coggins, 2001). Geleneksel baharat üretimi, hasat edilen ham maddenin kurutma, temizleme, öğütme, paketleme işlemlerinden geçmesiyle yapılmaktadır. Hasat sırasında ve sonrasında yapılan ön kurutma ve kimyasal muamelesi son ürün kalitesini geliştirmektedir. Ayrıca mikrobiyal yükü azaltmak için proses sırasında farklı sterilizasyon yöntemleri uygulanmaktadır. (Schweiggert ve diğ., 2007).

Et ürünlerinde kullanılan baharatların çeşiti kullanılan ürüne, bölgeye ya da damak tadına göre değişebilmektedir. Genel olarak karabiber, kekik, kırmızı pul biber, kimyon ve acı kırmızıbiber et ürünlerinde kullanılan baharatlara örnek verilebilir.

Baharatın doğrudan kendisinin bütün veya öğütülmüş formda gıdalara katılması hala önemini korumakla birlikte, çözünür ürünlerin eldesi ve kullanılması birçok avantaj sağlamaktadır. Bütün veya öğütülmüş baharatların yanı sıra, çeşitli ekstraktlar, uçucu yağlar, sıvı aromalar, değişik karışımlar gibi çok sayıda türev, ticarette ve gıda teknolojisinde yerlerini almış, tercih edilir duruma gelmişlerdir.

Esansiyel yağlar, bitkilerden çeşitli distilasyon ve ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilen, genellikle oda sıcaklığında sıvı halde olan, uçucu, kuvvetli kokulu, baharatın tüm koku ve tat verici bileşenlerini içeren, su buharı ile taşınabilen karışımlardır. Oleorisinler ise baharatların uçucu ve uçucu olmayan bileşenlerini içeren yoğun ekstraktlar olarak tanımlanmaktadır (Schweiggert ve diğ., 2007).

Temelde gıdalara lezzet vermek amacıyla kullanılan baharatların son zamanlarda antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri de saptanmıştır. İnsan sağlığını tehdit eden kimyasal ve yapay koruyucuların kanserojenik etkiye sahip olmalarından dolayı kullanımları giderek azalmakta ve yerine doğal koruyucu etkiye sahip baharatların kullanımı gündeme gelmiştir.

2.3 Baharatların Ekstraksiyonu

Baharatlarda esansiyel yağlar destilasyon yöntemi ile elde edilmektedir. Sanayide buhar destilasyon yöntemi tercih edilirken, laboratuar ölçekli çalışmalarda esansiyel yağlar su destilasyon yöntemi ile Clevenger aparatı kulanılarak elde edilmektedir. Yöntem numunedeki uçucu yağın geri soğutucu altında önce buharlaşıp sonra yoğunlaşarak toplanması ilkesine dayanmaktadır (Anonim, 2008; Cerpa ve diğ., 2009).

Baharatların ekstraktları çeşitli yollardan elde edilebilmektedir. Bunların başında katı-sıvı ekstraksiyonu gelmektedir. Bu yöntemde ekstrakte edilecek örnek çözücüden geçirilmekte ve elde edilen örnek çözücü uçurularak uzaklaştırılmaktadır. Sanayide tek kademeli ve çok kademeli uygulamaları mevcuttur. Laboratuar ölçekli çalışmalarda yaygın olarak Soxhlet düzeneği kullanılmıştır. Bu şekilde baharatların organik ekstraktları elde edilmektedir. Numunenin su içinde bekletilmesiyle (maceration) sulu ekstraktlarının elde edildiği çalışmalar da bulunmaktadır (Najjaa ve diğ., 2007; Lee ve Lee, 2003).

Bunların dışında gelişen yeni teknolojiler ekstraksiyonun daha kısa sürede, daha az çözücü kullanılarak ve daha düşük sıcaklıklarda gerçekleştirilmesine imkan sağlamaktadır. Bu teknolojiler arasında ultrasonik dalga, mikrodalga ve süperkritik akışkan ektraksiyonu sayılabilir (Wang ve Weller, 2006).

Süperkritik akışkan hem gaz hem de sıvı özelliklerine sahiptir. Sıvı çözücülerle karşılaştırıldığında çözücü gücü ve diffüzivitesi daha fazladır. Süperkritik akışkan ekstraksiyonu sisteminde süperkritik akışkan seçimi, örnek hazırlanması, modifiye ediciler ve ekstraksiyon şartları (sıcaklık, basınç, süre, akış hızı) ekstraksiyon verimini etkilemektedir (Wang ve Weller, 2006).

Ekstraksiyon yöntemi ve ekstraksiyon şartları elde edilen ekstraktın içeriğini etkilemektedir. Duru ve diğ. (2004) Fethiye bölgesine has bir çay bitkisinin esansiyel

yağ ve organik ekstrakt içeriklerini kromatografik yöntemlerle incelemiş ve birbirinden farklı özellik gösterdiğini bulmuştur. Şahin ve diğ. (2004) yaptıkları çalışmada mercanköşkün esansiyel yağı ve metanol ekstraktını, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri açısından karşılaştırmıştır. Buna göre antimikrobiyal aktivite esansiyel yağda yüksek, ekstraktta zayıf; antioksidan aktivite ise ekstraktta güçlü, esansiyel yağda zayıf bulunmuştur. Vagi ve diğ. (2004) ise mercanköşkün esansiyel yağı, etanol ekstraktı ve süperkritik akışkan ektraktının içeriklerini kromatografik olarak incelemiş ve antimikrobiyal özelliklerini karşılaştırmıştır. Sonuç olarak süperkritik akışkan ekstraksiyonu ile elde edilen ekstraktın daha güçlü antimikrobiyal etki gösterdiği görülmüştür. İçerik açısından ise birkaç bileşen dışında etanol ekstraktı ile benzer olduğu görülmüştür.

2.4 Baharatların Antimikrobiyal ve Antioksidan Etkileri

Baharatların antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerinin araştırılması 1880'lerde başlamış ve 20. yüzyılda araştırmalar baharat ekstraktları ve esansiyel yağlarını da kapsayacak şekilde devam etmiştir (Coggins, 2001). Literatürde baharatların esansiyel yağları veya ekstraktları kullanılarak antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin ölçüldüğü çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda antimikrobiyal aktiviteyi ölçmek için genelde disk/kuyu difüzyonu ve minimum inhibisyon konsantrasyonu yöntemleri kullanılırken, antioksidan aktiviteyi ölçmek için DPPH, ABTS, FRAP, ORAC vb. yöntemler kullanılmaktadır. Ancak antimikrobiyal ve antioksidan aktivitenin baharatların direkt kulanımıyla ve gıda ortamında incelendiği çalışmaların sayısı sınırlıdır. Gıda ortamında bulunan yağ, protein, tuz ve ortamın pH'ı baharatın aktivitesini etkilemektedir. Ayrıca ekstraktlar aktif bileşenleri daha konsantre olarak içerdiği ve ortama daha rahat difüze olabildiği için daha etkin olmaktadır (Nychas ve Skandamis, 2003; Tassou ve diğ., 2004).

2.4.1 Baharatların antimikrobiyal etkileri

Baharatların antimikrobiyal özellikleri yüzyıllardır bilinmektedir. Baharatlar bakteri ve mantarlar olmak üzere geniş bir spektrumda antimikrobiyal etki göstermektedir (Tassau ve diğ., 2004).

Baharatların esansiyel yağları ya da aktif bileşenleri gıdalarda mikrobiyal gelişimin kontrolünde kimyasallara önemli bir alternatiftir. Bazı baharatların esansiyel yağları

(tek ya da kombinasyon halinde) patojen bakteriler ve bozulma etkeni bakterilerin gelişimini büyük ölçüde engellemektedir. Mercanköşk ve kekik genellikle en yüksek mikrobiyal aktiviteyi gösteren baharatlardır. İçeriklerinde bulunan karvakrol en önemli fungitoksik bileşendir (Shylaja ve Peter, 2004). Tayland'da kullanılan bir baharat karışımındaki baharatların *Pseudomonas fluorescens, Escherichia coli* O157:H 7, *Staphylococcus aureus* ve *Listeria monocytogenes* üzerine etkilerini disk difüzyon yöntemi ile inceleyen bir çalışmada kırmızıbiberin bu bakteriler üzerine antimikrobiyal bir etkisi görülmezken, sarımsağın çalışmada kullanılan tüm bakteriler üzerinde yüksek antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Siripongvutikorn ve diğ., 2005).

Grohs ve Kunz (2000), 5 farklı baharat karışımını %2 ve %5 oranında kullanarak domuz etinde toplam canlı sayısının değişimini incelemişlerdir. 5 gün sonunda iki baharat karışımı, etin mikrobiyal yükünü kontrole oranla %1-5'e düşürmüştür. Bu iki karışımın besiyeri ortamında, et bozucu mikroorganizmalar üzerinde etkisi incelendiğinde de mikroorganizmaların çoğunun gelişiminin engellendiği görülmüştür.

Shekarforoush ve diğ. (2007), yaptıkları çalışmada mercanköşk ve hindistan cevizi esansiyel yağlarının, *E.coli* O:157H:7 üzerinde besiyeri ortamında engelleyici etki gösterdiğini görmüşlerdir. Aynı esansiyel yağlardan 1, 2 ve 3 µl/g konsantrasyonunda, içine *E.coli* O157:H7 inokule edilmiş tavuk etine karıştırıldığında hiçbir engelleyici etki görülememiştir.

2.4.2 Baharatların antioksidan etkileri

Baharatlar yüzyıllardır etlerde bozulmayı ve istenmeyen tatları önlemek için kullanılmaktadır. Baharatlar gıdanın tadını geliştirirken kalitesini de arttırmaktadır. Çünkü bir çok baharatın, örneğin biberiye ve mercanköşkün etlerde antioksidan olarak davranıp etin kalite ve rengini koruduğu ve tüketicilerin sağlığına katkıda bulunduğu bilinmektedir. Baharatların bu özelliği ette bulunan yağların oksidasyon derecesini düşürmesinden gelmektedir. Yağ oksidasyonu gıdaların kalitesini azaltan önemli bir nedendir. Sentetik antioksidanlar ya da baharatlar gibi doğal antioksidanlar gıdalarda kullanılabilir (Coggins, 2001). En çok kullanılan sentetik antioksidanlar BHA (butylated hydroxy anisole), BHT (butylated hydroxy toluene) PG (propyl gallate) ve TBHQ (*tert*-butyl hydroquinone) olarak sayılabilir.

Biberiye Avrupa ve Amerika'da antioksidan olarak geniş çapta kullanılmaktadır (Sasikumar, 2004). Keklik otu, kekik, mercanköşk, adaçayı, fesleğen, çemen, kişniş, yenibahar ve rezene sentetik antioksidan olan BHT'den daha iyi antioksidan özelliğe sahiptir. Bu baharatlara antioksidan özellik kazandıran karvakrol, timol, rosmarinik asit ve carnosik asit gibi fito bileşenlerdir (Stahl-Biskup and Venskutonis, 2004; Shylaja ve Peter, 2004).

Baharatların antioksidan etkisini inceleyen bir çalışmada 22 baharat (zencefil, tarçın, sarımsak, defne, ada çayı, biberiye, kekik, zater otu, mercanköçk, fesleğen, tarhun otu, maydanoz, karabiber, biberiye, dere otu, rezene, kimyon, hindistan cevizi, geyik otu, kişniş otu, pişah otu, frenk kimyonu) domuz etine katılmış ve yağ oksidasyonuna etkileri TBA metodu ile incelenmiştir. Çalışmada neticesinde tüm baharatların antioksidan etki gösterdiği bulumuştur. Zencefil, biberiye, kekik ve mercanköşk ise en yüksek antioksidan etki gösteren baharatlardır ve oksidasyonu sırasıyla %75, %73, %64 ve %58 oranında azaltmışlardır (Tanabe ve diğ., 2002).

Karpinska ve diğ. (2001), hindi etinden köfte yaparak adaçayı, kırmızıbiber, karabiber, sarımsak ve mercanköşkten oluşan baharat karışımını köfteye eklemiştir. Örnekler kızartılıp, buzdolabında 4 gün saklandıktan sonra TBARS metoduyla oksidasyon seviyesi ölçülmüştür. Baharat karışımı içeren köfteler, baharatsız köfte ile karşılaştırıldığında baharatların oksidasyonu geciktirdiği görülmüştür.

2.5 Baharatların Sterilizasyonu

Baharatların mikrobiyal yükünün azaltılması için farklı sterilizasyon teknikleri bulunmaktadır. Bunlardan başlıcaları etilen oksit gazı metodu, ışınlama ve buhar sterilizasyonudur (Hirasa ve Takemasa, 1998).

2.5.1 Etilen oksit gazı metodu

Bir soğuk sterilizasyon tekniği olması açısından baharatların sterilizasyonunda etilen oksit gazı yaygın olarak kullanılmaktadır. Isıya duyarlı ve uçucu bileşenlerin korunması açısından avantaj sağlamaktadır. Güçlü antimikrobiyal etkisi yanında, etilen oksit insanlar için toksik bir bileşiktir. Sterilizasyon işleminden sonra baharat üzerinde etilen oksit kalıntıları kalabilmektedir. Genellikle bir haftalık depolama sonrasında kalıntı miktarı onda bir oranında azalmatadır. Bazı raporlara göre aktif yapısı nedeniyle bazı gıda bileşenleriyle reaksiyona girebilmekte, böylelikle besin

değerinde azalmaya ve bazı baharatlarda renk değişikliklerine sebep olabilmektedir (Schweiggert, 2007).

2.5.2 Buhar sterilizasyonu

Isıyla sterlizasyon sıvı gıdalar için en popüler teknik olmasına rağmen düşük nem içeren gıdalarda ısıl iletkenliğin düşük olması açısından baharatlar için uygun değildir. Bu nedenle baharatlar için doymuş buhar yada aşırı doymuş buhar sterlizasyonu önerilmektedir. Bu yöntem ile baharatların esansiyel yağ içerikleri bir miktar azalmakla birlikte özellikle yeşil renkteki baharatlar renk kaybına uğrayabilmektedir. Ayrıca taneli ürünler için ısı, ışınlama ve etilen oksit gazı yöntemlerinde olduğu kadar gıda içerisine nüfuz edememekedir (Hirasa ve Takemasa, 1998).

2.5.3 Işınlama

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), ışınlamayı kısaca , gıdaların daha önceden belirlenöiş radyasyon enerjisine maruz bırakılması olarak tanımlar. Bu enerjinin kaynağı $Cobalt^{60}$ ve $Sezyum^{137}$ olabileceği gibi elektron hızlandırıcıları veya x ışınları da olabilir (Manuel ve Lagunas, 1995). Gıdaların ışınlanması; gıdanın, güvensiz hale gelmesine veya bozulmasına neden olan mikroorganizmalar ve böceklerden korunmasını sağlayan muhafaza yöntemidir (Omaye, 2004). Işınlama işlemi gıdaların raf ömrünün arttırılması ve patojenlerin temizlenerek gıda kaynaklı hastalıkların önlenmesinin yanında, gıda ürünlerinde çimlenme ve filizlenmenin engellenmesi amacıyla da kullanılmaktadır (Ehlarmann, 2002).

1980 yılında FAO-IAEA-WHO Ortak Uzmanlar Komitesi tarafından yapılan açıklamaya göre 10 kGy'a kadar ışınlama yapmanın gıda maddesinde toksikolojik, biyolojik ve kimyasal bir tehlike yaratmayacağı saptanmıştır (Lacroix ve Quattara, 2000). Türk Gıda Kodeksi Işınlama Yönetmeliği'ne göre kuru sebzeler, baharatlar, kuru otlar, çeşniler ve bitkisel çaylar gıda grubunda, bazı patojenik mikroorganizmaları azaltmak ve böceklenmeyi önlemek için uygulanmasına izin verilen ışınlama dozu 10 kGy'dir (Anonim, 2002).

Gama ışınlamanın 6 farklı baharat üzerine uygulandığı bir çalışmada, 10^3-10^5 kob/g bakteri yükü içeren baharatların 10 kGy dozunda yapılan ışınlama işlemi ile sterilize edildiği görülmüştür (Vajdi ve Pereira, 1973). Işınlamanın baharatların kalitesine

etkisinin 12 baharat üzerinde incelendiği bir çalışmada 10 kGy dozu altında uygulanan ışınlama işleminde 2 baharat dışında kalitenin değişmediği görülmüştür. Bu baharatlarda değişim 7,5 kGy dozunda gözlenmiştir (Bachman ve Gieszczynska, 1993). Işınlamadan sonra baharatların esansiyel yağ içeriklerinin kantitatif olarak incelendiği bir çalışmada, karabiberdeki aktif bileşenlerin ışınlamaya dayanıklı olduğu, diğer baharatlarda bulunan terpen bileşiklerinin 7,5 kGy dozunda azalma gösterdiği bulunmuştur (Kawashama, 1981).

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Kıyma halinde az yağlı sığır eti bir süpermarketten alınmıştır. Baharatlar (kekik, biberiye, kırmızıbiber, kimyon, acı kırmızıbiber, karabiber, toz soğan, toz sarımsak) Arifoğlu Baharat ve Gıda San. Ltd. Şti. (İstanbul) firmasından temin edilerek bir kısmı 10 kGy dozunda gama ışınları ile sterilize edilmiştir (Gamma-Pak Sterilizasyon A.Ş., Çerkezköy).

Mikrobiyolojik çalışmalarda kullanılan Plate Count Agar (PCA), Tryptic Soy Broth (TSB), Tryptic Soy Agar (TSA), Merck'ten (Darmstadt, Almanya) alınmıştır. Pepton Oxoid'ten (Hampshire, İngiltere) alınmıştır. Ayrıca *Escherichia coli* 0157:H7 ATCC 43894 ve *Listeria monocytogenes* SLCC 2375 4b patojen kültürleri kullanılmıştır.

Kimyasal çalışmalarda ise Tiyobarbitürik asit (TBA), 2,2-difenil- 1- pikrilhidrazil (DPPH) Fluka'dan (Buschs, İsviçre), Bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT) SAFC'den (Almanya), Trikloroasetik asit (TCA), Riedel-de Haen'den (Almanya), alınmıştır.

3.2 Metotlar

Bu tez kapsamında üç farklı çalışma gerçekleştirilmiştir. Öncelikle ışınlanmış baharatların et ortamındaki antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi için kıyma baharat karışımının toplam aerobik mezofilik bakteri sayısının (TAMB) ve oksidasyon seviyesinin zamanla değişimi tespit edilmiştir.

İkinci çalışmada aynı analizler ışınlanmış ve ışınlanmamış baharat örnekleri için tekrarlanarak ışınlamanın et ortamındaki antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteye etkisi belirlenmiştir.

Sonraki çalışmada ışınlanmış ve ışınlanmamış baharatların süperkritik akışkan ile ekstraksiyonu yapılarak bu ekstraktların besiyerinde antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan metotlar aşağıda belirtilmiştir.

3.2.1 Kıyma baharat örneklerinin hazırlanması

Süpermarketten toplu olarak alınmış olan kıyma örnekleri -18ºC'de dondurulmuş, kullanmadan bir gece önce buzdolabında 3±1°C'de çözündürülmüştür. Karıştırma işleminin yapılacağı kaplar ve kaşıklar önceden klorlu su ile dezenfekte edilmiştir. Baharat örneklerinin herbiri %5 oranında kıyma içine katılarak homojen bir karışım oluşturmak için 3 dakika boyunca karıştırılmıştır. Baharatlar eşit tane boyutuna getirilmeden, piyasada satılan şekliyle kıymaya karıştırılmıştır. Kontrol örneğinde ise baharat kullanılmamıştır. Örnekler mikrobiyal analiz için stomacher torbalarında kimyasal analiz için duyusal kaplarında deney gününe kadar buzdolabında 3±1°C'de saklanmıştır.

3.2.2 Süperkriritk akışkan ekstraksiyonu

Baharatlar ekstrakte edilmeden önce iri taneli baharatlar öğütücüde (Moulinex 505) öğütülmüştür. Baharatların ekstraksiyonu SFX 220 süperkritik akışkan ekstraksiyon sistemi (Teledyne Isco, Inc, USA) kullanılarak yapılmıştır. Ekstraksiyon 10 ml'lik ekstraksiyon hücresinde 3 g baharat ile gerçekleştirilmiş ve boşluklar cam boncuk (glass bead) ile doldurulmuştur. İşlem sırasında CO_2 yanında modifiye edici olarak %6 oranında metanol kullanılmıştır. Ekstraksiyon 120 bar basınç, 40ºC sıcaklıkta 90 dk boyunca devam etmiştir. Çözücü akış hızı 0,90–0,40 ml/dk, restriktör sıcaklığı 80ºC olarak ayarlanmıştır. Ekstrakt buzlu su banyosundaki (10±2°C) boş bir test tüpünde biriktirilmiştir. Ektraksiyon bittikten sonra örnekler 1:1 oranında metanol ilave edilerek karanlıkta buzdolabında 3±1°C'de depolanmıştır. Ekstraksiyon sonrası kullanılan filtreler ultrasonik çalkalıyıcıda (J.P. Selecta, İspanya) temizlenmiştir.

3.2.3 Toplam aerobik mezofilik bakteri analizi

TAMB sayımı 0., 3., 6.ve 9. günlerde olmak üzere dört kez gerçekleştirilmiştir. Ekimler 2 tekrarlı (duplicate) olarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler 1: 9 oranında seyreltildikten sonra, stomacherde (AES, Fransa) 2 dakika homojenize edilmiştir. PCA besiyerine yayma plak yöntemiyle belirlenen dilüsyonlardan 0,1 ml ekilmiştir. 35-37°C'de yapılan 2 günlük inkübasyon sonunda petrilerde sayım yapılarak sonuçlar elde edilmiştir.

3.2.4 TBARS analizi

TBARS analizi 1., 4. ve 7. günlerde olmak üzere üç kez gerçekleştirilmiştir. Pikul ve diğ. (1989)'de belirtilen sulu ekstraksiyon yöntemi ile yapılmıştır. Ancak çalışmada ekstraksiyon yöntemide kullanılan perklorik asit yerine trikloroasetik asit (TCA) kullanılmıştır.

Kullanılan çözeltiler:

%5 TCA çözeltisi: 5 gr. TCA distile suda çözüldükten sonra 100 ml'ye tamamlanmıştır.

%7,2 BHT (Bütillendirilmiş hidroksitoluen) çözeltisi: %96'lık etanolde çözülerek 100 ml'ye tamamlanmıştır.

0,02 M TBA (Tiyobarbütirik asit) çözeltisi: 0,2883 gr. TBA distile suda çözülerek 100 ml'ye tamamlanmıştır.

Kıyma baharat örneğinden 10 gram alınarak 35 ml soğuk %5'lik TCA ve 1 ml %7,2'lik BHT içeren ekstraksiyon çözeltisinde homojenize edilmiştir. Daha sonra karışım Whatman no:4 filtre kağıdından 100 ml'lik erlene süzülmüştür. Süzme işleminden sonra, filtre kağıtları 5 ml TCA ile yıkanmıştır. Filtratlar %5'lik TCA ile 50 ml'lik balon jojede 50 ml'ye tamamlanmıştır. Her örnekten 5 ml filtrat ve 5 ml 0,02 M TBA çözeltisi ile deney tüpünde karıştırılmış ve deney tüpü 80°C deki su banyosunda 20 dakika inkübe edilmiştir. Test tüpleri inkübasyon sonunda musluk suyu altında soğutulmuştur. Oluşan pembe renkli MDA-TBA kompleksinin absorbansı spektrofotometrede (T80 UV/VIS, İngiltere) 532 nm'de şahide karşı okunmuştur. Şahit olarak 5 ml TBA ve 5 ml TCA içeren çözelti kullanılmıştır.

Kalibrasyon ile ekstraksiyon katsayısının hesaplanması: TBARS değeri, absorbans değerinin sabit bir değer olan ekstraksiyon katsayısı, K_{ekst} ile çarpılması sonucu elde edilmiştir. Malonaldehit standartı olarak 1,1,3,3,-tetratoksipropan (TEP) kullanılmıştır.

K_{ekst} aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Pikul ve diğ., 1989):

10^{-2} M TEP çözeltisinin TCA ile yapılan seyreltimlerinden 4 ml filtrata 1'er ml eklenmesiyle $1x10^{-8}$ - $8x10^{-8}$ mol/5 ml'lik konsantrasyonlar hazırlanmıştır. Bunların üzerine 5 ml 0,02 M TBA çözeltisi ilave edilerek örnekler 80°C deki su banyosunda 20 dakika inkübe edilmiştir. Absorbanslar 532 nm'de okunmuş, her konsantrasyon

için aşağıdaki eşitlik kullanılarak K_{ekst} hesaplanmıştır. Daha sonra bu K_{ekst} değerlerinin ortalaması alınarak örneklerin TBARS değerlerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Ortalama K_{ekst}=6,14 olarak bulunmuştur.

K_{ekst}= S/A x 72,063 x 10^6/E x 100/P

S = TEP'in 5 ml filtrattaki mol sayısı ($1x10^{-8}$-$8x10^{-8}$ mol)

A = TEP'in absorbansı

72,063 = MDA'nın molekül ağırlığı (g/mol)

E = Numune ağırlık eşdeğeri, 50 ml filtrattan 5 ml alındığı zaman, 10 gram örnek için E, 1'dir.

P = % Geri kazanım

P(%)=[(A_3-A_1)/A_2)]x100

A_3= TEP ve örneği içeren filtratın absorbans değeri

A_2= TEP'in absorbans değeri

A_1= Örneğin absorbans değeri

3.2.5 Baharat ekstraktlarının antimikrobiyal aktivite tayini

Baharat ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için agar difüzyon yöntemi kullanılmıştır (Vigil ve diğ., 2005). Gram negatif bakterileri temsilen *Escherichia coli* 0157:H7, gram pozitif bakterileri temsilen *Listeria monocytogenes* 4b patojen kültürleri kullanılmıştır. Stok kültürler, 37ºC'de TSB'de, 18-24 saat aktivasyona bırakılmıştır. Kültürler iki kere canlandırılmıştır.

Su banyosunda 50ºC'ye soğutulmuş deney tüplerindeki 26 ml TSA besiyerine toplam bakteri yükü 10^6 kob/ml olacak şekilde bakteriler eklenmiştir. Patojenleri içeren agarlar steril plastik petrilere (9 cm) dökülmüştür. Bu işlemin ardından agarların katılaşmasını sağlamak amacıyla petriler +4ºC'de 30 dakika bekletilmiştir. Agarların katılaşmasının ardından petrilerde 8,5 mm çapında oyuklar açılmıştır. Bu oyuklara 1:1 oranında methanol ile seyreltilmiş baharat ekstraktlarından 50 µl ilave edilmiş, sıvıların ön difüzyonu için petriler +4ºC'de 1 saat bekletilmiştir. Kontrol olarak metanol kullanılmıştır. Daha sonra petrier 37ºC'de 18 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda oluşan zonlar ölçülmüştür (Köseoğlu, 2007). Bakteri yükünü

doğrulamak amacıyla aynı zamanda her bir patojen için yayma plak yöntemi ile ekimler yapılmıştır.

3.2.6 Baharat ekstraklarının antioksidan aktivite tayini

Elde edilmiş baharat ekstraktlarının toplam antioksidan miktarı DPPH ile serbest radikal yakalama yöntemi kullanılarak ölçülmüştür. İki tekrarlı örneklerin herbirinde 3 paralelli ölçümler yapılmıştır. 1:10 oranında methanol ile seyreltilmiş ekstrakttan 100 µl tüplere alınmıştır (Dudonne ve diğ., 2009). Metanol ile hazırlanmış olan 0,06 mM DPPH çözeltisinden 2 ml tüplere eklenerek vorteks (Heidolph, Reax top, Almanya) ile karıştırılmıştır (Sun ve diğ., 2007). Karışım oda sıcaklığında 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Tanık olarak örnek yerine methanol kullanılmıştır. Süre sonunda oluşan kompleksin absorbansı spektrofotometre (T80 UV/VIS, İngiltere) ile 517 nm'de şahide karşı okunmuştur. Şahit olarak methanol kullanılmıştır. Serbest radikal inhibisyonu yüzde olarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Şahin ve diğ., 2004).

% İnhibisyon = $(A_0 - A_s)/A_0$ x 100

A_0 = Tanığın absorbansı

A_s = Örneğin absorbansı

3.2.7 İstatistiksel analizler

Analizler için 'Minitab® Release 12.2 for Windows' programı kullanılmıştır. Microsoft® Office Excel 2003'de hazırlanan veriler bu programa aktarılarak genel lineer modelleme yöntemi ile varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Tukey testiyle %95 güven düzeyinde ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Veriler, ilk çalışmada baharat çeşidi ve depolama süresine; ikinci çalışmada ışınlama etkisi, baharat çeşidi ve depolama süresine; üçüncü çalışmada ise baharat çeşidi ve ışınlama etkisine göre istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, yapılan deneyler neticesinde elde edilen tüm bulgular ilgili başlıklar altında incelenmiş ve tüm verilerin Minitab programında varyans analizi yapılarak sonuçları Ek A Çizelge A.1-5'te verilmiştir.

4.1 Baharatların Kıymadaki Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitesi

Bu bölümde baharatların kıyma üzerindeki etkileri incelenmiştir. Deney planında biberiye, karabiber, kırmızıbiber, kekik ve kontrol olmak üzere 5 örnek, 3 zaman ve 2 tekrar bulunmaktadır. Kullanılan baharat örnekleri ışınlanmış baharatlardır. Sonuçlar baharat çeşidi ve depolama gününe göre istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

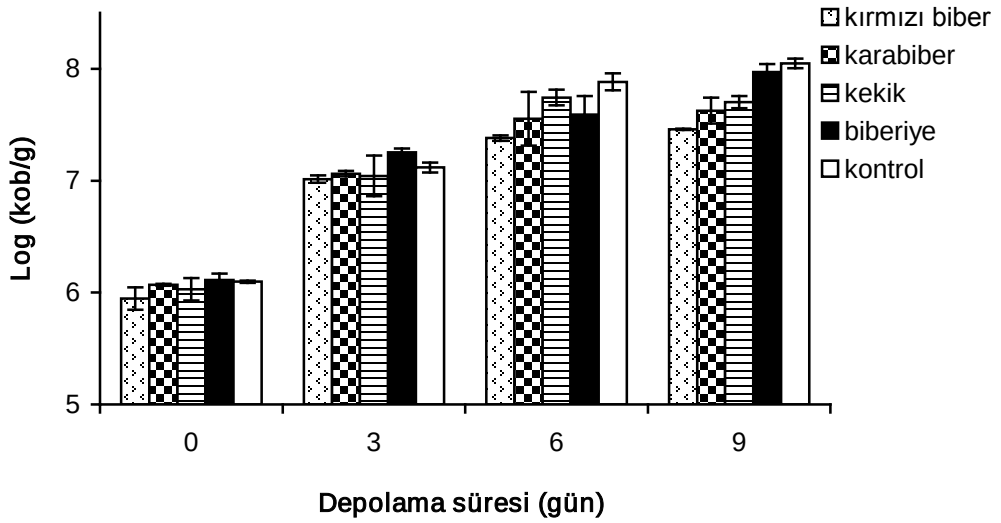
4.1.1 Toplam aerobik mezofilik bakteriler

Örneklerin ortalama başlangıç yükü 6,05-log (kob/g)'dır. Kontrolle karşılaştırıldığında kırmızıbiber, karabiber ve kekik TAMB sayısını belirgin olarak azaltmıştır ($p<0,05$). Kırmızıbiber ve karabiberin etkisi birbirinden farklı bulunmamıştır ($p>0,05$). Kekik örneğinin etkisi ise kırmızıbiber ile farklı olmakla beraber, karabiberle farklı bulunmamıştır ($p>0,05$). TAMB sayısında artışın en az görüldüğü baharat kırmızıbiberdir. Kırmızıbiberli kıyma örneklerinin 9 günlük depolama sonrasında ortalama TAMB sayısı 7,46-log (kob/g)'dır. Kontrol örneğinde ise 9 günlük depolama sonrasında ortalama TAMB sayısı 8,05-log (kob/g)'a ulaşmıştır. Biberiye örneğinin TAMB sayısındaki artış kontrolden farklı bulunmamakla beraber kekikten farklı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Depolama boyunca günler arasındaki fark önemli çıkmıştır ($p<0,05$). Tüm örneklerde TAMB sayısı zamanla artmıştır (Şekil 4.1).

Kırmızıbiber ve karabiberde elde ettiğimiz bulgular literatürde bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlarla farklılık göstermektedir. Agar ortamında yapılan çalışmalarda kekik ve biberiye esansiyel yağları 30'un üstünde mikroorganizma çeşidinin

gelişimini engelleyerek güçlü etki gösterirken, kırmızıbiber ve karabiber esansiyel yağları zayıf antimikrobiyal etki göstermiştir (Ceylan ve Fung, 2004). Karabiberin esansiyel yağı *Vibrio cholerae, Staphylococcus albus, Clostridium diphthereae, Shigella dysenteriae, Streptomyces faecalis, Bacillus* spp., *Pseudomanas* spp. mikroorganizmalarına karşı etkili bulunmuştur (Ravindran ve Kallupurackal, 2001). Bizim elde ettiğimiz farklı sonuçlar baharatlardaki farklılıklardan, baharatların doğrudan gıda ortamında kullanılmasından ve hedef mikroorganizmaların farklı olmasından kaynaklanabilir.

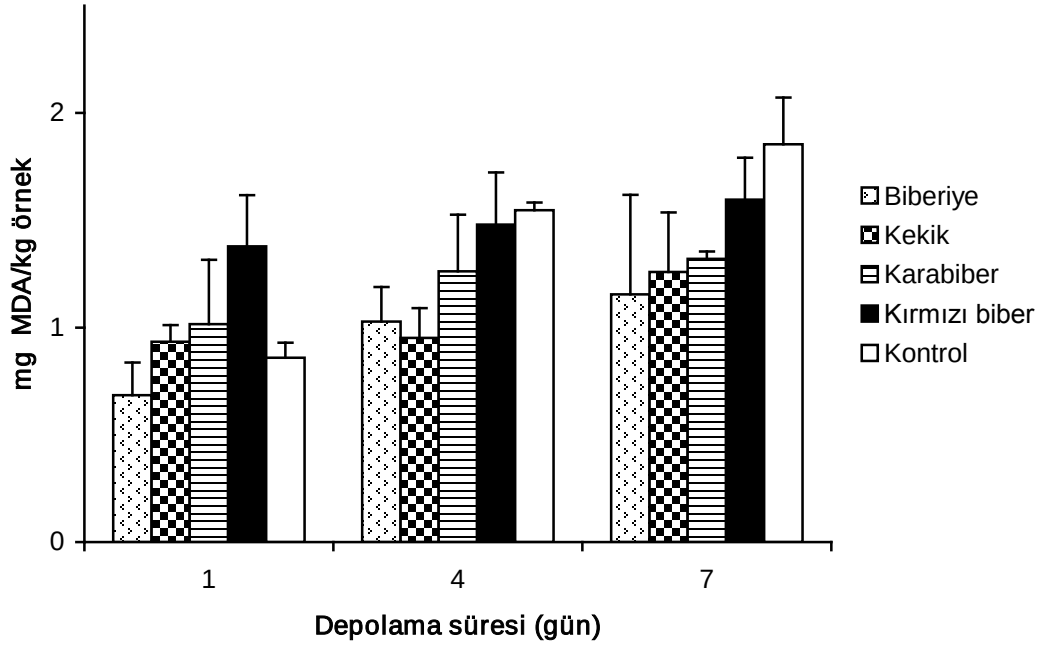


Şekil 4.1 : Baharat-kıyma karışımlarının 3±1 °C'de depolama sırasında TAMB sayılarının zamanla değişimi (hata çubukları standart sapmaları gösterir).

4.1.2 Yağ oksidasyonu

Kontrol örneğinin 0. gün TBARS değeri 0,65 mg MDA/kg örnektir. Biberiye ve kekik örneklerinin TBARS değerlerini kontrole göre önemli ölçüde azalttığı görülmüştür ($p<0,05$). Biberiye ve kekik örneğinin etkisi farklı bulunmamıştır ($p>0,05$). Kırmızıbiber ve karabiber kontrolden farklı bulunmamakla beraber karabiber, biberiye ve kekikten de farklı bulunmamıştır ($p>0,05$). Baharatlar içinde yüksek antioksidan etki biberiye ve kekikte görülmüştür. 7 günlük depolama sonrasında kontrol örneğinde ortalama TBARS değeri 1,85 mg MDA/kg örnek iken biberiye için bu değer 1,15 mg MDA/kg örnek, kekik için 1,26 mg MDA/kg örnek olarak bulunmuştur. Birinci günde kırmızıbiberin TBA değeri kontrolden yüksek bulunmuştur. Buna sebep olarak kırmızıbiberin içinde bulunan renk verici bileşenlerin absorbans değerini arttırıcı etki yapması gösterilebilir.

Depolama boyunca günler arasındaki fark önemli çıkmıştır ($p<0,05$). Tüm örneklerde TBARS değerleri zamana bağlı olarak artmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 : Baharat-kıyma karışımlarının 3±1 °C'de depolama sırasında TBARS değerlerinin zamanla değişimi (hata çubukları standart sapmaları gösterir).

Baharatların domuz yağı üzerindeki antioksidan aktivitesinin aktif oksijen metoduyla incelendiği bir çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir (Hirasa ve Takemasa, 1998). Karabiber ve kırmızıbiber sınırlı etki gösterirken, biberiye ve kekik daha etkili bulunmuştur (Hirasa ve Takemasa, 1998). 22 baharat ekstraktının domuz eti üzerinde antioksidan etkisinin TBARS yöntemi ile incelendiği bir başka çalışmada adaçayından sonra en etkili baharatlar biberiye ve kekik olmuştur (Tanabe ve diğ., 2002).

4.2 Işınlamanın Baharatların Kıymadaki Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi

Bu bölümde baharatlara uygulanan ışınlamanın, baharatların kıymadaki antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesi üzerine olan etkisi incelenmiştir. Deney planında biberiye, karabiber, kırmızıbiber, kekik, kimyon, sarımsak, soğan, acı kırmızıbiber ve kontrol olmak üzere 9 örnek bulunmaktadır. Kullanılan baharat örnekleri ışınlanmış ve ışınlanmamış baharatlardır. Sonuçlar ışınlama etkisini görmek amacıyla baharat çeşidi, ışınlama etkisi ve depolama gününe göre

istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Baharat çeşidi etkisi de değerlendirilerek sonuçlar, çalışmanın ilk bölümündeki sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

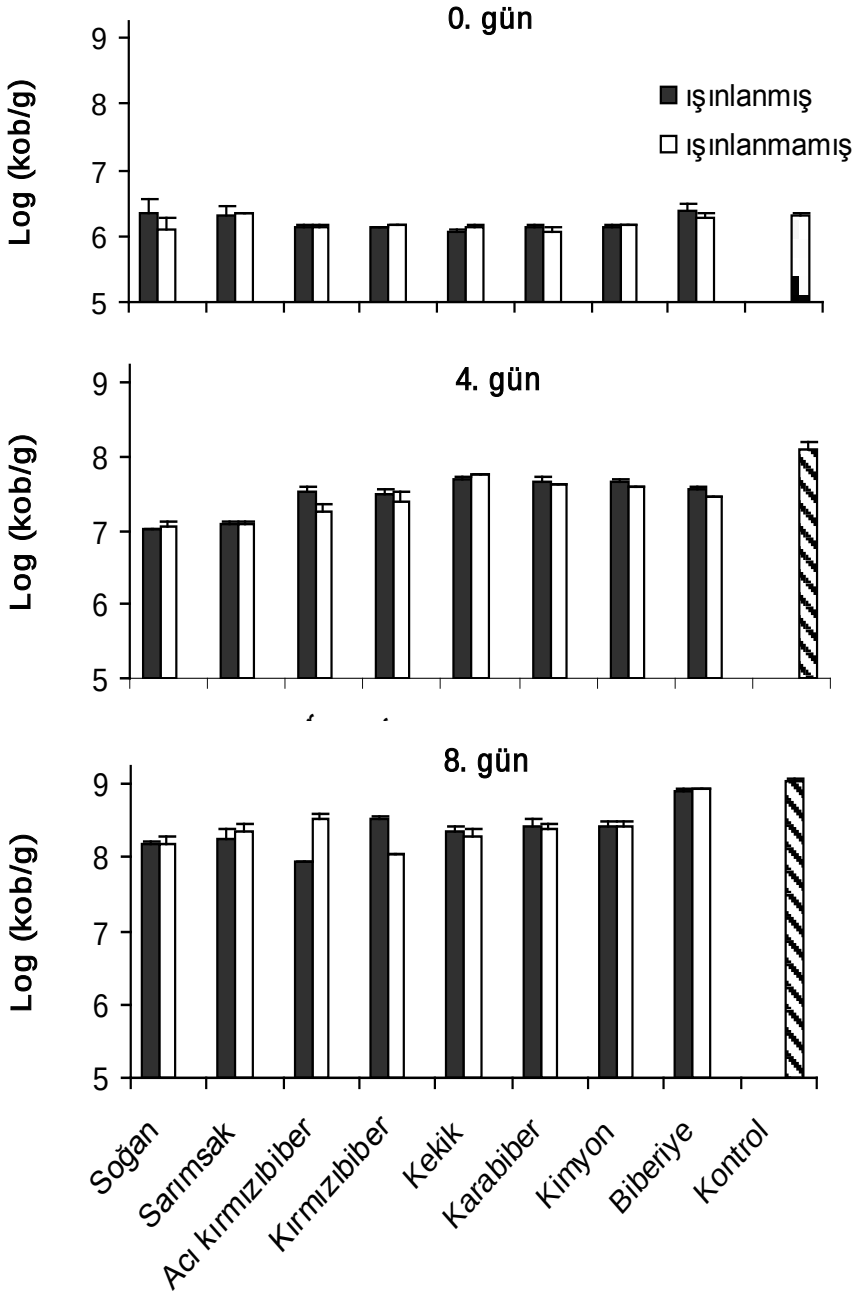
4.2.1 Toplam aerobik mezofilik bakteriler

Örneklerin ortalama başlangıç yükü 6,22-log (kob/g)'dır. Baharat çeşidi, ışınlama etkisi ve depolama gününe göre yapılan istatistiksel analizde ışınlama etkisi önemli bir fark yaratmamıştır ($p>0,05$). TAMB sayısı üzerinde baharat çeşidinin, depolama gününün, baharat çeşidi ile depolama günü arasındaki, baharat çeşidi ile ışınlama etkisi arasındaki ve baharat çeşidi, depolama günü ile ışınlama etkisi arasındaki etkileşimin etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Tüm örneklerde TAMB sayısı zamanla artmıştır (Şekil 4.3).

Kontrolle karşılaştırıldığında tüm baharatlar TAMB sayısını belirgin olarak azaltmıştır ($p<0,05$). TAMB sayısını en fazla düşüren baharatlar soğan, sarımsak, acı kırmızıbiber ve kırmızıbiber olmuştur. TAMB sayısını orta seviyede düşüren baharatlar kekik, karabiber ve kimyondur. TAMB sayısında artışın en çok görüldüğü baharat biberiyedir. Soğan ile sarımsağın; sarımsak, acı kırmızıbiber ile kırmızıbiberin; kırmızıbiber, kekik, karabiber ile kimyonun etkisinin birbirinden farklı olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Biberiye örneğinin etkisi ise diğer baharatlardan farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Soğanlı kıyma örneklerinin 8 günlük depolama sonrasında ortalama TAMB sayısı 8,19-log (kob/g)'dır. Kontrol örneğinde ise 8 günlük depolama sonrasında ortalama TAMB sayısı 9,06-log (kob/g)'a ulaşmıştır.

Baharat çeşidi ve ışınlama etkisinin etkileşimi incelendiğinde, ışınlamanın baharatların antimikrobiyal aktivitelerini etkilemediği görülmüştür. Sadece ışınlanmış baharatlar, kendi içinde analiz edildiğinde tüm baharatlar kontrolden farklı bulunmuştur ($p<0,05$). En etkili baharatlar soğan, acı kırmızıbiber ve sarımsak olmuştur. Soğan, acı kırmızıbiber ile sarımsağın; kırmızıbiber, kekik, kimyon ile karabiberin etkisinin birbirinden farklı olmadığı, biberiyenin ise diğer baharatlardan farklı olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Sadece ışınlanmamış baharatlar, kendi içinde analiz edildiğinde tüm baharatlar kontrolden farklı bulunmuştur ($p<0,05$). En etkili baharatlar soğan, kırmızıbiber ve sarımsak olmuştur. Soğan, kırmızıbiber ile sarımsağın; kırmızıbiber, sarımsak ile acı kırmızıbiberin; sarımsak, acı kırmızıbiber, karabiber, kimyon ile kekiğin etkisinin birbirinden farklı olmadığı, biberiyenin ise

diğer baharatlardan farklı olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Işınlanmış ve ışınlanmamış baharat grubu antimikrobiyal aktivitelerine göre sıralandığında sıralamada önemli bir fark bulunmamakta, sadece acı kırmızıbiber ile kırmızıbiberin ve kekik ile karabiberin sıralamadaki yeri değişmektedir.



Şekil 4.3 : Baharatlara uygulanan ışınlamanın baharat-kıyma karışımlarında 3±1°C'de depolama sırasında TAMB sayıları üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir; kontrol: baharatsız et).

Çalışmanın ilk bölümünü oluşturan baharat etkisinin incelendiği bölümdeki sonuçlarla ışınlamanın etkisinin incelendiği ikinci bölümde elde edilen sonuçlar, baharatların (kırmızıbiber, karabiber, kekik, biberiye) antimikrobiyal aktivitelerinin

sıralaması ve birbirinden farklılıkları göz önüne alınarak karşılaştırılmıştır. Buna göre kırmızıbiberin en yüksek etkiyi ve biberiyenin en düşük etkiyi göstermesi ile iki gruptaki sonuçlar benzerlik göstermektedir. Ancak biberiye ikinci bölümde diğer baharatlardan farklı bulunmuşken ilk bölümde kekik ile farklı olmadığı bulunmuştur. Ayrıca ilk bölümde karabiber aktivite bakımından kekikten daha güçlü bulunmuştur.

Bazı baharatların 10 kGy dozunda ışınlandıktan sonra HPLC ile fenolik asit içeriklerinin incelendiği bir çalışmada ışınlamanın baharatların esansiyel yağ içeriklerinde önemli ölçüde kalitatif ve kantitatif değişikliğe neden olmadığı bulunmuştur. Ancak bazı esansiyel yağ içeriklerinde değişiklikler görülmüştür (Variyar ve diğ., 1998). Ceylan ve Fung (2004) yaptıkları çalışmada agar ortamında sarımsak, soğan, kimyon, kekik ve biberiye esansiyel yağlarının güçlü; kırmızıbiber ve karabiber esansiyel yağlarının zayıf antimikrobiyal etki gösterdiğini bulmuşlardır. Bu sonuçlar doğrultusunda çalışmamızda bulunan biberiyenin düşük, kırmızıbiberin yüksek antimikrobiyal etkisi literatürle uyuşmamaktadır. Farklı sonuçlara ulaşılmasına değişik bitki cinsleri üzerinde çalışılmış olması, gıda ortamının etkisi ve hedef mikroorganizmaların ayrı olması sebep olabilmektedir. Ayrıca baharatın tane boyutu da antimikrobiyal bileşenlerin gıda ortamına nüfuz etmesinde önemli bir etken olabileceğinden karabiber ve kırmızıbiberin etkisinin daha yüksek çıkmasında daha küçük tane boyutuna sahip olmaları etkin olmuş olabilir.

4.2.2 Yağ oksidasyonu

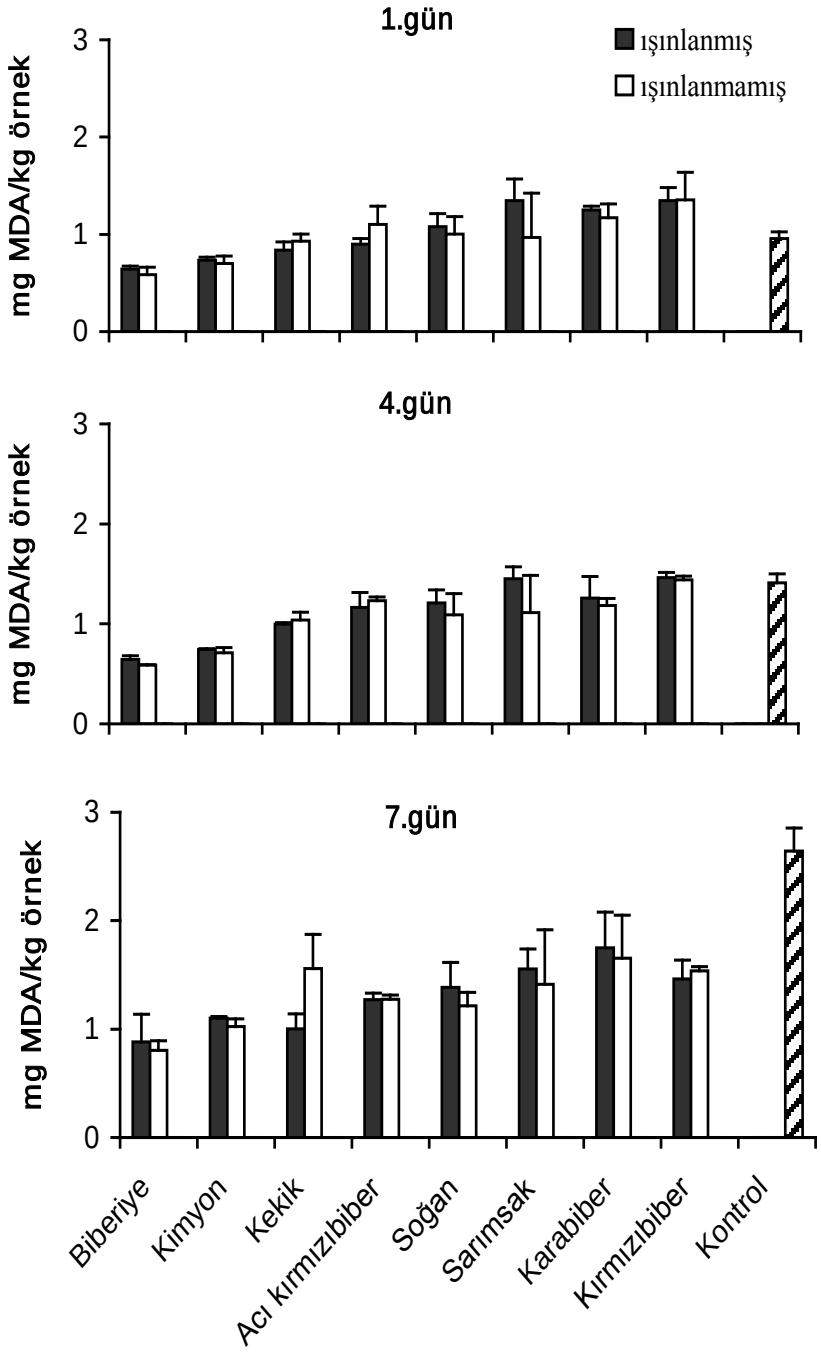
Kontrol örneğinin 0. gün TBARS değeri 0,70 mg MDA/kg örnektir. Baharat çeşidi, ışınlama etkisi ve depolama gününe göre yapılan istatistiksel analizde ışınlama etkisi önemli bir fark yaratmamıştır ($p>0,05$). TBARS değeri üzerinde baharat çeşidinin ve depolama gününün önemli olduğu, etkileşimlerin önemsiz olduğu görülmüştür ($p>0,05$). Tüm örneklerde TBARS değerleri zamanla artmıştır (Şekil 4.4)

Kontrolle karşılaştırıldığında biberiye, kimyon, kekik, acı kırmızıbiber ve soğan TBARS değerlerini belirgin olarak azaltmıştır ($p<0,05$). TBARS değerlerini en çok düşüren baharatlar biberiye, kimyon ve kekiktir. TBARS değerlerini orta seviyede düşüren baharatlar acı kırmızıbiber, soğan ve sarımsaktır. Sarımsak, karabiber ve kırmızıbiber içeren örnekler kontrolden farksız bulunmuştur ($p>0,05$). Biberiye ile kimyonun; kimyon ile kekiğin; kekik, acı kırmızıbiber ile soğanın; acı kırmızıbiber, soğan, sarımsak ile karabiberin; sarımsak, karabiber ile kırmızıbiberin etkisinin

birbirinden farklı olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Biberiye, kimyon ve kekikli kıyma örneklerinin 7 günlük depolama sonrasında ortalama TBARS değerleri sırasıyla 1,84, 1,06 ve 1,28 mg MDA/ kg örnek olmuştur. Kontrol örneğinde ise 7 günlük depolama sonrasında ortalama TBARS değeri 2,64 mg MDA/ kg'a ulaşmıştır.

Baharat çeşidi ve ışınlama etkisinin etkileşimi incelendiğinde önemli bir fark olmadığı bulunsa da ışınlamanın baharatların antioksidan aktivitelerinin seviyesini etkilediği görülmüştür. Sadece ışınlanmış baharatlar, kendi içinde analiz edildiğinde biberiye, kimyon, kekik, acı kırmızıbiber ve soğan kontrolden farklı bulunmuştur ($p<0,05$). En etkili baharatlar biberiye, kimyon ve kekik olmuştur. Biberiye, kimyon ile kekiğin; kekik, acı kırmızıbiber ile soğanın; soğan, karabiber, kırmızıbiber ile sarımsağın etkisinin birbirinden farklı olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Sadece ışınlanmamış baharatlar, kendi içinde analiz edildiğinde biberiye, kimyon, soğan, sarımsak, kekik ve acı kırmızıbiber ve kontrolden farklı bulunmuştur ($p<0,05$). En etkili baharatlar biberiye ve kimyon olmuştur. Biberiye ile kimyonun; kimyon, soğan, sarımsak, kekik ile acı kırmızıbiberin; soğan, sarımsak, kekik, acı kırmızıbiber, karabiber ile kırmızıbiberin etkisinin birbirinden farklı olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Işınlanmış ve ışınlanmamış baharat grubu antioksidan aktivitelerine göre sıralandığında sıralamada önemli bir fark bulunmamakta, sadece soğan ve sarımsak ışınlanmamış grupta etki bakımından kekiğin önüne geçmektedir. Sarımsak, ışınlanmış grupta kontrolden farksız bulunmuşken, ışınlanmamış grupta kontrolden farklı ve aktivite bakımından sıralamada dördüncü güçlü baharat olmuştur.

Çalışmanın ilk bölümünü oluşturan baharat etkisinin incelendiği bölümdeki sonuçlarla ışınlamanın etkisinin incelendiği ikinci bölümde elde edilen sonuçlar, baharatların (biberiye, kekik, karabiber, kırmızıbiber) antioksidan aktivitelerinin sıralaması ve birbirinden farklılıkları göz önüne alınarak karşılaştırılmıştır. İki bölümdeki sonuçlar aktivite sıralaması bakımından paralellik göstermektedir. Ancak biberiye ile kekik ilk bölümde birbirinden farklı değilken, ikinci bölümde ışınlanmamış baharatlar grubundaki değerlendirmeye göre birbirinden farklı bulunmuştur. Ayrıca kekik ile karabiber ilk bölümde birbirinden farklı değilken, ikinci bölümde ışınlanmış baharatlar grubundaki değerlendirmeye göre birbirinden farklı bulunmuştur.



Şekil 4.4 : Baharatlara uygulanan ışınlamanın baharat-kıyma karışımlarında 3±1°C'de depolama sırasında TBARS değerleri üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir; kontrol: baharatsız et).

Işınlamanın baharatların serbest radikal ve antioksidan içerikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, ışınlamanın baharatlarda askorbik asit ve karetonoid miktarını azalttığı görülmüştür (Calucci ve diğ., 2003). Bunun yanında Murcia ve diğ. (2004) ışınlamanın baharatların antioksidan aktivitesi üzerinde önemli bir etkisi olmadığını bulmuşlardır.

Baharatların domuz yağı üzerindeki antioksidan aktivitesinin aktif oksijen metoduyla incelendiği bir çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir. Karabiber ve kırmızıbiber neredeyse hiç etki göstermezken; kimyon ve kekik etkili bulunmuş, biberiyenin etkisinin ise güçlü olduğu bulunmuştur. Soğan ve sarımsağın oksidasyonu açık bir şekilde engellediği görülmüştür (Hirasa ve Takemasa, 1998). Buna göre, çalışmamızda sarımsağın antioksidan etkisi literatürde görülenden düşük bulunmuştur. Buna sebep sarımsağın ışınlamaya hassas aktif bileşenler içermesi olabilir.

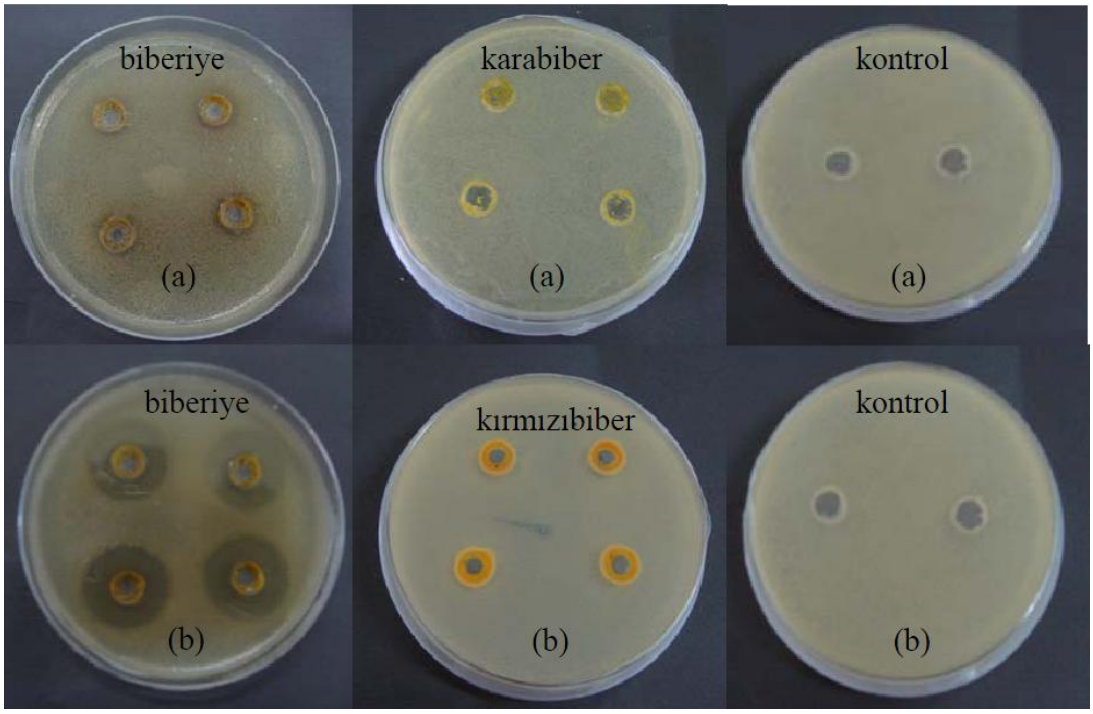
4.3 Işınlamanın Baharat Ekstraktlarının Antimikrobiyal ve Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi

Bu bölümde baharatlara uygulanan ışınlamanın, baharat ekstraktlarının antimikrobiyal ve antioksidan aktivitesi üzerine olan etkisi incelenmiştir. Deney planında biberiye, karabiber, kırmızıbiber, kekik, kimyon, acı kırmızıbiber ve kontrol olmak üzere 7 örnek bulunmaktadır. Kullanılan baharat örnekleri ışınlanmış ve ışınlanmamış baharatlardır. Sonuçlar ışınlama etkisini görmek amacıyla baharat çeşidi ve ışınlama etkisi göre istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, çalışmanın ilk iki bölümündeki sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

4.3.1 Antimikrobiyal Aktivite Sonuçları

Baharat ekstraktlarının *E.coli* O157:H7 ve *L.monocytogenes* 4b üzerindeki agar difüzyonu sonucu oluşan zonlar ölçülmüştür. Şekil 4.5'te zon oluşan ve oluşmayan durumlar gösterilmektedir. Ölçülen zon çapları Çizelge 4.1'de verilmiştir. Bu veriler baharat çeşidi ve ışınlama etkisine göre analiz edilmiştir. Buna göre ışınlama antimikrobiyal aktiviteyi etkilememektedir ($p>0,05$).

Baharat çeşidinin antimikrobiyal aktivite üzerinde önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$). *E.coli* O157:H7 üzerinde etki gösteren baharatlar kekik ve biberiyedir ($p<0,05$). Kekik ve biberiyenin *E.coli* O157:H7 üzerindeki etkisinin birbirinden farklı olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). *L.monocytogenes* 4b üzerinde etki gösteren baharatlar biberiye, kekik, karabiber ve kimyondur ($p<0,05$). En güçlü etkiyi biberiye göstermiştir ve etkisi diğer baharatlardan farklıdır ($p<0,05$). Biberiyeden sonra en etkili baharat kekiktir ve etkisi karabiber ve kimyondan farklı bulunmuştur ($p<0,05$).



Şekil 4.5 : Agar difüzyon yöntemi ile baharat ekstraktlarının (a) *E.coli* O157:H7 ve (b) *L.monocytogenes* 4b üzerinde inhibisyon zonlarının örnek görünümü (kontrol: metanol).

Çizelge 4.1 : Baharat ekstraktlarının *E.coli* O157:H7 ve *L.monocytogenes* 4b üzerindeki agar difüzyonu sonucu gözlenen ortalama zon çapları (mm) ve standart sapmaları.

Baharat	*E.coli* O157:H7		*L.monocytogenes* 4b	
	Işınlanmış	Işınlanmamış	Işınlanmış	Işınlanmamış
Biberiye	11,25 ± 0,35	10,75 ± 2,47	21,75 ± 0,35	21,25 ± 2,47
Kekik	10,50 ± 1,41	12,25 ± 0,35	17,25 ± 1,77	19,00 ± 0,00
Karabiber	0,00	0,00	12,00 ± 0,71	12,25 ± 0,35
Kimyon	0,00	0,00	12,75 ± 0,35	11,25 ± 1,06
Kırmızıbiber	0,00	0,00	0,00	0,00
Acı kırmızıbiber	0,00	0,00	0,00	0,00
Kontrol	0,00	0,00	0,00	0,00

Oyuk çapı 8,5 mm'dir.

Agar difüzyonu ile elde edilmiş olan sonuçlar genel olrak literatürle uyuşmaktadır. Baharat ekstraktlarının *E.coli* O157:H7 üzerinde antimikrobiyal aktivitesinin agar difüzyonu ile incelendiği bir çalışmada kekik ekstraktının yüksek, kimyonun zayıf aktivite gösterdiği görülmüştür (Sağdıç ve diğ., 2002). Başka bir çalışmada % 0,075 konsantrasyonda *L.monocytogenes* 4b üzerinde test edilen baharat yağları arasında, kekik esansiyel yağı en etkili baharatlardan biri olarak bulunmuştur (Ceylan ve Fung, 2004). Biberiye esansiyel yağının %1'den büyük konsantrasyonlarda *E.coli* üzerinde, 10 µl/100 ml konsantrasyonda *Listeria* üzerinde atnimikrobiyal etkisi bildirilmiştir

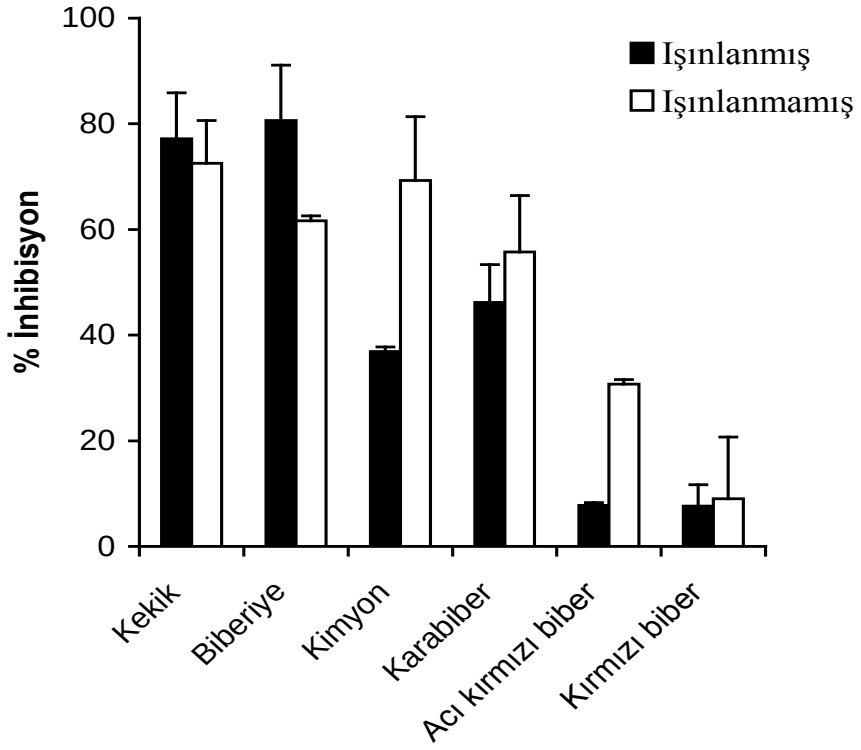
(Pandit ve Shelef, 1994). Karabiber, kırmızıbiber ve acı kırmızıbiber (%3 w/v) 3 çeşit *L.monocytogenes* türü üzerinde agar ortamında hiçbir etki göstermemiştir (Ceylan ve Fung, 2004).

Baharatların antimikrobiyal aktiviteleri üzerine yapılan çalışmalar gram pozitif bakterilerin, gram negatif bakterilerden daha hassas olduğunu göstermektedir (Prasad ve Seenayya, 2000). Bunun sebebi gram negatif bakterilerin hücre zarında lipid konsantrasyonunun yüksek olması ve lipidlerin koruyucu bir tabaka olarak davranmasıdır (Matejko ve Scaglione, 2000). *E.coli* O157:H7'nin gram negatif ve *L.monocytogenes* 4b'nin gram pozitif olduğu göz önüne alınacak olursa *L.monocytogenes* 4b üzerinde antimikrobiyal aktivitenin daha yüksek bulunması literatürle uyuşmaktadır.

Çalışmanın ilk iki bölümünü oluşturan baharat etkisinin gıda ortamında incelendiği bölümdeki sonuçlarla, antimikrobiyal aktivitenin baharat ekstraktları kullanılarak model ortamında incelendiği üçüncü bölümde elde edilen sonuçlar, baharatların (biberiye, kekik, karabiber, kimyon, kırmızıbiber, acı kırmızıbiber) antimikrobiyal aktivitelerinin sıralaması ve birbirinden farklılıkları göz önüne alınarak karşılaştırılmıştır. İki bölümdeki sonuçlar aktivite sıralaması bakımından benzerlik göstermemektedir. Gıda ortamında en güçlü etkiyi gösteren krımızıbiber ve acı kırmızıbiber model ortamında hiç etki göstermemiştir. Model ortamında en güçlü etkiyi gösteren biberiye ise gıda ortamında en zayıf etkiyi göstermiştir. Test metotları bir çok faktörden etkilenmektedir. Literatürde aynı baharat için çok farklı sonuçlarla karşılaşılabilir. Kullanılan hedef mikroorganizma, test ortamı, test prosedürü, bitkinin mevsimsel ve yöresel farklılıkları, farklı tür bitki kullanımı, farklı ekstraksiyon metotları, farklı konsantrasyonların kullanılması vb. birçok faktör sonuçları etkilemektedir (Vigil ve diğ., 2005).

4.3.2 Antioksidan Aktivite Sonuçları

DPPH radikal tutma kapasitesi tayini ile elde edilen verilerin, baharat çeşidi ve ışınlama etkisine göre istatistiksel analizi yapılmıştır. Buna göre ışınlama toplam antioksidan aktivitesini önemli seviyede etkilemektedir ($p<0,05$). Işınlanmamış baharatların antioksidan aktivitesinin daha yüksek olduğu bulunmuştur (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 : Baharatlara uygulanan ışınlamanın baharat ekstraktlarında serbest radikal inhibisyon yüzdeleri üzerine etkisi (hata çubukları standart sapmaları gösterir).

Baharat çeşidi ve baharat çeşidi ile ışınlama etkisi arasındaki etkileşimin önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$). En yüksek aktiviteyi gösteren kekik ve biberiye örneklerinin % inhibisyon ortalama değerleri sırasıyla 74,84 ve 71,15 olarak bulunmuştur. En zayıf aktiviteyi gösteren kırmızıbiberde ise % inhibisyon ortalama değeri 8,31 olarak bulunmuştur. Kekik ile biberiyenin; biberiye ile kimyonun; kimyon ile karabiberin ve acı kırmızıbiber ile kırmızıbiberin etkisinin birbirinden farklı olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Baharat çeşidi ve ışınlama etkisinin etkileşimi incelendiğinde, ışınlamanın baharatların antioksidan aktivitelerinin seviyesini etkilediği görülmüştür. Sadece ışınlanmış baharatlar kendi içinde analiz edildiğinde biberiye ile kekiğin; karabiber ile kimyonun ve acı kırmızıbiber ile kırmızıbiberin etkisinin birbirinden farklı olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Sadece ışınlanmamış baharatlar baharat çeşidine göre analiz edildiğinde kekik, kimyon ile biberiyenin; biberiye, karabiber ile acı kırmızıbiberin ve acı kırmızıbiber ile kırmızıbiberin etkisinin birbirinden farklı olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Işınlanmış ve ışınlanmamış baharat grubu antioksidan aktivitelerine göre sıralandığında en sıralama değişmesine rağmen, en güçlü ve en zayıf etkiyi gösteren baharatlar değişmemektedir. Biberiye ışınlanmamış grupta karabiberin ve acı kırmızıbiberin

aktivitesinden farklı bulunmazken, ışınlanmış grupta farklı bulunmuş ve en etkili baharat olmuştur. Kimyon ışınlanmış grupta biberiye ve kekikten farklı ve aktitivte bakımından sıralamada dördüncü seviyede bulunmasına rağmen, ışınlanmamış grupta biberiye ve kekikten farklı olmadığı, sıralamada ikinci etkili baharat olduğu görülmüştür.

Çalışmanın ilk bölümünü oluşturan baharat etkisinin gıda ortamında incelendiği bölümdeki sonuçlarla, antioksidan aktivitenin baharat ekstraktları kullanılarak incelendiği üçüncü bölümde elde edilen sonuçlar, baharatların (biberiye, kekik, karabiber, kırmızıbiber) antioksidan aktivitelerinin sıralaması ve birbirinden farklılıkları göz önüne alınarak karşılaştırılmıştır. İki bölümdeki sonuçlar aktivite sıralaması bakımından paralellik göstermektedir. Ancak ilk bölümde sıralamada üçüncü olarak etkili olan karabiber diğer baharatlardan farklı değilken, üçüncü bölümde yine üçüncü sırada olmasına rağmen diğer baharatlardan farklı bulunmuştur.

Çalışmanın ikinci bölümünü oluşturan ışınlamanın baharatların aktivitesine etkisinin gıda ortamında incelendiği bölümdeki sonuçlarla, antioksidan aktivitenin baharat ekstraktları kullanılarak incelendiği üçüncü bölümde elde edilen sonuçlar ışınlamanın etkisi, baharatların (biberiye, kekik, kimyon, karabiber, kırmızıbiber, acı kırmızıbiber) antioksidan aktivitelerinin sıralaması ve birbirinden farklılıkları göz önüne alınarak karşılaştırılmıştır. Işınlama, baharatların antioksidan aktivitesini ikinci bölümdeki sonuçlara göre etkilemezken, üçüncü bölümde etkilediği görülmüştür. Işınlama soğan, sarımsak ve karabiberde aktiviteyi azaltıcı etki gösterirken, biberiyede aktiviteyi arttırıcı etki göstermiştir. İki bölümdeki sonuçlar baharatların aktivite sıralaması bakımından benzerlik göstermektedir. Ancak ikinci bölümde kimyon kekikten, acı kırmızıbiber karabiberden daha güçlü etki gösterirken, üçüncü bölümde kekik kimyondan, karabiber acı kırmızıbiberden daha etkili bulunmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Test edilen baharatlar kendi aralarında karşılaştırıldığında soğan, sarımsak, acı kırmızıbiber ve kırmızıbiberin yüksek; kekik, karabiber ve kimyonun orta; biberiyenin ise düşük antimikrobiyal aktivitesi tespit edilmiştir. Antioksidan aktivitesi en yüksek olan baharatlar biberiye, kekik ve kimyon; orta seviyede olan baharatlar soğan ve sarımsak; zayıf olan baharatlar ise karabiber, kırmızıbiber ve acı kırmızıbiber olarak bulunmuştur.

Işınlama, baharatların standart kullanım şekliyle (herhangi bir ilave öğütme işlemi yapmadan) doğrudan gıda ortamında kullanımında antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerini etkilememiştir. Işınlama baharat ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini etkilemezken, antioksidan aktivitesini azaltmıştır. Dolayısyla baharat ekstraktlarının antioksidan amaçlı üretiminde ışınlanmamış baharatlar tercih edilmelidir.

Baharatların doğrudan kullanımıyla gıda ortamında ve ekstraklarının model ortamda antimikrobiyal aktiviteleri birbirine kıyasla farklılıklar göstermektedir. Model ortamda en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi biberiye ve kekik ekstraktı göstermişken gıda ortamında kırmızı biber ve karabiber daha yüksek etki göstermiştir. Bu farklılık gıda ortamında doğrudan kullanılan baharatların tanecik boyutlarının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Baharat ekstraktlarının antimikrobiyal etkisi gram pozitif bir bakteri olan *L. monocytogenes* 4b üzerinde gram negatif bir bakteri olan *E.coli* O157:H7'ye göre daha yüksek bulunmuştur.

Sonuç olarak et ürünlerinde renk, lezzet ve koku vermeleri amacıyla kullanılan baharatlar antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri ile bu ürünlerin kalitesinin korunmasına yardımcı olabilirler. Et ürünlerinde lezzet amaçlı baharat kullanımında bu koruyucu etkileri yüksek olan baharatlar (örneğin, soğan, sarımsak, kekik ve biberiye) özellikle tercih edilebilir.

KAYNAKLAR

Anonim, 2000. Baharat Tebliği, Resmi Gazete. Tarih: 31.07.2000, Sayı:24126.

Anonim, 2002. Gıda ışınlama yönetmeliği, Resmi Gazete. Tarih: 15.10.2002, Sayı:24907.

Anonim, 2008. Baharatlarda Uçucu Yağ Tayini, alındığı tarih: 10.06.2008. http://www.kimyaevi.org/dokgoster.asp?dosya=109021000.

Arsan, A., 1997. Hayvansal üretimin iyileştirilmesi ve kırmızı et sanayi. *Gıda Teknolojisi,* **11,** 66-73.

Bachman, S. ve Gieszczynska, J., 1973. Aspects of the Introduction of Food Irradiation in Developing Countries, IAEA, STI/PUB/362, p. 43. (**Alınmıştır:** Hirasa, K. ve Takemasa, M. 1998. Antimicrobial and antioxidant properties of spices, in *Spice Science and Technology*, Marcel Dekker, Inc. New York.)

Calucci, L., Pinzono, C., Zandomeneghi, M. ve Capocchi, A., 2003. Effects of gama-irradiation on the free radical and antioxidant contents in nine aromatic herbs and spices, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **51,** 927–934.

Cerpa, M.G., Mato, R.B., Cocero, M.J., Ceriani, R., Meirelles, A.J.A., Prado, J.M., Leal, P.F., Takeuchi, T.M. ve Meireles, M.A.A., 2009. Steam distillation applied to the food industry, in *Extracting Bioactive Compounds for Food Products*, Eds. M. A. A. Meireles. CRC Press, Boca Raton.

Ceylan, E. ve Fung, D.Y.C., 2004. Antimicrobial activity of spices, *Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology*, **12**, 1-55.

Coggins, P.C., 2001. Spices and flavourings for meat and meat products, in *Meat Science and Aplications,* Eds. Hui, Y. H., Kit, W., Rogers, R. W. ve Young, O. A., Marcel Dekker, Inc., New York.

Demircioğlu, Y., Yaman, M. ve Şimşek, I., 2007. Kadınların baharat kullanım alışkanlıkları üzerine bir araştırma, *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, **6** (3), 161-168.

Dudonne, S., Vitrac, X., Coutiere, P., Woillez, M. ve Merillon, J.M. 2009. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **57**, 1768-1774.

Duru, M.E., Öztürk, M., Uğur, A. ve Ceylan, Ö., 2004. The constituents of essential oil and in vitro antimicrobial activity of *Micromeria cilicica* from Turkey, *Journal of Ethnopharmacology*, **94**, 43–48.

Ehlermann, D.A.E., 2002. Irradiation, in *The Nutrition Handbook for Food Processors,* Eds. Henry, C. J. K. and Chapman, C., Woodhead Publishing Ltd.

Ertaş, A.H., Kolsarıcı, N. ve Soyer, A., 1991. Hamburgerlerin bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine donmuş depolamanın etkisi üzerine araştırma, *Gıda Dergisi*, **16**, 217-223.

Fernandez, J., Alvarez, J.A. ve Lopez J.A., 1997. Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat, *Food Chemistry*, **59**, 345-353.

Grohs, B.M. ve Kunz, B., 2000. Use of spice mixtures for the stabilisation of fresh portioned pork, *Food Control*, **11**, 433-436.

Hirasa, K. ve Takemasa, M., 1998. Antimicrobial and antioxidant properties of spices, in *Spice Science and Technology*, Marcel Dekker, Inc., New York.

Karpinska, M., Borowski, J. ve Danowka-Oziewicz, M., 2001. The use of natural antioxidants in ready-to-serve-food, *Food Chemistry*, **72**, 5-9.

Kawashima, K., 1981. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi, pp. 28-52. (**Alınmıştır:** Hirasa, K. ve Takemasa, M. 1998. Antimicrobial and antioxidant properties of spices, in *Spice Science and Technology*, Marcel Dekker, Inc., New York.)

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.

Köseoğlu, V.K., 2007. Model sistemlerde laktik asit bakterilerinin bazı patojenler üzerine antibakteriyel etkilerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, ss. 12-13.

Lacroix, M. ve Quattara, B., 2000. Combined industrial process with irradiation to assure innocuity and preservation of food products-a review, *Food Research International*, **33**, 719-724.

Lee, Y.W. ve Lee, Y.Y., 2003. Flavor and aroma substances, in *Extraction Optimization in Food Engineering*, Eds. C. Tzia ve G. Liadakis. Marcel Dekker, New York.

Manuel, C. ve Lagunas, S., 1995. Radiation processing of foods, An overview of scientific principles and current status, *Journal of Food Protection*, **58**, 186-192.

Matejko, I. ve Scaglione, A., 2000. Antimicrobial effect of spice extracts on three species of bacteria, alındığı tarih: 12 Nisan 2009. http://www.woodrow.org/teachers/commuter/2000/commuter2000_files/projects/metejko-scaglione/antimicrobe_ spice.htm.

Mead, G.C., 2004. Meat quality and consumer requirements, in *Poultry Meat Processing and Quality*, pp. 1-18, Ed. Mead, G. C. CRC Press, Boca Raton.

Murcia, M.A., Egea, I. ve Romojaro, J., 2004. Antioxidant evaluation in dessert spices compared with common food additives, Influence of irradiation procedure, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **52,** 1872–1881.

Najjaa, H., Neffati, M., Zouari, S. ve Ammar, E., 2007. Essential oil composition and antibacterial activity of different extracts of *Allium roseum L.*, a North African endemic species, *Comptes Rendus Chimie*, 1-7.

Nychas, G.J.E. ve Skandamis, P.N., 2003. Antimicrobials from herbs and spices, in *Natural Antimicrobials for Minimal Processing of Foods*, Eds. Nychas, G.J.E., Skandamis, P.N. and Tassau, C.C., CRC Press, Boca Raton.

Omaye, S.T., 2004. Food irradiation, in *Food and Nutritional Toxicology*, CRC Press LLC.

Pandit, V.A. and Shelef, L.A., 1994. Sensitivity of *Listeria monocytogenes* to rosemary, *Food Microbiology*, **11**, 57-63.

Pikul, J., Leszcynski, E.D. ve Kummerow, F.A., 1989. Evaluation of three modified TBARS methods for measuring lipid oxidation in chicken meat, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **37**, 1309-1313.

Prasad, M.M. ve Seenayya, G., 2000. Effect of spices on the growth of red halophilic cocci isolated from salt cured fish and solar salt, *Food Research International*, **33**, 793-798.

Ravindran, P.N. ve Kallupurackal, J.A., 2001. Black pepper, in *Handbook of Herbs and Spices*, Ed. Peter, K.V., CRC Press, Boca Raton.

Sağdıç, O., Kuşçu, A., Özcan, M. ve Özçelik, S., 2002. Effects of Turkish spice extracts at various concentrations on the growth of *Escheria coli* O157:H7, *Food Microbiology*, **19**, 473-480.

Sasikumar, B., 2004. Rosemary, in *Handbook of Herbs and Spices*, Ed. Peter, K.V., CRC Press, Boca Raton.

Schweiggert, U., Carle, R. ve Schieber, A., 2007. Conventional and alternative processes for spice production, *Trends in Food Science & Technology*, **18,** 260-268.

Shekarforoush, S.S., Nazer, A.H., Firouzi, R. ve Rostami, M., 2007. Effects of storage temperatures and essential oils of oregano and nutmeg on the growth and survival of *Escherichia coli* O157:H7 in barbecued chicken used in Iran, *Food Control*, **18,** 1428-1433.

Shylaja, M.R. ve Peter, K.V., 2004. The functional role of herbal spices, in *Handbook of Herbs and Spices*, Ed. Peter, K. V. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.

Siripongvutikorn, S., Thummaratwasi, P. ve Huang, Y., 2005. Antimicrobial and antioxidation effects of Thai seasoning, Tom-Yum, *LWT*, **38,** 347-352.

Stahl-Biskup, E. ve Venskutonis, K., 2004. Thyme, in *Handbook of Herbs and Spices*, Ed. Peter, K. V., Woodhead Publishing Limited, Cambridge.

Sun, T., Xu, Z., Wu, T., Janes, M., Prinyawiwatkul, W. ve No, H.K., 2007. Antioxidant activities of different colored sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.), *Journal of Food Science*, **72** (2).

Şahin, F., Güllüce, M., Daferera, D., Sökmen, A., Sökmen, M., Polisiou, M., Agar, G. ve Özer, H., 2004. Biological activities of the essential oils and methanol extract of *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* in the Eastern Anatolia region of Turkey, *Food Control*, **15**, 549–557.

Tanabe, H., Yoshida, M. ve Tomita, N., 2002. Comparison of the antioxidant activities of 22 commonly used culinary herbs and spices on the lipid oxidation of pork meat, *Animal Science Journal*, **73,** 389–393.

Tassau, C. C., Nychas, G. J. E. ve Skandamis, P. N., 2004. Herbs and spices as antimicrobials, in *Handbook of Herbs and Spices*, Ed. Peter, K. V., Woodhead Publishing Limited, Cambridge.

Vagi, E., Simandi, B., Suhajda, A. ve Hethelyi, E., 2005. Essential oil composition and antimicrobial activity of *Origanum majorana* L. extracts obtained with ethyl alcohol and supercritical carbon dioxide, *Food Research International*, **38,** 51–57.

Vajdi, M. ve Pereira, R.R., 1973. *Journal of Food Science*, 38, 893. (**Alınmıştır:** Hirasa, K. ve Takemasa, M. 1998. Antimicrobial and antioxidant properties of spices, in *Spice Science and Technology*, Marcel Dekker, Inc. New York.)

Variyar, P.S., Bandyopadhyay, C. ve Thomas, P., 1998. Effect of gamma-irradiation on the phenolic acids of some Indian spices, *International Journal of Food Science and Technology*, **33,** 533-537.

Vigil, A.L., Palou, E., Parish, M.E. ve Davidson, P.M., 2005. Methods for activity assay and evaluation of results, in *Antimicrobials in Food*, Eds. Davidson, P.M., Sofos, J.N. ve Branen A.L. CRC Pres, Boca Raton.

Wang, L. ve Weller, C. L., 2006. Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants, *Trends in Food Science & Technology*, **17,** 300–312.

Warthesen, J.J. ve Meuhlenkamp, M.R., 1997. Food chemistry for engineers, in *Handbook of Food Engineering Practice*, Eds. Valentas, K. J., Rotstein, E. and Singh, R. P. CRC Press, Boca Raton.

Yılmaz, İ., 1994. Tekirdağ köftesinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Trakya Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.

EKLER

EK A. VARYANS ANALİZİ SONUÇLARI

Çizelge A.1 : Farklı baharatların kıyma üzerindeki antimikrobiyal etkisinin varyans analizi sonuçları.

```
Factor     Type Levels Values
baharat   fixed      5 1 2 3 4 5
zaman     fixed      4 0 3 6 9

Analysis of Variance for log cfu, using Adjusted SS for Tests

Source          DF     Seq SS     Adj SS     Adj MS       F      P
baharat          4     0,5584     0,5584     0,1396   15,36  0,000
zaman            3    18,1343    18,1343     6,0448  665,31  0,000
baharat*zaman   12     0,3214     0,3214     0,0268    2,95  0,016
Error           20     0,1817     0,1817     0,0091
Total           39    19,1958

Unusual Observations for log cfu

Obs   log cfu       Fit   StDev Fit  Residual   St Resid
 29   7,72428   7,55405     0,06740   0,17023      2,53R
 30   7,38382   7,55405     0,06740  -0,17023     -2,53R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable log cfu
All Pairwise Comparisons among Levels of baharat

baharat = 1 (kontrol) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
2              -0,0549     0,04766    -1,152     0,7773
3              -0,1573     0,04766    -3,300     0,0263
4              -0,3365     0,04766    -7,061     0,0000
5              -0,2084     0,04766    -4,374     0,0024

baharat = 2 (biberiye) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
3              -0,1024     0,04766    -2,148     0,2396
4              -0,2816     0,04766    -5,909     0,0001
5              -0,1535     0,04766    -3,221     0,0310

baharat = 3 (kekik) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
```

4	-0,1793	0,04766	-3,761	0,0096
5	-0,0512	0,04766	-1,074	0,8176

baharat = 4 (kırmızıbiber) subtracted from:

Level baharat	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
5 (karabiber)	0,1281	0,04766	2,688	0,0917

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable log cfu
All Pairwise Comparisons among Levels of zaman

zaman = 0 subtracted from:

Level zaman	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
3	1,047	0,04263	24,57	0,0000
6	1,579	0,04263	37,05	0,0000
9	1,710	0,04263	40,11	0,0000

zaman = 3 subtracted from:

Level zaman	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
6	0,5320	0,04263	12,48	0,0000
9	0,6626	0,04263	15,54	0,0000

zaman = 6 subtracted from:

Level zaman	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
9	0,1307	0,04263	3,065	0,0287

Çizelge A.2 : Farklı baharatların kıyma üzerindeki antioksidan etkisinin varyans analizi sonuçları.

```
Factor     Type Levels Values
baharat   fixed      5 1 2 3 4 5
zaman     fixed      3 1 4 7

Analysis of Variance for abs, using Adjusted SS for Tests

Source          DF     Seq SS     Adj SS     Adj MS       F      P
baharat          4  0,0334448  0,0334448  0,0083612    9,14  0,001
zaman            2  0,0287613  0,0287613  0,0143806   15,72  0,000
baharat*zaman    8  0,0126044  0,0126044  0,0015755    1,72  0,173
Error           15  0,0137185  0,0137185  0,0009146
Total           29  0,0885290

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable abs
All Pairwise Comparisons among Levels of baharat

baharat = 1 (kontrol) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
2             -0,07567     0,01746    -4,334     0,0046
3             -0,06067     0,01746    -3,475     0,0241
4              0,01050     0,01746     0,601     0,9727
5             -0,03600     0,01746    -2,062     0,2856

baharat = 2 (biberiye) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
3              0,01500     0,01746    0,8591     0,9073
4              0,08617     0,01746    4,9351     0,0014
5              0,03967     0,01746    2,2718     0,2075

baharat = 3 (kekik) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
4              0,07117     0,01746     4,076     0,0075
5              0,02467     0,01746     1,413     0,6294

baharat = 4 (kırmızıbiber) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
5 (karabiber) -0,04650     0,01746    -2,663     0,1079

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable abs
All Pairwise Comparisons among Levels of zaman

zaman = 1 subtracted from:

Level     Difference       SE of             Adjusted
zaman       of Means  Difference   T-Value    P-Value
4            0,04550     0,01352     3,364     0,0112
7            0,07530     0,01352     5,568     0,0002
```

zaman = 4 subtracted from:

Level zaman	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
7	0,02980	0,01352	2,203	0,1030

Çizelge A.3 : Işınlamanın baharatların antimikrobiyal aktivitesine etkisinin varyans analizi sonuçları.

```
Factor     Type Levels Values
baharat   fixed      8 1 2 3 4 5 6 7 8
zaman     fixed      3 0 4 8
isinlama  fixed      2 0 1

Analysis of Variance for kob, using Adjusted SS for Tests

Source                 DF   Seq SS   Adj SS    Adj MS       F      P
baharat                 7   1,4902   1,4902    0,2129   37,10  0,000
zaman                   2  77,7832  77,7832   38,8916 6778,49  0,000
isinlama                1   0,0155   0,0155    0,0155    2,70  0,107
baharat*zaman          14   1,9692   1,9692    0,1407   24,52  0,000
baharat*isinlama        7   0,1476   0,1476    0,0211    3,67  0,003
zaman*isinlama          2   0,0289   0,0289    0,0144    2,52  0,091
baharat*zaman*isinlama 14   0,5842   0,5842    0,0417    7,27  0,000
Error                  48   0,2754   0,2754    0,0057
Total                  95   82,2942

Unusual Observations for kob

Obs       kob       Fit   StDev Fit  Residual   St Resid
  5   6,46000   6,30500     0,05356   0,15500      2,89R
  6   6,15000   6,30500     0,05356  -0,15500     -2,89R
 21   6,46000   6,33000     0,05356   0,13000      2,43R
 22   6,20000   6,33000     0,05356  -0,13000     -2,43R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable kob
All Pairwise Comparisons among Levels of baharat

baharat = 1 (biberiye) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
2              -0,4383     0,03092    -14,17     0,0000
3              -0,3492     0,03092    -11,29     0,0000
4              -0,2075     0,03092     -6,71     0,0000
5              -0,3033     0,03092     -9,81     0,0000
6              -0,2050     0,03092     -6,63     0,0000
7              -0,1908     0,03092     -6,17     0,0000
8              -0,3292     0,03092    -10,64     0,0000

baharat = 2 (soğan) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
3              0,08917     0,03092     2,883     0,0988
4              0,23083     0,03092     7,465     0,0000
5              0,13500     0,03092     4,366     0,0016
6              0,23333     0,03092     7,546     0,0000
7              0,24750     0,03092     8,004     0,0000
8              0,10917     0,03092     3,530     0,0193

baharat = 3 (sarımsak) subtracted from:
```

Level baharat	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
4	0,14167	0,03092	4,5812	0,0008
5	0,04583	0,03092	1,4822	0,8129
6	0,14417	0,03092	4,6621	0,0006
7	0,15833	0,03092	5,1202	0,0002
8	0,02000	0,03092	0,6468	0,9979

baharat = 4 (kekik) subtracted from:

Level baharat	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
5	-0,0958	0,03092	-3,099	0,0594
6	0,0025	0,03092	0,081	1,0000
7	0,0167	0,03092	0,539	0,9994
8	-0,1217	0,03092	-3,934	0,0061

baharat = 5 (kırmızıbiber) subtracted from:

Level baharat	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
6	0,09833	0,03092	3,1799	0,0486
7	0,11250	0,03092	3,6380	0,0143
8	-0,02583	0,03092	-0,8354	0,9901

baharat = 6 (karabiber) subtracted from:

Level baharat	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
7	0,0142	0,03092	0,458	0,9998
8	-0,1242	0,03092	-4,015	0,0048

baharat = 7 (kimyon) subtracted from:

Level baharat	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
8 (acı k.biber)	-0,1383	0,03092	-4,473	0,0012

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable kob
All Pairwise Comparisons among Levels of zaman

zaman = 0 subtracted from:

Level zaman	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
4	1,252	0,01894	66,09	0,0000
8	2,198	0,01894	116,06	0,0000

zaman = 4 subtracted from:

Level zaman	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
8	0,9463	0,01894	49,97	0,0000

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable kob
All Pairwise Comparisons among Levels of isinlama

isinlama = 0 (ışınlanmamış) subtracted from:

Level isinlama		Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
1	(ışınlanmış)	0,02542	0,01546	1,644	0,1068

Çizelge A.4 : Işınlamanın baharatların antioksidan aktivitesine etkisinin varyans analizi sonuçları.

```
Factor     Type Levels Values
zaman      fixed      3 1 4 7
baharat    fixed      8 1 2 3 4 5 6 7 8
isinlama   fixed      2 0 1

Analysis of Variance for MDA/kg, using Adjusted SS for Tests

Source                 DF    Seq SS    Adj SS     Adj MS     F     P
zaman                   2 0,0431553 0,0431553  0,0215776 23,70 0,000
baharat                 7 0,1500062 0,1500062  0,0214295 23,54 0,000
isinlama                1 0,0006988 0,0006988  0,0006988  0,77 0,385
zaman*baharat          14 0,0089641 0,0089641  0,0006403  0,70 0,760
zaman*isinlama          2 0,0006369 0,0006369  0,0003184  0,35 0,707
baharat*isinlama        7 0,0130315 0,0130315  0,0018616  2,05 0,068
zaman*baharat*isinlama 14 0,0053971 0,0053971  0,0003855  0,42 0,959
Error                  48 0,0436955 0,0436955  0,0009103
Total                  95 0,2655852

Unusual Observations for MDA/kg

Obs    MDA/kg       Fit   StDev Fit  Residual   St Resid
 21  0,210000  0,157500    0,021335  0,052500      2,46R
 22  0,105000  0,157500    0,021335 -0,052500     -2,46R
 85  0,288000  0,230000    0,021335  0,058000      2,72R
 86  0,172000  0,230000    0,021335 -0,058000     -2,72R
 91  0,224000  0,269500    0,021335 -0,045500     -2,13R
 92  0,315000  0,269500    0,021335  0,045500      2,13R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable MDA/kg
All Pairwise Comparisons among Levels of baharat

baharat = 1 (biberiye) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
2              0,07692     0,01232     6,245     0,0000
3              0,10058     0,01232     8,166     0,0000
4              0,06025     0,01232     4,891     0,0003
5              0,12100     0,01232     9,823     0,0000
6              0,11183     0,01232     9,079     0,0000
7              0,02367     0,01232     1,921     0,5436
8              0,07617     0,01232     6,184     0,0000

baharat = 2 (soğan) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
3              0,02367     0,01232     1,921     0,5436
4             -0,01667     0,01232    -1,353     0,8733
5              0,04408     0,01232     3,579     0,0169
6              0,03492     0,01232     2,835     0,1103
7             -0,05325     0,01232    -4,323     0,0019
8             -0,00075     0,01232    -0,061     1,0000
```

baharat = 3 (sarımsak) subtracted from:

Level baharat	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
4	-0,04033	0,01232	-3,274	0,0382
5	0,02042	0,01232	1,658	0,7135
6	0,01125	0,01232	0,913	0,9833
7	-0,07692	0,01232	-6,245	0,0000
8	-0,02442	0,01232	-1,982	0,5040

baharat = 4 (kekik) subtracted from:

Level baharat	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
5	0,06075	0,01232	4,932	0,0003
6	0,05158	0,01232	4,188	0,0028
7	-0,03658	0,01232	-2,970	0,0809
8	0,01592	0,01232	1,292	0,8973

baharat = 5 (kırmızı biber) subtracted from:

Level baharat	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
6	-0,00917	0,01232	-0,744	0,9951
7	-0,09733	0,01232	-7,902	0,0000
8	-0,04483	0,01232	-3,640	0,0142

baharat = 6 (karabiber) subtracted from:

Level baharat	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
7	-0,08817	0,01232	-7,158	0,0000
8	-0,03567	0,01232	-2,896	0,0961

baharat = 7 (kimyon) subtracted from:

Level baharat	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
8(acı k.biber)	0,05250	0,01232	4,262	0,0022

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable MDA/kg
All Pairwise Comparisons among Levels of zaman

zaman = 1 subtracted from:

Level zaman	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
4	0,01413	0,007543	1,873	0,1577
7	0,05034	0,007543	6,674	0,0000

zaman = 4 subtracted from:

Level zaman	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
7	0,03622	0,007543	4,802	0,0001

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable MDA/kg
All Pairwise Comparisons among Levels of isinlama

isinlama = 0 (ışınlanmamış) subtracted from:

Level isinlama	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
1 (ışınlanmış)	0,005396	0,006159	0,8761	0,3853

Çizelge A.5 : Işınlamanın baharat ekstraktlarının *E.coli* üzerindeki antimikrobiyal etkisinin varyans analizi sonuçları.

```
Factor     Type Levels Values
baharat   fixed      2 1 4
isinlama  fixed      2 0 1

Analysis of Variance for zone Dia, using Adjusted SS for Tests

Source           DF     Seq SS     Adj SS     Adj MS       F      P
baharat           1      0,281      0,281      0,281    0,13  0,733
isinlama          1      0,781      0,781      0,781    0,37  0,574
baharat*isinlama  1      2,531      2,531      2,531    1,21  0,333
Error             4      8,375      8,375      2,094
Total             7     11,969

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable zone Dia
All Pairwise Comparisons among Levels of baharat

baharat = 1 (biberiye) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
4 (kekik)       0,3750       1,023    0,3665     0,7326

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable zone Dia
All Pairwise Comparisons among Levels of isinlama

isinlama = 0 (ışınlanmamış) subtracted from:

Level        Difference       SE of             Adjusted
isinlama       of Means  Difference   T-Value    P-Value
1 (ışınlanmış)  -0,6250       1,023   -0,6108     0,5743
```

Çizelge A.6 : Işınlamanın baharat ekstraktlarının *L.monocytogenes* üzerindeki antimikrobiyal etkisinin varyans analizi sonuçları.

```
Factor     Type Levels Values
Factor     Type Levels Values
baharat   fixed      4 1 4 6 7
isinlama  fixed      2 0 1

Analysis of Variance for zone Dia, using Adjusted SS for Tests

Source           DF     Seq SS     Adj SS     Adj MS       F      P
baharat           3    263,062    263,062     87,687   62,36  0,000
isinlama          1      0,000      0,000      0,000    0,00  1,000
baharat*isinlama  3      5,625      5,625      1,875    1,33  0,330
Error             8     11,250     11,250      1,406
Total            15    279,937

Unusual Observations for zone Dia

Obs  zone Dia       Fit   StDev Fit  Residual   St Resid
  9   19,5000   21,2500      0,8385   -1,7500     -2,09R
 10   23,0000   21,2500      0,8385    1,7500      2,09R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable zone Dia
All Pairwise Comparisons among Levels of baharat

baharat = 1 (biberiye) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
4               -3,375      0,8385     -4,02     0,0161
6               -9,375      0,8385    -11,18     0,0000
7               -9,500      0,8385    -11,33     0,0000

baharat = 4 (kekik) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
6               -6,000      0,8385    -7,155     0,0004
7               -6,125      0,8385    -7,304     0,0004

baharat = 6 (karabiber) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
7              -0,1250      0,8385   -0,1491     0,9987

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable zone Dia
All Pairwise Comparisons among Levels of isinlama

isinlama = 0 (ışınlanmamış) subtracted from:

Level        Difference       SE of             Adjusted
isinlama       of Means  Difference   T-Value    P-Value
1(ışınlanmış) -0,000000      0,5929 -0,000000      1,000
```

Çizelge A.7 : Işınlamanın baharat ekstraktlarının antioksidan aktivitesine etkisinin varyans analizi sonuçları.

```
Factor     Type Levels Values
baharat   fixed      6 1 4 5 6 7 8
isinlama  fixed      2 0 1

Analysis of Variance for inhibiti, using Adjusted SS for Tests

Source           DF     Seq SS     Adj SS     Adj MS       F      P
baharat           5    14702,9    14702,9     2940,6   48,97  0,000
isinlama          1      303,9      303,9      303,9    5,06  0,044
baharat*isinlama  5     1746,8     1746,8      349,4    5,82  0,006
Error            12      720,6      720,6       60,1
Total            23    17474,3

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable inhibiti
All Pairwise Comparisons among Levels of baharat

baharat = 1 (biberiye)subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
4                3,69       5,480      0,67     0,9818
5              -62,84       5,480    -11,47     0,0000
6              -20,18       5,480     -3,68     0,0290
7              -18,09       5,480     -3,30     0,0551
8              -51,92       5,480     -9,48     0,0000

baharat = 4 (kekik) subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
5              -66,53       5,480    -12,14     0,0000
6              -23,87       5,480     -4,36     0,0093
7              -21,77       5,480     -3,97     0,0177
8              -55,61       5,480    -10,15     0,0000

baharat = 5 (kırmızıbiber)subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
6              42,66       5,480     7,785     0,0001
7              44,75       5,480     8,167     0,0000
8              10,91       5,480     1,992     0,3995

baharat = 6 (karabiber)subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
7                2,09       5,480     0,382     0,9987
8              -31,74       5,480    -5,793     0,0009

baharat = 7 (kimyon)subtracted from:

Level       Difference       SE of             Adjusted
baharat       of Means  Difference   T-Value    P-Value
8 (acı k.biber) -33,84       5,480    -6,175     0,0005
```

Tukey Simultaneous Tests
Response Variable inhibiti
All Pairwise Comparisons among Levels of isinlama

isinlama = 0 (ışınlanmamış)subtracted from:

Level isinlama	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
1 (ışınlanmış)	-7,117	3,164	-2,250	0,0440

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Belgin ARIN

Doğum Yeri ve Tarihi: Bursa – 15.03.1984

Adres: İhsaniye Mah. Ş.M.G. Sok. No:9 Bandırma/Balıkesir

Lisans Üniversite: İstanbul Teknik Üniversitesi

Yayın Listesi:

- **Arin, B.** and Gunes, G. 2008: Antimicrobial and Antioxidant Properties of Some Spices in Ground Beef during Refrigerated Storage. *First European Food Congress*, November 4-9, Ljubljana, Slovenia.
- **Arin, B.** and Gunes, G. 2009: Effects of Irradiation on Antimicrobial and Antioxidant Activities of Spices Assessed in Ground Beef During Refrigerated Storage. *Second SAFE Consortium International Congress on Food Safety*, April 27-29, Girona, Spain.