

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DONDURULARAK DEPOLANAN KÖFTENİN BAZI
ÖZELLİKLERİNE BHT'İN , AMBALAJLAMANIN VE
DEPOLAMA SÜRESİNİN ETKİSİ

76806

Erkut ELİTOK

76806

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez 01 / 04 /1998 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından ⁹⁰ (.....) (.....)
not takdir edilerek oybirliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.



Doç.Dr.A.Hamdi ERTAŞ

(Danışman)



Prof.Dr. Nuray KOLSARICI

Doç.Dr.Aydın ÖZTAN

ÖZET**Yüksek Lisans Tezi****DONDURULARAK DEPOLANAN KÖFTENİN BAZI ÖZELLİKLERİNE
BHT'İN, AMBALAJLAMANIN VE DEPOLAMA SÜRESİNİN ETKİSİ****Erkut ELİTOK****Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü****Gıda Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı****Danışman: Doç. Dr. A. Hamdi ERTAŞ****1998, Sayfa:61****Jüri: Doç.Dr.A.Hamdi ERTAŞ****Prof.Dr. Nuray KOLSARICI****Doç.Dr. Aydın ÖZTAN**

Köftenin bazı özelliklerine bütillendirilmiş hidroksi toluen (BHT)'in, vakumlu ve vakumsuz ambalajlamanın etkisi, -18°C'de 6 aylık depolama süresince belirlenmiştir.

Köftenin pH değerlerine gerek paketleme gerekse BHT ilavesi etki etmemiştir. Vakum ambalajlı ve vakum ambalajsız antioksidan içeren grupların serbest yağ asitleri (SYA) miktarı, peroksit değerleri (PD) ve TBA değerleri vakum ambalajsız kontrol grubundan az bulunmuştur. Vakum ambalajlı grupta antioksidan miktarı bazı aylarda SYA miktarına etkili olmamıştır. Vakum ambalajlı ve vakum ambalajsız köftelerde PD üzerine antioksidan miktarı ve paketleme şekli depolama süresince etkili olmuştur. TBA değeri vakum ambalajlı grupta daha az miktardaki BHT ile engellenmiştir. Vakum paketleme depolama süresi boyunca TBA değerindeki artışı engellemiştir. Tintometre renk değeri (TRD), depolama süresince tüm gruplarda azalmıştır. Antioksidan miktarı gerek vakum ambalajlı gerekse vakum ambalajsız grupta depolama süresince TRD'deki azalma üzerine etkili olmamıştır. Vakum ambalajlama köftelerin rengini daha iyi korumuştur. Duyusal olarak hem lezzet hem de genel beğeni üzerine antioksidan uygulaması, depolama süresi ve ambalaj şekli etkili olmamıştır. Renk beğenisi sadece ambalaj şeklinden etkilenmiştir.

Donmuş depolama, BHT ve vakum paketleme lipid oksidasyonunu geciktirmiş ve duyusal özellikleri korumuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Köfte, depolama süresi, donmuş depolama, lipid oksidasyonu, bütillendirilmiş hidroksitoluen, vakum ambalajlama.

ABSTRACT
Master Thesis
EFFECT OF BHT, PACKAGING AND STORAGE TIME
ON SOME QUALITY CHARACTERISTICS OF BEEF PATTIES
DURING FROZEN STORAGE

Erkut ELİTOK

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. A. Hamdi ERTAŞ
1998, Page:61

Jury: Assoc. Prof. Dr. A. Hamdi ERTAŞ
Prof. Dr. Nuray KOLSARICI
Assoc. Prof. Dr. Aydın ÖZTAN

The effects of butylated hydroxytoluene (BHT) and packaging with vacuum or without vacuum on some characteristics in beef patties were determined during frozen storage at -18°C for 6 months.

pH values of patties in both package or addition of BHT were not effected. Free fatty acids contents (FFA), peroxide values (PV) and TBA values of all groups with antioxidant packed with vacuum or without vacuum were lower than those of control without vacuum. Antioxidant amount was not effective on FFA amount. Vacuum packaging was not effective on FFA amount in some months. Antioxidant amount and package type were effective on PV in with vacuum or without vacuum packed patty during storage. TBA value was prevented with less BHT in vacuum packed group. Vacuum packaging was prevented increase of TBA during storagetime. Tintometre colour value (TCV), was decrease in all groups during storage time. Antioxidant amount was not effective on decrease of TCV in both with vacuum or without vacuum packed groups during storage time. Vacuum packaging was prevented better than without vacuum packaging of beef patties colours. Antioxidant addition, storage time and packaging type were not effective on both flavour and general acceptability in sensory analysies. Only packaging type was effective on colour acceptability.

Frozen storage, BHT and vacuum packaging were retarded lipid oxidation and prevented sensorial properties.

KEY WORDS: Beef patties, storage time, frozen storage, lipid oxidation, butylated hydroxytoluene, vacuum packaging.

TEŞEKKÜR

Tez alıŐmamn her aŐamasında yardımını esirgemeyen danıŐmanım Do. Dr. A. Hamdi ERTAŞ'a, denemenin kurulması için gerekli olan materyali sağlayan Harmancı Et ve Et Ürünleri Entegre Tesisleri yetkililerine, AraŐ. Gör.Dr. Ayla SOYER'e , Zootekni Bölümü Biyometri ve Genetik Bilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Fikret GÜRBÜZ ve AraŐ. Gör. Handan ÇAMDEVİREN'e, çalıŐmam sırasında yardımcı olan bölüm elemanlarına ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

| | |
|--|-----|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| TEŞEKKÜR..... | iii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | vi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | vii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI | 3 |
| 3. MATERYAL VE METOT | 13 |
| 3.1. Materyal | 13 |
| 3.2. Metot | 13 |
| 3.2.1. BHT solüsyonunun hazırlanması..... | 13 |
| 3.2.2. Köftelerin hazırlanması | 13 |
| 3.2.3. Deneme planı..... | 14 |
| 3.2.4. Analiz metotları | 14 |
| 3.2.4.1. Rutubet miktarının saptanması | 14 |
| 3.2.4.2. Kül miktarının saptanması..... | 15 |
| 3.2.4.3. Yağ miktarının saptanması | 15 |
| 3.2.4.4. Protein miktarının saptanması | 15 |
| 3.2.4.5. pH değerinin saptanması | 15 |
| 3.2.4.6. Serbest yağ asitleri miktarının saptanması..... | 15 |
| 3.2.4.7. Peroksit değerinin saptanması | 16 |
| 3.2.4.8. TBA değerinin saptanması | 17 |
| 3.2.4.9. Tintometre renk değerinin saptanması..... | 17 |
| 3.2.4.10. Duyusal değerlendirme..... | 18 |
| 3.2.4.11. İstatistik değerlendirme | 18 |

| | |
|---|----|
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA..... | 19 |
| 4.1. Rutubet, Kül, Protein ve Yağ Miktarları..... | 19 |
| 4.2. pH Değeri | 19 |
| 4.3. Serbest Yağ Asitleri Miktarı | 23 |
| 4.4. Peroksit Değeri..... | 29 |
| 4.5. TBA Değeri..... | 35 |
| 4.6. Tintometre Renk Değeri..... | 41 |
| 4.7. Duyusal Değerlendirme..... | 46 |
| 4.7.1. Lezzet | 46 |
| 4.7.2. Renk..... | 48 |
| 4.7.3. Genel Beğeni | 50 |
| 5. SONUÇ | 53 |
| KAYNAKLAR | 55 |
| ÖZGEÇMİŞ | 62 |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | | |
|------------|---|----|
| Şekil 2.1. | Lipid oksidasyonunun aşamaları..... | 4 |
| Şekil 2.2. | Lipid oksidasyonunun mekanizması..... | 5 |
| Şekil 2.3. | BHA'un yağ serbest radikalini engellemesi..... | 6 |
| Şekil 2.4. | BHT'in yapısı..... | 7 |
| Şekil 4.1. | Vakum ambalajsız köftelerin serbest yağ asitleri miktarının antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi..... | 28 |
| Şekil 4.2. | Vakum ambalajlı köftelerin serbest yağ asitleri miktarının antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi..... | 28 |
| Şekil 4.3. | Vakum ambalajsız köftelerin peroksit değerinin antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi..... | 34 |
| Şekil 4.4. | Vakum ambalajlı köftelerin peroksit değerinin antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi..... | 34 |
| Şekil 4.5. | Vakum ambalajsız köftelerin tiyobarbiturik asit değerinin antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi..... | 39 |
| Şekil 4.6. | Vakum ambalajlı köftelerin tiyobarbiturik asit değerinin antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi..... | 39 |
| Şekil 4.7. | Vakum ambalajsız köftelerin Tintometre renk değerinin antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi..... | 44 |
| Şekil 4.8. | Vakum ambalajlı köftelerin Tintometre renk değerinin antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi..... | 44 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | | |
|---------------|--|----|
| Çizelge 4.1. | Köftelerin başlangıçta ve depolamanın 6. ayında belirlenen rutubet, kül, protein ve yağ miktarları (%) | 20 |
| Çizelge 4.2. | Köftelerin pH değerlerine ait varyans analizi tablosu | 19 |
| Çizelge 4.3. | Değişik miktarda antioksidan içeren, vakumlu ve vakumsuz ambalajlı köftelerin pH değerlerine depolama süresinin etkisi..... | 21 |
| Çizelge 4.4. | Depolama süresine bağlı olarak antioksidan miktarının köftelerin pH değerine etkisi..... | 23 |
| Çizelge 4.5. | Köftelerin SYA miktarına ait varyans analizi tablosu..... | 24 |
| Çizelge 4.6. | Vakumsuz ve vakum ambalajlı köftelerin depolama süresince SYA miktarına antioksidan miktarının etkisi | 26 |
| Çizelge 4.7. | Değişik miktarlarda antioksidan içeren köftelerin SYA miktarına depolama süresinin ve ambalaj şeklinin etkisi. | 27 |
| Çizelge 4.8. | Köftelerin PD'ne ait varyans analizi tablosu | 30 |
| Çizelge 4.9. | Vakumsuz ve vakum ambalajlı köftelerin depolama süresince PD'ne antioksidan miktarının etkisi | 32 |
| Çizelge 4.10. | Değişik miktarlarda antioksidan içeren köftelerin PD'ne depolama süresinin ve ambalaj şeklinin etkisi | 33 |
| Çizelge 4.11. | Köftelerin TBA değerlerine ait varyans analizi tablosu | 35 |
| Çizelge 4.12. | Vakumsuz ve vakum ambalajlı köftelerin depolama süresince TBA değerine antioksidan miktarının etkisi..... | 37 |
| Çizelge 4.13. | Değişik miktarlarda antioksidan içeren köftelerin TBA değerine depolama süresinin ve ambalaj şeklinin etkisi..... | 38 |
| Çizelge 4.14. | Köftelerin TRD'ne ait varyans analizi tablosu | 41 |
| Çizelge 4.15. | Değişik miktarlarda antioksidan içeren köftelerin TRD'lerine (artan kırmızılık değeri olarak) depolama süresinin ve ambalaj şeklinin etkisi | 43 |
| Çizelge 4.16. | Duyusal değerlendirme lezzet puanları | 47 |
| Çizelge 4.17. | Duyusal değerlendirme lezzet puanlarına ait varyans analizi tablosu | 46 |

| | | |
|---------------|--|----|
| Çizelge 4.18. | Duyusal değerlendirme renk puanları..... | 49 |
| Çizelge 4.19. | Duyusal değerlendirme renk puanlarına ait varyans analizi tablosu | 48 |
| Çizelge 4.20. | Duyusal değerlendirme genel beğeni puanlarına ait varyans analizi tablosu..... | 50 |
| Çizelge 4.21. | Duyusal değerlendirme genel beğeni puanı..... | 52 |



1. GİRİŞ

İnsanların sağlıklı ve dengeli beslemelerinde etin ve et ürünlerinin önemli rolü vardır. Et, insan vücudunun gelişmesi için gerekli tüm amino asitleri ve esansiyel yağ asitlerini yeteri kadar içermektedir. Böyle önemli bir gıdanın ve bundan üretilen ürünlerin diğer gıdalara oranla pahalı oluşu, bu ürünlerin üretiminde ve daha sonraki saklama aşamalarında daha dikkatli olunması gereğini ortaya çıkarmaktadır.

Kentsel nüfusun artışı ve kentlerde çalışan insan sayısının artması, insanların beslenme alışkanlıklarında değişikliğe neden almaktadır. Bu nedenle insanlar, hazırlanması az zaman alan, besleyici ve lezzetli ürünleri tercih etmektedirler. Bu tip ürünler arasında et ürünleri önemli bir yer tutmaktadır.

Oksidatif acılaşıma, diğer et ürünlerinde olduğu gibi köfte tipi et ürünlerinin de raf ömrüne etki eden önemli bir faktördür. (Shahidi et al 1987 a, Ho et al 1995). Depolama sırasında meydana gelen yağın oksidasyonu, ürünün lezzetinin azalmasına ve renk kaybına neden olmaktadır. Gerek lezzetin azalması gerekse rengin kötüleşmesi tüketici beğenisini olumsuz yönde etkilemektedir. Köfte tipi et ürünleri çekilmiş ürünler olduklarından lipid oksidasyonundan daha fazla etkilenmekte ve kalitedeki azalma daha hızlı bir şekilde ortaya çıkmaktadır (Huffman et al 1981).

Dondurma ve donmuş depolama et ve et ürünlerinin muhafazasında kullanılan en yaygın yöntemlerinden birisidir. Dondurma işlemi ile mikroorganizma ve enzimlerin faaliyeti azalmakta, kalite mümkün olduğunca korunabilmektedir. Fakat dondurma ve donmuş depolama sırasında üründe nem kaybı olmakta, yüzey rengi bozulmaktadır.

Et ürünlerinin uygun şekilde paketlenmesi kaliteyi korumada oldukça önemlidir. Paketleme materyalleri, ürün içerisine oksijen girişini engelleyerek ve üründen nem kaybını azaltarak kaliteyi korumada önemli rol oynarlar. Bu nedenle et ve et ürünleri yağlı gıdalar oldukları için, bunları oksidasyondan korumak için paketleme materyallerinin mümkün olduğunca az oksijen geçirgenliğine sahip olması istenmektedir (Brewer and Harbers 1991, Brewer et al 1992, Ho et al 1995). Polietilen torbalar ucuz olmaları ve vakum paketleme için uygun olmaları nedeniyle paketleme materyali olarak fazlaca kullanılmaktadır (Ho et al 1995).

Et ve et ürünlerinde raf ömrünü arttırmanın diğer bir yolu da antioksidanların kullanımudur. BHT, BHA, PG, TBHQ, sitrik asit gibi antioksidan etkili maddeler et ürünlerinde oksidasyonu azaltmada etkili olmaktadır. Bunlardan BHT ve BHA'un et endüstrisinde yaygın bir şekilde kullanıldığı belirtilmektedir. (Ho et al 1995).

Bu çalışmada farklı miktarda BHT içeren köfteler,. vakumsuz ve vakumlu olarak paketlenmiş ve -18°C de 6 ay boyunca depolanarak meydana gelen değişiklikler incelenmiştir.

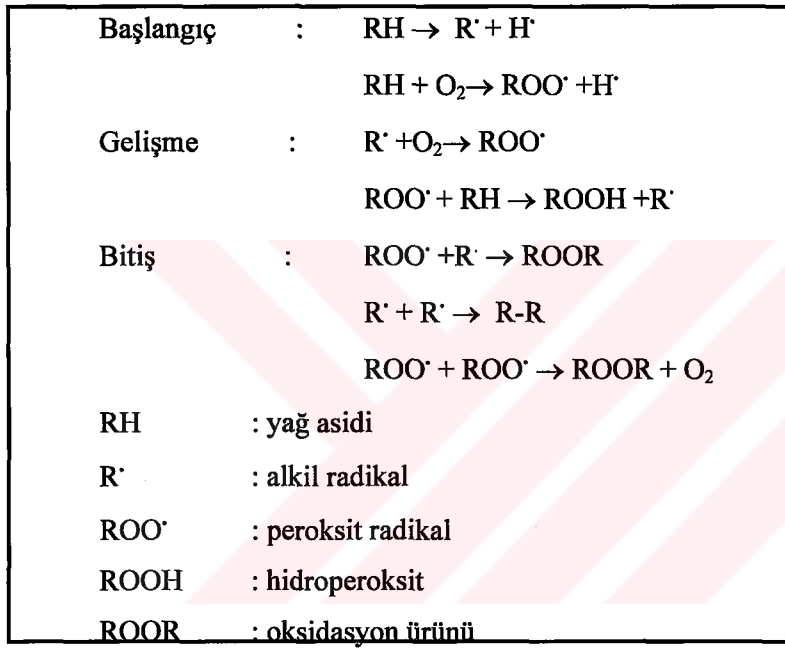
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Et ve et ürünleri yağlı gıdalar oldukları için lipidlerin oksidasyonu ile meydana gelen kalite kayıpları gerek üretim gerekse üretim sonrası depolama sırasında problem yaratmaktadır. Doymamış lipidlerin oksidasyonu sadece arzulanmayan koku ve tadın artışından sorumlu değildir. Okside olmuş et lipidleri ve oksidasyon sonucu oluşan parçalanma ürünleri protein, karbonhidrat ve vitamin gibi diğer et bileşenleriyle de reaksiyona girerek doğal kaliteyi azaltabilirler (Kyahat and Schwall 1983, Shahidi and Rubin 1987 b, Kanner 1994) .

Gıdalarda lipid peroksidasyonunun kontrolü ve izlenmesi, kaliteli ürünlere olan talebin artışından dolayı önemlidir. Gıdaların çok doymamış lipidlerinin oksidatif bozulması olan lipid peroksidasyonu, hidroperoksitlerin kısa zincirli formuna dönüşmesidir. Bu bileşiklerin depolanmış gıdalarda acılaştırmanın oluşumundan sorumlu oldukları belirlenmiştir. Lipid hidroperoksitlerinin parçalanma ürünlerinden biri olan malonaldehitin, mutajenik ve karsinojenik etkisi olduğu ortaya konmuştur (Tarladgis et al 1960, Brooks and Klamert 1968, Klamert and Levinsky 1969, Sui and Draper 1978, Shahidi and Rubin 1987, Nickos et al 1994).

Yağların bozulması hidroliz ve oksidasyon gibi iki kimyasal reaksiyon ile meydana gelir. Yağların hidrolizi, trigliseridin su ile reaksiyona girmesi ve gliserol, monogliserid, digliserid ve serbest yağ asitlerine dönüşmesiyle meydana gelir. Hem hayvansal hem de bitkisel kaynaklı yağların hidrolizi lipaz enzimleri tarafından katalize edilir. Bu enzimler ısısal işlemler ile aktivitelerini kaybederler. Oksidasyon, yağlarda ve yağlı gıdaların üretiminden tüketimine kadar olan süreçte ortaya çıkan önemli bir problemdir. Oksidasyon ve buna bağlı olarak ortaya çıkan acılaştırma, yağlı gıdaların çoğunda özellikle de et ürünlerinde raf ömrünü azaltıcı faktör olarak ortaya çıkmaktadır (Buck 1991).

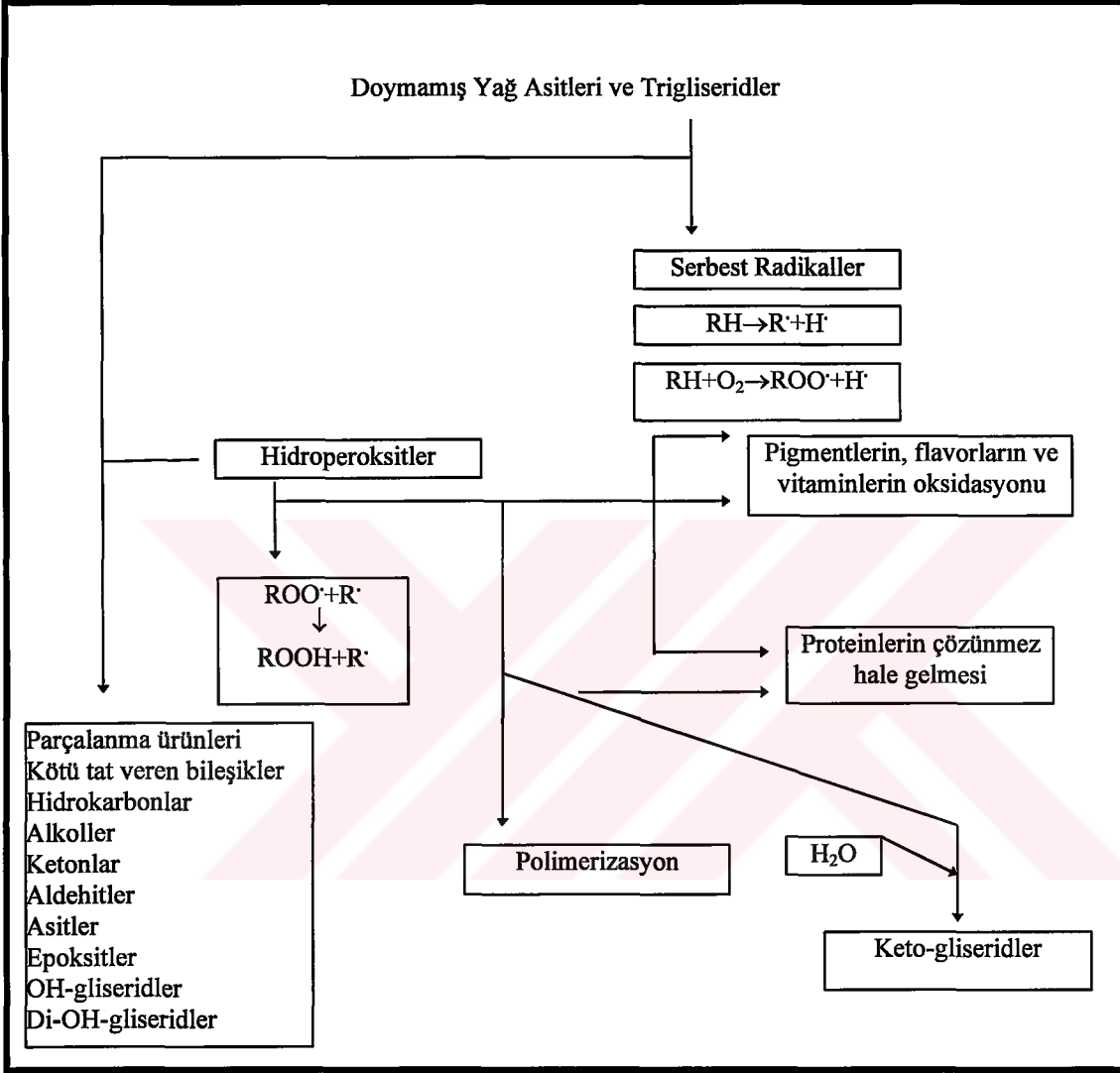
Lipid oksidasyonu; hayvansal ve bitkisel yağların trigliseridlerinin doymamış kısımlarında ortaya çıkan ve başlangıç, gelişme (ilerleme) ve bitiş olmak üzere üç aşamada meydana gelen serbest radikal oluşum mekanizmasıdır. Bu reaksiyon ışığa, ısıya, metal iyonlarına ve oksijene maruz kalan lipidden serbest radikal oluşumu ile başlar ve otokatalitik olarak devam eder (Lundberg 1961, Gray 1978, Kyahat and Schwall 1983, Melton 1983, Ostendorf 1987, Buck 1991) (Şekil 2.1)



Şekil 2.1. Lipid oksidasyonunun aşamaları

Oksidasyon reaksiyonunda, kararsız bileşikler olan hidroperoksitler aldehit, keton, asit, hidrokarbon ve epoksi asitler gibi oksidasyon ürünlerine parçalanır. Bu parçalanma ürünleri yağların karakteristik acılaşmış koku ve lezzetini meydana getirir (Şekil 2.2) (Sato and Hegerty 1971, Kyahat and Schwall 1983, Ostendorf 1987, Brewer et al 1992, Kanner 1994). Hidroperoksitler ayrıca oksidasyon oranının belirlenmesindeki kriterlerden biri olarak görülmektedir. Fakat hidroperoksitlerin hızlı olarak parçalanması oksidasyon oranını tam olarak belirlemekteki etkinliği sınırlandırmaktadır (Holman 1954). Ayrıca hidroperoksitlerin parçalanmasıyla oluşan ürünler, proteinler gibi diğer gıda

öğeleriyle reaksiyona girerek gerek gıdanın yapısını gerekse besin değerini etkilemektedir (Gray 1978).



Şekil 2.2. Lipid oksidasyonunun mekanizması (Kyahat and Schwall 1983)

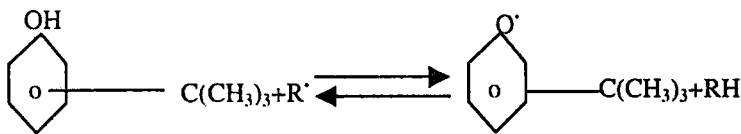
Et ürünlerinin üretimi ve depolanması sırasında lipid peroksidasyonu üzerine etin tazeliği ve söküm, çekme, emülsifikasyon, dolum ve ısı uygulaması gibi işlemler ile tuz, nitrit, baharat ve antioksidanlar gibi dışardan eklenen maddeler etkili olmaktadır (Wheeler at al 1990, Andersen and Skibsted 1991, Kanner 1994).

Et ve et ürünlerinde meydana gelen oksidasyonun etkilerinden bazıları, acı tat ve koku oluşumu, toksik oksidasyon ürünlerinin oluşumu, renk bozukluğu,

tekstürel değişim (okside olmuş lipidler, aminoasitler veya proteinler ile reaksiyona girerek proteinlerin çözünürlüğünü azaltmakta ve bölgesel denatürasyon ile tekstürel değişim meydana gelmektedir), vitaminlerin (A,D, E vitaminleri) ve esansiyel yağ asitlerinin (örneğin linoleik asit) yıkımından kaynaklanan besin kayıplarıdır (Dziezak 1986 b).

Gıdaların raf ömrünün artırılması, besin değerinin korunması ve bakteriyel gelişmenin önlenmesi amacıyla gıda katkı maddeleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Antioksidanlar, oksidasyondan dolayı oluşan bozulma, acılaşıma veya renk değişimini geciktirmek için koruyucu olarak kullanılan katkı maddeleri olarak tanımlanmaktadır. Antioksidanlar gıdalara erken katıldığı takdirde oksidasyonu geciktirmede oldukça etkili katkı maddeleridir (Dziezak 1986 a).

Oksidasyonu geciktirmenin tek yolu, elektronların veya hidrojen atomlarının eklenerek serbest radikal oluşumunun engellenmesidir. Antioksidanın etki mekanizması, molekül yapısı ile ilişkilidir. Örneğin bütillendirilmiş hidroksi anisol (BHA), kendisinden yağ serbest radikale hidrojen vermek suretiyle serbest kök oluşumunu engellemektedir (Şekil 2.3). Antioksidan serbest köke bir hidrojen atomu verince, kendisi serbest kök durumuna geçmektedir. Fakat antioksidanın molekül yapısı nedeniyle fenolik halkanın yörüngesindeki elektron rezonansı, serbest kök yapısındaki antioksidanı stabil halde tutmakta ve daha ileri parçalanmadan korumaktadır. Bu olayda bütıl grubu engelleyici rol oynamaktadır. Böylece antioksidanlar, serbest kökleri yutan bir görev yapmış olmaktadırlar (Stuckey 1972, Sherwin 1976, Dziezak 1986 a, Buck 1991).



Şekil 2.3. BHA'un yağ serbest radikalini engellemesi

Antioksidanlar işlevlerine göre dört gruba ayrılmaktadır (Dziezak 1986b).

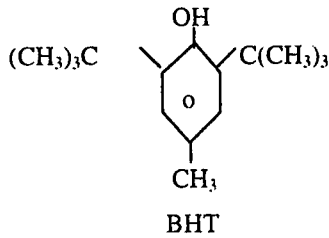
1. Fenolik yapıda olan ve serbest radikal zincirini sonlandıranlar: Bütillendirilmiş hidroksi anisol (BHA), bütillendirilmiş hidroksi toluen (BHT), tersiyer bütül hidroksi kinon (TBHQ), propil gallat (PG) ve tokoferoller .

2. Oksijen ile reaksiyona girenler : L-askorbil palmitat, L- askorbik asit, eritorbik asit, sodyum eritorbat.

3. Metal iyonlarını bağlayanlar: sitrik asit, etilen diamin tetra asetik asit (EDTA).

4.Hidroperoksitleri parçalayanlar: Dilauril tiyodipropiyonat, tiyodipropiyonik asit.

BHT, 2,6-ditersiyer - bütül-p-krezol veya 4-metil-2,6-ditersiyer - bütül-fenol adlarıyla da anılan fenolik bir maddedir. Fiziksel olarak beyaz kristal veya pulcuk şeklindedir. Kokusuzdur ya da karakteristik zayıf aromatik kokuya sahiptir. Suda çözünmez, yağda, etanolde ve tween 20'de iyi çözünür (Şekil 2.4) (Anonymous 1982, Yu et al 1973).



Şekil 2.4. BHT'in yapısı

Köfte tipi et ürünleri, üretiminin kolay olması ve besleyici olması nedeniyle özellikle fast food restoranlarda oldukça fazla tüketilmektedir (Cross et al 1980, Parizek et al 1981, Miller et al 1987, Ertaş ve ark.1991, Troutt et al 1992). Oksidatif acılaşıma, diğer ürünlerde olduğu gibi köfte tipi et ürünlerinin de

raf ömrüne etki eden önemli bir faktördür (Shahidi et al 1987 a, Wanous et al 1989, Ho et al 1995). Çekme işlemi, etin ve yağın hava ile temasını artırdığından, bu tip et ürünleri donmuş halde depolansalar bile oksidasyona eğilimli ürünlerdir (Huffman et al 1981).

Et ve et ürünlerinin depolama stabilitesini artırmak için çeşitli uygulamalar önerilmektedir. Bunlar arasında depolama sıcaklığının düşürülmesi (Kunsmann et al 1978, Ertaş ve ark. 1991), vakum paketlenme (Gökcalp et al 1978, Miles et al 1986, Brewer and Harbers 1991 a, Ho et al 1995), antioksidanlar ile muamele (Greene 1969, Chastain et al 1982, Miles et al 1986, Crackel et al 1988, Ho et al 1995) sayılabilir.

Donmuş etin depolanma stabilitesi lipidlerin yapısına ve doymamışlığın derecesine bağlıdır ve lipidlerdeki oksidatif değişimler özellikle fosfolipidlerin oksidasyonu nedeniyle (Greene 1969, Igene and Pearson 1979). Dondurma ve donmuş depolanmanın köfte tipi et ürünlerinin kalitesini iyi bir şekilde koruduğu ortaya konmuştur. Donmuş depolama ile bu tip et ürünlerinde oksidatif değişimler daha uzun süre geciktirilebilmektedir (Berry and Leddy 1989, Hanenian et al 1989, Brewer and Harbers 1991 b, Andersen and Skibsted 1991, Brewer et al 1992).

Paketleme ile et ürünlerini oksijenden korumak mümkün olmaktadır. Ayrıca paketleme sayesinde nem kaybı da önlenmekte böylece oluşabilecek kalite kayıpları engellenebilmektedir (Greene and Price 1975). Vakum paketlenme uygulanarak et ve et ürünlerinin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri daha uzun süre korunabilmektedir. Diğer et ürünlerine oranla oksidasyona daha hassas olmasından dolayı köfte tipi çekilmiş et ürünleri, donmuş depolanmanın yanında vakum paketlenerek de daha uzun süre tüketim kalitesinde tutulabilmektedir (Gökcalp et al 1983, Brewer and Harbers 1991a, b, Brewer et al 1992, Ho et al 1995).

Kotula et al (1997b), farklı tipte soya proteini içeren sığır etinden yapılmış köfteleri -17°C de 12 ay süre ile depolamışlar, bu süre içerisinde üçer aylık periyotlar ile kimyasal değişimleri incelemişlerdir. 12. ay sonunda TBA değerinin 1.43-5.13 mg malonaldehit kg örnek arasında, peroksit değerinin 2.20-8.66 meq peroksit kg örnek arasında değiştiğini belirtmektedirler. 9. aya kadar köftelerin lezzet, aroma ve kabul edirlilik puanlarında fazla bir değişiklik olmadığını fakat 9. ve 12. aylarda bazı gruplarda acı tadın ortaya çıktığını belirtmektedirler.

Caldironi and Bazan (1982), sığır semitendinosus kasında ve yağ dokuda malonaldehit oluşumu ve yağ asidi kompozisyonu üzerine antioksidanların etkisini araştırmışlardır. Kuşbaşı doğranmış örneklerle %0,01'lik sitrik asit- EDTA - askorbik asit (CEA) solüsyonu ve %0,2'lik BHT solüsyonu püskürtmüşler ve $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$ de ve $-10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ de depolamışlardır. $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$ de depolanan yağların 42 gün sonunda ölçülen TBA değerlerinin kontrol grubunda 8 mg MA/kg, CEA grubunda 5mg MA/kg, BHT grubunda ise 3mg MA/kg olarak, aynı grubun $-10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ de depolananlarında 175 gün sonunda ölçülen TBA değerlerinin kontrol grubunda 5mg MA/kg, CEA grubunda 4mg MA/kg. BHT grubunda ise 2,5mg MA/kg olarak saptandığı belirtilmektedir. $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$ de depolanan semitendinosus kasında ise 10 gün sonunda ölçülen TBA değerlerinin kontrol grubunda 16mgMA/kg, CEA ve BHT gruplarında 9mgMA/kg olarak saptandığı, $-10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ de depolananlarda 70. gün sonunda belirlenen TBA değerlerinin kontrol grubunda 7mgMA/kg, CEA grubunda 7,5 mg MA/kg, BHT grubunda ise 5mg MA/kg olarak saptandığı ifade edilmiştir.

Miles et al (1986), domuz etinin lipid oksidasyonu üzerine paketleme ve çeşitli antioksidanların etkisini araştırmışlardır. Çalışmada paketleme olarak vakum ve PVC film ile kaplama uygulanmıştır. Antioksidan olarak sodyum tripolifosfat (STP), BHA/BHT/ sitrik asit (BBC) kombinasyonu, α -tokoferol (Toc) ve askorbil palmitat / α -tokoferol (APT) kullanılmıştır. BBC grubunda

antioksidan düzeyi yağ miktarında %0,03 olacak şekilde uygulanmıştır. Ürün 4°C de depolanmış ve 0., 4., 8., 12., ve 16. günlerde TBA ve renk değişimleri ölçülmüştür. Vakum paketlenmiş grupların 8,12, ve 16. günlerde daha iyi renk ve daha düşük TBA değerleri gösterdiği, antioksidan uygulamaları arasında ise BBC uygulanan örneklerin en düşük TBA değeri gösterdikleri belirtilmektedir.

Shahidi et al (1987), domuz etinde BHA, BHT, TBHQ, THBP (trihidroksi butirofenon), etoksiquin, PG, kateşol gibi antioksidan etkisi olduğu bilinen fenolik maddelerin oksidasyon üzerine etkisini araştırmışlardır. Antioksidanlar çekilmiş domuz etine ayrı ayrı katılmış, ürün pişirildikten sonra 4 °C de 35 gün depolanmıştır. Antioksidanlar 30 ve 200 ppm olarak iki dozda katılmıştır. 30 ppm BHT katılmış grupta 35. günde 4,3 mg MA/kg TBA değeri saptanmasına karşın, 200 ppm BHT katılmış grupta 1,89mg MA/kg TBA değeri saptandığı belirtilmektedir. 30 ppm BHA katılmış grupta 35.günde 0,44 mg MA/kg TBA saptanmasına karşın, 200 ppm BHA katılmış grupta 0,47 mg MA/kg TBA değeri saptandığı ifade edilmektedir. 30ppm TBHQ katılmış grupta 35.günde 0,35mg MA/kg TBA değeri saptandığı, 200 ppm TBHQ katılmış grupta ise 0,45 mg MA/kg TBA değeri saptandığı belirtilmektedir. 30 ppm THBP katılmış grupta 35.günde 1,77 mg MA/kg TBA değeri saptanmasına karşın, 200 ppm THBP katılmış grupta 0,45 mg MA/kg TBA değeri belirlendiği belirtilmektedir.

Bhattacharya et al (1988), farklı depolama sıcaklıklarının ve farklı paketlenme yöntemlerinin sığır köftelerinin lipid oksidasyonu üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada iki farklı yağ oranı(%15 ve 30), iki farklı paketlenme yöntemi (vakumlu ve vakumsuz) ve üç farklı depolama sıcaklığı (-12,2°C, -23,3°C ve -34,4°C) uygulanmıştır. Depolama 20 hafta sürmüş, örnekler 4 haftada bir analize tabi tutulmuştur. TBA sayısında, paketlenme şekline, depolama sıcaklığına ve yağ oranına bakmaksızın depolama süresince bir artış olduğu belirtilmektedir. Fakat vakumsuz örneklerin vakum paketlenmiş örneklere

göre, -12,2 °C de depolanmış örneklerin -23,3°C ve -34,4 °C de depolanmış örneklere göre ve %30 yağ içeren örneklerin %15 yağ içeren örneklere göre daha yüksek TBA değerine sahip oldukları belirtilmektedir. -23,3°C'de depolanmış örnekler ile -34,4 °C'de depolanmış örneklerin TBA değerleri arasında fazla bir farklılığın gözlenmediği ve vakum paketlemenin ve düşük depolama sıcaklığının lipid oksidasyonunu geciktirmede etkili olduğu sonucuna varıldığı ifade edilmektedir.

Hanenian et al (1989), donmuş depolama sıcaklığının ve depolama süresinin sığır etinden yapılmış köftelerin kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmaların da değişik dondurma metotlarının (Yavaş hava akımı, hızlı hava akımı, CO₂ buzu ile temas, sıvı azota daldırma) lipid oksidasyonunu geciktirmede çok farklı bir etkisinin olmadığını ancak oksidasyonu çok düşük düzeyde tuttuklarını gözlenmişlerdir. -17°C de 4 ay depolanan %22 yağlı köftelerin TBA değerlerinin 1. ayda 0,15mg MA/kg, 2.ayda 0,16 mgMA/kg, 3.ayda 0,18 mgMA/kg ve 4.ayda 0,19 mg MA/kg olarak tespit edildiği belirtilmektedir.

Brewer et al (1992), uzun süreli donmuş depolama sırasında çekilmiş domuz etinin TBA değeri ve duyuşal özellikleri üzerine paketlemenin etkisini araştırmışlardır. Araştırmada paketleme yöntemi olarak vakum paketleme, PVC film ile paketleme, alüminyum folyoda paketleme, saran içinde paketleme, saran-Al folyo içinde paketleme denenmiş ve örnekler -17 °C de depolanmıştır. Acı tat-koku puanlarının ve TBA değerlerinin paketlemeye bakılmaksızın arttığı, 39. hafta sonunda en düşük TBA değerinin 1,16 mg MA/kg olarak vakum paketlenmiş grupta belirlendiği ve yine vakum paketlenmiş grubun en düşük acı tat-koku puanları aldığı ifade edilmektedir.

Ho et al (1995) ise, karragenan, soya proteini ve antioksidan içeren domuz etinden yapılmış köfteleri vakumlu ve vakumsuz paketlenmişler, -20 °C de 16 hafta süreyle depolayarak kimyasal ve duyuşal açıdan incelenmişlerdir.

Antioksidan olarak BHT/PG/sitrik asit (yağ miktarı üzerinden her biri ayrı ayrı olmak üzere %0,01 düzeyinde) kombinasyonu ve biberiye ekstraktı (yağ miktarı üzerinde 500 ppm) kullanılmıştır. 16.hafta sonunda BHT/PG/sitrik asit içeren vakumlu grupların vakumsuz ve antioksidan içermeyen gruplara göre daha düşük TBA değeri gösterdiklerini ve antioksidansız ve vakumsuz yağlı kontrol grupta 16. hafta sonunda TBA değerinin 4mg MA/kg, antioksidansız ve vakum paketli yağlı kontrol grupta 2 mg MA/kg olarak saptandığını belirtmişlerdir. Antioksidanlı ve vakumsuz yağlı kontrol grupta 16.hafta sonunda 1 mg MA/kg, antioksidanlı ve vakumlu yağlı kontrol grupta 0,65 mg MA/kg TBA değeri ölçülmüştür. Ayrıca antioksidan kombinasyonu ile muamele edilen grupların antioksidansız gruplara göre daha az renk değişimi ifade edilmektedir.



3. MATERİYAL VE METOT

3.1. Materyal

Et ve yağ, Harmancı Et ve Et ürünleri Entegre Tesisleri'nden temin edilmiştir. Antioksidan olarak bütillendirilmiş hidroksi tolüen (BHT)(Merck)kullanılmıştır. Ambalaj materyali olarak, vakumsuz ambalajlama için 0,5 kg'lık polistren tabaklar ve bu tabakları kaplamak için streç film, vakum ambalajlamada ise düşük yoğunluklu polietilen poşetler (Oksijen geçirgenliği 50 cm³/m²/gün; su buharı geçirgenliği 2,8g/m²/gün)kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. BHT solüsyonunun hazırlanması

BHT için en iyi çözücünün Tween 20 olduğu ve çözünme oranının 1 kısım BHT : 13,33 kısım Tween 20 olduğu belirtilmektedir. (Yu et al 1973). Bunun için 0,525 g BHT, 7,00 g Tween 20 içerisinde karıştırılarak eritilmiştir. Daha sonra karışım 150 ml'ye saf su ile seyreltilmiştir.

3.2.2. Köftelerin hazırlanması

Görünür yağlarından ve bağ dokulardan ayrılmış et ve köftelere ilave edilecek yağ, 7 mm ayna kullanılarak kıyma makinesinden ayrı ayrı çekilmiştir. Her biri 5,6 kg olan üç grup yağsız kıyma ve 1,4 kg olan üç grup yağ tartılarak hazırlanmıştır. Yağlardan biri kontrol köfte grubu (K) için ayrılmış, diğer iki gruba (BHT-50 ve BHT-100, ilave her kg yağ miktarında 50mg BHT ve 100 mg BHT olacak şekilde) sırasıyla 20 ve 40ml BHT, solüsyonu ilave edilerek iyice karıştırılmıştır.

Her grup kıyma +yağa (5,6 kg yağsız kıyma + 1.4 kg yağ: %20 yağlı), %7 soğan, % 6 galeta unu, %1,2 tuz, %0,5 şeker , %0,4 karabiber, %0,4

kırmızıbiber, %0,3 kekik ve %0,2 kimyon katılarak paslanmaz çelik tepsilerde ayrı ayrı iyice karıştırıldıktan sonra 3mm aynadan iki defa çekilmiştir. Hazırlanan üç grup hamurdan 50 mm çapında ve 8mm kalınlığında köfteler yapılmıştır.

Hazırlanan köfteler LABOFREEZE marka hava üfleli dondurucuda (Frigoscandia Eguipment, Helsingborg, Sweden) -35 °C de yarım saat dondurulmuştur (merkez sıcaklık -18°C ye 19. dakikada ulaşmış ve dondurma sonunda -25,9 °C ye ulaşmıştır) ve dondurma sonunda -18 °C deki derin dondurucuya yerleştirilerek bir gece bekletilmiştir. Her grup iki alt gruba ayrılmış ve alt gruplardan biri polistren tabaklarda gerilebilir film ile ambalajlanmış diğeri polietilen torbalarda vakumlu olarak ambalajlanmıştır. Paketlenen gruplar -18 °C deki derin dondurucuda depolanmıştır.

3.2.3. Deneme planı

Deneme iki tekerrürlü olarak planlanmıştır. Her tekerrürde köftelerin protein, yağ, kül ve rutubet miktarları başlangıçta ve 6. ayda olmak üzere iki periyotta, pH değeri, TBA değeri, peroksit değeri (PD), serbest yağ asitleri (SYA) miktarı, tintometre renk değeri (TRD) ve duyuşal değerlendirme başlangıçta ve her ay olmak üzere yedi periyotta belirlenmiştir. Analizler her tekerrürde üç paralel olarak yapılmıştır.

3.2.4. Analiz metotları

3.2.4.1. Rutubet miktarının saptanması

5 g örnek tartılmış ve 102 °C ye ayarlı kurutma dolabında 18 saat tutularak oluşun ağırlık kaybından rutubet miktarı % olarak belirlenmiştir. (Anonymous 1990).

3.2.4.2. Kül miktarının saptanması

Yaklaşık 3-4 g örnek porselen krozelere tartılmış, kül fırınında sıcaklık kademeli olarak 550 °C ye getirilmiş ve 16 saat yakılarak oluşan ağırlık kaybından % olarak kül miktarı belirlenmiştir (Lees 1975).

3.2.4.3. Yağ miktarının saptanması

Rutubet miktarları belirlenen örneklerin yağ miktarı Soxhlet ekstraksiyon yöntemine göre saptanmıştır(çözücü olarak petrol eteri kullanılmıştır) (Lees 1975).

3.2.4.4. Protein miktarının saptanması

Kjeldahl yöntemine göre örneklerin % azot miktarı belirlenmiş ve elde edilen değerler 6,25 faktörü ile çarpılarak % protein miktarı saptanmıştır (Anonymous 1990) .

3.2.4.5. pH değerlerinin saptanması

Örnekler destile su ile 1:10 oranında seyreltilmiş ve pH değerleri, kalibrasyonu pH 4 ve 7 tampon çözeltileriyle yapılmış Orion 420 A model pH metrede belirlenmiştir(Anonymous 1990).

3.2.4.6. Serbest yağ asitleri miktarının saptanması

Serbest yağ asitleri miktarının belirlenmesi için önce örneklerden yağ ekstrakte edilmiştir.

Bunun için köfte örnekleri, örnek miktarının iki katı kloroform/metanol (2:1) karışımı ile 5g kadar susuz sodyum sülfat eşliğinde 250 ml'lik erlende 30-40 dakika çalkalanarak yağın çözünmesi sağlanmıştır. Sonra erlen içeriği kaba filtre kağıdından süzülerek filtre kağıdı üzerindeki kalıntıya aynı işlem tekrarlanmıştır. İki işlem sonunda elde edilen filtrat ayırma hunisine alınarak içinde yağ bulunan

kloroform fazı ayrılmıştır. Sonra bu kloroform fazı vakum altında Whatman No:1 filtre kağıdından süzülmüştür. Kloroform, 40 °C de rotary evaporatörde ayrılmış ve elde edilen yağ ağzı kapaklı küçük şişelere alınmıştır. Şişe içinde az miktarda kalan çözücü, azot gazı ile uçurulmuştur. Elde edilen yağ analize kadar azot gazı altında –18°C deki derin dondurucuda saklanmıştır (Blight and Dyer 1959).

Serbest yağ asitleri miktarının tayini için yağ ekstraksiyonu ile elde edilen yağdan 1-1.5g civarında erlene tartılmış, üzerine alkol/ eter (1:1) karışımı eklenerek seyreltilmiş, fenol ftaleyn indikatörü eşliğinde 0,1 N etanollü KOH ile pembe renge kadar titre edilmiştir. Sonuçlar, oleik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır (Doğan ve Başoğlu 1982).

$$\%SYA = \frac{F \times N \times S \times 282}{10T}$$

F : KOH çözeltisinin faktörü

N : KOH çözeltisinin normalitesi

S : KOH çözeltisinden harcanan miktar (ml)

T : Örnek miktarı (g)

282 : Oleik asitin molekül ağırlığı (g)

3.2.4.7. Peroksit değerini saptanması

Yağ ekstraksiyonu ile elde edilen yağdan 1-1,5g ağzı kapaklı erlene tartılmış, 10 ml kloroform, 15ml glasiyel asetik asit ve 1 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi eklenerek 1 dakika çalkalanmıştır. Sonra erlen 5 dakika karanlıkta bekletilmiş süre sonunda 75 ml saf su eklenmiştir. %1'lik nişasta indikatöründen 1 ml eklenerek 0,01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile renksiz hale gelene kadar titre edilmiştir. Sonuç meq O₂ /kg yağ olarak ifade edilmiştir (Doğan ve Başoğlu 1982).

$$\text{Peroksit Değeri (meq O}_2\text{/kg yağ)} = \frac{V \times N}{P} \times 1000$$

V : Harcanan sodyum tiyosülfat miktarı (ml)

N : Sodyum tiyosülfat çözeltisinin normalitesi

P :Örnek miktarı (g)

V değeri, örnek titrasyonu için harcanan sodyum tiyosülfat miktarından şahit deneme için harcanan sodyum tiyasülfat miktarının çıkarılması ile bulunmuştur.

3.2.4.8. TBA değerinin saptanması

TBA değerinin belirlenmesi Tarladgis et al (1960)'a göre yapılmıştır. Bunun için 10 g örnek 50 ml su ile beherde homojenize edilerek 500 ml'lik Kjeldahl balonuna aktarılmıştır. Sonra 47,5 ml su ve 2,5 ml 4N HCl çözeltisi eklenmiştir. Kaynama taşı atılarak balon destilasyon ünitesine yerleştirilerek yaklaşık 10 dakikada 50 ml destilat toplanana kadar destile edilmiştir. Destilat karıştırılarak ağzı vidalı kapaklı tüplere 5 ml pipetlenmiş ve üzerine %90 lık glasiyel asetik asitte hazırlanmış 0,02 M TBA ayırıcından 5 ml eklenmiştir. Sonra tüpler kapatılmış, karıştırılmış ve kaynar su banyosunda 35 dakika tutulmuştur. Tüpler süre sonunda musluk suyu altında soğutulmuş ve solüsyonların absorbansı 538 nm dalga boyunda Shimadzu marka spektrofotometrede köre karşı belirlenmiştir. Okunan absorbanslar 7,8 faktörü ile çarpılarak kilogram örnekte mg malonaldehit miktarı belirlenmiş ve bu değerler TBA değeri olarak ifade edilmiştir.

3.2.4.9. Tintometre renk değerinin saptanması

Tintometre renk değerinin belirlenmesi amacıyla Lovibond tintometre cihazı (Salisbury, England) kullanılmıştır. Cihaza standart olarak yerleştirilen magnezyum karbonat kütlesinin rengi, cihazın kırmızı, sarı ve mavi renk filtreleri

kullanılarak örnek rengiyle çakıştırılmıştır. Bunu sağlayan renk değerleri filtrelerden okunmuştur (Anonymous 1972).

3.2.4.10. Duyusal değerlendirme

Duyusal değerlendirmede kriter olarak renk, lezzet ve genel beğeni esas alınmış ve köfteler 7 panelist tarafından 9 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Beğenilirlik 9'dan 1'e doğru azalmış, 4'n altındaki puanlar ktt olarak değerlendirilmiştir.

Bunun için örnekler panelden 30 dakika önce dondurucudan çıkarılmış, 170 C 'de Arçelik marka mini fırında 10 dakikada pişirilmış ve servis sıcaklığında panelistlere sunulmuştur.

3.2.4.11. İstatistik değerlendirme

İki farklı miktarda antioksidan uygulanmasının, paketlemenin (vakumlu ve vakumsuz) ve -18 C 'de 6 aylık depolama süresinin köftelerin pH değeri, serbest yağ asitleri miktarı, peroksit değeri, TBA değeri, tintometre renk değeri üzerine olan etkileri MINITAB paket programı kullanılarak faktöriyel düzende, duyusal değerlendirme sonuçları ise basit tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizi ve Duncan oklu karşılaştırma testi ile istatistik yönden değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Rutubet, kül, protein ve yağ miktarları

İki farklı miktarda BHT ilave edilen ve vakumlu ve vakumsuz olmak üzere iki farklı şekilde ambalajlanarak -18°C de depolanan köfteleri karakterize etmek amacıyla belirlenen rutubet, kül, protein ve yağ miktarları Çizelge 4.1'de verilmiştir.

4.2. pH değeri

İki değişik miktarda BHT eklenmiş vakumlu ve vakumsuz ambalajlanmış köftelerin pH değerlerine ambalaj şekli x depolama süresi ($P<0,05$) ve antioksidan miktarı x depolama süresi ($P<0,01$) etkilerinin önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Köftelerin pH değerlerine ait varyans analizi tablosu

| Kaynak | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler ortalaması | F değeri | Olasılık |
|------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Ambalaj (A1) | 1 | 0.0005762 | 0.000576 | 1.50 | 0.266 |
| Antioksidan (A2) | 2 | 0.0070881 | 0.003544 | 9.25 | 0.015 |
| A1xA2 | 2 | 0.0001738 | 0.000087 | 0.23 | 0.804 |
| Tekerrür (A1xA2) | 6 | 0.0023000 | | | |
| Süre (S) | 6 | 0.2833566 | 0.047226 | 141.68 | 0.000 |
| A1XS | 6 | 0.0062571 | 0.001042 | 3.13 | 0.014* |
| A2xS | 12 | 0.0177286 | 0.001477 | 4.43 | 0.000** |
| A1xA2xS | 12 | 0.0025428 | 0.000211 | 0.64 | 0.798 |
| Hata | 36 | 0.0120000 | 0.000333 | | |
| Toplam | 83 | 0.3320233 | | | |

* $P<0.05$ ** $P<0.01$

Her antioksidan miktarında vakumlu ve vakumsuz ambalajlı köftelerin pH değerine depolama süresinin etkisi Çizelge 4.3'te verilmiştir. Her antioksidan miktarında iki farklı şekilde ambalajlanmış köftelerin pH değerleri, depolama süresinden etkilenmiştir ($P<0,05$). pH değerleri genel olarak depolama süresinin

Çizelge 4.1. Köftelerin başlangıçta ve depolamanın 6. ayında belirlenen rutubet, kül, protein ve yağ miktarları (%)

| Ambalaj Şekli | Antioksidan miktarı | Rutubet | | Kül | | Protein | | Yağ | |
|---------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Depolama süresi (ay) | Depolama süresi (ay) | Depolama süresi (ay) | Depolama süresi (ay) | Depolama süresi (ay) | Depolama süresi (ay) | Depolama süresi (ay) | Depolama süresi (ay) |
| | | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 | 6 |
| Vakumsuz | K | 58,63 | 57,86 | 1,51 | 1,53 | 15,75 | 15,90 | 23,18 | 23,51 |
| | BHT-50 | 59,13 | 58,28 | 1,50 | 1,52 | 15,75 | 15,97 | 23,82 | 24,15 |
| | BHT-100 | 58,84 | 57,99 | 1,51 | 1,54 | 15,75 | 15,99 | 23,79 | 24,12 |
| Vakumlu | K | 58,63 | 58,42 | 1,51 | 1,51 | 15,75 | 15,81 | 23,18 | 23,22 |
| | BHT-50 | 59,13 | 59,09 | 1,50 | 1,51 | 15,75 | 15,77 | 23,82 | 23,79 |
| | BHT-100 | 58,84 | 58,77 | 1,51 | 1,51 | 15,75 | 15,78 | 23,27 | 23,79 |

Çizelge 4.3. Değişik miktarda antioksidan içeren vakumlu ve vakumsuz ambalajlı köftelerin pH değerlerine depolama süresinin etkisi

| Ambalaj şekli | Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | pH değeri | Ambalaj şekli | Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | pH değeri |
|---------------|---------------------|----------------------|-----------|---------------|---------------------|----------------------|-----------|
| Vakumsuz | K | 0 | 6.11c | Vakumlu | K | 0 | 6.11b |
| | | 1 | 6.17a | | | 1 | 6.16a |
| | | 2 | 6.15ab | | | 2 | 6.12b |
| | | 3 | 6.18a | | | 3 | 6.18a |
| | | 4 | 6.12bc | | | 4 | 6.16a |
| | | 5 | 6.07d | | | 5 | 6.10b |
| | 6 | 6.02e | 6 | | 6.06c | | |
| | BHT-50 | 0 | 6.14c | | BHT-50 | 0 | 6.14 a |
| | | 1 | 6.21a | | | 1 | 6.21a |
| | | 2 | 6.20a | | | 2 | 6.19a |
| | | 3 | 6.18ab | | | 3 | 6.18a |
| | | 4 | 6.16bc | | | 4 | 6.16a |
| | | 5 | 6.05d | | | 5 | 6.07b |
| | 6 | 6.04d | 6 | | 6.04b | | |
| | BHT-100 | 0 | 6.11b | | BHT-100 | 0 | 6.11c |
| | | 1 | 6.19a | | | 1 | 6.17b |
| | | 2 | 6.19a | | | 2 | 6.15b |
| | | 3 | 6.18a | | | 3 | 6.21a |
| 4 | | 6.15a | 4 | 6.17b | | | |
| 5 | | 6.02c | 5 | 6.04d | | | |
| 6 | 6.00c | 6 | 6.01d | | | | |

a,b,c,d: Her antioksidan miktarında aynı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P>0.05)

ilk üç ayında artmış, daha sonraki aylarda az da olsa azalmış ve depolama süresinin sonunda başlangıç değerlerine göre daha düşük ölçülmüştür.

Vakumsuz K grubunda depolama süresinin pH değeri üzerine olan etkisi 1.,2. ve 3. aylar arasında önemli olmamıştır ($P > 0,05$). Vakumsuz BHT- 50 grubunda, depolama süresinin pH değeri üzerine olan etkisi 1.,2. ve 3. aylar arasında, 3. ve 4. aylar arasında ve 5. ve 6. aylar arasında önemli olmamıştır ($P > 0,05$). Vakumsuz BHT- 100 grubunda ise depolama süresinin pH değeri üzerine olan etkisi, 1., 2., 3. ve 4. aylar arasında ve 5.ve 6. aylar arasında önemli olmamıştır ($P > 0,05$). Vakumlu K grubunda, pH değerlerine depolama süresinin etkisi 1., 3., ve 4. aylar arasında ve 2. ve 5. aylar arasında önemli olmamıştır ($P > 0,05$). Vakumlu BHT- 50 grubunda depolama süresinin etkisi 5. aya kadar ve 5. ve 6. aylar arasında önemli olmamıştır ($P > 0,05$). Vakumlu BHT-100 grubunda ise depolama süresinin pH değerine olan etkisi 1.,2. ve 4. aylar arasında ve 5.ve 6. aylar arasında önemsiz ($P > 0,05$), diğer aylar arasında önemli ($P > 0,05$) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Depolama süresine bağlı olarak antioksidan miktarının köftelerin pH değerine olan etkisi Çizelge 4.4'te verilmiştir. Köftelere ilave edilen antioksidanın köftelerin pH değerlerine olan etkisi, depolamanın 1.ve 2. ayları hariç diğer aylarda önemli olmamıştır ($P > 0,01$). Antioksidanın depolamanın 1. ve 2. ayındaki etkisi K grup ile BHT - 50 grup arasında önemli ($P < 0,01$), diğer gruplar arasında önemsiz($P > 0,01$) olmuştur.

Hanenian et al (1989), donmuş depolama süresinin sığır kıymasının pH değeri üzerine etkili olmadığını belirtmişlerdir. Brewer and Harbers (1991), -17°C de depoladıkları köftelerin pH değerine paketlemenin ve depolama süresinin etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Ertaş ve ark. (1991) da hamburgerlerin pH değerine depolama süresinin etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ho et al (1995), vakum paketlenmiş ve antioksidan (BHT/PG/sitrik asit) içeren

köftelerin pH değerlerine , antioksidan uygulamasının ve paketlemenin etki etmediğini belirtmişlerdir.

Çizelge 4.4. Depolama süresine bağlı olarak antioksidan miktarının köftelerin pH değerine etkisi

| Depolama süresi (ay) | Antioksidan miktarı | pH ortalamaları |
|----------------------|---------------------|-----------------|
| 0 | K | 6.11a |
| | BHT-50 | 6.14a |
| | BHT-100 | 6.11a |
| 1 | K | 6.16b |
| | BHT-50 | 6.21a |
| | BHT-100 | 6.18ab |
| 2 | K | 6.14b |
| | BHT-50 | 6.19a |
| | BHT-100 | 6.17ab |
| 3 | K | 6.18a |
| | BHT-50 | 6.18a |
| | BHT-100 | 6.20a |
| 4 | K | 6.14a |
| | BHT-50 | 6.16a |
| | BHT-100 | 6.16a |
| 5 | K | 6.08a |
| | BHT-50 | 6.06a |
| | BHT-100 | 6.03a |
| 6 | K | 6.04a |
| | BHT-50 | 6.04a |
| | BHT-100 | 6.01a |

a,b: Her depolama periyodunda aynı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($P>0.01$).

4.3. Serbest yağ asitleri miktarı

Vakumlu ve vakumsuz ambalajlanmış ve farklı miktarda antioksidan içeren köftelerin SYA miktarında ambalaj şekli x antioksidan miktarı x depolama süresi interaksiyonunun önemli olduğu görülmüştür ($P< 0,05 ; 0,01$) (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Köftelerin SYA miktarına ait varyans analizi tablosu

| Kaynak | Serbestlik derecesi | Kareler Toplamı | Kareler ortalaması | F değeri | Olasılık |
|------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|-----------|
| Ambalaj (A1) | 1 | 0.51857 | 0.51857 | 190.72 | 0.000 |
| Antioksidan (A2) | 2 | 1.32369 | 0.66184 | 243.41 | 0.000 |
| A1xA2 | 2 | 0.09812 | 0.04906 | 18.04 | 0.000 |
| Tekerrür (A1xA2) | 6 | 0.01631 | | | |
| Süre (S) | 6 | 10.50459 | 1.75077 | 578.84 | 0.000 |
| A1xS | 6 | 0.32976 | 0.05496 | 18.17 | 0.000 |
| A2xS | 12 | 0.79870 | 0.06656 | 22.01 | 0.000 |
| A1xA2xS | 12 | 0.24390 | 0.2032 | 6.72 | 0.000*/** |
| Hata | 36 | 0.10889 | 0.00302 | | |
| Toplam | 83 | 13.94252 | | | |

* P<0,05

** P<0,01

Köftelerin SYA miktarı, her ambalaj şeklinde ve her antioksidan miktarında depolama süresine bağlı olarak artmıştır (Çizelge 4.7 Şekil 4.1., 4.2.). Bu artış vakumsuz K grubunda depolamanın 2. ve 3. ayları hariç diğer periyotlar arasında önemli olmuştur (P<0,05). Benzer durum vakumsuz BHT- 100 grubunda da tespit edilmiş, SYA miktarındaki artış depolamanın 3. ve 4. ayları hariç diğer periyotlar arasında önemli olmuştur (P<0,05). Vakumsuz BHT-50 grubunda depolama süresi SYA miktarındaki artışa her periyotta etki etmiştir (P<0,05). Vakumlu K grubunda da vakumsuz BHT-100 grubundaki durumun aynısı tespit edilmiştir (P<0,05). SYA miktarındaki artış, vakumlu BHT-50 grubunda 1. ve 2. aylar arasında ve 4. ve 5. aylar arasında, BHT-100 grubunda 0. ve 1. aylar arasında ve 4. ve 5. aylar arasında önemsiz (P> 0,05), diğer aylar arasında önemli olmuştur (P<0,05).

Vakumlu ve vakumsuz ambalajlı köftelerin SYA miktarı, depolama süresine bağlı olarak antioksidan miktarından etkilenmiştir (Çizelge 4.6). Vakumsuz ambalajlı köftelerde başlangıçta % 0,25 -0,26 olarak saptanan SYA miktarı, her antioksidan miktarında depolama süresi uzadıkça artmış, ancak bu artışın engellenmesine antioksidan ilavesinin 2. aydan itibaren etki ettiği görülmüştür ($P<0,01$) (Çizelge 4.6). Vakum ambalajsız köftelerin SYA miktarındaki artışın engellenmesine depolamanın 2., 4., 5. ve 6. aylarında her düzeydeki antioksidan miktarı etkili olmuştur ($P<0,01$). Vakum ambalajlı köftelerin SYA miktarındaki artış, depolamanın 1. ayından itibaren antioksidan miktarından etkilenmeye başlamıştır ($P<0,01$). Birinci ayda vakum ambalajlı köftelerin SYA miktarındaki artışı sadece 100 mg antioksidan ilavesi engellerken ($P<0,01$), 2., 3., 4. ve 5. aylarda antioksidan ilavesi SYA miktarının artışı engellerken antioksidan miktarları arasında fark olmadığı görülmüştür ($P>0,01$). Altıncı ayda SYA miktarının artışı, her düzeydeki antioksidan miktarıyla engellenmiştir ($P<0,01$).

Farklı miktarda antioksidan içeren köftelerin SYA miktarına depolama süresince ambalaj şeklinin etkisi Çizelge 4.7. de verilmiştir. Değişik miktarda antioksidan içeren vakumsuz ve vakumlu ambalajlı köftelerde, her antioksidan miktarın da depolama süresinin uzamasına bağlı olarak bir artış gösteren SYA miktarı artışının engellenmesine ambalaj şeklinin etkisi kontrol grup köftelerde 2. aydan itibaren başlamış ve depolama sonuna kadar devam etmiştir. Yani vakum ambalajlama SYA oluşumunu engellemiştir. BHT-50 grubunda da vakum ambalajlama, köftelerdeki SYA miktarının engellemiş, bu engelleme depolamanın 2., 5., ve 6. aylarında önemli olmuştur. Köftelere 100mg/kg yağ antioksidan ilave edilmesi halinde, depolama süresine bağlı olarak SYA miktarındaki artışın engellenmesi üzerine ambalajlama şeklinin etkisinin olmadığı ($P>0,05$) görülmüştür (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.6. Vakumsuz ve vakum ambalajlı köffelerin depolama süresince SYA miktarına antioksidan miktarının etkisi

| Ambalaj Şekli | Depolama süresi (ay) | Antioksidan Miktarı | SYA miktarı (% oleik asit cinsinden) | Ambalaj şekli | Depolama süresi (ay) | Antioksidan Miktarı | SYA miktarı (% oleik asit cinsinden) |
|---------------|----------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------|----------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Vakumsuz | 0 | K | 0.26a | Vakumlu | 0 | K | 0.26a |
| | | BHT-50 | 0.25a | | | BHT-50 | 0.25a |
| | | BHT-100 | 0.25a | | | BHT-100 | 0.25a |
| | 1 | K | 0.56a | | 1 | K | 0.51a |
| | | BHT-50 | 0.48a | | | BHT-50 | 0.45a |
| | | BHT-100 | 0.39a | | | BHT-100 | 0.31b |
| | 2 | K | 0.80a | | 2 | K | 0.65a |
| | | BHT-50 | 0.66b | | | BHT-50 | 0.50b |
| | | BHT-100 | 0.52c | | | BHT-100 | 0.43b |
| | 3 | K | 0.89a | | 3 | K | 0.81a |
| | | BHT-50 | 0.81a | | | BHT-50 | 0.68b |
| | | BHT-100 | 0.69b | | | BHT-100 | 0.58b |
| | 4 | K | 1.07a | | 4 | K | 0.91a |
| | | BHT-50 | 0.93b | | | BHT-50 | 0.80b |
| | | BHT-100 | 0.79c | | | BHT-100 | 0.72b |
| | 5 | K | 1.55a | | 5 | K | 1.03a |
| | | BHT-50 | 1.16b | | | BHT-50 | 0.86b |
| | | BHT-100 | 0.91c | | | BHT-100 | 0.77b |
| | 6 | K | 2.22a | | 6 | K | 1.45a |
| | | BHT-50 | 1.44b | | | BHT-50 | 1.20b |
| | | BHT-100 | 1.08c | | | BHT-100 | 0.99c |

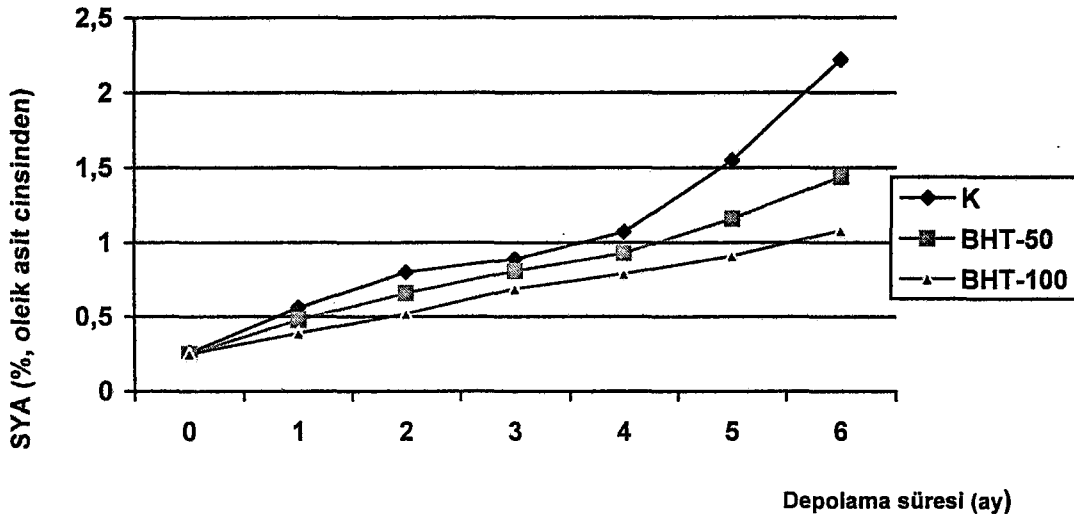
a,b,c,d: Her ambalaj şeklinde ve her depolama süresinde aynı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P>0,01)

Çizelge 4.7. Değişik miktarlarda antioksidan içeren köftelerin SYA miktarına ambalaj depolama süresinin ve şeklinin etkisi.

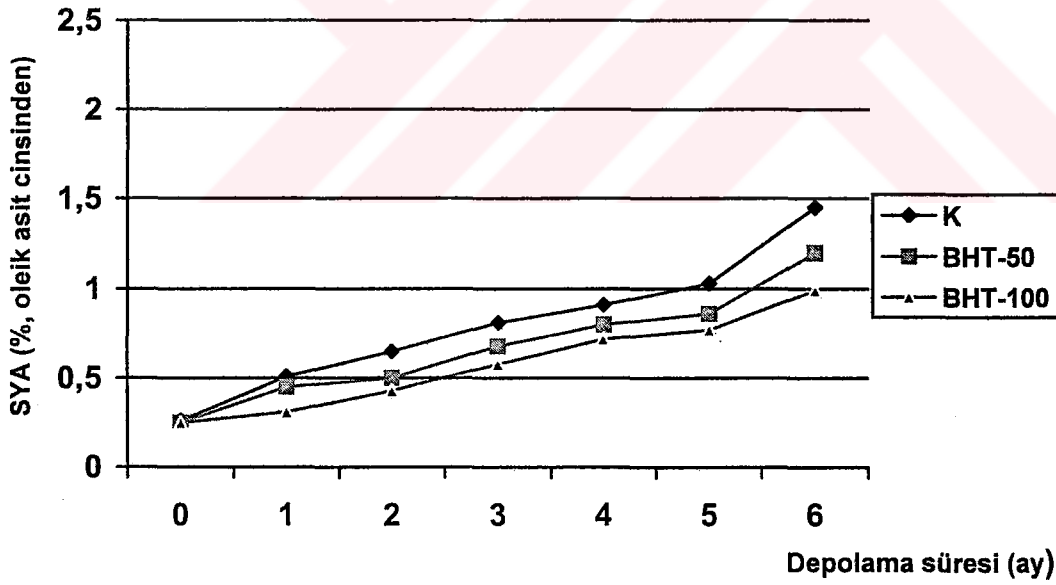
| Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | SYA miktarı ortalamaları | |
|---------------------|----------------------|--------------------------|-----------------|
| | | Vakumsuz ambalaj | Vakumlu ambalaj |
| K | 0 | 0.26aA | 0.26aA |
| | 1 | 0.56bA | 0.51bA |
| | 2 | 0.80cA | 0.65cB |
| | 3 | 0.89cA | 0.81dA |
| | 4 | 1.07dA | 0.91dB |
| | 5 | 1.55eA | 1.03eB |
| | 6 | 2.22fA | 1.45fB |
| BHT-50 | 0 | 0.25aA | 0.25aA |
| | 1 | 0.48bA | 0.45bA |
| | 2 | 0.66cA | 0.50bB |
| | 3 | 0.81dA | 0.68cA |
| | 4 | 0.93eA | 0.80dA |
| | 5 | 1.16fA | 0.86dB |
| | 6 | 1.44gA | 1.20eB |
| BHT-100 | 0 | 0.25aA | 0.25aA |
| | 1 | 0.39bA | 0.31aA |
| | 2 | 0.52cA | 0.43bA |
| | 3 | 0.69dA | 0.58cA |
| | 4 | 0.79dA | 0.72dA |
| | 5 | 0.91eA | 0.77dA |
| | 6 | 1.08fA | 0.99eA |

a, b, c, d, e, f, g (↓) : Her ambalaj şeklinde ve her antioksidan miktarında aynı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir. (P>0,05).

A, B (→) : Her antioksidan miktarında aynı depolama süresinde aynı harfleri taşıyan ambalaj ortalamaları arasındaki fark önemli değildir (P>0,05; LSD =0,1494)



Şekil 4.1. Vakum ambalajsız köftenin serbest yağ asitleri miktarının antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi



Şekil 4.2. Vakum ambalajlı köftenin serbest yağ asitleri miktarının antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi

Nitekim Caldironi and Bazan (1982), doğranmış sığır semitendionosus kası üzerine %0,01 lik sitrik asit / EDTA / askorbik asit karışımı ve %0,02 lik BHT solüsyonu püskürtmüşler, iki ayrı depolama sıcaklığı (2°C de 10 gün, -10°Cde 70 gün) uygulamışlardır. 2°C de depolanan grupta başlangıçta 30,7 µg/100 g yağ olan SYA miktarının 10. günde 32µg /100g yağ miktarına ulaştığını tespit etmişlerdir. -10°C de depolanan grupta SYA miktarının, 7. günde 37.2 µg/100g yağ, 70.günde 55,2µg/100g yağ miktarına ulaştığını belirtmişlerdir. Araştırcılar depolama süresi uzadıkça SYA miktarının arttığını fakat antioksidan uygulamaları arasında fark görmediklerini belirtmişlerdir. Pikul et al (1983) ise mekanik olarak ayrılmış kanatlı etine %0,01 oranında BHA/BHT karışımı ilave ederek -18°C de 23 hafta boyunca depolamışlardır. Birinci haftada SYA miktarının antioksidanlı grupta 2,7 mg KOH/g yağ, kontrol grupta 2,8 mg KOH/g yağ olarak saptadıklarını belirtmişlerdir. SYA miktarının depolama süresince arttığını, 23. haftada kontrol grubunda 4mg KOH/g yağ antioksidanlı grupta ise yaklaşık 3,3 mg KOH/g yağ olarak tespit edildiğini belirtmişlerdir. Araştırcılar, antioksidan uygulamasının SYA miktarındaki artışı geciktirmekte etkili olduğunu vurgulamışlardır.

4.4. Peroksit Değeri

Değişik miktarda antioksidan içeren, vakumlu ve vakumsuz olarak ambalajlanmış köftelerin PD'lerine ambalaj şekli x antioksidan miktarı x depolama süresi interaksiyonunun etkili olduğu görölmüştür (P< 0,01) (izelge 4.8).

Köftelerin PD'leri her ambalaj şeklinde ve her antioksidan miktarında depolama süresine bağlı olarak artış göstermiştir.(izelge 4.10, şekil 4.3,4.4.). Vakumsuz K grubunda depolamanın 1.ayında 1,91 meq O₂/kg yağ olarak saptanan PD, depolamanın 6. ayında 4,57 meq O₂/kg yağ'a kadar ulaşmış ve bu artış depolama süresinin her periyodunda önemli olmuştur. (P<0.01) (izelge 4.10).

Çizelge 4.8. Köftelerin PD'ne ait varyans analizi tablosu

| Kaynak | Serbestlik derecesi | Kareler toplamı | Kareler ortalaması | F değeri | Olasılık |
|------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Ambalaj (A1) | 1 | 21.5168 | 21.5168 | 760.68 | 0.000 |
| Antioksidan (A2) | 2 | 19.6151 | 9.9080 | 346.73 | 0.000 |
| A1xA2 | 2 | 0.0836 | 0.0418 | 1.48 | 0.301 |
| Tekerrür (A1xA2) | 6 | 0.1697 | | | |
| Süre (S) | 6 | 43.4355 | 8.6871 | 1303.83 | 0.000 |
| A1xS | 6 | 1.5341 | 0.3068 | 46.05 | 0.000 |
| A2xS | 12 | 0.8073 | 0.0807 | 12.12 | 0.000 |
| A1xA2xS | 12 | 0.6404 | 0.0604 | 9.61 | 0.000* |
| Hata | 36 | 0.1999 | 0.0067 | | |
| Toplam | 83 | 88.0024 | | | |

* P<0.01

PD'deki artış vakumsuz BHT-50 grubunda 2.ve 3. aylar arası hariç diğer dönemlerde önemli olmuştur (P<0,01). Vakumsuz BHT-100 grubunda ise PD'deki artış diğer iki gruba göre daha az olmuş, depolamanın ilk iki ayı arasındaki farkın önemli (P<0,01), 2.,3.,ve 4. aylar arasındaki farkın önemsiz (P>0,01), 4.,5. ve 6. aylar arasındaki farkın önemli (P<0,01) olduğu görülmüştür (Çizelge 4.10).

Değişik miktarda antioksidan içeren vakum ambalajlı köftelerin de PD'leri, depolama süresi uzadıkça artmış (P<0,01) ancak bu artış vakum ambalajsız gruplara göre daha az olmuştur. Köftelerin PD'lerindeki artışa depolama süresinin etkisi, vakum ambalajlı K grubu köftelerde depolamanın 3. ve 4. ayı, BHT-50 grubu köftelerde depolamanın 2. ve 3. ayı, BHT-100 grubu köftelerde depolamanın 1. ve 2. ayı ile 2. ve 3. ayı arasında önemsiz (P>0,01), diğer aylar arasında önemli (P<0,01) olarak saptanmıştır (Çizelge 4.10).

Vakumlu ve vakumsuz ambalajlı köftelerin PD'lerine depolama süresince antioksidan miktarının etkisi Çizelge 4.9'de gösterilmiştir. Gerek vakumsuz grupta gerekse vakumlu grupta depolamanın 1. ayından itibaren her periyotta antioksidan ilavesi ve antioksidan miktarının artışı PD'nin artışı engellemiştir ($P<0,01$).

Farklı miktarda antioksidan içeren köftelerin PD'ne depolama süresince ambalaj şeklinin etkisi Çizelge 4.10'da verilmiştir. Farklı miktarda antioksidan içeren vakumlu ve vakumsuz ambalajlı köftelerde, her antioksidan miktarında depolama süresinin uzamasına bağlı olarak PD'deki artışa depolamanın her periyodunda -BHT- 100 grubunda 1.ay hariç -ambalaj şekli etkili olmuştur ($P>0,05$), yani vakum ambalajlama köftelerde PD'nin artışı engellemiştir (Çizelge 4.10).

Nitekim Pikul et al (1983), mekanik olarak ayrılmış kanatlı etlerine BHA/BHT karışımı ilave ederek -18°C de 23 hafta depolamışlar, PD'ni belirlemişlerdir. Depolama sonunda antioksidanlı grupta PD'ni $20\mu\text{g O}_2/\text{g}$ yağ, kontrol grupta ise $80\mu\text{g O}_2/\text{g}$ yağ olarak tespit etmişlerdir. Miller et al (1980), frankfurter üretiminde kullandıkları hammaddelerden domuz yağını frankfurterlerin depolama süresi boyunca ($-17,8^{\circ}\text{C}$ de 37 hafta) depolamışlar ve PD'ni belirlemişlerdir. Başlangıçta $0,9\text{ meq O}_2/\text{kg}$ yağ olarak belirledikleri PD'nin, 25. haftada $2,37\text{ meq O}_2/\text{kg}$ yağ 'a ulaştığını, sonra giderek düşme eğilimi gösterdiğini belirtmişler ve 37. haftada $2,0\text{ meq O}_2/\text{kg}$ yağ olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.9. Vakumsuz ve vakum ambalajlı köftelerin depolama süresince PD'ne antioksidan miktarının etkisi

| Ambalaj şekli | Depolama süresi (ay) | Antioksidan Miktarı | PD (meq O ₂ /kg yağ) | Ambalaj Şekli | Depolama süresi (ay) | Antioksidan Miktarı | PD (meq O ₂ /kg yağ) |
|---------------|----------------------|---------------------|---------------------------------|---------------|----------------------|---------------------|---------------------------------|
| Vakumsuz | 1 | K | 1.91a | Vakumlu | 1 | K | 0.96a |
| | | BHT-50 | 1.14b | | | BHT-50 | 0.44b |
| | | BHT-100 | 0.48c | | | BHT-100 | 0.31b |
| | 2 | K | 2.65a | | 2 | K | 1.51a |
| | | BHT-50 | 2.24b | | | BHT-50 | 0.90b |
| | | BHT-100 | 1.86c | | | BHT-100 | 0.46c |
| | 3 | K | 3.16a | | 3 | K | 1.75a |
| | | BHT-50 | 2.30b | | | BHT-50 | 1.00b |
| | | BHT-100 | 1.92c | | | BHT-100 | 0.56c |
| | 4 | K | 3.75a | | 4 | K | 1.92a |
| | | BHT-50 | 2.74b | | | BHT-50 | 1.47b |
| | | BHT-100 | 2.09c | | | BHT-100 | 0.96c |
| 5 | K | 3.98a | 5 | K | 2.89a | | |
| | BHT-50 | 2.97b | | BHT-50 | 1.91b | | |
| | BHT-100 | 2.44c | | BHT-100 | 1.44c | | |
| 6 | K | 4.57a | 6 | K | 3.86a | | |
| | BHT-50 | 3.57b | | BHT-50 | 2.83b | | |
| | BHT-100 | 3.13c | | BHT-100 | 2.03c | | |

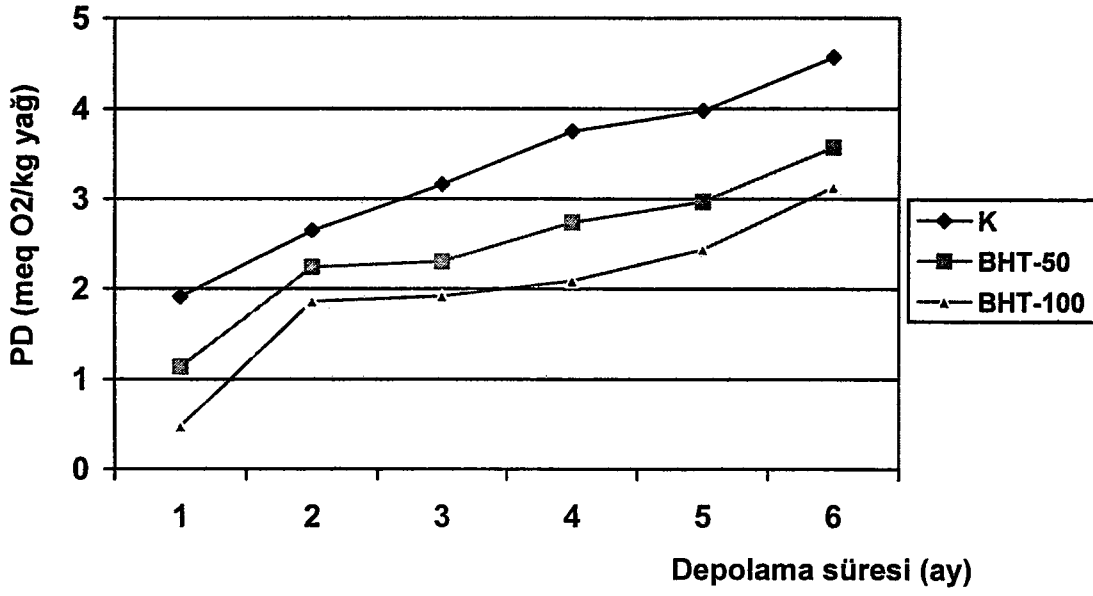
a,b,c,d: Her ambalaj şeklinde ve her depolama süresinde aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (P>0,01)

Çizelge 4.10. Değişik miktarlarda antioksidan içeren köftelerin depolama süresince PD'ne depolama süresinin ve ambalaj şeklinin etkisi

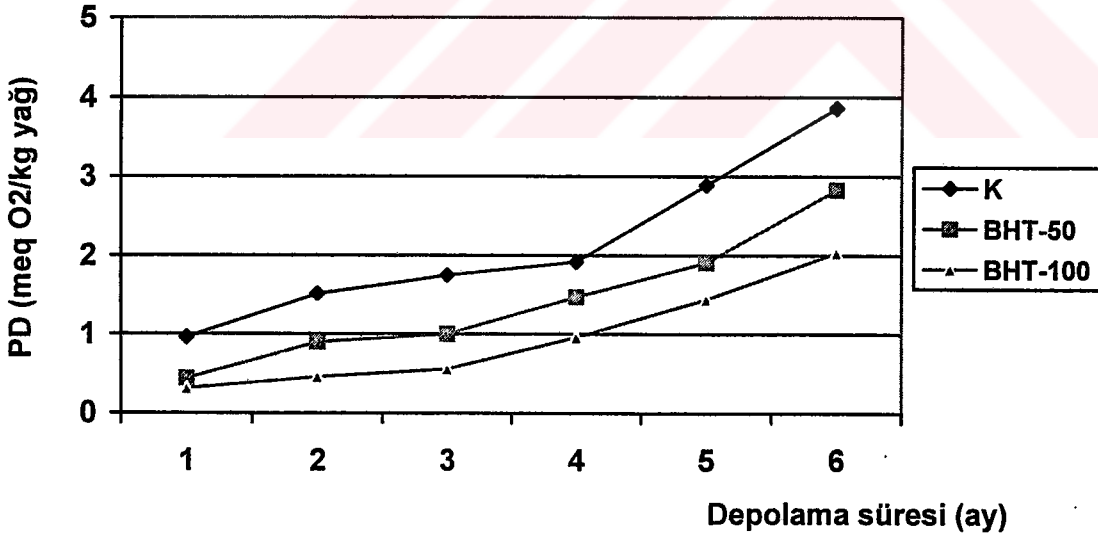
| Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | PD ortalamaları | |
|---------------------|----------------------|------------------|-----------------|
| | | Vakumsuz ambalaj | Vakumlu ambalaj |
| K | 1 | 1.91aA | 0.96aB |
| | 2 | 2.65bA | 1.51bB |
| | 3 | 3.16cA | 1.75cB |
| | 4 | 3.75dA | 1.92cB |
| | 5 | 3.98eA | 2.89dB |
| | 6 | 4.57fA | 3.86eB |
| BHT-50 | 1 | 1.41aA | 0.44aB |
| | 2 | 2.24bA | 0.90bB |
| | 3 | 2.30bA | 1.00bB |
| | 4 | 2.74cA | 1.47cB |
| | 5 | 2.97dA | 1.91dB |
| | 6 | 3.57eA | 2.83eB |
| BHT-100 | 1 | 0.48aA | 0.31aA |
| | 2 | 1.86bA | 0.46abB |
| | 3 | 1.92bA | 0.56bB |
| | 4 | 2.09bA | 0.96cB |
| | 5 | 2.44cA | 1.44dB |
| | 6 | 3.13dA | 2.03eB |

a, b, c, d, e, f (↓) : Her ambalaj şeklinde ve her antioksidan miktarında aynı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($P>0.01$).

A, B (→) : Her antioksidan miktarında aynı depolama süresinde aynı harfleri taşıyan ambalaj ortalamaları arasındaki fark önemli değildir ($P>0,05$; $LSD = 0,2251$)



Şekil 4.3. Vakum ambalajsız köftenin peroksit değerinin antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi.



Şekil 4.4. Vakum ambalajlı köftenin peroksit değerinin antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi.

4.5. TBA Değeri

Değişik miktarda antioksidan içeren, vakumlu ve vakumsuz olarak ambalajlanan köftelerin TBA değerlerine ambalaj şekli x antioksidan miktarı x depolama süresi interaksyonunun etkili olduğu görülmüştür ($P<0,01$) (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Köftelerin TBA değerlerine ait varyans analizi tablosu

| Kaynak | Serbestlik derecesi | Kareler toplamı | Kareler ortalaması | F değeri | Olasılık |
|------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Ambalaj (A1) | 1 | 0.08194 | 0.08194 | 2E+03 | 0.000 |
| Antioksidan (A2) | 2 | 0.08991 | 0.04496 | 901.87 | 0.000 |
| A1xA2 | 2 | 0.02199 | 0.01100 | 220.58 | 0.000 |
| Tekerrür (A1xA2) | 6 | 0.00029 | | | |
| Süre (S) | 6 | 0.35270 | 0.05878 | 2953.98 | 0.000 |
| A1xS | 6 | 0.01854 | 0.00309 | 155.29 | 0.000 |
| A2xS | 12 | 0.02208 | 0.00184 | 92.49 | 0.000 |
| A1xA2xS | 12 | 0.00769 | 0.00064 | 32.20 | 0.000* |
| Hata | 36 | 0.00071 | 0.00002 | | |
| Toplam | 83 | 0.59589 | | | |

* $P<0,01$

Her ambalaj şeklinde ve her antioksidan miktarında köftelerin TBA değeri depolama süresi uzadıkça artmıştır (Çizelge 4.13, şekil 4.5, 4.6). Bu artışa depolama süresinin etkisi, vakumsuz K ve BHT- 50 grubunda depolamanın her periyodunda önemli olmuştur ($P<0,01$). BHT-100 grubunda TBA değerindeki artışa depolama süresinin etkisi, 2. ve 3. aylar ile 3. ve 4. aylar arasında önemsiz ($P>0,01$), diğer aylar arasında önemli ($P<0,01$) olarak saptanmıştır. Depolama süresinin malonaldehit oluşumu üzerine olan etkisi, vakumlu K grubunda depolamanın her periyodunda, BHT-50 ve BHT-100 gruplarında ise depolamanın 1. ayından itibaren her periyotta önemli olmuştur ($P<0,01$) (Çizelge 4.13).

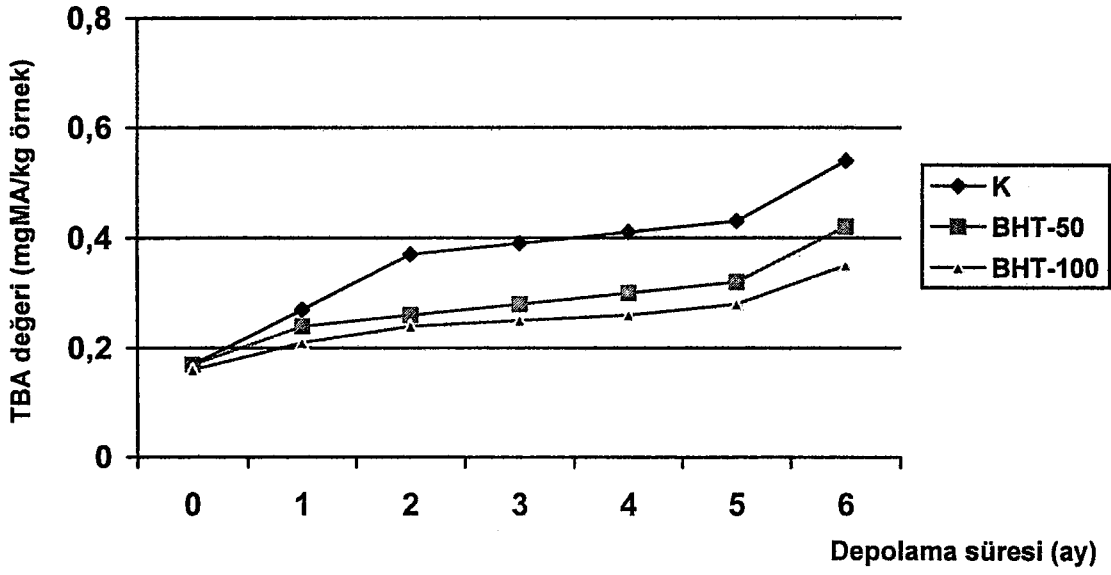
Çizelge 4.12 'de farklı şekilde ambalajlanmış köftelerin 6 aylık depolama süresince TBA değerine antioksidan miktarının etkisi gösterilmiştir. Vakum ambalajsız köftelere antioksidan ilavesi ve antioksidan miktarı, depolama süresince artış gösteren malonaldehit miktarının artışının engellenmesi üzerine depolamanın her periyodunda etkili olmuştur ($P<0,01$) (Çizelge 4.15). Buna karşın vakum ambalajlı köftelerde malonaldehit oluşumundaki artışın, depolamanın ilk dört ayında antioksidan ilavesiyle engellendiği ($P<0,01$), fakat antioksidan miktarları arasında fark olmadığı ($P>0,01$), 5. aydan itibaren antioksidan miktarının da etkili olduğu ($P<0,01$) görülmüştür (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.13'da değişik miktarda antioksidan içeren köftelerin depolama süresince TBA değerleri üzerine ambalaj şeklinin etkisi verilmiştir. Her depolama süresinde vakum ambalajsız köftelerin TBA değerleri, vakum ambalajlı köftelerin TBA değerlerinden daha yüksek olarak saptanmış ve vakum ambalajsız köftelerin TBA değerleri ile vakum ambalajlı köftelerin TBA değerleri arasındaki fark 1. aydan itibaren her dönemde önemli olmuştur ($P<0,05$). Diğer bir ifade ile vakum ambalajlama köftelerde yağ oksidasyonunu engellemiştir (Çizelge 4.13).

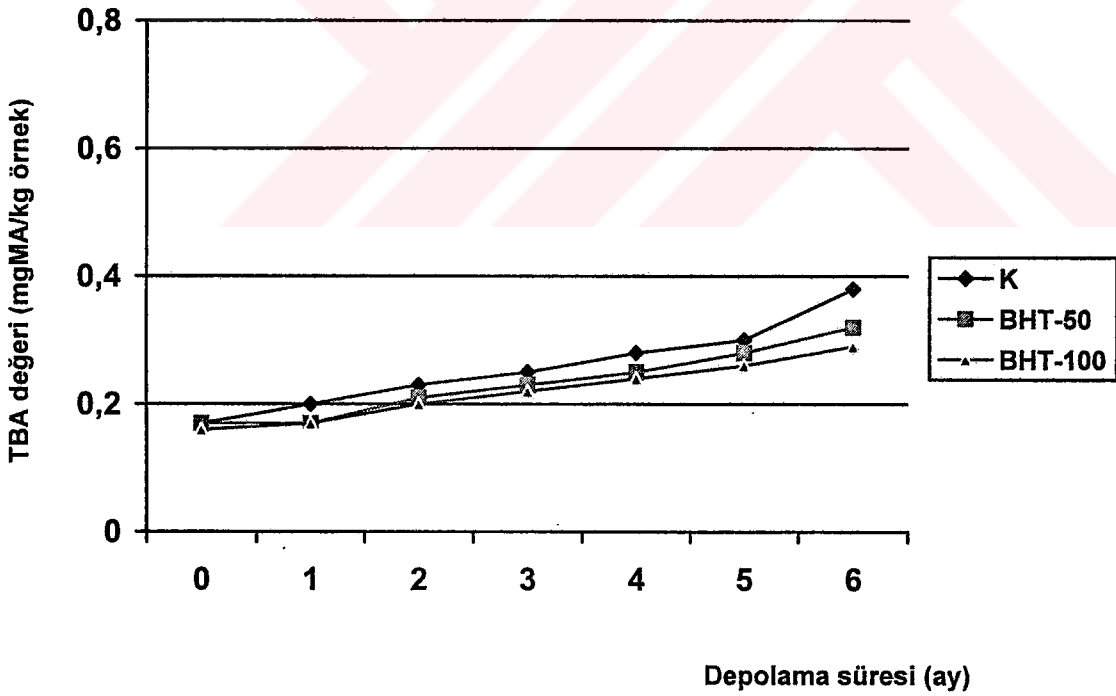
Çizelge 4.12. Vakumsuz ve vakum ambalajlı köftelerin depolama süresince TBA değerine antioksidan miktarının etkisi

| Ambalaj şekli | Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | TBA değerleri (mg MA/kg örnek) | Ambalaj şekli | Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | TBA değerleri (mg MA/kg örnek) |
|---------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|
| Vakumsuz | 0 | K | 0.17a | Vakumlu | 0 | K | 0.17a |
| | | BHT-50 | 0.17a | | | BHT-50 | 0.17a |
| | | BHT-100 | 0.16a | | | BHT-100 | 0.16a |
| | 1 | K | 0.27a | | 1 | K | 0.20a |
| | | BHT-50 | 0.24b | | | BHT-50 | 0.17b |
| | | BHT-100 | 0.21c | | | BHT-100 | 0.17b |
| | 2 | K | 0.37a | | 2 | K | 0.23a |
| | | BHT-50 | 0.26b | | | BHT-50 | 0.21b |
| | | BHT-100 | 0.24c | | | BHT-100 | 0.20b |
| | 3 | K | 0.39a | | 3 | K | 0.25a |
| | | BHT-50 | 0.28b | | | BHT-50 | 0.23b |
| | | BHT-100 | 0.25c | | | BHT-100 | 0.22b |
| | 4 | K | 0.41a | | 4 | K | 0.28a |
| | | BHT-50 | 0.30b | | | BHT-50 | 0.25b |
| | | BHT-100 | 0.26c | | | BHT-100 | 0.24b |
| | 5 | K | 0.43a | | 5 | K | 0.30a |
| | | BHT-50 | 0.32b | | | BHT-50 | 0.28b |
| | | BHT-100 | 0.28c | | | BHT-100 | 0.26c |
| 6 | K | 0.54a | 6 | K | 0.38a | | |
| | BHT-50 | 0.42b | | BHT-50 | 0.32b | | |
| | BHT-100 | 0.35c | | BHT-100 | 0.29c | | |

a,b,c,d: Her ambalaj şeklinde ve her depolama süresinde aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($P>0,01$)



Şekil 4.5. Vakum ambalajsız köftenin tiyobarbiturik asit değerinin antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi.



Şekil 4.6. Vakum ambalajlı köftenin tiyobarbiturik asit değerinin antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi.

Çizelge 4.13. Değişik miktarlarda antioksidan içeren köftelerin depolama süresince TBA değerine depolama süresinin ve ambalaj şeklinin etkisi

| Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | Ambalaj ortalamaları | |
|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| | | Vakumsuz ambalaj | Vakumlu ambalaj |
| K | 0 | 0.17aA | 0.17aA |
| | 1 | 0.27bA | 0.20bB |
| | 2 | 0.34cA | 0.23cB |
| | 3 | 0.39dA | 0.25dB |
| | 4 | 0.41eA | 0.28eB |
| | 5 | 0.43fA | 0.30fB |
| | 6 | 0.54gA | 0.38gB |
| BHT-50 | 0 | 0.17aA | 0.17aA |
| | 1 | 0.24bA | 0.17aB |
| | 2 | 0.26cA | 0.21bB |
| | 3 | 0.28dA | 0.23cB |
| | 4 | 0.30eA | 0.25dB |
| | 5 | 0.32fA | 0.28eB |
| | 6 | 0.42gA | 0.32fB |
| BHT-100 | 0 | 0.16aA | 0.16aA |
| | 1 | 0.21bA | 0.17aB |
| | 2 | 0.24cA | 0.20bB |
| | 3 | 0.25cdA | 0.22cB |
| | 4 | 0.26dA | 0.24dB |
| | 5 | 0.28eA | 0.26eB |
| | 6 | 0.35fA | 0.29fB |

a, b, c, d, e, f, g (↓) : Her ambalaj şeklinde ve her antioksidan miktarında aynı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($P > 0,01$).

A, B (→) : Her antioksidan miktarında aynı depolama süresinde aynı harfleri taşıyan ambalaj ortalamaları arasındaki fark önemli değildir ($P > 0,05$; $LSD = 0,01216$)

Köfte tipi et ürünlerinde TBA değeri üzerine antioksidan uygulamasının, değişik şekillerde paketlenen ve depolama sıcaklığının düşürülmesinin etkili olduğu çok sayıda araştırmacı tarafından da ifade edilmiştir. Caldironi and Bazan (1982), sığır semitendinosus kası ve yağ dokusunda TBA değeri ve yağ asidi kompozisyonu üzerine BHT'in ve sitrik asit /EDTA/ askorbik asit (CEA) karışımının etkilerini incelemişlerdir. Sığır semitendinosus kasının $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ de 10. gün sonundaki TBA değerinin (peroksidize olmuş metil linoleat kurvesinde μg peroxidized metil linoleat $\times 10^{-2}$ olarak) kontrol grubunda 16, CEA ve BHT 'li grupta 9 olarak ölçüldüğünü, $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$ de 70. gün sonunda sığır semitendinosus kasının TBA değerinin kontrol grubunda 7, CEA grubunda 7,5 ve BHT grubunda 5 olarak tespit edildiğini belirtmişlerdir. $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ de depolanan yağ dokunun 42. gün sonunda TBA değerlerinin kontrol grubunda 8, CEA grubunda 5 ve BHT grubunda 3 olarak belirlendiğini, yine yağ dokunun $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$ de 175. gün sonunda TBA değerinin kontrol grubunda 5, CEA grubunda 4 ve BHT grubunda 2 olarak belirlendiğini belirtmişlerdir. Bhattacharya et al (1988), sığır etinden yapılmış köftelerin lipid oksidasyonu üzerine depolama sıcaklığının ve paketlenen etkisini araştırmışlardır. Depolama sıcaklığı olarak $-12,2^{\circ}\text{C}$, $-23,3^{\circ}\text{C}$ ve $-34,4^{\circ}\text{C}$, paketlenen vakumlu ve vakumsuz paketlenen uygulamışlar, 20 haftalık depolama süresi sonunda $-23,3^{\circ}\text{C}$ ve $-34,4^{\circ}\text{C}$ de depolanan örneklerin $-12,2^{\circ}\text{C}$ de depolanan örneklere göre daha düşük TBA değerine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Vakumlu örneklerde de daha düşük TBA değeri saptayan araştırmacılar, donmuş depolamada lipid oksidasyonunun engellenemediğini ancak düşük depolama sıcaklığının ve vakum paketlenen lipid oksidasyonunu daha etkili şekilde geciktirdiğini belirtmişlerdir.

Pikul et al (1983), BHA+ BHT karışımını ilave ederek -18°C de 23 hafta boyunca depoladıkları kanatlı etlerinin lipid oksidasyonunu belirlemişler, 23. haftada TBA değerini kontrol grubunda 60 mg MA/100g yağ, antioksidanlı grupta ise 20 mg MA/100g yağ olarak tespit etmişler ve antioksidan

uygulamasının oksidasyonu geciktirmede etkili olduğunu belirtmişlerdir. Miles et al (1986), domuz kıymasının oksidasyonu üzerine antioksidanların (sodyum tripolifosfat, BHT/BHA sitrik asit karışımı, α - tokoferol, askorbil palmitat / α -tokoferol)ve paketlemenin (vakumlu, vakumsuz) etkisini araştırarak 4 °C de 16. gün sonunda antioksidanlardan BHT/ BHA/ sitrik asit karışımının daha etkili olduğunu vurgulamışlardır. Bu grupta 0,17 mg MA/kg örnek TBA değeri belirlenmiştir. Vakum ambalajlı grupta TBA değerini 16. günde 0,15 mg MA/kg örnek olarak belirlediklerini, bu değer vakumsuz ambalajlı grupta 0,86 mg MA/kg örnek olarak tespit edildiğini belirtmişlerdir.

4.6. Tintometre Renk Değeri

Değişik miktarda antioksidan içeren, vakumlu ve vakumsuz olarak ambalajlanan köftelerin artan kırmızılık değeri olarak verilen Tintometre renk değerlerine (TRD) ambalaj şekli x antioksidan miktarı x depolama süresi interaksiyonunun etkili olduğu görülmüştür ($P<0,05$) (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Köftelerin TRD'ne ait varyans analizi tablosu

| Kaynak | Serbestlik derecesi | Kareler toplamı | Kareler ortalaması | F değeri | Olasılık |
|------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Ambalaj (A1) | 1 | 3.66670 | 3.66670 | 357.85 | 0.000 |
| Antioksidan (A2) | 2 | 0.00517 | 0.00259 | 0.25 | 0.785 |
| A1xA2 | 2 | 0.01049 | 0.00524 | 0.51 | 0.623 |
| Tekerrür (A1xA2) | 6 | 0.06148 | | | |
| Süre (S) | 6 | 28.51638 | 4.75273 | 1648.80 | 0.000 |
| A1xS | 6 | 1.47216 | 0.24536 | 85.12 | 0.000 |
| A2xS | 12 | 0.03466 | 0.00289 | 1.00 | 0.467 |
| A1xA2xS | 12 | 0.07068 | 0.00589 | 2.04 | 0.049* |
| Hata | 36 | 0.10377 | 0.00288 | | |
| Toplam | 83 | 33.94149 | | | |

* $p<0.05$

Köftelerin TRD, her ambalaj şeklinde ve her antioksidan miktarında depolama süresine bağlı olarak azalmıştır (Çizelge 4.15, Şekil 4.7, 4.8). Bu azalma vakum ambalajsız K grubunda tüm periyotlar arasında önemli ($P<0,05$), BHT-50 ve BHT-100 gruplarında ise depolamanın 5. ayına kadar tüm periyotlar arasında önemli ($P<0,05$), 5. ve 6. aylar arasındaki fark önemsiz ($P>0,05$) olmuştur. Vakum ambalajlı K grubunda TRD'ndeki azalışa depolama süresinin etkisi 3. aya kadar önemli ($P<0,05$), daha sonraki dönemlerde önemsiz ($P>0,05$) olmuştur. TRD'ndeki azalışa depolama süresinin etkisi vakum ambalajlı BHT-50 grubunda 2. ve 3. aylar ile 4. ve 5. aylar arasında önemsiz ($P<0,05$), diğer aylar arasında önemli ($P<0,05$) olarak saptanmıştır. Vakumlu BHT-100 grubunda 2. ve 3. aylar ile 4., 5. ve 6. aylar arasında önemsiz ($P>0,05$), diğer aylar arasında önemli ($P<0,05$) olarak saptanmıştır.

Vakumlu ve vakumsuz ambalajlanmış köftelerin 6 aylık depolama süresince TRD'ne antioksidan miktarı etki etmemiştir ($P>0,01$, Çizelge 4.14). Her iki şekilde de ambalajlanmış köftelere ilave edilen antioksidan ne düzeyde olursa olsun TRD'ndeki azalmayı engelleyememiştir.

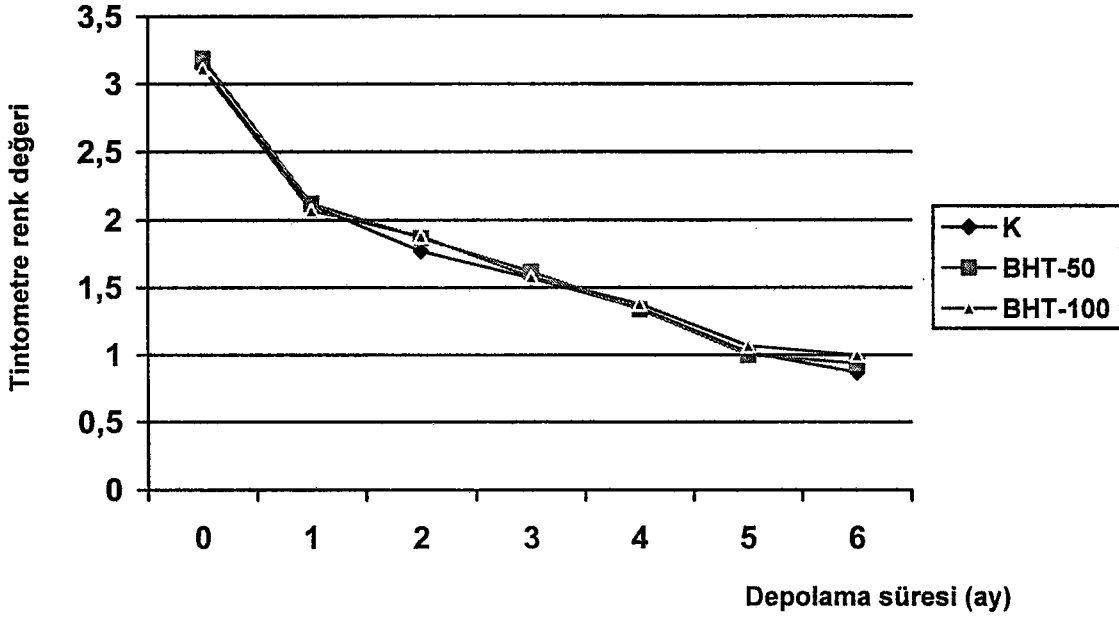
Değişik miktarda antioksidan içeren köftelerin depolama süresince TRD üzerine ambalaj şeklinin etkisi Çizelge 4.15'te verilmiştir. Her antioksidan miktarında ve her depolama süresinde vakum ambalajlı köftelerin TRD'leri vakum ambalajsız köftelerin TRD'lerinden daha yüksek olarak saptanmış ve vakum ambalajlı köftelerin TRD'leri ile vakum ambalajsız köftelerin TRD'leri arasındaki fark, 1. aydan itibaren her dönemde önemli olmuştur ($P<0,05$). Diğer bir ifade ile vakum ambalajlama, köftelerin renk kaybını depolamanın her periyodunda engellemiştir.

Çizelge 4.15. Değişik miktarlarda antioksidan içeren köftelerin depolama süresince TRD'lerine (artan kırmızılık değeri olarak) depolama süresinin ve ambalaj şeklinin etkisi

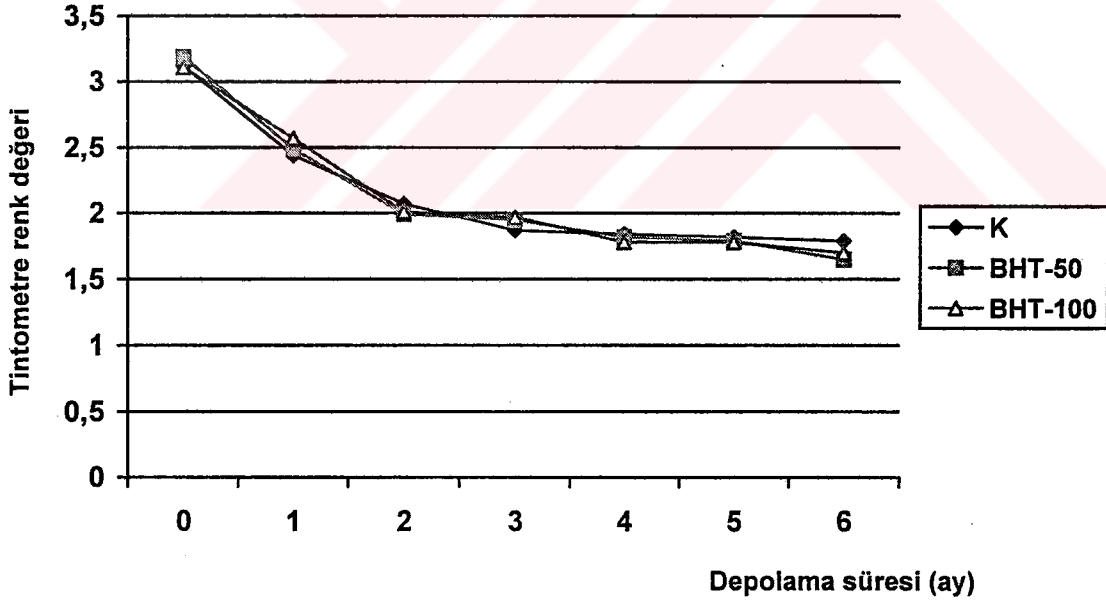
| Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | TRD ortalamaları | |
|---------------------|----------------------|------------------|------------------|
| | | Vakumlu ambalaj | Vakumsuz ambalaj |
| K | 0 | 3.12aA | 3.12aA |
| | 1 | 2.44bA | 2.11bB |
| | 2 | 2.07cA | 1.77cB |
| | 3 | 1.87dA | 1.57dB |
| | 4 | 1.84dA | 1.35eB |
| | 5 | 1.82dA | 1.02fB |
| | 6 | 1.79dA | 0.87gB |
| BHT-50 | 0 | 3.19aA | 3.19aA |
| | 1 | 2.49bA | 2.12bB |
| | 2 | 1.99cA | 1.87cB |
| | 3 | 1.95cA | 1.62dB |
| | 4 | 1.82dA | 1.34eB |
| | 5 | 1.79dA | 1.00fB |
| | 6 | 1.65eA | 0.94fB |
| BHT-100 | 0 | 3.11aA | 3.11aA |
| | 1 | 2.57bA | 2.07bB |
| | 2 | 2.01cA | 1.88cB |
| | 3 | 1.97cA | 1.58dB |
| | 4 | 1.78dA | 1.38eB |
| | 5 | 1.78dA | 1.07fB |
| | 6 | 1.70dA | 1.00fB |

a, b, c, d, e, f, g (↓) : Her ambalaj şeklinde ve her antioksidan miktarında aynı harf taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemli değildir ($P>0.05$).

A, B (→) : Her antioksidan miktarında aynı depolama süresinde aynı harfleri taşıyan ambalaj ortalamaları arasındaki fark önemli değildir ($P>0.05$; $LSD = 0,1088$)



Şekil 4.7. Vakum ambalajsız köftenin tintometre renk değerinin antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi



Şekil 4.8. Vakum ambalajlı köftenin tintometre renk değerinin antioksidan miktarına ve depolama süresine bağlı olarak değişimi

Chastain et al (1982), %20 yağlı ve 1:1 oranında sığır/domuz etinden ürettikleri ürüne yağ miktarı üzerinden %0,02 BHA, %0,02 TBHQ ve %0,01 BHA+ %0,01 TBHQ ilave etmişler, -10°C de 20 hafta depoladıkları ürünün rengini Hunter renk ölçüm cihazı ile belirlemişlerdir. Hunter a değerlerini başlangıçta kontrol grup için 14,2 , TBHQ içeren grup için 13,6, BHA içeren grup için 15,7 ve BHA+TBHQ içeren grup için 13,7 olarak belirlediklerini, 20. haftada ise bu değerleri kontrolde 6,1, TBHQ grubunda 7,4, BHA grubunda 9,1 ve BHA+TBHQ grubunda 8,2 olarak belirlediklerini ifade etmişlerdir. Bu sonuçlardan sonra her iki antioksidanın da rengin korunmasında etkili olduğunu, fakat BHA'un hem TBHQ'dan hem de BHA+TBHQ grubundan daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Brewer and Harbers (1991b), değişik şekillerde paketlenmiş (vakumlu V, polivinil klorid film PVC, Alüminyum folyo Al, Saran S, Al-Saran SA) %30 yağlı domuz kıymalarının -17°C de 39 hafta boyunca renk puanlarını belirlemişlerdir. Başlangıçta Hunter L değerinin taze üründe 60 olarak ölçüldüğünü, 39. haftada buna en yakın değer vakumlu grupta belirlendiğini ifade etmişlerdir. Başlangıçta Hunter a değerinin taze üründe 21,2 olarak ölçüldüğünü, 26. haftada yine en yüksek a değerinin vakumlu grupta belirlendiğini (19 puan), en düşük değer (15 puan) PVC ile paketlenmiş grupta ölçüldüğünü belirtmişlerdir. Otuz dokuzuncu haftada ise en yüksek ikinci a değerinin (13.2) vakum paketli grupta belirlendiğini ifade etmişlerdir.

Ho et al (1995), antioksidan uygulayarak (BHT/PG/sitrik asit, %0,01'er düzeyde) donmuş depolama uyguladıkları domuz köftelerinin depolama süresi boyunca (16 hafta) Hunter renk değerlerini ölçmüşlerdir. Hunter L değerine depolama süresinin etki ettiğini ifade etmişlerdir. Başlangıçta 47,9 olarak ölçülen L değerinin depolama süresince azaldığını 16. haftada 44,6'ya düştüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar Hunter a değerine antioksidan uygulamasının fazla etki etmediğini belirtmişlerdir. Başlangıçta a değerinin antioksidanlı grupta

8,9 , antioksidansız grupta 8,5 , 16. haftada bu değerin antioksidanlı grupta 6,4., antioksidansız grupta ise 6,0 olarak ölçüldüğünü ifade etmişlerdir.

4.7. Duyusal Değerlendirme

4.7.1. Lezzet

Değişik miktarda antioksidan içeren, vakumlu ve vakumsuz olarak ambalajlanan köftelerin depolama süresince yapılan duyusal değerlendirilmesinde lezzet için verilen puanlar toplu olarak Çizelge 4.16’da verilmiştir. Gerek antioksidan içeren ve içermeyen köfteler, gerekse vakumlu ve vakumsuz olarak ambalajlanan köfteler 6 aylık depolama süresince lezzet yönünden birbirine yakın puanlarla değerlendirilmişlerdir. Genel olarak her grup köftenin depolama süresi uzadıkça lezzet beğeni puanı değerlerinde az da olsa bir azalma görülmesine ve vakum ambalajsız köftelerin vakum ambalajlı köftelerden biraz daha düşük puan almalarına rağmen (Çizelge 4.16), gerek antioksidan ilavesinin ve miktarının, gerek ambalajlama şeklinin, gerekse 6 aylık depolama süresinin lezzet beğenisini etkilemediği görülmüş ($P>0,05$) (Çizelge 4.17) ve köfteler depolamanın değişik periyotlarında “iyi” ve “çok iyi” olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.17. Duyusal değerlendirme lezzet puanlarına ait varyans analizi tablosu

| Kaynak | Serbestlik derecesi | Kareler toplamı | Kareler ortalaması | F değeri | Olasılık |
|------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Süre (S1) | 6 | 1.9371 | 0.3228 | 0.67 | 0.672 |
| Tekerrür (S2) | 42 | 20.1667 | 0.4802 | | |
| Ambalaj (A1) | 1 | 0.1913 | 0.1913 | 0.39 | 0.443 |
| A1xS2 | 42 | 20.8333 | 0.4960 | | |
| Antioksidan (A2) | 2 | 0.2670 | 0.1335 | 0.36 | 0.699 |
| A2xS2 | 84 | 31.2262 | 0.3717 | | |
| A1xA2 | 2 | 0.1071 | 0.0536 | 0.17 | 0.847 |
| S1xA1 | 6 | 0.6003 | 0.1001 | 0.31 | 0.930 |
| S1xA2 | 12 | 1.0068 | 0.0839 | 0.26 | 0.994 |
| S1xA1xA2 | 12 | 0.8333 | 0.0694 | 0.22 | 0.997 |
| Hata | 84 | 27.0595 | 0.3221 | | |
| Toplam | 293 | 104.2287 | | | |

Çizelge 4.16. Duyusal değerlendirme lezzet puanları

| Ambalaj şekli | Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | Lezzet puanı | Ambalaj şekli | Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | Lezzet puanı |
|---------------|---------------------|----------------------|--------------|---------------|---------------------|----------------------|--------------|
| Vakumsuz | K | 0 | 7.4 | Vakumlu | K | 0 | 7.0 |
| | | 1 | 7.0 | | | 1 | 7.0 |
| | | 2 | 7.1 | | | 2 | 7.1 |
| | | 3 | 7.1 | | | 3 | 6.8 |
| | | 4 | 6.9 | | | 4 | 7.0 |
| | | 5 | 6.9 | | | 5 | 7.0 |
| | 6 | 7.0 | 6 | | 6.9 | | |
| | BHT-50 | 0 | 7.4 | | BHT-50 | 0 | 7.2 |
| | | 1 | 7.0 | | | 1 | 7.2 |
| | | 2 | 6.9 | | | 2 | 7.0 |
| | | 3 | 7.0 | | | 3 | 6.9 |
| | | 4 | 6.8 | | | 4 | 6.9 |
| | | 5 | 7.0 | | | 5 | 6.9 |
| | BHT-100 | 0 | 7.2 | | BHT-100 | 0 | 7.0 |
| | | 1 | 7.2 | | | 1 | 7.0 |
| | | 2 | 6.9 | | | 2 | 7.0 |
| | | 3 | 6.9 | | | 3 | 7.0 |
| | | 4 | 7.0 | | | 4 | 6.8 |
| 5 | | 7.0 | 5 | 6.9 | | | |
| 6 | 7.0 | 6 | 6.9 | | | | |

8.1-9: Mükemmel

7.1-8: Çok iyi

6.1-7: İyi

5.1-6: Orta

4.1-5: Kabul edilebilir

4'ün altı: Kötü

4.7.2 Renk

Değişik miktarda antioksidan içeren, vakumlu ve vakumsuz olarak ambalajlanan köftelerin depolama süresince yapılan duyuşal değerlendirmelerinde renk için verilen puanlar toplu olarak Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Duyusal değerlendirme renk puanlarına ait varyans analizi tablosu

| Kaynak | Serbestlik derecesi | Kareler toplamı | Kareler ortalaması | F değeri | Olasılık |
|------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Süre (S1) | 6 | 9.3503 | 1.5584 | 2.11 | 0.072 |
| Tekerrür (S2) | 42 | 30.9762 | 0.7375 | | |
| Ambalaj (A1) | 1 | 2.1259 | 2.1259 | 8.76 | 0.005* |
| A1xS2 | 42 | 10.1905 | 0.2426 | | |
| Antioksidan (A2) | 2 | 0.2109 | 0.1054 | 0.36 | 0.698 |
| A2xS2 | 84 | 24.5238 | 0.2920 | | |
| A1xA2 | 2 | 1.0068 | 0.5034 | 2.28 | 0.108 |
| S1xA1 | 6 | 2.0170 | 0.3362 | 1.52 | 0.180 |
| S1xA2 | 12 | 1.3486 | 0.1124 | 0.51 | 0.903 |
| S1xA1xA2 | 12 | 0.3861 | 0.0322 | 0.15 | 1.000 |
| Hata | 84 | 18.5238 | 0.2205 | | |
| Toplam | 293 | 100.6599 | | | |

*p<0,05

Genelde her grup köftenin depolama süresi uzadıkça duyuşal renk puanlarında bir azalma gözlenmiştir. Fakat vakum ambalajlı köftelerin duyuşal renk puanları, vakum ambalajsız köftelerin duyuşal renk puanlarından biraz daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4.18). Gerek antioksidan ilavesi gerekse depolama süresi renk beğenisini etkilemezken (P>0,05) ambalajlama şeklinin etkili olduğu görülmüştür (P<0,05) (Çizelge 4.19) ve köfteler depolamanın değişik periyotlarında renk beğenisi yönünden “iyi” ve “çok iyi” olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.18. Duyusal değerlendirme renk puanları

| Ambalaj şekli | Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | Renk puanı | Ambalaj şekli | Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | Renk puanı |
|---------------|---------------------|----------------------|------------|---------------|---------------------|----------------------|------------|
| Vakumsuz | K | 0 | 7.4 | Vakumlu | K | 0 | 7.4 |
| | | 1 | 7.1 | | | 1 | 7.3 |
| | | 2 | 6.9 | | | 2 | 7.0 |
| | | 3 | 6.9 | | | 3 | 7.0 |
| | | 4 | 6.6 | | | 4 | 6.9 |
| | | 5 | 6.5 | | | 5 | 6.9 |
| | | 6 | 6.4 | | | 6 | 6.9 |
| | BHT-50 | 0 | 7.6 | | BHT-50 | 0 | 7.6 |
| | | 1 | 7.3 | | | 1 | 7.2 |
| | | 2 | 7.1 | | | 2 | 7.0 |
| | | 3 | 6.9 | | | 3 | 6.9 |
| | | 4 | 6.8 | | | 4 | 6.9 |
| | | 5 | 6.7 | | | 5 | 7.0 |
| | | 6 | 6.4 | | | 6 | 6.8 |
| | BHT-100 | 0 | 7.2 | | BHT-100 | 0 | 7.4 |
| | | 1 | 7.0 | | | 1 | 7.1 |
| | | 2 | 7.0 | | | 2 | 6.8 |
| | | 3 | 7.0 | | | 3 | 6.8 |
| | | 4 | 6.8 | | | 4 | 6.8 |
| | | 5 | 6.8 | | | 5 | 6.9 |
| | | 6 | 6.8 | | | 6 | 7.0 |

8.1-9: Mükemmel

7.1-8: Çok iyi

6.1-7: İyi

5.1-6: Orta

4.1-5: Kabul edilebilir

4'ün altı: Kötü

Nitekim Miles et al (1986), domuz kıymasının 4°C de 16 gün depolanması boyunca renk kaybı üzerine antioksidanların (sodyum tripolifosfat, BHT/BHA/ sitrik asit, α -tokoferol, askorbil palmitat) ve paketlemenin (vakumlu ve vakumsuz) etkisini incelemiştir. Araştırmacılar duyuşal renk değerlendirmesinin 15 puan üzerinden yapıldığını, paketleme şeklinin renk üzerine etkili olduğunu, vakumsuz ambalajlı grubun 16. gün sonunda 5.9 puan aldığını, vakum ambalajlı grubun ise 10 puan aldığını belirtmişlerdir.

4.7.3. Genel Beğeni

Vakumlu ve vakumsuz olarak ambalajlanmış değişik miktarda antioksidan içeren köftelerin depolama süresince yapılan duyuşal değerlendirilmelerinde genel beğeni için verilen puanlar toplu olarak Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Duyusal değerlendirme genel beğeni puanlarına ait varyans analizi tablosu

| Kaynak | Serbestlik derecesi | Kareler toplamı | Kareler ortalaması | F değeri | Olasılık |
|------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------|
| Süre (S1) | 6 | 5.1122 | 0.8520 | 1.59 | 0.175 |
| Tekerrür (S2) | 42 | 22.5714 | 0.5374 | | |
| Ambalaj (A1) | 1 | 0.1667 | 0.1667 | 0.30 | 0.589 |
| A1xS2 | 42 | 23.5714 | 0.5612 | | |
| Antioksidan (A2) | 2 | 0.0476 | 0.0238 | 0.06 | 0.943 |
| A2xS2 | 84 | 33.7857 | 0.4022 | | |
| A1xA2 | 2 | 0.0884 | 0.0442 | 0.17 | 0.840 |
| S1xA1 | 6 | 1.7619 | 0.2937 | 1.16 | 0.336 |
| S1xA2 | 12 | 0.7500 | 0.0625 | 0.25 | 0.995 |
| S1xA1xA2 | 12 | 0.3759 | 0.0313 | 0.12 | 1.000 |
| Hata | 84 | 21.2857 | 0.2534 | | |
| Toplam | 293 | 109.5170 | | | |

Değişik miktarda antioksidan içeren, vakumlu ve vakumsuz olarak ambalajlanmış köfteler 6 aylık depolama süresince genel beğeni açısından da her periyotta birbirine yakın puanlar almışlardır. Depolama süresi uzadıkça her grup köftenin genel beğeni puanlarında az da olsa bir azalma gözlenmiştir. Fakat

gerek vakum ambalajlı köfteler ile vakum ambalajsız köfteler gerekse antioksidanlı ve antioksidansız köfteler depolama süresi sonunda birbirine yakın puanlar ile değerlendirilmiştir (Çizelge 4.19). Ne ambalajlama şekli, ne antioksidan ilavesi ve miktarı ne de depolama süresi genel beğeniyi etkilememiş ($P>0,05$) (Çizelge 4.19) ve köfteler depolamanın değişik periyotlarında “iyi” ve “çok iyi” olarak değerlendirilmiştir.



Çizelge 4.21. Duyusal değerlendirme genel beğeni puanı

| Ambalaj şekli | Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | Genel beğeni puanı | Ambalaj şekli | Antioksidan miktarı | Depolama süresi (ay) | Genel beğeni puanı |
|---------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Vakumsuz | K | 0 | 7.4 | Vakumlu | K | 0 | 7.2 |
| | | 1 | 7.2 | | | 1 | 7.2 |
| | | 2 | 7.1 | | | 2 | 7.2 |
| | | 3 | 7.0 | | | 3 | 7.0 |
| | | 4 | 6.9 | | | 4 | 7.0 |
| | | 5 | 6.9 | | | 5 | 7.0 |
| | 6 | 6.9 | 6 | | 6.9 | | |
| | BHT-50 | 0 | 7.6 | | BHT-50 | 0 | 7.3 |
| | | 1 | 7.4 | | | 1 | 7.2 |
| | | 2 | 7.0 | | | 2 | 7.0 |
| | | 3 | 7.0 | | | 3 | 6.9 |
| | | 4 | 6.9 | | | 4 | 6.9 |
| | | 5 | 6.9 | | | 5 | 7.0 |
| | BHT-100 | 0 | 7.4 | | BHT-100 | 0 | 7.0 |
| | | 1 | 7.4 | | | 1 | 7.0 |
| | | 2 | 7.1 | | | 2 | 7.1 |
| | | 3 | 6.9 | | | 3 | 7.1 |
| | | 4 | 6.8 | | | 4 | 6.9 |
| 5 | | 7.0 | 5 | 6.9 | | | |
| 6 | 6.9 | 6 | 7.0 | | | | |

8.1-9: Mükemmel

7.1-8: Çok iyi

6.1-7: İyi

5.1-6: Orta

4.1-5: Kabul edilebilir

4'ün altı: Kötü

5.SONUÇ

Et ve et ürünlerini daha uzun süre tüketim kalitesinde tutabilmek için donmuş depolama, antioksidan uygulaması ya da vakum paketleme uygulamalarından biri veya birkaçı bir arada uygulanmaktadır.

Bu çalışmada köftelerin SYA oluşumuna depolama süresi, ambalajlama şekli ve antioksidan uygulaması etkili olmuştur. SYA miktarı, her ambalaj şeklinde ve her antioksidan miktarında depolama süresi uzadıkça artmıştır ($P<0,05$). SYA miktarı, her ambalaj şeklinde depolama süresine bağlı olarak antioksidan miktarından da etkilenmiştir. SYA miktarı, antioksidan ilavesinden ve miktarından vakumsuz ambalajlı grupta 2. aydan itibaren etkilenmeye başlamıştır ($P<0,01$). Vakum ambalajlı köftelerin SYA miktarı 2. aydan 6. aya kadar antioksidan ilavesinden etkilenirken ($P<0,01$) antioksidan miktarından etkilenmemiştir. ($P>0,01$). Yani 6. aya kadar SYA miktarındaki artışı engellemek için kg yağda 50 mg BHT yeterli olmuştur. Ayrıca SYA miktarı depolama süresince ambalajlama şeklinden de etkilenmiştir. Depolama süresi boyunca vakum ambalajlı köftelerde vakum ambalajsız köftelere göre daha düşük SYA miktarı belirlenmiştir. Fakat vakum ambalajlama, K ve BHT-50 gruplarında SYA oluşumunu değişik periyotlarda engellemiştir ($P<0,05$). BHT-100 grubunda ise vakumlu ve vakumsuz gruplar arasında fark görülmemiş ($P>0,05$) yani antioksidan uygulaması yeterli olmuştur.

PD'ne de depolama süresi, ambalajlama ve antioksidan uygulaması etki etmiştir. PD, her ambalaj şeklinde ve her antioksidan miktarında depolama süresi boyunca artmıştır ($P<0,01$). PD, vakumlu ve vakumsuz ambalajlı köftelerde depolama süresi boyunca antioksidan miktarından da etkilenmiş, PD'ndeki artış vakumsuz ambalajlı grupta her periyotta, vakum ambalajlı grupta ise 2. aydan itibaren her düzeydeki antioksidan miktarında önemli olmuştur ($P<0,01$).

Depolama süresi boyunca köftelerin PD'ni ambalaj şekli de etkilemiştir. Vakum ambalajlama her antioksidan miktarında PD'ndeki artışı engellemiştir ($P < 0,05$).

TBA değeri, depolama süresi uzadıkça her ambalaj şeklinde ve her antioksidan miktarında artmıştır ($P < 0,01$). Farklı şekilde ambalajlanmış köftelerin 6 aylık depolama süresince TBA değerine antioksidan miktarı etkili olmuştur. TBA değeri üzerine antioksidan ilavesi ve miktarı vakumsuz ambalajlı grupta her dönemde, vakum ambalajlı grupta ise 5. aydan itibaren etkili olmuştur ($P < 0,01$). Yani TBA değerindeki artışı en iyi şekilde vakumsuz grupta kg yağda 100 mg BHT, vakumlu grupta ise 4. aya kadar kg yağda 50 mg BHT önlemiştir. TBA değeri üzerine ambalaj şekli de etkili olmuş, vakum ambalajlama her antioksidan miktarında her periyotta TBA değerindeki artışı engellemiştir ($P < 0,05$).

TRD'ne depolama süresi, ambalajlama ve antioksidan uygulaması etki etmiştir. TRD, her ambalaj şeklinde ve her antioksidan miktarında depolama süresine bağlı olarak azalmıştır ($P < 0,05$). Antioksidan uygulaması, gerek vakum ambalajlı gerekse vakum ambalajsız grupta her periyotta TRD'ndeki azalmayı engelleyememiştir ($P > 0,01$). Değişik miktarda antioksidan içeren köftelerin depolama süresince TRD üzerine ambalaj şekli de etkili olmuş, vakum ambalajlama köftelerin rengini daha iyi korumuştur ($P < 0,05$).

Depolama süresi boyunca yapılan duyusal değerlendirmelerde hem lezzet hem de genel beğeni üzerine antioksidan uygulaması, depolama süresi ve ambalaj şekli etkili olmazken renk beğenisi sadece ambalaj şeklinden etkilenmiştir. Köftelerin lezzet, renk ve genel beğenisi depolama süresi boyunca birbirine yakın puanlarla değerlendirilmiş ve 6 aylık depolama süresince köftelerin duyusal beğenisinde önemli bir azalma saptanamamıştır.

Sonuç olarak donmuş depolama, BHT ve vakum paketleme lipid oksidasyonunu geciktirmede ve köftelerin tüketim kalitesini korumada etkili olmuştur.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS. 1972. Instructions for using the Lovibond Tintometer. The Tintometer Limited Salisbury, England.
- ANONYMOUS. 1982. FAO Food and Nutrition. Paper No.25,19.
- ANONYMOUS. 1990. AOAC. Official Methods of Analysis. 15. Edition. Vol. II. Arlington, Virginia, USA. 950.46. B.a, 920.153, 928.08.
- ANDERSEN, H.J. and SKIBSTED, L.H. 1991. Oxidative stability of frozen pork patties: Effect of light and added salt. J. Food Sci. 56, 1182-1184.
- BERRY, B.W. and LEDDY, K.F. 1989. Effects of freezing rate, frozen storage temperature and storage time on tenderness values of beef patties. J. Food Sci. 54, 291-296.
- BHATTACHARYA, M., HANNA, M.A. and MANDIGO, R.W. 1988. Lipid oxidation in ground beef patties as affected by time –temperature and product packaging parameters. J. Food Sci., 53,714-717.
- BLIGHT, E.G, and DYER, W.J. 1959. A rapid method for total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol., 37,911 (SOYER, A. 1995. Dondurulmuş kolyoz balıklarında lipid oksidasyonu üzerine bazı antioksidanların ve vakum paketlenmenin etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniv. Fen Bil. Enst. Ankara'dan alınmıştır.)
- BREWER, M.S and HARBERS, C.A.Z. 1991a. Effect of packaging on color and physical characteristics of ground pork in long-term frozen storage. J. Food Sci., 56,363-366.
- BREWER, M.S. and HARBERS, C.A.Z. 1991b. Effects of packaging on physical and sensory characteristics of ground pork in long-term frozen storage. J. Food Sci., 56,627-630.

- BREWER, M.S., IKINS, W.G. and HARBERS, C.A.Z. 1992. TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packaging. *J. Food Sci.*, 57,558-563.
- BROOKS, B.R. and KLAMERT, O.L. 1968. Interaction of DNA with biofunctional aldehydes. *Eur. J. Biochem.*, 5,178 (SUI, G.M. and DRAPER, H.H. 1978. A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish. *J. Food Sci.* 43,1147-1149'dan alınmıştır).
- BUCK, D.F. 1991. Antioxidants. *Food Additive User's Handbook*. Edited by Jim Smith. Published in the USA by AVI.
- CALDIRONI, H.A. and BAZAN, N.G. 1982. Effects of antioxidants on malonaldehyde production and fatty acid composition in pieces of bovine muscle and adipose tissue stored fresh and frozen *J. Food Sci.*, 47,1329-1337.
- CHASTAIN, M.F., HUFFMAN, D.L., HSIEH, W.H. and CORDRAY, J.C. 1982. Antioxidants in restructured beef/pork steaks. *J. Food Sci.* 47,1779-1781.
- CRACKEL, R.L., GRAY, J.I, BOOREN, A.M., PEARSON, A.M. and BUCKLEY, D.J., 1988. Effect of antioxidants on lipid stability in restructured beef steaks. *J. Food Sci.*, 53,656-657.
- CROSS, H.R., BERRY, B.W. and WELLS, L.H. 1980. Effects of fat level and source on the chemical sensory and cooking properties of ground beef patties. *J. Food Sci.* 45,791-795.
- DOĞAN, A. ve BAŞOĞLU, F. 1982. Yemeklik bitkisel yağ kimyası ve teknolojisi uygulama klavuzu. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No. 210., 25-28.
- DZIEZAK, J.D. 1986a. Antioxidants: The ultimate answer to oxidation. *Food Tech.* 40, 94-100.

- DZIEZAK, J.D. 1986b. Preservatives: Antioxidants. Food Tech. September 94-102.
- ERTAŞ, A.H., KOLSARICI, N. ve SOYER, A. 1991. Hamburgerlerin bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine donmuş depolama sıcaklığı ve depolama süresinin etkisi üzerine araştırma. Gıda, 1990, 16, 3, 217-223.
- GOKALP, H.Y., OCKERMAN, H.W., PLIMPTON, R.F., PARRETT, N.A., and CAHILL, V.R. 1978. Effect of different packaging methods on objective quality characteristics of frozen and stored cow beef. J. Food Sci., 43,297-300.
- GOKALP, H.Y, OCKERMAN, H.W., PLIMPTON, R.F and HARPER, W.J. 1983. Fatty acids of neutral and phosphalipids, rancidity scores and TBA values as influenced by packaging and storage. J. Food Sci. 48,829-834.
- GRAY, J.I. 1978. Measurement of lipid oxidation. J. Am. Oil Chemists' Soc., 55,539-546.
- GREENE, B.E. 1969. Lipid oxidation and pigment changes in raw beef. J. Food Sci., 34,110-113.
- GREENE, B.E and PRICE, L.G. 1975. Oxidation induced color and flavor changes in meat. J. Agric. Food Chem. 23, 164-167.
- HANENIAN, R., MITTAL, G.S. and USBORNE. W.R. 1989. Effects of pre-chilling, freezing rate and storage time on beef patty quality. J. Food Sci., 54,532-535.
- HO, C.P.,HUFFMAN, D.L., BRADFORD, D.D., EGBERT, W.R., MIKEL, W.B. and JONES, W.R. 1995. Storage stability of vacuum packaged frozen pork Osausage containing soy protein concentrate, carrageenan or antioxidants. J. Food Sci., 60,257-261.

- HOLMAN, R.T. 1954. Progress in the chemistry of fats and other lipids. Vol.2, Edited by R.T. Holman, Pergamon press, London (GRAY, J.I. 1978. Measurement of lipid oxidation. J. Am. Oil Chem. Soc. 55,539-5461'den alınmıştır).
- HUFFMAN, D.L., LY, A.M. and CORDRAY, J.C. 1981. Effect of salt concentration on quality of restructured pork chops. J. Food Sci., 46, 1563-1565.
- IGENE, J.O and PEARSON, A.M. 1979. Role of phospholipids and triglycerides in warmed-over flavor development in meat model systems. J. Food Sci., 44, 1285-1288.
- KANNER, J. 1994. Oxidative processes in meat and meat products: Quality Implications. Meat Science, 36, 169-189.
- KLAMERT, O.L. and LEVINSKY, H. 1969. Template activity in liver DNA from rats fed with malanaldehyde. FEBS letters 3 (3), 205 (SUI, G.M. and DRAPER, H.H. 1978. A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish. J. Food Sci. 43, 1147-1149'dan alınmıştır).
- KOTULA, A.W., TWING, G.G. and YOUNG, E.P. 1976. Evaluation beef patties containing soy protein during 12 month frozen storage. J. Food Sci., 41, 1142-1147.
- KUNSMAN, J.E, FIELD, R.A and KZANTZIS, O. 1978. Lipid oxidation in mechanically deboned red meat. J. Food Sci. 43, 1375-1378.
- KYAHAT, A. and SCHWALL, D. 1983. Lipid oxidation in seafood. Food Tech. 130-140.

- LEES, R. 1975. Food Analysis. Analytical and Quality Control Methods for the Manufacturer and Buyer. Third Ed. Leonard Hill Books, London, p.245. (SOYER, A. 1995. Dondurulmuş kolyoz balıklarında lipid oksidasyonu üzerine bazı antioksidanların ve vakum paketlemenin etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniv. Fen Bil. Enst., Ankara'dan alınmıştır).
- LUNDBERG, W. O. 1961. Autooxidation and antioxidants, John Willy & Sons, Inc., New York. (Encyclopedia of Food Science and Tech., Vol I'den alınmıştır).
- MELTON, S.L. 1983. Methodolog for following lipid oxidation in muscle foods. Food Tech., 38,105-107.
- MILES, R.S, MCKEITH, F.K., BECHTEL, P.J. and NOVAKOFSKI, J. 1986. Effect of processing, packaging and various antioxidants on lipid oxidation of restructured park. J. Food Protection, 49,222-225.
- MILLER, A.J, ACKERMAN, S.A. and PALUMBO, S.A. 1980. Effects of frozen storage on functionality of meat for processing. J. Food Sci., 45.1466-1471.
- MILLER, M.F., DAVIS, G.W, WILLIAMS, A.C. Jr., RAMSEY, C.B. and GALYEAN, R.D. 1987. Palatability and appearence traits of beef/ pork patties. J. Food Sci., 51,832-835.
- NICKOS, A.B., DIMITRIOS, J.F, GEORGIOS, E.P., VASSILIOS, N.V., ANTONIOS, J.M. and ANTONIOS, G.T. 1994. Rapid, sensitive and spesific thiobarbituric acid method for measuring lipid peroxidation in animal tissue, food and feedstuff samples. J. Agric. Food chem., 42, 1931-1937.
- OSTENDORF, J.P. 1987. Antioxidants in food industry. The first international symposium on the food industry. "Food Additives". 383-397.

- PARIZEK, E.A., RAMSEY, C.B., GALYEAN, R.D. and TATUM, J.D. 1981. Sensory properties and cooking losses of beef/pork hamburger patties. *J. Food Sci.* 46,860-864.
- PIKUL, J., NIEVIAROWICZ, A. and KIJOWSKI, J. 1983. Influence of antioxidants on the stability of mechanically deboned, frozen poultry meat. *Fleischwirtschaft*, 63 (5), 960-964.
- SATO, I. and HEGERTY, S.R. 1971. Warmed-over flavor in cooked meats. *J. Food Sci.*, 36,1099-1103.
- SHAHIDI, F., RUBIN, L.J. and WOOD, D.F. 1987a. Control of lipid oxidation in cooked ground pork with antioxidants and dinitrosyl ferrohemochrome. *J. Food Sci.*, 52,564-567.
- SHAHIDI, F. and RUBIN, L.J. 1987b. Control of lipid oxidation in cooked meats by combinations of antioxidants and chelators. *Food Chem.*, 23,151-157.
- SHERWIN, E.R. 1976. Antioxidants for vegetables oil. *J.Am. Oil Chem. Soc.*, 53, 430-436.
- STUCKEY, B.N. 1972. Preservatives. Antioxidants. *Food Tech.* 94-102.
- SUI, G.M. and DRAPER, H.H. 1978. A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish. *J. Food Sci.* 48,1147-1149.
- TARLADGIS, B.G., WATTS, B.M., YOUNATHAN, M.T., and DUGAN, L. 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 37,44 (SUI, G.M. and DRAPER, H.H. 1987. A survey of the malonaldehyde content of retail meats and fish. *J. Food Sci.*, 48, 1147-1149'dan alınmıştır.)

- TROUTT, E.S. HUNT, M.C., JOHNSON, D.E., CLAUS, J.R., KASTNER, C.L., KROPF, D.H. and STRODA, S.1992. Chemical physical and sensory characterization of ground beef containing 5 to 30 percent fat. *J. Food Sci.*, 57,25-29.
- WANOUS, M.P., OLSON, D.G. and KRAFT, A.A., 1989. Oxidative effects of meat grinder wear on lipids and myoglobin in commercial fresh pork sausage. *J. Food Sci.*, 54,545-548.
- WHEELER, T.L, SEIDERMAN, S.C., DAVIS, G.W. and ROLAN, T.L. 1990. Effects of chloride salts and antioxidants on sensory and storage traits of restructured beef steaks. *J. Food Sci.*, 55,1274-1277.
- YU, T.C., SINNHUBER, R.O. and CRAWFORD, D.L. 1973. Effect of packaging on shelf life of frozen silver steaks. *J. Food Sci.*, 38,1177-1180.

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Gaziantep'te, lise öğrenimini Ankara'da tamamladı. 1995 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 1995 yılında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı.

