



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DONDURULMUŞ BALIĞIN KALİTESİNDE DOĞAL
ANTİOKSİDANLARIN ETKİSİ**

**Su Ürünleri Mühendisi Gözde BİLEN
Su Ürünleri Avlama ve İşleme Anabilim Dalı
İşleme Teknolojisi Programı**

**Danışman
Doç.Dr. Nuray ERKAN ÖZDEN**

Haziran, 2009

İSTANBUL

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliđinin 1391 numaralı projesi ile desteklenmiştir.



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DONDURULMUŞ BALIĞIN KALİTESİNDE DOĞAL
ANTIOKSİDANLARIN ETKİSİ**

**Su Ürünleri Mühendisi Gözde BİLEN
Su Ürünleri Avlama ve İşleme Anabilim Dalı
İşleme Teknolojisi Programı**

**Danışman
Doç.Dr. Nuray ERKAN ÖZDEN**

Haziran, 2009

İSTANBUL

07.08.09
Vjy pndur

ÖNSÖZ

Hazırlamış olduğum tezin çalışmaları boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Doç. Dr. Nuray ERKAN ÖZDEN'e ve İşleme Teknolojisi araştırma görevlilerine en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Ayrıca her zaman bana destek ve teşvik olan aileme teşekkürlerimi sunarım.

Haziran, 2009

Gözde BİLEN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ.....	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR.....	4
2.1. DONDURARAK MUHAFAZAYA ETKİ EDEN FAKTÖRLER.....	5
2.1.1. Materyalin Kalitesi.....	5
2.1.2. Ön İşlemler.....	6
2.1.3. Donma Hızı	6
2.1.4. Donma Sıcaklığı.....	6
2.1.5. Glazeleme	6
2.1.6. Depolama Sıcaklığı.....	7
2.1.7. Depolama Süresi.....	7
2.1.8. Ambalajlama.....	7
2.1.9. Taşıma	7
2.1.10. Çözündürme	7
2.2. DONDURAK MUHAFAZA SIRASINDA MEYDANA GELEN KALİTE DEĞİŞİMLERİ VE İZLENECEK KALİTE PARAMETRELERİ.....	8
2.2.1. Duyusal Değişimler	8
2.2.2. Fiziksel Değişimler	8
2.2.3. Kimyasal Değişimler	9
2.2.3.1. Protein Yapıdaki Değişimler	9
2.2.3.2. Lipid Yapıdaki Değişimler	11
2.3. BİTKİSEL KAYNAKLI EKSTRAKLARIN MUHAFAZA AMAÇLI KULLANIMI.....	14
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	19
3.1. MALZEME	19
3.2. YÖNTEM	22
3.2.1. Analizler	22
3.2.1.1. Duyusal Analiz	22
3.2.1.2. Renk Analizi.....	23
3.2.1.3. Besin Değeri Analizleri	23
3.2.1.4. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N)	23
3.2.1.5. Trimetilamin Azot (TMA-N)	23
3.2.1.6. pH Ölçümü	24
3.2.1.7. Peroksit Analizi	24
3.2.1.8. Tiobarbitürik Asit Sayısı Tayini (TBA).....	25

3.2.1.9. Serbest Yağ Asidi Analizi (FFA)	25
3.2.1.10. İstatistikî Analiz.....	25
4. BULGULAR.....	27
4.1. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI.....	27
4.2. FİZİKSEL ANALİZ BULGULARI.....	37
4.2.1. Renk Analiz Bulguları.....	37
4.3. KİMYASAL ANALİZ BULGULARI.....	55
4.3.1. Balık Eti Besin Değeri Bulguları.....	55
4.3.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Bulguları.....	55
4.3.3. Trimetil Amin Azot (TMA-N) Bulguları.....	58
4.3.4. pH Analiz Bulguları.....	61
4.3.5. Peroksit Değeri Bulguları.....	64
4.3.6. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Bulguları.....	67
4.3.7. Serbest Yağ Asitleri (FFA) Bulguları.....	70
5.TARTIŞMA VE SONUÇ.....	73
5.1. DUYUSAL ANALİZ SONUÇLARI.....	73
5.2. FİZİKSEL ANALİZ SONUÇLARI.....	74
5.3. KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI.....	75
5.3.1. Besin Kompozisyonu Analiz Sonuçları.....	75
5.3.2. TVB-N Analiz Sonuçları.....	75
5.3.3. TMA-N Analiz Sonuçları.....	76
5.3.4. pH Analiz Sonuçları.....	77
5.3.5. Peroksit Değeri Analiz Sonuçları.....	77
5.3.6. TBA Analiz Sonuçları.....	79
5.3.7. FFA Analiz Sonuçları.....	81
5.4. SONUÇ.....	84
6. KAYNAKLAR.....	86
ÖZGEÇMİŞ.....	98

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	:Kolyoz balıkları.....	19
Şekil 3.2	:Ayıklanmış fileto kolyoz balıkları (derili kısmı).....	20
Şekil 3.3	:Ayıklanmış fileto kolyoz balıkları (et kısmı)	20
Şekil 3.4	:Yağ uygulanmış buzdolabı poşetine yerleştirilmiş kolyoz balıkları.....	21
Şekil 3.5	:Yağ uygulanmış buzdolabı poşetine yerleştirilmiş kolyoz Balıkları.....	21
Şekil 4.1	:Kolyozda depolama süresince belirlenen duyuşal analiz bulgularından koku değeri.....	29
Şekil 4.2	:Kolyozda depolama süresince belirlenen duyuşal analiz bulgularından tat değeri.....	31
Şekil 4.3	:Kolyozda depolama süresince belirlenen duyuşal analiz bulgularından doku değeri.....	34
Şekil 4.4	:Kolyozda depolama süresince belirlenen duyuşal analiz bulgularının genel değeri.....	36
Şekil 4.5	:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularından derili kısım L* değeri.....	39
Şekil 4.6	:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularından derikısım a* değeri	41
Şekil 4.7	:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularından derili kısım b* değeri.....	43
Şekil 4.8	:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularından derili kısım ΔE değeri.....	45
Şekil 4.9	:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısım L* değeri.....	48
Şekil 4.10	:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısım a* değeri.....	50
Şekil 4.11	:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısım b* değeri.....	52
Şekil 4.12	:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısım ΔE değeri.....	54
Şekil 4.13	:Kolyozda depolama süresince belirlenen Toplam uçucu bazık azot (TVB-N) analiz bulguları (mg/100g balık eti).....	57
Şekil 4.14	:Kolyozda depolama süresince belirlenen Trimetilamin azot (TMA-N) analiz bulguları (mg/100g balık eti).....	60

Şekil 4.15	:Kolyozda depolama süresince belirlenen pH analiz bulguları.....	63
Şekil 4.16	:Kolyozda depolama süresince belirlenen Peroksit sayısı analiz bulguları (Miliekivalent oksijen/kg balık eti).....	66
Şekil 4.17	:Kolyozda depolama süresince belirlenen Tiyobarbitürik asit değeri (TBA) analiz bulguları (mg MDA/kg balık eti).....	69
Şekil 4.18	:Kolyozda depolama süresince belirlenen Serbest yağ asitleri (FFA) analiz bulguları (% oleik asit).....	72

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1:	Duyusal değerlendirme skalası.....	22
Tablo 4.1:	Kolyozda depolama süresince belirlenen duyusal analiz bulgularından koku değerleri.....	28
Tablo 4.2:	Kolyozda depolama süresince belirlenen duyusal analiz bulgularından tat değerleri.....	30
Tablo 4.3:	Kolyozda depolama süresince belirlenen duyusal analiz bulgularından doku değerleri.....	33
Tablo 4.4:	Kolyozda depolama süresince belirlenen duyusal analiz bulgularının genel değerlendirmesi	35
Tablo 4.5:	Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularından derili kısım L* değerleri.....	38
Tablo 4.6:	Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularından derikısım a* değerleri	40
Tablo 4.7:	Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularından derili kısım b* değerleri.....	42
Tablo 4.8:	Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularından derili kısım ΔE değerleri.....	44
Tablo 4.9:	Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısmı L* parametre değerleri.....	47
Tablo 4.10:	Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısmı a* değerleri.....	49
Tablo 4.11:	Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısmı b* değerleri.....	51
Tablo 4.12:	Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısmı ΔE değerleri.....	53
Tablo 4.13:	Kolyozda depolama süresince belirlenen Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analiz bulguları (mg/100g balık eti).....	56
Tablo 4.14:	Kolyozda depolama süresince belirlenen Trimetilamin azot (TMA-N) analiz bulguları (mg/100g balık eti).....	59

Tablo 4.15:	Kolyozda depolama süresince belirlenen pH analiz bulguları.....	62
Tablo 4.16:	Kolyozda depolama süresince belirlenen Peroksit sayısı analiz bulguları (Miliekivalent oksijen/kg balık eti).....	65
Tablo 4.17:	Kolyozda depolama süresince belirlenen Tiyoarbitürük asit değeri (TBA) analiz bulguları (mg MDA/kg balık eti).....	68
Tablo 4.18:	Kolyozda depolama süresince belirlenen Serbest yağ asitleri (FFA) analiz bulguları (% oleik asit).....	71

SEMBOL LİSTESİ

a*	:Kırmızı-yeşil
AY	:Adaçayı yağı
b*	:Sarı-mavi
BY	:Biberiye yağı
ÇOY	:Çörekotu yağı
DS	:Depolama Süresi
DMA	:Dimetilamin
DY	:Defne yağı
FA	:Formaldehit
FFA	:Serbest Yağ Asitleri
K	:Kontrol grubu
KTY	:Keten tohumu yağı
KY	:Kekik yağı
L*	:Parlaklık
LY	:Limon yağı
°C	:Santigrat derece
P<	:İstatistiki değer önemli
p>	:İstatistiki değer önemsiz
TBA	:Tiyobarbitürik Asit
TMA	:Trimetil Amin Azot
TMAO	:Trimetil Amin Oksit
TVB-N	:Toplam Uçucu Bazik Azot
ÜÇY	:Üzüm çekirdeği yağı

ÖZET

DONDURULMUŞ BALIĞIN KALİTESİNDE DOĞAL ANTİOKSİDANLARIN ETKİSİ

Dondurulmuş kolyozda lipit oksidasyonu üzerine ve diğer bazı kalite özelliklerine bitkisel kaynaklı ekstrakte edilmiş defne, kekik, biberiye, çörekotu, adaçayı, üzüm çekirdeği, keten tohumu ve limon esansiyel yağları ile muamelenin etkisi -20°C’de 11 aylık depolama süresince incelenmiştir.

Duyusal analiz sonuçlarına göre kontrol grubu örneklerin 11 aylık depolama süresince 5 ay tüketilebilir kaliteyi koruduğu ve bundan sonra bozulduğu tespit edilmiştir. Kekik, biberiye, çörekotu, adaçayı ve limon esansiyel yağları ile muamele edilmiş örneklerin 6 ay, defne, üzüm çekirdeği ve keten tohumu yağı uygulanmış örneklerin de 7 ay tüketilebilir kaliteyi koruduğu belirlenmiştir.

Kolyozun 11 aylık depolama süresince pH, Toplam uçucu bazik azot (TVB-N), Trimetilamin azot (TMA-N) değerleri gerek kontrol grubu örneklerde gerekse esansiyel yağlarla muameleli örneklerde bozulma sınırlarına ulaşmamıştır.

Kolyozdaki lipid oksidasyonunu geciktirmede antioksidan özelliğe sahip bitkisel yağların etkili olduğu görülmüştür. Peroksit, Tiyobarbitürik asit (TBA) ve Serbest yağ asitleri (FFA) analiz sonuçlarına göre kolyozda -20°C 11 ay depolama sürecinde lipit oksidasyonunu geciktirmede kekik esansiyel yağının etkili antioksidan olduğu bunu defne, biberiye, adaçayı, limon, keten tohumu ve üzüm çekirdeği esansiyel yağlarının izlediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Balık, antioksidan, dondurarak muhafaza, kolyoz , esansiyel yağ

SUMMARY

THE EFFECTS OF NATURAL ANTIOXIDANTS ON THE QUALITY OF FROZEN FISH

The effect of bay leaf, thyme, rosemary, black seed, sage, grape seed, flaxseed and lemon oil from vegetable extracted on lipid oxidation and some other quality parameter in frozen chub mackerel were determined during frozen storage at -20°C for 11 months.

According to the sensory analysis results, it has been identified that control group samples maintained their acceptable quality till the 5th month during the 11 months storing process and decayed after then. It has been determined that samples treated with oil of thyme, rosemary oil, flaxseed, sage and lemon oil maintained their acceptable quality for 6 months and samples treated with bay leaf, grape seed and flaxseed oil for 7 months.

During the 11-months storing process of chub mackerel, the values of pH, total volatile basic nitrogen (TVB-N), trimethylamine nitrogen (TMA-N) both in control group samples and samples treated with oils did not reach to deterioration levels.

It has been observed that vegetable oil with antioxidant effect has an effect on delaying lipid oxidation in chub mackerel. According to analysis results of Peroxide, Thiobarbituric acid (TBA) and Free Fatty Acid (FFA), it has been determined that oil of thyme is an effective antioxidant in delaying lipid oxidation in the 11-months storing process of chub mackerel. Bay leaf, rosemary, sage, lemon, flaxseed and grape seed oils were determined that it follows.

Key Words: Fish, antioxidant, frozen storage, chub mackerel, essential oils

1. GİRİŞ

Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde insanlar, beslenmelerine çok dikkat etmekte ve beslenme rejimlerinde sağlık açısından uygun gıdaları seçmeye özen göstermektedirler. Bu gıdalar içerisinde de ilk sırayı çok doymamış yağ asitleri, esansiyel aminoasitler ve mineraller yönünden zengin olan balık ve diğer su ürünleri almaktadır (Kaya ve diğ. 2004).

Balıketi, besleyici değeri yüksek bir besin olmasına karşın bozulmaya karşı oldukça duyarlıdır, balık kasında bağ doku yapısının zayıf olması, yüksek enzim aktivitesi, nötrale yakın pH değeri ve yüksek su (nem) içeriği balıketini bozulmaya karşı hassas kılmaktadır (Özden ve Gökoğlu, 1996). Balığın kalitesi, tür, avlama bölgesi, avlama teknikleri, teknede uygulanan işlemler (örneğin, balıkların soğutulmuş deniz suyu veya kırılmış buz içinde bekletilmesi), işleme teknikleri (ekipman temizliği, personel hijyeni, uygulanan süre ve sıcaklık parametreleri) gibi faktörlerden etkilenmektedir (Serdaroğlu ve Deniz, 2001). Su ürünlerinin bozulmasında diğer gıda maddelerinde olduğu gibi otolitik, oksidatif ve bakteriyel etkiler rol oynamaktadır. Balıklarda duyuşal, mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal yöntemlerle saptanabilen kalite değışimlerine yol açan faktörler, endojen (balık dokusu enzimleri) ve eksojen (çevre etkileri, mikroorganizmalar) olmak üzere iki grup altında toplanabilir (Varlık, 1994). Balıklarda en önemli bozulma nedeni, bakteriyel faaliyetlerdir. Balık yüzeyinde, solungaçlarında, mide ve bağırsak sisteminde milyonlarca mikroorganizma bulunmaktadır. Avlama sonrasında yapılan işlemler sırasındaki kontaminasyon yoluyla balıketine bulaşır ve kaliteyi hızla düşürür. Balık kasına ait enzimler de, balıklarda bozulmaya neden olan bir başka etkidir. Bu proteolitik enzimler, balıkta kas dokuyu parçalayarak dokuda yumuşamaya neden olmaktadır. Ayrıca ilerleyen bozulma ile birlikte bakteri enzimleri de devreye girmektedir. Enzim ve bakterilerden başka havadaki oksijen, balık yağlarını okside ederek acılaşmaya neden olur, bu durum somon ve uskumru gibi yağlı balıklarda daha yoğun gözlenmektedir (Serdaroğlu ve Deniz, 2001; Erkan, 2003).

Balık, taşınma ve depolama sürecinde hızla bozulabilen bir yapıya sahiptir. Tüm gıda maddelerinde olduğu gibi hammaddenin kalitesi, ürün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle avlama sonrası hammaddenin bozulmasını yavaşlatmak amacı ile balıklar soğukta muhafaza edilmekte ve soğuk muhafazada uygun koşullarda işletmeye taşınması sağlanmaktadır. Ancak soğuk muhafaza balık ve balık ürünleri için uzun dayanım ömrü sağlamamaktadır (Serdaroğlu ve Purma, 2006). Balıkların uzun süre muhafaza edilmesi ve değişik ürünlere işlenmesi amacıyla salamura, dumanlama, tuzlama ve kurutma gibi teknolojik işlemler uygulanmaktadır. Fakat, tüketicinin talebi daha çok taze balığa yönelik olmakta ve taze ürün kalitesini uzun süre koruması bakımından balığın dondurularak muhafazası tercih edilmektedir. Balıkların dondurularak muhafazası, daha uzun süre taze tutma avantajının yanında diğer bazı avantajlara da sahiptir. Dondurarak muhafazada bozulmaya neden bakteri ve enzim faaliyetleri engellenir. Dondurma, balıkta mevcut patojen ve parazitlerin inhibisyonunu sağlamaktadır. Diğer yandan, balıkların donmuş halde taşınması taze olarak taşınmasından daha ekonomiktir (Erkan ve Varlık, 2004).

Dondurarak muhafaza edilen balıklarda kalite kaybına neden olan en önemli faktörün lipid oksidasyonu olduğu ve oksidasyona balığın kimyasal bileşiminin, avlanma mevsiminin, işleme yöntemlerinin ve depolama koşullarının etkili olduğu bilinmektedir (Mendenhall, 1972).

Dondurularak depolanan balıklarda meydana gelen lipid oksidasyonunun veya diğer bir ifadeyle acılaşmanın kontrol altına alınması ve geciktirilmesi amacıyla değişik metotlar uygulanmaktadır. Bunlar, ortamdaki oksijeni uzaklaştırmak amacıyla vakum paketlenme glazeleme, antioksidan maddelerin kullanımıdır (Yu ve diğ. 1973; Josephson ve diğ. 1985; Hwang ve Regenstein, 1988). Bu metotların tek tek veya birlikte kullanılması suretiyle, dondurarak depolama süresince balıklarda oluşabilecek lipid oksidasyonunun önemli düzeyde kontrol altına alındığı ve geciktirildiği bildirilmektedir (Deng ve diğ. 1977; Santos ve Regenstein, 1990; Soyer ve Şahin, 1999).

Antioksidan kullanımı, gıda ürünlerinde yağ oksidasyonunu önlemekte, besleyici değerini korumakta ve gıdaların raf ömrünü uzatmada etkilidir. Sentetik antioksidanlar gıdalarda yaygın olarak yağ oksidasyonunu geciktirmek için kullanılmakla beraber

ancak sentetik antioksidanların güvenliği hakkında tüketici endişeleri günümüzde doğal antioksidanlara ilgiyi artırmaktadır (Aubourg ve diğ. 2004a; Giménez ve diğ. 2005; Sánchez-Alonsa ve diğ. 2007). Aromatik bitkiler doğal antioksidanların en önemli kaynağını oluşturur. Bu bitkilerin ekstraktları depolama sırasında yağ oksidasyonu seviyesini düşürme ve hızını yavaşlatma özelliğindedir (Tsimogiannis ve diğ. 2006).

Bitki ekstraktları içinde esansiyel yağı veya eterik yağ olarak ta tanımlanan yağlar gıdalardaki bozulma bakterilerini yok etmede ve yağ oksidasyonunu önlemede iyi bir alternatif kaynaktır. Bitkilerden ekstrakte edilen yağların antibakteriyel etkisi (Karaman ve diğ. 2001; Vincenzo De Feo ve diğ. 2003; Dadaloğlu ve Evrendilek, 2004; Burt, 2004; Rasooli ve diğ. 2006; Qussalah ve diğ. 2006), antifungal etkisi (Rasooli ve Owlia, 2005) ve antioksidan etkisinin (Goulas ve Kontaminas 2007), olduğu belirlenmiş ve bu özellikleri balık, kabuklu, kırmızı et ve bir çok gıdada gıdanın raf ömrünü uzatmada rolü (Harpaz ve diğ. 2003; Mahmoud ve diğ. 2004; Mahmoud ve diğ. 2006a, 2006b; Goulas ve Kontaminas, 2007) çalışılmış ve güvenli bir şekilde kullanılabilirliği duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik çalışmalarla onaylanmıştır.

Bu çalışmada içerikleri ile etkili koruma sağlayacağı düşünülen defne, kekik, biberiye, çörek otu, adaçayı, üzüm çekirdeği, keten tohumu ve limon esansiyel yağları kolyoz filetoları üzerine püskürtülerek bu yağların dondurarak muhafaza edilen kolyoz filetolarında oluşacak otooksidasyonu önleme ve raf ömrü üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

2. GENEL KISIMLAR

Balık ve balık ürünleri sağlıklı bir diyet için gerekli esansiyel amino asit, doymamış yağ asitleri, esansiyel vitamin ve mineraller gibi bütün unsurları içeren diyet bir gıdadır (Ladikos ve Lougovois, 1990). Su ürünleri diğer protein içerikli gıdalara göre daha hassastırlar ve kaliteyi korumak için avlandığı andan itibaren soğukta muhafaza edilmelidir. Tat, doku, koku ve renginde meydana gelen değişimler tazelik veya bozulmuşluk seviyesi hakkında bilgi verir (Erkan, 2003).

Su ürünlerinin bileşimini oluşturan protein, yağ vb. büyük moleküllü organik bileşikler ölüm sonrasında enzimler tarafından daha küçük moleküllü organik bileşiklere dekompoze edilmektedir. Bu enzim etkinliğine otoliz denir, otolizden sonra bakteri faaliyetleri aktifleşir ve ürün kalitesini hızla kaybeder. Soğukta depolanan ürünlerde enzim aktivitesi yavaşlatılabilirken dondurarak muhafaza sırasında enzim aktivitesi tamamen durdurulabilir. Hızlı ve çok düşük sıcaklıklarda dondurma ve muhafaza enzim aktivitesini durdurur (Tülsner, 1994).

Ölüm sertliğinden sonra etin yumuşamasıyla birlikte bakteri faaliyetlerinin başlamasıyla bozulma ilerler. Su ürünlerinin mikroflorası sucul ortam ile ilişkilidir, suyun besin içeriği, su sıcaklığı, suyun bakteri yükü, tuzluluk, av metodu ve soğutma şartları da mikroflorayı etkiler. Su ürünlerinin büyük çoğunluğunun mikroflorası soğukta muhafazada inhibe olmayan sıcakkanlı memelilerin normal mikroflorası ile aynıdır. Soğukta muhafaza edilen balık ve balık ürünlerindeki baskın bakteri grubu *Pseudomonas* spp., *Shewanella putrefaciens*, *Moraxella*, *Acinetobacter* ve *Aeromonas*'tır (Ashie ve diğ. 1996; Gram ve Huss, 1996; Feldhusen, 2000). Donmuş muhafaza tekniğinde -18°C ve daha düşük derecelerde gıdaların saklanması söz konusudur. Balık ve balık ürünlerindeki bakteriler düşük sıcaklık derecelerinde muhafaza edildiklerinde aktivite gösteremezler. Sıfırın altındaki sıcaklık derecelerinde gelişimleri yavaşlayan bakteriler dondurarak muhafaza koşullarında etkisiz hale gelirler. Bu sıcaklığa süratle soğutulduğunda mikrobiyal hücreler daha az görür ve ölüm olmaz, ancak üreme ve gelişme durur. Bu bakımdan dondurma öncesi -1 ve -4 °C'lerde ön

soğutma işlemi söz konusu olduğunda, iri buz kristalleri şekilleneceğinden, mikroorganizmaların daha çok zarar görmesi sağlanır ve ürün güvencesi artar. Donma derecesi -10°C nin altına düşürüldükten sonra mikrobiyal gelişme tamamen durur ve raf ömrü uzar. Kaliteyi ve dayanım ömrünü etkileyen etkileyen enzim ve bakterilerden başka gıda güvenliğinde önemli olan patojen mikroorganizmalar, parazitlerde dondurma işlemi ile elimine edilebilmektedir (Topal, 1996).

Günümüzde insanların gıdalarını doğala en yakın şekliyle tüketim eğilimleri gıdaların dondurarak depolanmasını yaygın hale getirmiştir. Dondurarak muhafaza su ürünleri avcılığının bol yapıldığı dönemlerde fazla avın dondurularak saklanması avın olmadığı dönemlerde su ürünü ihtiyacını karşılamak için geliştirilmiş bir muhafaza şeklidir (Kılınç, 1998; Aubourg ve diğ. 2004b).

2.1. DONDURARAK MUHAFAZAYA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

2.1.1. Materyalin Kalitesi

Balığın başlangıç kalitesi hem işleme yöntemleri hem de dayanım ömrü bakımından çok önemlidir. Materyalin tazeliği ve mikroorganizma yükü dayanım süresinde etkilidir. Dondurarak muhafaza edilecek ürünün bileşimi; özellikle yağ ve su içeriği, avlanma yeri, yaşadığı derinlik, yaşı, seksüel olgunluk durumu, beslenme durumu, avlanma şekli, avlandıktan sonra uygulanan işlemler, işletmeye gelişindeki koşullar, rigor durumu, dondurma öncesi uygulanan yıkama, paketlenme vb. işlemler dondurarak muhafazada kaliteyi ve dayanım ömrünü etkilemektedir (Erkan ve Varlık, 2004).

Su ürünlerinin cinsi kalitede etkili bir faktördür. Yassı balıklar silindirik yapılı balıklara göre daha hızlı bozulmaktadır. Yağlı balıklar yağsız balıklara göre yağlarının daha kolay okside olmasından dolayı daha çabuk bozulurlar. Yakalandığı anda sindirim sistemi dolu olanlar boş olanlara göre daha önce bozulurlar. İç organlarının çıkarılıp çıkarılmadığı da bozulmada etkilidir. İç organlar çıkarılmadığında otoliz bu bölgede yoğun ilerler ve bağırsak duvarında meydana gelen parçalanmalar ile bakteriler et yüzeyine yayılır ve bozulmayı hızlandırır (Sikorski ve diğ. 1990; Tülsner, 1994).

2.1.2. Ön İşlemler

Ürün avlandıktan sonra uygulanan ayıklama, yıkama, kan çıkarma, tuzlu su solüsyonunda bekletme, ön soğutma gibi işlemlerle tabi tutulabilir. Özellikle koyu renk kasa sahip büyük balıklarda buzlu-tuzlu suda bekleterek yapılan kan çıkarma işlemi kaliteyi olumlu yönde etkiler. Kan mikroorganizmalar için uygun besi yeridir. Kandaki hem proteini ve demir iyonları lipid oksidasyonunu tetikleyici ve artırıcı etken olabilir. Ön soğutma mikrobiyal ve enzimatik faaliyetlerin yavaşlatılması içinde uygulanan bir işlemdir. Bu işlemler donmuş muhafazada ürünün kalitesini artırır (Herrmann, 1970; Writh, 1979)

2.1.3. Donma Hızı

Hızlı ve düşük sıcaklıkta yapılan kısa süreli donma hızı uygun bir dondurma işlemi için yeterlidir. Donma hızının yüksek olması ürün kalitesini yükseltir, donma süresini kısaltır. Yüksek donma hızı gıdanın içerdiği suyun kas fibrilleri içinde küçük mikroskopik buz kristallari halinde histolojik deformasyona neden olmayacak şekilde donmasını sağlar ve bu şekilde istenen doku özellikleri korunur ve su kaybı olmaz (Erkan ve Varlık, 2004). Dondurma hızının 1-3 cm/saat olması ve -0.5/-5 °C arasındaki buz kristal oluşum alanı mümkün olduğunca hızlı geçilmelidir (Schormüller, 1968; Kietzmann ve diğ. 1969; Grau, 1969)

2.1.4. Donma Sıcaklığı

Donma hızı ve süresi ile ilişkili olup, , -35/-40 °C lerde orta nokta sıcaklığının -18/-20 °C olacak şekilde hızlı dondurma yapılmalıdır (Schormüller, 1968; Kietzmann ve diğ. 1969; Grau, 1969).

2.1.5. Glazeleme

Dondurulmuş yağlı balıklarda oksidasyonu ve acılaşmayı geciktirmede en etkili ve en çok başvurulan yöntemlerden biri glazelemedir. Glazeleme bütün haldeki balığın ince bir buz tabakasıyla kaplanması işlemidir. Dondurularak depolanan balıklarda glaze ürünü oksidasyona karşı korumasının yanında üründen su kaybını da azaltır. Donmuş üründe su kaybı hidroperoksitlerle metal katalizörler arasındaki interaksyonu

kolaylaştırmakta ve metaller, oksidasyonu katalize ederek hidroperoksitlerin yıkımını artırmaktadırlar. Glazeleme donmuş ürün üzerine temiz içme suyu kalitesinde suyun püskürtülmesi veya ürünün bu suya daldırılması suretiyle yapılır. (Soyer, 1995).

2.1.6. Depolama Sıcaklığı

Dondurarak muhafaza sırasında en çok tercih edilen sıcaklık -18/-25 °C'lerdir. Depolamada sıcaklık -30 °C'ye kadar düşürülebilir. Düşük dereceler (-30 °C ve altı), özellikle enerji sarfiyatından dolayı ekonomik olmadığından uygulanmamaktadır. Artan azalan depolama sıcaklığı büyük buz kristallerinin oluşumuna neden olduğu için depolama sıcaklığı sabit olmalıdır. Sabit ve düşük depolama sıcaklığı üründe meydana gelebilecek su kaybını, aroma kaybını ve yüzey kurumasını önleyebilmektedir (Schormüller, 1968; Kietzmann ve diğ. 1969; Grau, 1969; Erkan ve Varlık, 2004).

2.1.7. Depolama Süresi

Depolama sıcaklığı düştükçe depolama süresi uzamaktadır. Depolama süresini balığın fiziksel ve biyokimyasal içeriği, uygulanan ön işlemler, ambalaj kullanılıp kullanılmaması etkiler (Erkan ve Varlık, 2004).

2.1.8. Ambalajlama

Dondurulmuş ürünlerde kurumunun, ağırlık kaybının ve oksidasyonun önlenmesi için ışık ve nem geçirmeyen materyal ile paketlenmesi önerilmektedir (Erkan ve Varlık, 2004).

2.1.9. Taşıma

Dondurarak muhafaza sırasında uygulanan sıcaklığın stabil olması, ürünün nakliyesi sırasında soğuk zincirin kırılmaması için de zorunludur. Taşıma için önerilen ve sıklıkla tercih edilen sıcaklık derecesi -18/-20 °C dir (Erkan ve Varlık, 2004).

2.1.10. Çözündürme

Dondurulmuş ürünlerin çözündürülmesi ürün kalitesi açısından çok fazla önem arz etmektedir. Uygun koşullarda dondurulmuş ve depolanmış kaliteli ürün, uygun olmayan koşullarda çözündürüldüğünde ağırlık kaybı ve mikroorganizma sayısı artmakta ürün kalitesi önemli derecede düşmekte hatta ürün tamamen elden çıkabilmektedir. Hızlı dondurulan, uzun süreli olmayan çözündürme uygulanan üründe sızıntı suyu miktarı

düşüktür. Yavaş dondurulan hızlı çözündürülen üründe sızıntı suyu ve ağırlık kaybı fazla olmaktadır. Sızıntı suyu ile birlikte besin değeri de azalmaktadır. En çok buzdolabı koşullarında çözündürme veya mikrodalga tekniği ile çözündürme tercih edilmelidir. Donmuş bir ürün maksimum iki defa dondurulup çözündürülebileceği önerilmektedir (Garthweite, 1992; Erkan ve Varlık, 2004).

2.2. DONDURAK MUHAFAZA SIRASINDA MEYDANA GELEN KALİTE DEĞİŞİMLERİ VE İZLENECEK KALİTE PARAMETRELERİ

2.2.1. Duyusal Değişimler

Genel görünüş, doku, koku ve tatta meydana gelen değişimler duyusal değişimler olarak karşımıza çıkar. Bu değişimler duyusal kalite belirleme tablolarındaki tanımlama-puanlama sistemiyle belirlenir. Depolama sırasında meydana gelen duyusal değişimlerin ana kaynağı protein ve lipid yapıda oluşan değişimler ve bu değişimler sonucu oluşan bileşenlerdir. Su ürünlerinden özellikle koyu renk kas etine sahip balık ürünleri çok doymamış yağ asitlerince diğer hayvansal gıdalara göre daha zengindir. Ancak çok doymamış yağ asitleri oksidasyondan kolay etkilenir, işleme ve sonrasındaki depolama sürecinde gıda ürünlerinde lipidlerin oksidatif yıkımlanması gıdanın besin değerini, tadını, rengini, dokusunu direkt etkiler (Angsupanich ve Ledward, 1998; Giménez ve diğ. 2004). Yağlı balıklarda lipid oksidasyonu genellikle renkte koyulaşma tatla acılaşma şeklinde ortaya çıkar. Düşük yağ içeriğine sahip yağsız balıklarda ransidite yağlı balıklardaki gibi belirgin olmaz, bu balıklarda tattaki değişimler tipik kuru tuzlanmış balık tadının ortaya çıkması şeklinde gelişir. Yağsız balıklarda tekstürdeki olumsuz değişimler yavaş gelişir. Trimetil amin oksitin (TMAO) yıkımlanma ürünlerinin oluşumu ile tekstürdeki olumsuz değişimler ilişkilidir (Hansen, 1979; Bligh, 1979). Duyusal kalite parametreleri her zaman kimyasal ve fiziksel analiz sonuçları ile birlikte değerlendirilir (Natseba ve diğ. 2005).

2.2.2. Fiziksel Değişimler

Tüketici açısından gıdanın rengi, kokusundan önce dikkat çeken bir özelliktir. Gıdalarda renk değişiminin esas nedeni ete renk veren pigment ve protein yapının enzimatik ve enzimatik olmayan oksidasyonudur. Balıklarda derili ve derisiz et yüzeyinde parlak ve

canlı renk tazelik belirtisidir, balık bozulmaya başladıkça bu renk koyulaşmaya ve donuklaşmaya başlar (Fagan ve diğ. 2003).

Balık etinde meydana gelen değişimlerin sadece duyuşal yolla tespit edilmesi göreceli olmaktadır, bunun için geliştirilmiş aletler bulunmaktadır. Üç uyarıcılı fotoelektrik kolorimetre olan Hunterlab renk ölçüm cihazı ile renk ölçümü sıklıkla yapılmaktadır. Bu ölçümlerde renk L^* , a^* ve b^* değerlerinin bir bileşkesi olarak karşımıza çıkmaktadır. L^* değeri parlaklığı, a^* değeri pozitif değerinde kırmızıyı, negatif değerinde yeşili, b^* değeri ise pozitif ve negatif değerlerinde sırasıyla sarı ve mavi rengi tanımlamaktadır (Hamre ve diğ. 2003).

2.2.3. Kimyasal Değişimler

Dondurarak muhafaza edilen balıktaki önemli iki problem protein denatürasyonu ve lipidlerin hidroliz ve oksidasyonudur. Bu problemler, ürün tekstür ve tadını direkt etkiler (Simeonidou ve diğ. 1997).

2.2.3.1. Protein Yapıdaki Değişimler

Dondurulmuş balığın kalitesi ve raf ömrüne protein denatürasyonu etkili bir faktör olarak gösterilmektedir. Dondurma öncesi buzlama, düşük sıcaklıkta dondurma işlemi, depolama süresince depo sıcaklığında meydana gelen iniş ve çıkışlar, damlama kaybı, su kaybı, oksidasyon protein denatürasyonunu etkiler (Bligh, 1979). Dondurarak depolama don denatürasyonu olarak adlandırılan balıketindeki proteinlerin değişimine yol açmaktadır. Bu değişimlerin başında, protein molekül yapısındaki açılma, katlanma gelirken, oluşan farklı protein yapı balık kasındaki diğer bileşenlerle reaksiyona girerek ikincil değişimleri oluşturur. Bu değişimler proteinlerin çözünürlüğünü azaltır, balıketinin su tutma kabiliyeti, jel oluşturma kabiliyeti gibi fonksiyonel özelliklerinin bozulmasına neden olur. Proteinlerdeki değişim özellikle tekstür yapıdaki değişim olarak gözlenir. Proteinlerdeki denatürasyon ile üründe kuru ve sert diye tanımlanan tekstür yapı oluşur (Sikorski ve diğ. 1990a)

Dondurarak muhafaza sırasında protein olmayan azotlu maddelerden TMAO'nun trimetil amin azot (TMA-N)'a indirgenmesi önemli bir reaksiyondur (Sikorski ve diğ. 1990a). TMA-N, balık kalitesinin belirlenmesinde de önemlidir. Bu madde özellikle deniz balıklarının kaslarında osmoregülatör görevi yapan TMAO adı verilen maddeden köken

alır. TMAO, köpek balığı, mersin balığı gibi kıkırdaklı balıklarda ve mürekkep balığında en yüksek, morina, mezigit ve berlam balıkları gibi gadoid türlerde daha az, yassı ve pelajik balıklarda çok az miktarda bulunmaktadır (Huss, 1988).

TMAO mikroorganizmalar ve enzimler etkisi ile TMA-N'e indirgenir. TMAO kokusuz bir bileşik olmasına rağmen, TMA-N bayat balık ve balıkthane kokusundadır. TMA-N tek başına balık kokusundan sorumlu değildir, saflaştırılmış formu amonyak benzeri koku vermektedir, TMA-N ancak balık dokusundaki yağlarla reaksiyona girdiği zaman bozulmuş balık kokusundan sorumlu hale gelir. Soğutulmuş balık kasında hızla birikmesi ve duysal değişikliklere neden olmasından dolayı TMA-N, buzda depolanan balığın kalitesini değerlendirmede önemli bir bileşiktir, dondurarak muhafazada TMA-N oluşumu daha yavaştır (El Marrakchi ve diğ. 1990; Fagan ve diğ. 2003). Balıkların içerdiği TMA-N miktarı, mevsim ve balığın yakalandığı bölge, tür, kas tipi ve işleme tekniklerine bağlı olarak değişmektedir (Serdaroğlu ve Deniz, 2001).

Dondurularak depolama sırasında TMAO'nun enzimatik yıkımıyla Dimetiamin azot (DMA-N) ve Formaldehit (FA) oluşur. Dondurarak depolamada DMA-N üretimi TMA-N üretiminden daha fazladır. DMA-N, dondurularak depolama sırasında enzimatik bozulma indeksi olarak kullanılabilir. DMA-N oluşumunda dimetilaz enzimi aktiftir ve bu enzim -29°C 'da inaktive olabilir, balık kasının TMAO dimetilaz aktivitesi organlara oranla çok daha düşüktür. Bu nedenle dondurarak depolama öncesinde balık iç organlarının alınmaması DMA-N oluşumunu arttırmaktadır. Gadoid balıkların böbrek ve kan dokusunda TMAO dimetilaz aktivitesi daha yüksektir (Leelapongwattana ve diğ. 2005). Balık kasında DMA-N oluşumu mevsimlere bağlı olarak değişmektedir ve genellikle yazın kışa oranla daha yüksektir. Diğer balık türleri dondurarak depolama sırasında yeterli miktarda DMA-N geliştiremediklerinden DMA-N ölçülmesi sadece Gadoid balıkları için tavsiye edilmektedir (Serdaroğlu ve Deniz, 2001). Bazı hücre metabolitleri TMAO yıkımını arttırmaktadır. Bu metabolitler, demir, askorbat, flavinler ve hemoglobin, myoglobin gibi hem proteinleridir. TMAO'nun parçalanma ürünlerinden formaldehit, et proteinlerinin çapraz bağlanmasına neden olmaktadır. Bu çapraz bağlanma ise proteinlerin fiziksel özelliklerini etkiler ve dokunun bozulmasına neden olur. TMAO'ı, DMA-N ve FA'ya parçalama kapasitesi yüksek olan balıklarda önemli

tekstür bozuklukları görüldüğü saptanmıştır (Sikorski ve diğ. 1990a; Erkan ve Gökoğlu, 1999; Serdaroğlu ve Deniz, 2001; Natseba ve diğ. 2005;)

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi balık bozulmasında ve kalitenin belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden biridir. Bakteriyel ve enzimatik bozulma ile birlikte artış gösteren TVB-N değeri depolamaya bağlı olarak yükselme göstermektedir. TVB-N miktarı su ürünlerinin cinsi, avlanma mevsimi, cinsiyeti, yaşı gibi faktörlerden etkilenmektedir. TVB-N değeri, duyu analizi sonuçlarıyla birlikte değerlendirilir. Dondurarak muhafaza sırasında TVB-N artışı soğuk depolamaya kıyasla daha yavaş seyreder (Erkan ve Gökoğlu, 1999; Simeonidou ve diğ. 1997; Fagan ve diğ. 2003)

pH; ürünün tazeliğinin belirlenmesinde sık kullanılan bir parametredir. Balık öldükten sonra, aerobik solunum bittikten sonra kastaki enerji depoları glikoz ve fosfatlar enzimler aracılığıyla parçalanır ve laktik asit oluşur, ette pH düşer. Daha sonra enzim ve bakteriler etkisiyle oksidasyon-redüksiyon dengesi değişmektedir, serbest hidrojen ve hidroksil iyonlarının konsantrasyonundaki değişiklikler pH değerinin artmasına neden olur. pH değeri türe, çevresel faktörlere, balığa uygulanan işlemlere bağlı olarak değişebilir. pH kaliteyi belirleyen kesin bir kriter olmayıp diğer analizlerle birlikte değerlendirilmesi gereken kimyasal bir parametredir (Erkan ve Gökoğlu, 1999; Erkan, 2003).

2.2.3.2. Lipid Yapıdaki Değişimler

Lipid balığın temel bileşenlerinden biridir, lipid miktarı protein ve su miktarına kıyasla oldukça değişkendir. Cinsiyet, tür, beslenme, av yeri, mevsim gibi faktörler lipid miktarını değiştirebilmektedir. Lipid miktarındaki değişim lipidlerin içerdiği çok doymamış yağ asidi miktarını ve bileşimini de değiştirir. Lipidler balığın tüm dokularında yer almakla birlikte, yağlı balıklarda özellikle deri altında, yağsız balıklarda ise karaciğerde, kas dokuda ve olgunlaşmış yumurtalarda yüksek miktarda bulunur (Allen ve Foegeding, 1981; Sikorski ve diğ. 1990a). Balıkların yenilebilir dokusundaki lipid miktarı % 0,5 ile %20 arasında değişir ve içerdiği yağ oranına göre yağlı balık ve yağsız balık olarak sınıflandırılır. İçerdiği yağ oranı % 2 den az olanlar yağsız balık, % 2-4 yağ içeren düşük yağlı balık, % 4-8 olanlar orta yağlı balık ve % 8-20 ve daha fazla yağ içerenler yağlı balık olarak tanımlanır (Ackman, 1994).

Dondurularak muhafaza edilen balıklarda kalite kaybına neden olan en önemli faktör, lipidlerindeki değişimlerdir (Serdaroğlu ve Felekoğlu, 2005). Bu değişimler lipoliz, lipid oksidasyonu ve bu reaksiyonlar sonucu oluşan ürünlerde lipid olmayan bileşiklerin reaksiyonunu kapsamaktadır (Gibson ve Worthington, 1977; Sikorski ve diğ. 1990a; Santos ve Regenstein, 1990).

Yağ hayvan dokusunda kendilerini hidrolize eden bazı enzimlerle birlikte bulunur. Canlı organizmada bu enzimler kontrol altında tutulduklarından ölümden sonra hücrelerin koordine edici mekanizması ortadan kalkacağından yağlara etki etmeye başlarlar. Bu enzimlerin başında lipaz enzimi gelir. Enzim aktivitesine dayanan bu değişime hidrolitik yağ parçalanması da denir (Özden ve Gökoğlu, 1997). Lipaz enziminden başka lipoksigenaz ve mikrozomal enzimlerde lipid oksidasyonunda etkin rol oynarlar. Balıkta bulunan endojen lipazlar dondurarak muhafaza sıcaklıklarına dayanıklıdır (Sikorski ve diğ. 1990a; Hamilton ve diğ. 1997).

Balıklarda donmuş depolama sırasında kalite kaybına neden olan lipid oksidasyonu, özellikle yağlı balık türlerinde önemli olmaktadır. Bu balık türleri, lipidleri ve lipidlerinde yer alan doymamış yağ asitlerini ve koyu renkli kasları fazla miktarlarda içermeleri nedeniyle oksidasyona beyaz etli, yağsız balıklardan daha fazla hassastırlar. Yağlı balıklarda özellikle deri altında yoğunlaşan yağlar atmosferik oksijenle yakın temas halindedir ve içerdikleri lipoksigenaz enziminin faaliyeti ile birlikte kolayca okside olabilmektedir. Koyu renkli kaslarda bulunan myoglobin ve hemoglobin gibi hem pigmentleri, prooksidan (oksidasyonu artırıcı) etki göstermektedirler. Diğer yandan balıktaki metal iyonları da lipid oksidasyonunu katalize etmektedir. Özellikle demir ve bakır gibi metal iyonlarının yağlı balıkta lipid oksidasyonunu hızlandırdığı bildirilmektedir. Bu metal prooksidanlar, hidropoeroksitlerin parçalanmasına neden olarak yeni radikallerin oluşumuna yardım etmektedirler. Metal iyonlarının dışında bazı amino asitlerin ve organik asitlerin de bazı iz metallerle birlikte veya yalnız olarak balıktaki lipid oksidasyonunu katalize ettiği bildirilmektedir (Khayat ve Schwal, 1983; Sikorski ve diğ. 1990a; Hultin, 1994)

Doymamış yağ asitlerini içeren lipidlerdeki oksidasyon sonucu, balıklarda istenmeyen tat ve koku oluşumunun yanında okside olan lipidlerin ette mevcut proteinler,

karbohidratlar ve vitaminlerle reaksiyona girmesiyle ürünün besin kalitesi düşmektedir. Buna ilaveten oksidasyon, karsinojenik ve mutajenik maddelerin oluşumuna olanak vermektedir (Ekanayake ve diğ. 2004)

Lipid oksidasyonu başlangıç, gelişme ve sonuç olmak üzere üç aşamalı bir serbest radikal oluşum mekanizmasıdır. Bu reaksiyon için başlatıcı substrat, doymamış yağ asitleridir. Bu oksidatif değişme oksijen, ışık, metal iyonları, sıcaklık gibi etkenlerle başladıktan sonra otokatalitik olarak devam etmektedir (Melton, 1983; Fernández ve diğ. 1997)

Başlangıç: Yağ asidi $\rightarrow$ Alkil radikali + H iyonu
Yağ asidi + oksijen $\rightarrow$ peroksit radikali + H iyonu

Gelişme: Alkil radikali+ oksijen $\rightarrow$ peroksit radikali
Peroksit radikali + yağ asidi $\rightarrow$ Hidroperoksit + alkil radikali

Sonuç: Peroksit radikali + alkil radikali $\rightarrow$ Oksidasyon ürünü
Peroksit radikali+ Peroksit radikali $\rightarrow$ Oksidasyon ürünü + oksijen

Lipid oksidasyonunda, tepkimenin başlangıç aşamasında çift bağa komşu karbon atomuna bağlı kararsız yapıdaki hidrojeni içeren doymamış yağ asidi, ortamda bulunan oksijenin, ışığın ve metallerin etkisiyle kararsız hidrojenin uzaklaşması sonucu alkil ve hidroksil radikallerine parçalanmaktadır. Gelişme aşamasında, başlangıç aşamasında oluşan serbest radikaller, oksijenle reaksiyona girerek hidroperoksitleri oluşturmaktadırlar. Bundan sonraki reaksiyonlar oluşacak ürünün niteliğini ve reaksiyonun hızını belirlemektedir. Kararsız yapıdaki hidroperoksitler, pigment, aromadan sorumlu maddelerin ve vitaminlerin oksidasyonuna neden olmakta ve polimerizasyonla koyu renkli organik polimerler oluşturmaktadırlar. Oksidasyonun devam etmesiyle üründe kötü tat ve kokuya neden olan aldehitler, ketonlar, alkoller, asitler, hidrokarbonlar, epoksitler gibi oksidasyon ürünleri oluşturmaktadırlar (Khayat ve Schwal, 1983; Fernández ve diğ. 1997).

Lipid oksidasyonunun hızı öncelikle lipitteki yağ asidi dağılımına bağlıdır. Yağ asidindeki çift bağ sayısı arttıkça, lipid oksidasyonunun oluşum süresi kısalmakta, buna karşılık oksidasyon hızı artmaktadır. Lipid oksidasyon süresi sonunda oluşan yağ tarafından harcanan oksijen miktarı sürekli artarken oluşan peroksit miktarı, belirli bir noktaya kadar artmakta ve daha sonra azalmaktadır, bu nedenle peroksit değeri, yağda oksidasyon derecesinin belirlenmesinde tek başına yetersiz kalmaktadır. Hidroperoksit yıkımının başladığı durumda, peroksit değerinin ölçülmesi, yağın oksidasyon derecesinin belirlenmesinde yararlıdır. Ancak uçucu bileşiklerin (karbonil) miktarı artmaya başladığında, bu bileşiklerin konsantrasyonunu yansıtan TBA sayısı gibi değerlerin belirlenmesi analitik açıdan daha doğru ip uçları vermektedir (Aubourg, 1993; Fernández ve diğ. 1997).

Lipid oksidasyonu, ortamdaki oksijenin minimize edilmesi veya tamamen uzaklaştırılması, doğal antioksidanların kullanılması, prooksidanların aktivitesinin azaltılması, sıcaklık kontrolünün sağlanması ile kontrol edilebilir ya da azaltılabilir (Hultin, 1994).

2.3. BİTKİSEL KAYNAKLI EKSTRAKLARIN MUHAFAZA AMAÇLI KULLANIMI

Lipid peroksidasyonu, çoklu doymamış yağ asitlerince zengin yağlarda (bitkisel kökenli) ve hayvansal ürünlerde (omega-3 yağ asitlerince zenginleştirilmiş et ve yumurta) karşılaşılan en önemli sorunlardan biridir. Doymamış yağ asitlerindeki çift bağlar çeşitli dış etkenlerin (sıcaklık, ışık, su, enzimler, oksijen ve iz elementler gibi) etkisiyle bozulmakta ve kolaylıkla okside olmaktadır (Önenç ve Açıkgoz, 2005). Hayvansal ürünlerde lipid oksidasyonu ise, üretim, işleme, pişirme ve depolama sırasında membran fosfolipitlerinin yüksek düzeyde doymamış yağ asitlerinde oluşmaktadır (Hamilton ve diğ. 1997). Oksidasyonun ilk ürünü peroksitlerdir ve kokusuzdurlar, fakat daha sonra hidrokarbonlar, aldehitler, ketonlar, alkoller ve organik asitlere parçalanırlar (Fernández ve diğ. 1997). İkincil oksidasyon ürünleri ürünün tadını, rengini, aromasını ve yapısını, hayvansal ürünlerin besin değerini, duyuusal özelliklerini ve raf ömrünü olumsuz etkilemektedir (El-Massry ve diğ. 2002). Ayrıca, bu ürünler insanlarda kanser, kalp-damar hastalıkları gibi ciddi sağlık sorunlarına neden

olabilirler (Koleva ve diğ. 2003). Lipid peroksidasyonunu kontrol etmek için butil hidroksitoluen (BHT), butil hidroksianisol (BHA), tersiyer butil hidroksikinon (TBHQ) ve propil galatlar gibi sentetik veya vitamin E, C ve β -karotenler gibi doğal antioksidan maddeler uzun yıllardan beri başarıyla kullanılmaktadır. Sentetik antioksidanlar ucuz olmaları, yüksek düzeyde stabilite ve güçlü antioksidan aktivite göstermelerinden dolayı tercih edilmektedirler (Bandoniene ve diğ. 2002). Ancak, son yıllarda bunların kızartılmış ürünlerde tam etki göstermediği, hoş olmayan tat ve kokulara sebep olduğu ve en önemlisi kanserli hücre oluşumunu uyararak insan sağlığını olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Bu yüzden bazı ülkelerde kullanımı sınırlanırken bazılarında yasaklanmıştır (Giménez ve diğ. 2005; Tsimogiannis ve diğ. 2006; Sánchez-Alonso ve diğ. 2007).

Sentetik kimyasal koruyucuların yerini bitkisel kaynaklı doğal koruyucular almıştır. Özellikle son yıllarda aromatik bitkilerden elde edilen esansiyel yağların antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinin tespit edilmesiyle bu yağların gıdalarda muhafaza amaçlı kullanımını artırmaya başlamıştır (Conner ve Beuchat, 1984; Bassole ve diğ. 2003).

Esansiyel yağların keşfi ve kullanımı ile verilere bakıldığında esans yağların daha ilk çağlarda bilindiğine rastlıyoruz. Roma, Mısır, Pers krallıklarında destilasyon yoluyla bu yağların elde edildiği ve parfüm, tatlandırıcı ve muhafaza amaçlı kullanıldığını gösteren belgelere rastlanıyor (Burt, 2004). 13. yüzyılda bu yağların farmakoloji alanında değerlendirilmeye başlandığını ve daha sonra 19. ve 20. yüzyılda tıp alanında kullanılmaya başlandığını görüyoruz. Bitkisel kökenli esansiyel yağların antiviral (Bishop, 1995), antimikotik (Akgül ve Kıvanç, 1988), antitoksijenik (Burt, 2004; Juglal ve diğ. 2002), antiparazitik (Pandey, 2000) özellikleri üzerine literatür bilgileri mevcuttur. Bu yağların elde edildiği bitkilerin arasında kekik, biberiye, sarımsak, tarçın, hardal, anason, vanilya, defne, limon, ökalüptus sayılabilir. Esansiyel yağlarının kompozisyonunu coğrafik bölge, mevsimi, hasat zamanı gibi faktörler etkileyebilir (Arras ve Grella, 1992).

Anason yağındaki anethole, kekik yağındaki carvacrol, tarçın yağındaki cinnamicaldehit, karanfil ve sarımsak yağındaki eugenol fenolik bileşenler antimikrobiyal ve antioksidatif özelliğe sahiptir (Aktuğ ve Karapınar, 1987; Deans ve

Ritchie, 1987; Farag ve diğ. 1989; Dziezak, 1989; Del Campo ve diğ. 2000; Ultee ve diğ. 2000; Hsieh ve diğ. 2001). Örneğin sarımsak ve ürünlerinin (yağı, tuzu, ekstraktı) antimikrobiyal etki göstererek gıdalarda tat ve lezzeti koruduğu aynı zamanda antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmektedir (Çakmakçı ve Gündoğdu, 2005). Sarsımsak yağı ve ekstraktının pek çok patojen bakteri ve fungusa etkili olduğu antioksidan özelliğinin de içeriğindeki organosülfür bileşiklerden kaynaklandığı sanılmaktadır (Salam ve diğ. 2004).

Palmer ve diğ. (2001) % 0,1, %0,5 ve %1 defne, tarçın, kekik ve sarımsak yağının yağlı ve yağsız peynirlerde *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella* üzerine etkisini incelemişler bu yağların %1 oranında kullanılmasının oldukça önemli sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Lemay ve diğ. (2002) hardal yağının tavuklarda su aktivitesini düşürdüğünü ve mezofilik aerobik bakteri yükü ile *E. coli* üzerine etkili olduğunu tespit etmişlerdir. Holley and Patel (2005) esansiyel yağların gram negatif (*E.coli*, *Salmonella*) ve gram pozitif (*Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus*) bakteriler üzerine antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir. Biberiye (%1) yağının domuz etinde *Listeria* üzerine etkili olduğunu, %0,05 kekik yağının balığın normal florasına olumlu yönde etkilediğini, sarımsak yağının domuz etinde *Aeromonas hydrophila* üzerinde etkili olduğunu bildiren literatürler bulunmaktadır (Lanciotti ve diğ. 2004). Tarçın yağının marine et ve su ürünlerinde peynir ürünlerinde *Listeria*, *Salmonella*, sarımsak yağının salatalarda, marine et ve su ürünlerinde, mantarlarda, peynirlerde *Listeria* hardal yağının et ürünlerinde *E. Coli*, *Vibrio vulnificus*, biberiye yağının da marine ürünlerde *E.coli*, *Listeria*, *Staphylococcus* sp. üzerine antimikrobiyal etkisinin olduğu bildirilmektedir (Aureli ve diğ. 1992; Kim ve diğ. 1995). Esansiyel yağların (biberiye, kekik vb.) antioksidan özelliğini ortaya koymak amaçlı yapılan bilimsel çalışmalar mevcuttur (Tsimidou ve diğ. 1995; Kulisic ve diğ. 2004). Özellikle kekik yağının doğal antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri ile gıdaların patojenlerden eliminasyonu ve raf ömrünün artırılmasında kullanıldığını ve olumlu sonuçlar verdiğini literatür bilgileri desteklemektedir (Burt, 2004; Lambert ve diğ. 2001; Skandamis ve diğ. 2002).

Aromatik bitkilerden elde edilen esansiyel yağların ve sıvı ekstraktlarının su ürünlerinin raf ömrünün artırılması amaçlı olarak kullanımı konusunda da çalışmalar mevcuttur

(Tassou ve diğ. 1995; Tsimidou ve diğ. 1995). Mejlholm ve Dalgaard, (2002) su ürünlerinde bozulmadan sorumlu mikroorganizmalar üzerine kekik, tarçın, limon, defne, sarımsak, mercanköşkü, adaçayı ve fesleğen yağlarının etkisini incelemişler, kekik ve tarçın yağlarının antimikrobiyal etkisinin en yüksek seviyede olduğunu bunları diğer yağların izlediğini belirtmişlerdir. Kekik yağı (% 0,05) uygulanmış tatlı su levreklerinin kontrol grubu örneklerine göre 12 gün daha uzun dayanım ömrüne sahip olduğu Harpaz ve diğ. (2003) tarafından bildirilmiştir. Sarımsak yağı ve değişik bitkisel kaynaklı yağların antimikrobiyal bileşikleri ile muamele işleminin sazanın normal florasında önemli ölçüde stabilite sağladığı ve %1 karvakrol-timol ile muamele görmüş sazanların raf ömrünün kontrol örneklerine göre 8 gün daha uzun olduğu tespit edilmiştir (Mahmoud ve diğ. 2004). Modifiye atmosferle paketlenmiş çipura ve salmonların kalitesinde doğal antioksidan olan biberiye ekstraktı ve askorbik asitin etkisi Giménez ve diğ. (2004); Giménez ve diğ. (2005) tarafından incelenmiştir. Mahmoud ve diğ. (2006a), Mahmoud ve diğ. (2006b) elektrolize okside su ile esans yağların kombineli olarak kullanımının balık muhafazasında olumlu sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Chouliara ve diğ., (2007); Goulas ve Kontaminas (2007); Giatrakou ve diğ. (2008) tavukların ve çipuraların raf ömründe modifiye atmosferle paketlemenin kekik yağıyla birlikte kombine etkisini incelemiş ve olumlu sonuçlar bildirmişlerdir. Kekik ve adaçayı esans yağlarının et ürünlerinde önemli ölçüde antioksidatif etkiye sahip olduğu gözlenmiştir (Fasseas ve diğ. 2007). Bütilhidroksianisol/bütilhidroksitoluen, üzüm çekirdeği, çam özütü ve biberiye ekstraktının pişmiş et ürünlerinde lipit oksidasyonu ve renk üzerine etkisi Ahn ve diğ. (2007) tarafından araştırılmış doğal ekstraktların sentetiklere göre oldukça önemli düzeyde yağ oksidasyonunu geciktirdiği belirtilmiştir. Doğal ekstraktların antioksidan aktivitesinden içerdikleri polifenolik bileşikler sorumludur. Çay polifenol banyosuna daldırma işleminin soğukta depolanan sazanın raf ömrünü artırdığı bildirilmektedir (Fan ve diğ. 2008). Biberiyede bulunan diterpen, karnosol, rosemanol, rosemariidifenol, karnosik asit, rosmarinik asit oksidasyon sürecinde serbest radikallerle reaksiyona giren aktif antioksidanlardır (Lai ve diğ. 1991). Cadun ve diğ. (2008) marine karideslerin raf ömründe ve yağ oksidasyonunun önlenmesinde biberiye ekstaktının olumlu sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Tuzlu salamura saklanan hamside yağ oksidasyonunun önlenmesinde biberiye, yaban mersini ve ısırgan otu ekstraktlarının etkili olduğu bildirilmiştir (Turhan ve diğ. 2009). Soğukta aerobik atmosferde ve modifiye atmosferde paketlenip depolanan kılıçlar kekik

yağı uygulanıp paketlenenlerle karşılaştırıldığında kekik yağı uygulanan örneklerde yağ oksidasyonunun daha düşük seviyelerde seyrettiği gözlenirken bu örneklerin daha düşük mikrobiyal yüke ve kontrol örneklerine göre 7 gün daha uzun dayanım ömrüne sahip olduğu görülmüştür (Kykkidou ve ark. 2009).

Dondurarak muhafazada lipid oksidasyonunu önleme amaçlı olarak doğal ve sentetik antioksidanların kullanımına yönelik bilimsel çalışmalarda mevcuttur. Sitrik asit ve askorbik asitin ayıklanmamış ve fileto edilmiş istavrit balıklarında otooksidasyon üzerine etkisi Auborg ve diğ. (2004b) tarafından incelenmiştir. Hamre ve diğ. (2003) lipid oksidasyonunda ringa balığında askorbik asidin etkisini, Serdaroğlu ve Felekoğlu, (2005) sardalyada soğan suyu ve biberiye ekstraktının etkisini Salas ve diğ. (2006) istavrit balığında farklı sentetik antioksidanların etkisini, Sánchez-Alonso ve diğ. (2007) üzüm çekirdeği ekstraktının kıyılmış dondurulmuş balıketindeki lipid oksidasyonuna etkisini araştırmıştır. Dondurulmuş -20 °C’de 12 ay depolanmış istavritlerde lipid oksidasyonunda melisa (*Melisa officinalis*), yara otu (*Prunelle vulgaris*), çördük otu (*Hysoppus officinalis*) ve biberiye (*Rosmerinus officinalis*) ekstraktlarının antioksidan etkisi incelemiştir (Lugasi ve diğ. 2007).

Bu çalışmada farklı bitkilerden ekstrakte edilen yağların -20 °C’de 11 ay donmuş depolama süresince kolyoz (*Scomber japonicus*) filetolarının kalitesinde ve lipid oksidasyonunda meydana gelen değişikliklere olan etkileri incelenmiştir.

3. MALZEME ve YÖNTEM

3.1. MALZEME

Bu çalışmada 2008 yılı ocak ayında avlanan kolyoz balıkları (*Scomber japonicus*) kullanılmıştır. Örnekler buz içerisinde tahta kasalarla laboratuara getirilmiştir. Kolyozların ortalama boyları $27,10 \pm 0,23$ cm, ağırlıkları $162,00 \pm 0,45$ g'dır. Tüm kolyozların solungaç ve iç organları çıkarılmış, fileto edildikten sonra kan, iç organ vb. maddelerin uzaklaştırılması amacıyla yıkanmış, sonra suları süzdürülmüş ve 100 g'lık porsiyonlar halinde ağzı kilitli buzdolabı poşetlerine yerleştirilmiştir. Daha sonra toplam poşet sayısı 9 eşit parçaya ayrılarak bir grup hiçbir işlem yapılmadan derin dondurucuya kaldırılmıştır. Bu grup kontrol grubu (K) olarak adlandırılmıştır. Antioksidan olarak diğer gruplara da sırasıyla %1 w/v oranında defne (DY), kekik (KY), biberiye (BY), çörek otu (ÇOY), adaçayı (AY), üzüm çekirdeği (ÜÇY), keten tohumu (KTY) ve limon yağları (LY) ilave edilerek derin dondurucuya (-20 ± 1) konmuştur. Örnekler tüketilemez kaliteye gelene dek ayda bir analiz edilmiştir. Antioksidan olarak kullanılan yağların tümü Ecem Natural A.Ş.'den temin edilmiştir. Her analiz gününde her gruptan yedişer paket balık örneği açılarak analiz yapılmıştır.



Şekil 3.1: Kolyoz balıkları



Şekil 3.2: Kolyoz Filetoları



Şekil 3.3: Kolyoz Filetoları



Şekil 3.4:Yağ uygulanmış buzdolabı poşetine yerleştirilmiş kolyoz filetoları



Şekil 3.5:Yağ uygulanmış buzdolabı poşetine yerleştirilmiş kolyoz filetoları

3.2. YÖNTEM

Çalışmada 8 adet bitki ekstraktı yağ uygulanmış kolyoz balıklarının -20°C’de dondurarak depolama koşullarındaki kalite değişimleri ayda bir üçer paralelli olarak yapılan duyuşal, fiziksel ve kimyasal analizlerle izlenmiştir.

3.2.1. Analizler

3.2.1.1. Duyusal Analiz

Dondurulmuş balık örnekleri buzdolabı koşullarında çözündürüldükten sonra duyuşal analiz yapılmıştır. Duyusal değerlendirmede Paulus ve ark. (1979)’un geliştirdiği skala kullanılmıştır. Bu skalaya göre örneklerin kokusu, doku yapısı ve mikrodalgada 600 watta 5 dakika pişirilerek panelistlere tattırılmak suretiyle lezzetinde meydana gelen değişimler 1 ile 9 değeri baz alınarak 4 panelist tarafından değerlendirilmesi istenir. Burada “5” değeri tüketilmezlik sınırını göstermektedir. Duyusal değerlendirmede kullanılan form örneği Tablo 3.1’de verilmiştir. Değerlendirmede su ürünlerinin kalite kontrolü konusunda uzman olan 5 panelist görev almıştır.

Tablo 3.1: Duyusal değerlendirme skalası

Puan	Koku	Tat	Tekstür	Kalite Değerlendirmesi
8.1-9	Yoğun taze balık kokusu	Çok hoş gider taze tat	Çok dolgun, sulu ve sıkı yapı	Çok iyi kalite
7.1-8	Taze balık kokusu	Hoş taze tat	Dolgun ve sulu yapı	İyi kalite
6.1-7	Nötr koku	Hafif tat kaybı	Dolgunluk ve sululukta azalma	Orta kalite
5.1-6	Bayatlamaya başlamış koku	Nötr tat	Kısmen dolgun ve kısmen sulu yapı	Tüketilebilir
4.1-5	Biraz asidik koku	Hafif acımsı, ekşimsi, bozulmuş tat	Sertleşmeye başlamış doku ve çiğnenebilirlikte azalma	Tüketilemez
3.1-4	Asidik koku	Acı, ekşi, bozuk tat	Sert ve kuru yapı	Tüketilemez
2.1-3	Yoğun asidik koku	Yoğun acı, ekşi, bozuk tat	Oldukça kuru ve sert yapı	Tüketilemez
1.1-2	Hafif amonyak kokusu	Keskin buruk tat	Kötü doku	Tüketilemez
0-1	Yoğun amonyak kokusu	Mide bulandıran tat	İstenmeyen çok kötü doku	Tüketilemez

3.2.1.2. Renk Analizi

Her grup örnekte 5 balıkta deriden ve et üzerinden 3 noktadan renk ölçümü yapılmıştır. Hunter Lab sisteminde L^* parlaklığı (0'dan 100'e kadar derecelendirme siyahtan beyaza (açıklık-koyuluk) renk dağılımını); a^* pozitif değerdeyken kırmızı negatif değerde yeşili ve b^* pozitif değerde sarıyı negatif değerdeyken mavi renk aralığını ifade etmektedir. ΔE (renk farkı) = $(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ 'nin karekökünün alınması ile hesaplanır (Gerdes ve Santos Valdez, 1991).

3.2.1.3. Besin Değeri Analizleri

Analizler için balıketi homojenizatörde (Retsch, GM 200, Germany) parçalanarak analizlere hazır hale getirilmiştir. Ham Protein analizi AOAC 955.04 (1998a), yağ analizi AOAC 948.15 (1998b), nem analizi Mattissek ve diğ. (1992), kül analizi AOAC 938.08 (1998c), 'e göre yapılmıştır.

3.2.1.4. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N)

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analizi Antonacopoulos ve Vyncke (1989) yöntemine göre yapılmıştır. Bu yöntemine göre; Blender ya da homojenizatörde parçalanmış 10 g balık eti, 90 ml % 6.5 lik perklorik asit solüsyonuyla karıştırılır. Karışım ekstrakte edilmesi amacıyla 1-2 dakika kadar homojenizatör ile karıştırılır. Filtre edilerek 250 ml'lik erlen mayerlere aktarılır. Elde edilen destilatdan 50 ml Kjeldahl tüpüne aktarılır. Üzerine 150 ml destile su ve 10 ml %20 lik Sodyum Hidroksit (NaOH), bir kaç damla köpük önleyici ve cam boncuk eklenir. Destilasyon köprüsünün çıkışına koyulacak 250 ml lik erlenmayere 5 ml % 3 lik Borik asit ve bir kaç damla taşıro indikatörü eklenir (Gerekli olması durumunda bir miktar destile su eklenebilir). 50 ml destilat köprü çıkışında birikene kadar destilasyon işlemi gerçekleştirilir. Biriken destilat 0.01 N Hidroklorik asit (HCl) ile titre edilerek aşağıdaki formüle göre hesap yapılarak sonuç mg/100g olarak bulunmaktadır. Destilasyon işlemi için Velp Scientifica (Model UDK 140, Milan, Italy) cihazı kullanılmıştır.

TVB-N (mg/100g) = (örnek için harcanan HCl- köre harcanan HCl) x 0,14 x 2 x 100 / örnek ağırlığı

3.2.1.5. Trimetilamin Azot (TMA-N)

Trimetilamin azot (TMA-N) analizi AOAC (1998d)' e göre yapılmıştır. Homojenize edilmiş örnek % 7,5' luk Triklorasetikasit (TCA) ile homojenizatörde (IKA T 25 Basic,

Staufen, Germany) çekilerek, kaba filtre kâğıdından filtre edildikten sonra süzüntü ve standartlardan 4 ml reaktif tüplerine alınır. Bu tüplerin üzerine yöntemde belirtilen miktarda potasyum hidroksit (KOH), formaldehit ve toluol ilave edilerek çalkalandıktan sonra üst faz alınarak üzerine % 0,02'lik pikrik asit ilavesiyle spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda köre karşı okunur. Bu aşamada aynı işlem 0,0025- 0,01 mg/mL TMA içeren seri standartlara da uygulanır. Standart olarak trimethylammoniumchlorid (Merck, 8.211/8.0005) kullanılır. Spektrofotometre olarak UV/VIS double beam spectrophotometer T80 Series (PG Instruments Ltd., Wibtoft. Leics. UK) kullanılmıştır.

TMA değeri (mg/100 g balıketi) : Standart eğriden okunan TMA değeri x dilüsyon faktörü/ örnek ağırlığı

3.2.1.6. pH Ölçümü

pH ölçümü Hanna pH 211 Microprocessor pH meter (HANNA Instruments, Michigan, USA) kullanılarak Vyncke (1981) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Ölçüm işlemi sırasında her gruptan homojenize edilmiş 5'er gram örnek tartılıp, 1:10 (w/v) oranında sulandırıldıktan sonra probun çözeltilerin içine daldırılması suretiyle 3 paralelli olarak oda sıcaklığında ölçüm yapılır.

3.2.1.7. Peroksit Analizi

Peroksit analizi Mattissek ve diğ. (1992)'e göre yapılmıştır. Bu amaçla homojenize örnekten 1-2 g 0.05g hassasiyette tartılır. Üzerine 50 ml asetik asit / kloroform (3/2 oranında) çözeltisi eklenerek ve bir süre karıştırılır. Ardından 1 ml doymuş potasyum iyodür (KI) çözeltisi eklenerek, 20 saniye boyunca çalkalandıktan sonra ve 5 dakika karanlıkta bekletilir. Daha sonra 75 ml destile su eklenerek %1'lik nişasta çözeltisinden 1 ml eklenir, çalkaladıktan sonra menekşe rengi kaybolana dek 0,001 N sodyum tiyosülfat ile titre edilir. Harcanan sodyum tiyosülfat miktarına bağlı olarak peroksit sayısı aşağıdaki formülle hesaplanır.

Miliekivalent oksijen/kg balıketi=

(örnek için harcanan sodyumtiyosülfat (ml)-kör için harcanan sodyumtiyosülfat (ml)) x sodyumtiyosülfatın normalitesi / örnek ağırlığı) X 1000

3.2.1.8. Tiyobarbitürik Asit Sayısı Tayini (TBA)

TBA analizi Erkan ve Özden (2008)'e göre yapılmıştır. Daha önceden homojenize edilmiş balıketi örneği 10 g (0,01 g hassasiyetindeki terazi ile) tartılarak Üzerine, etanolde 1 g/l olacak şekilde hazırlanan BHT (Butylated hydroxytoluene) çözeltisinden 500 µl ve 90 ml % 5 lik TCA ilave edildikten sonra Ultra Turrax ile orta devirde parçalanır. Elde edilen karışım kaba filtre kağıdından süzildikten sonra eldeki destilattan 5 ml alınarak 20 ml'lik tüpe aktarılır ve üzerine TBA reaktifi (thiobarbituric acid (Fluka, 88481) eklenerek ağzı sıkıca kapatılır. Reaksiyonun oluşması için tüpler 40 dakika 70-80 °C'de su banyosunda tutulur. Bu aşamada aynı işlem kör ve 0,002 -0,014 µg/mL MDA içeren standartlara da uygulanır. Standart olarak 1,1,3,3-tetraethoxypropane (TEP) malondialdehyde-(dimethyl acetal)) (Merck, 8.20756.0250) kullanılır. Tüpler iyice soğuduktan sonra 532 nm de UV/VIS çift bölmeli T80+ model spektrofotometrede (PG Instruments Ltd., Wibtoft. Leics. UK) okunması yapılır. Spektrofotometrede okunan örnek sonuçları standartların regresyon eğrisi denklemi üzerinden hesaplanarak aşağıdaki formülde yerine konur.

TBA değeri (mg MDA/kg balıketi): Standart eğriden okunan MDA değeri x dilüsyon faktörü/ örnek ağırlığı

3.2.1.9. Serbest Yağ Asidi Analizi (FFA)

Serbest yağ asidi analizi Mattissek ve diğ. (1992)'e göre yapılmıştır. Bunun için homojenize örnekten 1-2 g 0,05 g hassasiyette tartılır. Üzerine 25 mL dietileter, 25 mL alkol karışımı dökülür biraz bekletilir. Sonra 1 mL fenolfitalyen (%1 alkolde hazırlanmış) katılır. NaOH (0.1N) ile kalıcı pembe renk 15 sn değişmeyene dek titre edilir. Harcanan NaOH formülde yerine konur ve hesaplanır.

FFA (% oleik asit) = $28.2 \times ((\text{Örnek için harcanan NaOH} - \text{kör için harcanan NaOH})) \times \text{NaOH'un normalitesi} / \text{örnek ağırlığı}$.

3.2.1.10. İstatistikî Analiz

İstatistiksel analizler, Sümbüloğlu ve Sümbüloğlu (2002) referans alınarak Excel 2003 programı kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlar, paralellerin ortalaması alınarak $\pm$ standart sapma (SD) olarak verilmiştir. Çoklu karşılaştırmalar için parametrik varsayımların gerçekleştiği verilerde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Bu test ile

fark bulunan gruplarda, farklılığın nereden kaynaklandığını bulmak için Tukey testi kullanılmıştır. Gruplar arası ve depolamaya bağlı parametrelerde değerlendirmeler ve parametreler arası ilişki $P < 0,05$ olması anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Bu çalışmada doğal antioksidan olarak değerlendirilen bitkisel esansiyel yağlarla muamele görmüş kolyoz balıklarında dondurarak depolama sırasında meydana gelen duyusal, fiziksel ve kimyasal değişimler izlenmiş, bu örneklerde uygulanan esansiyel yağların oksidasyona ve raf ömrüne etkisi incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda elde edilmiş olan tüm bulgular başlıklar altında sunulmuştur.

4.1. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI

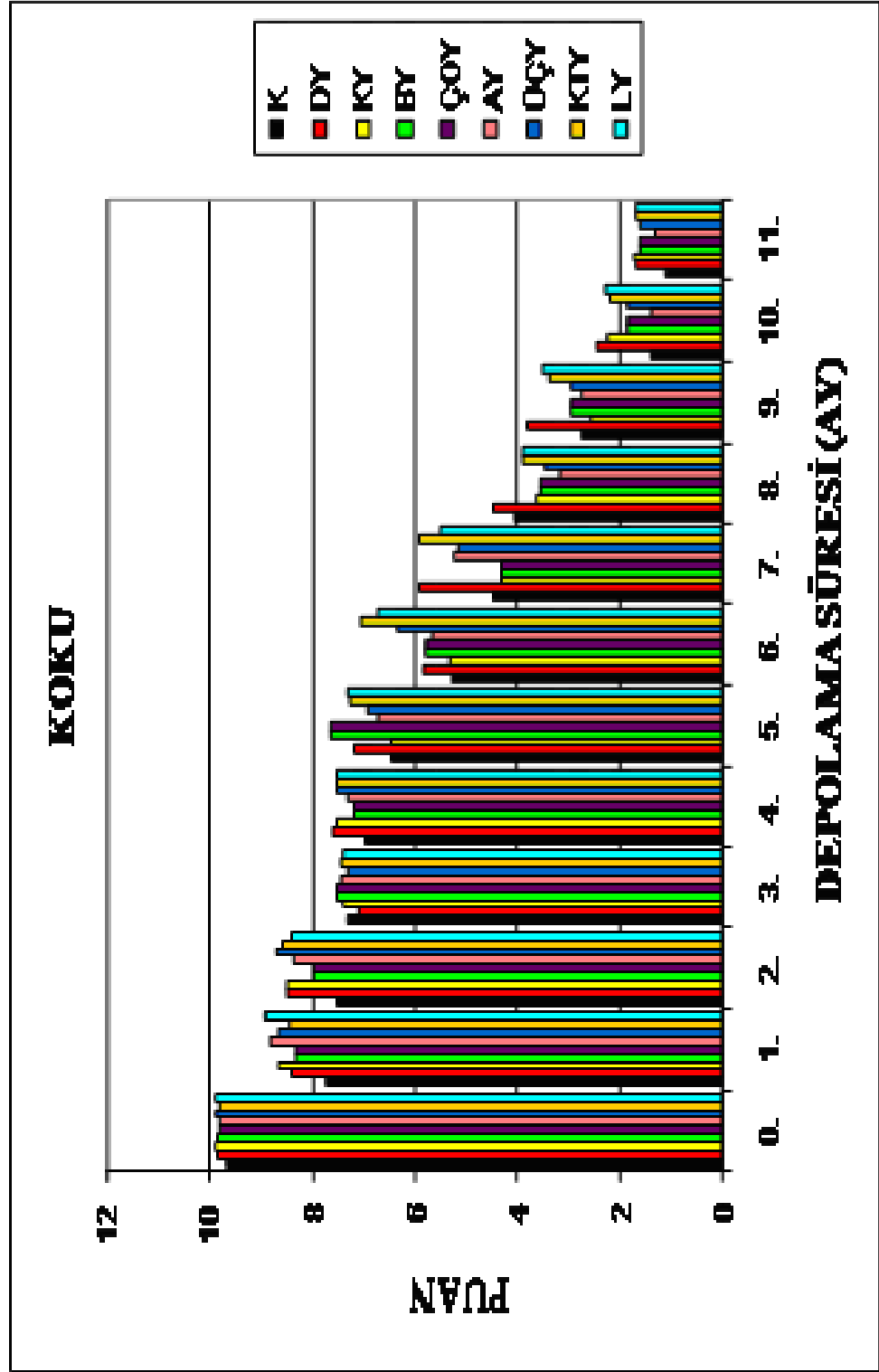
Duyusal analiz sonuçlarında koku parametresi incelendiğinde depolama başlangıcında kolyoz örnekleri $8,67 \pm 0,17$ puan almışlar “çok iyi kalite” olarak değerlendirilmişlerdir. Koku parametresindeki değerlendirme puanlarının depolama süresince giderek düştüğü görülmüştür, kontrol grubu örnekler depolamanın 6. ayında “bayatlamaya başlamış koku tanımına” uygun olarak $5,27 \pm 0,24$ puan alırken 7. ayda kontrol örnekleri koku özellikleri açısından “tüketilemez” olarak değerlendirilmiştir. KY, BY, ÇOY uygulanmış kolyoz örnekleri de koku özellikleri açısından depolamanın 7. ayında “tüketilemez” olarak değerlendirilirken, DY, AÇ, ÜÇY, KTY ve LY uygulanmış kolyoz örnekleri depolamanın 8. ayında “tüketilemez” olarak değerlendirilmiştir (Tablo 4.1. ve Şekil 4.1).

Tat değerlendirmesinde depolama başlangıcında kontrol ve DY, KY, BY, ÇOY, AY, ÜÇY, KTY ve LY uygulanmış kolyoz örnekleri $8,80 \pm 0,00$ puan almışlar ve “çok iyi kalite” olarak değerlendirilmiştir. Tat değerlendirmesine verilen puanlar depolama boyunca düşüş göstermiştir. Kontrol grubu örnekler depolamanın 6. ayında, DY, KY, BY, ÇOY ve AY uygulanmış örnekler 7. ayında, ÜÇY, KTY ve LY uygulanmış örnekler 8. ayında “tüketilemez” kalite olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.2 ve Şekil 4.2).

Tablo 4.1: Kolyozda depolama süresince belirlenen duyuşal analiz bulgularından koku değęerleri

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

D.S. (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	8,67 ^{Aa} ±0,17	8,67 ^{Aa} ±0,17	8,67 ^{Aa} ±0,17	8,67 ^{Aa} ±0,05	8,67 ^{Aa} ±0,17	8,67 ^{Aa} ±0,17	8,67 ^{Aa} ±0,17	8,67 ^{Aa} ±0,17	8,67 ^{Aa} ±0,17
1.	7,73 ^{Ba} ±0,21	8,40 ^{Ab} ±0,08	8,67 ^{Ab} ±0,47	8,33 ^{Ab} ±0,05	8,33 ^{Ab} ±0,05	8,83 ^{Ac} ±0,12	8,67 ^{Ab} ±0,09	8,43 ^{Ab} ±0,05	8,90 ^{Ac} ±0,08
2.	7,50 ^{Ba} ±0,24	8,50 ^{Ab} ±0,00	8,50 ^{Ab} ±0,00	8,00 ^{Ac} ±0,00	8,00 ^{Ac} ±0,02	8,37 ^{Ab} ±0,09	8,70 ^{Ab} ±0,00	8,57 ^{Ab} ±0,09	8,40 ^{Ab} ±0,02
3.	7,33 ^{Ba} ±0,21	7,10 ^{Aa} ±0,08	7,40 ^{Aa} ±0,09	7,50 ^{Aa} ±0,08	7,50 ^{Aa} ±0,06	7,43 ^{Aa} ±0,05	7,33 ^{Aa} ±0,09	7,43 ^{Aa} ±0,09	7,40 ^{Aa} ±0,14
4.	6,97 ^{Ca} ±0,05	7,60 ^{Bb} ±0,07	7,50 ^{Ab} ±0,08	7,20 ^{Ac} ±0,07	7,20 ^{Ac} ±0,08	7,30 ^{Ac} ±0,08	7,50 ^{Ab} ±0,08	7,53 ^{Ab} ±0,05	7,53 ^{Ab} ±0,05
5.	6,47 ^{Da} ±0,12	7,17 ^{Ab} ±0,05	6,45 ^{Ba} ±0,12	7,63 ^{Ac} ±0,05	7,63 ^{Ac} ±0,05	6,70 ^{Ba} ±0,08	6,93 ^{Ba} ±0,17	7,27 ^{Ab} ±0,05	7,30 ^{Ab} ±0,05
6.	5,27 ^{Ea} ±0,24	5,83 ^{Cb} ±0,12	5,33 ^{Cb} ±0,47	5,77 ^{Bb} ±0,33	5,77 ^{Bb} ±0,33	5,67 ^{Cb} ±0,47	6,33 ^{Bb} ±0,47	7,07 ^{Bb} ±0,09	6,73 ^{Bb} ±0,01
7.	4,47 ^{Ea} ±0,47	5,90 ^{Cb} ±0,08	4,33 ^{Ca} ±0,47	4,33 ^{Ca} ±0,24	4,33 ^{Ca} ±0,24	5,23 ^{Cc} ±0,22	5,17 ^{Cc} ±0,24	5,90 ^{Cb} ±0,08	5,50 ^{Cc} ±0,01
8.	4,07 ^{Ea} ±0,76	4,50 ^{Da} ±0,41	3,63 ^{Ca} ±0,66	3,57 ^{Ca} ±0,42	3,57 ^{Ca} ±0,42	3,17 ^{Ca} ±1,43	3,47 ^{Ca} ±1,46	3,90 ^{Ca} ±1,85	3,90 ^{Ca} ±1,85
9.	2,73 ^{Fa} ±1,07	3,80 ^{Da} ±0,43	2,57 ^{Da} ±0,95	2,97 ^{Ca} ±1,49	2,97 ^{Ca} ±1,29	2,73 ^{Da} ±1,47	2,97 ^{Ca} ±1,45	3,40 ^{Ca} ±1,82	3,50 ^{Ca} ±1,89
10.	1,40 ^{Fa} ±0,28	2,47 ^{Eb} ±0,09	2,23 ^{Db} ±0,87	1,87 ^{Da} ±0,61	1,87 ^{Da} ±0,61	1,40 ^{Da} ±0,28	1,87 ^{Da} ±0,61	2,20 ^{Db} ±0,85	2,30 ^{Cb} ±0,90
11.	1,10 ^{Fa} ±0,14	1,67 ^{Ea} ±0,47	1,73 ^{Da} ±0,17	1,60 ^{Da} ±0,43	1,60 ^{Da} ±0,43	1,30 ^{Da} ±0,22	1,60 ^{Da} ±0,43	1,70 ^{Da} ±0,50	1,70 ^{Da} ±0,57

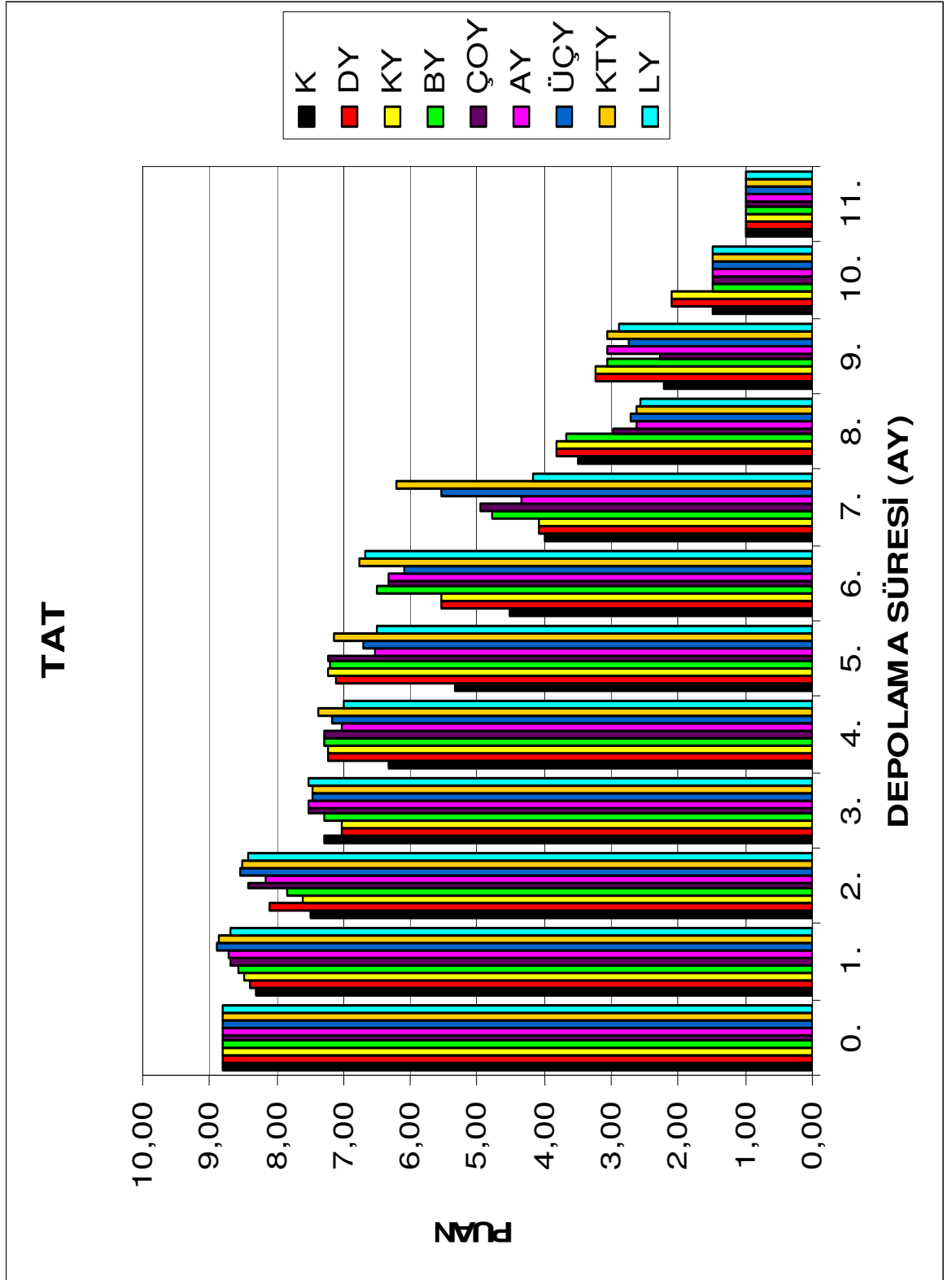


Şekil 4.1: Kolyozda depolama süresince belirlenen duysal analiz bulgularından koku değerleri

Tablo 4.2: Kolyozda depolama süresince belirlenen duyuşal analiz bulgularından tat değęerleri

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

D.S. (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	8,80 ^{Aa} ±0,02	8,80 ^{Aa} ±0,02	8,80 ^{Aa} ±0,02	8,80 ^{Aa} ±0,02	8,80 ^{Aa} ±0,02	8,80 ^{Aa} ±0,02	8,80 ^{Aa} ±0,02	8,80 ^{Aa} ±0,02	8,80 ^{Aa} ±0,02
1.	8,32 ^{Ba} ±0,19	8,40 ^{Ba} ±0,08	8,47 ^{Ba} ±0,12	8,57 ^{Ba} ±0,05	8,70 ^{Aa} ±0,14	8,73 ^{Aa} ±0,17	8,90 ^{Aa} ±0,14	8,87 ^{Aa} ±0,09	8,70 ^{Aa} ±0,14
2.	7,50 ^{Ca} ±0,00	8,10 ^{Cb} ±0,08	7,60 ^{Cb} ±0,33	7,85 ^{Cb} ±0,11	8,43 ^{Ac} ±0,05	8,17 ^{Bb} ±0,12	8,53 ^{Bc} ±0,05	8,50 ^{Ac} ±0,08	8,42 ^{Bc} ±0,09
3.	7,30 ^{Ca} ±0,16	7,03 ^{Da} ±0,05	7,03 ^{Ca} ±0,05	7,30 ^{Da} ±0,08	7,53 ^{Bb} ±0,09	7,53 ^{Cb} ±0,05	7,47 ^{Cb} ±0,17	7,47 ^{Bb} ±0,05	7,53 ^{Cb} ±0,05
4.	6,33 ^{Da} ±0,25	7,23 ^{Eb} ±0,05	7,23 ^{Db} ±0,05	7,30 ^{Db} ±0,08	7,30 ^{Cb} ±0,08	7,03 ^{Dc} ±0,05	7,17 ^{Cc} ±0,12	7,38 ^{Bb} ±0,06	7,00 ^{Dc} ±0,00
5.	5,33 ^{Ea} ±0,00	7,10 ^{Db} ±0,08	7,23 ^{Db} ±0,05	7,20 ^{Db} ±0,08	7,22 ^{Cb} ±0,06	6,53 ^{Eb} ±0,12	6,70 ^{Db} ±0,08	7,15 ^{Cb} ±0,04	6,50 ^{Db} ±0,41
6.	4,53 ^{Ea} ±0,94	5,53 ^{Ea} ±0,21	5,53 ^{Ea} ±0,21	6,50 ^{Ea} ±0,71	6,33 ^{Ca} ±1,65	6,33 ^{Ea} ±0,94	6,10 ^{Ea} ±0,14	6,77 ^{Cb} ±0,23	6,67 ^{Db} ±0,24
7.	4,00 ^{Fa} ±0,47	4,07 ^{Fa} ±0,09	4,07 ^{Fa} ±0,09	4,77 ^{Fa} ±0,52	4,97 ^{Ca} ±0,37	4,33 ^{Fa} ±0,47	5,53 ^{Eb} ±0,41	6,20 ^{Db} ±0,42	4,17 ^{Ea} ±0,24
8.	3,50 ^{Fa} ±0,71	3,83 ^{Fa} ±0,62	3,83 ^{Fa} ±0,62	3,67 ^{Fa} ±0,94	2,97 ^{Da} ±0,45	2,63 ^{Fa} ±0,82	2,70 ^{Fa} ±0,88	2,63 ^{Ea} ±0,82	2,57 ^{Fa} ±0,76
9.	2,23 ^{Ga} ±0,52	3,23 ^{Fa} ±0,45	3,23 ^{Fa} ±0,45	3,07 ^{Fa} ±1,91	2,27 ^{Da} ±0,93	3,07 ^{Fa} ±1,91	2,73 ^{Fa} ±1,47	3,07 ^{Ea} ±1,91	2,90 ^{Fa} ±1,69
10.	1,50 ^{Ga} ±0,41	2,10 ^{Fa} ±0,54	2,10 ^{Fa} ±0,54	1,50 ^{Fa} ±0,41	1,50 ^{Ea} ±0,41	1,50 ^{Fa} ±0,41	1,50 ^{Fa} ±0,41	1,50 ^{Ea} ±0,41	1,50 ^{Fa} ±0,41
11.	1,00 ^{Ga} ±0,00	1,00 ^{Ga} ±0,00	1,00 ^{Ga} ±0,00	1,00 ^{Ga} ±0,00	1,00 ^{Ea} ±0,00	1,00 ^{Fa} ±0,00	1,00 ^{Fa} ±0,00	1,00 ^{Fa} ±0,00	1,00 ^{Fa} ±0,00



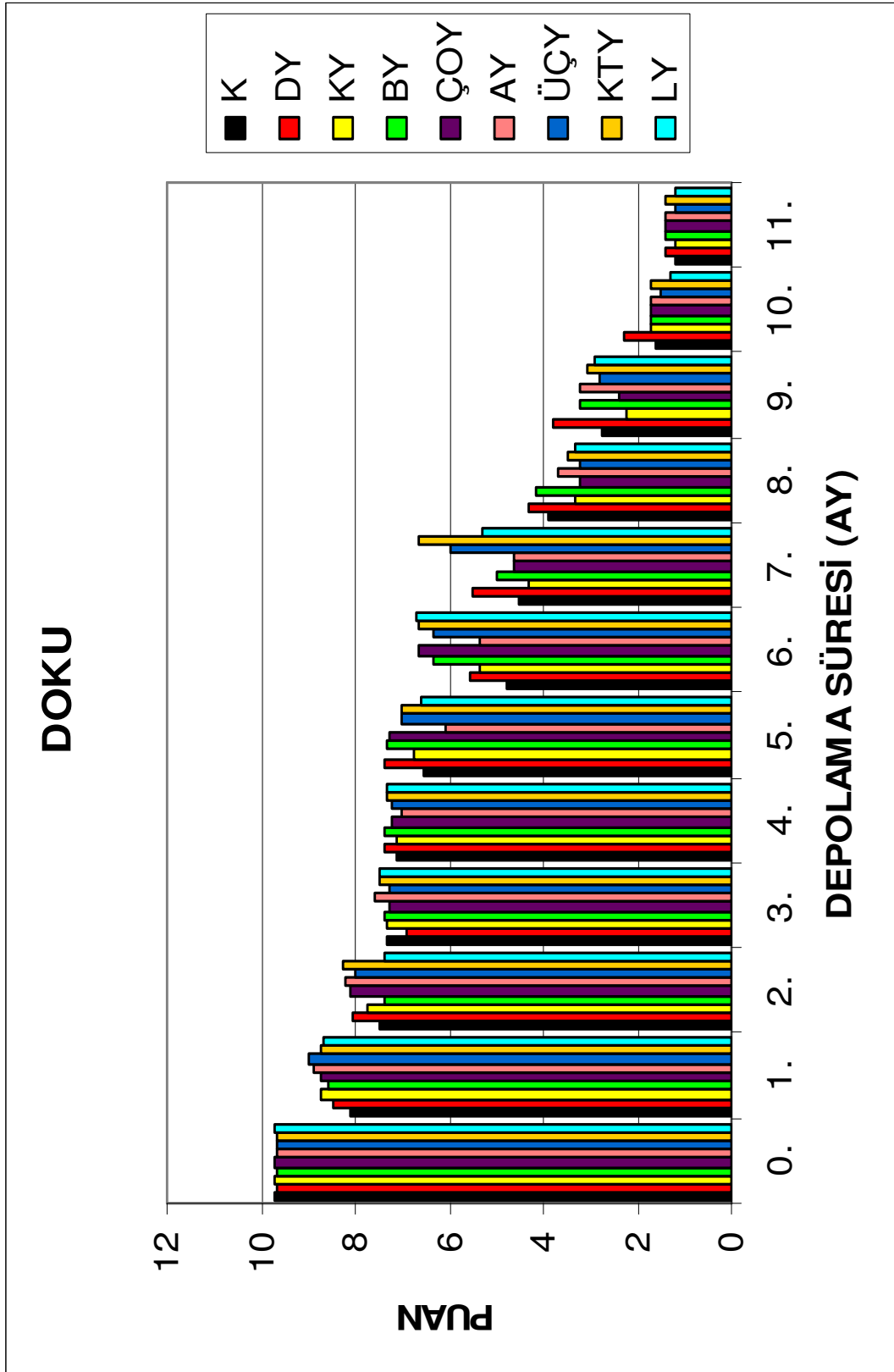
Şekil 4.2: Kolyozda depolama süresince belirlenen duyu analizi bulgularından tat değerleri

Tablo 4.3 ve Şekil 4.3.'ten görüldüğü gibi tekstür parametresinin sonuçlarına göre kontrol grubu örneklerin $4,80 \pm 0,00$ kalite skoru ile depolamanın 7. ayında “tüketilemez” kaliteye ulaştığı görülmüştür. Depolamanın 8. ayında $4,33 \pm 0,47$, $5,00 \pm 0,00$, $4,63 \pm 0,25$ ve $4,60 \pm 0,08$ kalite skoruyla KY, BY, ÇOY ve AY uygulanmış kolyoz örnekleri “tüketilemez” kalitede değerlendirilmiştir ($p > 0,05$). DY, ÜÇY, KTY ve LY uygulanmış örneklerin kalitesi depolamanın 9. ayında “tüketilemez” olarak belirlenmiştir ($p > 0,05$).

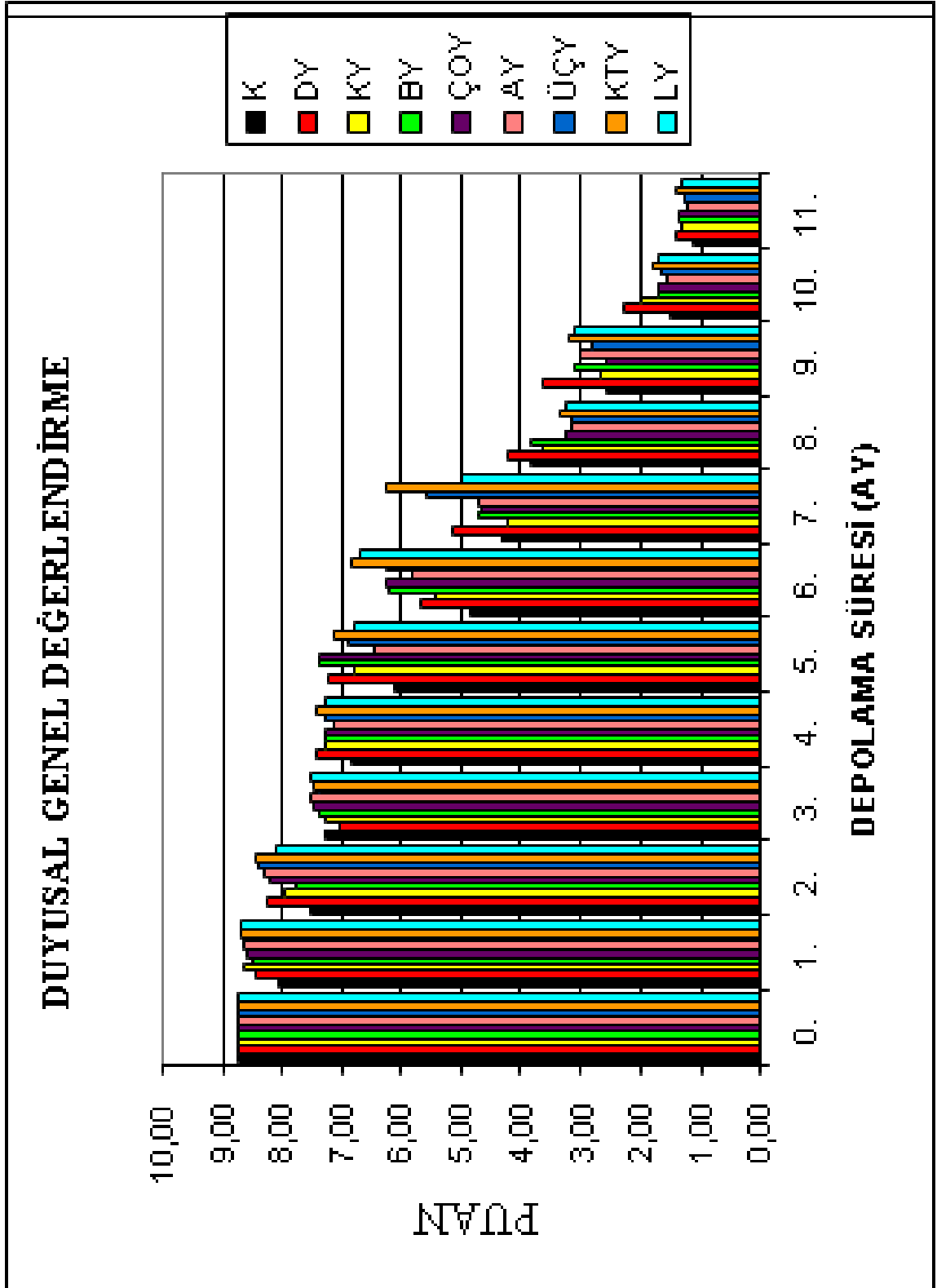
Tablo 4.3: Kolyozda depolama süresince belirlenen duyuşal analiz bulgularından tekstür değerleri

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	8,70 ^{Aa} ±0,00	8,70 ^{Aa} ±0,00	8,70 ^{Aa} ±0,00	8,70 ^{Aa} ±0,00	8,70 ^{Aa} ±0,00	8,70 ^{Aa} ±0,00	8,70 ^{Aa} ±0,00	8,70 ^{Aa} ±0,00	8,70 ^{Aa} ±0,00
1.	8,10 ^{Ba} ±0,14	8,47 ^{Bb} ±0,05	8,73 ^{Ab} ±0,38	8,57 ^{Bb} ±0,05	8,63 ^{Ab} ±0,09	8,69 ^{Ab} ±0,08	8,68 ^{Ab} ±0,00	8,68 ^{Ab} ±0,09	8,650 ^{Ab} ±0,08
2.	7,50 ^{Ca} ±0,00	8,07 ^{Cb} ±0,09	7,73 ^{Bc} ±0,09	7,40 ^{Ca} ±0,00	8,10 ^{Bb} ±0,14	8,23 ^{Bb} ±0,05	8,00 ^{Bb} ±0,00	8,27 ^{Bb} ±0,09	7,40 ^{Aa} ±0,00
3.	7,31 ^{Da} ±0,10	6,90 ^{Ca} ±0,64	7,33 ^{Ca} ±0,12	7,37 ^{Ca} ±0,05	7,27 ^{Ca} ±0,09	7,57 ^{Cb} ±0,05	7,27 ^{Ca} ±0,05	7,47 ^{Cb} ±0,05	7,50 ^{Ab} ±0,09
4.	7,13 ^{Ea} ±0,05	7,40 ^{Cb} ±0,08	7,13 ^{Ca} ±0,05	7,40 ^{Cb} ±0,08	7,23 ^{Ca} ±0,05	7,03 ^{Da} ±0,05	7,20 ^{Ca} ±0,08	7,30 ^{Ca} ±0,08	7,30 ^{Ba} ±0,05
5.	6,57 ^{Fa} ±0,05	7,37 ^{Cb} ±0,05	6,73 ^{Da} ±0,09	7,33 ^{Cb} ±0,05	7,27 ^{Cb} ±0,05	6,07 ^{Ec} ±0,09	7,00 ^{Dc} ±0,00	7,00 ^{Dc} ±0,00	6,60 ^{Ca} ±0,05
6.	4,80 ^{Fa} ±0,00	5,57 ^{Da} ±0,69	5,33 ^{Ea} ±0,47	6,33 ^{Ca} ±0,94	6,67 ^{Ca} ±1,18	5,37 ^{Fa} ±0,26	6,33 ^{Da} ±0,47	6,67 ^{Da} ±0,24	6,70 ^{Ca} ±0,24
7.	4,50 ^{Ga} ±0,47	5,50 ^{Db} ±0,00	4,33 ^{Ea} ±0,47	5,00 ^{Da} ±0,00	4,63 ^{Da} ±0,25	4,60 ^{Ga} ±0,08	6,00 ^{Ec} ±0,00	6,67 ^{Dc} ±0,47	5,30 ^{Db} ±0,24
8.	3,90 ^{Ga} ±0,37	4,33 ^{Ea} ±0,62	3,33 ^{Ea} ±0,62	4,17 ^{Da} ±0,62	3,20 ^{Da} ±0,85	3,67 ^{Ga} ±1,84	3,23 ^{Fa} ±1,43	3,50 ^{Ea} ±1,63	3,30 ^{Da} ±1,65
9.	2,73 ^{Ga} ±0,84	3,77 ^{Ea} ±0,62	2,23 ^{Fa} ±0,90	3,23 ^{Da} ±1,88	2,40 ^{Ea} ±0,99	3,23 ^{Ga} ±1,88	2,80 ^{Fa} ±1,47	3,07 ^{Ea} ±1,67	2,90 ^{Da} ±1,69
10.	1,60 ^{Ha} ±0,42	2,30 ^{Fa} ±0,28	1,70 ^{Fa} ±0,50	1,73 ^{Ea} ±0,52	1,73 ^{Ea} ±0,52	1,73 ^{Ga} ±0,52	1,53 ^{Fa} ±0,38	1,73 ^{Ea} ±0,52	1,30 ^{Ea} ±0,22
11.	1,17 ^{Ha} ±0,24	1,40 ^{Ga} ±0,29	1,17 ^{Fa} ±0,24	1,40 ^{Ea} ±0,29	1,40 ^{Ea} ±0,29	1,40 ^{Ga} ±0,29	1,17 ^{Fa} ±0,24	1,40 ^{Ea} ±0,29	1,20 ^{Ea} ±0,24



Şekil 4.3: Kolyozda depolama süresince belirlenen duyu analizi bulgularından parametre değerleri



Şekil 4.4:Kolyozda depolama süresince belirlenen duyu analizi bulgularının genel değerlendirilmesi

4.2. FİZİKSEL ANALİZ BULGULARI

4.2.1. Renk Analiz Bulguları

Kolyoz balıklarının depolama başlangıcında derili kısmında yapılan renk ölçümlerinde L^* değeri $79,39 \pm 1,21$ olarak a^* değeri $-1,63 \pm 0,83$ olarak ve b^* değeri $5,62 \pm 3,53$ olarak ölçülmüştür. Depolama sonunda tüm grupların L^* değerinde depolama başlangıcına göre daha düşük değerler tespit edilmiştir. On bir aylık depolama sonunda L^* değeri sırasıyla (kontrol, DY, KY, BY, ÇOY, AY, ÜÇY, KTY ve LY uygulanmış gruplarda) $69,30 \pm 9,91$, $59,16 \pm 11,29$, $51,18 \pm 5,42$, $65,56 \pm 8,87$, $62,14 \pm 3,81$, $69,20 \pm 10,01$, $66,40 \pm 3,06$, $76,17 \pm 4,70$ ve $68,48 \pm 3,84$ olarak ölçülmüştür (Tablo 4.5. ve Şekil 4.5).

Kontrol ve KY, BY, ÇOY, KTY ve LY örneklerinin derili tarafından yapılan ölçümlerde L^* değerindeki değişim depolamanın 1. ayından itibaren, başlangıç değerine göre önemli bulunmuştur ($p < 0,05$). AY örneklerinin derili tarafındaki L^* değerindeki değişim depolama boyunca önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$).

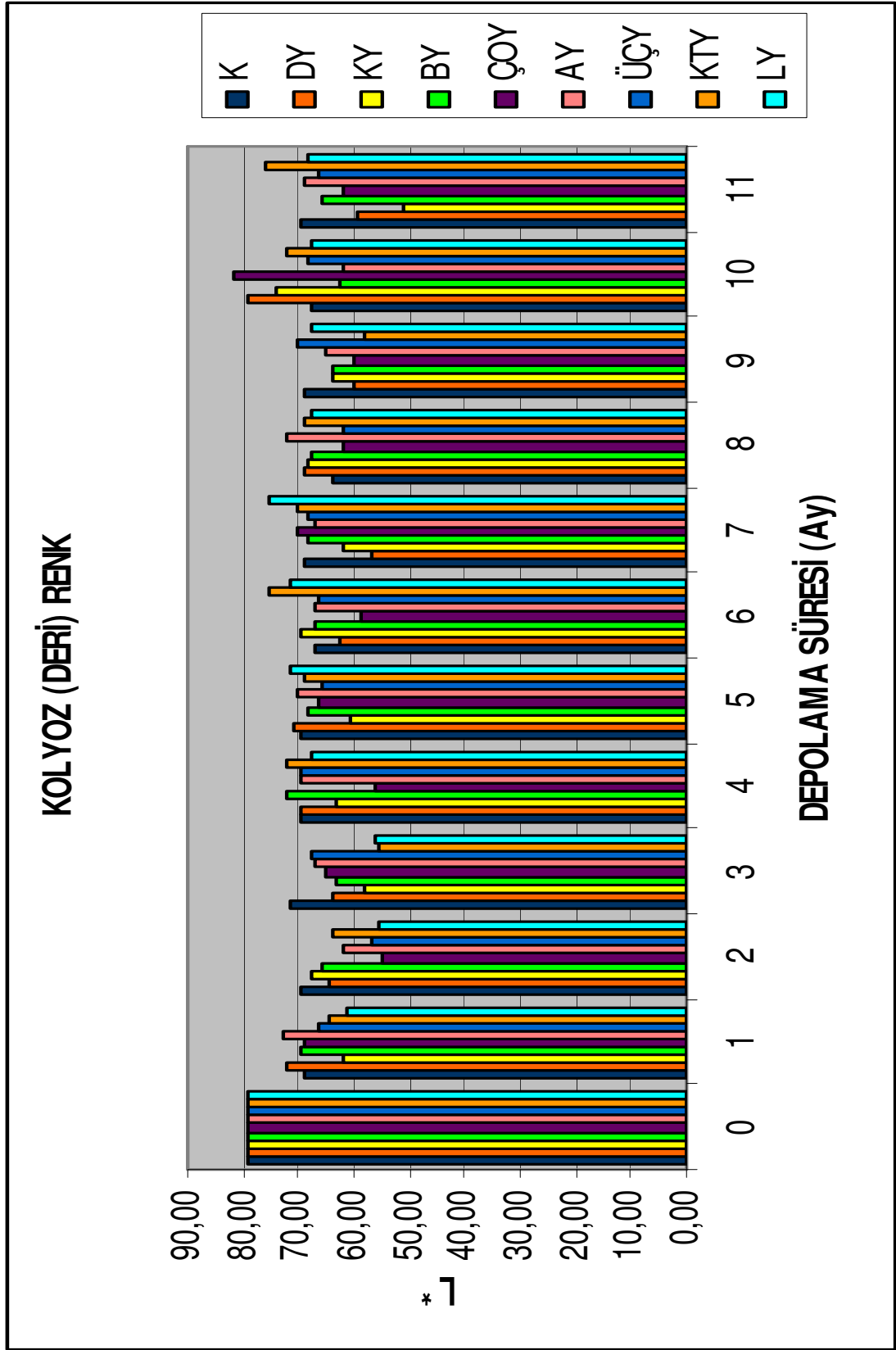
Depolama sonunda a^* değeri sırasıyla; $0,10 \pm 0,44$, $-0,88 \pm 0,25$, $0,46 \pm 2,17$, $-0,52 \pm 0,44$, $-0,90 \pm 0,73$, $-0,58 \pm 0,24$, $-0,97 \pm 0,58$, $-0,04 \pm 0,65$, şeklinde b^* değeri ise $2,47 \pm 0,42$, $-2,09 \pm 7,13$, $5,51 \pm 0,90$, $2,96 \pm 2,08$, $2,46 \pm 5,81$, $1,21 \pm 3,40$, $0,48 \pm 6,49$, $6,96 \pm 7,40$, $2,21 \pm 0,89$ şeklinde tespit edilmiştir (Tablo 4.6,4.7 ve Şekil 4.6,4.7). Depolama boyunca KTY örnekleri dışında ki tüm örneklerde a^* değerindeki değişim önemsiz ($p > 0,05$), KTY uygulanmış örneklerde depolamanın 10. ayında a^* değerindeki değişim önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Kontrol grubu örneklerde b^* değerindeki değişim depolamanın 2. ayından itibaren tespit edilmiştir. DY, KY, BY, ÇOY, AY, KTY ve LY örneklerinde b^* değeri önemli bir değişim göstermemiştir ($p > 0,05$). ΔE değerindeki değişim kontrol grubunda depolama boyunca önemsiz bulunmuştur ($p > 0,05$). DY örneklerinde depolamanın 7. ayında ΔE değeri önemli derecede yükseliş, KY örneklerinde de depolamanın 6. ayında önemli derecede düşüş tespit edilmiştir ($p < 0,05$). ÜÇY ve KTY uygulanmış örneklerde ΔE değeri depolama boyunca değişim göstermemiştir. (Tablo 4.8 ve Şekil 4.8)

Tablo 4.5: Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularından derili kısım L* değerleri

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0	79,39 ^{Aa} ±1,21	79,39 ^{Aa} ±1,21	79,39 ^{Aa} ±1,21	79,39 ^{Aa} ±1,21	79,39 ^{Aa} ±1,21	79,39 ^{Aa} ±1,21	79,39 ^{Aa} ±1,21	79,39 ^{Aa} ±1,21	79,39 ^{Aa} ±1,21
1	69,05 ^{Ba} ±5,11	71,88 ^{Aa} ±3,71	61,99 ^{Ba} ±8,86	69,52 ^{Ba} ±4,43	69,19 ^{Ba} ±4,44	73,06 ^{Aa} ±5,45	66,16 ^{Aa} ±6,43	64,51 ^{Ba} ±10,52	60,99 ^{Ba} ±7,94
2	69,37 ^{Ba} ±7,67	64,48 ^{Aa} ±13,61	67,86 ^{Ba} ±6,04	65,78 ^{Ba} ±7,56	55,12 ^{Ba} ±10,09	61,91 ^{Aa} ±10,19	56,55 ^{Ba} ±7,00	63,58 ^{Ba} ±14,10	55,58 ^{Ba} ±5,46
3	71,37 ^{Ba} ±6,18	63,64 ^{Ba} ±6,89	57,88 ^{Ba} ±12,80	63,16 ^{Ba} ±12,91	65,15 ^{Ba} ±8,64	67,06 ^{Aa} ±8,30	67,42 ^{Aa} ±12,60	55,43 ^{Ba} ±7,33	56,15 ^{Ba} ±7,42
4	69,65 ^{Ba} ±5,52	69,43 ^{Aa} ±2,42	63,47 ^{Ba} ±5,92	72,40 ^{Aa} ±8,15	56,17 ^{Bb} ±5,40	69,79 ^{Aa} ±6,23	69,49 ^{Aa} ±12,28	71,97 ^{Ba} ±5,10	67,36 ^{Ba} ±10,67
5	69,44 ^{Ba} ±13,39	70,93 ^{Aa} ±4,14	60,79 ^{Bb} ±4,01	68,53 ^{Ba} ±0,57	66,22 ^{Bb} ±8,39	70,42 ^{Aa} ±7,34	66,04 ^{Aa} ±5,59	69,13 ^{Ba} ±15,85	71,32 ^{Aa} ±4,16
6	67,34 ^{Ba} ±6,33	62,69 ^{Ba} ±0,86	69,79 ^{Ba} ±0,09	67,06 ^{Ba} ±7,15	58,66 ^{Ba} ±9,89	66,86 ^{Aa} ±3,59	66,53 ^{Aa} ±4,33	75,33 ^{Aa} ±6,54	71,42 ^{Aa} ±2,03
7	68,95 ^{Ba} ±8,87	56,71 ^{Ba} ±9,77	62,02 ^{Ba} ±4,51	68,29 ^{Aa} ±13,24	70,29 ^{Aa} ±7,58	67,21 ^{Aa} ±4,85	68,49 ^{Aa} ±6,64	70,53 ^{Aa} ±10,43	75,28 ^{Aa} ±5,26
8	63,89 ^{Ba} ±12,90	69,21 ^{Aa} ±4,76	68,49 ^{Ba} ±5,91	67,60 ^{Ba} ±3,39	61,89 ^{Ba} ±8,02	72,09 ^{Aa} ±5,48	61,89 ^{Aa} ±5,64	68,93 ^{Aa} ±6,60	67,47 ^{Ba} ±3,07
9	69,12 ^{Ba} ±4,42	60,18 ^{Bb} ±2,53	64,10 ^{Bb} ±4,88	63,61 ^{Bb} ±8,98	59,81 ^{Bb} ±7,73	65,18 ^{Ab} ±9,03	70,18 ^{Aa} ±7,94	58,19 ^{Bb} ±4,80	67,81 ^{Ba} ±9,11
10	67,88 ^{Ba} ±7,09	79,44 ^{Ab} ±0,65	74,34 ^{Aa} ±1,33	62,51 ^{Ba} ±1,97	81,61 ^{Ab} ±3,39	62,16 ^{Aa} ±3,95	68,34 ^{Aa} ±3,78	72,24 ^{Aa} ±3,90	67,52 ^{Ba} ±3,44
11	69,30 ^{Ba} ±9,91	59,16 ^{Ba} ±11,29	51,18 ^{Ba} ±5,42	65,56 ^{Ba} ±8,87	62,14 ^{Ba} ±3,81	69,20 ^{Aa} ±10,01	66,40 ^{Aa} ±3,06	76,16 ^{Aa} ±4,70	68,48 ^{Ba} ±3,84

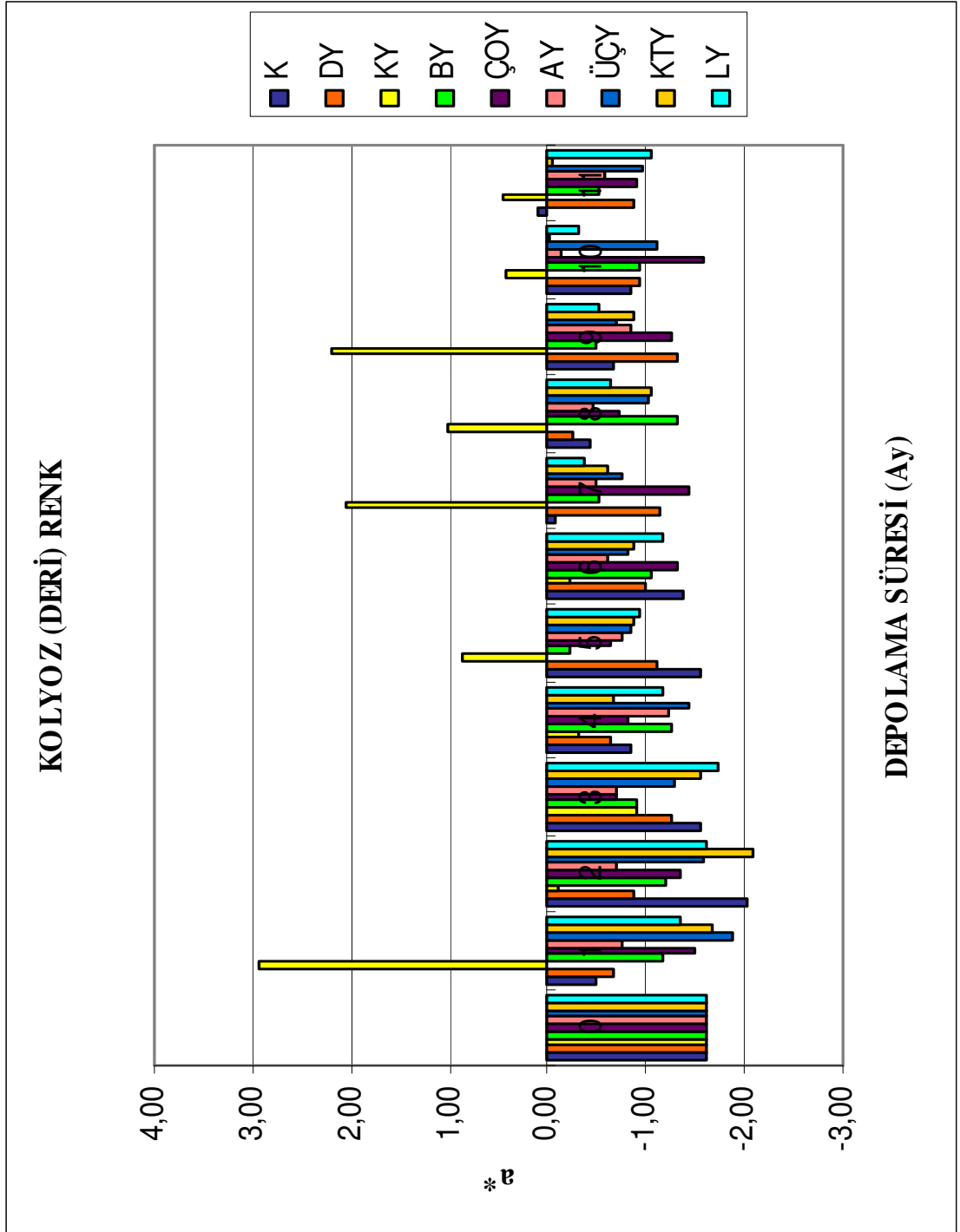


Şekil 4.5:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının derili kısım L* değerleri

Tablo 4.6: Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularından derili kısım a* değerleri

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	-1,63 ^{Aa} ±0,83	-1,63 ^{Aa} ±0,83	-1,63 ^{Aa} ±0,83	-1,63 ^{Aa} ±0,83	-1,63 ^{Aa} ±0,83	-1,63 ^{Aa} ±0,83	-1,63 ^{Aa} ±0,83	-1,63 ^{Aa} ±0,83	-1,63 ^{Aa} ±0,83
1.	-0,49 ^{Aa} ±0,71	-0,66 ^{Aa} ±0,60	2,93 ^{Aa} ±3,92	-1,17 ^{Aa} ±0,98	-1,51 ^{Ab} ±0,29	-0,76 ^{Aa} ±0,72	-1,88 ^{Ab} ±0,33	-1,66 ^{Ab} ±0,12	-1,35 ^{Aa} ±0,77
2.	-2,04 ^{Aa} ±0,81	-0,89 ^{Aa} ±0,68	-0,11 ^{Ab} ±0,74	-1,19 ^{Ab} ±0,59	-1,34 ^{Ab} ±0,19	-0,69 ^{Ab} ±0,91	-1,58 ^{Ab} ±0,68	-2,09 ^{Aa} ±0,65	-1,62 ^{Ab} ±0,54
3.	-1,54 ^{Aa} ±0,97	-1,24 ^{Aa} ±0,85	-0,91 ^{Aa} ±1,19	-0,89 ^{Aa} ±0,63	-0,70 ^{Aa} ±0,84	-0,70 ^{Aa} ±0,95	-1,28 ^{Aa} ±0,29	-1,55 ^{Aa} ±1,55	-1,74 ^{Aa} ±0,47
4.	-0,83 ^{Aa} ±0,26	-0,64 ^{Aa} ±0,61	-0,32 ^{Aa} ±0,91	-1,27 ^{Aa} ±1,27	-0,83 ^{Aa} ±0,97	-1,23 ^{Aa} ±0,68	-1,42 ^{Aa} ±0,24	-0,68 ^{Aa} ±0,76	-1,17 ^{Aa} ±0,41
5.	-1,54 ^{Aa} ±0,98	-1,11 ^{Aa} ±0,54	0,88 ^{Aa} ±1,45	-0,23 ^{Aa} ±0,52	-0,63 ^{Aa} ±0,66	-0,75 ^{Aa} ±1,43	-0,85 ^{Aa} ±0,65	-0,86 ^{Aa} ±0,59	-0,92 ^{Aa} ±0,45
6.	-1,39 ^{Aa} ±0,08	-1,00 ^{Ab} ±0,26	-0,23 ^{Aa} ±0,66	-1,05 ^{Aa} ±0,95	-1,31 ^{Aa} ±0,20	-0,61 ^{Aa} ±0,08	-0,83 ^{Aa} ±0,32	-0,88 ^{Aa} ±0,25	-1,18 ^{Aa} ±0,98
7.	-0,07 ^{Aa} ±0,21	-1,15 ^{Ab} ±0,55	2,06 ^{Bb} ±1,06	-0,53 ^{Ab} ±0,77	-1,43 ^{Ab} ±0,62	-0,50 ^{Ab} ±1,00	-0,77 ^{Ab} ±0,18	-0,62 ^{Ab} ±0,63	-0,37 ^{Ab} ±0,48
8.	-0,43 ^{Aa} ±0,55	-0,24 ^{Aa} ±0,30	1,03 ^{Aa} ±1,01	-1,32 ^{Ab} ±0,90	-0,72 ^{Ab} ±0,24	-0,46 ^{Aa} ±0,21	-1,02 ^{Ab} ±0,29	-1,04 ^{Ab} ±0,15	-0,65 ^{Ab} ±0,40
9.	-0,65 ^{Aa} ±0,34	-1,31 ^{Aa} ±0,37	2,19 ^{Ba} ±2,98	-0,50 ^{Aa} ±0,32	-1,27 ^{Aa} ±0,97	-0,84 ^{Aa} ±0,42	-0,70 ^{Aa} ±0,29	-0,86 ^{Aa} ±0,25	-0,53 ^{Aa} ±0,80
10.	-0,85 ^{Aa} ±1,12	-0,94 ^{Aa} ±0,11	0,43 ^{Ab} ±0,78	-0,95 ^{Aa} ±1,04	-1,59 ^{Aa} ±0,14	-0,14 ^{Aa} ±0,93	-1,12 ^{Aa} ±0,24	-0,02 ^{Bb} ±0,34	-0,31 ^{Aa} ±0,79
11.	0,10 ^{Aa} ±0,44	-0,88 ^{Ab} ±0,25	0,46 ^{Aa} ±2,17	-0,52 ^{Ab} ±0,44	-0,90 ^{Ab} ±0,73	-0,58 ^{Ab} ±0,24	-0,97 ^{Ab} ±0,58	-0,04 ^{Bb} ±0,65	-1,06 ^{Ab} ±0,33

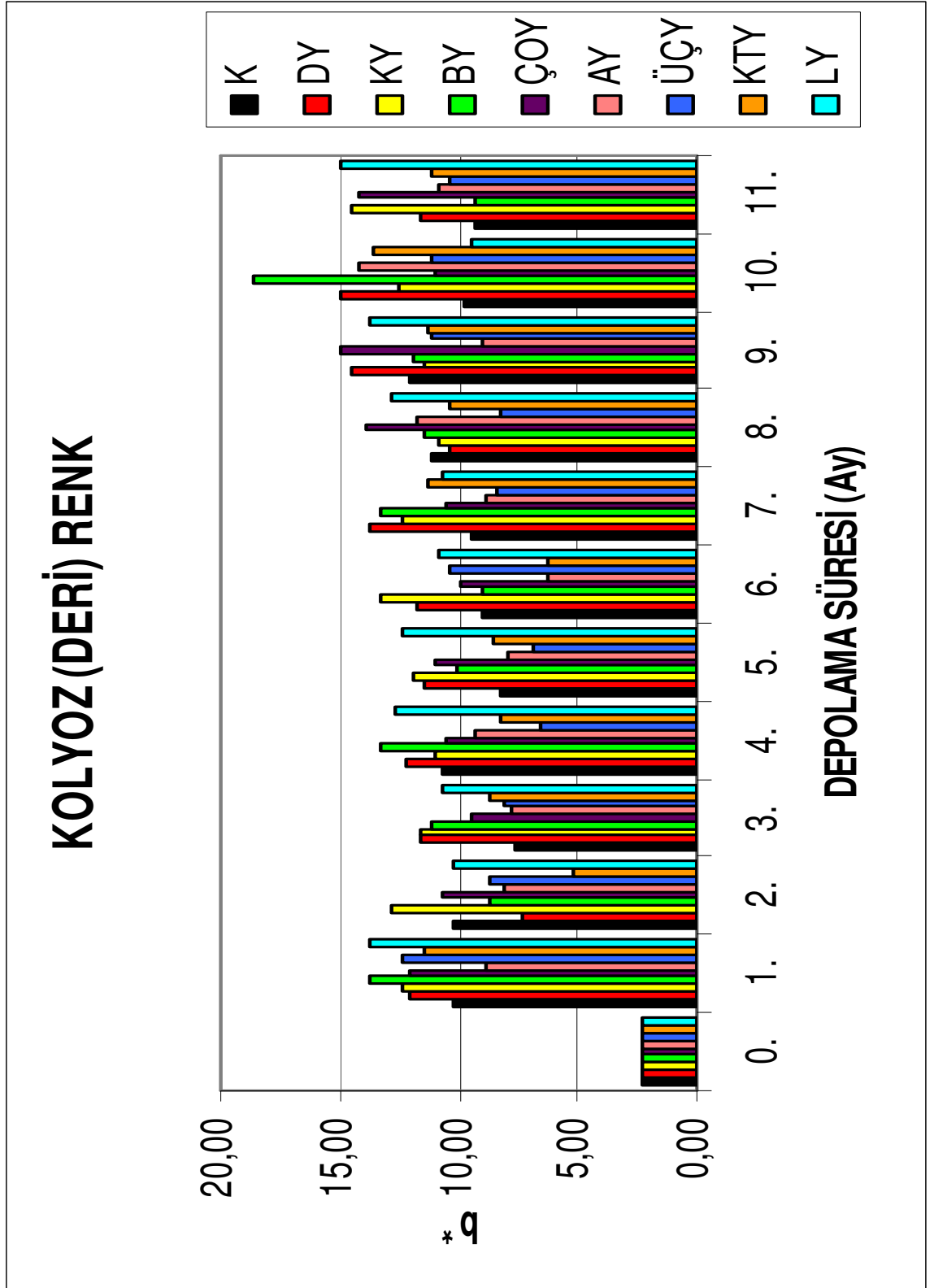


Şekil 4.6: Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının derili kısım a* değerler

Tablo 4.7: Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularından derili kısım b* değerleri

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	5,62 ^{Aa} ±3,53	5,62 ^{Aa} ±3,53	5,62 ^{Aa} ±3,53	5,62 ^{Aa} ±3,53	5,62 ^{Aa} ±3,53	5,62 ^{Aa} ±3,53	5,62 ^{Aa} ±3,53	5,62 ^{Aa} ±3,53	5,62 ^{Aa} ±3,53
1.	6,79 ^{Aa} ±0,60	8,01 ^{Ba} ±0,88	9,57 ^{Aa} ±4,12	5,62 ^{Aa} ±1,52	4,52 ^{Aa} ±2,66	4,32 ^{Aa} ±4,21	2,55 ^{Aa} ±1,16	4,04 ^{Aa} ±1,70	5,23 ^{Aa} ±2,55
2.	4,42 ^{Ba} ±1,37	1,61 ^{Aa} ±1,70	7,74 ^{Ab} ±3,58	1,89 ^{Aa} ±5,04	0,12 ^{Aa} ±1,55	3,01 ^{Aa} ±3,68	-2,10 ^{Ba} ±1,94	-0,52 ^{Aa} ±5,78	0,17 ^{Aa} ±2,09
3.	1,92 ^{Ba} ±1,82	-0,88 ^{Ca} ±2,94	0,56 ^{Aa} ±6,37	0,82 ^{Aa} ±3,86	5,05 ^{Aa} ±5,46	3,35 ^{Aa} ±2,57	3,46 ^{Aa} ±6,26	1,34 ^{Aa} ±3,47	1,46 ^{Aa} ±3,72
4.	1,06 ^{Ba} ±3,91	3,98 ^{Aa} ±1,35	5,05 ^{Aa} ±4,16	2,07 ^{Aa} ±2,39	3,85 ^{Aa} ±3,89	2,36 ^{Aa} ±3,71	-1,03 ^{Aa} ±5,46	3,50 ^{Aa} ±4,10	0,13 ^{Aa} ±3,72
5.	4,83 ^{Ba} ±7,62	2,90 ^{Aa} ±3,56	8,10 ^{Aa} ±3,89	7,51 ^{Aa} ±0,67	5,09 ^{Aa} ±5,43	3,91 ^{Aa} ±2,67	1,56 ^{Aa} ±3,60	2,47 ^{Aa} ±2,93	3,75 ^{Aa} ±3,02
6.	0,92 ^{Ba} ±8,61	-3,07 ^{Aa} ±0,30	4,51 ^{Aa} ±4,53	3,61 ^{Aa} ±2,05	5,68 ^{Aa} ±11,24	1,88 ^{Aa} ±2,11	4,11 ^{Aa} 1,92	2,77 ^{Aa} 0,62	5,03 ^{Aa} 2,23
7.	3,23 ^{Ba} ±0,89	-0,38 ^{Aa} ±3,99	7,63 ^{Bb} ±0,99	2,99 ^{Aa} ±3,49	4,85 ^{Aa} ±2,98	6,36 ^{Aa} ±1,67	-2,69 ^{Ba} ±1,40	2,40 ^{Aa} ±2,19	4,55 ^{Aa} ±1,33
8.	5,93 ^{Ba} ±4,32	2,99 ^{Aa} ±0,68	8,13 ^{Aa} ±3,60	7,66 ^{Aa} ±0,69	3,12 ^{Aa} ±1,79	6,63 ^{Aa} ±2,46	-1,93 ^{Ba} ±2,80	0,70 ^{Aa} ±2,87	5,36 ^{Aa} ±0,82
9.	3,34 ^{Ba} 1,70	-1,94 ^{Ab} ±1,35	9,40 ^{Ab} ±6,94	3,11 ^{Aa} ±5,14	2,60 ^{Aa} ±3,25	3,11 ^{Aa} ±3,35	0,28 ^{Aa} ±2,67	-0,13 ^{Aa} ±6,20	4,58 ^{Aa} ±2,83
10.	3,88 ^{Ba} ±4,36	3,08 ^{Aa} ±0,50	7,94 ^{Ab} ±0,37	-1,28 ^{Bb} ±2,64	4,90 ^{Aa} ±3,66	3,40 ^{Aa} ±3,82	0,14 ^{Aa} ±0,97	3,42 ^{Aa} ±2,66	3,30 ^{Aa} ±0,24
11.	2,47 ^{Ba} ±0,42	-2,09 ^{Aa} ±7,13	5,51 ^{Aa} ±0,90	2,96 ^{Aa} ±2,08	2,46 ^{Aa} ±5,81	1,21 ^{Aa} ±3,40	0,48 ^{Aa} ±6,49	6,96 ^{Aa} ±7,40	2,21 ^{Aa} ±0,89

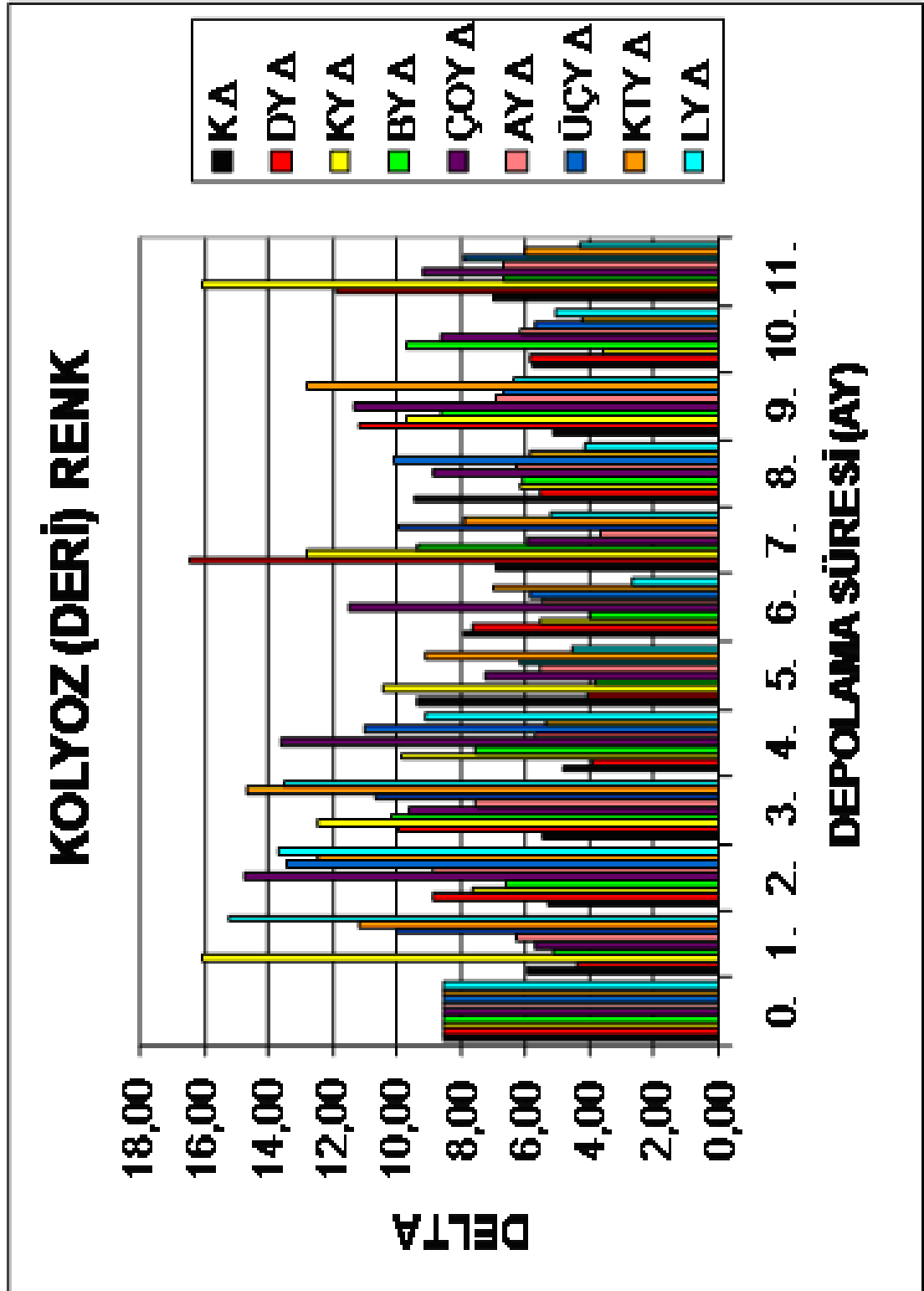


Şekil 4.7: Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının derili kısım b* değerleri

Tablo 4.8: Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularından derili kısım ΔE değerleri

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	8,57 ^{Aa} ±1,03	8,57 ^{Aa} ±1,03	8,57 ^{Aa} ±1,03	8,57 ^{Aa} ±1,03	8,57 ^{Aa} ±1,03	8,57 ^{Aa} ±1,03	8,57 ^{Aa} ±1,03	8,57 ^{Aa} ±1,03	8,57 ^{Aa} ±1,03
1.	5,94 ^{Aa} ±3,10	4,41 ^{Ba} ±0,89	16,08 ^{Ba} ±8,00	5,10 ^{Ba} ±2,10	5,69 ^{Aa} ±2,11	6,24 ^{Ba} ±1,00	10,01 ^{Aa} ±3,34	11,19 ^{Aa} ±10,02	15,24 ^{Ba} ±2,85
2.	6,07 ^{Aa} ±4,36	11,70 ^{Aa} ±9,44	7,79 ^{Aa} ±1,23	8,13 ^{Aa} ±7,70	19,01 ^{Ba} ±10,90	11,60 ^{Aa} ±9,54	17,38 ^{Aa} ±6,37	15,17 ^{Aa} ±6,59	17,50 ^{Ca} ±5,00
3.	6,13 ^{Aa} ±0,61	10,60 ^{Aa} ±6,96	16,32 ^{Bb} ±11,93	11,52 ^{Aa} ±11,44	9,71 ^{Aa} ±6,25	7,50 ^{Aa} ±6,01	12,34 ^{Ab} ±2,49	17,66 ^{Ab} ±7,94	16,56 ^{Cb} ±7,84
4.	6,22 ^{Aa} ±4,49	3,34 ^{Ba} ±2,47	9,81 ^{Aa} ±4,96	7,01 ^{Aa} ±3,51	16,45 ^{Bb} ±5,15	6,01 ^{Ba} ±4,14	13,88 ^{Ab} ±4,02	4,90 ^{Aa} ±3,38	9,98 ^{Aa} ±6,92
5.	11,21 ^{Aa} ±7,82	4,75 ^{Bb} ±2,19	12,53 ^{Aa} ±3,65	4,19 ^{Bb} ±0,72	8,21 ^{Aa} ±7,34	6,28 ^{Ba} ±3,28	7,11 ^{Aa} ±6,56	11,20 ^{Aa} ±9,79	4,19 ^{Db} ±1,96
6.	7,93 ^{Aa} ±8,22	12,42 ^{Ca} ±0,87	4,22 ^{Ca} ±0,30	5,81 ^{Ba} ±6,72	16,33 ^{Ba} ±7,67	6,73 ^{Ba} ±1,89	5,90 ^{Aa} ±4,39	5,51 ^{Aa} ±3,45	2,37 ^{Da} ±0,45
7.	6,90 ^{Aa} ±5,55	16,43 ^{Ca} ±10,42	12,75 ^{Aa} ±2,27	9,38 ^{Aa} ±9,27	5,96 ^{Aa} ±4,34	3,63 ^{Ba} ±1,43	9,90 ^{Aa} ±2,60	7,93 ^{Aa} ±5,92	5,18 ^{Da} ±2,38
8.	11,13 ^{Aa} ±10,29	4,50 ^{Aa} ±3,72	7,67 ^{Aa} ±2,43	5,58 ^{Ba} ±3,00	10,66 ^{Aa} ±7,87	8,03 ^{Aa} ±4,81	12,74 ^{Aa} ±5,11	6,26 ^{Aa} ±6,00	4,93 ^{Aa} ±2,89
9.	4,01 ^{Aa} ±4,14	13,84 ^{Cb} ±2,78	12,21 ^{Aa} ±2,26	10,70 ^{Aa} ±7,21	12,89 ^{Aa} ±7,74	7,92 ^{Aa} ±8,97	7,42 ^{Aa} ±5,17	15,44 ^{Ab} 6,04	7,63 ^{Da} ±5,87
10.	6,98 ^{Aa} ±3,64	7,50 ^{Ba} ±0,75	4,29 ^{Ca} ±0,59	11,56 ^{Ab} ±3,12	9,79 ^{Ab} ±3,27	5,67 ^{Ba} ±2,72	6,40 ^{Aa} ±2,99	3,85 ^{Ba} ±1,10	5,19 ^{Da} ±3,20
11.	8,43 ^{Aa} ±4,12	15,45 ^{Ca} ±12,21	21,18 ^{Bb} ±5,49	8,12 ^{Aa} ±5,30	11,43 ^{Aa} ±3,73	8,28 ^{Aa} ±6,63	10,80 ^{Aa} ±4,01	7,73 ^{Aa} ±4,51	5,02 ^{Da} ±3,11



Şekil 4.8:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının derili kısım ΔE değerleri

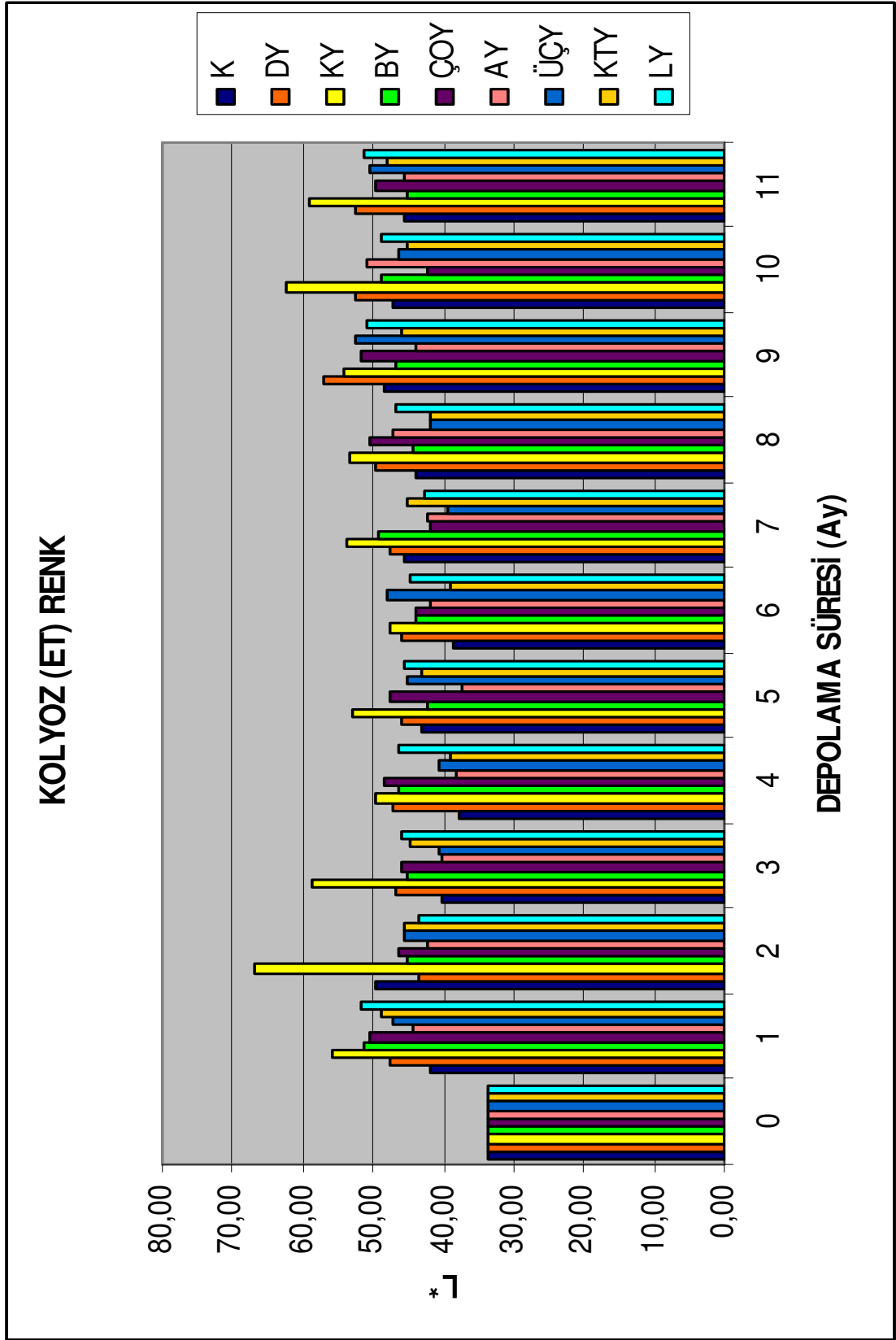
Kolyoz filetolarının derisiz kısmında yapılan ölçümlerde L^* , a^* ve b^* değeri depolama başlangıcında $33,51 \pm 0,64$, $5,34 \pm 1,29$ ve $5,62 \pm 3,53$ olarak ölçülmüştür (Tablo 4.9., 4.10., 4.11). Bu değerler depolama boyunca artış göstermiş depolama sonunda tüm gruplarda başlangıca göre daha yüksek ($p < 0.05$) değerler tespit edilmiştir. Depolama sonunda gruplarda L^* değeri sırasıyla: $45,40 \pm 2,52$, $52,65 \pm 2,89$, $59,19 \pm 5,22$, $45,32 \pm 7,09$, $49,76 \pm 4,34$, $45,45 \pm 0,62$, $50,31 \pm 1,62$, $48,08 \pm 2,74$, $51,43 \pm 2,44$, a^* değeri sırasıyla; $6,18 \pm 1,45$, $4,23 \pm 2,79$, $8,46 \pm 3,05$, $4,05 \pm 1,71$, $7,37 \pm 2,39$, $6,91 \pm 0,60$, $6,91 \pm 0,78$, $5,55 \pm 0,92$ ve $4,52 \pm 3,75$ şeklinde b^* değeri ise $2,47 \pm 0,42$, $-2,09 \pm 7,13$, $5,51 \pm 0,90$, $2,96 \pm 2,08$, $2,46 \pm 5,81$, $1,21 \pm 3,40$, $0,48 \pm 6,49$, $6,96 \pm 7,40$ ve $2,21 \pm 30,89$ şeklinde ölçülmüştür (Şekil 4.9, 4.10., 4.11).

Kontrol, DY, KY, ÇOY, AY ve KTY örneklerinin et kısmında ölçülen L^* değerlerinde ki önemli değişim ($p < 0,05$) depolamanın 1. ayından itibaren gözlenirken, BY ve LY örneklerinde depolamanın 2. ayından itibaren gözlenmiştir. a^* değeri kontrol grubu örneklerde depolamanın 1. ayından itibaren önemli bir değişim göstermiştir DY, ÜÇY, KTY ve LY örneklerinde a^* değeri depolama boyunca önemli bir değişim göstermemiştir. Kontrol grubu kolyoz örneklerinin et kısmından ölçülen b^* değeri depolamamanın 2. ayından itibaren depolama başlangıcına göre önemli bir değişim gösterirken diğer örneklerde bu değişim depolama gözlenmemiştir. Depolamanın 1. ayından itibaren kontrol, KY, ÇOY, AY, KTY ve LY örneklerinde ki ΔE değerindeki değişim önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Tablo 4.12, Şekil 4.12).

Tablo 4.9: Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısmı L* değerleri

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	33,51 ^{Aa} ±0,64	33,51 ^{Aa} ±0,64	33,51 ^{Aa} ±0,64	33,51 ^{Aa} ±0,64	33,51 ^{Aa} ±0,64	33,51 ^{Aa} ±0,64	33,51 ^{Aa} ±0,64	33,51 ^{Aa} ±0,64	33,51 ^{Aa} ±0,64
1.	41,75 ^{Ba} ±1,09	47,45 ^{Bb} ±2,63	55,61 ^{Bc} ±2,42	51,36 ^{Bc} ±0,38	50,59 ^{Bc} ±4,53	44,20 ^{Bb} ±2,87	47,10 ^{Bc} ±3,42	48,68 ^{Bc} ±5,54	51,65 ^{Bc} ±1,28
2.	49,84 ^{Ca} ±1,43	43,43 ^{Bb} ±2,00	66,78 ^{Bc} ±12,87	45,16 ^{Cb} ±2,29	46,28 ^{Bb} ±3,78	42,41 ^{Bb} ±2,95	45,68 ^{Bb} ±5,44	45,70 ^{Bb} ±2,62	43,31 ^{Cb} ±5,40
3.	40,11 ^{Da} ±3,85	46,71 ^{Ba} ±4,03	58,75 ^{Bb} ±3,27	45,25 ^{Ca} ±5,21	46,10 ^{Ba} ±4,24	40,30 ^{Ba} ±3,54	40,80 ^{Ba} ±2,80	44,76 ^{Ba} ±3,06	46,12 ^{Ca} ±2,43
4.	37,59 ^{Da} ±2,10	47,09 ^{Bb} ±5,40	49,72 ^{Bb} ±5,86	46,18 ^{Cb} ±2,89	48,50 ^{Bb} ±2,05	38,08 ^{Ba} ±0,42	40,42 ^{Ba} ±3,64	38,99 ^{Ba} ±3,73	46,18 ^{Cb} ±4,67
5.	43,14 ^{Da} ±4,75	46,15 ^{Ba} ±5,02	52,95 ^{Ba} ±13,65	42,17 ^{Ca} ±0,19	47,60 ^{Ba} ±1,10	37,26 ^{Ba} ±3,32	45,29 ^{Ba} ±2,74	42,93 ^{Ba} ±3,43	45,59 ^{Ca} ±3,90
6.	38,53 ^{Da} ±0,57	45,94 ^{Bb} ±2,64	47,79 ^{Bb} ±12,62	43,85 ^{Cb} ±3,68	44,02 ^{Bb} ±1,57	41,89 ^{Bb} ±2,22	48,16 ^{Bb} ±1,44	38,89 ^{Ba} ±3,95	44,79 ^{Cb} ±4,78
7.	45,74 ^{Da} ±7,72	47,44 ^{Ba} ±3,70	53,60 ^{Ba} ±2,43	49,12 ^{Ca} ±9,71	41,73 ^{Ba} ±4,51	42,36 ^{Ba} ±5,12	39,29 ^{Ba} ±2,56	45,04 ^{Ba} ±4,48	42,68 ^{Ca} ±4,92
8.	43,74 ^{Da} ±7,12	49,46 ^{Ba} ±0,98	53,21 ^{Ba} ±6,88	44,41 ^{Ca} ±5,56	50,60 ^{Ba} ±2,12	47,12 ^{Ba} ±3,85	41,67 ^{Ba} ±1,46	41,89 ^{Ba} ±3,90	46,62 ^{Ca} ±2,83
9.	48,35 ^{Da} ±3,30	57,07 ^{Ba} ±4,91	54,04 ^{Ba} ±4,16	46,59 ^{Ca} ±7,76	51,63 ^{Ba} ±4,54	43,81 ^{Ba} ±0,68	52,42 ^{Ba} ±4,68	46,05 ^{Ba} ±3,72	50,99 ^{Ba} ±0,50
10.	47,19 ^{Da} ±0,75	52,64 ^{Ba} ±4,11	62,49 ^{Bb} ±1,08	48,98 ^{Ca} ±3,08	42,10 ^{Ba} ±5,28	50,74 ^{Ba} ±0,72	46,26 ±3,53	45,03 ^{Ba} ±3,30	48,98 ^{Ca} ±1,56
11.	45,40 ^{Da} ±2,52	52,65 ^{Bb} ±2,89	59,19 ^{Bb} ±5,22	45,32 ^{Ca} ±7,09	49,76 ^{Ba} ±4,34	45,45 ^{Ba} ±0,62	50,31 ^{Bb} ±1,62	48,08 ^{Ba} ±2,74	51,43 ^{Bb} ±2,44

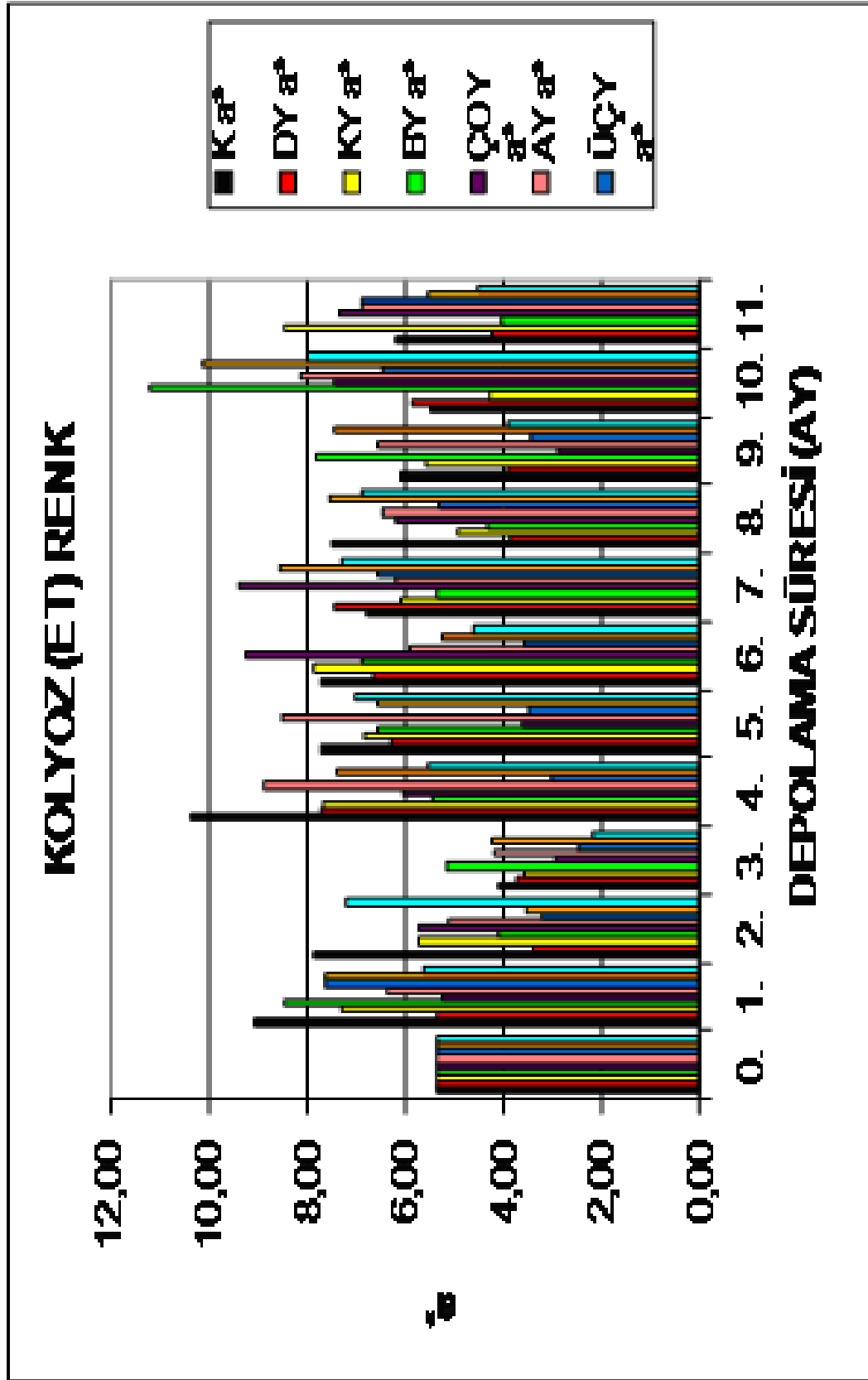


Şekil 4.9:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısmı L* değerleri

Tablo 4.10: Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısmı a* değerleri

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	5,34 ^{Aa} ±1,29	5,34 ^{Aa} ±1,29	5,34 ^{Aa} ±1,29	5,34 ^{Aa} ±1,29	5,34 ^{Aa} ±1,29	5,34 ^{Aa} ±1,29	5,34 ^{Aa} ±1,29	5,34 ^{Aa} ±1,29	5,34 ^{Aa} ±1,29
1.	9,07 ^{Ba} ±1,51	5,33 ^{Aa} ±2,19	7,30 ^{Ba} ±0,27	8,46 ^{Ba} ±3,42	5,28 ^{Aa} ±1,48	6,35 ^{Aa} ±0,35	7,64 ^{Ba} ±0,52	7,64 ^{Aa} ±2,32	5,61 ^{Aa} ±1,44
2.	7,84 ^{Ba} ±3,35	3,41 ^{Aa} ±1,60	5,70 ^{Aa} ±2,03	4,10 ^{Aa} ±2,96	5,73 ^{Aa} ±2,83	5,12 ^{Aa} ±3,07	3,19 ^{Aa} ±1,53	3,53 ^{Aa} ±1,34	7,19 ^{Aa} ±3,68
3.	4,10 ^{Ba} ±2,05	3,70 ^{Aa} ±2,82	3,57 ^{Aa} ±2,87	5,14 ^{Aa} ±0,75	2,92 ^{Aa} ±1,66	4,18 ^{Aa} ±1,62	2,48 ^{Aa} ±1,47	4,2 ^{Aa} ±3,43	2,18 ^{Aa} ±3,47
4.	10,38 ^{Ca} ±3,12	7,70 ^{Aa} ±1,37	7,67 ^{Ba} ±2,05	5,45 ^{Aa} ±4,43	6,07 ^{Aa} ±3,25	8,88 ^{Ba} ±4,54	3,04 ^{Aa} ±3,95	7,40 ^{Aa} ±3,33	5,52 ^{Aa} ±3,29
5.	7,71 ^{Ba} ±1,02	6,29 ^{Aa} ±1,94	6,85 ^{Ba} ±2,39	6,56 ^{Aa} ±1,51	3,64 ^{Ab} ±2,23	8,49 ^{Ba} ±1,83	3,47 ^{Ab} ±2,61	6,58 ^{Aa} ±1,85	7,02 ^{Aa} ±3,44
6.	7,74 ^{Ba} ±0,30	6,66 ^{Aa} ±0,78	7,84 ^{Ba} ±0,62	6,89 ^{Aa} ±0,30	9,26 ^{Ba} ±1,32	5,91 ^{Ab} ±0,62	4,32 ^{Ab} ±2,15	7,14 ^{Aa} ±2,64	5,53 ^{Ab} ±3,92
7.	6,80 ^{Ba} ±2,57	7,43 ^{Aa} ±1,82	6,09 ^{Ba} ±3,25	5,37 ^{Aa} ±3,32	9,38 ^{Ba} ±1,29	6,20 ^{Aa} ±0,79	6,54 ^{Aa} ±2,31	8,54 ^{Aa} ±0,21	7,30 ^{Aa} ±6,29
8.	7,47 ^{Ba} ±2,38	3,84 ^{Aa} ±2,05	4,94 ^{Aa} ±0,19	4,31 ^{Aa} ±1,38	6,18 ^{Aa} ±2,83	6,45 ^{Aa} ±2,42	5,32 ^{Aa} ±2,55	7,53 ^{Aa} ±3,15	6,90 ^{Aa} ±4,78
9.	6,11 ^{Ba} ±0,95	3,91 ^{Aa} ±1,63	5,57 ^{Aa} ±2,53	7,82 ^{Aa} ±4,07	2,91 ^{Ab} ±0,91	6,57 ^{Aa} ±1,12	3,43 ^{Ab} ±0,67	7,44 ^{Aa} ±0,99	3,92 ^{Ab} ±1,89
10.	5,49 ^{Aa} ±2,38	5,85 ^{Aa} ±1,41	4,26 ^{Aa} ±0,28	11,22 ^{Bb} ±5,65	7,42 ^{Ba} ±0,37	8,14 ^{Ba} ±0,32	6,47 ^{Aa} ±3,42	10,15 ^{Bb} ±1,40	9,48 ^{Bb} ±2,09
11.	6,18 ^{Ba} ±1,45	4,23 ^{Aa} ±2,79	8,46 ^{Ba} ±3,05	4,05 ^{Aa} ±1,71	7,37 ^{Ba} ±2,39	6,91 ^{Aa} ±0,60	6,91 ^{Aa} ±0,78	5,55 ^{Aa} ±0,92	4,52 ^{Aa} ±3,75

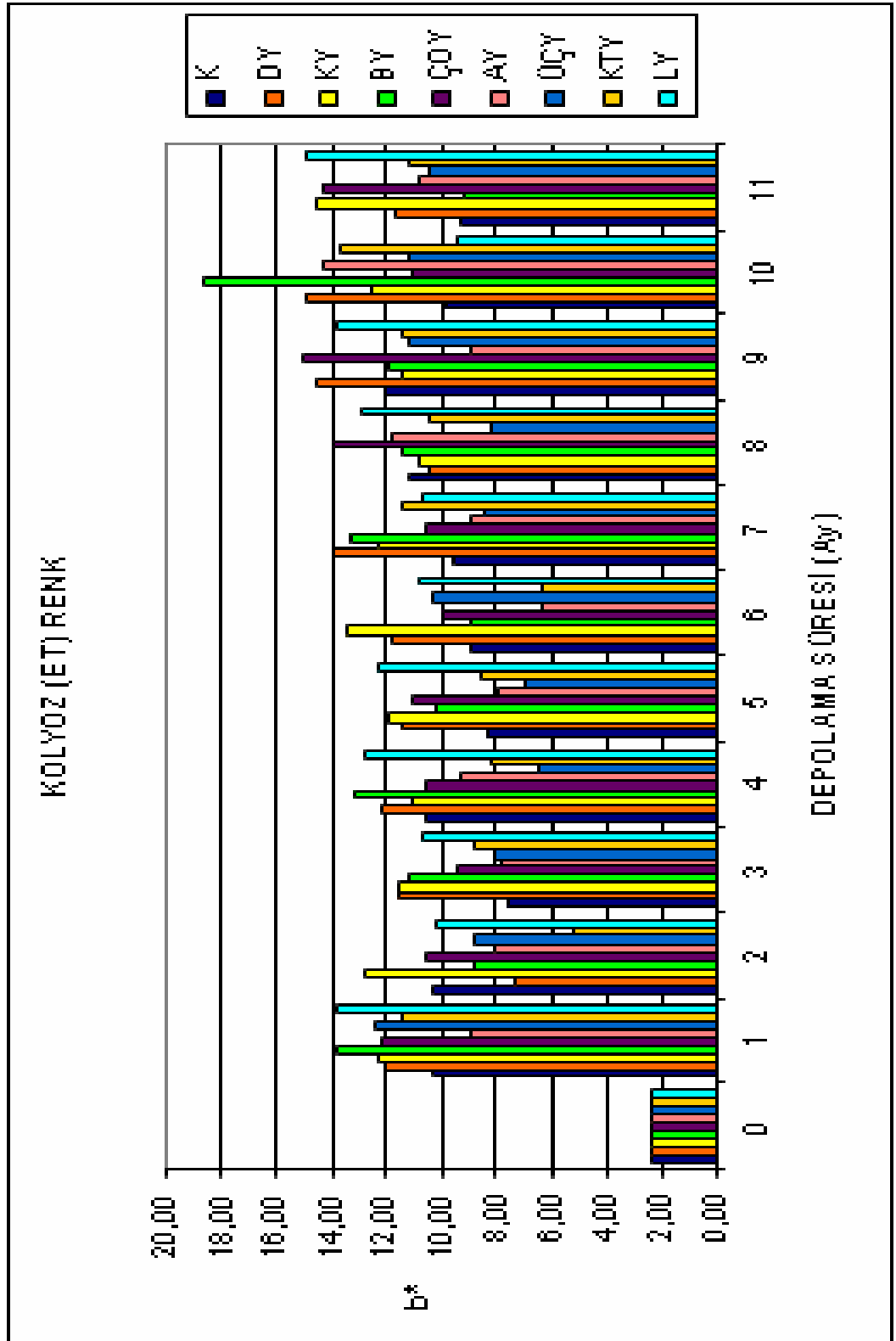


Şekil4.10:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısmı a* değerleri

Tablo 4.11: Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısmı b* değerleri

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	5,62 ^{Aa} ±3,53	5,62 ^{Aa} ±3,53 ^{Aa}	5,62 ^{Aa} ±3,53 ^{Aa}	5,62 ^{Aa} ±3,53 ^{Aa}	5,62 ^{Aa} ±3,53 ^{Aa}	5,62 ^{Aa} ±3,53 ^{Aa}	5,62 ^{Aa} ±3,53 ^{Aa}	5,62 ^{Aa} ±3,53 ^{Aa}	5,62 ^{Aa} ±3,53 ^{Aa}
1.	6,79 ^{Aa} ±0,60	8,01 ^{Ba} ±0,88	9,57 ^{Aa} ±4,12	5,62 ^{Aa} ±1,52	4,52 ^{Aa} ±2,66	4,32 ^{Aa} ±4,21	2,55 ^{Aa} ±1,16	4,04 ^{Aa} ±1,70	5,23 ^{Aa} ±2,55
2.	4,42 ^{Ba} ±1,37	1,61 ^{Aa} ±1,70	7,74 ^{Ab} ±3,58	1,89 ^{Aa} ±5,04	0,12 ^{Aa} ±1,55	3,01 ^{Aa} ±3,68	-2,10 ^{Ba} ±1,94	-0,52 ^{Aa} ±5,78	0,17 ^{Aa} ±2,09
3.	1,92 ^{Ba} ±1,82	-0,88 ^{Ca} ±2,94	0,56 ^{Aa} ±6,37	0,82 ^{Aa} ±3,86	5,05 ^{Aa} ±5,46	3,35 ^{Aa} ±2,57	3,46 ^{Aa} ±6,26	1,34 ^{Aa} ±3,47	1,46 ^{Aa} ±3,72
4.	1,06 ^{Ba} ±3,91	3,98 ^{Aa} ±1,35	5,05 ^{Aa} ±4,16	2,07 ^{Aa} ±2,39	3,85 ^{Aa} ±3,89	2,36 ^{Aa} ±3,71	-1,03 ^{Aa} ±5,46	3,50 ^{Aa} ±4,10	0,13 ^{Aa} ±3,72
5.	4,83 ^{Ba} ±7,62	2,90 ^{Aa} ±3,56	8,10 ^{Aa} ±3,89	7,51 ^{Aa} ±0,67	5,09 ^{Aa} ±5,43	3,91 ^{Aa} ±2,67	1,56 ^{Aa} ±3,60	2,47 ^{Aa} ±2,93	3,75 ^{Aa} ±3,02
6.	0,92 ^{Ba} ±8,61	-3,07 ^{Aa} ±0,30	4,51 ^{Aa} ±4,53	3,61 ^{Aa} ±2,05	5,68 ^{Aa} ±11,24	1,88 ^{Aa} ±2,11	4,11 ^{Aa} 1,92	2,77 ^{Aa} ±0,62	5,03 ^{Aa} ±2,23
7.	3,23 ^{Ba} ±0,89	-0,38 ^{Aa} ±3,99	7,63 ^{Bb} ±0,99	2,99 ^{Aa} ±3,49	4,85 ^{Aa} ±2,98	6,36 ^{Aa} ±1,67	-2,69 ^{Ba} ±1,40	2,40 ^{Aa} ±2,19	4,55 ^{Aa} ±1,33
8.	5,93 ^{Ba} ±4,32	2,99 ^{Aa} ±0,68	8,13 ^{Aa} ±3,60	7,66 ^{Aa} ±0,69	3,12 ^{Aa} ±1,79	6,63 ^{Aa} ±2,46	-1,93 ^{Ba} ±2,80	0,70 ^{Aa} ±2,87	5,36 ^{Aa} ±0,82
9.	3,34 ^{Ba} ±1,70	-1,94 ^{Ab} ±1,35	9,40 ^{Ab} ±6,94	3,11 ^{Aa} ±5,14	2,60 ^{Aa} ±3,25	3,11 ^{Aa} ±3,35	0,28 ^{Aa} ±2,67	-0,13 ^{Aa} ±6,20	4,58 ^{Aa} ±2,83
10.	3,88 ^{Ba} ±4,36	3,08 ^{Aa} ±0,50	7,94 ^{Ab} ±0,37	-1,28 ^{Bb} ±2,64	4,90 ^{Aa} ±3,66	3,40 ^{Aa} ±3,82	0,14 ^{Aa} ±0,97	3,42 ^{Aa} ±2,66	3,30 ^{Aa} ±0,24
11.	2,47 ^{Ba} ±0,42	-2,09 ^{Aa} ±7,13	5,51 ^{Aa} ±0,90	2,96 ^{Aa} ±2,08	2,46 ^{Aa} ±5,81	1,21 ^{Aa} ±3,40	0,48 ^{Aa} ±6,49	6,96 ^{Aa} ±7,40	2,21 ^{Aa} ±0,89

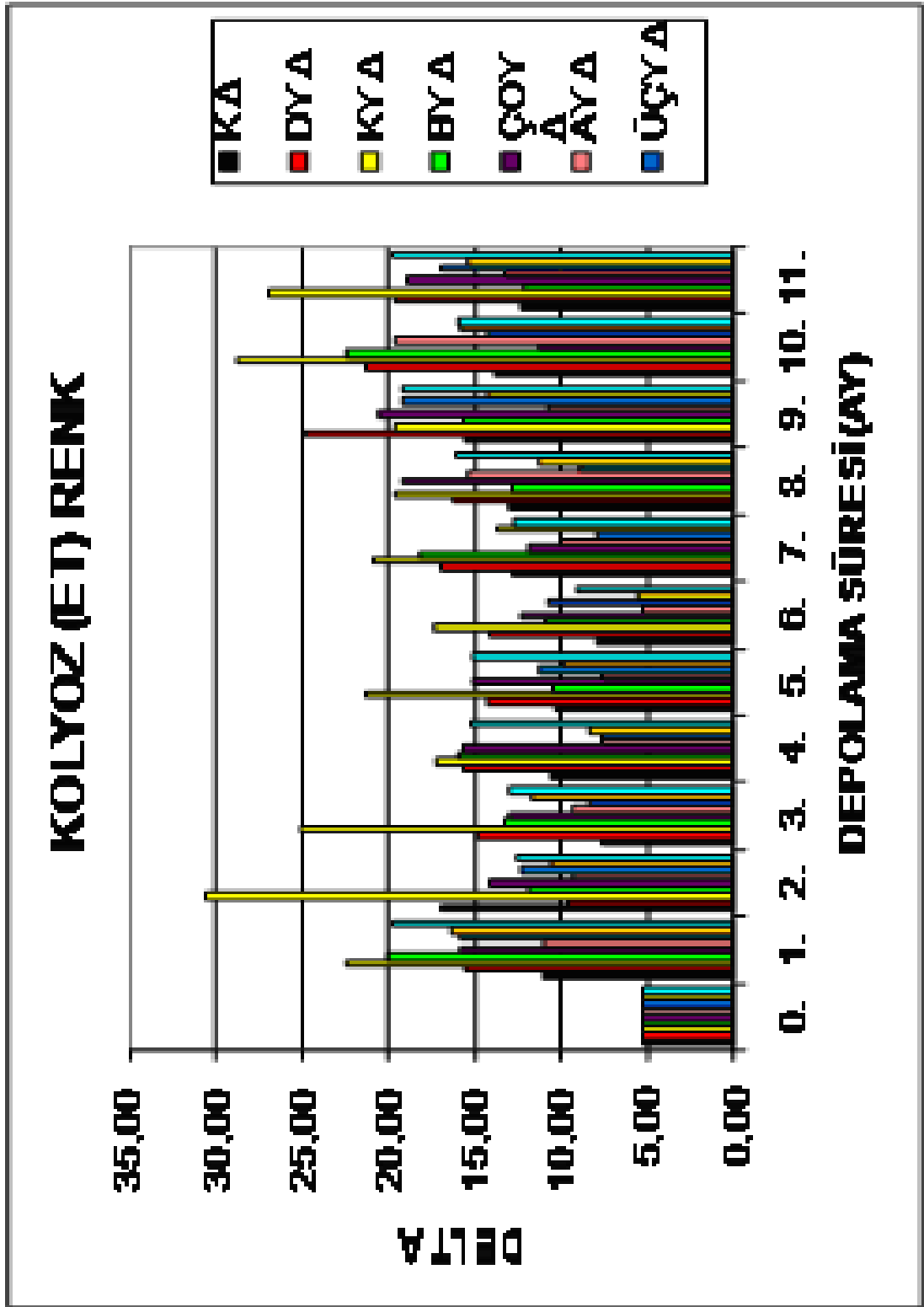


Şekil 4.11:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısmı b* değerleri

Tablo 4.12: Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısmı ΔE değerleri

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	5,17 ^{Aa} ±1,03	5,17 ^{Aa} ±1,03	5,17 ^{Aa} ±1,03	5,17 ^{Aa} ±1,03	5,17 ^{Aa} ±1,03	5,17 ^{Aa} ±1,03	5,17 ^{Aa} ±1,03	5,17 ^{Aa} ±1,03	5,17 ^{Aa} ±1,03
1.	11,04 ^{Ba} ±0,11	15,58 ^{Bb} ±1,26	22,51 ^{Bc} ±2,31	20,10 ^{Bc} ±2,35	15,83 ^{Bb} ±1,51	10,98 ^{Ba} ±2,85	15,74 ^{Bb} ±1,97	16,37 ^{Bb} ±5,79	19,73 ^{Bc} ±1,36
2.	16,90 ^{Ba} ±1,54	9,62 ^{Cb} ±1,37	30,68 ^{Bc} ±13,68	11,81 ^{Cb} ±2,31	14,15 ^{Bb} ±1,58	9,27 ^{Bb} ±3,71	12,21 ^{Bb} ±5,71	10,65 ^{Bb} ±3,12	12,58 ^{Bb} ±4,11
3.	7,61 ^{Aa} ±3,16	14,84 ^{Bb} ±4,66	25,06 ^{Bc} ±3,60	13,27 ^{Cb} ±5,90	12,94 ^{Bb} ±4,86	9,27 ^{Ba} ±3,71	8,27 ^{Aa} ±3,27	11,73 ^{Bb} ±2,70	12,96 ^{Bb} ±1,37
4.	10,53 ^{Ba} ±2,26	15,66 ^{Ba} ±5,44	17,18 ^{Ba} ±4,50	15,98 ^{Ca} 0,45	15,65 ^{Ba} ±0,07	7,61 ^{Ba} ±2,52	7,57 ^{Aa} ±1,99	8,28 ^{Ba} ±1,66	15,25 ^{Ba} ±5,32
5.	10,29 ^{Ba} ±4,38	14,24 ^{Ba} ±5,25	21,35 ^{Ba} ±12,04	10,44 ^{Ca} ±0,72	15,06 ^{Ba} ±1,45	7,57 ^{Ba} ±0,61	11,24 ^{Ba} ±2,88	9,81 ^{Ba} ±4,36	15,04 ^{Ba} ±1,20
6.	7,92 ^{Aa} ±0,27	14,15 ^{Bb} ±3,97	17,35 ^{Bb} ±11,81	10,84 ^{Ca} ±4,08	12,28 ^{Bb} ±0,17	7,56 ^{Ba} ±2,81	14,97 ^{Bb} ±1,93	6,51 ^{Aa} ±0,91	13,01 ^{Bb} ±4,19
7.	12,79 ^{Ba} ±8,69	16,96 ^{Ba} ±3,42	20,94 ^{Ba} ±1,99	18,20 ^{Ba} ±8,20	11,86 ^{Ba} ±2,29	10,09 ^{Ba} ±3,39	7,93 ^{Ab} ±0,46	13,74 ^{Ba} ±3,96	12,77 ^{Ba} ±3,23
8.	13,03 ^{Ba} ±6,02	16,27 ^{Ba} ±1,47	19,66 ^{Ba} ±7,17	12,77 ^{Ca} ±6,96	19,17 ^{Ca} ±2,24	15,43 ^{Ba} ±1,94	8,83 ^{Aa} ±1,19	11,25 ^{Ba} ±1,72	16,08 ^{Ba} ±1,17
9.	15,54 ^{Ba} ±1,36	24,78 ^{Db} ±5,31	19,60 ^{Ba} ±3,38	15,71 ^{Ca} ±6,63	20,66 ^{Ca} ±3,65	10,76 ^{Ba} ±0,07	19,23 ^{Ba} ±3,66	14,21 ^{Ba} ±3,07	19,20 ^{Ba} ±0,42
10.	13,89 ^{Ba} ±0,60	21,28 ^{Db} ±4,17	28,75 ^{Bc} ±1,56	22,50 ^{Bb} ±2,10	11,26 ^{Ba} ±6,25	19,57 ^{Cb} ±2,25	14,27 ^{Ba} ±1,91	15,84 ^{Ba} ±1,34	15,93 ^{Ba} ±0,91
11.	12,25 ^{Ba} ±2,78	19,68 ^{Db} ±2,66	27,02 ^{Bb} ±4,25	12,12 ^{Ca} ±7,35	18,96 ^{Cb} ±4,24	13,20 ^{Ba} ±0,45	16,89 ^{Bb} ±1,70	15,41 ^{Bb} ±1,92	19,76 ±3,10



Şekil 4.12:Kolyozda depolama süresince belirlenen renk analiz bulgularının et kısmı ΔE değerleri

4.3. KİMYASAL ANALİZ BULGULARI

4.3.1. Balık Eti Besin Değeri Bulguları

Kolyozların besin değeri analiz bulguları değerlendirildiğinde %77,01±0,3 su, % 19,91±0,5 protein, % 1,35±0,54 kül ve % 1,70±0,36 yağ içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

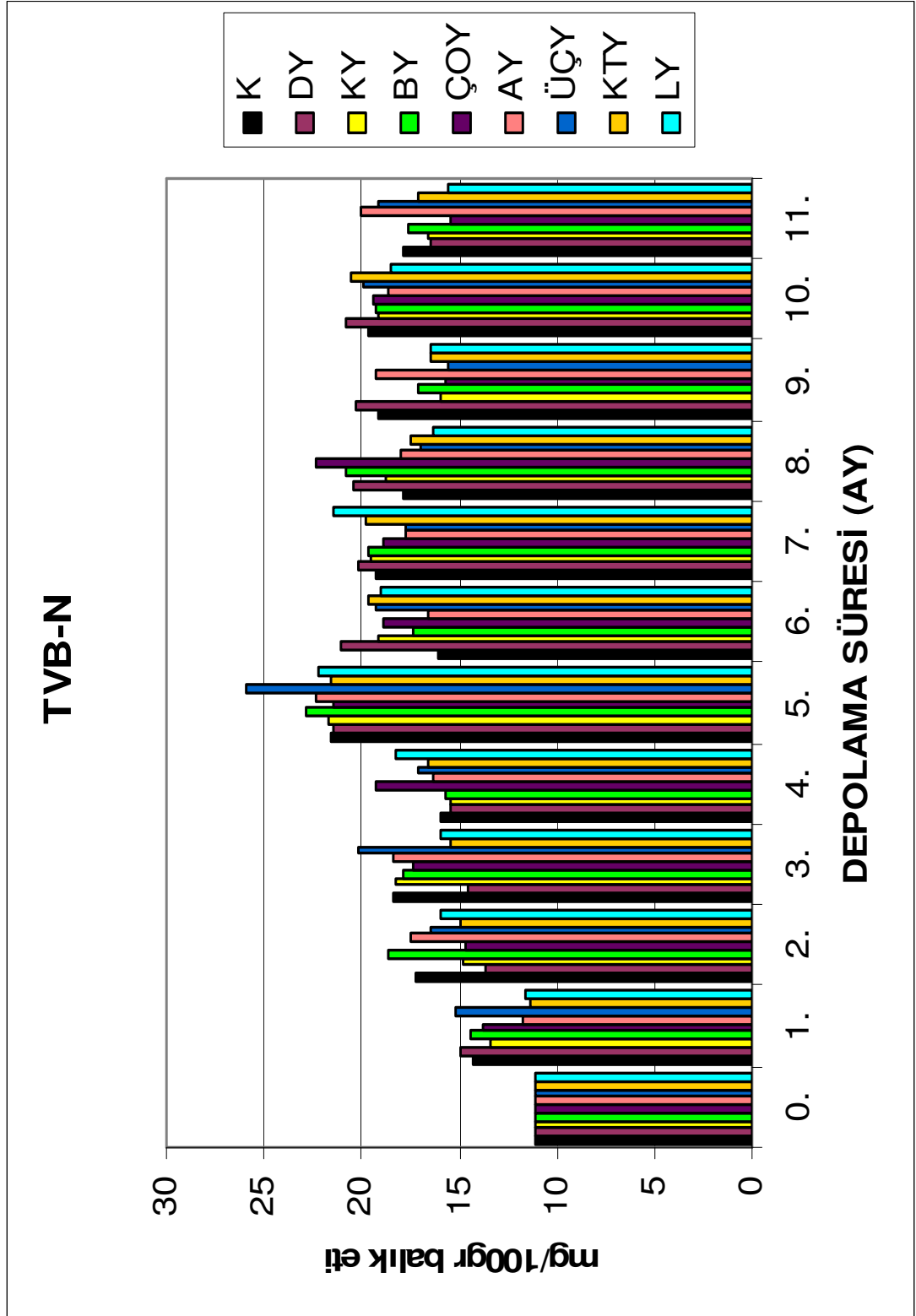
4.3.2. Toplam Uçucu Bazik Azot (TVB-N) Bulguları

Kontrol grubu kolyoz örnekleri ve DY, KY, BY, ÇOY, AY, ÜÇY, KTY ve LY uygulanmış kolyoz örneklerinin TVB-N değeri depolama başlangıcında 11,06±0,74 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Depolamanın ilk 5 ayı tüm örneklerde sürekli bir artış gösteren TVB-N değerinin depolamanın 5. ayından sonra düşüş göstermiş ve bundan sonraki depolama günlerinde de TVB-N değerinin dalgalanmalar gösterdiği görülmüştür. TVB-N değerinin depolamanın 5. ayında tüm gruplarda en yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolamanın 5. ayına kadar gruplar arası fark belirlenmemiştir ($p>0,05$). Depolama sonunda kontrol grubu örneklerin TVB-N değeri 17,92±0,51 mg/100g balık eti bulunmuştur. On bir aylık depolama sonunda DY, KY, BY, ÇOY, AY, ÜÇY, KTY ve LY uygulanmış kolyoz örneklerinde 16,53±0,39, 16,56±0,13, 17,68±0,55, 15,45±0,95, 20,10±0,94, 19,15±0,66, 17,08±0,36 ve 15,62±1,34 mg/100g TVB-N değeri belirlenmiştir (Tablo 4.13, Şekil 4.13).

Tablo 4.13: Kolyozda depolama süresince belirlenen Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) analiz bulguları (mg/100g balık eti)

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	11,06 ^{Aa} ±0,74	11,06 ^{Aa} ±0,74	11,06 ^{Aa} ±0,74	11,06 ^{Aa} ±0,74	11,06 ^{Aa} ±0,74	11,06 ^{Aa} ±0,74	11,06 ^{Aa} ±0,74	11,06 ^{Aa} ±0,74	11,06 ^{Aa} ±0,74
1.	14,34 ^{Ba} ±0,95	14,97 ^{Ba} ±0,24	13,46 ^{Ba} ±0,12	14,41 ^{Ba} ±0,87	13,74 ^{Ba} ±0,51	11,78 ^{Ab} ±0,15	15,21 ^{Ba} ±1,05	11,36 ^{Ab} ±0,71	11,67 ^{Ab} ±0,27
2.	17,27 ^{Ca} ±0,51	13,69 ^{Ca} ±0,26	14,77 ^{Ba} ±0,87	18,58 ^{Cb} ±0,96	14,65 ^{Ba} ±0,4	17,45 ^{Bb} ±0,63	16,42 ^{Bb} ±0,37	14,98 ^{Ba} ±0,02	15,97 ^{Ba} ±0,05
3.	18,41 ^{Ca} ±0,51	14,57 ^{Bb} ±0,85	18,2 ^{Ca} ±0,45	17,90 ^{Ca} ±0,46	17,41 ^{Ca} ±0,38	18,32 ^{Ba} ±0,65	20,15 ^{Ca} ±0,84	15,43 ^{Bb} ±0,35	15,94 ^{Bb} ±0,45
4.	15,94 ^{Ba} ±0,84	15,39 ^{Ba} ±0,76	15,39 ^{Ba} ±0,40	15,69 ^{Ba} ±0,85	19,23 ^{Cb} ±0,73	16,33 ^{Ba} ±0,68	17,12 ^{Ba} ±0,36	16,54 ^{Ba} ±0,34	18,23 ^{Cb} ±0,90
5.	21,52 ^{Da} ±0,55	21,49 ^{Ca} ±0,42	21,76 ^{Da} ±0,05	22,80 ^{Da} ±0,70	21,43 ^{Da} ±0,25	22,35 ^{Ca} ±0,72	25,89 ^{Ca} ±0,65	21,61 ^{Ca} ±0,82	22,25 ^{Da} ±0,25
6.	16,14 ^{Ba} ±0,45	21,1 ^{Cb} ±0,59	19,12 ^{Cb} ±1,11	17,42 ^{Ca} ±2,29	18,95 ^{Cb} ±0,47	16,62 ^{Ba} ±0,63	19,24 ^{Cb} ±0,14	19,68 ^{Cb} ±1,19	19,01 ^{Cb} ±0,19
7.	19,23 ^{Ca} ±0,79	20,20 ^{Ca} ±0,92	19,51 ^{Ca} ±0,17	19,67 ^{Ca} ±1,12	18,91 ^{Ca} ±0,84	17,75 ^{Ba} ±0,68	17,75 ^{Ba} ±0,68	19,84 ^{Ca} ±0,96	21,48 ^{Da} ±0,33
8.	17,88 ^{Ca} ±0,47	20,42 ^{Cb} ±0,13	18,8 ^{Cb} ±0,92	20,83 ^{Db} ±1,79	22,32 ^{Db} ±0,80	18,04 ^{Ba} ±0,7	16,98 ^{Ba} ±0,63	17,44 ^{Ba} ±0,26	16,30 ^{Ba} ±0,49
9.	19,17 ^{Ca} ±0,79	20,29 ^{Ca} ±0,31	15,91 ^{Bb} ±0,53	17,12 ^{Cb} ±0,54	15,75 ^{Bb} ±0,30	19,31 ^{Ba} ±0,66	15,56 ^{Bb} ±0,49	16,46 ^{Bb} ±0,53	16,45 ^{Bb} ±0,04
10.	19,71 ^{Ca} ±0,20	20,85 ^{Ca} ±0,52	19,16 ^{Cb} ±0,38	19,29 ^{Ca} ±0,21	19,45 ^{Cb} ±0,89	18,6 ^{Ba} ±0,56	19,97 ^{Ca} ±0,73	20,55 ^{Ca} ±0,10	18,55 ^{Cb} ±0,07
11.	17,92 ^{Ca} ±0,51	16,53 ^{Bb} ±0,39	16,56 ^{Bb} ±0,13	17,68 ^{Ca} ±0,55	15,45 ^{Bb} ±0,95	20,1 ^{Bc} ±0,94	19,15 ^{Cc} ±0,66	17,08 ^{Ba} ±0,36	15,62 ^{Bb} ±1,34



Şekil 4.13 :Kolyozda depolama süresince belirlenen Toplam uçucu bazik azot (TVBN) analiz bulguları (mg/100g balık eti)

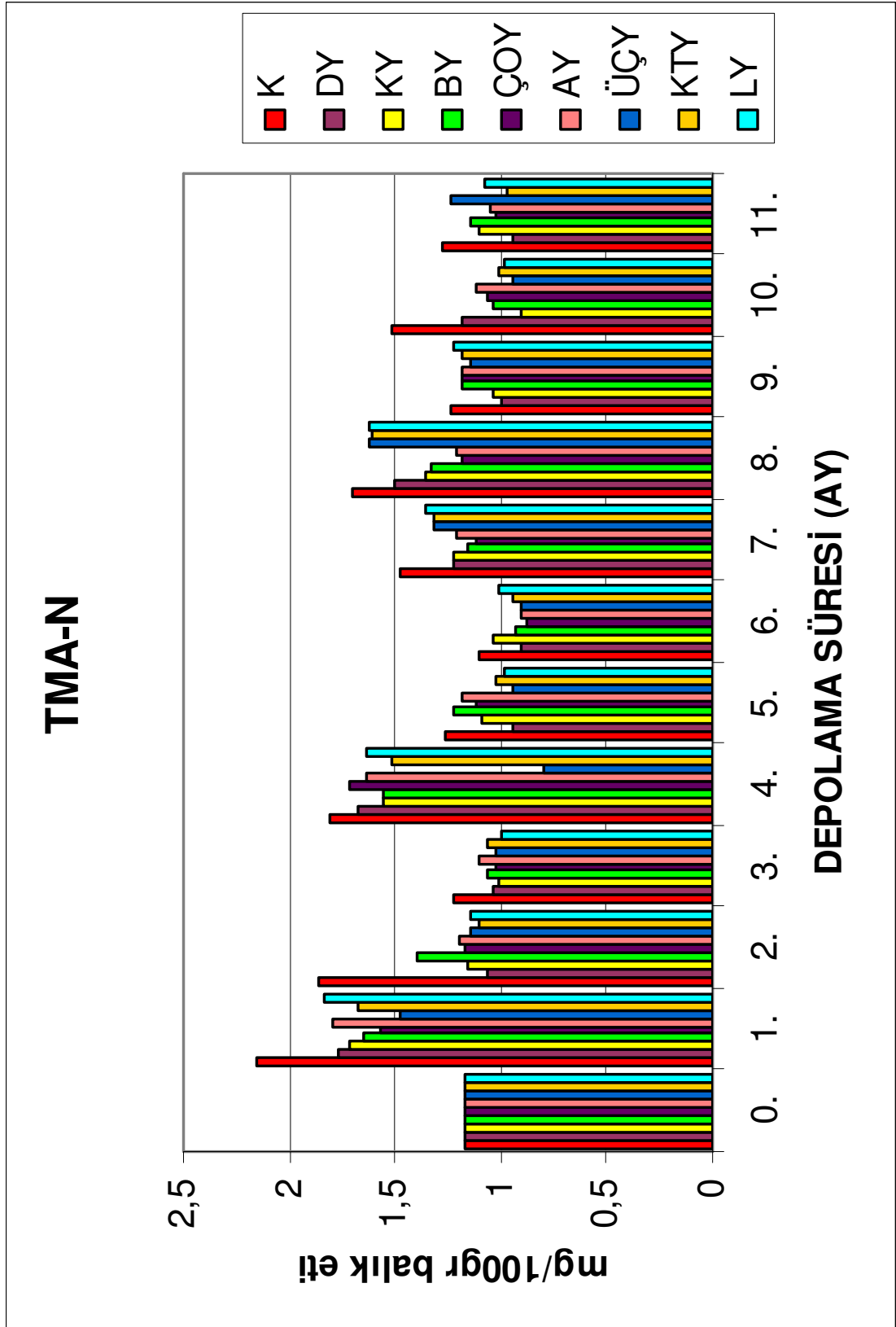
4.3.3. Trimetil Amin Azot (TMA-N) Bulguları

Depolama başlangıcında kontrol grubu örnekleri için $1,17 \pm 0,06$ mg/100g TMA-N değerleri ölçülmüştür. Tüm gruplarda bir aylık depolama sonunda artış gösteren bu değer daha sonraki analiz günlerinde süreklilik arz eden düşüş ve yükselişler göstermiştir. Depolamanın 3. ayında yağ uygulamalı bütün grupların kontrol grubundan daha düşük ($p < 0,05$) TMA-N değerine sahip olduğu gözlenmiştir. Depolamanın 5. ayında DY, KY, ÇOY, ÜÇY, KTY ve LY uygulanan grupların TMA-N değeri kontrol grubundan daha düşük ($p < 0,05$) bulunmuştur. Kontrol örneklerinin duyusal olarak tüketilemez kaliteye eriştiği 6. ayda DY, BY, ÇOY, AY, ÜÇY ve KTY uygulanmış örneklerde TMA-N değeri diğer gruplara göre daha düşük ($p < 0,05$) bulunmuştur. Depolama sonunda kontrol ve yağ uygulanmış örneklerde sırası ile $1,28 \pm 0,09$, $0,94 \pm 0,02$, $1,11 \pm 0,10$, $1,14 \pm 0,06$, $1,03 \pm 0,31$, $1,05 \pm 0,02$, $1,24 \pm 0,02$, $0,97 \pm 0,06$, $1,08 \pm 0,08$ mg/100g TMA-N değeri ölçülmüştür (Tablo 4.14, Şekil 4.14).

Tablo 4.14: Kolyozda depolama süresince belirlenen Trimetilamin azot (TMA-N) analiz bulguları (mg/100g balıketi)

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	1,17 ^{Aa} ±0,12	1,17 ^{Aa} ±0,12	1,17 ^{Aa} ±0,12	1,17 ^{Aa} ±0,12	1,17 ^{Aa} ±0,12	1,17 ^{Aa} ±0,12	1,17 ^{Aa} ±0,12	1,17 ^{Aa} ±0,12	1,17 ^{Aa} ±0,12
1.	2,16 ^{Ba} ±0,24	1,77 ^{Ba} ±0,03	1,72 ^{Ba} ±0,08	1,65 ^{Ba} ±0,03	1,57 ^{Ba} ±0,01	1,80 ^{Ba} ±0,01	1,47 ^{Ab} ±0,13	1,67 ^{Ba} ±0,02	1,83 ^{Ba} ±0,08
2.	1,86 ^{Ba} ±0,04	1,06 ^{Ab} ±0,03	1,16 ^{Ab} ±0,43	1,39 ^{Ab} ±0,07	1,17 ^{Ab} ±0,03	1,20 ^{Ab} ±0,04	1,15 ^{Ab} ±0,04	1,1 ^{Ab} ±0,07	1,15 ^{Ab} ±0,06
3.	1,23 ^{Aa} ±0,03	1,04 ^{Ab} ±0,01	1,01 ^{Ab} ±0,01	1,06 ^{Ab} ±0,01	1,02 ^{Ab} ±0,04	1,10 ^{Ab} ±0,02	1,02 ^{Ab} ±0,01	1,06 ^{Ab} ±0,02	1,00 ^{Ab} ±0,02
4.	1,81 ^{Ba} ±0,06	1,68 ^{Ba} ±0,02	1,55 ^{Ba} ±0,02	1,55 ^{Ba} ±0,02	1,71 ^{Ba} ±0,08	1,63 ^{Ba} ±0,04	0,80 ^{Bb} ±0,00	1,52 ^{Ba} ±0,02	1,63 ^{Ba} ±0,02
5.	1,26 ^{Aa} ±0,03	0,94 ^{Ab} ±0,03	1,09 ^{Ac} ±0,04	1,22 ^{Aa} ±0,02	1,12 ^{Ac} ±0,04	1,19 ^{Aa} ±0,03	0,94 ^{Ab} ±0,02	1,02 ^{Ac} ±0,02	0,99 ^{Ab} ±0,01
6.	1,11 ^{Aa} ±0,05	0,90 ^{Ab} ±0,02	1,04 ^{Aa} ±0,06	0,93 ^{Ab} ±0,03	0,88 ^{Cb} ±0,06	0,91 ^{Ab} ±0,06	0,91 ^{Ab} ±0,13	0,94 ^{Ab} ±0,03	1,01 ^{Aa} ±0,11
7.	1,47 ^{Aa} ±0,08	1,22 ^{Ab} ±0,07	1,22 ^{Ab} ±0,00	1,16 ^{Ab} ±0,04	1,12 ^{Ab} ±0,03	1,21 ^{Ab} ±0,08	1,31 ^{Aa} ±0,06	1,31 ^{Aa} ±0,06	1,35 ^{Aa} ±0,06
8.	1,70 ^{Ba} ±0,08	1,50 ^{Bb} ±0,05	1,35 ^{Ab} ±0,04	1,33 ^{Ab} ±0,04	1,18 ^{Ac} ±0,06	1,21 ^{Ac} ±0,05	1,62 ^{Ca} ±0,04	1,61 ^{Ba} ±0,08	1,62 ^{Ba} ±0,09
9.	1,24 ^{Aa} ±0,07	1,00 ^{Ab} ±0,06	1,04 ^{Ab} ±0,05	1,19 ^{Aa} ±0,01	1,18 ^{Aa} ±0,02	1,18 ^{Aa} ±0,09	1,14 ^{Aa} ±0,00	1,18 ^{Aa} ±0,07	1,22 ^{Aa} ±0,02
10.	1,52 ^{Ba} ±0,04	1,18 ^{Ab} ±0,05	0,91 ^{Ac} ±0,09	1,04 ^{Ab} ±0,04	1,06 ^{Ab} ±0,03	1,12 ^{Ab} ±0,19	0,90 ^{Ac} ±0,06	1,01 ^{Ab} ±0,15	0,99 ^{Ac} ±0,15
11.	1,28 ^{Aa} ±0,09	0,94 ^{Ab} ±0,02	1,11 ^{Ab} ±0,10	1,14 ^{Ab} ±0,06	1,03 ^{Ab} ±0,31	1,05 ^{Ab} ±0,02	1,24 ^{Aa} ±0,02	0,97 ^{Ab} ±0,06	1,08 ^{Ab} ±0,08



Şekil 4.14: Kolyozda depolama süresince belirlenen Trimetilamin azot (TMA-N) analiz bulguları (mg/100g balık eti)

4.3.4. pH Analiz Bulguları

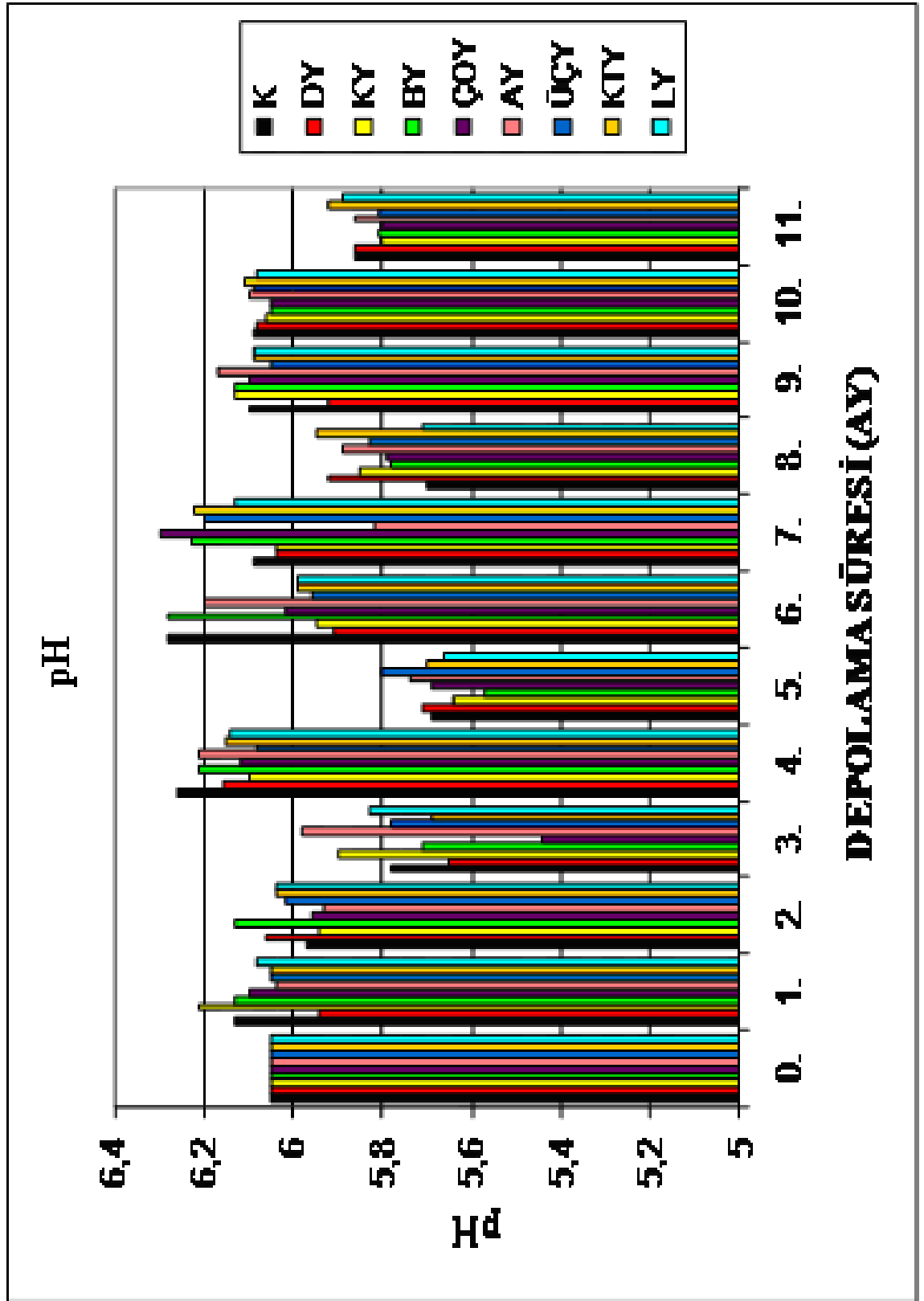
Depolama boyunca muamele görmüş kolyozların ve kontrol grubu örneklerin pH değerlerindeki değişim Tablo 4.15, ve şekil 4.15 verilmiştir.

Kolyozların başlangıç pH değeri $6,05 \pm 0,02$ olarak ölçülürken, tüm grupların pH değeri depolama boyunca artış ve azalışlar göstermiştir. Depolamanın 6. ayında kontrol grubu örneklerin pH'sı en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu analiz gününde DY, KY, ÇOY, ÜÇY, KTY ve LY örneklerinin pH'sı kontrol grubuna göre önemli ($p < 0,05$) düzeyde düşük bulunmuştur. Depolama sonunda kontrol ve DY, KY, BY, ÇOY, AY, ÜÇY, KTY ve LY uygulanmış kolyoz örneklerinde sırasıyla $5,86 \pm 0,00$, $5,86 \pm 0,01$, $5,80 \pm 0,00$, $5,81 \pm 0,01$, $5,80 \pm 0,00$, $5,86 \pm 0,00$, $5,81 \pm 0,00$, $5,92 \pm 0,01$ ve $5,89 \pm 0,00$ pH değeri ölçülmüştür.

Tablo 4.15: Kolyozda depolama süresince belirlenen pH analiz bulguları

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	Ç0Y	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	6,05 ^{Aa} ±0,02	6,05 ^{Aa} ±0,02	6,05 ^{Aa} ±0,02	6,05 ^{Aa} ±0,02	6,05 ^{Aa} ±0,02	6,05 ^{Aa} ±0,02	6,05 ^{Aa} ±0,02	6,05 ^{Aa} ±0,02	6,05 ^{Aa} ±0,02
1.	6,13 ^{Aa} ±0,00	5,94 ^{Bb} ±0,01	6,21 ^{Bc} ±0,01	6,13 ^{Ba} ±0,02	6,10 ^{Bd} ±0,01	6,04 ^{Ae} ±0,01	6,05 ^{Ae} ±0,00	6,05 ^{Ae} ±0,00	6,08 ^{Bf} ±0,00
2.	5,97 ^{Ba} ±0,04	6,06 ^{Cb} ±0,00	5,94 ^{Aa} ±0,10	6,13 ^{Bc} ±0,03	5,96 ^{Ca} ±0,01	5,93 ^{Aa} ±0,10	6,02 ^{Ab} ±0,02	6,04 ^{Ab} ±0,02	6,04 ^{Ab} ±0,02
3.	5,78 ^{Ca} ±0,03	5,65 ^{Db} ±0,02	5,90 ^{Ab} ±0,06	5,71 ^{Cc} ±0,04	5,44 ^{Dd} ±0,17	5,98 ^{Ae} ±0,09	5,78 ^{Ba} ±0,03	5,69 ^{Bb} ±0,02	5,83 ^{Ca} ±0,04
4.	6,26 ^{Da} ±0,02	6,16 ^{Eb} ±0,00	6,10 ^{Cc} ±0,00	6,21 ^{Da} ±0,01	6,12 ^{Dc} ±0,02	6,21 ^{Ba} ±0,01	6,08 ^{Ac} ±0,04	6,15 ^{Cb} ±0,02	6,14 ^{Db} ±0,02
5.	5,69 ^{Ca} ±0,02	5,71 ^{Fb} ±0,00	5,64 ^{Da} ±0,00	5,57 ^{Cc} ±0,02	5,69 ^{Ea} ±0,02	5,74 ^{Ad} ±0,00	5,80 ^{Be} ±0,01	5,70 ^{Bb} ±0,01	5,66 ^{Ee} ±0,00
6.	6,28 ^{Da} ±0,01	5,91 ^{Gb} ±0,01	5,95 ^{Ac} ±0,00	6,28 ^{Da} ±0,04	6,02 ^{Dd} ±0,04	6,20 ^{Bd} ±0,00	5,96 ^{Cc} ±0,00	5,99 ^{De} ±0,00	5,99 ^{Ce} ±0,00
7.	6,09 ^{Aa} ±0,00	6,04 ^{Hb} ±0,00	6,04 ^{Ab} ±0,00	6,23 ^{Dc} ±0,02	6,30 ^{Bd} ±0,01	5,82 ^{Ae} ±0,02	6,20 ^{Dc} ±0,01	6,22 ^{Ec} ±0,00	6,13 ^{Db} ±0,02
8.	5,70 ^{Ca} ±0,00	5,92 ^{Gb} ±0,06	5,85 ^{Ab} ±0,02	5,78 ^{Cb} ±0,02	5,79 ^{Fb} ±0,02	5,89 ^{Ab} ±0,12	5,83 ^{Bb} ±0,00	5,95 ^{Db} ±0,08	5,71 ^{Fa} ±0,00
9.	6,10 ^{Aa} ±0,00	5,92 ^{Gb} ±0,01	6,13 ^{Cc} ±0,00	6,13 ^{Bc} ±0,00	6,10 ^{Ba} ±0,00	6,17 ^{Bc} ±0,05	6,05 ^{Ad} ±0,00	6,09 ^{Fa} ±0,00	6,09 ^{Ba} ±0,00
10.	6,09 ^{Aa} ±0,00	6,08 ^{Ha} ±0,02	6,06 ^{Eb} ±0,00	6,05 ^{Ab} ±0,00	6,05 ^{Ab} ±0,00	6,10 ^{Bc} ±0,00	6,09 ^{Aa} ±0,00	6,11 ^{Fa} ±0,01	6,08 ^{Ba} ±0,00
11.	5,86 ^{Ca} ±0,00	5,86 ^{Ia} ±0,01	5,80 ^{Ab} ±0,00	5,81 ^{Cb} ±0,01	5,80 ^{Fb} ±0,00	5,86 ^{Aa} ±0,00	5,8 ^{Bb} ±0,00	5,92 ^{Dc} ±0,01	5,89 ^{Gc} ±0,00



Şekil 4.15: Kolyozda depolama süresince belirlenen pH analiz bulguları

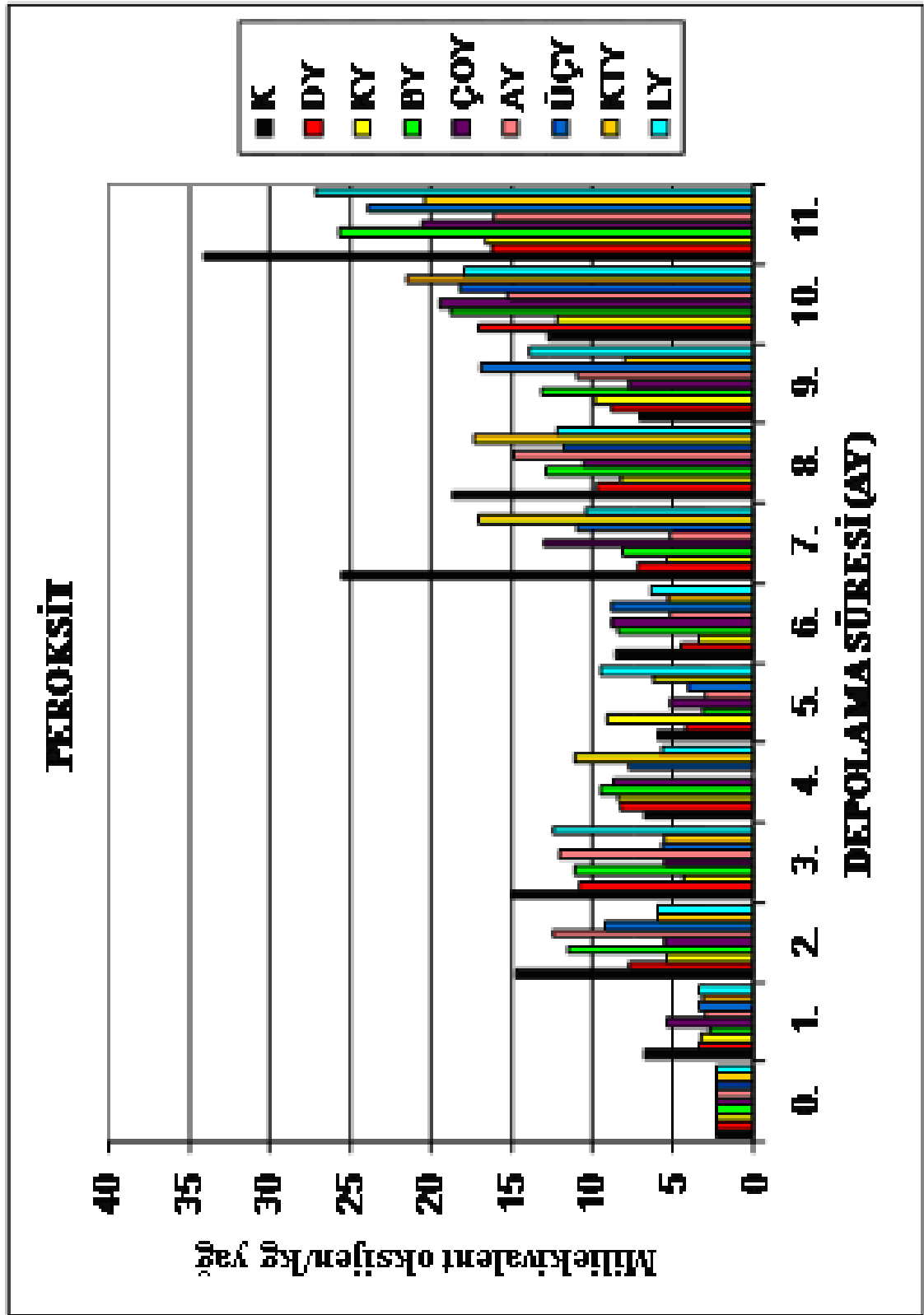
4.3.5. Peroksit Değeri Bulguları

Peroksit değeri depolama başlangıcında kolyozlarda $2,28 \pm 0,12$ Miliekivalent oksijen/kg olarak ölçülmüştür. Depolamanın ilk 2 ayında tüm gruplarda artış gösteren peroksit değeri üzerine yağ uygulamasının etkisi belirgindir. Depolamanın 2. ayından itibaren peroksit yıkımlanması başlamış ve depolama sonuna dek peroksit değeri tüm gruplarda artış ve azalışlar göstermiştir. Depolamanın 6. ayında DY, KY, AY, KTY ve LY uygulanmış örneklerin kontrol grubuna göre daha düşük ($p < 0,05$) peroksit değerine sahip olduğu bulunmuştur. Genelde depolama süresince yağ uygulamalarının peroksit değerine etkili olduğu görülmüştür. Depolama sonunda kontrol, DY, KY, BY, ÇÖY, AY, ÜÇY, KTY ve LY ile muamele görmüş örneklerde sırasıyla $34,04 \pm 3,62$, $16,22 \pm 0,80$, $16,56 \pm 0,47$, $25,72 \pm 0,69$, $20,52 \pm 0,76$, $16,06 \pm 0,72$, $23,93 \pm 0,77$, $20,35 \pm 0,61$, $27,22 \pm 1,08$ Miliekivalent peroksit/kg peroksit değeri tespit edilmiştir (Tablo 4.16, ve şekil 14.16).

Tablo 4.16: Kolyozda depolama süresince belirlenen Peroksit sayısı analiz bulguları (Miliekivalent oksijen/kg balık eti)

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	2,28 ^{Aa} ±0,12	2,28 ^{Aa} ±0,12	2,28 ^{Aa} ±0,12	2,28 ^{Aa} ±0,12	2,28 ^{Aa} ±0,12	2,28 ^{Aa} ±0,12	2,28 ^{Aa} ±0,12	2,28 ^{Aa} ±0,12	2,28 ^{Aa} ±0,12
1.	6,70 ^{Ba} ±0,27	3,34 ^{Bb} ±0,22	3,18 ^{Bb} ±0,19	2,69 ^{Ab} ±0,17	5,47 ^{Ba} ±0,53	3,02 ^{Bb} ±0,26	3,39 ^{Bb} ±0,02	3,05 ^{Bb} ±0,15	3,35 ^{Bb} ±0,33
2.	14,76 ^{Ca} ±0,28	7,64 ^{Cb} ±0,85	5,4 ^{Cc} ±0,84	11,44 ^{Bd} ±1,10	5,49 ^{Bc} ±0,59	12,46 ^{Ca} ±0,74	9,16 ^{Cb} ±0,77	6,01 ^{Cc} ±0,56	5,89 ^{Cc} ±0,75
3.	14,95 ^{Ca} ±0,95	10,81 ^{Db} ±0,92	4,30 ^{Cc} ±0,20	11,08 ^{Bb} ±0,29	5,49 ^{Bc} ±0,15	12,03 ^{Cb} ±0,83	5,68 ^{Bc} ±0,82	5,60 ^{Cc} ±0,24	12,49 ^{Db} ±0,98
4.	6,81 ^{Ba} ±0,77	8,19 ^{Cb} ±0,19	8,41 ^{Db} ±0,44	9,48 ^{Bb} ±0,89	8,69 ^{Cb} ±0,71	14,66 ^{Dc} ±0,92	7,74 ^{Cb} ±0,92	11,06 ^{Dd} ±0,73	5,69 ^{Ca} ±0,42
5.	5,91 ^{Da} ±0,11	4,22 ^{Ba} ±0,26	9,11 ^{Db} ±0,51	3,13 ^{Aa} ±0,65	5,12 ^{Ba} ±0,18	2,91 ^{Ac} ±0,6	4,12 ^{Ba} ±0,23	6,22 ^{Ca} ±0,87	9,46 ^{Eb} ±0,74
6.	8,52 ^{Ba} ±0,73	4,42 ^{Bb} ±0,65	3,38 ^{Bb} ±0,24	8,36 ^{Ba} ±0,26	8,76 ^{Ca} ±0,65	5,16 ^{Eb} ±0,24	8,81 ^{Ca} ±0,89	5,28 ^{Cb} ±0,16	6,37 ^{Cb} ±0,44
7.	25,51 ^{Ea} ±0,94	7,10 ^{Cb} ±0,70	5,46 ^{Cb} ±0,52	8,17 ^{Bb} ±0,55	12,93 ^{Dc} ±0,79	5,13 ^{Eb} ±0,21	10,88 ^{Dc} ±0,37	17,03 ^{Ed} ±0,81	10,44 ^{Dc} ±0,45
8.	18,67 ^{Fa} ±0,78	9,69 ^{Cb} ±0,41	8,29 ^{Db} ±0,82	12,84 ^{Bc} ±0,40	10,6 ^{Cb} ±0,76	14,87 ^{Cc} ±0,61	11,82 ^{Db} ±0,18	17,25 ^{Ea} ±0,89	12,2 ^{Dc} ±0,99
9.	6,99 ^{Ba} ±0,13	8,84 ^{Cb} ±0,73	9,9 ^{Db} ±0,64	13,14 ^{Bc} ±0,91	7,69 ^{Cb} ±0,02	11,00 ^{Cc} ±0,82	16,94 ^{Ed} ±0,38	8,02 ^{Cb} ±0,66	13,86 ^{Dc} ±1,23
10.	12,7 ^{Ca} ±0,61	17,07 ^{Eb} ±0,57	12,18 ^{Ea} ±0,16	18,79 ^{Cb} ±0,79	19,45 ^{Eb} ±0,07	15,23 ^{Cc} ±0,2	18,18 ^{Eb} ±1,25	21,55 ^{Fd} ±0,73	18,00 ^{Fb} ±0,8
11.	34,04 ^{Ga} ±3,62	16,22 ^{Eb} ±0,80	16,56 ^{Fb} ±0,47	25,72 ^{Dc} ±0,69	20,52 ^{Ec} ±0,76	16,06 ^{Cb} ±0,72	23,93 ^{Fc} ±0,77	20,35 ^{Fd} ±0,61	27,22 ^{Ge} ±1,08



Şekil 4.16: Kolyozda depolama süresince belirlenen Peroksit sayısı analiz bulguları (Millekivalent peroksit/kg balık eti)

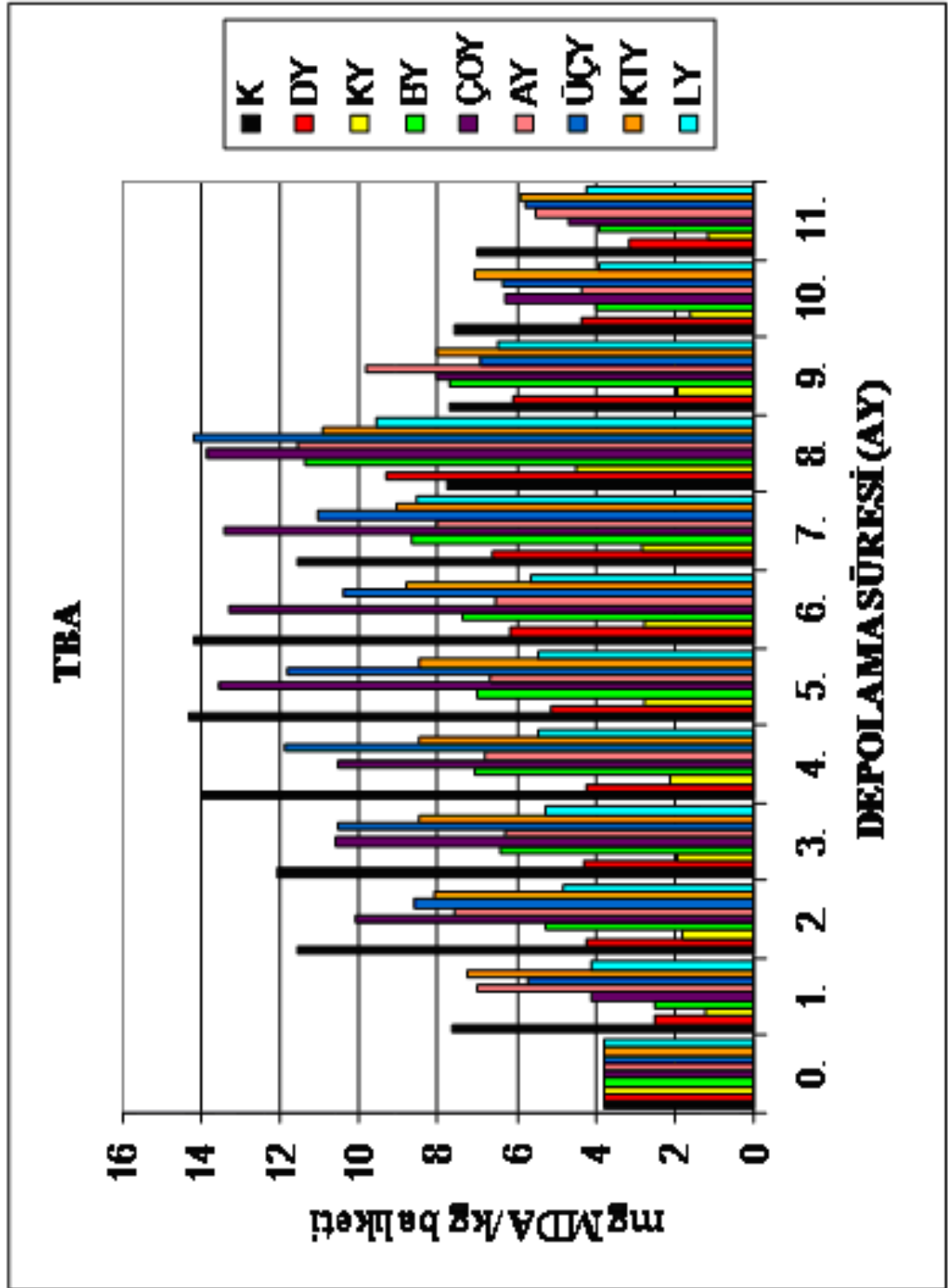
4.3.6. Tiyobarbitürik Asit (TBA) Bulguları

Kolyozların başlangıç TBA değeri $3,77 \pm 0,27$ mg MDA/kg balık eti iken depolamaya bağlı artış gösteren TBA değeri kontrol grubu örneklerde depolamanın 6. ayı $14,21 \pm 0,81$ mg MDA/kg değeri ile en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bundan sonra bu değer düşerek 11 aylık depolama sonunda kontrol grubu örneklerde $7,02 \pm 0,19$ mg MDA/kg balık eti TBA değeri tespit edilmiştir. Yağ uygulanmış gruplarda da benzer durum görülmüştür. Depolamanın 8. ayında en yüksek TBA değeri tespit edilirken sonraki aylarda bu değerler düşmüş ve depolama sonunda DY, KY, BY, ÇOY, AY, ÜÇY, KTY ve LY ilave edilmiş kolyozlarda $3,18 \pm 0,03$, $1,15 \pm 0,01$, $3,93 \pm 0,09$, $4,68 \pm 0,11$, $5,50 \pm 0,38$, $5,78 \pm 0,15$, $5,91 \pm 0,41$ ve $4,27 \pm 0,15$ mg MDA/kg TBA değeri ölçülmüştür. Depolamanın ilk altı ayında genelde yağ uygulaması yapılmayan kontrol grubu örneklerin TBA değerlerinin diğer grupların TBA değerlerinden daha yüksek ($p < 0.05$) olduğu tespit edilmiştir. (Tablo 4.17, ve şekil 14.17).

Tablo 4.17: Kolyozda depolama süresince belirlenen Tiyobarbitürik asit değeri (TBA) analiz bulguları (mg MDA/kg balık eti)

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	3,77 ^{Aa}	3,77 ^{Aa}	3,77 ^{Aa}	3,77 ^{Aa}	3,77 ^{Aa}	3,77 ^{Aa}	3,77 ^{Aa}	3,77 ^{Aa}	3,77 ^{Aa}
	±0,27	±0,27	±0,27	±0,27	±0,27	±0,27	±0,27	±0,27	±0,27
1.	7,62 ^{Ba}	2,5 ^{Bb}	1,24 ^{Bc}	2,48 ^{Bb}	4,13 ^{Ad}	6,99 ^{Ba}	5,75 ^{Bc}	7,28 ^{Ba}	4,09 ^{Ad}
	±0,33	±0,04	±0,04	±0,03	±0,13	±0,01	±0,36	±0,22	±0,04
2.	11,59 ^{Ca}	4,23 ^{Cb}	1,78 ^{Bc}	5,30 ^{Cb}	10,12 ^{Ba}	7,58 ^{Bd}	8,6 ^{Cd}	8,09 ^{Bd}	4,83 ^{Ab}
	±0,14	±0,31	±0,02	±0,46	±0,06	±0,65	±0,05	±0,5	±0,58
3.	12,1 ^{Ca}	4,28 ^{Cb}	1,93 ^{Bc}	6,43 ^{Dd}	10,6 ^{Be}	6,27 ^{Bf}	10,56 ^{De}	8,45 ^{Bg}	5,24 ^{Bb}
	±0,38	±0,2	±0,01	±0,31	±0,1	±0,2	±0,1	±0,06	±0,11
4.	14,02 ^{Da}	4,23 ^{Cb}	2,13 ^{Cc}	7,04 ^{Ed}	10,53 ^{Be}	6,81 ^{Bd}	11,88 ^{Ee}	8,5 ^{Bf}	5,46 ^{Bb}
	±0,31	0,04	±0,07	±0,44	±1,56	±0,09	±0,2	±0,31	±0,13
5.	14,3 ^{Da}	5,13 ^{Db}	2,78 ^{Cc}	7,01 ^{Ed}	13,56 ^{Ca}	6,71 ^{Bd}	11,81 ^{Ee}	8,49 ^{Bf}	5,45 ^{Bb}
	±0,18	±0,08	±0,01	±0,42	±1,08	±0,1	±0,42	±0,23	±0,14
6.	14,21 ^{Da}	6,17 ^{Eb}	2,75 ^{Cc}	7,41 ^{Eb}	13,33 ^{Ca}	6,54 ^{Bb}	10,39 ^{Dd}	8,80 ^{Be}	5,63 ^{Bf}
	±0,81	±0,02	±0,08	±0,24	±0,17	±0,08	±0,28	±0,41	±0,31
7.	11,55 ^{Ca}	6,59 ^{Eb}	2,85 ^{Cc}	8,66 ^{Ed}	13,44 ^{Ce}	8,02 ^{Cd}	11,07 ^{Ea}	9,09 ^{Cd}	8,52 ^{Cd}
	±0,27	±0,36	±0,15	±0,96	±0,34	±0,5	±0,56	±0,41	±0,22
8.	7,80 ^{Ba}	9,31 ^{Fb}	4,48 ^{Dc}	11,38 ^{Gd}	13,88 ^{Ce}	11,56 ^{Dd}	14,19 ^{Fe}	10,90 ^{Dd}	9,58 ^{Db}
	±0,1	±0,72	±0,07	±0,9	±0,38	±0,88	±1,22	±0,68	±0,09
9.	7,73 ^{Ba}	6,09 ^{Ea}	1,90 ^{Bb}	7,71 ^{Ea}	8,00 ^{Dc}	9,85 ^{Ed}	6,96 ^{Ba}	8,00 ^{Bc}	6,52 ^{Ea}
	±0,89	±0,19	±0,06	±0,15	±1,28	±0,34	±0,67	±0,19	±0,86
10.	7,58 ^{Ba}	4,37 ^{Cb}	1,59 ^{Bc}	3,97 ^{Ab}	6,28 ^{Ed}	4,39 ^{Fb}	6,39 ^{Bd}	7,07 ^{Ba}	3,90 ^{Ab}
	±0,16	±0,11	±0,03	±0,08	±0,23	±0,1	±0,26	±0,35	±0,07
11.	7,02 ^{Ba}	3,18 ^{Ab}	1,15 ^{Bb}	3,93 ^{Aa}	4,68 ^{Ac}	5,50 ^{Gc}	5,78 ^{Bc}	5,91 ^{Ec}	4,27 ^{Ac}
	±0,19	±0,03	±0,01	±0,09	±0,11	±0,38	±0,15	±0,41	±0,15



Şekil 4.17: Kolyozda depolama süresince belirlenen Tiyobarbitürik asit değeri (TBA) analiz bulguları (mg MDA/kg balık eti)

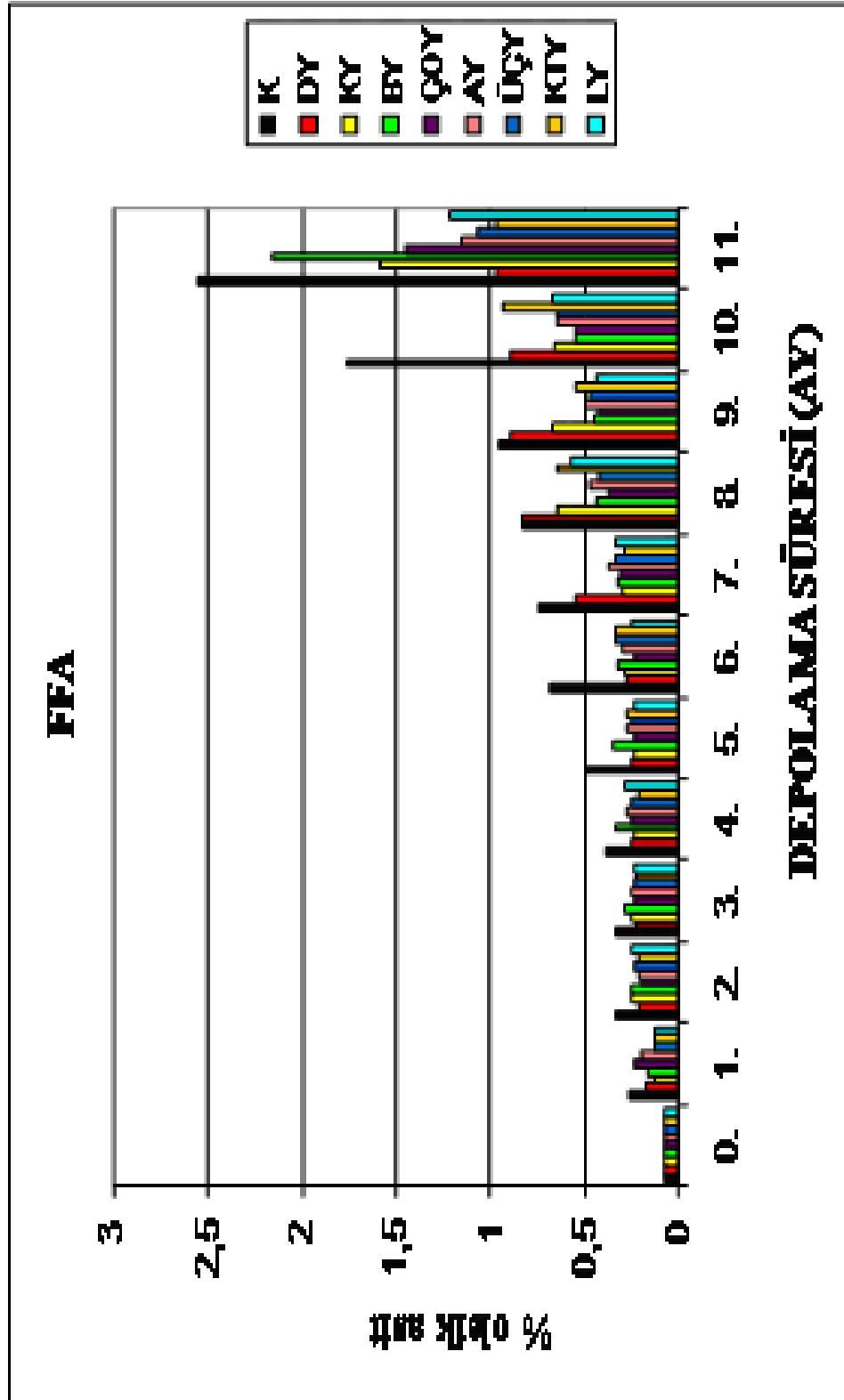
4.3.7. Serbest Yağ Asitleri (FFA) Bulguları

FFA değeri (% oleik asit) depolama başlangıcında $0,08 \pm 0,01$ olarak ölçülmüştür. Bu değer depolama boyunca tüm gruplarda artmış ve depolama sonunda kontrol grubu örneklerde $2,55 \pm 0,16$ FFA değeri tespit edilmiştir. Depolamanın 7. ayına kadar yağ uygulanan örneklerin FFA değeri kontrol grubundan önemli düzeyde düşük ($p < 0,05$) bulunmuştur. Sonraki aylarda ise BY, ÇOY, AY, ÜÇY, KTY uygulamasının kontrol grubuna göre oldukça düşük sonuçlar ($p < 0,05$) verdiği görülmektedir. Depolama sonunda yağ uygulanmış gruplar için sırası ile FFA değeri $0,97 \pm 0,11$, $1,59 \pm 0,04$, $2,16 \pm 0,21$, $1,45 \pm 0,21$, $1,15 \pm 0,16$, $1,06 \pm 0,20$, $0,97 \pm 0,04$ ve $1,21 \pm 0,20$ olarak bulunmuştur (Tablo 4.18, ve şekil 14.18). Depolama boyunca kontrol grubunun FFA değerinin diğerlerinden yüksek olduğu ($p < 0,05$) görülmüştür.

Tablo 4.18: Kolyozda depolama süresince belirlenen Serbest yağ asitleri (FFA) analiz bulguları (% oleik asit)

(Büyük harfler her kolondaki satırlar arası farkı, küçük harfler her satırdaki kolonlar arası farkı ifade etmektedir).

DS (Ay)	K	DY	KY	BY	ÇOY	AY	ÜÇY	KTY	LY
0.	0,08 ^{Aa} ±0,01	0,08 ^{Aa} ±0,01	0,08 ^{Aa} ±0,01	0,08 ^{Aa} ±0,01	0,08 ^{Aa} ±0,01	0,08 ^{Aa} ±0,01	0,08 ^{Aa} ±0,01	0,08 ^{Aa} ±0,01	0,08 ^{Aa} ±0,01
1.	0,26 ^{Ba} ±0,04	0,17 ^{Bb} ±0,01	0,12 ^{Bc} ±0,00	0,16 ^{Bb} ±0,02	0,23 ^{Ba} ±0,01	0,20 ^{Ba} ±0,02	0,13 ^{Bc} ±0,01	0,13 ^{Bc} ±0,01	0,12 ^{Bc} ±0,01
2.	0,33 ^{Ba} ±0,01	0,21 ^{Cb} ±0,00	0,25 ^{Cc} ±0,01	0,25 ^{Cc} ±0,01	0,20 ^{Bb} ±0,02	0,21 ^{Bb} ±0,02	0,23 ^{Cb} ±0,02	0,21 ^{Cb} ±0,02	0,25 ^{Bc} ±0,02
3.	0,34 ^{Ba} ±0,01	0,22 ^{Cb} ±0,00	0,25 ^{Cb} ±0,02	0,29 ^{Cb} ±0,01	0,23 ^{Bb} ±0,01	0,25 ^{Bb} ±0,01	0,24 ^{Cb} ±0,02	0,22 ^{Cb} ±0,03	0,23 ^{Bb} ±0,03
4.	0,38 ^{Ba} ±0,01	0,25 ^{Db} ±0,01	0,24 ^{Cb} ±0,03	0,34 ^{Da} ±0,02	0,25 ^{Bb} ±0,01	0,27 ^{Bb} ±0,01	0,25 ^{Cb} ±0,02	0,21 ^{Cb} ±0,01	0,28 ^{Bb} ±0,02
5.	0,48 ^{Ca} ±0,01	0,25 ^{Db} ±0,01	0,24 ^{Cb} ±0,01	0,35 ^{Dc} ±0,01	0,20 ^{Bb} ±0,03	0,27 ^{Bb} ±0,04	0,25 ^{Cb} ±0,03	0,27 ^{Cb} ±0,04	0,23 ^{Bb} ±0,01
6.	0,68 ^{Da} ±0,01	0,27 ^{Db} ±0,01	0,28 ^{Cb} ±0,02	0,32 ^{Dc} ±0,01	0,23 ^{Bb} ±0,01	0,3 ^{Cc} ±0,00	0,33 ^{Dc} ±0,01	0,33 ^{Cc} ±0,01	0,25 ^{Bb} ±0,03
7.	0,74 ^{Da} ±0,02	0,55 ^{Eb} ±0,04	0,30 ^{Cc} ±0,02	0,32 ^{Dc} ±0,02	0,31 ^{Cc} ±0,01	0,37 ^{Cc} ±0,02	0,34 ^{Dc} ±0,01	0,29 ^{Cc} ±0,03	0,33 ^{Cc} ±0,02
8.	0,83 ^{Ea} ±0,01	0,83 ^{Fa} ±0,08	0,65 ^{Da} ±0,05	0,43 ^{Eb} ±0,01	0,37 ^{Dc} ±0,01	0,47 ^{Db} ±0,04	0,42 ^{Eb} ±0,02	0,65 ^{Da} ±0,06	0,57 ^{Da} ±0,08
9.	0,96 ^{Fa} ±0,03	0,89 ^{Fa} ±0,04	0,67 ^{Db} ±0,04	0,45 ^{Ec} ±0,05	0,42 ^{Dc} ±0,06	0,50 ^{Dc} ±0,04	0,47 ^{Ec} ±0,02	0,54 ^{Dc} ±0,15	0,43 ^{Dc} ±0,05
10.	1,76 ^{Ga} ±0,05	0,89 ^{Fb} ±0,05	0,66 ^{Dc} ±0,01	0,54 ^{Fd} ±0,05	0,54 ^{Dd} ±0,03	0,64 ^{Ec} ±0,01	0,64 ^{Ec} ±0,08	0,93 ^{Eb} ±0,01	0,67 ^{Dc} ±0,09
11.	2,55 ^{Ha} ±0,16	0,97 ^{Fb} ±0,11	1,59 ^{Ec} ±0,04	2,16 ^{Gd} ±0,21	1,45 ^{Ec} ±0,21	1,15 ^{Fb} ±0,16	1,06 ^{Fb} ±0,20	0,97 ^{Eb} ±0,04	1,21 ^{Eb} ±0,20



Şekil 4.18: Kolyozda depolama süresince belirlenen Serbest yağ asitleri (FFA) analiz bulguları (% oleik asit)

5.TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. DUYUSAL ANALİZ SONUÇLARI

Bu çalışmada farklı bitkisel kaynaklı yağlarla muamele edilmiş kolyozların duyu kalite parametrelerine verilen puanlara göre kontrol grubu örneklerine göre daha yüksek puanlar aldığı ve kontrol grubunun muameleli gruplardan önce bozulmuş olarak değerlendirildiği görülmüştür. Kontrol grubu örneklerin tüketilebilir kaliteyi 5 ay koruduğu gözlenmiştir. ÜÇY ve KTY uygulanmış örnekler kontrol ve diğer gruplara göre 7 ay tüketilebilir kalitede kalarak en uzun dayanım ömrüne sahip olan örnekler olarak tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçlarının, gıdaların depolanmasında ürünün kalitesini belirleyen en önemli kriter olduğu duyu kalite sonuçları uygun olmayan bir ürünün tüketime sunulamayacağı bildirilmiştir (Erkan ve Gökoğlu, 1999). Benzer şekilde Lehmann ve Aubourg (2008) -20°C’de depolanan fileto edilmiş istavritlerin kalitesini 5 ay koruduğunu 7. ayda tüketilemez kalitede bulunduğunu bildirmiştir. Aubourg ve diğ. (2004a), ayıklanmamış istavritlerin (*Trachurus trachurus*) duyu özelliklerini -20°C’de 5 ay koruduğunu 7. ayda tüketilemez kaliteye eriştiğini, fileto istavritlerin ise depolamanın 3. ayında tüketilemez kalitede olduğunu bildirmişlerdir. Lugasi ve diğ. (2007) -20°C’de depolanan istavritlerin duyu kalite parametrelerine biberiye ekstraktına daldırmanın olumlu sonuçlar verdiğini ve uygulamalı örneklerin koku bakımından 9. ayda, doku bakımından 12. ayda bozulmuş kalitede olduğunu kontrol örneklerinin ise koku parametresine göre 7. ayda doku parametresine göre 9. ayda bozulmuş kalitede olduğunu belirtmişlerdir. Farklı konsantrasyonlarda sentetik antioksidanların istavritte duyu ve kimyasal stabiliteye etkisinin incelendiği çalışmada kontrol gruplarının depolamanın 90. gününde kalitesinin önemli ölçüde düştüğü ve antioksidan uygulanan grupların ise kontrole göre oldukça iyi kalitede olduğunu Salas ve diğ. (2006) belirtmişlerdir. Josephson ve diğ. (1985), işleme şeklinin ve değişik materyallerle ambalajlamanın beyaz etli tür olan *Coregonus clupeaformis*’de temizlenmeden vakum ambalajsız -12°C’de depolandığında kısa sürede okside olmuş tat ve kokunun geliştiğini, fakat oksijen geçirimsiz torbalarda vakum ambalajlandığında ve su ile glazelendirildiğinde 24 hafta süreyle okside olmuş tat ve koku oluşumunun engellendiğini bildirmektedirler. Aynı çalışmada temizlenerek ambalajsız halde -12°C’de dondurulan balıkta ise okside olmuş tat ve kokunun, ambalajlı olanlardan

daha süratli geliştiği ve gerek -12°C 'de 24 hafta, gerekse -25°C 'de 72 hafta depolamada, bariyerli torbalarda vakum ambalajlanan örneklerin, polietilen torbalarda vakum ambalajlananlardan daha iyi korunduğunu belirtmektedirler. Santos ve Regenstein, (1990), antioksidan muamelesini, vakum ambalajlamanın ve her iki uygulamanın bir arada kullanılmasının, dondurulmuş uskumrunun duyusal özelliklerini iyileştirdiğini bildirmektedir.

5.2. FİZİKSEL ANALİZ SONUÇLARI

Su ürünlerinin genel görünüşü ve rengi tüketicinin kalite algısı ve tüketicinin satın alma kararı bakımından baskın bir faktördür. Ete rengini veren pigment, protein yapısındaki myoglobindir. Myoglobin ise protein yapısında olan globin ve demir atomu (Fe^{2+}) taşıyan hem molekülü olmak üzere iki kısımdan oluşmuştur. Balık ve balık ürünlerinde ayıklama işleminden hemen sonra etin rengi koyu kırmızı iken atmosferik basınçta oksijenin etkisiyle kısa bir sürede myoglobin oksimyoglobine dönüşmekte ve et parlak kırmızı bir renk almaktadır. Taze ette renk, myoglobin, oksimyoglobin miktarına bağlı olarak değişmekte, oksidasyonun ilerlemesi ile metmyoglobin miktarı artmakta ve renk koyulaşmaktadır (Yağız ve diğ. 2007). Kolyoz balıklarının depolama başlangıcında derili kısmında yapılan renk ölçümlerinde L^* değeri $79,39 \pm 1,08$ olarak a^* değeri $-1,63 \pm 0,69$ olarak ve b^* değeri $5,62 \pm 2,90$ olarak ölçülmüştür. Örneklerin derisiz kısmında yapılan ölçümlerde L^* , a^* ve b^* değeri depolama başlangıcında $33,51 \pm 0,52$, $5,34 \pm 1,05$ ve $2,35 \pm 1,79$ olarak tespit edilmiştir. Onbir aylık depolama sonunda tüm grupların derili tarafında ölçülen L^* , a^* ve b^* değerlerinde azalma tespit edilirken, derisiz tarafta yapılan L^* , a^* ve b^* ölçümlerinde yükselme görülmüştür. Depolama süresince yağ uygulamalı ve uygulamasız kolyozlardaki toplam renk değişimini ifade eden ΔE değerinin de tüm gruplarda artış gösterdiği görülmüştür. Hamre ve diğ. (2003) yağ oksidasyonunu azaltmak amacıyla % 0.2 askorbik asit uygulaması yapılmış -30°C 'de 30 hafta depolanmış ringalarda kontrol grubu ve uygulama yapılmış örneklerin et yüzeyinde bizim çalışmamıza benzer sonuçlar bildirmişlerdir. Üzüm çekirdeği ve biberiye ekstraktlarının lipit oksidasyonunu önleme amaçlı olarak kullanıldığı çalışmada ette yapılan renk ölçüm sonuçlarına kullanılan ekstarkların etkisi olmadığı ve tüm örneklerde depolama boyunca L^* , a^* ve b^* değerlerinin artış gösterdiği belirtilmiştir (Ahn ve diğ., 2007)

5.3. KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI

5.3.1. Besin Kompozisyonu Analiz Sonuçları

Balıkların yenilebilir dokusundaki içerdiği yağ oranına göre yağlı balık ve yağsız balık olarak sınıflandırılır. Petrakis ve Stergiou (1995)'e göre <3% yağa sahip balık yağsız, %3-8 orta yağlı ve %8'den fazla yağ içeren balık yağlı olarak sınıflandırılır. Yağlı balıklarda ki yağ miktarı %1'den %25'e kadar değişebilmektedir. Hatta 'yağlı' olarak bilinen bir balığın yağ miktarı bazı dönemlerde 'yağsız' bir balığın ki kadar düşük düzeyde olabilmektedir (Sikorski ve diğ., 1990b). Besin kompozisyonu analizlerine göre kolyozlar % 77,01 nem, %1,36 kül, %19,91 protein ve %1,70 yağ içeriği bulunmuştur. Curran ve diğ., (1986) tirsu için %79,06 nem, %0,98 kül, %19,63 protein ve %1,01 yağ içeriği belirtmişlerdir. Aubourg (2004a) istavrit için % 74-78 nem ve % 2,2-3,7 yağ içeriği bildirmiştir. Bizim çalışmamız sonuçlarına benzer şekilde Aubourg (2004b) istavrit için % 76,80 nem ve % 0,70-1,85 yağ içeriği tespit etmiştir. Avlandığı bölge, beslenme şekli, fizyolojik şartlar, mevsim gibi faktörler besin kompozisyonu büyük ölçüde etkilemektedir (Tzikas ve diğ., 2007).

5.3.2. TVB-N Analiz Sonuçları

Depolama başlangıcında tüm gruplarda 11.06 mg/100g olarak ölçülen TVB-N değeri depolamanın ilk 5 ayı tüm örneklerde sürekli bir artış göstermiş, daha sonra TVB-N değerinin dalgalanmalar gösterdiği görülmüştür. Depolama sonunda en yüksek TVB-N içeriği 20,10 mg/100 gr değeri ile AY örneklerinde tespit edilmiştir.

Balıklarda TVB-N içeriğine göre kalite sınıflandırması; 25 mg /100g'a kadar "çok iyi", 25-30 mg/100g'a kadar "pazarlanabilir"; 35 mg/100g ve yukarısı "bozulmuş" şeklindedir (Sikorski ve diğ., 1990a). Depolama sırasında balık ve balık ürünlerinin TVB-N değerinde zamana ve sıcaklığa bağlı olarak artış görüldüğü bilinmektedir. TVB-N değerindeki bu artış soğuk depolamada daha belirgin iken dondurarak depolama sırasında balık etindeki bakteri ve enzim faaliyetleri yavaşladığı veya tamamen durdurulduğu için daha yavaş seyreder (Simeonidou ve diğ. 1997). Depolama boyunca tüm gruplarda tüketilebilir limit aşılmamıştır. Yerlikaya ve Gökoğlu (2004), -18°C'de 10 aylık dondurarak muhafaza sırasında mavi yengeç etinde TVB-N değerinin limiti

aşmadığını bildirmişlerdir. Olgunoğlu ve diğ. (2002) dondurarak (-18°C’de) muhafaza edilen sudak filetoların TVB-N değerini depolama başlangıcında 4,19 mg/100g, 7 aylık depolama sonunda ise 14,90 mg/100g olarak bildirmektedir.

5.3.3. TMA-N Analiz Sonuçları

Buz ile saklanan veya dondurularak depolanan balıklarda enzimatik ve bakteriyel faaliyet sonucu TMA-O’dan oluşan TMA-N miktarı, depolama süresine bağlı olarak artış göstermektedir. Bu nedenle balıkta bozulmuşluk göstergesi olan TMA-N miktarı, 5 mg/100g olduğunda taze olarak, 5-8 mg/100g olduğunda tüketilebilir ve 8 mg/100g’ın üzerinde olduğunda ise bozuk olarak değerlendirilmektedir (Soyer, 1995). Bazı ülkelerde TMA-N miktarına ilişkin bozulma sınırı, 15 mg/100g olarak bildirilmektedir. Bu değerler göz önüne alındığında 11 aylık depolama sonunda kontrol ve yağ ile muamele görmüş gruplarda bozulma sınırına ulaşılmadığı görülmektedir. Kelleher ve diğ. (1981), TMA-N oluşumun düşük sıcaklıklarda azaldığını ve *Urophycis chuss* farklı sıcaklıklarda dondurarak depolama sırasında oluşan TMA-N miktarının düşük sıcaklıklarda önemli düzeyde daha az olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, donmuş balıklarda TMAO’nun TMA-N dönüşme oranının çok az olduğunu ve bunun da dokuda mevcut doğal enzimlerle veya enzimatik olmayan reaksiyonlarla veya dondurulmadan önce mikroorganizma faaliyeti sonucu oluşan enzimlerle olabileceğini bildirmektedirler. Dondurma işlemi bakteriyel aktiviteyi inhibe ettiği için TMA-N oluşumu da inhibe olmaktadır (Del Rey –Mansilla ve diğ. 2001; Natseba ve diğ., 2005). Dondurulmuş kolyozda (*Scomber japonicus*) lipid oksidasyonu üzerine farklı antioksidanların ve vakum paketlenmenin etkisini incelediği çalışmasında -18°C’de 10 ay depolama sonunda en yüksek TMA-N değerinin kontrol grubu örneklerde ölçüldüğünü ve kontrol dahil tüm muameleli örneklerde TMA-N değerinin limiti aşmadığı bildirilmiştir (Soyer,1995). Yerlikaya ve Gökoğlu, (2004), -18°C’de 10 aylık dondurarak muhafaza sırasında mavi yengeçte 0,38 mg/100- 1,53 mg/100g arasında değişen TMA-N değeri bildirmişlerdir. Demirci ve Orak (1999) taze istavritler için 1,20 mg/100g TMA-N değeri bildirirken, -12°C’de 18 gün depolama sonunda ise TMA-N değerini 2,80 mg/100g olarak bulmuşlardır.

5.3.4. pH Analiz Sonuçları

Kolyozların başlangıç pH değeri 6,05 olarak ölçülürken, tüm grupların pH değeri depolama boyunca artış ve azalışlar göstermiştir. Dondurarak muhafaza edilen (-18°C) sudak filetoları için depolama başlangıcında 6,80 pH değeri bildirilirken, bu değer in depolamanın ilk 3 ayı aynı seviyede kaldığı, 6. aya kadar yükselip daha sonra düşmeye başladığı bildirilmektedir (Olgunoğlu ve diğ. 2002). Biscalchin-Gröschek ve diğ. (2003) pH daki değişimlerin depolama sıcaklığına, tuz kompozisyonuna, fizyolojik durumuna, proteinlerin denatürasyonuna ve enzimlerin aktivitesine bağlı olduğunu belirtmektedirler.

5.3.5. Peroksit Değeri Analiz Sonuçları

Lipit oksidasyonunun başlıca ürünleri olan peroksitlerin belirlenmesi, balıklarda lipit oksidasyonunun göstergesi olarak çok yaygın kullanılmaktadır (Özden ve Gökoğlu, 1997). Peroksit sayısı 1 kg numunedeki aktif oksijenin ölçülebilir miktarıdır. 1/8 mmol/kg olarak verilir. Peroksit sayısının oksijenin ekivalent ağırlığı olan 8 ile çarpımı sonucu mg aktif oksijen / kg örnek olarak ifade verilir. Çok taze materyalde peroksit sayısı 3 Miliekivalent oksijen/kg'dan az iken taze materyalde peroksit sayısı 3-10 Miliekivalent oksijen/kg'dır. Genelde üründe acılaşma 10-20 Miliekivalent oksijen/kg peroksit değerinde gözlenir (Bonnell, 1994)

Çalışmamızda depolama başlangıcında kolyozlarda Peroksit değeri 2,28 Miliekivalent oksijen/kg balık eti olarak ölçülmüştür. Depolamanın ilk 2 ayında tüm örneklerde peroksit değeri artış göstermiştir. Depolamanın ilk 3 ayında yağ uygulaması yapılan tüm gruplarda peroksit değeri kontrol grubuna göre daha düşük değerlerde bulunmuştur. Depolamanın 4. ayından itibaren kontrol, DY, BY ve LY uygulanmış örneklerde ilerlemiş lipit oksidasyonuna bağlı olarak peroksit değerinde düşüşler meydana gelmiştir. Kontrol ve yağ uygulamalı grupların peroksit değerindeki bu azalışlar, oksidasyonun yavaşlaması anlamına gelmemekte oksidasyonun artması ve peroksitlerin ileri düzeyde parçalanmasından kaynaklanmaktadır. Antioksidan özelliğe sahip yağlarla muamele edilen örneklerde de daha düşük değerde peroksit tespit edilirken bu değerlerde de yükseliş ve azalışlar olması ilerlemiş oksidasyondan kaynaklanmaktadır. Mattissek ve diğ. (1992) ilerlemiş oksidasyonda peroksit değerinin azalma göstereceğini bildirmektedir. Yağ uygulaması yapılan örneklerde yağların antioksidatif etkisinden

dolayı peroksit değerindeki azalmalar depolamanın ilerleyen safhalarında gözlenmiştir. ÇOY, AY ve KTY uygulanmış örneklerde ilk peroksit yıkımlanması depolamanın 5. ayında KY uygulanmış örneklerde ise depolamanın 6. ayında gözlemlenmiştir. Lehmann ve Aubourg, (2008) ayıklanmış ve ayıklanmamış istavritlerde (*Trachurus trachurus*) -20°C 12 ay depolama süresince peroksit değerinin depolamanın 7. ayında en yüksek seviyeye ulaştığını ve daha sonra düştüğünü bildirmektedirler.

Genel olarak çalışmamızda, kolyozda peroksit oluşumu üzerine antioksidan özellikli yağlarla muamele işleminin etkili olduğu gözlenmiştir. Aubourg ve diğ. (2004b) sitrik asidin dondurulmuş fileto istavritte (*Trachurus trachurus*) ransiditeye etkisini incelediği çalışmada istavritlerin başlangıç peroksit değerini 1,3meq Oksijen/kg yağ olarak bildirirken 6 aylık depolama sonunda kontrol grubunda 49 meq Oksijen/kg yağ, %0,05 sitrik asit uygulanan örneklerde 26,7 meq Oksijen/kg yağ değerini bildirmiştir. Sarkardei ve Howell (2007) kurutulmuş istavritte oksidasyonu önlemede biberiye, kontrol, askorbik, sitrik asit, E vitamini uygulamasının peroksit değerlerinde olumlu sonuçlar verdiğini ancak biberiye uygulamasının önemli derecede etkili olduğunu bildirmektedir. Pazos ve diğ. (2005) istavrit ve uskumruları % 0,01 üzüm çekirdeğinden ekstrakte ettiği fenolik solusyona, üzüm atıklarında yaptığı fenolik solüsyona ve propil galatla daldırılmış, -10°Cde depolamış depolama sırasında uygulamalı grupların tümünde kontrole göre daha düşük peroksit değeri tespit etmişlerdir. Lipit oksidasyonunu geciktirmek amacıyla antioksidan kullanımı ve vakum ambalajlama ile ilgili bir çalışmada gümüş salmonun -18°C deki depoda 12. aydaki peroksit değerinin kontrol grubunda 28 meq Oksijen/kg yağ, vakumlu kontrol grubunda 11 meq Oksijen/kg yağ ve BHT/BHA'lı vakumlu grupta ise 5 meq Oksijen/kg yağ olduğu belirtilmektedir (Yu ve diğ. 1973). Deng ve diğ. (1977), haskefal filetolarını antioksidanlarla muamele ederek, vakum ambalajlı ve vakum ambalajsız olarak -18°C'de depoladıklarında, kontrol örnekleriyle karşılaştırıldıklarında peroksit oluşumunun antioksidanlarla muamele edilmiş örneklerde önemli düzeyde engellendiğini bildirmektedirler. Kontrol örneklerinin peroksit değerinde üçüncü aydan altıncı aya (meq Oksijen/kg yağ olarak) 8'den 24'e ani bir artış olduğu ve sonra dokuzuncu aya kadar 9'a düştüğü ve 12. aya kadar değişmediği ifade edilmektedir.

Aubourg ve Medina, (1999) -30 °C'de 12 ay depolanan morinanın başlangıç ve depolama sonunda belirlenen peroksit değerlerini 2 meq Oksijen/kg yağ ve 7,9 meq Oksijen /kg yağ olarak bildirmektedir. Benzer şekilde, -20°C'de depolanan istavritlerde depolama başlangıcında 3,59 meq Oksijen /kg yağ olan peroksit değeri 12 aylık depolama sonunda 87,44 meq Oksijen /kg yağ olarak belirlenmiştir (Aubourg ve diğ. 2004a). Depolama sırasında sürekli artış gösteren peroksit değeri ile ilgili literatürlerde herhangi bir antioksidan ya da glaze, ambalaj uygulamasından bahsedilmemektedir. Peroksit oluşumunda, oksijen miktarı önemli olmaktadır ve ortamdaki oksijenin glazelendirme veya vakum ambalajlama ile uzaklaştırılması halinde bu oluşumun etkili bir şekilde engellendiği veya geciktirildiği görülmektedir (Soyer, 1995).

Depolama sıcaklığının peroksit oluşumunda önemli olduğu belirtilmekte (Yu ve diğ. 1973; Ke ve diğ (1977) ve uskumru filetoları -20°C de ve -30°C de on ay depolandıklarında peroksit oluşumunun -20°C de daha hızlı (8. ayda 10 meq Oksijen /kg yağ), -30°C de ise daha az olduğu (8. ayda 3 meq Oksijen /kg yağ) olduğu bildirilmektedir. Ke ve diğ. (1977), uskumruda peroksit oluşumunun depolamanın ikinci ayında -15°C de 10 meq Oksijen/kg yağın üzerine çıktığını, -30°C de bu miktara on ayda ulaştığını, -40°C de ise onuncu ayda 5 meq Oksijen/kg yağ olduğunu belirtmektedirler. Ringa cinsi balıkların dondurarak depolanmasında, vakum paketlemenin peroksit oluşumunu engelleyen en etkili uygulama olduğu ve oksijenin ortamdaki uzaklaştırılmasının oksidasyonu önlemede kritik faktör olduğu ifade edilmektedir (Hwang ve Regenstien, 1988). Araştırmacılar ayrıca, askorbik asit ve erithorbik asitin ayrı ayrı, peroksit oluşumunu önemli düzeyde azalttığını bildirerek, üç buçuk aylık depolama sonucunda her iki grupta da peroksit değerinin 1 meq Oksijen/kg yağ'ı geçmediğini bildirmektedirler.

5.3.6. TBA Analiz Sonuçları

Yağ oksidasyonunu tespit etmek için kullanılan bir indikatör olan TBA su ürünlerinde sık kullanılan bir kalite parametresidir (Manousaridis ve diğ. 2005). TBA değeri malondialdehit (MDA) içeriğinin ölçümüyle yapılan bir yağ oksidasyonu göstergesidir. Malondialdehit, doymamış yağ asitlerinin oksijenle girdiği reaksiyon sonucu ilk olarak meydana gelen hidroperoksitlerden oluşmaktadır (Goulas ve Kontominas, 2007). Doğal antioksidan olarak bitkilerden ekstrakte edilen yağlarla muamele edilmiş kolyozlarda TBA değerinin kontrol grubuna göre daha düşük seviyelerde kaldığı gözlenmiştir.

TBA tüketilebilir değeri 8 mg/ kg olarak bildirilmektedir (Varlık ve diğ. 2007). Buna göre kontrol grubu örneklerin TBA değeri depolamanın 2. ayında tüketilebilir değeri geçmiştir. ÇOY, ÜÇY, KTY uygulanmış örneklerde bu sınır 3. ayda aşılrken BY, AY ve LY uygulanmış örneklerde depolamanın 7. ayında DY uygulanmış örneklerde ise 8. ayında aşılmıştır. KY uygulanmış örneklerde 11 aylık depolama süresince bu limit aşılmamıştır. Kekik yağının kullanılan yağlar içerisinde en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Bununla birlikte tüm gruplarda TBA değerinin en yüksek değere ulaştığı aylar duyusal değerlendirme sonuçları ile uyum göstermektedir. Balıkların dondurularak muhafazası sırasında, lipid oksidasyonuna bağlı olarak TBA değerindeki artışın, depolama sıcaklığının düşürülmesiyle, antioksidanlarla muameleyle ve değişik ambalajlama şekilleriyle önlenebildiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Yu ve diğ. 1973; Deng ve diğ. 1977; Ke ve diğ. 1977; Josephson ve diğ. 1985; Santos ve Regenstein, 1990). Sarkardei ve Howell (2007) tarafından kurutulmuş istavrit balığında TBA oluşumu üzerine biberiye ekstraktı, askorbik asit, sitrik asit ve E vitamini uygulamasının olumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Biscalchin-Gröschek ve diğ. (2003) -16°C’de 6 ay depolanan tilapyalarda TBA değerinde artış olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda depolama boyunca artış gösteren TBA değeri kontrol grubunda 6. ayda yağ uygulanmış örneklerde 8. ayda en yüksek seviyesine ulaşmış ve daha sonra düşüş göstermiştir. Bizim çalışmamıza benzer şekilde biberiye ekstraktına daldırıldıktan sonra -20°C’de 12 ay depolanan istavritlerde TBA değerinin kontrol grubuna göre daha sonra en yüksek seviyesine ulaştığı ve bundan sonra düşüş gösterdiği bildirilmektedir (Lugasi ve diğ. 2007). Aubourg ve diğ. (2004b) sitrik asidin dondurulmuş fileto istavritte (*Trachurus trachurus*) ransiditeye etkisini incelediği çalışmada istavritlerin başlangıç TBA değerini 0,07 mg MDA/kg olarak bildirirken 6 aylık depolama sonunda kontrol grubunda 0,96 mg MDA/kg, %0,05 sitrik asit uygulanan örneklerde 0,45 mg MDA /kg değerini bildirmişlerdir. Sodyum erithorbat, BHA, BHT, sodyum tripolifosfat, etieldiamintetraasetikasit (EDTA) gibi farklı sentetik antioksidanların katıldığı kıyılmış dondurulmuş (-20°C) balıkta depolama süresince TBA değerinin antioksidan ilave edilmemiş gruplara göre daha düşük değerlerde olduğu ancak 3 aylık depolama süresince TBA değerinin tüm gruplarda sürekli dalgalanmalar gösterdiği Salas ve diğ.

(2006) tarafından bildirilmiştir. Çalışmamıza benzer olarak Alghazeer ve diğ. (2008) yeşil çay ekstresine daldırılıp dondurarak 26 hafta (6,5 ay) depolanmış uskumrulara (*Scomber scombrus*) TBA değerinin hem kontrol hem de uygulamalı örneklerde depolamanın 8. haftasında en yüksek seviyesine ulaştığını daha sonra düşüş gösterdiğini belirtmişlerdir. Depolama başlangıcında 0,2 mg MDA/kg TBA değerine sahip -18°C’de depolanan hamsilerin TBA değeri depolamanın 4. ayına kadar yükselmiş, daha sonra tekrar düşüş göstererek 6 ay depolama sonunda hamsilerde 3,1 mg MDA/kg TBA değeri tespit edilmiştir (Karaçam ve Boran, 1996). Farklı sıcaklıkların dondurarak muhafaza edilen tatlı su levreğinin TBA değerine etkisinin incelendiği bir çalışmada -13°C’de TBA değerinin -27°C’de ye göre daha yüksek seyrettiği ancak her iki sıcaklıkta da depolamanın 8. ayına kadar TBA değerinde artış olduğu 8. ve 10. aylar arasında TBA değerinin en yüksek seviyede sabit kaldığı ve daha sonra düştüğü tespit edilmiştir (Namulema ve diğ. 1999). Aubourg ve Medina (1999) tarafından -30°C’de depolanan morina balığı için depolama başlangıcında 0,11 mg MDA/kg, depolamanın 12. ayında 0,49 mg MDA/kg TBA değeri ölçülmüştür. Dondurulmuş olarak -18 °C’de muhafaza edilen sudak filetolarının başlangıç TBA değeri 0,02 mg MDA/kg olarak ölçülürken depolamanın 5. ayında TBA değeri en yüksek seviyeye ulaşmış depolamanı 7. ayında başlangıç değerlerine yakın değerlere (0,028 mg MDA/kg) düşmüştür (Olgunoğlu ve diğ. 2002). Lehmann ve Aubourg, (2008) tarafından ayıklanmış ve ayıklanmamış istavritte (*Trachurus trachurus*) -20°C’de 12 depolama boyunca TBA değerinin sürekli iniş ve çıkışlar yaptığı 0,1-1 mg MDA/kg arasında değiştiği belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda ve literatür araştırmalarında görüldüğü gibi depolama sırasında TBA değerindeki düşüşün nedeni balık lipitlerindeki lipid hidroliz ürünlerinin ve yağ asitlerinin miktarının artmasına, proteinlerin ve amino asitlerin parçalanma ürünleri ile malonaldehit ve diğer aldehitlerin reaksiyona girmesi nedeniyle azalmasına bağlanmaktadır (Deng ve diğ. 1977; Soyer ve Şahin, 1999).

5.3.7. FFA Analiz Sonuçları

Bir yağın asit derecesi; 100 gr yağda serbest halde buluna yağ asitlerini nötralleştirmek için gereken 1 N alkali çözeltisinin ml sayısıdır. 100 gr yağ FFA’nın g. Olarak oleik asit miktarı cinsinden hesaplanır. Oleik asit cinsinden asitliği bulmak için 1 N alkali cinsinden bulunan asitlik rakamı 0,282 ile çarpılır % FFA olarak ifade edilir. Doğal

yağlar her zaman az da olsa serbest yağ asidi içerir ve bu asitler oksidasyona bağlı olarak zamanla artar (Özden ve Gökoğlu, 1997). Lipidlerin enzimatik hidrolizi sonucu oluşan değişimlerin göstergesi olan FFA değeri (% oleik asit) depolama başlangıcında %0,08 olarak ölçülmüştür. Bu değer depolama boyunca tüm gruplarda artmış ve depolama sonunda kontrol grubu örneklerde %2,55 FFA değeri tespit edilirken yağ uygulanmış gruplar için sırası ile FFA değeri %0,97, %1,59, %2,16, %1,45, %1,15, %1,06, %0,97 ve %1,21 ölçülmüştür. Depolama boyunca kontrol grubunun FFA değerinin uygulama yapılan gruplardan daha yüksek olduğu ($p<0,05$) görülmüştür.

Namulema ve diğ. (1999) -27°C 'de depolanan tatlısu levreği FFA değerinin depolama süresince sürekli yükseliş gösterdiğini bildirmektedirler. Hamsilerde depolama başlangıcında %2 olarak ölçülen FFA değerinin -18°C 'de 6 aylık depolama sonunda % 4,7 olduğu bildirilmektedir (Karaçam ve Boran, 1996). Lehmann ve Aubourg, (2008) ayıklanmış ve ayıklanmamış istavritlerde (*Trachurus trachurus*) -20°C 12 ay depolama süresince FFA değerinin hep yükselme eğiliminde olduğunu ve ayıklanmış balıklarda bu değer ayıklanmamış olanlara göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Srikar ve diğ. (1989) -20°C 'de 10 ay depolanan deniz yayınında FFA değerinin 28,8 mg/100g et'den FFA 81,8'e mg/100g et'e yükselmiş olduğunu, Aubourg ve diğ. (2004a) -20°C 'de 12 ay depolanan istavritin FFA değerinin 0,60 g FFA/100g yağ' dan 8,30 FFA/100g yağ'a yükseldiğini bildirmektedirler. Aubourg ve diğ. (2004b) sitrik asidin dondurulmuş fileto istavritte (*Trachurus trachurus*) ransiditeye etkisini incelediği çalışmada istavritlerin başlangıç FFA değerini 0,30 g FFA/100g yağ olarak bildirirken 6 aylık depolama sonunda kontrol grubunda 7,00 g FFA/100g yağ, %0,05 sitrik asit uygulanan örneklerde 5,0 g FFA/100g yağ değerini bildirmiştir. Sentetik antioksidan uygulanan (% 0,02 TBHQ) dondurulmuş balık etinde FFA değerinin depolama boyunca düzenli artış gösterdiğini ancak uygulamalı örneklerin değerlerinin kontrol grubunun altında kaldığı belirtilmektedir. (Salas ve diğ. 2006). Lugasi ve diğ. (2007) -20°C 'de 12 ay bütün olarak depolanan istavrit balıklarında FFA mg oleik asit/100g et inişli çıkışlı olmakla birlikte biberiye ekstraktına daldırılmış olanlarda FFA değerlerinin daha düşük olduğunu bildirmektedirler. FFA oluşumunun diğer oksidasyon ürünleriyle birlikte ürünün tekstüründe önemli değişimler meydana getirdiği bilinmektedir. Oluşan oksidasyon ürünlerinin myofibriller proteinlerdeki denatürasyonu ve protein yapıdaki değişimleri desteklediği bildirilmektedir (Allen ve Foegeding, 1981) Kolyoz balıklarının tekstür

yapısındaki depolamaya bağlı değişimle depolama boyunca artış gösteren FFA değeri bu durumu desteklemektedir.

5.4. SONUÇ

Balıkların dondurularak depolanması sırasında lipit oksidasyonu önemli kalite kayıplarına neden olmaktadır. Donmuş depolama sırasında üründe meydana gelen bu kalite kaybını önlemek veya geciktirmek amacıyla antioksidan muamelesi yapılmaktadır. Bu çalışmada doğal antioksidanlardan bitkisel kaynaklı esansiyel yağlar bu amaçla kullanılmıştır.

Kullanılan yağların kontrol grubuna kıyasla duyu kaliteyi koruduğu KY, BY, ÇOY ve AY uygulamasının kolyoz filetolarının dayanım ömrünü 2 ay, DY, ÜÇY ve KTY uygulamasının 3 ay artırdığı görülmüştür.

pH, TVB-N ve TMA-N değerleri üzerine yapılan yağ uygulamasının etkisi olmadığı tespit edilmiş, tüm gruplarda bu parametrelerdeki limit değerler depolama boyunca aşılmamıştır.

Lipit oksidasyonu üzerine yapılan uygulamanın etkili olduğu gözlenmiştir. Peroksit değeri gerek kontrol, gerekse yağ muamelesi görmüş örneklerde depolama süresince ilerleyen oksidasyona bağlı olarak peroksitlerin parçalanma reaksiyonları nedeniyle artış ve azalışlar göstermiştir. Yağ uygulaması yapılan kolyoz örneklerinde peroksit değerindeki yükselişler kontrol grubu kadar yüksek değildir. Bu örneklerde de peroksitlerin parçalanmasından kaynaklanan düşüşler gözlenmiştir. Duyusal analiz sonuçları ile birlikte değerlendirildiğinde uygulama yapılmış örneklerden DY, KY, AY, BY, ÜÇY, KTY ve LY uygulanmış örneklerde depolamanın 6. ayında kontrol grubuna göre daha düşük peroksit değeri ölçülmüştür ($p<0,05$).

Kolyozda depolamanın ilk 6 ayında tüm gruplarda artış gösteren TBA değeri kontrol grubu örneklerde 6. aydan itibaren azalmaya başlamış, diğer gruplarda da yükseliş 8. aya kadar devam etmiş bundan sonra düşmeye başlamıştır. TBA değerinin en yüksek seviyeye ulaştığı andaki depolama günleri duyu kalite sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Depolamanın 6. ayında oksidasyona en etkili grup KY uygulanmış grup olduğu gözlenirken bunu izleyen DY, BY, AY gruplarının izlediği tespit edilmiştir.

Serbest yağ asitleri (FFA) miktarı depolama süresine bağlı olarak tüm kolyoz örneklerinde artış göstermiş, bu artış yağlarla muamele gören grupların tümünde genelde kontrol gruplarından daha az miktarlarda ($p<0,05$) olurken, uygulanan yağların birbirlerine göre farklı bir etkisi ($p>0,05$) tespit edilmemiştir. Kontrol grubu örneklerin duyusal olarak tüketilemez kalitede olduğu depolamanın 6. ayında DY, KY, ÇOY ve LY benzer etkiyi gösterirken, bunları BY, AY, ÜÇY ve KTY uygulanmış örnekler izlemiştir.

Bu sonuçlara göre kolyoz filetolarının kalitesinin korunmasında Kekik yağının en yüksek antioksidan özelliğe sahip olduğu; DY, BY ve AY uygulamasının bunu izlediği tespit edilmiştir. LY, KTY ve ÜÇY uygulamalarının da lipid oksidasyonuna etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

ACKMAN, R.G., 1994, Seafood lipids. Edt. Shahidi, F. and Botta, J.R. *Seafoods: Chemistry, Processing, Technology and Quality*. P:34-45. Blackie Academic and Professionel, ISBN:0 751402184

AHN, J., GRÜN, I.U. and MUSTAPHA, A., 2007, Effects of plant extracts on microbial growth, colour change, and lipid oxidation in cooked beef, *Food Microbiology*, 24, 7–14.

AKGUL, A. and KIVANÇ, M., 1988, Inhibitory effects of selected Turkish spices and oregano components on some foodborne fungi, *International Journal of Food Microbiology*, 6, 263– 268.

AKTUĞ, S.E. and KARAPINAR, M., 1987, Inhibition of foodborne pathogens by thymol, eugenol, menthol and anethole, *International Journal of Food Microbiology*, 4, 161–166.

ALGHAZEER, R., SAEED, S. and HOWELL, N.K., 2008, Aldehyde formation in frozen mackerel (*Scomber scombrus*) in the presence and absence of instant green tea, *Food Chemistry*, 108, 801–810.

ALLEN, E. and FOEGEDING, E.A., 1981, Some lipid characteristics and interactions in muscle foods-A Review, *Food Technology*, 5, 353-357.

ANGSUPANICH, K. and LEDWARD, D.A., 1998, High pressure treatment effects on cod (*Gadus morhua*) muscle, *Food Chemistry*, 63(1), 39-50.

ANTONACOPOULOS, N. and VYNCKE, W., 1989, Determination of volatile basic nitrogen in fish. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 189, 309–316.

AOAC., 1998a, Official Method 955.04, Nitrogen (Total) in Seafood. Chapter Edt. Hungerford, J.M. Fish and Other Marine Products, Edt. Cunniff, P. In *Official Methods of Analysis of AOAC International*, AOAC International: Gaithersburg, Maryland, Chapter 35, p.6.

AOAC., 1998b, Official Method 948.15 Fat (crude) in Seafood Acid Hydrolysis Method. Chapter Edt. Hungerford, J.M. Fish and Other Marine Products, Edt. Cunniff, P. In *Official Methods of Analysis of AOAC International*, AOAC International: Gaithersburg, Maryland, Chapter 35, p.6.

AOAC., 1998c, Official Method 938.08, Ash of Seafood. Chapter Edt. Hungerford, J.M. Fish and Other Marine Products, Edt. Cunniff, P. In *Official Methods of Analysis of AOAC International*, AOAC International: Gaithersburg, Maryland, Chapter 35, p.6.

AOAC., 1998d. AOAC Official Method 971.14, Trimethylamine Nitrogen in Seafood Colorimetric Method. Chapter Edt. Hungerford, J.M. Fish and Other Marine Products,

Edt. Cuniff, P. In *Official Methods of Analysis of AOAC International*, AOAC International: Gaithersburg, Maryland, Chapter 35, p.7.

ARRAS, G. and GRELLA, G.E., 1992, Wild thyme, *Thymus capitatus*, essential oil seasonal changes and antimycotic activity, *Journal of Horticultural Science*, 67 (2), 197–202.

ASHIE, I. N. A., SMITH, J. P., and SIMPSON, B. K., 1996, Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36, 87–121.

AUBOURG, S. and MEDINA, I., 1999, Influence of storage time and temperature on lipid deterioration during cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) frozen storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 1943–1948.

AUBOURG, S.P., 1993, Review: Interaction of malondialdehyde with biological molecules-new trends about reactivity and significance, *International Journal of Food Science and Technology*, 28, 323–335.

AUBOURG, S.P., PÉREZ-ALONSO, F. and GALLARDO, M. J., 2004b, Studies on rancidity inhibition in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*) by citric and ascorbic acids, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106, 232–240.

AUBOURG, S.P., PIÑEIRO, C. and GONZÁLEZ, M.J., 2004a, Quality loss related to rancidity development during frozen storage of horse mackerel (*Trachurus trachurus*), *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81(7), 671–678.

AURELI, P., COSTANTINI, A. and ZOLEA, S., 1992, Antibacterial activity of some plant essential oils against *Listeria monocytogenes*, *Journal of Food Protection*, 55, 344–348.

BANDONIENE, D., VENSKUTONIS, P.R., GRUZDIENE, D. and MURKOVIC, M., 2002, Antioxidative activity of sage (*Salvia officinalis* L.) savory (*Satureja hortensis* L.) and borage (*Borago officinalis* L.) extracts in rapeseed oil, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104, 286–292.

BASSOLE, I.H.N., OUATTARA, A.S., NEBIE, R., OUATTARA, C.A.T., KABORE, Z.I. and TRAORE, S.A., 2003, Chemical composition and antibacterial activities of the essential oils of *Lippia chevalieri* and *Lippia multiflora* from Burkina Faso, *Phytochemistry*, 62, 209–212.

BISCALCHIN-GRYSCHKEK, S.F., OETTERE M. and GALLO C.R., 2003, Characterization and frozen storage stability of minced Nile tilapia and red tilapia, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 12 (3), 57–69.

BISHOP, C.D., 1995, Antiviral activity of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (Maiden and Betche) Cheel (tea tree) against tobacco mosaic virus, *Journal of Essential Oil Research*, 7, 641–644.

BLIGH, E.G., 1979, Methods of marketing, distribution and quality assurance. Edt: Connell, J.J. and staff of Torry Research Station. *Advances in Fish Science and Technology*. p:48-55. Fishing News Boks Ltd. ISBN:0 85238 108 5

BONNEL, A.D., 1994, *Quality Assurance in Seafood Processing: A Practical Guide*, Chapman and Hall, UK New York, ISBN:0-442-00879-1

BURT, S., 2004, Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review, *International Journal of Food Microbiology*, 94: 223-253.

CADUN, A., KIŞLA, D. and ÇAKLI, Ş., 2008, Marination of deep-water pink shrimp with rosemary extract and the determination of its shelf-life, *Food Chemistry*, 109, 81–87.

CHOULIARA, E., KARATAPANAS, A., SAVVAIDIS, I.N. and KONTOMINAS, M.G., 2007. Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4°C, *Food Microbiology*, 24, 607–617.

CONNER, D.E. and BEUCHAT, L.R., 1984, Effect of essential oils from plants on growthof food spoilage yeasts, *Journal of Food Science*, 49, 429–434.

CURRAN C.A., AMES, G.R., and JONES, N.S.D., 1986, Frozen storage life of the Bolivian fish, sabalo (*Prochilodus platensis*), *Journal of Food Technology*, 21, 471-475.

ÇAKMAKÇI, S. ve GÜNDOĞDU, E., 2005, Sarımsak bileşimi, gıda sanayinde kullanımı v e sağlık üzerine etkileri, *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi*, 8, 20-29.

DADALIOGLU, I. and EVRENDİLEK, G.A., 2004, Chemical compositions and antibacterial effects of essential oils of Turkish oregano (*Origanum minutiflorum*), Bay laurel (*Laurus nobilis*), Spanish Lavender (*Lavandula stoechas* L.) and Fennel (*Foeniculum vulgare*) on Common Foodborne Pathogens, *Jornal of Agriculture Food Chemistry*, 52, 8255-8260.

DEANS, S.G. and RITCHIE, G.A., 1987, Antimicrobial properties of plant essential oils, *International Journal of Food Microbiology*, 5, 165–180.

DEL CAMPO, J., AMIOT, M.J. and NGUYEN, T.C., 2000, Antimicrobial effect of rosemary extracts, *Journal of Food Protection*, 63, 1359–1368.

DEL REY-MANSILLA, M., SOTELO, C.G., AUBOURG, S.P., REHBEIN, H., HAVEMEISTER, W., JØRGENSEN, B., NIELSON, M.K., 2001, Localization of formaldehyde production during frozen storage of European hake (*Merluccius merluccius*), *Europeen Food Research and Technology*, 213, 43–47.

DEMİRCİ, M. ve ORAK, H.H., 1999, Farklı Sogutma Ortamları ve -12 °C'de Depolanan Istavrit Balığında (*Trachurus trachurus*) Meydana Gelen Kalite Değişimleri, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 143-150.

DENG, J.C., MATTHEWS, R.F., and WATSON, C.M., 1977, Effect of chemical and physical treatments on rancidity development of frozen mullet (*Mugil cephalus*) fillets, *Journal of Food Science*, 42, 344-347.

DZIEZAK, J.D., 1989, Spices. *Food Technology*, 43, 102-116.

EKANAYEKA, P., LEE, Y.D. and LEE, J., 2004, Antioxidant activity of flesh and skin of *Epttaretus burgeri* (Hag Fish) and *Enedrias nebulosus* (White Spotted Eel), *Food Science Technology International*, 10(3), 171-177.

EL MARRAKCHI, A.E., BENNOUR, M., BOUCHRITI, N., HAMAMA, A. And TAGAFATIT, H., 1990, Sensory, chemical and microbiological assessments of Moroccan sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice, *Journal of Food Protection*, 53, 600-605.

EL- MASSRY, K.F., EL-GHORAB, A.H., FAROUK, A., 2002, Antioxidant activity and volatile components of Egyptian *Artemisia judaica* L., *Food Chemistry*, 79, 331-336.

ERKAN, N. and ÖZDEN, Ö., 2008, Quality assessment of whole and gutted sardine (*Sardine pilchardus*) stored in ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(9), 1549-1559.

ERKAN, N. und GÖKOĞLU, N., 1999, Haltbarkeit gefriergelagerter küchenfertiger Miesmuscheln. *Information für die Fischwirtschaft aus der Fischereiforschung*, 46(4), 44-47.

ERKAN, N. ve VARLIK, C., 2004, Dondurarak Muhafaza Teknolojisi. Ed. Varlık, C. *Su Ürünleri İşleme Teknolojisi*. p:95-127, İstanbul Üniversitesi Yayın No. 4465, Su Ürünleri Fakültesi Yayın No: 7, ISBN:975-404-715-4.

ERKAN, N., 2003, Verderb von Fisch und Fischwaren- chemische und mikrobiologische Veränderungen und Gefahren, *Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung*, 55(11), 254-258.

FAGAN, J.D., GORMLEY, T.R., MHUIRCHEARTAIGH, M.U., 2003, Effect of freeze-chilling, in comparison with fresh, chilling and freezing, on some quality parameters of raw whiting, mackerel and salmon portions, *Lebensmittel Wissenschaft und Technology*, 36, 647-655.

FAN, W., CHI, Y. and ZHANG, S., 2008, The use of a tea polyphenol dip to extend the shelf life of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during storage in ice, *Food Chemistry*, 108, 148-153.

- FARAG, R.S., DAW, Z.Y., HEWEDI, F.M., EL-BAROTY, G.S., 1989, Antimicrobial activity of some egyptian spices essential oils, *Journal of Food Protection*, 52, 665–667.
- FASSEAS, M.K., MOUNTZOURIS, K.C., TARANTILIS, P.A., POLISSIOU, M., ZERVAS, G., 2007, Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils, *Food Chemistry*, 106, 1188–1194.
- FELDHUSEN, F., 2000, Review: The role of seafood in bacterial foodborne diseases, *Microbes and Infection*, 2 (13), 1651–1660.
- FERNÁNDEZ, J., PÉREZ-ÁLVAREZ, J., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.A., 1997, Thiobarbituric acid test for monitoring lipid oxidation in meat, *Food Chemistry*, 59(3), 345-353.
- GARTHWEITE, G.A., 1992, Chilling and freezing of fish. Ed. Hall, G.M. *Fish Processing Technology*, p:89-112, Blackie Academic and Professionel, ISBN:0 75140280-X.
- GERDES, D.L. and SANTOS VALDEZ, C., 1991, Modified atmosphere packaging of commercial Pacific red snapper (*Sebastes entomelas*, *Sebastes flavidus* or *Sebastes godei*), *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 24, 256-258.
- GIATRAKOU, V., KYKKIDOU, S., PAPAVERGOU, A., KONTOMINAS, M.G. and SAVVAIDIS, I.N., 2008, Potential of oregano essential oil and MAP to extend the shelf life of fresh swordfish: A comparative study with ice storage, *Journal of Food Science*, 73 (4), M167-M173.
- GIBSON, T.A. and WORTHINGTON, R.E., 1977, Lipid changes in frozen stored channel catfish grown by tank culture: Effects of dietary fat, freezing method, and storage temperature, *Journal of Food Science*, 42, 355-358.
- GIMÉNEZ, B., RONCALÉS, P. and BELTRÁN, J.A., 2004, The effects of natural antioxidants and lighting conditions on the quality characteristics of gilt-head sea bream fillets (*Sparus aurata*) packaged in a modified atmosphere, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1053–1060.
- GIMÉNEZ, B., RONCALÉS, P. and BELTRÁN, J.A., 2005, The effects of natural antioxidants and lighting conditions on the quality of salmon (*Salmo salar*) fillets packaged in modified atmosphere, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1033–1040.
- GOULAS, A.E. and KONTAMINAS, M.G., 2007, Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes, *Food Chemistry*, 100, 287-296.
- GRAM, L. and HUSS, H. H., 1996, Microbiological spoilage of fish and fish products, *International Journal of Food Microbiology*, 33(1), 121–137.

GRAU, R., 1969, *Flesich und Fleischwaren*, p:108-119. Verlag Paul Parey, in Berlin und Hamburg.

HAMILTON, R.J., KALU, C., PRISK, E., PADLEY, F.B. and PIERCE, H., 1997, Chemistry of free radicals in lipids, *Food Chemistry*, 60(2), 193-199.

HAMRE, K., LIE, Ø and SANDNES, K., 2003, Development of lipid oxidation and flesh colour in frozen stored fillets of Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus* L.). Effects of treatment with ascorbic acid, *Food Chemistry*, 82, 447-453.

HANSEN, P., 1979, Fish preservation methods. Edt: Connell, J.J. and staff of Torry Research Station. *Advances in Fish Science and Technology Fishing*, p:28-34, Fishing News Books Ltd. ISBN:0 85238 108 5.

HARPAZ, S., GLATMAN, L., DRABKIN, V. and GELMAN, A., 2003, Effects of herbal essential oils used to extend the shelf-life of freshwater reared Asian sea bass fish (*Lates calcarifer*), *Journal of Food Protection*, 66, 410-417.

HERRMANN, K., 1970, *Tiefgefrorene Lebensmittel*. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. ISBN:34897021X.

HOLLEY, R. and PATTEL, D., 2005, Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials, *Food Microbiology*, 22, 273-292.

HSIEH, P.C., MAU, J.L. and HUANG, S.H., 2001, Antimicrobial effect of various combinations of plant extracts, *Food Microbiology*, 18, 35-43.

HULTIN, H.D., 1994, Oxidation of lipids in seafoods, Edt. Shahidi, F. and Botta, J.R. In: *Seafoods: Chemistry, Processing Technology and Technology*. p.49-74. Blackie Academic and Professional.

HUSS, H.H., 1988, Fresh fish quality and quality changes. FAO Fisheries Series, No. 29. Rome: FAO.

HWANG, K.T. and REGENSTEIN, J.M., 1988, protection of menhaden mince lipids from rancidity during frozen storage, *Journal of Food Science*, 54, 1120-1124.

JOSEPHSON, D.B., LINDSAY, R.C. and STUIBER, D.A., 1985, Effect of handling and packaging on the quality of frozen whitefish, *Journal of Food Science*, 50, 1-4.

JUGLAL, S., GOVINDEN, R. and ODHAV, B., 2002, Spice oils for the control of co-occurring mycotoxin-producing fungi, *Journal of Food Protection*, 65 (4), 683-687.

KARAÇAM, H. and BORAN, M., 1996, Quality changes in frozen whole and gutted anchovies during storage at -18°C, *International Journal of Food Science and Technology*, 31, 527-531.

KARAMAN, S., DİĞRAK, M., RAVİD, U., İLÇİM, A., 2001, Antibacterial and antifungal activity of the essential oils of *Thymus revolutus* Celak from Turkey, *Journal of Ethnopharmacology*, 76, 183-186.

KAYA, Y., DUYAR, H.A. ve ERDEM, M.E., 2004, Balık Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı İçin Önemi, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 21(3-4), 365-370.

KE, P.J., ACKMAN, R.G., LINKE, B.A. and NASH, D.M., 1977, Differential lipid oxidation in various parts of frozen mackerel, *Journal of Food Technology*, 12, 37-47.

KELLEHER, S.D., BUCK, E.M., HULTIN, H.O., PARKIN, K.L., LICCIARDELLO, J.L. and DAMON, Jr. R.A., 1981, Chemical and physical changes in red hake blocks during frozen storage, *Journal of Food Science*, 47, 65-70.

KHAYAT, A. and SCHWALL, D., 1983, Lipid oxidation in seafood, *Food Technology*, 7, 130-140.

KIETZMANN, U., PRIEBE, K., RAKOU, D. und REICHSTEIN, K., 1969, *Seefisch als Lebensmittel*, Paul Parey Verlag, Hamburg-Berlin.

KİLİNÇ, B., 1998, *Dondurularak depolanmış sardalya balıklarında (Sardina pilchardus, W.1792) kimyasal, fiziksel, duyuusal ve mikrobiyolojik değişimler*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

KIM, J.M., MARSHALL, M.R., CORNELL, J.A., PRESTON, J.F. and WEI, C.I., 1995, Antibacterial activity of carvacrol, citral, and geraniol against *Salmonella typhimurium* in culture medium and on fish cubes. *Journal of Food Science*, 60, 1364–1374.

KOLEVA and I.I., LINSSEN, J.P.H., BEEK, T.A.V., ENSTATIEVA, L.N., KORTENSKA, V., HANDJIEVA, N., 2003, Antioxidant activity screening of extracts from *Sideritis* Species (Labiatae) grown in Bulgaria, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 809-819.

KULISIC, T., RADONIC, A., KATALINIC, V., and MILOS, M., 2004, Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil, *Food Chemistry*, 85, 633–640.

KYKKIDOU, S., GIATRAKOU, V., PAPAVERGOU, A., KONTOMINAS, M.G., SAVVAIDIS, I.N., 2009, Effect of thyme essential oil and packaging treatments on fresh Mediterranean swordfish fillets during storage at 4 °C, *Food Chemistry*, 115 (1),169-175.

LADIKOS, D. ve LOUGOVOIS, V., 1990, Lipid oxidation in muscle foods: a review, *Food Chemistry*, 35, 295–314.

LAI, S.-M., GRAY, J.I., SMITH, D.M., BOOREN, A.M., CRACKEL, R.L. and BUCKLEY, D.J., 1991, Effects of oleoresin rosemary, tertiary butylhydroquinone, and sodium tripolyphosphate on the development of oxidative rancidity in restructured chicken nuggets, *Journal of Food Science* 56, 616–620.

- LAMBERT, R. J. W., SKANDAMIS, P. N., COOTE, P. J., and NYCHAS, G. J. E., 2001, A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol, *Journal of Applied Microbiology*, 91, 453–462.
- LANCIOTTI, R., GIANOTTI, A., PATRIGNANI, F., BELETTI, N., GUERZONI, M.E., GARDANI, F., 2004, Use of natural aroma compounds to improve shelflife and safety of minimally processed fruits, *Trends in Food Science and Technology*, 15, 201–208.
- LEELAPONGWATTANA, K., SOOTTAWAT BENJAKUL, S., VISESSANGUAN, W., HOWELL, K.N., 2005, Physicochemical and biochemical changes during frozen storage of minced flesh of lizardfish (*Saurida micropectoralis*), *Food Chemistry*, 90, 141–150.
- LEHMANN, I. and AUBOURG, S.P., 2008, Effect of previous gutting on rancidity development in horse mackerel (*Trachurus trachurus*) during frozen storage at- 20°C, *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 270–275.
- LEMAY, M.C., CHOQUETTE, J., ELAQUIA, P.J., GARIEPY, C., RODRIGUWZ, N. and SAUCIER, L., 2002, Antimicrobial effect of natural preservatives in a cooked and acidified chicken meat model, *International Journal of Food Microbiology*, 78, 217–226.
- LUGASI, A., LOSADA, V., HÓVÁRI, J., LÉBOVICS, V., JAKÓCZI, I. And AUBOURG, S., 2007, Effect of pre-soaking whole pelagic fish in a plant extract on sensory and biochemical changes during subsequent frozen storage, *Lebensmittel - Wissenschaft und Technologie*, 40, 930–936.
- MAHMOUD, S.M.B., YAMAZAKI, K., MIYASHITA, K., KAWAI, Y., SHIN, II., SUZUKI, T., 2006b, Preservative effect of combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds on carp fillets during convectional air-drying, *International Journal of Food Microbiology*, 106, 331 – 337.
- MAHMOUD, S.M.B., YAMAZAKI, K., MIYASHITA, K., SHIN, II., DONG-SUKA, C., SUZUKI, T., 2004, Bacterial microflora of carp (*Cyprinus carpio*) and its shelf-life extension by essential oil compounds, *Food Microbiology*, 21, 657–666.
- MAHMOUD, S.M.B., YAMAZAKI, K., MIYASHITA, K., SHIN, II., SUZUKI, T. 2006a, A new technology for fish preservation by combined treatment with electrolyzed NaCl solutions and essential oil compounds, *Food Chemistry*, 99, 656–662.
- MANOUSARIDIS, G., NERANTZAKI, A., PALEOLOGOS, E.K., TSIOTSIAS, A., SAVVAIDIS, I.N. and KONTOMINAS, M.G., 2005, Effects of ozone on microbial, chemical and sensory attributes of shucked mussels, *Food Microbiology*, 22, 1–9.
- MATTISSEK, R., SCHNEPEL, M.F. and STEINER, G., 1992, *Lebensmittelanalytik, Grundzüge. Methoden. Anwendungen.* p.440, Zweite, korrigierte Auflage. Springer Berlin Heidelberg New York. ISBN: 3-540-54684-7.

- MEJLHOLM, O. and DALGAARD, P., 2002, Antimicrobial effect of essential oils on the seafood spoilage micro-organism *Photobacterium phosphoreum* in liquid media and fish products, *Letters in Applied Microbiology*, 34, 27–31.
- MELTON, S.L., 1983, Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. *Food Technology*, 38 (7), 105-111.
- MENDENHALL, V.T., 1972, Oxidative rancidity in raw fish fillets harvested from Gulf of Mexico, *Journal of Food Science*, 37, 547-550.
- NAMULEMA, A., MUYONGA, J.H. and KAYA, A.N., 1999, Quality deterioration in frozen Nile perch (*Lates niloticus*) stored at -13 and -27°C, *Food Research International*, 32, 151-156.
- NATSEBA, A., LWALINDA, I., KAKURA, E., MUYANJA, C.K. and MUYANGA, J.H., 2005, Effect of pre-freezing icing duration on quality changes in frozen Nile perch (*Lates niloticus*), *Food Research International*, 38, 469–474.
- OLGUNOĞLU, I., POLAT, A. ve VAR, I., 2002, Dondurularak Depolanan (-18°C) Sudak (Sander lucioperca Bogustkaya & Naseka, 1996) Filetolarında Kimyasal ve Duyusal Değişimler, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26, 879-884.
- ÖNENÇ, S.S. ve AÇIKGÖZ, Z. 2005. Aromatik Bitkilerin Hayvansal Ürünlerde Antioksidan Etkileri. *Hayvansal Üretim*, 46(1):50-55.
- ÖZDEN, Ö. ve GÖKOĞLU, N., 1997, Sardalya Balığının (*Sardina pilchardus* (Wal., 1792) Soğukta Depolanması Sırasında Yağında Oluşan Değişimlerin İncelenmesi, *Gıda*, 22, 309–313.
- ÖZDEN, Ö. ve N. GÖKOĞLU., 1996, Soğukta saklanan sardalya balığının *Sardina pilchardus* (W. 1792) raf ömrünün belirlenmesi, *Gıda Teknolojisi*, 1 (6), 37-42.
- PALMER, A.S., STEWART, J. and FYFE, L., 2001, The potential application of plant essential oils as natural food preservatives in soft cheese, *Food Microbiology*, 18, 463-470.
- PANDEY, R., KALRA, A., TANDON, S., MEHROTRA, N., SINGH, H.N. and KUMAR, S., 2000, Essential oil compounds as potent source of nematocidal compounds, *Journal of Phytopathology*, 148 (7–8), 501–502.
- PAULUS, K., ZACHARIAS, R., ROBINSON, L. and GEIDEL, H., 1979, Kritische Betrachtungen zur “Bewertenden Prüfung mit Skale als einem wesentlichen Verfahren der Sensorischen Analyse, *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 12 (1), 52–61.
- PAZOS, M., GALLARDO, M., TORRES, J.L. and MEDINA, I., 2005, Activity of grape polyphenols as inhibitors of the oxidation of fish lipids and frozen fish muscle, *Food Chemistry*, 92, 547–557.

PETRAKIS, G. and STERGIOU, K. I., 1995, Weight-length relationships for 33 species in Greek waters, *Fisheries Research*, 21(3-4), 465-469.

QUSSALAH, M., CAILLET, S., SAUCER, L., LACROIX, M., 2006, Antimicrobial effect of selected plant essential oils on the growth of *Pseudomonas putida* strain isolated from meat, *Meat Science*, 73, 236-244.

RASOOLI I, REZAEI M.B., and ALLAMEH A, 2006, Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus x-porlock*, *Food Control*, 359-364.

RASOOLI, I. and OWLIA, P., 2005, Chemoprevention by thyme oils of *Aspergillus paraciticus* growth and aflatoxin production, *Phytochemistry*, 66, 2851-2856.

SALAM, I.K.H., ISHIOBOR, M., SAMEJIMA, K., 2004, Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage, *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 37, 849-855.

SALAS, A.M., BARRIGO, A.M., CASTRO, R.V. and ALBRECHT-RUIZ, M., 2006, Effects of antioxidants on the chemical and sensorial stability of minced jack mackerel in frozen storage, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 15(4), 95-106.

SÁNCHEZ-ALONSO, I., JIMÉNEZ-ESCRIG, A., SAURA-CALIXTO, F., and BORDERÍAS, A.J., 2007, Effect of grape antioxidant dietary fibre on the prevention of lipid oxidation in minced fish: Evaluation by different methodologies, *Food Chemistry*, 101(1), 372-378.

SANTOS, E.E.M. and REGENSTEIN, J.M., 1990, Effects of vacuum packaging, glazing and erythorbic acid on the shelf-life of frozen white hake and mackerel, *Journal of Food Science*, 55, 64-67.

SARKARDEI, S. and HOWELL, N.K., 2007, Effect of natural antioxidants on stored freeze-dried food product formulated using horse mackerel (*Trachurus trachurus*), *International Journal of Food Science and Technology*, 43 (2), 309-315.

SCHORMULLER, J., 1968. *Handbuch der Lebensmittelchemie (Band III / 2)*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

SERDAROĞLU, M and FELEKOĞLU, E., 2005, Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) mince, *Journal of Food Quality*, 28, 109-120.

SERDAROĞLU, M. ve DENİZ, E.E., 2001, Balıklarda ve Bazı Su Ürünlerinde Trimetilamin (TMA) ve Dimetilamin (DMA) Oluşumunu Etkileyen Koşullar, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 18 (3-4), 575-581.

SERDAROĞLU, M. ve PURMA, Ç., 2006, Su Ürünlerinde Kalitenin Saptanmasında Kullanılan Hızlı Teknikler, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1-3), 495-496.

SIKORSKI, Z.E., KOLAKOWSKA, A. and BURT, J.R., 1990a, Post harvest biochemical and microbial changes seafood. Edt. Sikorski, Z.E. In: *Resources Nutritional Composition and Preservation*, p. 55–75, Boca Raton Florida: CRC Press-Inc.

SIKORSKI, Z.E., KOLAKOWSKA, A. and PAN, B.S., 1990, The Nutritive Composition of The Major Groups of Marine Food Organisms. Edt. Sikorski, Z.E. In: *Resources Nutritional Composition and Preservation*, p. 55–75, Boca Raton Florida: CRC Press-Inc.

SIMEONIDOU, S., GOVARIS, A. and VARELTZIS, K., 1997, Effect of frozen storage on the quality of whole fish and fillets of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) and mediterranean hake (*Merluccius mediterraneus*), *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung A*, 204, 405-410.

SKANDAMIS, P., TSIGARIDA, E., and NYCHAS, G. J. E., 2002, The effect of oregano essential oil on survival/death of *Salmonella typhimurium* in meat stored at 5 °C under aerobic, VP/MAP conditions, *Food Microbiology*, 19, 97–103.

SOYER, A. ve ŞAHİN, E., 1999, Dondurulmuş Kolyoz (*Scomber japonicus*) Balıklarında Lipid Oksidasyonuna Glazelemenin ve Depolama Süresinin Etkisi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 23, 575-584.

SOYER, A., 1995, *Dondurulmuş Kolyoz (Scomber japonicus) Balıklarında Lipid Oksidasyonu Üzerine Bazı Antioksidanların ve Vakum Paketlemenin Etkisi*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

SRIKAR, L.N., SESHADRI, H.S. and FAZAL, A.A., 1989, Changes in lipids and proteins of marine catfish (*Tachysurus dussumieri*) during frozen storage, *International Journal of Food Science and Technology*, 124, 653–658.

SÜMBÜLOĞLU, K. ve SÜMBÜLOĞLU, V., 2002, *Biyoistatistik*. 10. Baskı, p.275, Hatipoğlu Basım ve Yayım San. Tic. Ltd. Sti. ISBN: 975-7527-12-2. Ankara.

TASSOU, C. C., DROSINOS, E. H., & NYCHAS, G. J. E., 1995, Inhibition of resident microbial flora and pathogen inocula on cold fresh fish fillets in olive oil, oregano, and lemon juice under modified atmosphere and in air, *Journal of Food Protection*, 59, 31–34.

TOPAL, Ş., 1996, Gıda Koruma Teknikleri ve Ürün Güvenliği, Gıda Güvenliği ve Kalite Yönetim Sistemleri, TÜBİTAK MAM, ISBN: 975-94975-0-6 p:85-90.

TSIMIDOU, M., PAPAVERGOU, E. and BOSKOU, D., 1995, Evaluation of oregano antioxidant activity in mackerel oil, *Food Research International*, 28(4), 431–433.

TSIMOGIANNIS, D., STAVRAKAKI, M., OREOPOULUS, V., 2006, Isolation and characterisation of antioxidant componenets from oregano (*Origanum heracleoticum*), *International Journal of Food Scinece and Technology*, 41(1), 39-48.

- TULSNER, M., 1994, Fischverarbeitung, Rohstoffeigenstaftenvon Fisch und Grundlagen der Verarbeitungsprozesse, Behr's Verlag, p. 321, ISBN: 3860221965.
- TURHAN, S., SAĞIR, İ. and TEMİZ, H., 2009, Oxidative stability of brined anchovies (*Engraulis encrasicolus*) with plant extracts, *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 386–393.
- TZIKAS, Z., AMVROSIADIS, I., SOULTOS, N. and GEORGAKIS, S., 2007.ü, Seasonal variation in the chemical composition and microbiological condition of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) muscle from the North Aegean Sea (Greece), *Food Control*, 18, 251-257.
- ULTEE, A., SLUMP, R.A., STEGING, G. and SMID, E.J., 2000, Antimicrobial activity of carvacrol toward *Bacillus cereus* on rice, *Journal of Food Protection*, 63, 620–624.
- VARLIK, C., 1994, Soğukta depolanan sardalyalarda histamin düzeyinin belirlenmesi, *Gıda Teknolojisi*, 19(2), 119-124.
- VARLIK, C. ÖZDEN, O., ERKAN. N., ÜÇÖK ALAKAVUK, D., 2007, *Su Ürünlerinde Temel Kalite Kontrol*, İ.Ü. Yayın no: 4662, ISBN:975-404-771-5
- VINCENZO DE FEO., MAURIZIO, B., BOCHRA, T., FRANCESCO, N., and FELICE S., 2003, Chemical composition and Antibacteriel Activity of essential oils from *Thymus spinulosus* Ten. (Lamiaceae), *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 51, 3849- 3853.
- VYNCKE, W., 1981, In: Proceedings of the 12th Western European Fish Technologists' Association (WEFTA) Meeting, Copenhagen, Denmark.
- WRITH, F., 1979, Kühlen, Gefrieren, Lagern und Auftauen von Fleisch nach heutigem Erkenntnisstand. *Fleischwirtschaft*, 59(12), 1787-1797.
- YAĞİZ, Y., KRISTINSSON, H. G., BALABAN, M. O. and MARSHALL, M. R., 2007, Effect of high pressure treatment on the quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and mahi mahi (*Coryphaena hippurus*), *Journal of Food Science*, 72(9), C509–C515.
- YERLİKAYA, P. and GÖKOĞLU, N., 2004, Quality changes of blue crab (*Cuznectes Sapzdus*) meat during frozen storage, *Journal of Food Quality*, 27, 83-89.
- YU, T.C., SINNHUBER, R.O. and CRAWFORD, D.L., 1973, Effect of packaging on shelf life of frozen silver salmon steaks, *Journal of Food Science*, 38, 1197-1199.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Bakırköy/İSTANBUL’da doğdum. 2001 yılında Pendik lisesini bitirdim. 2001 yılında İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine girdim ve 2006 yılında iyi derece ile mezun oldum. 2006 yılında İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Avlama ve İşleme Anabilim Dalı’nda yüksek lisansa başladım. Yabancı dilim İngilizcedir.