

**MARİNE EDİLMİŞ PİŞİRMEYE HAZIR TAVUK ETLERİNİN
MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME İLE MUHAFAZASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gıda Müh. Esra DOĞU
(506061507)**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29 Aralık 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 19 Ocak 2009**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Gürbüz GÜNEŞ (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Güldem ÜSTÜN (İTÜ)
Doç. Dr. Beraat ÖZÇELİK (İTÜ)**

OCAK 2009

ÖNSÖZ

Tavuk eti; yüksek besin değeri ve uygun fiyatıyla tüketicinin yüksek talep gösterdiği gıdalardandır. Özellikle tüketicinin kolay ve hızlı hazırlanabilir ürünlere olan talebi marine edilmiş tavuk ürünlerinin yaygınlaşmasını sağlamıştır. Fakat ülkemizde bu ürünler endüstriyel ölçekte üretilmemekte, market ve kasaplarda günlük olarak satılmaktadır. Çok tercih edilen bir gıda olan tavuk etinin raf ömrü mikrobiyal ve kimyasal bozulmalardan dolayı çok kısadır. Bu sebeple bu gıdalar için uygun muhafaza tekniklerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu tez çalışmasında ilk olarak tavuk etinin marinasyonunda tada etkisi sebebiyle kullanılan farklı baharatların antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Ayrıca, formülasyonu belirlenen bir marinasyon sosunda marine edilmiş tavuk etleri için uygun MAP koşulları tespit edilerek bu koşulların tavuk etinin mikrobiyal ve duyu kalitesi ile yağ oksidasyonu ve dolayısıyla raf ömrüne etkisi incelenmiştir.

Tez çalışmamın tüm aşamalarında desteği ve katkısını esirgemeyen ihtiyaç duyduğum her an bana zaman ayıran danışmanım Doç. Dr. Gürbüz GÜNEŞ'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Değerli yardımlarından dolayı Prof. Dr. Necla ARAN'a teşekkürü borç bilirim. Laboratuvar çalışmalarına özverili katkılarından dolayı Levent Dinçer'e ve duyu analizleri gerçekleştirmemdeki katkılarından dolayı, zaman ayırıp panellere katılım gösteren Gıda Mühendisliği Bölüm asistanlarına teşekkür ederim.

Bu çalışmanın hayata geçmesine imkan sağlayan İ.T.Ü. Araştırma Fon Saymanlığı'na projeye verdikleri maddi destekten dolayı teşekkür ederim. Paketleme materyallerini temin etmemizi sağlayan Koroza Ambalaj San. Ve Tic. A.Ş.'e teşekkür ederim. Ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca bursiyeri olmaktan gurur duyduğum TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma süresince ve eğitim hayatımın her aşamasında maddi ve manevi destekleri ile hep yanımda olan anneme, babama ve ablama sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu çalışma süresince yanımda olup manevi desteklerini benden esirgemeyen Ar. Gör. Celale KIRKIN ve Belgin ARIN'a teşekkür ederim.

Ocak 2009

Esra DOĞU
Gıda Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	vii
TABLO LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
ÖZET	xi
SUMMARY.....	xiii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1 Pişirmeye Hazır Tavuk Ürünleri	3
2.2 Marinasyon.....	4
2.2.1 Marinasyon teknikleri.....	5
2.3 Marine edilmiş pişirmeye hazır tavuk ürünlerinde bozulma	7
2.3.1 Mikrobiyal bozulma.....	8
2.3.2 Yağ oksidasyonu	9
2.4 Marinasyonda Kullanılan Baharatlar	11
2.4.1 Baharatların antimikrobiyal özellikleri.....	12
2.4.2 Baharatların antioksidan özellikleri.....	13
2.5 Modifiye Atmosfer Paketleme	14
2.5.1 Modifiye atmosfer paketlemede kullanılan gazlar	15
2.5.2 Tavuk ürünlerinde MAP tekniğinin kullanılması	17
3. MATERYAL VE METOD	19
3.1. Materyal.....	19
3.2. Metotlar	19
3.2.1 Marinasyon	20
3.2.2 Paketleme.....	20
3.2.3 Depolama	21
3.2.4 Toplam aerobik mezofilik bakteri analizi.....	21
3.2.5 Laktik asit bakteri analizi.....	21
3.2.6 Küf maya analizi	22
3.2.7 TBA Analizi.....	22
3.2.8 pH analizi.....	23
3.2.9 Yağ analizi	24

3.2.10 Paket içi gaz kompozisyonu analizi	24
3.2.11 Duyusal analiz.....	24
3.2.12 İstatiksel analiz	25
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	27
4.1 Tavuk Etinin Marinasyonunda Kullanılan Baharatların Tavuk Etinde Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı ve Yağ Oksidasyonu Üzerine Etkisi.....	27
4.1.1 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı sonuçları	27
4.1.2 Yağ oksidasyonu.....	28
4.2 Paket İçi O₂ ve CO₂ Konsantrasyonlarının Marine Edilmiş Tavuk Etinin Mikrobiyal Kalitesi ve Yağ Oksidasyonu Üzerine Etkisi	30
4.2.1 Paket içi gaz kompozisyonları	30
4.2.2 pH değişimi	31
4.2.3 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı sonuçları	32
4.2.4 Laktik asit bakterisi sayımı sonuçları.....	33
4.2.5 Küf maya sayımı sonuçları	34
4.2.6 Yağ oksidasyonu.....	35
4.3 Duyusal Özelliklerindeki Değişimler	37
4.3.1 Renk	38
4.3.2 Koku	39
4.3.3 Tat	40
4.3.4 Doku.....	41
4.3.5 Genel beğenilirlik.....	42
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR.....	47
EKLER	53
ÖZGEÇMİŞ.....	83

KISALTMALAR

BHT	: Bütillendirilmiş hidroksitoluen
DRBC	: Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar
Kob	: Koloni oluşturan birim
kGY	: kiloGray
LDPE	: Düşük yoğunluklu polietilen
MAP	: Modifiye Atmosferde Paketleme
MDA	: Malondialdehit
MRS	: Man Rogosa Sharpe Agar
PCA	: Plate Count Agar
TAMB	: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
TBA	: Tiyoarbitürik asit
TBARS	: TBA ile reaksiyona giren maddeler
TCA	: Trikloroasetik asit
TEP	: 1,1,3,3 Tetratoksipropen

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : MAP'ın avantajları ve dezavantajları.....	15
Çizelge 4.1 : Mikrobiyal analizlerde kullanılan marine tavuk butlarının depolama sırasında paketlerindeki O ₂ ve CO ₂ konsantrasyonları.....	30
Çizelge 4.2 : Kimyasal analizlerde kullanılan marine edilmiş tavuk butlarının depolama sırasında paketlerindeki O ₂ ve CO ₂ konsantrasyonları	31
Çizelge 4.3 : Kimyasal analizlerde kullanılan marine edilmiş tavuk butlarının depolama sırasında pH değişimleri	31
Çizelge A.1 : Çiğ marine tavuk duyusal analiz formu ...	53
Çizelge A.2 : Pişmiş marine tavuk duyusal analiz formu ...	54
Çizelge B.1 : Farklı baharatların antimikrobiyal etkisinin varyans analizi sonuçları	55
Çizelge B.2 : Farklı baharatların antioksidan etkisinin varyans analizi sonuçları.....	57
Çizelge B.3 : Farklı paketleme koşullarının TAMB sayısı üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları	59
Çizelge B.4 : Farklı paketleme koşullarının laktik asit bakterisi sayısı üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları	61
Çizelge B.5 : Farklı paketleme koşullarının küf maya sayısı üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.	63
Çizelge B.6 : Farklı paketleme koşullarının yağ oksidasyonu üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları	65
Çizelge B.7 : Farklı paketleme koşullarının pH değeri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.	67
Çizelge B.8 : Farklı paketleme koşullarının pişmemiş örneklerin koku değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.	69
Çizelge B.9 : Farklı paketleme koşullarının pişmemiş örneklerin renk değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.	71
Çizelge B.10 : Farklı paketleme koşullarının pişmemiş örneklerin genel beğenilirlik değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.....	73
Çizelge B.11 : Farklı paketleme koşullarının pişmiş örneklerin renk değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.	75
Çizelge B.12 : Farklı paketleme koşullarının pişmiş örneklerin koku değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.	77
Çizelge B.13 : Farklı paketleme koşullarının pişmiş örneklerin tat değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.	78
Çizelge B.14 : Farklı paketleme koşullarının pişmiş örneklerin genel beğenilirlik değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.	79
Çizelge B.15 : Farklı paketleme koşullarının pişmiş örneklerin doku değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.	80

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1 : Farklı baharatlarla marine edilmiş tavuk butlarının 3 ± 1 °C’de depolama sırasında TAMB sayısının zamanla değişimi	27
Şekil 4.2 : Farklı baharatlarla marine edilmiş tavuk butlarının 3 ± 1 °C’de depolama sırasında TBARS değerlerinin zamanla değişimi	29
Şekil 4.3 : Farklı paketlerdeki marine tavuk butlarının 3 ± 1 °C’de depolama sırasında TAMB sayısının zamanla değişimi	32
Şekil 4.4 : Farklı paketlerdeki marine tavuk butlarının 3 ± 1 °C’de depolama sırasında laktik asit bakterisi sayısının zamanla değişimi	34
Şekil 4.5 : Farklı paketlerdeki marine tavuk butlarının 3 ± 1 °C’de depolama sırasında küf maya sayısının zamanla değişimi	35
Şekil 4.6 : Farklı paketlerdeki marine tavuk butlarının 3 ± 1 °C’de depolama sırasında TBARS değerlerinin zamanla değişimi	36
Şekil 4.7 : Paketleme şeklinin 3 ± 1 °C’de depolama sırasında pişmemiş ve pişmiş marine tavuk butlarının renk değerleri üzerine etkisi (y-ekseni: 1:kötü, 2:kabul edilebilir, 3:iyi, 4:çok iyi)	38
Şekil 4.8 : Paketleme şeklinin 3 ± 1 °C’de depolama sırasında pişmemiş ve pişmiş marine tavuk butlarının koku değerleri üzerine etkisi (y-ekseni: 1:kötü, 2:kabul edilebilir, 3:iyi, 4:çok iyi)	40
Şekil 4.9 : Paketleme şeklinin 3 ± 1 °C’de depolama sırasında pişmiş marine tavuk butlarının tat değerleri üzerine etkisi (y-ekseni: 1:kötü, 2:kabul edilebilir, 3:iyi, 4:çok iyi)	41
Şekil 4.10 : Paketleme şeklinin 3 ± 1 °C’de depolama sırasında pişmiş marine tavuk butlarının doku değerleri üzerine etkisi (y-ekseni: 1:kötü, 2:kabul edilebilir, 3:iyi, 4:çok iyi)	42
Şekil 4.11 : Paketleme şeklinin 3 ± 1 °C’de depolama sırasında pişmemiş ve pişmiş marine tavuk butlarının genel beğenilirlik değerleri üzerine etkisi (y-ekseni: 1:kötü, 2:kabul edilebilir, 3:iyi, 4:çok iyi)	43
Şekil C.1 : Duyusal analizlerde kullanılan marine tavuk butlarının 3 ± 1 °C’de depolama sırasında TAMB sayısının zamanla değişimi.	81
Şekil C.2 : Duyusal analizlerde kullanılan marine tavuk butlarının 3 ± 1 °C’de depolama sırasında TBARS değerlerinin zamanla değişimi.	81

MARİNE EDİLMİŞ PİŞİRMeye HAZIR TAVUK ETLERİNİN MODİFİYE ATMOSFER PAKETLEME İLE MUHAFAZASI

ÖZET

Tavuk eti; yüksek besin değeri ve uygun fiyatıyla tüketicinin yüksek talep gösterdiği gıdalardandır. Özellikle tüketicinin pişirmeye hazır ürünlere olan talebi marine edilmiş tavuk ürünlerinin yaygınlaşmasını sağlamıştır. Ülkemizde bu ürünler endüstriyel ölçekte üretilmemekte fakat farklı formlarda marine edilmiş pişirmeye hazır tavuk ürünlerini market ya da kasaplarda günlük olarak bulmak mümkündür. Bu ürünlerin raf ömürleri mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmalardan dolayı oldukça kısadır. Dolayısıyla bu gıdalar için uygun muhafaza tekniklerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu çalışmanın amacı marine edilmiş tavuk butlarında baharatlar, marinasyon ve modifiye atmosfer paketlemenin birlikte kullanımıyla kaliteyi sağlamaktır.

Bu çalışmada iki farklı deney planı tasarlanmıştır. İlk çalışmada laboratuvar ortamında farklı baharatların (kimyon, biberiye, karabiber, kırmızıbiber, soğan, sarımsak, kekik) tek tek kullanımı ile hazırlanan marinasyon sosunda marine edilen tavuk butu örnekleri ile çalışılmıştır. Marine edilmiş tavuk butlarında oksidasyon değerleri ölçülmüş ve toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımları yapılmıştır. Çalışmanın ikinci kısmında, formülasyonu belirlenen bir marinasyon sosu ile marine edilen tavuk butu örnekleri farklı O₂ ve CO₂ kombinasyonları içeren gaz karışımlarıyla (%O₂+%CO₂ olarak: 0+0, 0+70, 5+70, 21+0) paketlenmiştir. Örneklerin 3±1°C’de depolanması sırasında toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakterisi ve küf maya sayımları yapılmıştır. Ayrıca örneklerin yağ oksidasyonu, pH’ı ve duyuşal özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir.

İlk çalışmada; soğan, sarımsak, biberiye ve kekik ile marine edilen tavuk butlarında TAMB sayılarının kontrol grubuna göre önemli ölçüde düşük olduğu görülmüştür. Kırmızıbiber, kimyon ve karabiberin ise antimikrobiyal etkisi gözlemlenmemiştir. Ayrıca, çalışmada kullanılan tüm baharatların (kimyon, biberiye, karabiber, kırmızıbiber, soğan, sarımsak, kekik) kontrol grubuna göre TBARS değerlerinde önemli bir azalma sağladığı görülmüştür. Kekik, biberiye, karabiber ve kimyonun antioksidan etkisinin kırmızıbiber, soğan ve sarımsaktan daha fazla olduğu görülmüştür.

İkinci çalışmada modifiye atmosfer paketlemenin TAMB, laktik asit bakterisi ve küf maya sayılarını vakum ve aerobik paketlemeye göre önemli ölçüde azalttığı saptanmıştır. Oksijen oranı %0 ve %5 O₂ olan modifiye atmosfer paketlerin TAMB, laktik asit bakterisi ve küf maya sayılarında ise önemli bir fark bulunmamıştır. Depolama sırasında örneklerin pH değerleri 5,19-5,81 arasında değişmiş ve pH değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Yağ oksidasyonu değerlerinin paketteki oksijen miktarı arttıkça arttığı ve %21 O₂ içeren paketlerde en yüksek değerlere (0,68-0,84 mg MDA/kg örnek) ulaştığı görülmüştür. Oksijen oranı %0 ve

%5 O₂ olan paketlerdeki TBARS değerleri arasında ise önemli bir fark bulunmamıştır. Depolama sırasında tüm örneklerin TBARS değerleri 1 mg MDA/kg'ın altında bulunmuştur.

Duyusal analizler neticesinde 1. ve 8. günler renk, koku, tat, doku ve genel beğenilirlik değerleri açısından paketleme koşullarının etkisi bulunmamıştır. Fakat 8. günden sonra aerobik paketlerin değerlerinde önemli bir düşme görölmüştür. Aerobik paketlerde baharat kokusunun daha az olduğu ve daha sert oldukları ifade edilmiştir. Vakum ve modifiye atmosfer paketler ise analizler süresince kabul edilebilirliğini korumuş ve taze örnekler ile aralarında önemli bir fark bulunmamıştır.

Sonuç olarak pişirmeye hazır marine edilmiş tavuk butlarının %0O₂+%70CO₂ ve %5O₂+%70CO₂ koşullarında modifiye atmosferde paketlenmesi ile 15 günlük depolama sırasında mikrobiyal, kimyasal ve duyusal kalite korunmuştur. Ancak *Clostridium botulinum* ve *Clostridium perfringens* gibi anaerobik patojenlerin gelişmesine engel olabilmek için ürünün güvenliği açısından %5O₂+%70CO₂ koşullarının bu ürünler için daha uygun olduğu düşünülmektedir.

PRESERVATION OF MARINATED CHICKEN DRUMSTICKS WITH MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING

SUMMARY

Poultry meat is a very popular food commodity around the world because of its high nutritional value and low price. Consumption of marinated chicken products have been increasing with the rise in consumer demand for ready-to-cook food products. However, in our country, marinated products is not produced in industrial scale and they are sold in butchers and markets as a daily product in different forms. These products have short shelf life due to microbial and chemical spoilage. Therefore, effective food preservation techniques need to be developed to provide quality of these products. The objective of this study was to investigate the effects of different spices, marination and different packaging conditions on quality of marinated chicken drumsticks during storage.

Two experiment steps were designed in this research. For the first experiment chicken drumsticks are marinated in a marinade individually with different spices (cumin, rosemary, black pepper, red pepper, onion, garlic and thyme). Lipid oxidation levels and total aerobic mesophilic bacteria (TAMB) counts were periodically investigated during storage. For the second experiment, one type of marinade is used and marinated chicken drumsticks were packaged in different gas combinations of O₂ and CO₂ (%O₂+%CO₂ in the packages were: 0+0, 0+70, 5+70, 21+0). During storage at 3±1°C, total aerobic mesophilic bacteria, lactic acid bacteria and yeast and mold counts were periodically monitored. Changes in lipid oxidation, pH and sensory properties of marinated drumsticks were also investigated during storage.

In the first experiment, chicken drumsticks marinated with onion, garlic, rosemary and thyme showed significantly low TAMB counts when compared to control. However, no antimicrobial effects of red pepper, cumin and black pepper were detected. All spices (cumin, rosemary, black pepper, red pepper, onion, garlic and thyme) decreased TBARS values significantly compared to control. Thyme, rosemary, black pepper and cumin had stronger antioxidant effects than red pepper, onion powder and garlic powder.

In the second experiment, modified atmosphere packaging resulted in a significant decrease of TAMB, lactic acid bacteria and yeast and mold counts when compared to vacuum and aerobic packaging. It was noted that 5% O₂ in modified atmosphere packages did not significantly affect the TAMB, lactic acid bacteria and yeast and mold counts. pH values were not changed significantly and they were between 5,19-5,81 during storage. Lipid oxidation is increased with increasing amounts of O₂ and the aerobic packages reached the highest values (0,68-0,84 mg MDA/kg sample). There was no significant difference in TBARS values between modified atmosphere

packages containing 0% and 5% O₂. Throughout the storage period, the values of TBARS were found below 1 mg malondialdehyde MDA/kg in all samples.

According to sensory evaluation, color, odor, flavour, texture and general acceptability scores were not significant between 1. and 8. days. However, air packaged samples obtained lower scores after 8. day. Panelists indicated that spicy odor of air packaged marinated chicken drumsticks were decreased and they were more tough. Vacuum and modified atmosphere packages obtained high scores during analyses. There was no significant difference between fresh and packaged marinated chicken drumsticks.

In conclusion, the microbial, chemical and sensorial quality of marinated chicken drumsticks were kept with 0%O₂+70%CO₂ and 5%O₂+70%CO₂ atmospheres during 15 day refrigerated storage. For safety of product, 5%O₂+70%CO₂ atmosphere conditions can be recommended to control growth of anaerobic pathogens such as *Clostridium botulinum* and *Clostridium perfringens*.

1. GİRİŞ

Tavuk eti; yüksek besin değeri ve uygun fiyatıyla tüketicinin yüksek talep gösterdiği gıdalardandır. Tavuk etine olan yüksek talep ürün çeşitliliğini de beraberinde getirmiştir. Kentleşme, yoğun iş temposu, teknolojinin gelişmesi gibi nedenlerle insanlar beslenmelerine daha az zaman ayırmakta ve kolay, hızlı hazırlanabilir ürünlere yönelmektedir. Bu sebeplerle son zamanlarda marine edilmiş tavuk ürünleri yaygınlaşmaktadır. Fakat ülkemizde bu ürünler endüstriyel ölçekte üretilmemekte, market ve kasaplarda günlük olarak satılmaktadır.

Marine et ürünlerinin tüketimi hızla artmaktadır. Marinasyon sirke, tuz ve baharatlardan oluşan bir asidik su-yag emülsiyonunun pişirmeden önce ete uygulanması işlemidir. Marinasyon uzun yıllardır etin tat ve aromasını arttırmak ve eti yumuşatmak için kullanılan geleneksel bir yöntemdir (Lemos, 1999). Tavuk eti marinasyon işlemi için uygun bir et çeşitidir. Tavuk etinde marinasyon su tutma kapasitesi, etin yumuşaklığı ve tat gibi fiziksel ve duyuşal özelliklerin geliştirilmesi için uygulanmaktadır (Tan ve Ockerman, 2006a). Marinasyon işlemi ürünün sadece tadını etkilememekte aynı zamanda ürünün güvenliği ve raf ömrünü de arttırmaktadır (Björkroth, 2005). Kullanılan baharatların çeşiti marine edilen ürüne, bölgeye ya da damak tadına göre değişebilmektedir. Tada etkisi sebebiyle kullanılan baharatların antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri ürünün kalitesini ve güvenliğini de etkilemektedir (Mahour ve diğ., 1998a; Mahour ve diğ., 1998b; Shylaja ve diğ., 2004).

Kümes hayvanlarından elde edilen et ve et ürünleri çabuk bozulan gıdalardır. Buzdolabı koşullarında raf ömrü 4-10 gün arasında değişen tavuk etinin raf ömrünün uzatılması endüstrideki temel amaçlardan olmuştur (Patsias ve diğ., 2005). Gelişen teknoloji ile tavuk etinin raf ömrünün uzatılması ile ilgili yeni yöntemlerin kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (Grandison ve Jennings, 1993; Hugas ve diğ., 2002; Jimenez ve diğ., 1997; Sawaya ve diğ., 1995). Bu amaç doğrultusunda ürünleri bozulmalardan ve patojen mikroorganizmalardan korumak için geliştirilen yeni yaklaşımlar doğal gıda koruyucularının kullanımı ve 'hurdle' yaklaşımının

uygulanmasıdır (Leistner ve Gorris, 1995). Duyusal özellikleri ya da raf ömrünü arttırmak için geleneksel olarak kullanılan marinasyonun yanında istenilen etkinin görülebilmesi için bu ürünlerin modifiye atmosfer paketleme ile kombinasyon halinde kullanılması düşünülebilir.

Bu çalışmanın amacı, marine edilmiş tavuk etlerinde kimyasal koruyucu kullanmadan marinasyon ve modifiye atmosfer paketlemenin birlikte kullanımının mikrobiyal, kimyasal ve duyusal kaliteye etkisini araştırmaktır. Bu çalışmada farklı baharatlarla marinasyonun ve farklı % O₂ (% 0-5) ile % CO₂ (%0-70) konsantrasyonlarında paketlemenin soğukta depolanan pişirmeye hazır tavuk butlarında toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit ve küf maya sayısı, pH, yağ oksidasyonu ve duyusal kalite üzerine etkileri araştırılarak optimum paketleme koşulunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Pişirmeye Hazır Tavuk Ürünleri

Tavuk eti tüm dünyada tüketilen ve son yıllarda tüketimi artmakta olan bir üründür. Tavuk eti, beyaz etler içerisinde en çok tercih edilen et çeşitidir (Barbut, 2002). Tüketicinin artmasının başlıca sebepleri olarak düşük maliyeti ve zengin beslenme içeriği gösterilebilir. Tavuk eti düşük yağ içeriğine sahip bir gıdadır (Chouliara ve diğ., 2007). Yağ, kırmızı etlerde bütün dokuya yayılmış olmasına rağmen, tavuk etlerinde deri altında ve karın boşluğunda toplanmıştır (Gökten, 1990). Derinin ayrılmasıyla yağın önemli bir bölümü uzaklaştırılabilir. Ayrıca tavuk eti sinir sistemini destekleyen B₂, B₆, B₁₂ vitaminlerini içeren, proteince zengin ve liflerinin kısıllığından dolayı kolay sindirilebilir bir gıdadır (Mead, 2004a).

Tavuk etine olan yüksek talep, ürün çeşitliliğini de beraberinde getirmiştir. Günümüzde tavuk eti çeşitli formlarda satışa sunulmaktadır. Tavuklar market ve kasaplarda kanat, göğüs, but olarak parça parça ya da bütün halinde satılmaktadır. Bu ürünler derili/derisiz ya da kemikli/kemiksiz seçenekleriyle tüketiciye hazırlanmaktadır. Tavuk etinin yiyecek olarak hazırlanması ve pazarlanması da kolay olduğundan özellikle fast food restoranlarda çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Tüketicilerin kolay ve hızlı hazırlanabilir ürünlere olan talebi ile marine edilmiş tavuk ürünlerinin de kullanımı yaygınlaşmıştır (Smith ve Acton, 2001). Ülkemizde farklı formlarda marine edilmiş pişirmeye hazır tavuk ürünlerini market ya da kasaplarda bulmak mümkündür. Fakat bu ürünler günlük olarak satılmakta, uzun süre muhafazası mümkün olmamaktadır.

Tavuk etleri bozulmaya oldukça elverişli ve kısa raf ömrüne sahip (aerobik koşullarda buzdolabı koşullarında raf ömrü 4-10 gün arasında) gıdalardır (Patsias ve diğ., 2006). Gıda sanayiinde bu ürünlerin güvenli olması, kayıpların azaltılması, tüketiciye ulaşana kadar geçen süre içinde meydana gelebilecek olumsuz değişikliklerin (fiziksel, kimyasal, biyokimyasal, mikrobiyal) önüne geçilmesi ve

uzun süre muhafazası hedeflenmektedir. Bu amaçla bir çok gıda muhafaza yöntemi kullanılmakta ve yeni yöntemler araştırılmaktadır. Minimum işlem görmüş ve güvenli gıdaların üretilmesi için modern trendler doğal gıda koruyucularının kullanılması ve “hurdle” teknolojisinin uygulanmasıdır (Chouliara ve diğ., 2007; Leistner, 1999). Tavuk etinin raf ömrünün arttırılması için modifiye atmosfer paketlenme, asit ile muamele, EDTA-nisin uygulaması, fosfat eklenmesi, esansiyel yağlar, baharat kullanımı, yüksek hidrostatik basınç ve ışınlama gibi tekniklerin tek tek yada birlikte kullanımları düşünülebilir (Barbut, 2004; Patsias ve diğ., 2006). Bu çalışmada birlikte kullanımı incelenmiş olan marinasyon, baharatlar ve modifiye atmosfer paketlenme tekniği sonraki bölümlerde detaylarıyla anlatılmıştır.

2.2 Marinasyon

Marinasyon ete uygulanan eski bir yöntemdir. Marinasyon etin hem duysal (tat, renk, nem, doku) hem de fonksiyonel (su tutma kapasitesi, pişirme verimi v.b.) özelliklerini geliştirmek için uygulanmaktadır (Fletcher, 2004; Tan ve Ockerman, 2006b). Marinasyon ile et daha yumuşak, daha lezzetli ve sulu olmakta ve pişirme kayıpları azalmaktadır. Son yıllarda tavuk etinin marinasyonu artmıştır (Fletcher, 2004). Marinasyon işlemi ürünün sadece tadını etkilememekte aynı zamanda ürünün güvenliği ve raf ömrünü de arttırmaktadır (Björkroth, 2005).

Marinasyon ile tüketicilere dünyanın her yerinde farklı renk, şekil ve büyüklükte çok çeşitli ürünler sunulmaktadır. Domuz, sığır, balık ve tavuk gibi bir çok et çeşiti marine edilmektedir. Genellikle, marine edilecek etler yüzey alanının genişlemesi ve marinasyonun daha etkin olması için küçük parçalar halinde kesilmektedir. Marinasyonun bir yolu tuz ve soğan, sarımsak, biber v.b. istenilen baharatların karışımından oluşan kuru toz karışımı ete eklemektir. Genellikle kullanılan ve marinasyondan anlaşılan ise bu karışımın yağ, su ve sirke ile karıştırılarak sıvı halde ete uygulanmasıdır (Gerhard, 2006).

Tüketicinin kolay ve hızlı hazırlanabilir ürünlere olan talebi ve kümes hayvanları endüstrisinin integrasyonu ve genişlemesiyle, marine edilmiş tavuk ürünleri 1950’lerde başlayarak 1970’lerde genişleyerek marketlerdeki yerini almıştır (Smith ve Acton, 2001). Bu ürünler marine edildikten sonra pişirmeye hazır olarak satılabileceği gibi dondurularak restoranlara da satılabilir (Fletcher, 2004).

Baharatlar ile kombinasyon halinde sirke ve yağa batırılması, etin lezzetini arttırmakta, raf ömrünü uzatmakta ve istenmeyen tatları maskeleymektedir. Son zamanlarda ise marinasyonun ürünün fonksiyonelliğini arttırmak gibi başka avantajlarının da olduğu anlaşılmıştır. Marine edilmiş tavuk ürünleri bütün tavuk, parçalanmış halde, kemiksiz ve doğranmış bir çok formda marketlerde satılmaktadır (Smith ve Acton, 2001).

Marinasyon ile tüketicinin istediği şekilde ürün kalitesi artarken, verimin artmasıyla üretici de avantaj sağlar. Etin suyu tutma yeteneği “su tutma kapasitesi” terimiyle ifade edilir ve et endüstrisinde su tutma kapasitesi önemli kalite faktörlerinden biridir. Marinasyon etin su tutma kapasitesini arttırmaktadır. Su kas dokusuna kimyasal olarak bağlanmaktadır ve etin daha sulu ve daha lezzetli olmasını sağlamaktadır (Barbanti ve Pasquini, 2005). Üretici gözüyle bakıldığında ise verimin artması bir başka deyişle etin ağırlığı arttığı için daha yüksek fiyata satılmasının ifadesidir.

Marinasyon sosunda tuz önemli bileşenlerdendir. Tuz etin lezzetine ve gevrekliğine katkı sağlamakta ayrıca myofibriler proteinlerin çözünürlüğünü artırarak tavuk etinin su bağlama özelliğini arttırmaktadır (Lemos ve diğ., 1999). Sosta bulunan sirke de içerdiği asetik asit ile sosun pH'nın düşmesini sağlamaktadır. Baharatlar ise depolama sırasında oluşan acılaşmayı azaltması sayesinde tadı geliştirmekte ve antimikrobiyal özellikleri ile mikrobiyal kaliteyi de arttırmaktadır. Ayrıca marinasyon sosunda bulunan baharatlar sayesinde fiziksel görünüşün de gelişmesi sağlanabilir.

Bu bileşenlerin yanında sosa eklenebilecek olan fosfat, kalsiyum klorid ve enzimler gibi bileşenler etin gevrekliği de geliştirilebilir (Smith ve Acton, 2001). Bal ise ve ete karakteristik tat vermesi ve mailard reaksiyonları ile pişirme esnasında etin rengine katkıda bulunması için marinasyon sosuna eklenebilmektedir. Ayrıca bal nektarının içerdiği bir çok antioksidatif madde sebebiyle iyi bir antioksidandır (Gerhard, 2006).

2.2.1 Marinasyon teknikleri

Marinasyon eski bir yöntem olsa da modern, yüksek kapasiteli marinasyon sistemleri oldukça yenidir. Etin ticari ölçekte marinasyonu için bir çok yöntem bulunmaktadır fakat başlıca marinasyon yöntemleri 3 tanedir. Bunlar statik daldırma, enjeksiyon ve

devirme (statik, vakum ile yada basınç ile) yöntemleridir (Alvarado ve McKee, 2007; Fletcher, 2004).

Daldırma ile marinasyon: Orjinal ve en basit olan marinasyon yöntemidir. Bu yöntem ile marinasyonda, önce et marinasyonun yapılacağı kaba koyulur, sonra marinasyon sosu eklenir ve karıştırılır. Daha sonra ürün kabın içerisinde soğukta (4,4 °C'nin altında) bekletilir (Smith ve Acton, 2001). Ürünlere sosun düzgün dağılamaması ve uzun süre gerektirmesi sebebiyle endüstride çok tercih edilmemektedir (Alvarado ve McKee, 2007).

Bu yöntemin yararları basit ve düşük maliyetli olması, derili ürünlerde de uygulanabilir olması ve küçük kaplarda ürüne özel uygulanabilmesidir. Dezavantajları ise marinasyon kaplarına yabancı cisimlerin kontamine olması ya da mikrobiyal gelişim ve ürünü yüklemek ve boşaltmak için ekstra iş gücü maliyetinin olması olarak sayılabilir. Daldırma ile marinasyonda, marinasyon sosunun daha iyi tutulması ve pişirme veriminin artması için bekleme sırasında çalkalama gibi modifikasyonlar denenmektedir (Smith ve Acton, 2001). Bazı üreticiler et ve marinasyon sosunu birlikte paketlemekte ve tüketiciye bu şekilde sunmaktadır. Böylelikle marinasyon dağıtım sırasında da devam etmektedir (Fletcher, 2004).

Devirme ile marinasyon: Ticari marinasyonda en yaygın kullanılan yöntemdir. Etler devirme (tumbler) yöntemi ile statik, vakum ya da yüksek basınç atmosferinde marine edilmektedir. Günümüzde vakum yöntemi en çok kullanılan yöntemdir ama daha prosesi hızlandırmak ve daha uniform bir yapı elde etmek için yüksek basınç altında marinasyon testleri yapılmaktadır (Fletcher, 2004). 1000-4000 kg kapasiteli büyük tanklar, tankın dönmesini sağlayan çarklar üzerine yerleştirilir. Tankın dönme hızı ayarlanabilir. Bir çok tankta çalkalamanın iyi olması için kollar bulunmaktadır. Bir çok tankın duvarında ise ürünü marinasyon sırasında soğuk tutmak içi ceketler bulunmakta, bazılarında ise sıcaklık kontrolü için ürüne direk CO₂ enjeksiyonu yapılmaktadır. Bu yöntemin uygulanması da oldukça basittir. Tanka et ve marinasyon sosu koyulduktan sonra tank kapatılır ve ürüne uygun ayarlar (vakumun gücü, dönme hızı, toplam marinasyon süresi, soğutucu ayarları) seçilir.

Bu yöntemin yararları bir defada marine edilen ürünün çok olması, marinasyon sosunun et tarafından çok çabuk tutulması (20 dakika) ve çok çeşitli ürünlerde (derili, derisiz, kemikli, bütün, doğranmış parçalar) uygulanabilmesidir (Smith ve Acton,

2001). Fakat derili ürünlerde ürüne zarar verebilmektedir (Fletcher, 2004). Fakat ekipmanın alım ve kurulum ücreti pahalı olabilir. Ayrıca kısa sürede çok marinasyon sosu tutmasına rağmen pişirme sırasında kayıpları olabilir ve büyük tanklarda yapıldığı için ürünlerin sosu tutma miktarı eşit olmayabilir. Fakat büyük, ticari ölçekte üretimler için bu yöntem oldukça ekonomik olmaktadır (Smith ve Acton, 2001).

Enjeksiyon ile marinasyon: Bir diğer marinasyon yöntemi de enjeksiyon ile marinasyondur. Bu yöntemle hindi üreticileri daha önceden sıvıyı hindi karkaslarına tek enjektör ile elle enjekte ediyorlardı. Daha sonra, bu yöntem otomatik hale getirildi ve ürünün taşıyıcı bantlarla kanala girerek ordaki enjektörler ile marine edilmesi sağlandı. Enjektörlerdeki sıvı miktarı, pompalama basıncı ve taşıyıcı bantın hızına göre değişmektedir (Smith ve Acton, 2001). Kısa sürede basınç ile marinasyon sosunun dokulara ulaşması sağlanmaktadır. Proses soğuk koşullarda yapılmakta ve ürün tarafından absorblanmayan soslar toplanıp filtreden geçirilerek tekrar kullanılmaktadır (Fletcher, 2004). Bu yöntem et ve kümes hayvanları endüstrisinde kullanılmaktadır. Özellikle bütün tavuklar ile kemikli ve derili parçaların marinasyonunda çok tercih edilmektedir. Üretim oldukça hızlıdır (5000 kg/saat yada daha fazla). Fakat küçük doğranmış parçalar ve büyük katı parçalarda yeterli marinasyon sağlanamamaktadır (Smith ve Acton, 2001).

2.3 Marine edilmiş pişirmeye hazır tavuk ürünlerinde bozulma

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. Mikroorganizmaların faaliyetleri etin kokusunda, rengine 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.

Pişirmeye hazır tavuk etlerinin bozulmadan tüketiciye erişebilecek kadar uzun raf ömrüne sahip olması için üretimden satışa kadar gerekli soğuk zincirin kırılmaması gerekmektedir. Çünkü bu ürünlerde genellikle bozulma mikrobiyal aktiviteden

kaynaklanmaktadır, bu da mikrobiyal gelişimle paraleldir. Avrupa Birliği talimatlarına göre (Directive 71/118/EEC) soğukta saklanan tavuk etlerinde sıcaklığın 4 °C'yi geçmemesi gerekmektedir. Ticari şartlarda işletmeci genellikle dağıtımın 0-2 °C arasında olmasını hedeflemektedir (Mead, 2004b). Raf ömrünün uzaması ayrıca depolama sıcaklığı, başlangıç mikrobiyal yükü, ürünün paketlenildiği ambalaj materyalinin geçirgenliği, dağıtımda çok süre harcanması ve uygun olmayan saklama koşulları gibi bir çok faktöre bağlıdır.

Bölümün devamında pişirmeye hazır tavuk etlerinde mikrobiyal bozulma ile pişirmeye hazır tavuk etlerinde kimyasal bozulmanın başlıca faktörü olan yağ oksidasyonu anlatılmıştır.

2.3.1 Mikrobiyal bozulma

Çok tercih edilen bir gıda olan tavuk, bileşimi ve çevre koşulları sebebiyle mikrobiyal bozulmalara oldukça elverişlidir. Bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların gelişimi kontrol altına alınarak ürünün raf ömrü uzatılabilir. Ayrıca taze ürünün mikrobiyal yükü de önemlidir. Özellikle *Pseudomonas* kontaminasyonu seviyesi ile raf ömrü arasında bir korelasyon olduğu düşünülmektedir (Mead, 2004b).

Tavuk etinde mikrobiyal bozulmalara yol açan mikroorganizmalar ürüne özgü doğal mikrofloradan kaynaklanabileceği gibi kontaminasyon kaynaklı (ekipmandan, çalışandan ya da havadan) ya da ürüne ilave edilen diğer katkılardan bulaşmış olabilir (Samelis, 2006). Bu mikroorganizmalar koşulların uygun olması halinde hızla üreyerek üründe istenmeyen değişikliklere ve bozulmalara yol açabilmektedir.

Tavuk ve tavuk ürünlerinde çeşitli bozulmalara neden olabilen ve en çok rastlanan mikroorganizmalar arasında *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Moraxella/Acinetobacter*, *Lactobacillus*, *Flavobacterium*, mayalar, *Staphylococcus*, *Kurthia*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Brochothrix thermosphacta*, *Corynebacterium*, *Lactobacillus*, Enterobacteriaceae ve *Shewanella putrefaciens* yer alır. *Pseudomonas* tavuk etlerinde bozulmaya neden olan başlıca bakteridir (Mead, 2004a).

Vakum ve modifiye atmosfer paketlerde muhafaza edilen tavuk etlerinde ise mikroflora yüksek sayıda laktik asit bakterisi içerir. Aynı zamanda bu ürünlerde önemli sayılarda *Pseudomonas*, Enterobacteriaceae ve *Brochothrix thermosphacta* bulunabilir (Corry, 2007). *Lactobacillus* anaerob koşullarda ette *B. thermosphacta* ya

da *Enterobacter*'den daha hızlı gelişir. Başlangıçta yeterli miktarda var ise *Lactobacillus* vakum paketlerde dominant flora olabilir. Modifiye atmosfer paketlerde CO₂ toplam aeroblar, psikrotroflar, Enterobacteriaceae ve *Pseudomonas* sayısını azaltırken, lactobasiller üzerinde etkili değildir (Rao and Sachindra, 2002).

Ayrıca tavuk etinde patojenik ve toksijenik mikroorganizmalar da bulunabilmekte ya da bu gıdalara kontamine olabilmektedir. Tavuk etinde gelişen veya yaşamını sürdüren mikroorganizmalar veya toksinleri, tavuk eti veya ürünlerinin tüketimiyle insana geçebilmekte ve insanda çeşitli enfeksiyonlara veya intoksikasyonlara neden olarak önemli sağlık sorunları yaratabilmektedir. Çiğ tavuk etinden izole edilmiş başlıca gıda kaynaklı patojenler *Aeromonas* ssp., *Campylobacter* ssp., *Clostridium perfringens*, *Listeria* ssp., *Salmonella* serotipleri, *Shigella* ssp., *Streptococcus* ssp., *Staphylococcus aureus* ve *Yersinia enterocolitica*'dır (Hargis ve diğ., 2001). Tavuklardan izole edilen patojenler arasında önem verilen ve üzerinde en çok durulanlar ise *Salmonella* serotipleri, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* ve *Staphylococcus aureus* 'tur (Conner ve diğ., 2001).

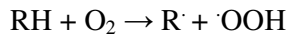
2.3.2 Yağ oksidasyonu

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).

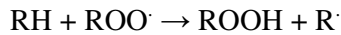
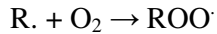
Yağ oksidasyonu, çiğ ve ya pişmiş et ürünlerinin buzdolabı ısısında ve dondurulmuş şartlardaki bozulma derecesini, dolayısıyla etlerin kalitesini gösteren önemli bir kalite parametresidir. Yüksek oranda doymamış yağ asidi bulunan ve ısı uygulanan tavuk etlerinde kolayca oluşabilmektedir (Oruç ve diğ., 2005).

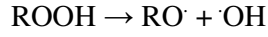
Reaksiyon, otooksidasyon olarak adlandırılan ve serbest radikaller üzerinden yürüyen 3 fazlı bir otokatalitik mekanizmadır (Fernandez ve diğ., 1997).

Başlangıç:

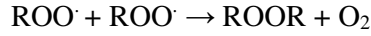
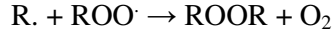
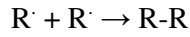


Gelişme:





Sonuç:



Yağ oksidasyonunun başlangıç aşamasında öncelikle hidrojen doymamış yağ asitinden çıkarılır ve geriye serbest yağ radikali kalır ($\text{R}^\cdot$). Gelişme basamağında ise oluşan serbest yağ radikali oksijen ile reaksiyona girerek lipid peroksi radikalini oluşturur ($\text{ROO}^\cdot$). 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 oluşturmastır. 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 (Frenandez ve diğ., 2007).

Yağ oksidasyonunu önlemek için farklı yollar uygulanmaktadır. Daha fazla doymuş yağ asidinin kullanılması ya da doymamış yağ asitlerinin hidrojenasyonu oksidasyon riskini azaltacaktır fakat sağlık sebepleriyle doymamış yağ asitlerinin kullanımı tercih edilmektedir. Bu sebeple bu problemin çözümünde paketleme, saklama koşulları, antioksidanlar ve proses parametrelerinin kontrolü gibi farklı yollar uygulanmaktadır. Sıcaklık ve ışık oksidasyonu hızlandırmaktadır. Oksijen de yağ oksidasyonu reaksiyonlarında önemli bir parametredir. Oksijenin eliminasyonu ile reaksiyonları yavaşlatmak mümkündür. Vakum paketleme ve oksijen geçirmeyen

paketlerde oksijensiz ortamda paketlenme bu reaksiyonları önlemede yardımcı olacaktır (Warthesen ve Meuhlenkamp, 1997; Teets ve diğ., 2008).

2.4 Marinasyonda Kullanılan Baharatlar

Baharatların tarihi insanlığın tarihi kadar eskidir. İnsanlar çok eski çağlardan beri baharat ve şifalı bitkileri kullanmaktadır. Bitki ve baharatlar gıdalarda, alkollü içkilerde, ilaçlarda, kozmetikte ve renk vermek için kullanılmaktadır (Shylaja ve Peter, 2004). Baharatlar, yiyeceklere lezzet, keskinlik ve renk katmak için kullanılır. Baharatların ayrıca antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri de bulunmaktadır. Antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinden dolayı baharatlar dokuyu ve tadı gelişiminin yanında gıdanın korunması ve bozulmanın geciktirilmesinde de önemli rol oynamaktadırlar. Buna ek olarak, baharatların tuz ve şekeri azaltma ve dokuyu geliştirme gibi kompleks ikincil etkileri de vardır (Peter and Babu, 2004).

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).

Marinasyonda kullanılan baharatların çeşiti marine edilen ürüne, bölgeye ya da damak tadına göre değişebilmektedir. Genel olarak karabiber, kırmızıbiber, soğan, sarımsak, biberiye, kekik, zencefil, nane, kimyon, zerdeçal, kişniş ve tarçın marinasyonda kullanılan baharatlara örnek olarak verilebilir.

Baharatlarla ilgili üzerinde durulan iki önemli nokta baharatın ürüne vereceği tadın kalitesi ve baharatın hijyenidir. Baharatlarda küf, böcek ve yabancı madde bulunmamalıdır. Işınlama baharatların sterilizasyonunda kullanılan bir yöntemdir fakat her ülkede ışınlamaya izin verilmemektedir. Baharatlarda *Bacillus cereus* ve *Clostridium perfringens* gibi patojen bakteriler ve *Aspergillus flavus* ve *Penicillium citrium* gibi toksik küfler ve *Salmonella* bulunabilmektedir. Birçok ülkede sterilizasyon için etilen ya da karbondioksit ile karıştırılmış propilen oksit kullanılmaktadır. Antimikrobiyal uygulamalardan geçse de baharatlar 10^{6-7} kob/g gibi yüksek sayıda mikroorganizma içerebilir. Az miktarda kullanılsalar dahi tam

steril edilemediklerinde gıdadaki patojen mikroorganizmalar ve bozulmalardan sorumlu olabilirler (Coggin, 2001).

Marinasyonda tada etkisi sebebiyle kullanılan baharatların, ürünlere lezzet ve renk katmanın yanında antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri de bulunmaktadır. Baharatların bu özellikleri ürünün kalitesini de arttırmaktadır.

2.4.1 Baharatların antimikrobiyal özellikleri

Gıda endüstrisinin bir çok alanında, özellikle et endüstrisinde mikroorganizmalar oldukça önemlidir. Baharatların antimikrobiyal özellikleri ise yüzyıllardır bilinmektedir. Baharatlar bakteri, mantar ve mikobakteriler olmak üzere geniş bir spektrumda antimikrobiyal etki göstermektedir (Tassau ve diğ., 2004). 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. Baharatların antimikrobiyal 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 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).

Literatürde baharatların antimikrobiyal özelliklerini inceleyen bir çok çalışma mevcuttur. Tayland'da kullanılan bir baharat karışımındaki baharatların *Pseudomonas fluorescens*, *Escherichia coli* O157:H7, *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 antimikrobiyal etkiye sahip olduğu bulunmuştur (Siripongvutikorn ve diğ., 2005). Viuda-Martos ve diğ. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada da mercanköşk, biberiye, kekik, adaçayı, kimyon, sarımsak incelenmiştir. Bu baharatların esansiyel yağları kullanılarak, disk difüzyon yöntemiyle *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus*,

Staphylococcus xylosus, *Enterobacter gergoviae* ve *Enterobacter amnigenus* bakterileri üzerine antimikrobiyal etkileri incelenmiştir. Çalışmada tüm baharatların bu bakteriler üzerine antimikrobiyal etkisi olduğu ve en etkili baharatın mercanköşk olduğu saptanmıştır.

2.4.2 Baharatların antioksidan özellikleri

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. Baharatlar gibi antioksidanlar gıdaların raf ömrünü arttırmakta kullanılabilir. Yağlar etlerde havadaki oksijeni kullanarak peroksit oluşturmakta ve daha sonra peroksitler oksitlenerek düşük molekül ağırlıklı alkol ve aldehit bileşiklerine indirgenmektedir. Bu reaksiyonlar sonucu acılaşma ortaya çıkmaktadır ve ortaya çıkan serbest yağ radikallerinin insan vücudunda DNA'ya hasar vermekte ve kanseri teşvik etmektedir. Bu problemin önlenmesi için paketli gıdalarda paketten oksijen alınıp pakete inert bir gaz ilave edilebilir. Çok kullanılan bir yöntemde gıdalarda antioksidanların kullanılmasıdır. 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. Fakat sentetik antioksidanların kanser oluşumunu teşvik ettiği yönündeki şüpheler nedeniyle doğal antioksidanlara yönelim artmıştır (Shylaja ve Peter, 2004). 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 karnosik asit gibi fito bileşenlerdir (Stahl-Biskup ve Venskutonis, 2004; Shylaja ve Peter, 2004).

Baharatların antioksidan etkisini inceleyen bir çalışmada 22 baharat (zencefil, tarçın, sarımsak, defne, ada çayı, biberiye, kekik, zater otu, mercanköşk, fesleğen, tarhun otu, maydanoz, karabiber, biberiye, dere otu, rezene, kimyon, hindistan cevizi, geyik otu, kişniş otu, padişah otu, frenk kimyonu) domuz etine katılmış ve yağ oksidasyonuna etkileri TBA metodu ile incelenmiştir. Çalışmada neticesinde tüm baharatların antioksidan etki gösterdiği bulunmuştur. Zencefil, biberiye, kekik ve mercanköşk ise en yüksek antioksidan etki gösteren baharatlardır ve oksidasyonu sırasıyla %75, %73, %64 ve %58 oranında azaltmışlardır (Tanave ve diğ., 2002). Nissen ve diğ. (2002) ise kurutulmuş kemiksiz tavuk etlerinde oksidasyonun önlenmesinde biberiyenin etkisini incelemişlerdir. Kurutulmuş tavuk etlerinde ($a_w=0,20-0,35$) oksidasyon ve oksidasyon sonucu oluşan kötü koku önemli bir problemdir ve oksidasyonun önlenmesi için sentetik antioksidanlar kullanılmaktadır. Yapılan bu çalışmada duyuşal olarak kabul edilebilecek bir düzey olan 1000 ppm biberiye ekstraktının, 70 ppm BHA ve 70 ppm oktil gallat ile eşit düzeyde etki gösterdiği ve oksidasyonu önlediği bulunmuştur. Kemiksiz hindi etinden hazırlanan köftelerle yapılan bir çalışmada ise köftelere eklenen ada çayı ve bir baharat karışımının (adaçayı, kırmızı biber, sarımsak, karabiber, mercanköşk) oksidasyona etkisi incelenmiştir. Çalışma neticesinde adaçayı ve baharat karışımının kontrol grubuna göre oksidasyonu geciktirdiği saptanmıştır (Karpinska ve diğ., 2001). Bu çalışmalara bakarak baharatların sentetik antioksidanlara alternatif olarak endüstride kullanılabileceği söylenebilir.

2.5 Modifiye Atmosfer Paketleme

Modifiye atmosfer paketlemenin prensibi; paketin içindeki havanın alınması ve paketin istenilen ve bileşimi bilinen bir gaz karışımı ile doldurulması tekniğidir (Sivertsvik ve diğ., 2002). Tavuk ve kümes hayvanlarında uygulanan MAP tekniği genel olarak ambalajın vakum aygıtına yerleştirilerek vakum uygulanması ve daha sonra istenilen gaz bileşiminin ambalaja verilerek ambalajın ısıyla ile kapatılması prensibine dayanmaktadır (Üçüncü, 2000).

Modifiye atmosfer paketlemenin raf ömrünü uzatmadaki etkinliği birçok faktöre bağlıdır. Bunlar; gıdanın tipi, hammaddenin başlangıç kalitesi, gaz bileşimi, depolama sıcaklığı, prosesler ve paketleme esnasındaki hijyen, gaz/ürün oranı ve ambalaj materyalinin geçirgenlik özellikleridir. Modifiye atmosfer paketlemenin en

önemli avantajı raf ömrünü arttırmasıdır fakat bunun yanında başka avantaj ve dezavantajları da vardır. Bunlar Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 : MAP’ın avantajları ve dezavantajları (Sivertsvik ve diğ., 2002).

Avantajları	Dezavantajları
Raf ömrünü yaklaşık %50-400 arttırır	Maliyet artışı
Daha uzun raf ömrü nedeniyle ekonomik kayıpları azaltması	Sıcaklık kontrol gerektirmesi
Dağıtım maliyetlerini azaltarak daha uzak mesafelere dağıtım için olanak sağlanır	Her ürün tipi için farklı gaz kompozisyonları
Yüksek kaliteli ürünler sağlanması	Özel teçhizat, eğitim gerektirmesi
Dilimlenmiş ürünlerin daha kolay ayrımının sağlanması	Ürün güvenliği tespit edilmelidir
Merkezi paketlenme ve porsiyon kontrolü sağlanır	Paket hacminin artması taşıma maliyetlerini ve marketteki yerini arttırır
Geliştirilmiş sunum, ürünün açık şekilde görülmesi	Paket açıldıktan sonra avantajları kaybolur
Kimyasal koruyuculara az veya hiç gerek duyulmaması	Gıda da çözünen CO ₂ pakette çökmeye ve üründe su salınmasına sebep olur
Bariyerli, sızdırmaz paketler ile ürünün kontaminasyonu önlenir ve paketten sızdırma olmaz	
Kokusuz ve güvenli paketlenme paketlenme	

MAP yeni bir teknoloji değildir fakat son yıllarda tüketicilerin doğal, doğala yakın ya da az işlem görmüş gıdalara karşı artan talebi MAP teknolojisinin önemini daha da arttırmıştır (Yuan, 2003). Modifiye atmosfer paketlenme meyve ve sebzeler, et ve et ürünleri, su ürünleri, fırıncılık ürünleri, süt ürünleri gibi bir çok gıda ürününün paketlenmesinde uygulanan, yüksek potansiyele sahip bir yöntemdir.

2.5.1 Modifiye atmosferde paketlenmede kullanılan gazlar

Modifiye atmosfer paketlenmede kullanılan başlıca gazlar O₂, N₂ ve CO₂’ dir. Bir çok gıda ürünü için bu gazların iki veya üç farklı kombinasyonu ürünün ihtiyacına göre seçilerek kullanılır. Karbonmonoksit (kırmızı rengin sağlanmasında), ozon, etilen oksit, azot protoksit, helyum, neon, argon (bazı sebze ve meyvelerin raf ömrünün arttırılmasında) propilen oksit, etanol (bazı fırıncılık ürünlerinde), hidrojen, kükürtdioksit ve klor gibi diğer bazı gazlarda deneysel olarak yada bazı kısıtlı ticari uygulamalarda bazı ürünlerin raf ömrünü arttırmak için kullanılmaktadır. Buna karşın

bu gazlar, bazı kısıtlamalar, güvenlik endişeleri, duyu kalite kayıplarına neden olmaları ve kullanımlarının ekonomik olmaması nedeniyle genellikle tercih edilmemektedirler (Sivertsvik ve diğ., 2002).

Karbondioksit (CO_2), bakteriyostatik ve fungistatik özelliklerinden dolayı gıdaların modifiye atmosferde paketlenmesinde kullanılan en önemli gazdır. CO_2 birçok bozulma etkeni mikroorganizmanın gelişimini inhibe eder ve inhibisyon etkisi sıcaklık düştükçe artar (Sivertsvik ve diğ., 2002; Venugopal, 2006). CO_2 su ve yağda yüksek çözünürlüğe sahiptir. Sıcaklık arttıkça çözünürlüğü ve dolayısıyla bakteriyostatik etkisi artmaktadır. CO_2 suda çözünerek karbonik asit (H_2CO_3) oluşturmakta ve pH'yı azaltmaktadır (O'Beirne ve Francis, 2003). Etin CO_2 absorblama kapasitesi ürünün yağ ve su içeriği, pH'ı gibi biyolojik faktörlere ve sıcaklık, CO_2 'nin kısmi basıncı ve tepe boşluğunun et hacmine oranı gibi paket ve depolama koşullarına bağlıdır (Jakobsen ve Bertelsen, 2002). CO_2 'nin bakteriyel gelişime etkisi komplekstir. CO_2 'nin mikroorganizmalar üzerine dört aktivasyon mekanizması tanımlanmıştır (Devlieghere ve Debevere, 2003; Sivertsvik ve diğ., 2002).

1. Hücre membranının fonksiyonlarını değiştirirerek, besin alımı ve absorpsiyonu etkilemesi.
2. Enzimlerin direkt inhibisyonu veya enzim reaksiyonlarının hızında azalma,
3. Bakteriyel membrana nüfuz ederek, hücre içi pH'da değişmeye sebep olma,
4. Proteinlerin fizikokimyasal özelliklerinde direkt değişiklik.

Bu aktivitelerin muhtemel kombinasyonları CO_2 'nin bakteriyostatik etkisini açıklamaktadır. Üründe bakteriyel gelişimin inhibisyonu için CO_2 'nin belli bir miktarının çözünmesi gerekmektedir. Bu oran ürüne göre değişmekle birlikte genellikle gaz hacminin gıda ürününün hacmine oranı (G/P oranı) 2:1 veya 3:1 olmalıdır (Sivertsvik ve diğ., 2002).

Azot (N_2), su ve yağda düşük çözünürlüğe sahip, inert bir gazdır. Modifiye atmosfer paketlerde oksijenin yerine kullanılarak aerobik, bozulma etkeni mikroorganizmaların gelişimini geciktirerek ürünlerin raf ömrünün artmasını indirekt olarak sağlar (Rao ve Sanchindra, 2002). Ayrıca O_2 'ye duyarlı ürünlerde oksidatif ransiditenin de gecikmesini sağlar. Vakum paketlemeye alternatiftir (Sebranek ve Houser, 2006; Sivertsvik ve diğ., 2002). CO_2 'nin et dokusu tarafından absorpsiyonu

nedeniyle oluşan paket göçmesini önlemesi için CO₂ ile kombinasyon halinde kullanılır. Azotun antibakteriyel özelliği yoktur ve etin rengini etkilemez (McMillin, 2008).

Oksijen (O₂), et ürünlerinin raf ömrünü belirleyen en önemli faktördür. Aerobik bakteriler tarafından kullanılan başlıca gazdır. Tavuk ürünlerinde oksidatif ransiditeyi hızlandırarak ve bozulma etkeni aerobik mikrofloranın gelişmesine sebep olarak ürünün raf ömrünü azaltabilir (Rao ve Sanchindra, 2002). MAP ürünlerinde *Clostridium botulinum* gibi obligat anaerob patojen gelişimini önlemek için düşük seviyede O₂ (%2-10) de pakete ilave edilmektedir (O'Beirne ve Francis, 2003).

2.5.2 Tavuk ürünlerinde MAP tekniğinin kullanılması

Modifiye atmosfer paketlenen tavuk etinin muhafazasında bir çok ülkede kullanılan, raf ömrünün arttırılmasında etkili bir yöntemdir. Tavuk etleri için karbondioksitçe zengin paketler tercih edilmektedir. Böylece kötü koku ve tat oluşumundan sorumlu bozulma etkeni aerobik mikroorganizmaların gelişimi engellenmektedir. Literatürde modifiye atmosfer paketlenme yönteminin tek başına ya da başka uygulamalar ile birlikte kullanımının raf ömrüne etkisinin incelendiği bir çok çalışma mevcuttur.

Ön pişirme işlemi görmüş 3 farklı MAP (%30CO₂/%70N₂, %60CO₂/%40N₂, %90CO₂/%10N₂) ve hava atmosferinde paketlenmiş ve 20 gün boyunca 4°C'de depolanan tavuk göğsü etleriyle gerçekleştirilen bir çalışmada tavuk etlerinde meydana gelen değişiklikler gözlemlenmiştir. Hava atmosferinde paketlenen örneklerde 12. günün sonunda, %30 CO₂ içeren paketlerdeki örneklerde ise 16. günün sonunda toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı kabul edilemez değerlere ulaşmıştır. %60 ve %90 CO₂ içeren paketlerdeki tavuk göğsü örnekleri ise mikrobiyal, kimyasal ve duyuşal kalitesini depolama sonuna kadar korumuştur (Patsias ve diğ., 2006). Verilere bakarak yüksek CO₂ değerlerinin tavuk etlerinin raf ömrünü uzattığını söylemek mümkündür.

Patsias ve diğ. (2008) modifiye atmosfer paketlenme ve dondurarak saklamanın taze tavuk göğsü etlerinin kalitesi üzerine etkisini incelemiştir. Yapılan çalışma da -40°C'de dondurularak 7 gün depolanan ve daha sonra 4°C'de çözölen taze tavuk göğsü örnekleri ile 4°C'de muhafaza edilen taze tavuk göğsü örnekleri hava ve modifiye atmosferde paketlenmiştir. MAP uygulamasının mikrobiyal gelişimi geciktirdiği görölmüştür. Ayrıca dondurarak saklanmış örneklerin duyuşal

kalitesinde önemli bir değişim olmadığı ve tavuk göğsü filetolarının kısa süreli dondurarak saklanma için uygun olduğu saptanmıştır. Bu uygulamanın MAP tekniği ile kombine olarak kullanıldığında 7 gün -40°C'de dondurulduktan sonra 4°C'de çözülen tavuk göğsü örneklerin 6-7 gün süre ile kalitesini koruduğu gözlemlenmiştir.

Chouliara ve diğ. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada ise MAP tekniğinin mercanköşk esansiyel yağının birlikte kullanımının 4°C'de depolanan tavuk göğsü etlerinin raf ömrüne etkisi araştırılmıştır. Çalışmada %0, %0,1 ve %1 mercanköşk esansiyel yağı içeren örnekler hava, %30CO₂/70N₂ ve %70CO₂/30N₂ atmosferlerinde paketlenmiş ve 25 gün boyunca depolanarak analizleri yapılmıştır. Mercanköşk esansiyel yağı içermeyen (%0) örneklerle bakıldığında hava atmosferi ile paketlenen örneklerin yaklaşık 6 gün, %30 CO₂ içeren paketlerdeki örneklerin 12 gün, %70 CO₂ içeren paketlerdeki örneklerin 15 gün raf ömrüne sahip olduğu görülmüştür. %0,1 mercanköşk esansiyel yağı ilavesinin ise tüm örneklerde raf ömrünü 2-3 gün uzattığı görülmüştür. %1 mercanköşk esansiyel yağı ilavesinde 25 gün boyunca mikrobiyal kalite sağlanırken, keskin koku sebebiyle duyusal olarak bu örneklerin kabul edilemediği görülmüştür. Çalışma neticesinde %0,1 mercanköşk esansiyel yağının MAP ile birlikte kullanımının raf ömrünü arttırmada etkili olabileceği saptanmıştır.

Taze tavuk etinin raf ömrü ile ilgili yapılan başka bir çalışmada ise MAP ve nisin-EDTA uygulamalarının birlikte kullanımı incelenmiştir. 9 farklı nisin-EDTA (0-1500 IU/g nisin ve 0-50 mM EDTA aralığında) kombinasyonunun, belirli bir gaz bileşiminde (%65CO₂/30N₂/5O₂) modifiye atmosferde paketlenmiş ve 4°C'de depolanan taze tavuk eti örneklerinin raf ömrüne etkisi incelenmiştir. Yapılan analizler 500 IU/g-50 mM nisin-EDTA uygulamasının modifiye atmosferde paketlenme ile birlikte kullanıldığında 4°C'de depolanan taze tavuk eti örneklerinin mikrobiyal ve organoleptik özellikleri 24 gün boyunca koruduğunu göstermiştir (Economou ve diğ., 2008). Jimenez ve diğ. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada da derili tavuk göğsü örnekleri %1 asetik asit ile muamele edildikten sonra yada edilmeden %70CO₂+30N₂ atmosferinde paketlenmiştir. Örnekler 4°C'de depolanmış ve 21 gün boyunca mikrobiyal ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Analizler neticesinde %1 asetik asit uygulaması ve MAP'ın birlikte kullanıldığı örneklerde 21 gün depolama boyunca mikrobiyal ve duyusal kalitenin korunduğu görülmüştür.

3. MATERYAL VE METOD

3.1 Materyal

Çalışmada kullanılan marinasyon sosu için gerekli tavuk butu, su, tuz, üzüm sirkesi ve ayçiçek yağı Carrefour'dan (İstinye) alınmıştır. Kullanılan tavuk butlarının yağ oranı %4,09 olarak bulunmuştur. Baharatlar (kimyon, karabiber, biberiye, kekik, kırmızıbiber, sarımsak, soğan) ise ışınlanmış olarak Arifoğlu Baharat ve Gıda (İstanbul) firmasından temin edilmiştir.

Mikrobiyolojik çalışmalarda Plate Count agar (PCA, Merck 1.05463, Darmstadt, Almanya), Man Rogosa Sharpe agar (MRS, Merck 1.10660, Darmstadt, Almanya), Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol agar (DRBC, Merck 1.00466, Darmstadt, Almanya), sodyum klorür (Riedel-de Haen, 70740, Almanya) ve pepton (Oxoid, Hampshire, İngiltere) kullanılmıştır.

Kimyasal çalışmalarda ise Tiyobarbitürik asit (TBA, Fluka, Buschs, İsviçre), Bütillendirilmiş hidroksitoluen (BHT, SAFC, Almanya), Trikloroasetik asit (TCA, Riedel-de Haen, Almanya) kullanılmıştır.

Aerobik paketlenmede ambalaj materyali olarak Koroza Ambalaj San. Ve Tic. A.Ş'den temin edilen düşük yoğunluklu polietilen (LDPE, Oksijen geçirgenliği: 3800 cc/m².gün.atm test koşulu: 23 °C % 0 bağıl nem) diğer paketlemelerde ise ambalaj materyali olarak aynı firmadan alınan Polietilen teraftalat/Polietilen-Etilen vinil alkol-Polietilen lamine film (PET/PE-EVOH-PE, Oksijen geçirgenliği: 1,2 cc/m².gün.atm test koşulu: 23 °C % 0 bağıl nem) kullanılmıştır.

3.2 Metotlar

Bu çalışmada iki farklı deney planı tasarlanmıştır. İlk çalışmada öncelikle tavuk etinin marinasyonunda genellikle kullanılan baharatlar (karabiber, kekik, kırmızıbiber, soğan, sarımsak, kimyon, biberiye) incelenmiştir. Bu baharatlar

kullanılarak hazırlanan soslarda marine edilmiş tavuk butlarında meydana gelen mikrobiyolojik ve oksidatif değişimlere bakılarak antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri öne çıkan baharatlar tespit edilmiştir.

İkinci çalışmada ise formülasyonu belirlenen bir marinasyon sosu ile marine edilmiş tavuk butları ile paket çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada 4 farklı paket (aerobik, vakum ve 2 farklı modifiye atmosfer paketi: %0 O₂+%70 CO₂ , %5 O₂+%70 CO₂) kullanılmış ve bu paketlerin 3±1°C’de depolama sırasında marine tavuk butlarının yağ oksidasyonuna, mikrobiyal ve duyu kalitesine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan metotlar aşağıda belirtilmiştir.

3.2.1 Marinasyon

Deney günü bir süpermarketten alınan tavuk butları tartılmış ve marinasyon sosu hazırlanana kadar buzdolabında 3±1°C’de bekletilmiştir. Marinasyon sosunun hazırlanacağı kaplar önceden klorlu su ile dezenfekte edilmiştir. İlk çalışmada marinasyon sosu %24 ayçiçek yağı, %10 üzüm sirkesi, %4 tuz, %56 su ve %6 baharat kullanılarak hazırlanmıştır. İlk çalışmada baharatların etkisine bakıldığından her baharat için (kimyon, karabiber, kekik, biberiye, soğan, sarımsak ve kırmızıbiber) ayrı bir sos hazırlanmıştır ve bu baharat %6 oranında kullanılmıştır. Kontrol örneğinde ise baharat kullanılmamış ve su miktarı %62’ye çıkarılmıştır. İkinci çalışmada ise tek marinasyon sosu kullanılmıştır. Marinasyon sosu %10 sirke, %56 su, %4 tuz, %24 yağ, %0,75 kimyon, %0,75 karabiber, %2,75 kırmızıbiber ve %1,75 kekik olacak şekilde hazırlanmıştır. Marinasyon işlemi tavuk butlarının hazırlanan soslara batırıldıktan sonra 3±1°C’de buzdolabında 5 saat bekletilmesiyle gerçekleştirilmiştir.

3.2.2 Paketleme

İki çalışmada da 15 x 18 cm boyutlarında kesilmiş paketler kullanılmıştır. Hazırlanan paketler klorlu su ile dezenfekte edilmiştir. Marine edilmiş tavuk butlarının ambalajlanmasında, hava atmosferli paketler için gaz geçirgenliği yüksek LDPE torbalar, MAP ve vakum paketler için ise gaz geçirgenliği çok düşük çok katmanlı PET/PE-EVOH-PE torbalar kullanılmıştır. Marine edilmiş tavuk butları torbalara yerleştirildikten sonra paket içerisine uygun gaz karışımları verilerek kapatılmıştır (Multivac C200). Kullanılan gaz karışımları uygun oranlarda O₂, CO₂ ve N₂’un bir gaz mikseriyle (PBI dansensor Map Mix 9000) karıştırılmasıyla elde edilerek ambalaj

makinesine verilmiştir. Gaz karışımı ayarlandıktan sonra ambalaj makinesi iki kere boş çalıştırılmış ve gaz oranlarının kontrolü için boş paketlerde gaz kontrolü yapılmıştır. Elde edilen gaz karışımlarındaki gaz oranları bir gaz analizatörü (PBI Dansensor CheckMate) ile ölçülmüştür. Ambalajlamadan önce paketlere 12 mbar'a kadar vakum uygulanarak içindeki hava alınmıştır. Ardından 750 mbar'a kadar ayarlanan gaz karışımı verilmiştir. LDPE paketler için 1,2 saniyelik, katmanlı PET/PE-EVOH-PE paketler içinse 2 saniyelik ısı ile kapama işlemi uygulanmıştır.

İlk çalışmada tüm paketler hava atmosferi (%21O₂+%0CO₂) ile paketlenmiştir. İkinci çalışmada ise vakum paket, aerobik paket ve 2 farklı MAP paketi kullanılmıştır (Aerobik: %21O₂+%0CO₂, M1: %0O₂+%70CO₂, M2: %5O₂+%70CO₂). Paketlerdeki gaz oranları gerektiğinde N₂ ile %100'e tamamlanmıştır.

3.2.3 Depolama

Tüm marine edilmiş tavuk örnekleri paketlemeden sonra 3±1 °C'de ilk deneme için 10 gün, ikinci deneme için 25 gün depolanmıştır. İlk çalışmada depolamanın 1., 5. ve 9. günlerinde toplam aerobik mezofilik bakteri, 2., 6. ve 10. günlerde ise TBARS ve ph analizleri yapılmıştır. İkinci çalışmada ise depolamanın 1., 5., 9., 13., 17. ve 21. günlerinde TBARS ve ph analizleri, 1., 5., 9., 13., 17., 21. ve 25. günlerde ise toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakterisi ve küf maya analizleri yapılmıştır.

3.2.4 Toplam aerobik mezofilik bakteri analizi

Toplam aerobik mezofilik bakteri analizi ilk çalışmada 1., 5. ve 9. günlerde olmak üzere üç kez, ikinci çalışmada ise 1., 5., 9., 13., 17., 21. ve 25. günlerde olmak üzere 7 kez gerçekleştirilmiştir. Ekimler 2 tekrarlı (duplicate) olarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler 1: 9 oranında seyreltildikten sonra PCA besiyerine yayma plak yöntemiyle belirlenen dilüsyonlardan 0,1 ml ekilmiştir. 30 °C'de yapılan 3 günlük inkübasyon sonunda petrilere sayım yapılarak sonuçlar elde edilmiştir.

3.2.5 Laktik asit bakteri analizi

Laktik asit bakteri analizi ikinci çalışmada 1., 5., 9., 13., 17., 21. ve 25. günlerde olmak üzere 7 kez gerçekleştirilmiştir. Ekimler 2 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler 1: 9 oranında seyreltildikten sonra MRS besiyerine yayma plak yöntemiyle

belirlenen dilüsyonlardan 0,1 ml ekilmiştir. 30 °C’de yapılan 3 günlük inkübasyon sonunda petrielerde sayım yapılarak sonuçlar elde edilmiştir.

3.2.6 Küf maya analizi

Küf maya analizi ikinci çalışmada 1., 5., 9., 13., 17., 21. ve 25. günlerde olmak üzere 7 kez gerçekleştirilmiştir. Ekimler 2 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Örnekler 1: 9 oranında seyreltildikten sonra DRBC besiyerine yayma plak yöntemiyle belirlenen dilüsyonlardan 0,1 ml ekilmiştir. 25 °C’de yapılan 5 günlük inkübasyon sonunda petrielerde sayım yapılarak sonuçlar elde edilmiştir.

3.2.7 TBA Analizi

TBA analizi Pikul ve diğ. (1989) tarafından 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: 7,2 gr. BHT çözeltisi %96’lık etanolde çözülerek 100 ml’ye tamamlanmıştır.

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

Marine edilmiş tavuk örneğinden 10 gram alınarak 35 ml soğuk TCA ve 1 ml BHT içeren ekstraksiyon çözeltisinde homojenize edilmiştir. Aynı işlem tüm örnekler için tekrarlanmıştır. Daha sonra karışımlar sırayla Whatman no:4 filtre kağıdından 100 ml’lik erlene süzölmüştür. Süzme işlemi bittikten 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 deney tüpü kullanılmıştır. Malonaldehit standartı olarak 1,1,3,3,-tetratoksipropan (TEP) kullanılmıştır.

TBARS değeri, absorbans değerinin sabit bir değer olan ekstraksiyon katsayısı, K_{eks} ile çarpılması sonucu elde edilmiştir ve K_{eks} aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Pikul ve diğ., 1989).

$$K_{eks} = S/A \times 106/E \times 100/P$$

S= TEP'in 5 ml filtrattaki 1×10^{-8} - 8×10^{-8} mol konsantrasyonu

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

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

P= % Geri kazanım

$$P(\%) = [(A_3 - A_1)/A_2] \times 100$$

A_3 = TEP ve örneği içeren filtratın absorbans değeri

A_2 = TEP'in absorbans değeri

A_1 = Örneğin absorbans değeri

TEP'in 5 ml filtrattaki 1×10^{-8} - 8×10^{-8} mol konsantrasyonunun hesaplanması için 10^{-2} M TEP çözeltisinden seyreltimler yapılarak 10^{-5} M seyreltim elde edilmiştir. Seyreltimler TCA ile yapılmıştır. Bunun için 10^{-2} M TEP çözeltisinden 1 ml alınıp TCA ile 10 ml'e tamamlanmıştır ve 10^{-3} M TEP çözeltisi elde edilmiştir. Bu şekilde devam edilerek 10^{-5} M seyreltim elde edilmiştir. 10^{-5} M'lik seyreltimden 1 ml alınıp, 4 ml filtrat eklenince; 5 ml filtratta 1×10^{-8} mol TEP elde edilmiştir. Bu şekilde devam edilerek 1×10^{-8} - 1×10^{-8} mol/5 ml'lik konsantrasyonlar hazırlanmıştır. 5 ml'lik TEP konsantrasyonların üzerine 5 ml 0,02 M TBA çözeltisi ilave edilerek örnekler 80°C'deki su banyosunda 20 dakika inkübe edilmiştir. Standartların absorbansları okunarak her konsantrasyon için K_{eks} hesaplanmıştır. Daha sonra bu K_{eks} değerlerinin ortalaması alınmış ve $K_{eks}=6,14$ olarak bulunmuştur.

3.2.8 pH analizi

pH analizleri bir pH metre (Testo 250) cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Marinasyonunda kullanılan sosun pH'sı etler marine edilmeden önce ölçülmüştür.

Marine edilmiş tavuk etlerinin pH'sı ise, ikinci çalışma için 1., 5., 9., 13., 17. ve 21. günlerde olmak üzere TBARS analizleri öncesinde ölçülmüştür.

3.2.9 Yağ analizi

Tavuk etinin yağ miktarı Soxhlet yağ ekstraksiyonu metodu (AOAC Official Method 963.15) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İlk olarak 10 gr küçük parçalar halinde kesilmiş tavuk eti tartılarak filtre kağıdı içerisinde zarf şeklide katlanmıştır. Daha sonra bu filtre kağıdı ikinci bir filtre kağıdının içine yerleştirilerek bir ucu kapatılmıştır. Diğer ucuna yağsız pamuk koyulmuştur. Örnek bu haliyle açık ucu yukarıda kalacak şekilde ekstraksiyon haznesine yerleştirilmiştir. Ekstraksiyon balonuna haznenin hacmi kadar kadar hekzan yerleştirilerek aparat birleştirilmiştir. Buharlaşma ile yoğunlaşan çözgen kaybını önlemek amacıyla ara ara ekstraksiyon haznesine hekzan ilave edilmiştir. Ekstraksiyon 8 saat sonunda sonlandırılmıştır. Su banyosu kapatılıp soğutulduktan sonra ekstraksiyon balonu uzaklaştırılarak çözgen döner buharlaştırıcıda uçurulmuştur. Bütün çözgen uçtukten sonra oda sıcaklığına getirilip tartım alınmıştır. Elde edilen tartım ile başlangıçta alınan örnek miktarı oranlanarak tavuk etindeki yağ oranı tespit edilmiştir.

3.2.10 Paket içi gaz kompozisyonu analizi

Paketlerdeki CO₂, O₂ ve N₂ kompozisyonu paketleme gününde ve her analiz gününde bir gaz analizatörü (PBI Dansensor Checkmate) ile ölçülmüştür.

3.2.11 Duyusal analiz

Farklı koşullarda (Aerobik: %21 O₂+%0 CO₂, Vakum: %0 O₂+%0 CO₂ ve Modifiye atmosfer paketi: %5 O₂+%70 CO₂) paketlenmiş ve 3±1 °C'de depolanan marine tavuk butları ve analiz günü hazırlanan taze marine tavuk butları ile 1., 8. ve 15. günlerde duyusal analiz yapılmıştır.

Duyusal analizler panelistler birbirlerini görmeyecek şekilde birbirlerinden tahta panellerle ayrılmış standart “duyusal analiz laboratuvarlarında” gerçekleştirilmiştir. Her paneliste pişmiş ve çiğ olmak üzere üç rakamlı tesadüfi tablo kullanılarak seçilmiş sayılarla kodlanmış 8 örnek sunulmuştur. Panelistlerden önce çiğ daha sonra pişirilmiş örnekleri analiz etmeleri istenmiştir. Pişirilmiş örnekler 200 °C'de 45 dakika pişirilmiştir. Tadım esnasında tadı nötrlemek için tuzsuz etimek ve su kullanılmıştır. Panelistlerden pişmiş örnekleri koku (genel), renk, tat (genel), doku

(sululuk, sertlik/yumuşaklık gibi özellikler) ve genel beğenilirlik açısından ve çiğ örnekleri koku (genel), renk ve genel beğenilirlik açısından verilen skalaya (1:kötü, 2:kabul edilebilir, 3:iyi, 4:çok iyi) göre değerlendirmeleri istenmiştir. Tüm panelistlere testin formatı ve skalanın nasıl değerlendirileceği hakkında bilgi verilmiştir. Eklerde verilen Çizelge A.1 ve A.2’de panelistlere sunulan formlar örnek olarak gösterilmiştir.

3.2.12 İstatiksel analiz

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. Daha sonra bu modelin Anderson-Darling normalite eğrisi çizilerek bu eğrinin p değerine bakılarak verilerin istatiksel olarak anlamlı olup olmadığı incelenmiştir.

Eğer model anlamlı ise (normalite eğrisi $p > 0,05$ düzeyinde), Tukey ikili karşılaştırma testiyle %95 güven düzeyinde ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Veriler, ilk çalışmada baharat çeşiti ve depolama süresine, ikinci çalışmada ise paket çeşitleri ve depolama süresine göre istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu özellikler arasındaki interaksiyonlar incelenmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

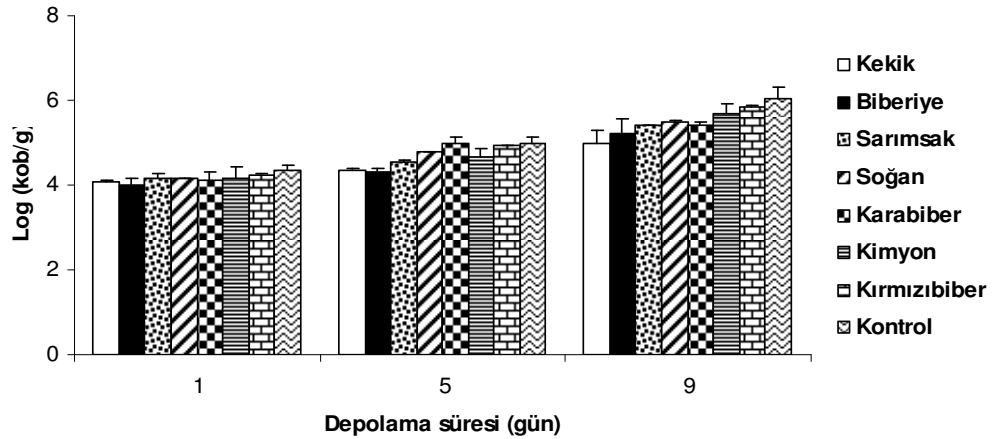
Bu bölümde, yapılan deneyler neticesinde elde edilen tüm bulgular ilgili başlıklar altında incelenmiş ve tüm verilerin Minitab programında varyans analizi yapılarak sonuçları Ek B Tablo B.1-15’de verilmiştir.

4.1 Tavuk Etinin Marinasyonunda Kullanılan Baharatların Tavuk Etinde Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısı ve Yağ Oksidasyonu Üzerine Etkisi

Bu çalışmada marinasyon sosunda bulunan baharatların etkilerinin incelenmiştir. Kimyon, biberiye, karabiber, kırmızıbiber, soğan, sarımsak, kekik ve kontrol olmak üzere 8 örnek, 3 zaman ve 2 tekrar bulunmaktadır.

4.1.1 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı sonuçları

Marine edilmiş tavuk butu örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) analizi 1., 5. ve 9. günlerde yapılmıştır. Tüm baharat çeşitlerinde TAMB sayısı zamanla artmıştır (Şekil 4.1). Örneklerin ortalama başlangıç yükü 4,16-log(kob/g)’dır. Depolama boyunca günler arasındaki fark önemli çıkmıştır ($p<0,05$).



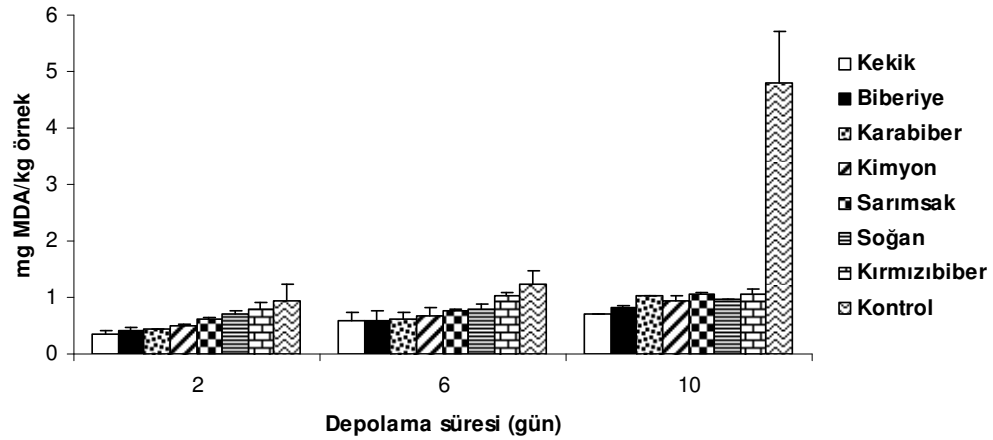
Şekil 4.1 : Farklı baharatlarla marine edilmiş tavuk butlarının 3±1 °C’de depolama sırasında TAMB sayısının zamanla değişimi.

Soğan, sarımsak, biberiye ve kekik ile marine edilmiş örneklerin TAMB sayısı kontrolden belirgin olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Sarımsak, biberiye ve kekik antimikrobiyal etki gösteren baharatlardır. Bu üç baharatın antimikrobiyal etkisi birbirinden farklı bulunmamıştır ($p>0,05$). Soğanın antimikrobiyal etkisi ise kontrolden farklı olmakla birlikte biberiye ve kekik kadar yüksek değildir. TAMB sayısında artışın en az görüldüğü baharat ise kekiktir. Kekik ile marine edilmiş örneklerin 9 günlük depolama sonrasında ortalama TAMB sayısı $4,98\text{-log(kob/g)}$ 'dır. Baharat eklenmemiş marinasyon sosu ile marine edilen kontrol grubu örneklerinde ise 9 günlük depolama sonrasında ortalama TAMB sayısı $6,02\text{-log(kob/g)}$ 'ye ulaşmıştır. Kırmızıbiber, kimyon ve karabiber ile marine edilmiş tavuk örneklerinin TAMB sayılarındaki artış kontrolden farklı bulunmamıştır ($p>0,05$). Kırmızıbiber, kimyon ve karabiber içeren örneklerin 9 günlük depolama sonrasında ortalama TAMB sayısı sonuçları sırasıyla $5,82\text{-log(kob/g)}$, $5,70\text{-log(kob/g)}$ ve $5,41\text{-log(kob/g)}$ 'dir.

Bu verilere bakarak marinasyon sosuna baharat ilavesinin depolama süresince TAMB sayısındaki artışı yavaşlatmakta etkili olduğu söylenebilir. Literatürde de baharatların antimikrobiyal etkisini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Bir çalışmada hava atmosferi ile paketlenen örneklerde, kekik ve biberiye ile marine edilen tavuk butlarının marine edilmemiş örneklere göre 4°C 'de depolama sırasında TAMB sayısını önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Depolamanın 6. gününde kekik ve biberiye ile marine edilmiş örneklerde, marine edilmemiş örneklere göre $1,6\text{-log(kob/g)}$ azalma olduğu ve 15 günlük depolama süresince marinasyonun tavuk etlerinin TAMB sayısını azaltmada etkili olduğu görülmüştür. (Mahroure ve diğ., 1998b).

4.1.2 Yağ oksidasyonu

Marine edilmiş tavuk butu örneklerinin yağ oksidasyonu TBA metodu ile depolamanın 2., 6. ve 10. günlerinde ölçülmüştür. Sonuçlar mg MDA/kg örnek olarak bulunmuştur. Şekil 4.2'de farklı paketlerdeki marine tavuk butlarının TBARS değerlerinin zamanla değişimi gösterilmiştir.



Şekil 4.2 : Farklı baharatlarla marine edilmiş tavuk butlarının 3 ± 1 °C’de depolama sırasında TBARS değerlerinin zamanla değişimi.

Marine edilmiş tavuk butlarında TBARS değerleri zamana bağlı olarak artmıştır ($p<0,05$). Tüm baharatların TBARS değerlerini kontrole göre önemli ölçüde azalttığı görülmüştür ($p<0,05$). 10 günlük depolama sonrasında kontrol örneğinde ortalama TBARS değeri 4,78 mg MDA/kg örnek olarak bulunmuştur. Baharat içeren örneklerde ise en yüksek TBARS değeri 1,07 mg MDA/kg örnek olarak kırmızıbiberde bulunmuştur.

Baharatlar içinde yüksek antioksidan etki kekik, biberiye, kimyon ve karabiberde görülmüştür. Kırmızıbiber, soğan ve sarımsağın antioksidan etkisi ise kontrolden belirgin olarak farklı, kendi aralarında birbirinden farksızdır. En düşük TBARS değerleri (0,71-0,72 mg MDA/kg örnek) ise kekik içeren örneklerde gözlemlenmiştir.

Çiğ tavuk eti kıymasının 4°C’de muhafazası sırasında farklı baharatların (mercanköşk, kimyon, tarçın, nane, sarımsak, köri ve tarçın) oksidasyona etkisini araştıran bir çalışmada, baharatlar kıymaya 10g/kg örnek (w/w) oranında eklenmiş ve 7 gün depolanmıştır. Çalışma neticesinde mercanköşk ve sarımsağın oksidasyon değerlerinin kontrole göre önemli ölçüde azalttığı görülmüştür (El-Alim ve diğ., 1999). Gerhard ve Schröter (1983) tarafından yapılan bir çalışmada da 15 baharatın antioksidan etkisi incelenmiş ve et ürünlerinde en yüksek antioksidan etkinin mercanköşk, biberiye ve adaçayında görüldüğü belirtilmiştir.

4.2 Paket İçi O₂ ve CO₂ Konsantrasyonlarının Marine Edilmiş Tavuk Etinin Mikrobiyal Kalitesi ve Yağ Oksidasyonu Üzerine Etkisi

Farklı gaz kombinasyonlarında paketlenen (%0, 70 CO₂ ve %0, 5, 21 O₂'nin kombinasyonları) ve 3±1 °C'de depolanan marine edilmiş tavuk butu örneklerinin depolamanın 1., 5., 9., 13., 17., 21. ve 25. günlerinde toplam aerobik mezofilik bakteri analizi, laktik asit bakteri analizi ve küf maya analizi ve 1., 5., 9., 13., 17. ve 21. günlerinde TBA ve pH analizi yapılmıştır. Sonuçlar depolama günü ile O₂ ve CO₂ miktarına göre istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

4.2.1 Paket içi gaz kompozisyonları

MAP, vakum ve hava atmosferi ile paketlenen örneklerin gaz ölçümleri 1., 5., 9., 13., 17., 21. ve 25. günlerde deneylerden önce yapılmıştır. Depolama boyunca %21 O₂ içeren paketlerdeki O₂ konsantrasyonunda ilk 13 günde önemli bir değişiklik olmazken (%19,8), 13. günden sonra hızlı bir azalma görülmüştür (%3,54-%2,30). CO₂ konsantrasyonlarında ise önemli bir değişim olmamıştır. Depolama boyunca %70 CO₂ içeren paketlerde CO₂ konsantrasyonu % 59,8'e düşmüştür. Çizelge 4.1'de ve 4.2'de farklı gaz kombinasyonlarındaki paketlerin depolama boyunca ortalama % O₂ ve % CO₂ konsantrasyonlarındaki değişim yer almaktadır.

Çizelge 4.1 : Mikrobiyal analizlerde kullanılan marine edilmiş tavuk butlarının depolama sırasında paketlerindeki O₂ ve CO₂ konsantrasyonları.

Depolama (gün)	Gaz çeşiti	Paketler		
		%0O ₂ +70CO ₂	%5O ₂ +70CO ₂	%21O ₂ +0CO ₂
1.gün	O ₂	0,06	5,56	20,35
	CO ₂	65,05	65,25	1,65
5.gün	O ₂	0,02	5,87	20,05
	CO ₂	61,50	59,80	1,35
9.gün	O ₂	0,00	5,22	20,40
	CO ₂	60,95	61,95	0,95
13.gün	O ₂	0,00	4,71	19,85
	CO ₂	54,80	61,70	1,50
17.gün	O ₂	0,01	4,38	15,50
	CO ₂	54,65	60,10	3,05
21.gün	O ₂	0,01	3,99	3,33
	CO ₂	55,40	62,50	5,95
25.gün	O ₂	0,01	3,13	3,54
	CO ₂	57,05	61,60	5,10

Çizelge 4.2 : Kimyasal analizlerde kullanılan marine edilmiş tavuk butlarının depolama sırasında paketlerindeki O₂ ve CO₂ konsantrasyonları.

Depolama (gün)	Gaz çeşiti	Paketler		
		%0O ₂ +70CO ₂	%5O ₂ +70CO ₂	%21O ₂ +0CO ₂
1.gün	O ₂	0,23	5,47	20,75
	CO ₂	65,25	65,70	0,85
5.gün	O ₂	0,17	6,05	20,65
	CO ₂	60,80	60,25	0,60
9.gün	O ₂	0,14	5,57	19,70
	CO ₂	60,05	62,65	0,95
13.gün	O ₂	0,05	4,89	15,70
	CO ₂	61,55	59,30	3,00
17.gün	O ₂	0,05	3,74	11,14
	CO ₂	62,70	66,05	4,15
21.gün	O ₂	0,00	3,01	2,30
	CO ₂	64,25	66,50	5,15

4.2.2 pH değişimi

MAP, vakum ve hava atmosferi ile paketlenen örneklerin pH ölçümleri 1., 5., 9., 13., 17. ve 21. günlerde TBA deneylerinden önce yapılmıştır. Depolama boyunca örneklerin pH değerlerinde önemli bir değişiklik olmamıştır (p>0,05). Çizelge 4.3’de farklı gaz kombinasyonlarındaki paketlerin depolama boyunca ortalama pH değişimi yer almaktadır. Marine tavuk butlarının pH değerleri 5,19-5,81 arasında değişmektedir.

Çizelge 4.3 : Kimyasal analizlerde kullanılan marine edilmiş tavuk butlarının depolama sırasındaki pH değişimleri.

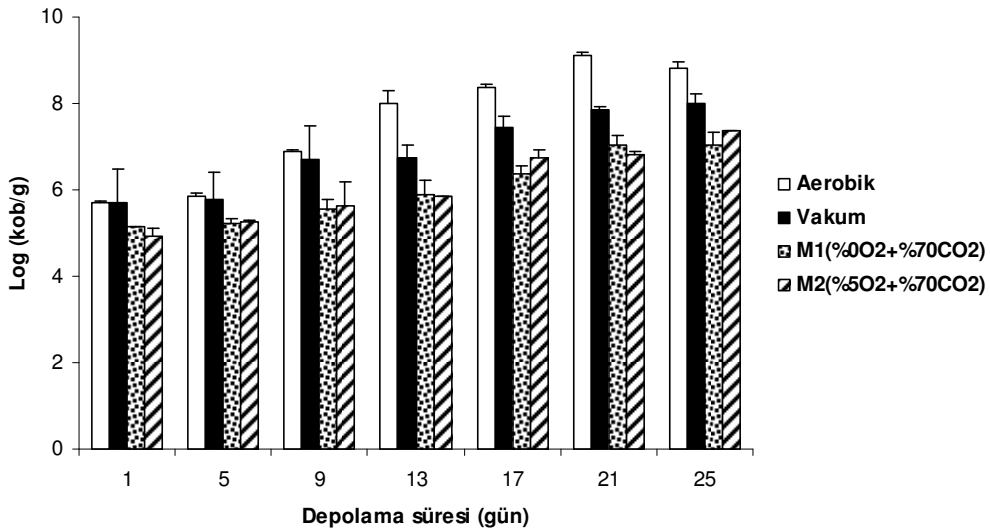
Depolama (gün)	Paketler			
	%0O ₂ +70CO ₂	%5O ₂ +70CO ₂	%21O ₂ +0CO ₂	%0O ₂ +0CO ₂
1.gün	5,44	5,19	5,45	5,84
5.gün	5,58	5,69	5,49	5,47
9.gün	5,52	5,44	5,59	5,56
13.gün	5,58	5,72	5,49	5,45
17.gün	5,44	5,46	5,65	5,40
21.gün	5,53	5,44	5,54	5,50

Tavuk eti örnekleri ile yapılan diğer çalışmalarda da hava ve modifiye atmosfer paketlemenin pH değerlerini önemli ölçüde etkilemediği ifade edilmiştir (Chouliara ve diğ., 2005; Patsias ve diğ., 2006; Patsias ve diğ., 2008). Fakat zamanla örneklerin pH değerlerinde küçük ama istatistiksel olarak önemli farklılıklar olabilmektedir.

Bunun sebebi, sayısı artan laktik asit bakterileri tarafından üretilen asittir (Chouliara ve diğ., 2005).

4.2.3 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı sonuçları

Marine edilmiş tavuk butu örneklerinin tüm paket çeşitlerinde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı zamanla artmıştır (Şekil 4.3). Örneklerin ortalama başlangıç yükü 5,37-log(kob/g)'dır. Depolama boyunca günler arasındaki fark önemli çıkmıştır ($p<0,05$). Oksijen oranı %0 ve %5 O_2 olan modifiye atmosfer paketlerin 25 günlük depolama sonrasında ortalama TAMB sayısı sonuçları sırasıyla 7,04-log(kob/g) ve 7,38-log(kob/g) olup aralarında önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Bu sonuçlara göre marine edilmiş tavuk etlerinin muhafazasında modifiye atmosfer paketlerine %5 O_2 eklenmesinin TAMB sayısını önemli derecede etkilemediği söylenebilir. MAP, vakum ve aerobik paketler karşılaştırıldığında ise, 25 günlük depolama süresince MAP, TAMB sayısını vakum ve aerobik paketlemeye göre önemli ölçüde azaltmıştır ($p<0,05$).



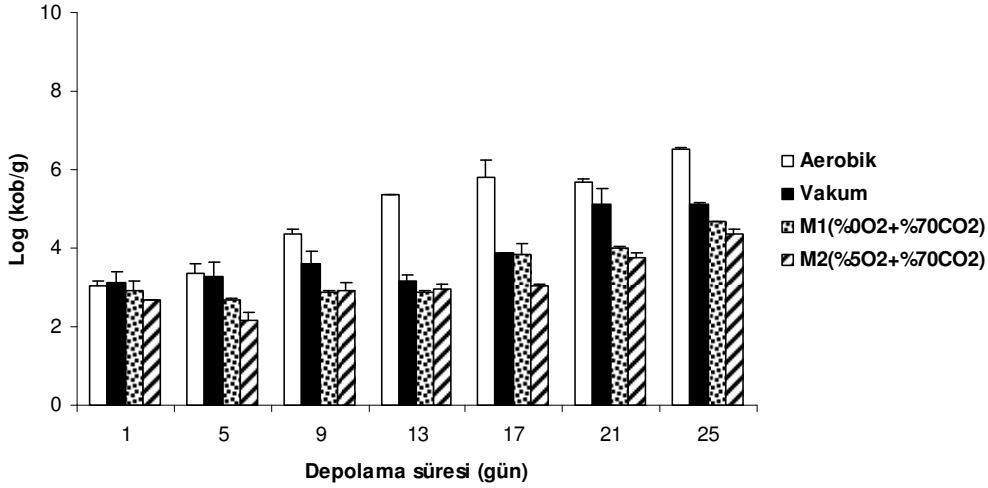
Şekil 4.3 : Farklı paketlerdeki marine tavuk butlarının 3 ± 1 °C’de depolama sırasında TAMB sayısının zamanla değişimi.

Vakum ve aerobik paketlerdeki artış modifiye atmosfer paketlere göre önemli derecede fazla bulunmuştur ($p<0,05$). Vakum ve aerobik paketlerin 25 günlük depolama sonrasında ortalama TAMB sayısı sonuçları sırasıyla 7,99-log(kob/g) ve 8,83-log(kob/g) bulunmuştur.

Bulunan sonuçlar yapılan benzer çalışmalarda elde edilen sonuçlarla uyum göstermektedir. Tavuk etleriyle yapılan çalışmalarda yüksek CO₂ içeren modifiye atmosfer paketlerin aerobik paketlere göre TAMB sayısının önemli ölçüde azalttığı görülmüştür (Chouliara ve diğ., 2007; Patsias ve diğ., 2006; Patsias ve diğ., 2008). Kuzu eti ile yapılan bir çalışmada ise vakum ve farklı modifiye atmosfer paketler incelenmiş ve vakum paketlerde TAMB sayısının modifiye atmosfer paketlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Berruga ve diğ., 2005).

4.2.4 Laktik asit bakterisi sayımı sonuçları

Laktik asit bakterisi (LAB) sayısının marine edilmiş tavuk butu örneklerinin tüm paket çeşitlerinde zamanla arttığı görülmektedir (Şekil 4.4). Örneklerin ortalama başlangıç yükü 2,94-log(kob/g)'dır. Benzer çalışmalarda kullanılan tavuk eti örneklerinde de başlangıç yükleri 2,7-log(kob/g) ile 4-log(kob/g) arasında bulunmuştur (Chouliara ve diğ., 2007; Economou ve diğ., 2008; Patsias ve diğ., 2005; Patsias ve diğ., 2008). Depolama süresince tüm paketlerdeki artış birbirlerinden önemli derecede farklıdır ($p<0,05$). LAB sayısında en düşük değerler MAP paketlerinde gözlemlenmiştir. %0 ve %5 O₂ içeren MAP paketlerde ise 25 günlük depolama sonundaki ortalama LAB sayısı sırasıyla 4,68-log(kob/g) ve 4,36-log(kob/g) olarak bulunmuştur. Vakum paketlerde ise LAB sayısı depolama sonunda 5,10-log(kob/g) değerini bulmuştur. En fazla artış aerobik paketlerde görülmüştür ve 25 günlük depolama sonunda örneklerin ortalama LAB sayısı 6,51-log(kob/g) olarak bulunmuştur.



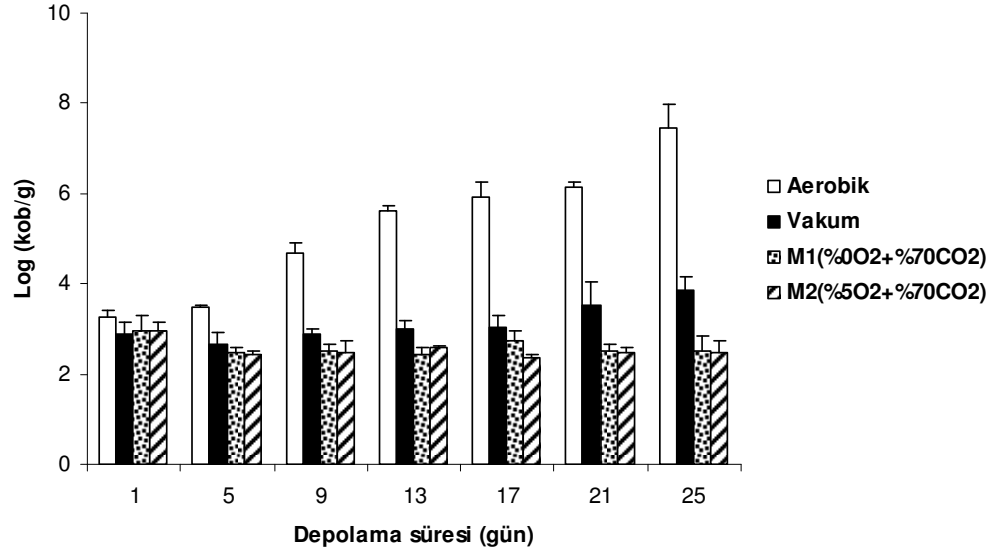
Şekil 4.4 : Farklı paketlerdeki marine tavuk butlarının 3 ± 1 °C’de depolama sırasında laktik asit bakterisi sayısının zamanla değişimi.

Bir çok çalışmada modifiye atmosferde paketlenen marine edilmiş pişirmeye hazır taze tavuk etlerinde bozulmadan sorumlu dominant mikroorganizmanın laktik asit bakterileri olduğu rapor edilmiştir (Barakar ve diğ., 2000; Björkroth ve diğ., 2005; Koort ve diğ., 2005). Çünkü laktik asit bakterileri fakultatif anaerob olduklarından oksijenli ve oksijensiz ortamda gelişebilmektedir. Patsias ve diğ. (2008) yaptıkları çalışmada hava ve MAP koşullarında depolanan tavuk etlerinde LAB sayısının aerobik paketlerde daha yüksek değerlere ulaştığını saptamıştır. Chouliara ve diğ. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada ise aerobik ve modifiye atmosfer paketlerde paketlenerek 4 °C’de depolanan sade tavuk eti örneklerinde LAB sayısına bakılmış ve depolamanın 9. gününde aerobik paketlerde LAB sayısı 7,02-log(kob/g) bulunurken modifiye atmosfer paketlerde 5,21-log(kob/g) olarak bulunmuştur. Başka bir çalışmada da ön pişirme işlemi görmüş tavuk etlerinde 12 gün depolama sonunda modifiye atmosfer paketlerde aerobik paketlere göre 1,7-log(kob/g) azalma görülmüştür (Patsias ve diğ., 2006). Yaptığımız çalışma da bu çalışmalarla paralellik göstermektedir ve LAB sayısı modifiye atmosfer paketlerde aerobik paketlere göre 1,83-log(kob/g) ve 2,15-log(kob/g) azalma saptanmıştır. MAP ile paketlenmiş ve 4°C’de depolanan taze tavuk eti örneklerinin depolanması süresince LAB sayısının daha fazla bulunduğu çalışmalarda vardır. Economou ve diğ. (2008) tarafından yapılan çalışmada 24 günlük depolama sonrası MAP ile 4°C’de depolanan taze tavuk eti örneklerinin LAB sayısı 8,1-log(kob/g) olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada MAP

ve 500UI/g-50 mM nisin-EDTA uygulamasının birlikte uygulandığı örneklerde ise bu değer 6,1-log(kob/g) olarak bulunmuştur.

4.2.5 Küf maya sayımı sonuçları

Marine edilmiş tavuk butu örneklerinin küf maya sayısının zamanla değişimi Şekil 4.5'te gösterilmiştir. Örneklerin ortalama başlangıç yükü 2,94-log(kob/g)'dır.



Şekil 4.5 : Farklı paketlerdeki marine tavuk butlarının 3±1 °C’de depolama sırasında küf maya sayısının zamanla değişimi.

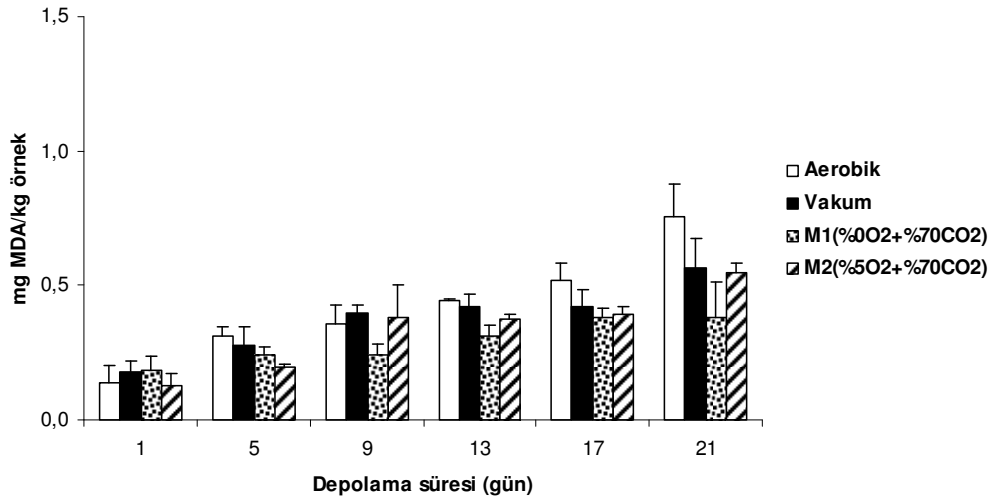
Paketlerdeki değişim birbirlerinden farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Küf maya sayısında en düşük değerler MAP koşullarındaki örneklerde gözlemlenmiştir. MAP örnekleri vakum ve aerobik paketlerden önemli derecede farklı ($p<0,05$) bulunurken iki modifiye atmosfer paketi arasında önemli bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). Oksijen oranı %0 ve %5 O_2 olan modifiye atmosfer paketlerde 25 günlük depolama sonundaki ortalama küf maya sayısı sırasıyla 2,52-log(kob/g) ve 2,48-log(kob/g) olarak bulunmuştur. Vakum paketlerde ise küf maya sayısı depolama sonunda 3,87-log(kob/g) değerini bulmuştur. Vakum paketler tüm paketlerden istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p<0,05$). En fazla artış aerobik paketlerde görülmüştür ve 25 günlük depolama sonunda örneklerin ortalama küf maya sayısı 7,47-log(kob/g) olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada olduğu gibi MAP uygulamasının tavuk etlerinde küf ve maya gelişimini engellediği bir çok çalışmada bulunmuştur. Patsias ve diğ. (2008) tavuk eti

ile yaptıkları çalışmada başlangıçta 2,9-log(kob/g) olan küf maya sayısının aerobik pakette 6,3-log(kob/g)'ye ulaşırken MAP ile 15 gün depolamadan sonra bu sayının 3,6-log(kob/g) olduğunu bulmuştur. Balamatsia ve diğ. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada da 4°C'de MAP ve vakum paketlerde depolanan tavuk göğsü etlerinde aerobik paketlere göre 3,1- log(kob/g) ve 4,1-log(kob/g) azalma saptanmıştır. Başka bir çalışma da ise hava ve 3 farklı MAP atmosferinde paketlenen ön pişirme işlemi görmüş tavuk eti örneklerinde CO₂ miktarı arttıkça küf maya sayısının azaldığı rapor edilmiştir. 20 gün depolama sonrasında, hava atmosferi ile paketlenen örneklerde küf maya sayısı 6-log(kob/g)'a ulaşırken modifiye atmosfer paketlerde küf maya sayısı 2,3-log(kob/g) ve 3,2-log(kob/g) arasında değişmiştir (Patsias ve diğ., 2006). Chouliara ve diğ. (2008) bu çalışmaya paralel sonuçlar bulmuş ve MAP uygulamalarının küf maya sayısını aerobik paketlere göre azalttığını ayrıca CO₂ miktarındaki artışın MAP'ın etkisini arttırdığını ifade etmiştir.

4.2.6 Yağ oksidasyonu

Marine edilmiş tavuk butu örneklerinin yağ oksidasyonu TBA metodu ile depolamanın 1., 5., 9., 13., 17. ve 21. günlerinde ölçülmüştür. Sonuçlar mg MDA/kg örnek olarak bulunmuştur. Şekil 4.6'da farklı paketlerdeki marine tavuk butlarının TBARS değerlerinin zamanla değişimi gösterilmiştir.



Şekil 4.6 : Farklı paketlerdeki marine tavuk butlarının 3±1 °C'de depolama sırasında TBARS değerlerinin zamanla değişimi.

Marine edilmiş tavuk butlarında TBARS değerleri zamana bağlı olarak artmıştır ($p<0,05$). En düşük TBARS değerleri (0,29-0,47 mg MDA/kg örnek) %0 O₂ içeren modifiye atmosfer paketlerde gözlemlenmiştir. Okijen oranı %0 ve %5 O₂ olan modifiye atmosfer paketler TBARS değerlerini aerobik paketlere göre önemli derecede düşürmüştür ($p<0,05$). Vakum paketlerde ise TBARS değerleri ortalama 0,18'den 0,57'ye (mg MDA/kg örnek) yükselmiştir. Oksijen oranı %5 O₂ olan modifiye atmosfer paketler ile vakum paketlerin TBARS değerleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Ayrıca vakum paketler ve aerobik paketlerin TBARS değerlerine etkisinde de istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Aerobik paketlerdeki örneklerin TBARS değerleri modifiye atmosfer paketlerdeki örneklerin TBARS değerlerinden fazla artmıştır ($p<0,05$). 21 gün depolama sonunda en yüksek TBARS değerleri (0,68-0,84 mg MDA/kg örnek) %21 O₂ içeren aerobik paketlerde bulunmuştur. Depolama süresi ve paketler arasındaki interaksyonun TBARS değerleri üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır ($p>0,05$).

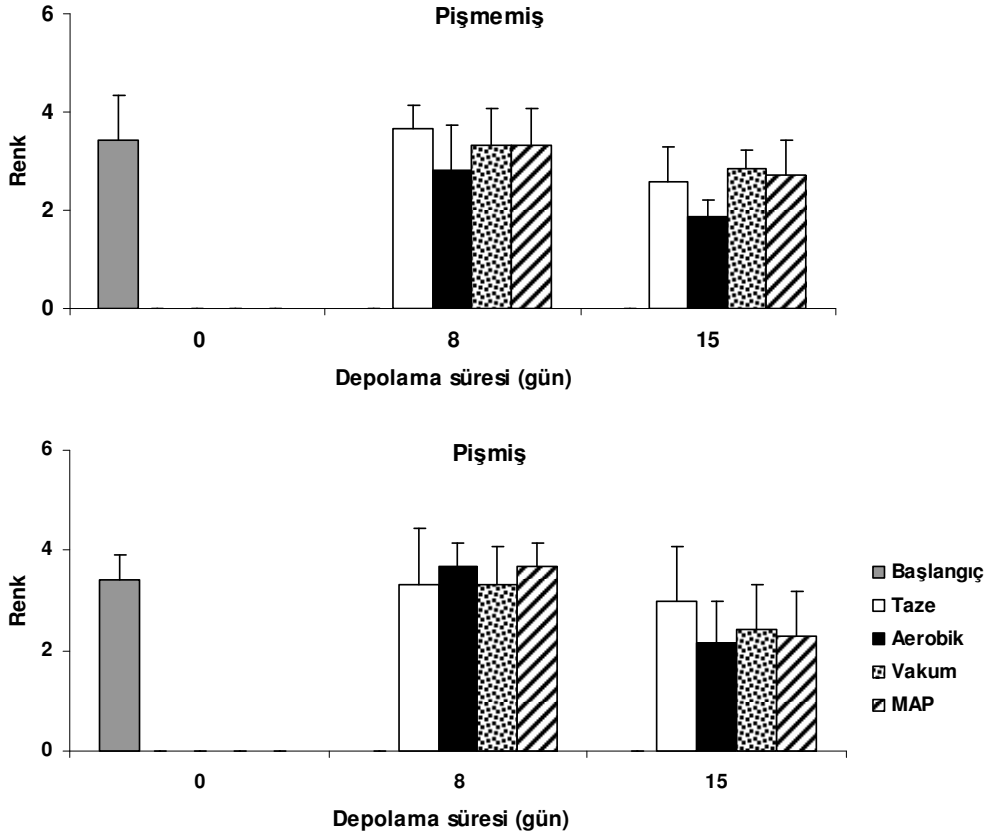
Genel olarak tüm paketlerdeki TBARS değerleri düşük çıkmıştır. Chouliara ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada da marine edilmiş tavuk etleri farklı kombinasyonlarda modifiye atmosfer paketler ile paketlenmiş ve 25 günlük depolama süresince TBARS değerleri 1 mg MDA/kg örnek değerinin altında (0,10-0,90 mg MDA/kg örnek) bulunmuştur. Ön pişirme işlemi görmüş tavuk eti örnekleri ile yapılan bir çalışmada ise örnekler aerobik ve 3 farklı MAP kombinasyonunda paketlenmiş ve 4°C'de depolanmıştır. 20 günlük depolama süresince aerobik paketlerdeki örneklerin TBARS değerlerini modifiye atmosfer paketlere göre önemli derecede fazla olduğu görülmüştür. Modifiye atmosfer paketler arasında ise önemli bir farklılık bulunmamıştır (Patsias ve diğ., 2006).

4.3 Duyusal Özelliklerindeki Değişimler

Marine tavuk butları panelistler tarafından depolamanın başlangıcında, 8. ve 15. günlerinde verilen skalaya (1:kötü, 2:kabul edilebilir, 3:iyi, 4:çok iyi) göre değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler alt başlıklarda yorumlanmıştır. Duyusal analizlerde kullanılan marine edilmiş tavuk butlarının TAMB sayısı ve yağ oksidasyonu değerleri de analiz günlerinde ölçülmüş ve bir önceki bölümdeki sonuçlarla paralellik gösterdiği görülmüştür. Sonuçlar Ek C Şekil C.1 ve Şekil C.2'de verilmiştir.

4.3.1 Renk

Piştirilmiş ve piştirilmemiş örneklerde paketlemenin renk üzerine etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Piştirilmemiş ve piştirilmiş MAP örneklerinde 15. günün sonunda ortalama değerler sırasıyla 2,7 ve 2,3 bulunurken, vakum paketli örneklerin değerleri ise depolama sonunda 2,9 ile 2,4 olarak bulunmuştur. Bu değerler kabul edilebilirlik sınırının (2) üstündedir. Piştirilmemiş ve piştirilmiş örnekler için en düşük değerler ise sırasıyla 1,9 ve 2,1 olarak hava atmosferi ile paketlenen örneklerde bulunmuştur. Piştirilmemiş örneklerde sürenin etkisi ise önemli bulunmazken ($p>0,05$), piştirilmiş örneklerde önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Tüm piştirilmiş paketlerde depolamanın 15. günündeki renk değerleri 8. gündeki renk değerlerinden önemli ölçüde düşük bulunmuştur (Şekil 4.7). Panelistler tarafından yapılan yorumlarda hava atmosferi ile paketlenen örneklerin renginin diğerlerine göre daha koyu, kahverengimsi olduğu belirtilmiştir.

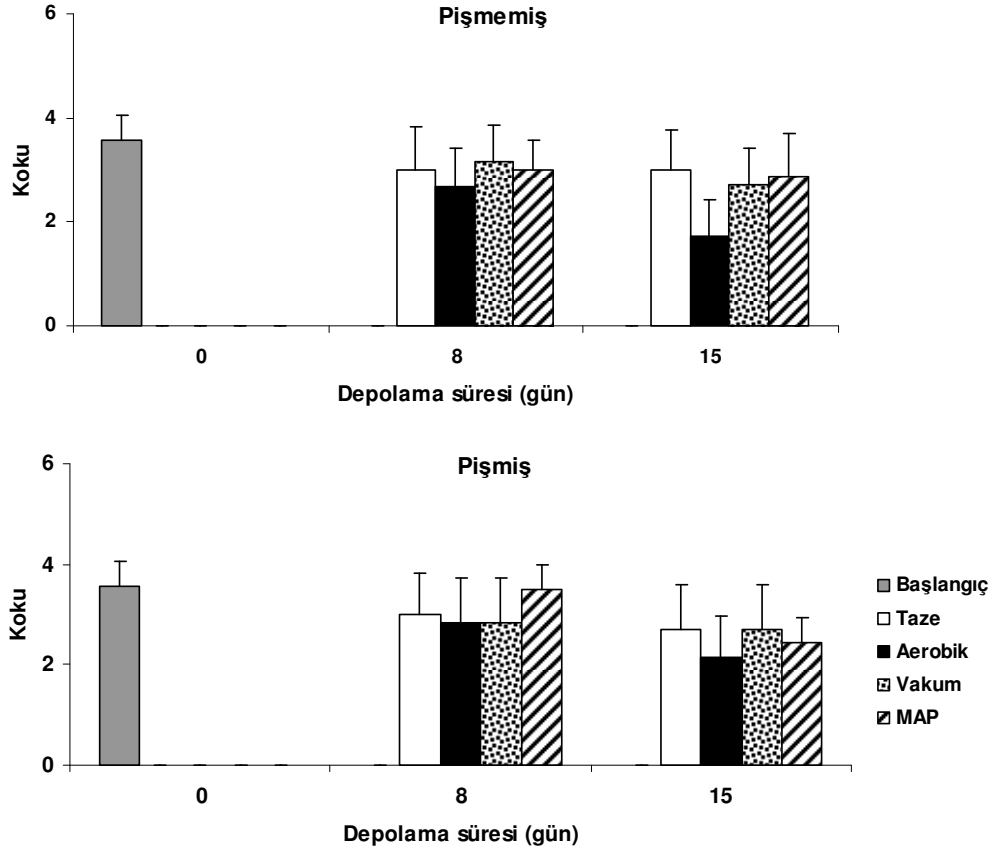


Şekil 4.7 : Paketleme şeklinin $3\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolama sırasında pişmemiş ve pişmiş marine tavuk butlarının renk değerleri üzerine etkisi (y-ekseni: 1:kötü, 2:kabul edilebilir, 3:iyi, 4:çok iyi).

Yapılan alışmalar da benzer sonuçlar bulunmuştur. Mahroure ve diğ. (1998) yaptıkları çalışmada hava atmosferiyle ve vakumla paketlenmiş 5 kGy dozda ışınlanmış tavuk eti örneklerinin görünüşünde istatistiki olarak önemli bir fark olmadığını fakat vakum paketli örneklerin panelistler tarafından daha yüksek puanlar aldığını ifade etmişlerdir. Literatürde renk ölçer cihazı ile örneklerdeki renk değişimlerine bakılan çalışmalarda mevcuttur. Bir çalışmada hava atmosferiyle ve vakumla paketlenmiş hindi göğüs eti örneklerinin 15 günlük depolanması sırasında parlaklık ve kırmızılık tonlarının ölçüldüğü renk değerlerinde önemli bir fark olmadığı ($p>0,05$) görülmüştür. Fakat bu çalışmada sarı renk tonunu ifade eden b^* değerlerinin hava atmosferiyle paketlenmiş örneklerde arttığı belirtilmiştir (Ahn ve Lee, 2004). Chouliara ve diğ. (2007) tarafından tavuk eti ile yapılan bir çalışmada da örnekler hava atmosferiyle ve 2 farklı gaz bileşiminde modifiye atmosfer paketleme yöntemiyle muhafaza edilmiştir. 25 günlük depolama sırasında örneklerin renk değerleri ölçülmüş ve modifiye atmosfer paketlemenin renk değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı bulunmuştur ($p>0,05$). Patsias ve diğ. (2008), yaptıkları çalışmada benzer sonuçlar bulmuştur. Hava atmosferiyle ve modifiye atmosferde paketlenmiş tavuk göğsü eti rneklerinin 4°C’de 15 günlük depolanması süresince renk değerlerine modifiye atmosfer paketlemenin etkisinin olmadığı belirtilmiştir.

4.3.2 Koku

Pışırılmış ve pışırılmemiş tüm örneklerin koku değerleri başlangıç günü ortalama 3,57 bulunmuştur. Bu değerlerin depolama süresi boyuca azalma gösterdiği görülmüştür (şekil 4.8). MAP ve vakum paketli örnekler taze örneklerle çok yakın değerler almışlardır. 15 günlük depolama sonunda pışmemiş örneklerin koku değerleri sırasıyla 2,7 ve 2,9 olarak bulunmuştur. 2 panelist pışmemiş örneklerde depolamanın 8. gününde hava atmosferi ile paketlenen örneklerde baharat kokusunun yok denecek kadar az olduğu şeklinde yorum yapmışlardır. 15. gün ise hava atmosferi paketlenen pışırılmemiş ve pışırılmış örneklerin koku değerleri sırasıyla 2,1 ve 1,7 bulunarak kabul edilebilir değerlerin altına inmiştir. Depolama süresi ile paketleme şekli arasındaki interaksiyon çiğ ve pışmış örneklerde de önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Depolamanın 15. günü tüm örneklerin kokusu başlangıç gününden önemli ölçüde düşük değerlere sahip olurken, 8. gün ile 15. gün arasında sadece pışmış örneklerde önemli derecede fark olduğu tespit edilmiştir.



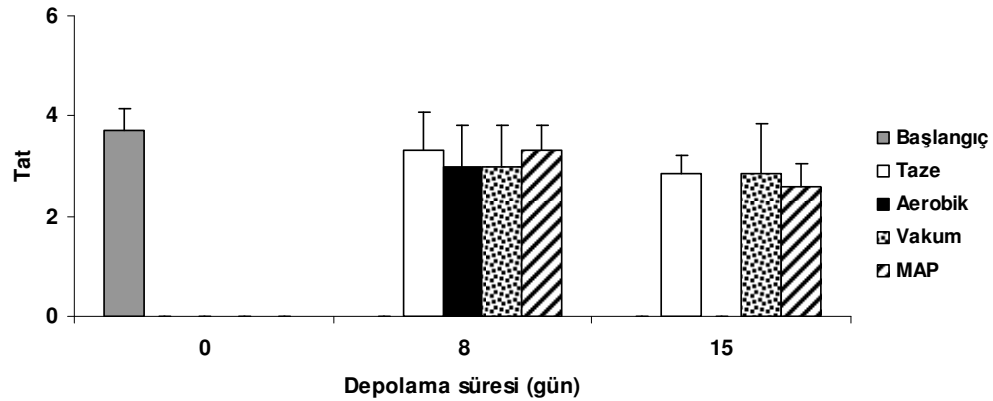
Şekil 4.8 : Paketleme şeklinin $3\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolama sırasında pişmemiş ve pişmiş marine tavuk butlarının koku değerleri üzerine etkisi (y-ekseni: 1:kötü, 2:kabul edilebilir, 3:iyi, 4:çok iyi).

Bulduğumuz sonuçlar yapılan bir çok çalışma ile benzerlik göstermektedir. Chouliara ve diğ. (2007), sade ve %0,1 mercanköşk esansiyel yağı içeren tavuk eti örneklerini hava atmosferinde ve 2 farklı MAP koşulunda paketlenmişlerdir. Depolama süresince sade tavuk eti örneklerinde, hava atmosferi ile paketlenen örnekler 9. gün kabul edilemez değerlere ulaşırken MAP koşullarında örnekler 12. güne kadar kabul edilebilir değerler almıştır. Mercanköşk esansiyel yağı ilave edilmiş örneklerde ise hava atmosferi ile paketlenmiş örnekler 12 gün, MAP koşullarındaki örnekler paketteki CO_2 oranına bağlı olarak 15 ve 20 gün arasında kabul edilebilir değerler almıştır. Yüksek CO_2 (%70) içeren örneklerin daha uzun süre depolanabildiği görülmüştür. Sığır eti kıymasının hava atmosferiyle ve modifiye atmosferde paketlenen örneklerin 7. günden itibaren kabul edilemez değerlere ulaştığı modifiye atmosferde paketlenmiş

ürünlerde ise 18. güne kadar kabul edilebilir değerler aldığı görülmüştür (Skandamis ve Nychas, 2001).

4.3.3 Tat

Marine edilmiş tavuk butu örneklerinin tadı depolama süresinden etkilenmiştir ($p<0,05$). Başlangıç günü, 8. ve 15. günler birbirlerinden istatistiki olarak önemli derecede farklı çıkmıştır. Tat değerlerinde zamana bağlı olarak düşme gözlemlenmiştir (Şekil 4.9). 8. gün panelistlerin taze örneklerle verdikleri değerlerde de düşme gözlenmiştir. Başlangıç günü taze örnekler 3,7 değerini alırken 8. gün 3,3 değerini almışlardır. Bu değerlere bakarak diğer paketlerinde puanları düşmüş olsa da taze örneklerle yaklaşık aynı değerleri aldıkları ve ilk 8 gün paketleme koşullarının önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir ($p>0,05$). Map ve vakum paketli örneklerde 15. gün tat değerleri sırasıyla 2,6 ve 2,9 olarak bulunmuştur. İki paket çeşiti de birbirlerinden ve taze örneklerden farksız bulunmuştur. Hava atmosferiyle paketlenen örnekler 8. günden sonra koku, renk gibi özellikler açısından kabul edilemez duruma geldiğinden 15. gün bu örneklerde tadım yaptırılmamıştır.



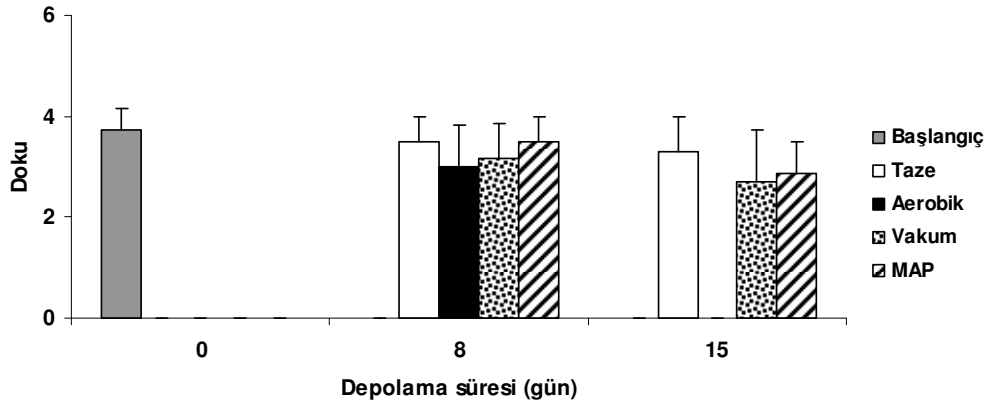
Şekil 4.9 : Paketleme şeklinin $3\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolama sırasında pişmiş marine tavuk butlarının tat değerleri üzerine etkisi (y-ekseni: 1:kötü, 2:kabul edilebilir, 3:iyi, 4:çok iyi).

Chouliara ve diğ. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada da hava atmosferi ve 2 farklı MAP kombinasyonunda paketlenmiş örneklerin tat değerleri incelenmiş ve hava atmosferi ile paketlenen örneklerde 6. günden sonra kabul edilemez değerlere ulaşmıştır. Ön pişirme işlemi görmüş tavuk eti örneklerinde tat ve kokunun birlikte analiz edilmesiyle elde edilen kabul edilebilirlik değerlerine bakıldığında ise 12. günden sonra önemli ($p<0,05$) bir düşme olduğu gözlemlenmiştir. Mahrour ve diğ.

(1998) yaptıkları çalışmada hava atmosferi ile paketlenmiş, marine edildikten sonra hava atmosferi ile paketlenmiş ve vakum paketli tavuk eti örneklerinin 5 kGy dozda ışınlandıktan sonra tadında meydana gelen değişiklikleri incelemiştir. Analiz neticesinde tatlar arasında fark olmadığı, fakat en yüksek değerleri vakum paketli örneklerin aldığı görülmüştür.

4.3.4 Doku

Marine edilmiş tavuk butu örneklerinin dokusundaki değişim paket şekli ve süreden önemli ölçüde etkilenmiştir ($p<0,05$). Doku değerleri zamanla düşmüştür (Şekil 4.10). Aerobik paketlerdeki örneklere 15. gün tadım yaptırılmadığından örneklerin dokusu da değerlendirilmemiştir. Tüm örnekler arasında 15 günlük depolama süresince taze örnekler diğer 3 çeşit paketten daha yüksek puanlar almıştır. Taze örnekleri 2,9 ve 2,7 değerleriyle MAP ve vakum paketli örnekler takip etmektedir. İlk 8 gün paketlenme koşullarının doku değerleri üzerine önemli bir etkisi olmadığı görülmektedir ($p>0,05$). Panelistler tarafından yapılan yorumlarda 8. günde hava atmosferi ile paketlenmiş örneklerin dokusunun MAP ve vakum paketli örnekler göre daha sert olduğu ve zor yutulduğu belirtilmiştir.

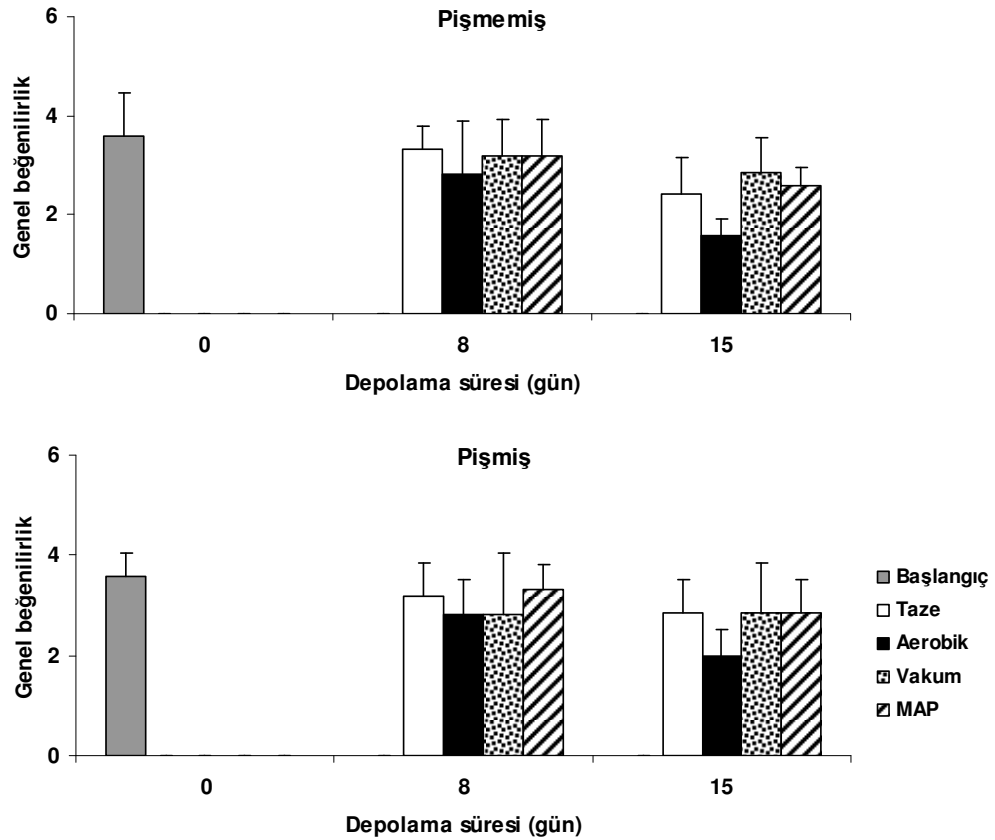


Şekil 4.10 : Paketleme şeklinin $3\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolama sırasında pişmiş marine tavuk butlarının doku değerleri üzerine etkisi (y-ekseni: 1:kötü, 2:kabul edilebilir, 3:iyi, 4:çok iyi).

4.3.5 Genel beğenilirlik

Piştirilmemiş ve piştirilmiş tüm örnekler depolamanın başlangıcında 3,6 değerini almışlardır. Bu değerlerin depolama süresi boyunca azaldığı görülmektedir (Şekil 4.11). Tüm örneklerde depolamanın başlangıcı ve 8 günü arasındaki azalma önemsizken ($p>0,05$), 15. günü genel beğenilirlik değerleri önemli derecede

azalmıştır ($p<0,05$). Taze, MAP ve vakum paketli örnekler arasında depolama boyunca önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Pişmemiş örneklerde 15. gün en yüksek değeri (2,86) vakum paketli örnekler almış ve aerobik paketlerden önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Aerobik paketlerde 8. günden sonra genel beğenilirlik değerlerinde diğer örneklerden daha fazla bir düşüş görülmüş, pişirilmemiş ve pişmiş örneklerin değerleri sırasıyla 1,6 ve 2 olarak bulunmuştur. Panelistlere tercih ettikleri örnekler sorulduğunda ise pişirilmemiş örnekler için depolamanın 8. gününde tercih yapan üç kişiden ikisi taze örnekleri tercih ederken bir kişi vakum paketlenmiş örneği beğenmiştir. 15. günde ise dört kişi tercihte bulunmuştur. Bunlardan ikisi taze örnekleri beğenirken bir kişi vakum paketli örneği bir kişi de modifiye atmosferde paketlenmiş örneği beğenmiştir. Pişmiş örnekler içerisinde ise 8. ve 15. günlerde tercih edilen dört örnekten ikisi taze, biri vakum paketli ve biri de modifiye atmosferde paketlenmiş örnektir.



Şekil 4.11 : Paketleme şeklinin $3\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolama sırasında pişmemiş ve pişmiş marine tavuk etlerinin genel beğenilirlik değerleri üzerine etkisi (y-ekseni: 1:kötü, 2:kabul edilebilir, 3:iyi, 4:çok iyi).

Yapılan çalışmalara bakıldığında da benzer sonuçlara rastlanmıştır. n pişirme işlemi görmüş tavuk etlerinin hava atmosferi ve 3 farklı MAP kombinasyonuyla paketlenen sonra depolanması sırasında yapılan duyusal analizlerde hava atmosferi ile paketlenen örneklerin 12. güne kadar yüksek değerler alırken, 12. günden sonra modifiye atmosfer paketlerle önemli farklılıklar ($p<0,05$) olduğu ve kabul edilebilir limitin altında puanlar aldıkları görülmüştür (Patsias ve diğ., 2007).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında pişirmeye hazır taze tavuk butlarında baharatlar, marinasyon ve modifiye atmosfer paketlemenin kombine etkisini gözlemlemek için iki deneme gerçekleştirilmiştir. İlk çalışmada farklı baharatların (kimyon, biberiye, karabiber, kırmızıbiber, soğan, sarımsak, kekik) soğukta depolanan marine edilen tavuk butu örneklerinin yağ oksidasyon ve toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımlarındaki değişimler incelenmiştir. İkinci çalışmada pişirmeye hazır marine tavuk butu örneklerine farklı O₂ ve CO₂ kombinasyonları içeren gaz karışımlarında (%O₂+%CO₂ olarak: 0+0, 0+70, 5+70, 21+0) paketlemenin etkileri incelenmiştir. Örneklerin 3±1°C’de depolanması sırasında toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakterisi ve küf maya sayımları yapılmıştır. Ayrıca örneklerin yağ oksidasyonu, pH’ı ve duyuşal özelliklerindeki değişimler belirlenmiştir.

Soğan, sarımsak, biberiye ve kekik marinasyonda kullanıldığında marine edilen tavuk butlarında depolama süresince TAMB sayılarını ve yağ oksidasyonunu azaltmada etkili olmuştur. Modifiye atmosfer paketlemenin TAMB, laktik asit bakterisi ve küf maya sayılarını vakum ve aerobik paketlemeye göre önemli ölçüde azalttığı saptanmıştır. %0 ve %5 O₂ içeren MAP paketlerde 17 günlük depolama süresince TAMB, laktik asit bakterisi ve küf maya sayıları ile TBARS değerleri açısından kalite korunmuştur. Duyusal analizler sonucunda da MAP ve vakum paketlerdeki örneklerin duyuşal kalitesini 15 gün boyunca koruduğu görülmüştür. %0O₂+%70CO₂ ve %5O₂+%70CO₂ içeren modifiye atmosfer paketler mikrobiyal, kimyasal ve duyuşal kaliteyi 15 gün boyunca soğuk depolama sırasında önemli ölçüde korumuştur. *Clostridium botulinum* ve *Clostridium perfringens* gibi anaerobik patojenlerin gelişmesine engel olabilmek için ambalajlarda düşük miktarda O₂ olması önerilebilir. Bu nedenle %5O₂+%70CO₂ koşullarının bu ürünler için daha uygun olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alvarado, C. and McKee, S., 2007. Marination to improve functional properties and safety of poultry meat, *Journal of Applied Poultry Research*, **16**, 113-120.
- Barakat, R. K., Griffiths, M. W. and Harris, L. J., 2000. Isolation and characterization of *Carnobacterium*, *Lactococcus* and *Enterococcus* spp. from cooked, modified atmosphere packaged, refrigerated, poultry meat, *International Journal of Food Microbiology*, **62**, 83-94.
- Barbanti, D. and Pasquini, M., 2005. Influence of cooking conditions on cooking loss and tenderness of raw and marinated chicken breast meat, *LWT*, **38**, 895-901.
- Barbut, S., 2002. Poultry Products Processing: An Industry Guide. CRC Press, Boca Raton.
- Barbut, S., 2004. Other poultry preservation techniques, in *Poultry Meat Processing and Quality*, p. 187-210, Ed. Mead, G. C., CRC Press, Boca Raton.
- Björkroth, J., 2005. Microbiological ecology of marinated meat products, *Meat Science*, **70**, 477-480.
- Björkroth, J., Ristiniemi, M., Vandamme, P. and Korkeala, H., 2005. *Enterococcus* species dominating in fresh modified atmosphere packaged, marinated broiler legs are overgrown by *Carnobacterium* and *Lactobacillus* species during storage at 6°C, *International Journal of Food Microbiology*, **97**, 267-276.
- Chouliara, E., Karatapanis, A., Savvaidis, I. N. and Kontominas, M. G., 2007. Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4°C, *Food Microbiology*, **24**, 607-617.
- Coggins, P. C., 2001. Spices and flavourings for meat and meat products, in *Meat Science and Applications*, Eds. Hui, Y. H., Kit, W., Rogers, R. W. and Young, O. A., Marcel Dekker, Inc., New York.
- Conner, D. E., Davis, M. A. and Zhang, L., 2001. Poultry-borne pathogens: plant considerations, in *Poultry Meat Processing*, pp. 137-158, Eds. Sams, A. R., Taylor&Francis Group, Cambridge.
- Corry, J. E. L., 2007. Spoilage organisms of red meat and poultry, in *Microbiological analysis of red meat, poultry and eggs*, pp. 101-122, Ed. Mead, G. C., Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Dawson, P. L., 2001. Packaging, in *Poultry Meat Processing*, pp. 73-97, Eds. Sams, A. R. CRC Press, Boca Raton.

- Devlieghere, F. and Debevere, J.**, 2003. Map, product safety and nutritional quality, in *Novel Food Packaging Techniques*, Ed. Ahvenainen, R., Woodhead Publishing Limited, New York.
- Economou, T., Pournis, N., Ntzimani, A. and Savvaidis, I. N.**, 2008. Nisin-EDTA treatments and modified atmosphere packaging to increase fresh chicken meat shelf life, *Food Chemistry*, Article in Press.
- El-Alim, A. S. S. L., Lugasi, A., Hovari, J. and Dworschak, E.**, 1999. Culinary herbs inhibit lipid oxidation in raw and cooked minced meat patties during storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **79**, 277–285.
- Fernandez, J., Alvarez, J. A. and Lopez J. A.**, 1997. Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat, *Food Chemistry*, **59**, 345-353.
- Fletcher, D. L.**, 2004. Further processing of poultry, in *Poultry Meat Processing and Quality*, pp. 108-135, Eds. Mead, G. C. CRC Press, Boca Raton.
- Gerhard, F.**, 2006. Meat Products Handbook, pp. 543-551, Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Gerhardt, U. and Schröter, A.**, 1983. Antioxidative wirkung von gewurtzen, *Gordian*, **9**, 171-176. (**Alınmıştır:** El-Alim, A. S. S. L., Lugasi, A., Hovari, J. and Dworschak, E., 1999. Culinary herbs inhibit lipid oxidation in raw and cooked minced meat patties during storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **79**, 277–285.)
- Grandison, A. S. and Jennings, A.**, 1993. Extension of the shelf life of fresh minced chicken meat by electron beam irradiation combined with modified atmosphere packaging, *Food Control*, **4**, 83-88.
- Hargis, B. M., Caldwell, D. J. and Byrd, J. A.**, 2001. Microbiological pathogens: live poultry considerations, in *Poultry Meat Processing*, pp. 121-136, Ed. Sams, A. R. Taylor&Francis Group, Cambridge.
- Hugas, M., Garriga, M. and Monfort, J. M.**, 2002. New mild Technologies in meat processing: high pressure as a model technology, *Meat Science*, **62**, 359-371.
- Jakobsen, M. and Bertelsen, G.**, 2002. The use of CO₂ in packaging of fresh red meats and its effect on chemical quality changes in the meat: a review, *Journal of Muscle Foods*, **13(2)**, 143-168.
- Jimenez, S. M., Salsi, M. S., Tiburzi, M. C., Rafaghelli, R. C. and Pirovani, M. E.**, 1997. Combined use of acetic acid treatment and modified atmosphere packaging for extending the shelf life of chilled chicken breast portions, *Journal of Applied Microbiology*, **87**, 339-344.
- Karpinska, M., Borowski, J. and Danowska-Oziewicz, M.**, 2001. The use of natural antioxidants in ready to serve food, *Food Chemistry*, **72**, 5-9.
- Kim, H. J. and Min, D. B.**, 2007. Chemistry of lipid oxidation, in *Food Lipids: Chemistry, Nutrition and Biotechnology*, Eds. Akoh, C. C. and Min, D. B., Taylor&Francis Group, Cambridge.
- Koort, J., Murros, A., Coenye, T., Eerola, S., Vandamme, P., Sukura, A. and Björkroth, J.**, 2005. *Lactobacillus oligofermentans* sp. nov.,

- associated with spoilage of modified atmosphere packaged poultry products, *Applied and Environmental Microbiology*, **71**, 4400-4406.
- Leistner, L.**, 1999. Combined methods of food preservation, in *Handbook of food preservation*, pp. 457–485, Ed. Shafiur, R., Marcel Dekker, New York. (**Alınmıştır:** Javanmard, M., Rokni, N. Bokaie, S. and Shahhosseini, G., 2006. Effects of irradiation and frozen storage on microbial, chemical and sensory quality of chicken meat in Iran, *Food Control*, 17, 469-473.)
- Leistner, L. and Gorris, L. G. M.**, 1995. Food preservation by hurdle technology, *Trends in Food Science and Technology*, **6**, 41-45.
- Lemos, A. L. S. C., Nunes, D. R. M. and Viana, A. G.**, 1999. Optimization of the stil-marinating process of chicken parts, *Meat Science*, **52**, 227- 234.
- Manhour, A., Lacroix, M., Nketsa-Tabiri, J., Calderon, N. and Gagnon, M.**, 1998a. Antioxidant properties of natural substances in irradiated fresh poultry, *Radiation Physics and Chemistry*, **52**, 77-80.
- Manhour, A., Lacroix, M., Nketsa-Tabiri, J., Calderon, N. and Gagnon, M.**, 1998b. Antimicrobial properties of natural substances in irradiated fresh poultry, *Radiation Physics and Chemistry*, **52**, 81-84.
- McMillin, K. W.**, 2008. Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat, *Meat Science* **80**, 43-65.
- Mead, G. C.**, 2004a. Meat quality and consumer requirements, in *Poultry Meat Processing and Quality*, p. 1-18, Ed. Mead, G. C., CRC Press, Boca Raton.
- Mead, G. C.**, 2004b. Shelf life and spoilage of poultry meat, in *Poultry Meat Processing and Quality*, pp. 283-298, Eds. Mead, G. C., CRC Press, Boca Raton.
- Nissen, L. R., Mansson, L., Bertelsen, G., Huynh-Ba, T. and Skibsted, L. H.**, 2002. Protection of dehydrated chicken meat by natural antioxidants as evaluated by electron spin resonance spectrometry, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **48**, 5548 -5556.
- O’Beirne, D. and Francis, G. A.**, 2003. Reducing pathogen risks in map-prepared produce, in *Novel Food Packaging Techniques*, Ed. Ahvenainen, R., Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, New York.
- Oruc, H., Cengiz, M. ve Kalkanlı, Ö.**, 2005. Piliç etlerinde lipid oksidasyonu sonucu oluşan malonaldehit (MA) konsantrasyonları, *Uludağ University Journal of the Faculty Veterinary Medicine*, **24**, 7-9.
- Patsias, A., Chouliara, I., Badeka, A., Savvaidis, I. N. and Kontaminas, M. G.**, 2006. Shelf life of a chilled precooked chicken product stored in air and under modified atmospheres: microbiological, chemical, sensory attributes, *Food Microbiology*, **23**, 423-429.
- Patsias, A., Badeka, A. V., Savvaidis, I. N. and Kontaminas, M. G.**, 2008. Combined effect of freeze chilling and MAP on quality parameters of raw chicken fillets, *Food Microbiology*, **25**, 575-581.

- Peter, K. V. and Babu, K. N.**, 2004. Introduction to herbs and spices, in *Handbook of Herbs and Spices*, Ed. Peter, K. V., Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Rao, D. N. and Sachindra, N. M.**, 2002. Modified atmosphere and vacuum packaging of meat and poultry products, *Food Reviews International*, **18**, 263-293.
- Samelis, J.**, 2006. Managing microbial spoilage in the meat industry, in *Food Spoilage Microorganisms*, pp. 213-265, Woodhead Publishing, Cambridge.
- Sasikumar, B.**, 2004. Rosemary, in *Handbook of Herbs and Spices*, Ed. Peter, K. V., Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Sawaya, W. N., Elnawawy, A. S., Khalafawi, S. and Dashti, B.**, 1995. Influence of modified atmosphere packaging on shelf life of chicken carcasses under refrigerated storage conditions, *Journal of Food Safety*, **15**, 35-51.
- Sebranek, J. G. and Houser, T. A.**, 2006. Modified atmosphere packaging, in *Advanced Technologies for Meat Processing*, pp. 419-449, Eds. Nollet, L. M. L. and Toldra, F. CRC Press, Boca Raton.
- Shylaja, M. R. and Peter, K. V.**, 2004. The functional role of herbal spices, in *Handbook of Herbs and Spices*, Ed. Peter, K. V. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Sivertsvik, M., Rosnes, J. T. and Bergslien, H.**, 2002. Modified atmosphere packaging, in *Minimal Processing Technologies in the Food Industry*, Woodhead Publishing Limited, New York.
- Skandamis, P. N., Tsigarida, E. T. and Nychas, G-J. E.**, 2005. Modified atmosphere packaging and the safety of poultry meat, in *Food Safety and Control in the Poultry Industry*, Ed. Mead, G. C., CRC Press, Boca Raton.
- Smith, D. P. and Acton, J. C.**, 2001. Marination, cooking and curing of poultry products, in *Poultry Meat Processing*, pp. 257-281, Ed. Sams, A. R., Taylor&Francis Group, New York.
- Siripongvutikorn, S., Thummaratwasi, P. and Huang, Y.**, 2005. Antimicrobial and antioxidation effects of Thai seasoning, Tom-Yum, *LWT*, **38**, 347-352.
- Stahl-Biskup, E. and Venskutonis, K.**, 2004. Thyme, in *Handbook of Herbs and Spices*, Ed. Peter, K. V., Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Tan, F. J. and Ockerman, H. W.**, 2006a. Applicability of nisin and tumbling to improve the microbiological quality of marinated chicken drumsticks, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, **19**, 292-296.
- Tan, F. J. and Ockerman, H. W.**, 2006b. Physical and sensory characteristics of marinated broiler drumsticks treated with lactoperoxidase system and thermal treatment, *British Poultry Science*, **47**, 281-285.

- Tanabe, H., Yoshida, M. and 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. and Skandamis, P. N.,** 2004. Herbs and spices as antimicrobials, in *Handbook of Herbs and Spices*, Ed. Peter, K. V., Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- Teets, A. S., Sundararaman, M. and Were, L. M.,** 2008. Electron beam irradiated almond skin powder inhibition of lipid oxidation in cooked salted ground chicken breast, *Food Chemistry*, **111**, 934-941.
- Üçüncü, M.,** 2000. Gıdaların Ambalajlanması, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, pp. 349-350; 612-649.
- Venugopal, V.,** 2006. Modified atmosphere packaging, in *Seafood Processing: Adding Value Through Quick Freezing, Retortable Packaging and Cook Chilling*, pp. 167-195, Taylor & Francis Group, New York.
- Viuda-Martos, M. Ruiz-Navajas, Y., Fernandez-Lopez, J. and Perez-Alvarez, J. A.,** 2006. Antibacterial activity of different essential oils obtained from spices widely used in Mediterranean diet, *International Journal of Food Science and Technology*, 1-6.
- Warthesen, J. J. and 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.
- Yuan, J. T. C.,** 2003. Modified atmosphere packaging for shelf life extension, in *Microbial Safety of Minimally Processed Foods*, Eds. Novak, J. S., Sapers, G. M. and Juneja, V. K., CRC Press, Boca Raton.

EKLER

EK A. DUYUSAL ANALİZ FORMLARI

Çizelge A.1 : Çiğ marine tavuk duyusal analiz formu.

İSİM:

Tarih:

Örnek: Çiğ Marine Tavuk

Açıklamalar

- Elinizde 4 adet 3 farklı rakamla kodlanmış örnek bulunmaktadır.
- Örnekleri size verilen sırada koku (genel), renk ve genel beğenilirlik açısından aşağıda verilen skalaya (1-4) göre değerlendiriniz.
- Örneklerden tüketim açısından tercih ettiğiniz varsa aşağıda belirtiniz.

Skala

1 Kötü

2 Kabul edilebilir

3 İyi

4 Çok iyi

Değerlendirme

Örnek numarası	Koku	Renk	Genel beğenilirlik

Varsa tercih ettiğiniz örnek:

Yorumlar:

Çizelge A.2 : Pişmiş marine tavuk duyuşal analiz formu.

İSİM:

Tarih:

Örnek: Marine Tavuk

Açıklamalar

- Elinizde 4 adet 3 farklı rakamla kodlanmış örnek bulunmaktadır.
- Örnekleri size verilen sırada koku (genel), renk, tat (genel), ve doku (sululuk, sertlik/yumuşaklık gibi özellikler) açısından aşağıda verilen skalaya (1-4) göre değerlendiriniz.
- Örnekler arası geçişlerde ağzınızı su ile temizlemeyi unutmayınız.
- Örneklerden tüketim açısından tercih ettiğiniz varsa aşağıda belirtiniz.

Skala

- 1 Kötü
2 Kabul edilebilir
3 İyi
4 Çok iyi

Değerlendirme

Örnek numarası	Koku	Renk	Tat	Doku	Genel beğenilirlik

Varsa tercih ettiğiniz örnek:

Yorumlar:

EK B. VARYANS ANALİZİ SONUÇLARI

Çizelge B.1 : Farklı baharatların antimikrobiyal etkisinin varyans analizi sonuçları.

Factor Type Levels Values

baharat fixed 8 1 2 3 4 5 6 7 8
zaman(gün)fixed 3 1 5 9

Analysis of Variance for log, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
baharat	7	2,11830	2,11830	0,30261	11,91	0,000
zaman(gün)	2	14,58963	14,58963	7,29481	287,08	0,000
baharat*zaman	14	0,67687	0,67687	0,04835	1,90	0,080
Error	24	0,60985	0,60985	0,02541		
Total	47	17,99465				

Unusual Observations for log

Obs	log	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
39	5,47000	5,20000	0,11272	0,27000	2,40R
47	4,93000	5,20000	0,11272	-0,27000	-2,40R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable log

All Pairwise Comparisons among Levels of baharat

baharat = 1(kontrol) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
2	-0,1200	0,09203	-1,304	0,8886
3	-0,2733	0,09203	-2,970	0,1019
4	-0,2900	0,09203	-3,151	0,0704
5	-0,3133	0,09203	-3,405	0,0409
6	-0,4217	0,09203	-4,582	0,0026
7	-0,6150	0,09203	-6,682	0,0000
8	-0,6550	0,09203	-7,117	0,0000

baharat = 2(kırmızıbiber) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
3	-0,1533	0,09203	-1,666	0,7075
4	-0,1700	0,09203	-1,847	0,5967
5	-0,1933	0,09203	-2,101	0,4421
6	-0,3017	0,09203	-3,278	0,0538
7	-0,4950	0,09203	-5,378	0,0004
8	-0,5350	0,09203	-5,813	0,0001

baharat = 3(kimyon) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
4	-0,0167	0,09203	-0,181	1,0000
5	-0,0400	0,09203	-0,435	0,9998
6	-0,1483	0,09203	-1,612	0,7391
7	-0,3417	0,09203	-3,712	0,0205

8	-0,3817	0,09203	-4,147	0,0074
---	---------	---------	--------	--------

baharat = 4(karabiber) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
5	-0,0233	0,09203	-0,254	1,0000
6	-0,1317	0,09203	-1,431	0,8343
7	-0,3250	0,09203	-3,531	0,0309
8	-0,3650	0,09203	-3,966	0,0114

baharat = 5(soğan) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
6	-0,1083	0,09203	-1,177	0,9308
7	-0,3017	0,09203	-3,278	0,0538
8	-0,3417	0,09203	-3,712	0,0205

baharat = 6(sarımsak) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
7	-0,1933	0,09203	-2,101	0,4421
8	-0,2333	0,09203	-2,535	0,2284

baharat = 7(biberiye) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
8 (kekik)	-0,04000	0,09203	-0,4346	0,9998

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable log

All Pairwise Comparisons among Levels of zaman

zaman = 1 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
zaman				
5	0,5344	0,05636	9,482	0,0000
9	1,3413	0,05636	23,798	0,0000

zaman = 5 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
zaman				
9	0,8069	0,05636	14,32	0,0000

Çizelge B.2 : Farklı baharatların antioksidan etkisinin varyans analizi sonuçları.

```
Factor      Type Levels Values
baharat     fixed      8 1 2 3 4 5 6 7 8
zaman(gün) fixed      3 2 6 10
```

Analysis of Variance for abs*K, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
baharat	7	1,117973	1,117973	0,159710	38,55	0,000
zaman	2	0,785420	0,785420	0,392710	94,79	0,000
baharat*zaman	14	0,311696	0,311696	0,022264	5,37	0,000
Error	24	0,099428	0,099428	0,004143		
Total	47	2,314516				

Unusual Observations for abs*K

Obs	abs*K	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
18	-0,337242	-0,242992	0,045513	-0,094250	-2,07R
26	-0,148742	-0,242992	0,045513	0,094250	2,07R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable abs*K

All Pairwise Comparisons among Levels of baharat

baharat = 1(kekik) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
2	0,02832	0,03716	0,7622	0,9936
3	0,08721	0,03716	2,3469	0,3105
4	0,10161	0,03716	2,7344	0,1602
5	0,16909	0,03716	4,5501	0,0028
6	0,18143	0,03716	4,8823	0,0013
7	0,25208	0,03716	6,7833	0,0000
8	0,51502	0,03716	13,8591	0,0000

baharat = 2(biberiye) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
3	0,05889	0,03716	1,585	0,7544
4	0,07329	0,03716	1,972	0,5191
5	0,14076	0,03716	3,788	0,0172
6	0,15311	0,03716	4,120	0,0079
7	0,22375	0,03716	6,021	0,0001
8	0,48670	0,03716	13,097	0,0000

baharat = 3(karabiber) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
4	0,01440	0,03716	0,3875	0,9999
5	0,08187	0,03716	2,2031	0,3843
6	0,09422	0,03716	2,5354	0,2283
7	0,16486	0,03716	4,4364	0,0037
8	0,42780	0,03716	11,5122	0,0000

baharat = 4(kimyon) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
5	0,06747	0,03716	1,816	0,6163
6	0,07982	0,03716	2,148	0,4150
7	0,15046	0,03716	4,049	0,0094
8	0,41340	0,03716	11,125	0,0000

baharat = 5(sarımsak) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
6	0,01235	0,03716	0,3323	1,0000
7	0,08299	0,03716	2,2333	0,3681
8	0,34593	0,03716	9,3090	0,0000

baharat = 6(soğan) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
7	0,07064	0,03716	1,901	0,5632
8	0,33359	0,03716	8,977	0,0000

baharat = 7(kırmızıbiber) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
baharat				
8(kontrol)	0,2629	0,03716	7,076	0,0000

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable abs*K

All Pairwise Comparisons among Levels of zaman

zaman = 2 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
zaman				
6	0,1301	0,02276	5,715	0,0000
10	0,3119	0,02276	13,706	0,0000

zaman = 6 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
zaman				
10	0,1818	0,02276	7,991	0,0000

Çizelge B.3 : Farklı paketleme koşullarının TAMB sayısı üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

```
Factor      Type Levels Values
cesit      fixed      4 1 2 3 4
zaman(gün) fixed      7 1 5 9 13 17 21 25
```

Analysis of Variance for log, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
cesit	3	21,7669	21,7669	7,2556	73,81	0,000
zaman	6	47,1028	47,1028	7,8505	79,87	0,000
cesit*zaman	18	3,9656	3,9656	0,2203	2,24	0,027
Error	28	2,7523	2,7523	0,0983		
Total	55	75,5876				

Unusual Observations for log

Obs	log	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
4	5,14000	5,69500	0,22169	-0,55500	-2,50R
8	6,25000	5,69500	0,22169	0,55500	2,50R
12	5,32000	5,77000	0,22169	-0,45000	-2,03R
16	6,22000	5,77000	0,22169	0,45000	2,03R
20	7,27000	6,72000	0,22169	0,55000	2,48R
24	6,17000	6,72000	0,22169	-0,55000	-2,48R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable log

All Pairwise Comparisons among Levels of cesit

cesit = 1(M1) subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
cesit	of Means	Difference	T-Value	P-Value
2	0,05071	0,1185	0,4280	0,9732
3	1,51000	0,1185	12,7426	0,0000
4	0,85500	0,1185	7,2152	0,0000

cesit = 2(M2) subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
cesit	of Means	Difference	T-Value	P-Value
3	1,4593	0,1185	12,315	0,0000
4	0,8043	0,1185	6,787	0,0000

cesit = 3(aerobik) subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
cesit	of Means	Difference	T-Value	P-Value
4(vakum)	-0,6550	0,1185	-5,527	0,0000

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable log

All Pairwise Comparisons among Levels of zaman

zaman = 1 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value

5	0,1525	0,1568	0,9728	0,9558
9	0,8237	0,1568	5,2548	0,0003
13	1,2512	0,1568	7,9819	0,0000
17	1,8537	0,1568	11,8253	0,0000
21	2,3325	0,1568	14,8793	0,0000
25	2,4350	0,1568	15,5332	0,0000

zaman = 5 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
9	0,6713	0,1568	4,282	0,0033
13	1,0988	0,1568	7,009	0,0000
17	1,7013	0,1568	10,852	0,0000
21	2,1800	0,1568	13,906	0,0000
25	2,2825	0,1568	14,560	0,0000

zaman = 9 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
13	0,4275	0,1568	2,727	0,1284
17	1,0300	0,1568	6,570	0,0000
21	1,5088	0,1568	9,625	0,0000
25	1,6113	0,1568	10,278	0,0000

zaman = 13 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
17	0,6025	0,1568	3,843	0,0101
21	1,0813	0,1568	6,897	0,0000
25	1,1838	0,1568	7,551	0,0000

zaman = 17 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
21	0,4788	0,1568	3,054	0,0650
25	0,5813	0,1568	3,708	0,0141

zaman = 21 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
25	0,1025	0,1568	0,6539	0,9941

Çizelge B.4 : Farklı paketlenme koşullarının laktik asit bakterisi sayısı üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

Factor Type Levels Values
cesit fixed 4 1 2 3 4
zaman(gün)fixed 7 1 5 9 13 17 21 25

Analysis of Variance for log, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
cesit	3	24,7842	24,7842	8,2614	211,48	0,000
zaman	6	35,7116	35,7116	5,9519	152,36	0,000
cesit*zaman	18	7,2586	7,2586	0,4033	10,32	0,000
Error	28	1,0938	1,0938	0,0391		
Total	55	68,8483				

Unusual Observations for log

Obs	log	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
35	5,47000	5,79500	0,13976	-0,32500	-2,33R
39	6,12000	5,79500	0,13976	0,32500	2,33R
44	5,42000	5,14000	0,13976	0,28000	2,00R
48	4,86000	5,14000	0,13976	-0,28000	-2,00R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable log

All Pairwise Comparisons among Levels of cesit

cesit = 1(M1) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
cesit				
2	-0,2807	0,07470	-3,758	0,0042
3	1,4679	0,07470	19,649	0,0000
4	0,4900	0,07470	6,559	0,0000

cesit = 2(M2) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
cesit				
3	1,7486	0,07470	23,41	0,0000
4	0,7707	0,07470	10,32	0,0000

cesit = 3(aerobik) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
cesit				
4(vakum)	-0,9779	0,07470	-13,09	0,0000

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable log

All Pairwise Comparisons among Levels of zaman

zaman = 1 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
zaman				
5	-0,06875	0,09882	-0,6957	0,9918
9	0,51125	0,09882	5,1734	0,0003

13	0,65250	0,09882	6,6027	0,0000
17	1,20125	0,09882	12,1555	0,0000
21	1,70875	0,09882	17,2909	0,0000
25	2,22625	0,09882	22,5276	0,0000

zaman = 5 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
9	0,5800	0,09882	5,869	0,0001
13	0,7213	0,09882	7,298	0,0000
17	1,2700	0,09882	12,851	0,0000
21	1,7775	0,09882	17,987	0,0000
25	2,2950	0,09882	23,223	0,0000

zaman = 9 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
13	0,1413	0,09882	1,429	0,7817
17	0,6900	0,09882	6,982	0,0000
21	1,1975	0,09882	12,118	0,0000
25	1,7150	0,09882	17,354	0,0000

zaman = 13 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
17	0,5488	0,09882	5,553	0,0001
21	1,0563	0,09882	10,688	0,0000
25	1,5738	0,09882	15,925	0,0000

zaman = 17 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
21	0,5075	0,09882	5,135	0,0004
25	1,0250	0,09882	10,372	0,0000

zaman = 21 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
25	0,5175	0,09882	5,237	0,0003

Çizelge B.5 : Farklı paketleme koşullarının küf maya sayısı üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

Factor Type Levels Values
cesit fixed 4 1 2 3 4
zaman(gün)fixed 7 1 5 9 13 17 21 25

Analysis of Variance for log, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
cesit	3	67,3012	67,3012	22,4337	407,21	0,000
zaman	6	9,3459	9,3459	1,5577	28,27	0,000
cesit*zaman	18	21,3438	21,3438	1,1858	21,52	0,000
Error	28	1,5426	1,5426	0,0551		
Total	55	99,5335				

Unusual Observations for log

Obs	log	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
44	3,18000	3,53500	0,16597	-0,35500	-2,14R
48	3,89000	3,53500	0,16597	0,35500	2,14R
51	7,82000	7,47000	0,16597	0,35000	2,11R
55	7,12000	7,47000	0,16597	-0,35000	-2,11R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable log

All Pairwise Comparisons among Levels of cesit

cesit = 1(M1) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
cesit				
2	-0,05429	0,08871	-0,6119	0,9274
3	2,63500	0,08871	29,7022	0,0000
4	0,53143	0,08871	5,9904	0,0000

cesit = 2(M2) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
cesit				
3	2,6893	0,08871	30,314	0,0000
4	0,5857	0,08871	6,602	0,0000

cesit = 3(aerobik) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
cesit				
4(vakum)	-2,104	0,08871	-23,71	0,0000

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable log

All Pairwise Comparisons among Levels of zaman

zaman = 1 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
zaman				
5	-0,2563	0,1174	-2,184	0,3356
9	0,1137	0,1174	0,969	0,9566

13	0,3800	0,1174	3,238	0,0431
17	0,5000	0,1174	4,260	0,0035
21	0,6462	0,1174	5,507	0,0001
25	1,0650	0,1174	9,075	0,0000

zaman = 5 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
9	0,3700	0,1174	3,153	0,0522
13	0,6363	0,1174	5,421	0,0002
17	0,7563	0,1174	6,444	0,0000
21	0,9025	0,1174	7,690	0,0000
25	1,3213	0,1174	11,258	0,0000

zaman = 9 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
13	0,2662	0,1174	2,269	0,2936
17	0,3862	0,1174	3,291	0,0382
21	0,5325	0,1174	4,537	0,0017
25	0,9513	0,1174	8,106	0,0000

zaman = 13 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
17	0,1200	0,1174	1,023	0,9444
21	0,2663	0,1174	2,269	0,2936
25	0,6850	0,1174	5,837	0,0001

zaman = 17 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
21	0,1462	0,1174	1,246	0,8698
25	0,5650	0,1174	4,814	0,0008

zaman = 21 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
25	0,4188	0,1174	3,568	0,0199

Çizelge B.6 : Farklı paketleme koşullarının yağ oksidasyonu üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

Factor	Type	Levels	Values
paket	fixed	4	1 2 3 4
zaman(gün)	fixed	6	1 5 9 13 17 21

Analysis of Variance for mg MDA/k, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
paket	3	0,0030969	0,0030969	0,0010323	9,62	0,000
zaman	5	0,0209204	0,0209204	0,0041841	39,00	0,000
paket*zaman	15	0,0032456	0,0032456	0,0002164	2,02	0,061
Error	24	0,0025750	0,0025750	0,0001073		
Total	47	0,0298379				

Unusual Observations for mg MDA/k

Obs	mg MDA/k	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
41	0,077000	0,062000	0,007324	0,015000	2,05R
45	0,047000	0,062000	0,007324	-0,015000	-2,05R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable mg MDA/k

All Pairwise Comparisons among Levels of paket

paket = 1(M1) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
2	0,007500	0,004229	1,774	0,3100
3	0,021667	0,004229	5,124	0,0002
4	0,014333	0,004229	3,390	0,0121

paket = 2(M2) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
3	0,014167	0,004229	3,350	0,0133
4	0,006833	0,004229	1,616	0,3890

paket = 3(aerobik) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
4(vakum)	-0,007333	0,004229	-1,734	0,3288

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable mg MDA/k

All Pairwise Comparisons among Levels of zaman

zaman = 1 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
5	0,01625	0,005179	3,138	0,0453
9	0,03050	0,005179	5,889	0,0001
13	0,03750	0,005179	7,241	0,0000
17	0,04412	0,005179	8,520	0,0000

21	0,06612	0,005179	12,768	0,0000
----	---------	----------	--------	--------

zaman = 5 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
9	0,01425	0,005179	2,751	0,1013
13	0,02125	0,005179	4,103	0,0048
17	0,02787	0,005179	5,382	0,0002
21	0,04987	0,005179	9,630	0,0000

zaman = 9 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
13	0,007000	0,005179	1,352	0,7541
17	0,013625	0,005179	2,631	0,1282
21	0,035625	0,005179	6,879	0,0000

zaman = 13 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
17	0,006625	0,005179	1,279	0,7931
21	0,028625	0,005179	5,527	0,0002

zaman = 17 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
21	0,02200	0,005179	4,248	0,0034

Çizelge B.7 : Farklı paketlenme koşullarının pH değeri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

Factor	Type	Levels	Values
örnek	fixed	4	1 2 3 4
zaman(gün)	fixed	6	1 5 9 13 17 21

Analysis of Variance for ph, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Örnek	3	0,01627	0,01627	0,00542	0,51	0,682
zaman	5	0,04774	0,04774	0,00955	0,89	0,503
Örnek*zaman	15	0,67264	0,67264	0,04484	4,18	0,001
Error	24	0,25745	0,25745	0,01073		
Total	47	0,99410				

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable ph

All Pairwise Comparisons among Levels of örnek

örnek = 1(M1) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
örnek				
2	-0,02333	0,04228	-0,5518	0,9451
3	0,02083	0,04228	0,4927	0,9600
4	0,02167	0,04228	0,5124	0,9553

örnek = 2(M2) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
örnek				
3	0,04417	0,04228	1,045	0,7254
4	0,04500	0,04228	1,064	0,7140

örnek = 3(aerobik) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
örnek				
4(vakum)	0,000833	0,04228	0,01971	1,000

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable ph

All Pairwise Comparisons among Levels of zaman

zaman = 1 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
zaman				
5	0,077500	0,05179	1,4965	0,6696
9	0,046250	0,05179	0,8931	0,9445
13	0,080000	0,05179	1,5448	0,6403
17	0,008750	0,05179	0,1690	1,0000
21	0,021250	0,05179	0,4103	0,9983

zaman = 5 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
zaman				
9	-0,03125	0,05179	-0,603	0,9898
13	0,00250	0,05179	0,048	1,0000

17	-0,06875	0,05179	-1,328	0,7673
19	-0,05625	0,05179	-1,086	0,8821

zaman = 9 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
13	0,03375	0,05179	0,6517	0,9855
17	-0,03750	0,05179	-0,7241	0,9770
21	-0,02500	0,05179	-0,4828	0,9964

zaman = 13 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
17	-0,07125	0,05179	-1,376	0,7404
21	-0,05875	0,05179	-1,134	0,8622

zaman = 17 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
zaman	of Means	Difference	T-Value	P-Value
21	0,01250	0,05179	0,2414	0,9999

Çizelge B.8 : Farklı paketleme koşullarının pişmemiş örneklerin koku değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

Factor	Type	Levels	Values
panelist	fixed	11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12
süre(gün)	fixed	3	1 8 15
paket	fixed	4	1 2 3 4

Analysis of Variance for Koku, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
panelist	10	18,5958	8,5533	0,8553	1,89	0,064
sure	2	4,1724	4,1724	2,0862	4,62	0,014
paket	3	4,0375	3,9157	1,3052	2,89	0,043
sure*paket	6	3,8970	3,8970	0,6495	1,44	0,216
Error	58	26,1847	26,1847	0,4515		
Total	79	56,8875				

Unusual Observations for Koku

Obs	Koku	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
32	1,00000	2,21302	0,35335	-1,21302	-2,12R
53	1,00000	2,25119	0,31787	-1,25119	-2,11R
57	3,00000	1,68504	0,34175	1,31496	2,27R
66	1,00000	2,14286	0,40154	-1,14286	-2,12R
68	2,00000	3,22738	0,31787	-1,22738	-2,07R
69	4,00000	2,82790	0,34175	1,17210	2,03R
72	4,00000	2,53103	0,34175	1,46897	2,54R
75	2,00000	3,37024	0,31787	-1,37024	-2,31R
79	4,00000	2,67388	0,34175	1,32612	2,29R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Koku

All Pairwise Comparisons among Levels of sure

sure = 1 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
8	-0,4063	0,2376	-1,710	0,2101
15	-0,6656	0,2190	-3,039	0,0098

sure = 8 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
15	-0,2594	0,2190	-1,184	0,4673

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Koku

All Pairwise Comparisons among Levels of paket

paket = 1(aerobik) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
2	0,5000	0,2130	2,347	0,0993
3	0,4921	0,2130	2,310	0,1076
4	0,5397	0,2130	2,533	0,0652

paket = 2(vakum) subtracted from:

Level paket	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
3	-0,007937	0,2130	-0,03725	1,0000
4	0,039683	0,2130	0,18627	0,9977

paket = 3(MAP) subtracted from:

Level paket	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
4(taze)	0,04762	0,2130	0,2235	0,9960

Çizelge B.9 : Farklı paketlenme koşullarının pişmemiş örneklerin renk değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

Factor	Type	Levels	Values
panelist	fixed	11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12
sure(gün)	fixed	3	1 8 15
paket	fixed	4	1 2 3 4

Analysis of Variance for Renk, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
panelist	10	27,6458	16,5212	1,6521	3,42	0,001
sure	2	2,7474	2,7474	1,3737	2,84	0,066
paket	3	3,5375	3,6175	1,2058	2,50	0,069
sure*paket	6	2,7304	2,7304	0,4551	0,94	0,473
Error	58	28,0264	28,0264	0,4832		
Total	79	64,6875				

Unusual Observations for Renk

Obs	Renk	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
37	2,00000	3,46354	0,36865	-1,46354	-2,48R
46	2,00000	3,44271	0,34612	-1,44271	-2,39R
68	2,00000	3,25595	0,32886	-1,25595	-2,05R
69	4,00000	2,33147	0,35357	1,66853	2,79R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Renk

All Pairwise Comparisons among Levels of sure

sure = 1 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
sure	of Means	Difference	T-Value	P-Value
8	-0,1563	0,2458	-0,636	0,8011
15	-0,5156	0,2266	-2,276	0,0674

sure = 8 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
sure	of Means	Difference	T-Value	P-Value
15	-0,3594	0,2266	-1,586	0,2598

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Renk

All Pairwise Comparisons among Levels of paket

paket = 1(aerobik) subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
paket	of Means	Difference	T-Value	P-Value
2	0,5000	0,2204	2,269	0,1174
3	0,4524	0,2204	2,053	0,1811
4	0,5159	0,2204	2,341	0,1007

paket = 2(vakum) subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
paket	of Means	Difference	T-Value	P-Value

3	-0,04762	0,2204	-0,2161	0,9964
4	0,01587	0,2204	0,0720	0,9999

paket = 3 (MAP) subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
paket	of Means	Difference	T-Value	P-Value
4(taze)	0,06349	0,2204	0,2881	0,9916

Çizelge B.10 : Farklı paketleme koşullarının pişmemiş örneklerin genel beğenilirlik değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

Factor	Type	Levels	Values
panelist	fixed	11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12
sure(gün)	fixed	3	1 8 15
paket	fixed	4	1 2 3 4

Analysis of Variance for Genel be, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
panelist	10	15,5417	5,6643	0,5664	1,22	0,301
sure	2	12,5333	12,5333	6,2667	13,45	0,000
paket	3	4,4000	4,2466	1,4155	3,04	0,036
sure*paket	6	4,4988	4,4988	0,7498	1,61	0,161
Error	58	27,0262	27,0262	0,4660		
Total	79	64,0000				

Unusual Observations for Genel be

Obs	Genel be	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
32	1,00000	2,57708	0,35898	-1,57708	-2,72R
65	4,00000	2,66696	0,34720	1,33304	2,27R
68	1,00000	2,80000	0,32294	-1,80000	-2,99R
69	4,00000	2,44375	0,34720	1,55625	2,65R
72	4,00000	2,38125	0,34720	1,61875	2,75R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Genel be

All Pairwise Comparisons among Levels of sure

sure = 1 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
8	-0,375	0,2413	-1,554	0,2739
15	-1,113	0,2225	-5,000	0,0000

sure = 8 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
15	-0,7375	0,2225	-3,315	0,0045

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Genel be

All Pairwise Comparisons among Levels of paket

paket = 1(aerobik) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
2	0,5873	0,2164	2,714	0,0423
3	0,4921	0,2164	2,274	0,1162
4	0,5000	0,2164	2,310	0,1075

paket = 2(vakum) subtracted from:

Level	Difference	SE of	Adjusted
-------	------------	-------	----------

paket	of Means	Difference	T-Value	P-Value
3	-0,09524	0,2164	-0,4400	0,9713
4	-0,08730	0,2164	-0,4034	0,9776

paket = 3 (MAP) subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
paket	of Means	Difference	T-Value	P-Value
4(taze)	0,007937	0,2164	0,03667	1,000

Çizelge B.11 : Farklı paketleme koşullarının pişmiş örneklerin renk değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

Factor	Type	Levels	Values
panelist	fixed	11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12
sure(gün)	fixed	3	1 8 15
paket	fixed	4	1 2 3 4

Analysis of Variance for Koku, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
panelist	10	22,7208	18,3384	1,8338	5,04	0,000
sure	2	11,6896	11,6896	5,8448	16,06	0,000
paket	3	1,0375	1,1037	0,3679	1,01	0,395
sure*paket	6	2,3256	2,3256	0,3876	1,06	0,394
Error	58	21,1140	21,1140	0,3640		
Total	79	58,8875				

Unusual Observations for Koku

Obs	Koku	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
39	4,00000	3,04167	0,36948	0,95833	2,01R
44	4,00000	2,87396	0,31730	1,12604	2,19R
53	1,00000	2,35952	0,28544	-1,35952	-2,56R
62	4,00000	2,82991	0,30688	1,17009	2,25R
64	2,00000	3,07991	0,30688	-1,07991	-2,08R
74	4,00000	2,93095	0,28544	1,06905	2,01R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Koku

All Pairwise Comparisons among Levels of sure

sure = 1 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
sure				
8	-0,188	0,2133	-0,879	0,6556
15	-1,019	0,1967	-5,180	0,0000

sure = 8 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
sure				
15	-0,8313	0,1967	-4,227	0,0003

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Koku

All Pairwise Comparisons among Levels of paket

paket = 1(aerobik) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
paket				
2	0,1905	0,1913	0,9957	0,7524
3	0,3175	0,1913	1,6595	0,3543
4	0,2460	0,1913	1,2861	0,5754

paket = 2(vakum) subtracted from:

Level paket	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
3	0,12698	0,1913	0,6638	0,9102
4	0,05556	0,1913	0,2904	0,9914

paket = 3(MAP) subtracted from:

Level paket	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
4(taze)	-0,07143	0,1913	-0,3734	0,9821

Çizelge B.12 : Farklı paketlenme koşullarının pişmiş örneklerin koku değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

Factor	Type	Levels	Values
panelist	fixed	11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12
sure(gün)	fixed	3	1 8 15
paket	fixed	4	1 2 3 4

Analysis of Variance for Renk, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
panelist	10	27,9042	26,8943	2,6894	9,02	0,000
sure	2	17,1563	17,1563	8,5781	28,77	0,000
paket	3	0,5375	0,4449	0,1483	0,50	0,686
sure*paket	6	3,0935	3,0935	0,5156	1,73	0,130
Error	58	17,2961	17,2961	0,2982		
Total	79	65,9875				

Unusual Observations for Renk

Obs	Renk	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
30	4,00000	2,65104	0,28718	1,34896	2,90R
42	4,00000	2,65104	0,28718	1,34896	2,90R
48	1,00000	2,31771	0,28718	-1,31771	-2,84R
50	4,00000	3,06771	0,28718	0,93229	2,01R
57	3,00000	1,78795	0,27776	1,21205	2,58R
67	4,00000	2,73810	0,25834	1,26190	2,62R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Renk

All Pairwise Comparisons among Levels of sure

sure = 1 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
sure				
8	0,187	0,1931	0,971	0,5979
15	-1,031	0,1780	-5,793	0,0000

sure = 8 subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
sure				
15	-1,219	0,1780	-6,847	0,0000

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Renk

All Pairwise Comparisons among Levels of paket

paket = 1(aerobik) subtracted from:

Level	Difference of Means	SE of Difference	T-Value	Adjusted P-Value
paket				
2	-0,01587	0,1731	-0,09168	0,9997
3	0,04762	0,1731	0,27503	0,9927
4	0,17460	0,1731	1,00843	0,7451

paket = 2(vakum) subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
paket	of Means	Difference	T-Value	P-Value
3	0,06349	0,1731	0,3667	0,9830
4	0,19048	0,1731	1,1001	0,6909

paket = 3 (MAP) subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
paket	of Means	Difference	T-Value	P-Value
4 (taze)	0,1270	0,1731	0,7334	0,8833

Çizelge B.13 : Farklı paketleme koşullarının pişmiş örneklerin tat değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

Factor Type Levels Values(aerobik örnekler dahil, 8.gün)
paket fixed 4 1 2 3 4

Analysis of Variance for Tat, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
paket	3	0,6667	0,6667	0,2222	0,35	0,789
Error	20	12,6667	12,6667	0,6333		
Total	23	13,3333				

Factor Type Levels Values(aeroik örnekler yok, 15.gün)
paket fixed 3 2 3 4

Analysis of Variance for Tat, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
paket	2	0,3810	0,3810	0,1905	0,36	0,700
Error	18	9,4286	9,4286	0,5238		
Total	20	9,8095				

Unusual Observations for Tat

Obs	Tat	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
5	1,00000	2,85714	0,27355	-1,85714	-2,77R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Çizelge B.14 : Farklı paketlenme koşullarının pişmiş örneklerin genel beğenilirlik değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

Factor	Type	Levels	Values
panelist	fixed	11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12
sure(gün)	fixed	3	1 8 15
paket	fixed	4	1 2 3 4

Analysis of Variance for Genel be, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
panelist	10	24,4042	20,4693	2,0469	7,32	0,000
sure	2	6,3563	6,3563	3,1781	11,36	0,000
paket	3	1,5375	1,5699	0,5233	1,87	0,145
sure*paket	6	0,9685	0,9685	0,1614	0,58	0,747
Error	58	16,2211	16,2211	0,2797		
Total	79	49,4875				

Unusual Observations for Genel be

Obs	Genel be	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
55	4,00000	2,93705	0,26899	1,06295	2,33R
57	3,00000	1,93705	0,26899	1,06295	2,33R
64	1,00000	2,50848	0,26899	-1,50848	-3,31R
68	2,00000	3,27619	0,25019	-1,27619	-2,74R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Genel be

All Pairwise Comparisons among Levels of sure

sure = 1 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
sure	of Means	Difference	T-Value	P-Value
8	-0,1875	0,1870	-1,003	0,5781
15	-0,7688	0,1724	-4,460	0,0001

sure = 8 subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
sure	of Means	Difference	T-Value	P-Value
15	-0,5813	0,1724	-3,372	0,0038

Tukey Simultaneous Tests

Response Variable Genel be

All Pairwise Comparisons among Levels of paket

paket = 1(aerobik) subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
paket	of Means	Difference	T-Value	P-Value
2	0,3016	0,1677	1,799	0,2845
3	0,3571	0,1677	2,130	0,1558
4	0,3016	0,1677	1,799	0,2845

paket = 2(vakum) subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
paket	of Means	Difference	T-Value	P-Value
3	0,055556	0,1677	0,331326	0,9873
4	-0,000000	0,1677	-0,000000	1,0000

paket = 3 (MAP) subtracted from:

Level	Difference	SE of		Adjusted
paket	of Means	Difference	T-Value	P-Value
4 (taze)	-0,055556	0,1677	-0,3313	0,9873

Çizelge B.15 : Farklı paketleme koşullarının pişmiş örneklerin doku değerleri üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

Factor Type Levels Values(aerobik paketler dahil, 8.gün)
paket fixed 4 1 2 3 4

Analysis of Variance for Doku, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
paket	3	1,1250	1,1250	0,3750	0,76	0,528
Error	20	9,8333	9,8333	0,4917		
Total	23	10,9583				

Factor Type Levels Values(aerobik paketler yok, 15.gün)
paket fixed 3 2 3 4

Analysis of Variance for Doku, using Adjusted SS for Tests

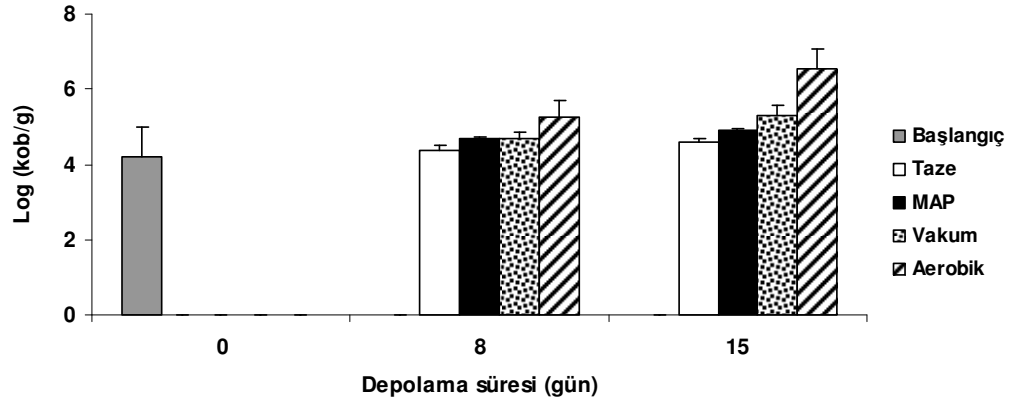
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
paket	2	1,2381	1,2381	0,6190	0,81	0,459
Error	18	13,7143	13,7143	0,7619		
Total	20	14,9524				

Unusual Observations for Doku

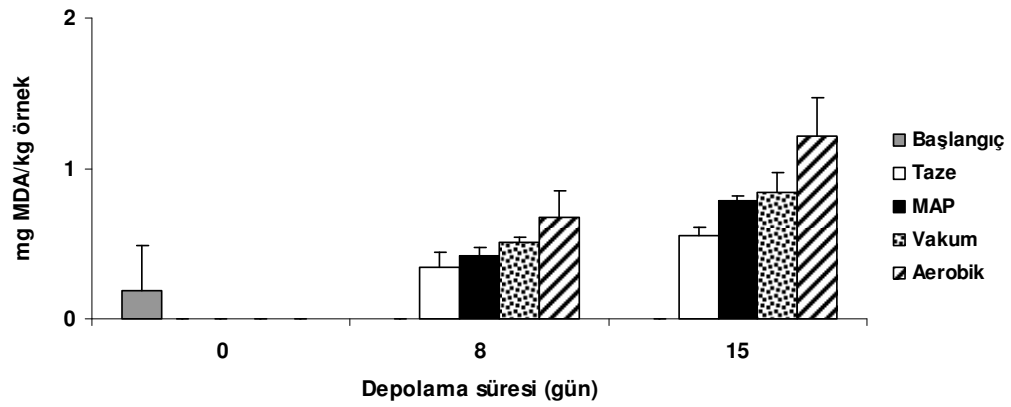
Obs	Doku	Fit	StDev Fit	Residual	St Resid
5	1,00000	2,71429	0,32991	-1,71429	-2,12R

R denotes an observation with a large standardized residual.

EK C. DUYUSAL ANALİZ ÖRNEKLERİ



Şekil C.1 : Duyusal analizlerde kullanılan marine tavuk butlarının 3 ± 1 °C’de depolama sırasında TAMB sayısının zamanla değişimi.



Şekil C.2 : Duyusal analizlerde kullanılan marine tavuk butlarının 3 ± 1 °C’de depolama sırasında TBARS değerlerinin zamanla değişimi.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Esra Doğu

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 02.05.1984

Adres: Ortabayır Mah. Sivas Sk. No:25/2 34410 Gültepe/İSTANBUL

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi

Yayın Listesi:

- Dogu, E., Gocmen, A., Aran, N., 2007. Bazı süt ürünlerinin mikrobiyolojik açıdan yasal düzenlemelere göre değerlendirilmesi, *Dünya Gıda*, **7**, 77-84.
- Dogu, E. and Gunes, G., 2008. Antimicrobial and Antioxidant Properties of Some Spices Commonly Used in Marinating Chicken. *First European Food Congress*, Ljubljana, Slovenia, November 4-9.