



EGE ÜNİVERSİTESİ

DOKTORA TEZİ

**ETLİK PİLİÇ KARMA YEMLERİNE İLAVE EDİLEN
KAROTENOİDLERİN PERFORMANS, BAZI KAN
PARAMETRELERİ VE ET KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Selim MERT

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Figen KIRKPINAR

Zootekni Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 19.12.2018

Bornova-İZMİR

2018

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**ETLİK PİLİÇ KARMA YEMLERİNE İLAVE EDİLEN
KAROTENOİDLERİN PERFORMANS, BAZI KAN
PARAMETRELERİ VE ET KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Selim MERT

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Figen KIRKPINAR

Zootekni Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 19.12.2018

Bornova-İZMİR

2018

Selim MERT tarafından Doktora tezi olarak sunulan “Etlik Piliç Karma Yemlerine İlave Edilen Karotenoidlerin Performans, Bazı Kan Parametreleri ve Et Kalitesi Üzerine Etkileri” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 19/12/2018 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Figen KIRKPINAR

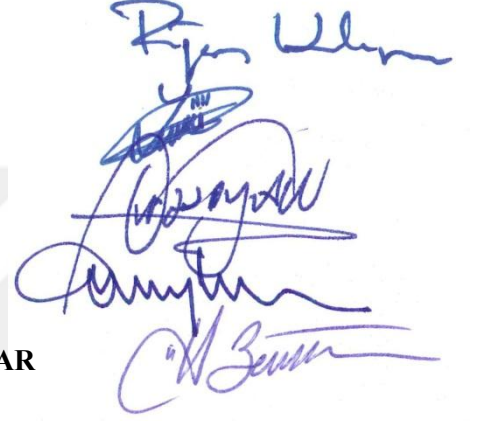
Raportör Üye : Prof. Dr. Zümrüt AÇIKGÖZ

Üye : Prof. Dr. Mürsel ÖZDOĞAN

Üye : Prof. Dr. Osman YILMAZ

Üye : Doç. Dr. Özer Hakan BAYRAKTAR

İmza



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum “Etlik Piliç Karma Yemlerine İlave Edilen Karotenoidlerin Performans, Bazı Kan Parametreleri Ve Et Kalitesi Üzerine Etkileri” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

19 /12/ 2018

Selim MERT

ÖZET**ETLİK PİLİÇ KARMA YEMLERİNE İLAVE EDİLEN
KAROTENOİDLERİN PERFORMANS, BAZI KAN
PARAMETRELERİ VE ET KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

MERT, Selim

Doktora Tezi, Zootečni Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Figen KIRKPINAR

Aralık 2018, 117 sayfa

Tezde etlik piliç karma yemlerine ilave edilen karotenoidlerin performans, bazı kan parametreleri ve etin kalite özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla 840 adet günlük yaşta Ross 308 erkek etlik civciv rastgele yedi gruba ayrılmıştır. Birinci grup; renk maddesi katkısı yapılmayan ve standart yemle beslenen kontrol grubu, ikinci grup; standart karma yeme 80 ppm likopen ilaveli, üçüncü grup; standart karma yeme 80 ppm lutein ilaveli, dördüncü grup; standart karma yeme 80 ppm zeaksantin ilaveli, beşinci grup; standart karma yeme 40 ppm likopen ve 40 ppm lutein ilaveli, altıncı grup; standart karma yeme 40 ppm likopen ve 40 ppm zeaksantin ilaveli, yedinci grup ise 40 ppm zeaksantin ve 40 ppm lutein ilaveli olacak şekilde düzenlenmiştir. Yem ve su ad-libitum olarak sunulmuştur. Çalışmada etlik piliçlere ait canlı ağırlıklar, canlı ağırlık artışları, yem tüketimleri ve yemden yararlanma oranları, karkas ve karkas parça ağırlıkları (g) ve oransal değerleri (%), yenilebilir ve diğer iç organ ağırlıkları (g) ile oransal değerleri (%), sindirim sistemi organ ağırlıkları (g) ile oransal değerleri (%), göğüs eti malondialdehid değerleri (MDA) ile karbonil değerleri, göğüs ve but eti besin madde içerikleri ve pH değerleri, göğüs eti renk değerleri, duyu özellikleri (koku, yumuşaklık, tat, sululuk, görünüm, genel beğeni), göğüs etine ait fiziksel özellikler (çözdürme ve pişirme kayıpları, su tutma kapasitesi, tekstür), bazı kan parametreleri (trigliserid, kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), triiodotironin (T3), tiroksin (T4) superoksit dismutaz (SOD) ve malondialdehit (MDA)), kan hücre değerleri

(heterofil, lenfosit, monosit, basofil, eozonofil) saptanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde renk maddelerinin ilavesi canlı ağırlık, göğüs eti MDA değerleri, göğüs eti “b” renk değeri ile duyu analizlerden sululuk ve görünüm üzerine istatistiksel olarak önemli farklılıklara sebep olmuştur ($P<0.05$). Bunun yanında renk maddelerinin karma yeme ilavesinin; yem tüketimi ve yemden yararlanma, karkas ve karkas parça ağırlıkları (g) ve oransal değerleri (%) yenilebilir iç organlar (g) ve diğerleri ile oransal değerleri (%), sindirim sistemi organ ağırlıkları, sindirim sistemi oransal değerleri, göğüs eti karbonil değerleri, göğüs eti besin madde içerikleri ve pH değerleri, but eti besin madde içerikleri ve pH değerleri, göğüs eti renk değerlerinden “L” ile “a”, duyu analizlerden “koku”, “yumuşaklık”, “tat” ve “genel beğeni”, göğüs etine ait fiziksel özellikler, kan değerleri, kan hücreleri üzerine etkileri önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Lutein, likopen ve zeaksantin kanatlı karma yemlerine ilavesi ile özellikle et rengi ve MDA değerleri üzerindeki olumlu etkileri görülmektedir. Bu etkilerinden dolayı lutein, likopen ve zeaksantin iyi bir yem katkı maddesi olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Etlik piliç, lutein, likopen, zeaksantin, performans, et kalitesi, kan parametreleri.

ABSTRACT**THE EFFECTS OF CAROTENOIDS ADDITION TO BROILER
MIXED FEED ON PERFORMANCE, SOME BLOOD
PARAMETERS AND MEAT QUALITY**

MERT, Selim

Ph D. in Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Figen KIRKPINAR

December 2018, 117 pages

In this thesis, the effects of carotenoids added to broiler mixed feeds, on performance, on some blood parameters and quality of meat were investigated. To this end, 840 pieces of Ross 308 one day old male broiler chicks at daily age are randomly divided into seven groups. The first group; control group was fed without any pigment additives which was fed with standard feed, the second group; 80 ppm lycopene addition to standard feed, the third group; 80 ppm lutein addition to standard feed, the fourth group; 80 ppm zeaxanthin addition to standard feed, the fifth group; 40 ppm lycopene and 40 ppm lutein addition to standard feed, the sixth group; 40 ppm lycopene and 40 ppm zeaxanthin addition to standard feed and the seventh group; 40 ppm zeaxanthin and 40 ppm lutein addition, were designed. Feed and water were provided as ad-libitum. Body weights, body weight gains, feed intake and feed conversion ratio, carcass and carcass part weights (g) and proportional values (%), eatable internal organs (g) and other organs with proportional values (%), digestive organs weights and proportional values of digestive system, malondialdehyde MDA and carbonyl values of breast meat, pH values and nutrient contents of breast and thigh meat, sensory analysis, some values of meat (breast meat), blood analysis, blood cells were determined. In this study, live weights, live weight increases, feed consumption and feed conversion rates, carcass and carcass parts' weights (g) and their proportional values (%), edible and other internal organ weights (g) and their proportional values (%), digestion system weight (g) with proportional values

(%), breast meat's malondialdehyde values (MDA) and carbonyl values, breast's and leg's nutrient content and pH values, breast meat's color values, sensory properties (odor, softness, taste, physical characteristics (dissolution cooking losses, water holding capacity, texture), some blood parameters (triglycerides, cholesterol, high density lipoprotein (HDL), low density lipoprotein (LDL), triiodothyronine (T3), thyroxine (T4) superoxidedismutase (SOD) and malondialdehyde (MDA)), blood cell values (heterophile, lymphocyte, monocyte, basophil, eosinophil) were determined. When the results obtained from the study were examined, body weight, breast meat MDA values, color of the breast meat's "b" color value and sensory analyzes, color and water content were found to be statistically significant ($P < 0.05$). Besides, the addition of mixed substances of color substances; feed consumption and feed consumption, carcass and carcass parts' weights (g) and their proportional values (%), edible internal organs (g), and others with proportional values (%), organ weights of the digestive system, proportional values, breast meat's carbonyl values, breast meat's nutrient content and pH values, leg meat's nutrient content and pH values, breast meat's color values "L and" a ", sensory analyses "softness", "smell", "taste" and "general liking", breast meat's physical properties, blood values and effects on blood cells, were not significant ($P > 0.05$). The addition of lutein, lycopene and zeaxanthin to poultry feeds has positive effects on meat color and MDA. Because of these effects, lutein, lycopene and zeaxanthin were found to be good feed additives.

Keywords: Broiler, lutein, lycopene, zeaxanthin, performance, meat quality, blood parameters.

TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim ve çalışmalarım süresince her konuda desteklerini esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Figen KIRKPINAR'a, ömrümün değeri eşim Op. Dr. Emine MERT'e ve ortak mutluluğumuz Gaye MERT'e, maddi manevi yardımlarını esirgemeyen annem emekli öğretmen Sevim MERT'e teşekkür ederim.

Projeye maddi destek sağlayan E.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na, yemi hibe eden Keskinöğlü Tavukçuluk ve Damızlık İşl. San Tic. A.Ş.'ye, civciv materyalini sağlayan Banvit A.Ş.'ye ve doğal renk maddelerini temin eden DSM Besin Maddeleri Ltd. Şti.'ne teşekkür ederim.

Selim MERT

2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xviii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Karotenoidlerin Kimyasal Yapısı ve Sınıflandırılması	4
2.2. Karotenoidlerin Genel Yapısı	8
2.3. Karotenoid Kaynakları	12
2.3.1. Doğal karotenoid kaynakları	12
2.3.2. Sentetik kaynaklar	15
2.4. Karotenoidlerin Organizmada Değerlendirilmesi	16
2.5. Etlik Piliçlerde Et Rengini Etkileyen Faktörler	17
2.5.1. Heme içeren bileşiklerin miktarının renk üzerine etkisi	17

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

2.5.2. Et pH'sının renk üzerine etkisi.....	21
2.5.3. Etlik piliç yetiştirme sistemi ve kullanılan hibritin et rengi üzerine etkisi	22
2.5.4. Etlik piliçlerde yaş ve cinsiyetin et rengi üzerine etkisi.....	23
2.5.5. Etlik piliçlerde kullanılan karma yemin et rengi üzerine etkisi	24
2.6. Etlik Piliçlerde Et Renginin Ölçülmesi	26
2.7. Yapılan Çalışmalar.....	28
2.8. Dünyada ve Türkiye’de Karotenoidlerin Kullanımı	39
3. MATERYAL VE YÖNTEM	43
3.1 Materyal	43
3.1.1. Hayvan materyali	43
3.1.2. Yem materyali.....	43
3.1.3. Çalışmada kullanılan renk maddeleri.....	46
3.2. Yöntem.....	47
3.2.1. Denemenin düzenlenmesi ve yürütülmesi	47
3.2.2. Kimyasal analizlerin yürütülmesi	49

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.2.3. İstatistik analizler.....	57
4. BULGULAR.....	58
4.1. Renk Maddelerinin Serbest Radikal Yakalama Aktivitesi (DPPH yöntemi) ile β -karoten Eş Değerlikleri Miktarları.....	58
4.2. Etlik Piliçlerin Haftalık Canlı Ağırlıkları	59
4.3. Etlik Piliçlerin Dönemlik (0-3, 4-6, 0-6 hafta) Canlı Ağırlık Artışları.....	61
4.4. Etlik Piliçlerin Yem Tüketim Miktarları ve Yemden Yararlanma Değerleri	62
4.5. Etlik Piliçlerin Karkas ve Karkas Parça Ağırlıkları ve Oransal Değerleri	64
4.6. Etlik Piliçlerin Yenilebilir İç Organ ile Diğerlerinin Ağırlıkları ve Oransal Değerleri.....	66
4.7. Etlik Piliçlerin Sindirim Sistemi Organ Ağırlıkları	68
4.8. Etlik Piliçlerin Sindirim Sistemi Oransal Değerleri	69
4.9. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Malondialdehid (MDA) Miktarları	71
4.10. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Karbonil Miktarları	72
4.11. Etlik Piliçlerin Göğüs ve But Etlerinde Besin Madde Miktarları.....	73
4.12. Etlik Piliçlerin Göğüs ve But Etlerinde pH Değerleri	75

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.13. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Renk Ölçüm Değerleri.....	76
4.14. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Duyusal Analiz Değerleri	77
4.15. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Fiziksel Analiz Değerleri.....	78
4.16. Etlik Piliçlerin Bazı Kan Değerleri ile Kan Hücre Miktarları	79
5. TARTIŞMA	83
5.1. Renk Maddelerinin Serbest Radikal Yakalama Aktivitesi (DPPH yöntemi) ($\mu\text{g/ml}$) ile β -karoten Eş Değerlikleri Miktarları	83
5.2. Renk Maddelerinin Etlik Piliç Performansı Üzerine Etkileri	84
5.3. Etlik Piliçlerin Karkas, Organ Ağırlıkları ile Oransal Değerleri	87
5.4. Etlik Piliçlerin Göğüs ve But Eti Fiziksel ile Kimyasal Özellikleri.....	89
5.4.1. Etlik piliçlerin göğüs eti malondialdehid (MDA) değerleri.....	89
5.4.2. Etlik piliçlerin göğüs eti karbonil değerleri	91
5.4.3. Etlik piliçlerin göğüs ve but eti besin madde içerikleri ile pH değerleri	92
5.4.4. Etlik piliçlerin göğüs eti renk değerleri.....	92
5.4.5. Etlik piliçlerin göğüs eti duyusal analiz değerleri.....	93
5.4.6. Etlik piliçlerin göğüs eti fiziksel analiz değerleri	94

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

5.5. Etlik Piliçlerin Bazı Kan Değerleri ile Kan Hücre Miktarları	94
6. SONUÇ.....	96
7. ÖNERİLER.....	98
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	99
ÖZGEÇMİŞ	117

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Bazı Korotenoidlerin Molekül Yapıları	10
2.2. Renk Ölçüm Cihazı (Konica-Minolta) ve Etlik Piliç Renk Skalası.....	28
4.1. Kesim Öncesi Görsel Son Durum.....	60
5.1. Etlik Piliçlerin Haftalık Canlı Ağırlıklar.....	86
5.2. Etlik Piliçlerin Göğüs Eti Malondialdehid (MDA) Değerleri (mg/kg).....	91

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Karotenoidlerin Dalga Boyları ve Absorbsiyon Katsayıları.....	11
2.2. Bazı Doğal Kaynakların Karotenoid Fraksiyonları (µg/100g)	14
2.3. Etlik Piliç Denemelerine Ait Toplam Heme Demiri ve Myoglobin Değerleri	19
2.4. Ticari Bir Etlik Piliç Hibriti ile Tayland Yerel Piliç Kullanımının Göğüs ve But Etlerinin Hunter Renk Değerleri Üzerine Etkisi.....	23
2.5. Etlik Piliç Denemelerine Ait Hunter Renk Değerleri	25
2.6. EU 70/524/EEC 1.' e Göre Karotenoidler ve Ksantofillerin Kabul Edilebilir Kullanım Miktarları	42
3.1. Denemede Kullanılan Etlik Cıvciv Başlangıç Karma Yemlerinin Yapıları (g/Kg), Besin Maddesi (%) ve Metabolik Enerji (Kcal/Kg) Düzeyleri.....	44
3.2. Denemede Kullanılan Etlik Piliç Bitiş Karma Yemlerinin Yapıları (g/Kg), Besin Maddesi (%) ve Metabolik Enerji (Kcal/Kg) Düzeyleri.....	45
3.3. Çalışmaya Ait Akış Planı.....	49
4.1. Renk Maddelerinin DPPH (µg/ml) ve β-karoten Eşdeğerliliği (mcg).....	58
4.2. Etlik Piliçlerin Haftalık Canlı Ağırlıkları (g).....	60

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.3. Etlik Piliçlerin Dönemlik (0-3, 4-6, 0-6 hafta) Canlı Ağırlık Artışları (g).....	61
4.4 Etlik Piliçlerin Yem Tüketim Miktarları (g)	63
4.5. Etlik Piliçlerin Yem Tüketim Miktarları (g) ve Yemden Yararlanma Değerleri (g/g)	64
4.6. Etlik Piliçlerin Karkas ve Karkas Parça Ağırlıkları (g) ve Oransal Değerleri (%).....	66
4.7. Etlik Piliçlerin Yenilebilir İç Organ ile Diğerlerinin Ağırlıkları (g) ve Oransal Değerleri (%).....	68
4.8. Etlik Piliçlerin Sindirim Sistemi Organ Ağırlıkları (g).....	69
4.9. Etlik Piliçlerin Sindirim Sistemi Oransal Değerleri (%).....	70
4.10. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Malondialdehid (MDA) Miktarları (mg/kg).....	72
4.11. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Karbonil Miktarları (nmol/mg).....	73
4.12. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Besin Madde Miktarları (%).....	75
4.13. Etlik Piliçlerin But Etlerinde Besin Madde Miktarları (%).....	75
4.14. Etlik Piliçlerin Göğüs ve But Etlerinde pH Değerleri (kesimin 15. dakikası ve 24. saati)	76
4.15. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Renk Ölçüm Değerleri (L*, a*, b*)	77

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.16. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Duyusal Analiz Değerleri.....	78
4.17. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Fiziksel Analiz Değerleri (% , kg).....	79
4.18. Etlik Piliçlerin Bazı Kan Değerleri	82
4.19. Etlik Piliçlerin Kan Hücre Miktarları (%)	82

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
K	Kontrol
LK	Likopen Grubu
LT	Lutein Grubu
ZK	Zeaksantin Grubu
LK+LT	Likopen + Lutein Grubu
LK+ZK	Likopen + Zeaksantin Grubu
LT+ZK	Lutein + Zeaksantin Grubu

1. GİRİŞ

Kanatlı yetiştiriciliğinde yem ve yemleme masrafları, tüm giderler içerisinde % 60-70'lik bir oran ile en büyük paya sahiptir. Et üretiminde kârlılık, en düşük yem tüketimi ile en kısa sürede, en yüksek canlı ağırlığın elde edilmesi ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu nedenle günümüzde etlik piliçler üzerinde yürütülen besleme çalışmalarının önemli bir kısmı, çeşitli yem katkı maddeleri ile yemden yararlanmayı ve ürün kalitesini iyileştirerek kârlılığın artırılmasına yöneliktir.

Ülkemizde karma yem üretimi Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü kayıtlarına göre 2017 yılı için 22.4 milyon ton olarak açıklanmıştır. Açıklanan bu veriler içerisinde etlik piliç karma yeminin payı 4.7 milyon tondur. Dünya beyaz et üretiminde sırasıyla Amerika, Brezilya ve Çin ilk sıralarda yer almakta; Türkiye ise 1.9 milyon ton ile 9. sırada bulunmaktadır. Ayrıca ülkemizde 2017 yılı verilerine göre kişi başına beyaz et tüketimi 22.81 kg'dır (Anonim, 2017).

Beyaz et grubunda yer alan tavuk eti düşük yağ oranına sahiptir (göğüs eti > % 2, but eti > % 5), protein (% 18) ve doymamış yağ asitlerince zengindir. Kısa lifli olması nedeniyle sindirilebilirliği yüksek olan tavuk eti ucuz, lezzetli, temini kolay ve kısa sürede pişirilip tüketime hazırlanabilen bir gıdadır ve dolayısıyla günümüz diyetlerinde giderek daha fazla yer almaktadır.

Kırmızı et sınıfına giren etlerde renk, ağırlıklı olarak myoglobin içeriğinden etkilenmektedir. Myoglobin içeriğindeki önemli farklılıklar tür, yaş ve kas fonksiyonu ile oluşmaktadır. Etin rengi heme proteine, yani myoglobine bağlıdır. Kesimde akıtılan kanın bir kısmı kalmakta ve etin içerisinde bulunabilmektedir; ancak bu genellikle düşük düzeydedir ve et renginin belirlenmesinde neredeyse önemsizdir. Et pigmentasyon derecesi doğrudan myoglobin içeriği ile ilişkilidir. Genel olarak, belirli bir kas içerisindeki myoglobin konsantrasyonu hayvanın türü veya yaşı (myoglobin konsantrasyonu yaşla birlikte artmaktadır) ve kasın kas lifi dağılımına bağlıdır (Lawrie, 1985). Kuzu ve sığır eti en fazla myoglobin içeriğine sahiptir ve bunu domuz eti ile tavuk eti izlemektedir. Genç sığır etleri 5-10 mg/g, yetişkin sığır etleri ise 10-20 mg/g myoglobin içerebilmektedir. Beyaz et sınıfında yer alan tavuk etlerinde ise bu oran 0.15-0.16 mg/g (pectolaris majör)

arasında değişmektedir (Fleming et al., 1991). Bu düşük düzeyden dolayı da tavuk eti beyaz et olarak anılmaktadır.

Tüketiciler satın alacakları gıda hakkındaki ilk değerlendirmeyi gözle yapmakta; renk, şekil, temizlik, boyut, hacim ve ambalaj gibi özelliklerin yanı sıra marka da satın almalarında oldukça etkili olmaktadır. Tüketiciler, et ürünlerinde ilk izlenimi etin rengi ile edinmektedirler. Kalitenin doğrudan bir göstergesi olmasa da çiğ tavuk etinde parlak pembemsi renk tercih edilmektedir. Et rengi, tezgâhta tüketiciler tarafından taze et tercihinin belirleyen temel faktörlerden biri iken; pişmiş ette ise lezzet ve sululuk tüketilebilirliği belirleyerek tüketicilerin tekrarlanan satın alma kararlarını etkilemektedir.

Beyaz ette renk, kullanılan yem hammaddelerine ve yem katkı maddelerine bağlı olarak etkilenmektedir. Söz konusu hammadde kaynağına göre rengin değişmesi, karma yemin yapısını oluşturan hammaddelerin yapısında bulunan renk maddelerinden kaynaklanmaktadır. Karma yemi oluşturan hammaddelerin yapısında bulunan doğal haldeki renk maddeleri karotenoidler olarak isimlendirilmektedir. Karotenoidler genel olarak yağda çözünen, bitkisel ve hayvansal ürünlerde sarıdan kırmızıya kadar renk veren, doğada 600'den fazla çeşidi olan bileşiklerdir. Karma yemde bulunan hammaddelerin içerdiği renk maddeleri tüketicilerin istediği et rengini sağlayamadığında, karma yeme ilave edilecek katkı maddeleri ile tercih edilen renk elde edilebilmektedir.

Hayvanlarda büyüme hızı ve verim gücü ile yemden yararlanma düzeyi doğru orantılıdır. Bu nedenle yüksek verim için hayvan sağlığını korumanın yanında yemden yararlanmayı da üst düzeye çıkarmak gerekmektedir. Bu yöndeki önemli uygulamalardan biri de yem katkı maddelerinin karma yeme ilave edilmesidir. Yem katkı maddeleri; az miktarda kullanılan büyüme ve diğer verim özelliklerini uyarıcı etkiye sahip olan; yemden yararlanmayı, sağlığı veya metabolizmayı iyileştiren ve kalite özelliklerini olumlu etkileyen maddeler olarak tanımlanmaktadır.

Karma yem içerisindeki kullanım miktarları göz önünde bulundurulduğunda yem katkı maddelerine düşen sorumluluk kullanılan miktarlardan çok daha fazladır. Hızla ilerleyen bilim ve teknoloji sayesinde yeni yem hammaddeleri ve

yem katkı maddeleri elde edilerek sektörün kullanımına sunulmaktadır. Elde edilen bu maddeler laboratuvar cihazları teknolojisinin de ilerlemesi ile en küçük bileşenlerine kadar analiz edilmektedir. Ortaya çıkan sonuçlar ile de hayvanlar üzerindeki olumlu etkilerin kaynağı tam olarak bilinebilmekte, dolayısı ile en küçük bileşiklerin organizmadaki metabolizması anlaşılmaktadır. Bunların sonucu olarak yem katkı maddelerindeki etken maddelerin değeri ortaya çıkmaktadır. Renk maddeleri ilk olarak sadece yumurta sarısını ve et rengini tüketici tercihleri doğrultusunda geliştirmek amacıyla kullanılırken; günümüzde bu amaç ikinci planda kalmış ve organizmada sahip oldukları birçok olumlu etki önemli hale gelmiştir.

Son yıllarda antioksidan maddelere olan talebin artmasıyla birlikte, çeşitli arayışlara gidilmiş ve antioksidan kapasitesi yüksek çeşitli doğal bileşenler tespit edilmiştir. Doğal renk maddelerinin insan sağlığı açısından birçok olumlu etkisinin ortaya çıkarılmasıyla doğal renk maddelerinin gıdalara ilavesi de hız kazanmıştır. Tüketici bilincinin artmasıyla katkı maddesi olarak doğal renk maddelerinin kullanıldığı fonksiyonel gıda üretimi ön plana çıkmıştır.

Bu çalışmada etlik piliç yemlerine ilave edilen lutein, likopen, zeaksantin ve bunların kombinasyonlarının performans, bazı kan parametreleri ve etin kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla canlı ağırlıklar, canlı ağırlık artışları, yem tüketimleri ve yemden yararlanma oranları, karkas ve karkas parça ağırlıkları (g) ve oransal değerleri (%), yenilebilir ve diğer iç organ ağırlıkları (g) ile oransal değerleri (%), sindirim sistemi organ ağırlıkları (g) ile oransal değerleri (%), göğüs eti malondialdehid değerleri (MDA) ile karbonil değerleri, göğüs ve but eti besin madde içerikleri ile bunların pH değerleri, göğüs eti renk değerleri, duyuşal özellikleri (koku, yumuşaklık, tat, sululuk, görünüm, genel beğeni), göğüs etine ait fiziksel özellikler (çözdürme pişirme kayıpları, su tutma kapasitesi, tekstür), bazı kan parametreleri (trigliserid, kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), triiodotironin (T3), tiroksin (T4), superoksit dismutaz (SOD) ve malondialdehit (MDA)), kan hücre değerleri (heterofil, lenfosit, monosit, basofil, eozonofil) incelenmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu başlık altında karotenoidlerin sınıflandırması, kimyasal yapıları, karotenoid kaynakları, organizmada değerlendirilmesi, etlik piliçlerde pigmentasyon ve pigmentasyona etki eden faktörler, etlik piliçlerde pigmentasyonun ölçülmesi ile yapılan çalışmalar farklı başlıklar altında açıklanacaktır.

2.1. Karotenoidlerin Kimyasal Yapısı ve Sınıflandırılması

Renk maddelerini açıklayan çok sayıda yayın bulunmaktadır. Bu yayınlar genel olarak renk maddelerinin sınıflandırılmasını iki ayrı şekilde sunmaktadır. İlki doğada bulunan her türlü canlının rengini belirleyen bileşikleri sınıflandırırken diğeri bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından sentezlenen, hayvanlar tarafından tüketildiklerinde ürünlerinde renk değişikliğine sebep olan karotenoidleri ele almaktadır. Daha geniş bir biçimde sınıflandırılan doğal renk maddeleri aşağıda kısaca özetlendikten sonra bu teze konu olan karotenoidlerin sınıflandırılması ve kimyasal yapısına yer verilecektir.

Doğal renk maddeleri

- 1- Klorofiller
- 2- Flavonoidler (Antosiyaninler-Antoksantin-Tanen)
- 3- Betalainler
- 4- Myglobin ve Hemoglobin
- 5- Karotenoidler

şeklinde sınıflandırılmaktadır (Anonim, 2013).

Klorofiller

Tüm bitkisel dokuların yeşil renkleri klorofil olarak bilinen pigmentten kaynaklanmaktadır. Yeşil yapraklara ve bazı ham meyvelere yeşil rengini veren bu pigmentin klorofil a (mavi-yeşil) ve klorofil b (sarı-yeşil) olarak iki türü vardır. Bu iki klorofil bitkisel dokularda 3:1 oranında bulunmaktadır. Klorofiller, bütün yeşil bitkilerde fotosentez sonucu oluşmaktadır. Bunlar, bitki hücrelerinde fotosentezin gerçekleştiği organel olan kloroplastların membranında meydana gelmektedirler. Bitkilerin yanında algler ve fotosentetik bakteriler gibi mikroorganizmalar da klorofilin değişik türlerini içermektedirler. Dokular yaşlandığında yapılarında bulunan klorofil parçalanmakta ve yeşil renk kaybolmaktadır. Birçok meyve, ham haldeyken fazla miktarda klorofil içermektedir. Klorofil içeriklerinden dolayı ham meyvelerin renkleri yeşil olmakla birlikte olgunlaşma ilerledikçe klorofil yavaş yavaş kaybolmakta ve sarı ve kırmızı karotenoidler pembe-mavi renkteki antosiyaninlere dönüşerek olgun meyveye has rengi oluşturmaktadırlar (Anonim, 2016).

Flavonoidler

Bitkilere beyaz ve açık sarı rengini veren pigmentlerdir. Patates, karnıbahar, patlıcan ve kereviz gibi sebzeler ile elma, armut ve şeftali gibi meyvelerin rengini veren bu gruba ait pigmentlerin başında flavon gelmektedir. Antosiyanin, antoksanin ve tanen olmak üzere üç grupta incelenir (Çimen, 1999).

-Antosiyaninler

Antosiyaninler, meyve, sebze ve çiçeklerin kendine özgü, pembe, kırmızı, viole, mavi ve mor tonlarındaki çeşitli renklerini vermektedirler. Bu renk maddeleri suda çözünbilmektedirler. Kimyasal olarak antosiyaninler, “antosiyanidin”lerin glikozitleridir. Doğada antosiyanidinler serbest halde bulunmamakta; bir veya birkaç şeker molekülü ile esterleşmiş olarak antosiyaninler formunda bulunmaktadır (Çimen, 1999).

-Antoksanin

Beyaz ve krem gibi renkleri veren pigmentler olup; soğan, karnıbahar, şalgam, patates ve beyaz lahanada bulunmaktadır. Orta dereceli alkali ortamda krem rengi sarıya dönmektedir. Kimi zaman bazı beyaz sebzelerde tanenin de ortamda bulunmasıyla birlikte sarı-kahve renkli lekeler oluşabilmektedir. (Çimen, 1999).

-Tanenler

Kimyasal olarak flavon pigmentinin bir türevi olarak tanımlanmaktadır. Bitkiye renk ve kokusunu veren bir maddedir. Tanenler soğuk su içersinde koloidal özellik göstermektedirler. Madeni iyonlarla birleştiğinde koyu bir renk almaktadırlar. Asit ile birlikte ısıtıldığında kırmızı renk alarak katı forma geçmektedir. Tanen grubundan kateşin ve lökosiyanidin; elma, şeftali, badem, üzüm, bazı armut çeşitleri gibi meyvelerde bulunmaktadır. Ham meyvelerde tanen miktarı daha fazla olmakla birlikte meyve olgunlaştıkça azalmaktadır. Çay, kahve ve kakao da fazla miktarda tanen içermektedir. Hatta ticari olarak çayın kalitesi tanen miktarı ile ölçülmektedir (Çimen, 1999).

Betalainler

Betalainler, doğada *Centrospermeae* familyasına ait olan kırmızı pancar gibi bitkilerde, bazı mantarlar türlerinde, begonvil gibi süs bitkilerinin çiçeklerinde bulunan bir grup renk maddesidir. Bu grup içerisinde, kırmızı-viyola renkli betaksantin yer almaktadır. Bunun yanında; doğada yaklaşık 50–70 farklı betalain grubuna ait madde tespit edilmiştir. Bunların büyük kısmı yapılarında açillenmiş halde şeker radikalleri içermektedir (Anonim, 2016).

Myoglobin ve Hemoglobin

Hayvansal bir doku olan ete renk veren bileşikler içerisinde en önemlileri myoglobin ve hemoglobindir. Beyaz veya kırmızı etlerde farklılık göstermekle birlikte; doku kuru maddesinde yaklaşık % 1 oranında myoglobin bulunmaktadır. Myoglobin ve hemoglobin esas olarak aynı reaksiyonlarda yer almalarına rağmen

kimyasal yapıları farklı pigmentlerdir. Bu pigmentler bir protein olan globin ile protein olmayan ve demir ihtiva eden bir bileşikten oluşan protein kompleksi olarak tanımlanmaktadır. Bir kas proteini olan myogloblin kanda bulunan hemoglobin gibi hayvansal dokularda oksijen taşımaktadır. Bu konuya tezin diğer bölümlerinde daha fazla yer verilecektir (Anonim, 2013).

Karotenoidler

Karotenoidler, klorofilden sonra doğada en yaygın olarak bulunan ikinci pigment grubudur. Karotenoidler, genellikle yağda çözünen bileşikleridir. Bu pigmentler bitkisel ve hayvansal dokulara sarıdan kırmızıya kadar değişen renkleri vermektedir. Karotenoidler doğada yaklaşık 10^8 kadar farklı renk tonunu oluşturmaktadır. Bu pigmentlerde sadece bitkiler tarafından sentezlenebilmekte; hayvansal dokuların yapısında ise yalnızca yem ile birlikte tüketildiğinde bulunmaktadır. Karotenoidlerin bitkilerdeki görevi ışığı absorbe ederek bitkiyi ışığa karşı duyarlılıktan korumaktır. Karotenoidler, hücre içinde kloroplastlardan meydana gelmiş olan kromoplastların yapısında bulunmaktadır. Havuç, domates, kırmızıbiber gibi sebzelerin; kayısı, şeftali, portakal gibi meyvelerin ve yumurta sarısının kendine özgü renkleri karotenoidlerden kaynaklanmaktadır. Ham meyvelerde bulunmalarına rağmen klorofil varlığına bağlı olarak kendilerine özgü renkleri baskılanmaktadır. Meyve olgunlaştıkça azalan klorofil düzeyine bağlı olarak karotenoidlerin verdikleri renkler gözle görülür bir hal almaktadır. Bu pigmentler doğada yüksek yapılı bitkiler, sporlu vasküler bitkiler, algler ve fotosentetik bakteriler tarafından sentezlenmektedir. Bunların yanında hayvansal dokulardan da (somon, karides, yumurta sarısından) izole edilebilmektedir. Ancak bu karotenoidlerin kaynağı, hayvanların tükettikleri yem olarak tükettikleri bitki ve mikroorganizmalardır (Anonim, 2016).

Karotenoidlerin renk özellikleri yapılarındaki konjuge çift bağlardan kaynaklanmaktadır. Karotenoidler belirli bir renk oluşumu için en az yedi konjuge çift bağ içermelidir. Konjuge bağ sayısı arttıkça renk yoğunluğu da artmaktadır. Beş konjuge çift bağ içeren phytoene renksiz, on bir çift bağ içeren likopen ise kırmızı renklidir. Aynı sayıda çift bağ içeren karotenoidler, siklizasyon nedeniyle farklı renk tonlarında bulunabilmektedir. Genel olarak karotenoidlerin renkleri,

konsantrasyona ve molekülün yapısına bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca farklı karotenoidlerin karışım halinde kullanılmasıyla farklı renk tonları elde edilmektedir (Bağdatlıoğlu ve Demirbüker, 1999).

Karotenoidler; karotenler, ksantofiller, karotenoid ketonlar ve karotenoid asitler olarak dört ana grupta toplanabilmektedirler. Eğer karoten yapısında karbon atomu bulunduruyorsa karotenoid olarak; oksijen atomu bulunduruyorsa ksantofil olarak adlandırılmaktadır (Bağdatlıoğlu ve Demirbüker, 1999). β -karoten, doğada en yaygın bulunan pigmentlerdendir (Stahl and Sies, 1996). Elli farklı karotenoid değerlendirildiğinde; β -karotenin en yüksek provitamin A aktivitesine sahip bileşik olduğu bildirilmektedir (Krinsky and Johnson, 2005). Bu yüksek provitamin A etkisinin nedeni ise diğer karotenoidlerden farklı olarak zincir yapısının her iki ucunda da β -iyonon halkasının bulunmasıdır (Woutersen et al., 1999). Lutein ile bunun stereoisomeri olan zeaksantin ise ksantofil grubunda yer almaktadır (Garcia-Casal, 2006). Bu iki pigment, retinada makular pigment olarak bilinen sarı pigmentin oluşumundan sorumludurlar. Gözü ışıktan korumada etkin rol oynayan sarı pigmentler retinanın zarar görmesini engellemektedirler (Kopsell and Kopsell, 2006).

Doğal renk maddelerinin sınıflandırılmasından sonra teze konu olan renk maddeleri aşağıda daha detaylı bir şekilde irdelenecektir.

Öncelikle karotenoidlere yem katkı maddesi açısından baktığımızda “Duyusal yem katkı maddeleri” kategorisinde bulunan ve renklendiriciler altbaşlığında yer alan bileşiklerdir (Resmi Gazete, 2013).

2.2. Karotenoidlerin Genel Yapısı

Tüketiciler tezgâhta ilk olarak etin rengine bakmaktadırlar. Bu şekilde etin kalitesi ve hayvanın sağlık durumu hakkında izlenim edinmektedirler. Tüketici taleplerinden dolayı karotenoidler gıda katkıları olarak geniş kullanım alanı bulmaktadırlar. Birçok karotenoid doğal olarak bulunmasına rağmen, çok az bir kısmı katkı maddesi olarak endüstriyel önem taşımaktadır. Karotenoidler 600’den fazla formu olan yağda çözünebilen ve çok büyük bir kısmı bitkisel, az bir kısmı

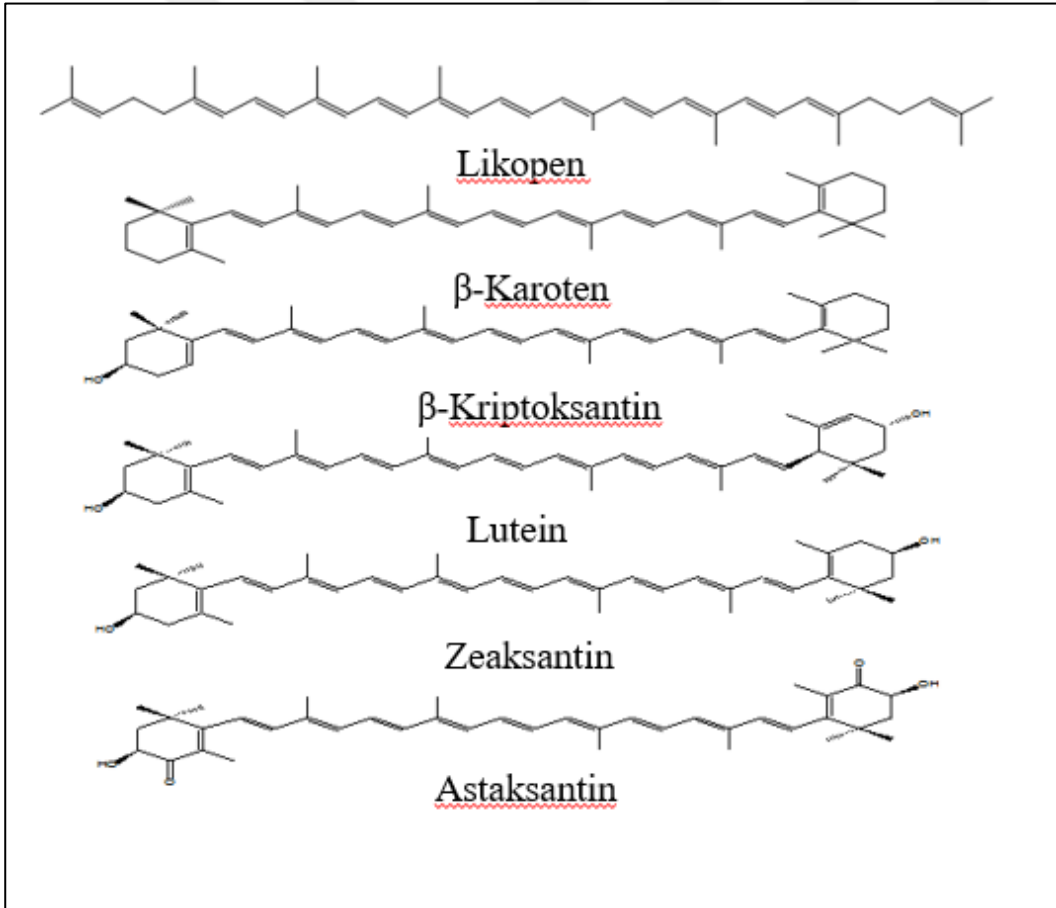
ise maya, mantar, alg ile bakteriler tarafından biyosentezlenen komponentlerdir (Goodwin, 1984). Karotenoidler kimyasal yapı bakımından 2 temel alt gruba ayrılmaktadır; molekül yapısında en az bir oksijen atomu içerenler ksantofil olarak, diğerleri ise karotenoid olarak adlandırılmaktadır (Turkcan ve Okmen, 2012).

Hayvanlar karotenoidleri sentezleyememesine rağmen kanlarında ve çeşitli dokularında yem kaynaklı karotenoid bileşikleri mevcuttur. Yem ile tüketilen karotenoidler organizma tarafından metabolize edilebilir. Hayvanlarda renk maddeleri temel olarak kas dokuda, yumurta sarısında, balıkların (alabalık, somon) derisinde, eklem bacaklıların kabuğunda (karides, ıstakoz, antartik karidesi, kerevit) ve deri altı yağında, karaciğerde ve kuşların tüylerinde bulunur (Turkcan ve Okmen, 2012).

Doğal renk maddeleri (karotenoidler), genel olarak karotenler ve bunların hidroksil taşıyan türevleri olan ksantofiller (oksikarotenoidler) olarak ikiye ayrılırlar. Yumurta sarısı ve deriye sarı-kırmızı bir renk veren karotenoidler, ksantofildirler. Ksantofiller, karoten halkaları ve uzun zincirlerde p-pozisyonuna giren hidroksil grupları tarafından karakterize edilirler. Yaprak ksantofili olarak bilinen lutein α -karotenden, mısır ksantofili olarak bilinen zeksantin ise β -karotenden türemiştir. Kimyasal yapı bakımından vitamin A ile yakın benzerliği bulunan karotenoidler içerisinde yer almakla birlikte vitamin A aktiviteleri yoktur veya çok azdır (Braunlich and Hoffman, 1974; Goodwin, 1986; Olson, 1989; Scott, 1968). Doğada saptanan yaklaşık 600 kadar renk maddesinin ancak % 10'unun vitamin A aktivitesine sahip olduğu bilinmektedir (Olson, 1989). Ayrıca bitkilerde yaygın olarak bulunan karotenoidler pigment maddeleri olmalarının yanında fotosentezde de rol almakta ve klorofil ile birlikte kloroplastların yapısına katılmaktadırlar (Telefoncu, 1988). Memeli hayvanlar için β -karotenin provitamin A'yı oluşturmasının yanında, insanlarla ve farelerle yapılan çalışmalara göre; bazı karotenoidlerin bağışıklık sistemini güçlendirdikleri, tümör gelişimini engelledikleri ve kanser riskini azalttıkları bilinmektedir (Bendich, 1989; Krinsky, 1989; Moon, 1989; Ziegler, 1989).

Karotenoidler, mevalonik asit (MVA) ile asetil koenzim A'dan sentezlenmektedir. Tüm izoprenoid bileşiklerinde biyosentez yolunun ilk

basamağında, iki molekül geranylgeranyl difosfat (GGDP) molekülünden prefitoen difosfat (PPDP) ile 40 karbonlu hidrokarbon olan fitoen oluşmaktadır. Üç konjuge çift bağı olan ve renksiz fitoen, daha sonra her enzimatik basamakta moleküle yeni bir çift bağı eklendiği bir dizi dehidrojenasyon reaksiyonu geçirdikten sonra 13 tane çift bağı içeren simetrik bir molekül olan likopen oluşmaktadır. Likopenin sonraki basamak ise, uç gruplarda halka oluşumudur (siklizasyon). Bunun sonucunda monosiklik (γ -karoten, δ -karoten) ve bisiklik (α -karoten, β -karoten) yapıdaki karotenoidler oluşmaktadır. Ayrıca, α -karoten ve β -karotenin hidroksilasyonu sonucunda da lutein ve zeaksantin gibi ksantofiller meydana gelmektedir (Britton, 1992). Bu maddelerin molekül yapıları Şekil 2.1.'de verilmiştir.



Şekil. 2.1. Bazı Korotenoidlerin Molekül Yapıları

Karotenoidler, bitkisel dokularda serbest halde (kristal veya amorf) veya yağlı ortamda çözünmüş olarak bulunmaktadırlar. Buna ek olarak, yağ asitleriyle

esterleşmiş veya şeker ve proteinlerle kompleks halde bulunabilmektedirler (Von Elbe and Schwartz, 1996). Kaynama noktaları yüksek olup 130-220°C arasında değişmektedir (Britton et al., 1992). Karotenoidler yaklaşık 430-480 nm dalga boylarında maksimum absorpsiyon göstermektedirler (Von Elbe and Schwartz, 1996). Karotenoidlerin belirlendiği dalga boyları ve absorpsiyon katsayıları Çizelge 2.1.' de görülmektedir.

Çizelge 2.1. Karotenoidlerin Dalga Boyları ve Absorpsiyon Katsayıları

Karotenoid	Çözücü	$\lambda_{\max}(\text{nm})$	$A_{1\text{cm}}^{1\%}$
Lutein	Etanol	445	2550
Zeaksantin	Hekzan	451	2480
β -kriptoksantin	Hekzan	451	2460
Likopen	Hekzan	472	3450
α -Karoten	Hekzan	444	2800
Karoten	Hekzan	450	2560

Karotenoidlerin sahip olduğu konjuge çift bağ yapısı, bu bileşiklerin karakteristik rengini belirlemekte (Britton, 1992), ayrıca fotosentez sırasında ışığı absorbe etme, enerji transferi ve hücreleri ışığın zararlı etkilerinden korumak gibi biyolojik fonksiyonlarını da yerine getirmektedir (Krinsky, 1994; Deming and Erdman 1999). Buna ek olarak, kök ve yapraklarda bulunan bazı karotenoidler, kimyasal taşıyıcı ve büyüme düzenleyici bir bileşik olan absisik asidin ön maddesidir (Von Elbe and Schwartz, 1996). Karotenoidler lipofilik bileşikler olduğundan yağda ve kloroform, benzen, eter, karbon disülfid gibi organik çözücülerde çözünmekte fakat alkolde çözünmemektedir. Çoklu doymamış bir yapıya sahip olan karotenoidler, ısıya karşı stabil olmakla birlikte işleme ve depolama sırasında izomerizasyona uğramaktadır. Birçok karotenoid, doğal olarak all-trans formda bulunmakla birlikte; klorofil gibi bileşikler, ışık, organik çözücü, asit ve ısı etkisi ile cis-konfigürasyona dönüşmektedir. Karotenoidlerin çift bağ sisteminde meydana gelen izomerizasyonlar ile fiziksel ve biyolojik açıdan farklılıklar gösteren çok sayıda konfigürasyon söz konusudur. Buna örnek olarak β -karotenin 272 farklı cis-izomeri saptanmıştır (Von Elbe and Schwartz, 1996). Bu dönüşümler molekülün biyolojik ve fizikokimyasal özelliklerinde değişimlere neden olabilmektedir. Cis-izomerler kristal özellikte olmadıklarından genellikle termodinamik 6 olarak daha az stabil olup, all-trans izomerlerden daha düşük

kaynama noktasına sahiptir. β -karotenin cis-izomerleri, hekzan ve petrol eter gibi solventlerde all-trans izomerlerden daha iyi çözünmektedir. Cis-izomerlerin UV spektrumu 300–350 nm civarında olup, renk yoğunluğu cis- özellikteki çift bağın bulunduğu yere göre etkilenmektedir. Karotenoidlerin izomerizasyonu renk yoğunluğunun azalmasına neden olmaktadır (Schieber and Reinhold Carle, 2005).

2.3. Karotenoid Kaynakları

2.3.1. Doğal karotenoid kaynakları

Birçok karotenoid, bitkilerde parlak renklerin oluşmasını sağlamaktadır. Domatesin kırmızı rengi likopen, sarı mısırın sarı rengi lutein ve zeaksantinden, havucun oranj rengi alfa ve beta karotenden ve patatesin rengi beta karotenden kaynaklanmaktadır. Karotenoidler kısmen kuşların tüylerinde ve kabukluların dış kabuklarında belirgin bir şekilde görülmektedir. Kırmızı karotenoidlerden olan astaksantin ise somon balığı ve filamingoların tüy renklerinde bariz bir şekilde görülmektedir. Çizelge 2.2.' de ise meyve ve sebzelerden oluşan bazı doğal karotenoid kaynakları verilmiştir (Calucci et al., 2003). İnsan kan ve kasında da α -karoten, β -karoten, lutein/zeaksantin, kriptoksantin ve likopen gibi karotenoidler bulunmaktadır.

Likopen, domatesin Latince ismi olan *Solanum lycopersicum*'dan adını almıştır. Likopen çeşitli bitki, alg ve diğer fotosentetik organizmalarda bulunan asiklik bir non-provitamin A karoten olup β -karoten dahil çeşitli karotenoidlerin biyosentezinde önemli rol oynamaktadır. Sarı, turuncu ve kırmızı renklerinin pigmentasyonundan ve fotoproteksiyondan sorumludur (Straub, 1976). Provitamin A aktivitesinin bulunmaması nedeniyle likopen; biyokimyasal olarak α -karoten, β -karoten ve kriptoksantin gibi diğer karotenoidlerden farklıdır (Setiawan et al. 2001). Likopen; ilk olarak 1910'da izole edilmiş ve bundan yirmi bir yıl sonra da molekül yapısı belirlenmiştir. Moleküler ağırlığı 536' dir ve 40 karbon 56 hidrojen atomunun yanında bir izopren ünitesinden oluşan simetrik bir tetraterpendir. Likopen 11 adet konjuge ve 2 konjuge olmayan çift bağ içermektedir. Bu molekül, görülebilir ışık spektrumunda en yüksek dalga boyunu (maksimum 444, 470 ve 502 nm) absorbe ederek karakteristik kırmızı rengini

almaktadır (Miller et al., 1935). Likopen molekülü, uzun ve düz yapıdadır ve içerdiği 11 konjuge bağ antioksidan özelliğinden sorumludur. Bu elektron sisteminde her çift bağ; elektronların yükseltgenmesi için enerji gereksinimini azaltması nedeniyle, konjuge polien zincirler ile serbest radikallere karşı kararsız ve elektrofilik ataktan sorumludur (Krinsky, 1988). Bu reaktivite, likopenin organizmadaki antioksidan aktivitesinin temelini oluşturmaktadır.

Likopen sebze ve meyvelerde doğal olarak bulunan karotenoidler sınıfında yer alan bir pigment olup domates ve domates ürünlerinde yüksek miktarda bulunmaktadır. Likopen, pigment olmasının yanı sıra antioksidan etkili bir maddedir. Hücreleri serbest radikal hasarından korumakta olan likopen aynı zamanda hücreler arasındaki bağları güçlendirmekte ve hücre metabolizmasını geliştirmektedir. Yağda çözünen bir madde olan likopenin; yağ miktarı fazla olan doku ve organlarda etkinliği artmaktadır. Nitekim yağ içeriği oldukça yüksek bir organ olan deride de, likopenin antioksidan-koruyucu etki gösterdiği saptanmıştır. Bunun yanında likopen cilt hücreleri arasındaki bağları da kuvvetlendirmektedir. Diğer bir yararlı etkisi de, ultraviyole ışınlarına karşı koruma sağlamasıdır. Likopen aynı zamanda kolesterol düşürücü özelliğe de sahiptir. Meme, rahim, karaciğer ve prostat kanserlerinden koruyan; alzheimer hastalığını önleyen; kalp damar hastalıkları, kemik ve cilt sağlığı açısından koruyucu etkisi bulunan likopen; antioksidan özelliğiyle yaşlanmayı geciktirmektedir (Mashima et al., 2001).

Lutein de likopen gibi ksantofil grubunda bulunan karotenoidlerdendir. Lutein ester, (trans-lutein) $C_{40}H_{56}O_{12}$ kapalı formülüne sahiptir ve molekül ağırlığı 568,871 g/mol' dür. Kristal formda bulunan lutein sarı-turuncu renge sahiptir. Lipofilik özellikte bir molekül olması nedeni ile suda çözünmemekte; organik çözücüler ve yağda ise çözünmektedir. Karotenoidlerin oksidasyona duyarlılık düzeyleri farklılık göstermektedir. β -karoten, lutein ve violaksantin oksidasyona karşı daha duyarlı olduğu bildirilmektedir (Rodriguez-Amaya, 2001).

Lutein; çim ve yeşil yapraklı bitkilerde (*Spinacia oleracea*) ve bazı çiçeklerin yapraklarında (kadife çiçeği, *T. erecta*) bulunan en etkili ksantofildir ve dokularda farklı yağ asitleriyle asillenmiş halde bulunmaktadır. Lutein, bu dokulardan; genellikle bitkinin fermantasyona uğratılması ve organik çözücülerle

ekstraksiyon işlemi sonrasında kurutulan reçineden destilasyon yöntemi ile izole edilmektedir. Son ürün formu oluşturulmadan önce mevcut lutein esterleri, deniz suyuyla hidrolize edilmektedir. Lutein, pazarda ya serbest halde ya da basit esterleşmiş formunda bulunmaktadır. Meksika ve Peru gibi Güney Amerika ülkeleri yanında Çin gibi ülkeler; kadife çiçeği piyasasında önemli paylara sahiptir (Breithaupt et al., 2003).

Zeaksantin, retinada bulunan iki karotenoidten biridir. Makula merkezinde en çok zeaksantin bulunurken; periferik retinada ise daha çok lutein bulunmaktadır. Lutein ve zeaksantin kimyasal formüllerinin aynı olması ve birbirlerinin izomerleri olmalarının yanında stereoizomer değillerdir. İkisi molekül arasında, üç halkadan birinde bulunan bir çift bağın konumu nedeniyle fark bulunmaktadır. Bu farka bağlı olarak luteinin üç kiral merkezi; zeaksantin ise iki kiral merkezi bulunmaktadır. Bir gıda katkı maddesi olarak zeaksantin gıda boyası grubunda yer almaktadır. Doğadaki en yaygın karotenoid alkollerden biri olan zeaksantin; mısır, safran ve birçok başka bitkiye kendilerine has rengi veren pigmenttir. Zeaksantin, parçalandığı zaman pikrokrosin ve safranal meydana gelmekte; safrana kendine özgü tadını ve aromasını vermektedir (Turkcan ve Okmen, 2012).

Çizelge 2.2. Bazı Doğal Kaynakların Karotenoid Fraksiyonları (µg/100g)

	β-karoten	α-karoten	Kriptoksantin	Lutein, zeaksantin	Likopen
Elma	26	-	-	45	-
Kayısı	3.5	-	-	-	5
Kuşkonmaz	44	9	-	640	-
Yeşil pancar	2.6	3	-	7700	-
Marul	700	1	-	1900	-
Kırmızı lahana	15	1	-	26	-
Havuç	8	3.6	-	260	-
Karnabahar	8	-	-	33	-
Kereviz	710	-	-	3.6	-
Sarı mısır	51	50	-	780	-
Yeşil fasulye	630	44	-	740	-
Portakal	39	20	149	14	-
Kırmızıbiber	2200	60	-	-	6.8
Ispanak	4100	-	-	12.6	-
Mandalina	38	20	106	20	-
Domates	520	-	-	100	3100

2.3.2. Sentetik kaynaklar

Bahsi geçen doğal renk maddelerinin yem katkı maddesi olarak kullanılanlarına (karotenoidler) alternatif olarak geliştirilen sentetik formları da bulunmaktadır. Kimyasal sentez yoluyla elde edilen ve özellikle stabilite yönünden daha dayanıklı olan renk maddeleri yem katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Bu kaynaklar içerisinde yaygın olarak kullanılanlar arasında β -apo-8¹-karotenol, β -apo-8¹-karotenoik asit etil ester ve kantaksantin sayılabilir (Kırkpınar, 1993). Bu kaynakların yanı sıra zeaksantin sitranaksantin, lutein (Tyczkowski and Hamilton, 1986), astaksantin, kapsantin, violaksantin ve neoksantin de (Kuzmicky et al., 1969; Marusich and Bauernfeind, 1981; Marusich et al., 1973) sentetik formlara sahiptir.

Sentetik renk maddesi olarak β -apo-8¹-karotenol 1958 yılında, β -apo-8¹-karotenoik asit etil esterinin 1960 yılında, kantaksantin 1964 yılında ticari olarak üretilmiş (Kırkpınar, 1993); bunları sitranaksantin izlemiş ve zeaksantin 1991 yılında Universal Foods Corporation tarafından patenti alınarak üretime geçilmiştir (Anonim, 1991).

Sentetik renk maddeleri genellikle jelatin-sakkaroz emülsiyonu ile kaplanarak stabilize edilmekte ve % 10 saf madde içeren preparatlar olarak hazırlanmaktadır (Comben, 1970). Tüketiciler bilinçlenmeleriyle birlikte, sofralarına giren her gıda hammaddesinin doğal yollarla elde edilmesini talep etmektedir. Medyada bilinçli veya bilinçsiz şekilde gıdalar konusunda yapılan yayınlar ile toplum tercihleri etkilenmektedir. Etkilenen bu tercihler neticesinde üretimin içerisindeki sektör liderleri de yaptıkları seçimleri tüketici yönünde değiştirmek zorunda kalmaktadır. Bu sebep ile “kimyasal yollarla elde edilmiş” veya “sentetik üretilmiş” yem katkı maddesi terimleri; bunların zararlı etkileri net şekilde ortaya konmasa dahi üreticilerin bu maddeleri kullanmaktan kaçınmalarına yol açmaktadır.

2.4. Karotenoidlerin Organizmada Değerlendirilmesi

Karotenoidler yağda çözünür maddelerdir. Karotenoidlerin bağırsakta emilimi yağ ile aynı şekilde gerçekleşmektedir. Karotenoidlerin gıda matriksinden ayrılması ve yağ fazda çözünmesi absorpsiyon sürecinde önemli adımlardır. Karotenoidlerin pasif difüzyon yolu ile ince bağırsak mukozası tarafından absorbe edildiği düşünülmektedir. Ksantofillerin yağ asidi esterleri mukoza tarafından alınmadan önce ince bağırsak lümeninde parçalanmaktayken, karotenoidler; ince bağırsak mukozası tarafından alınmakta ve şilomikronlarla taşınmaktadır. β -karoten ve diğer provitamin A karotenoidleri ince bağırsakta temel olarak retinil esterlere; kısmen de A vitaminine dönüşmektedir. Karotenoidler ve retinilesterler şilomikronlarla birleşmekte ve karaciğere taşınmak üzere lenfte tutulmaktadır (Krinsky and Johnson, 2005).

Karotenoidlerin bitki doku membranlarından serbest hale geçmesi bağırsaktaki absorpsiyonlarını kolaylaştırmaktadır. Ancak karotenoid kimyasında biyotik (oksidasyon gibi) ve abiyotik (sıcaklık gibi) faktörler tarafından yapılan değişimler biyoyararlılığı etkileyebilmektedir. Karotenoidlerin biyoyararlılığı; gıda matriksi, intraselüler yerleşim, fizikokimyasal özellikler, diğer karotenoidlerle interaksiyon, diyet yağı varlığı, işlem görme süreci, ısı uygulaması gibi pek çok faktöre göre değişkenlik göstermektedir (Castenmiller and West, 1998). Pigment kaynaklarının etkinliği; taşıma, absorpsiyon ve çeşitli dokularda depolanma oranı ile karotenoidlerin dönüşümüne bağlıdır. Bu durum karotenoid kaynakları arasında çok büyük varyasyon oluşturmaktadır. Kanatlılarda pigment depolanması radyoaktif karotenoidler ile ölçüldüğünde, astaksantin % 14, kantaksantin % 30- 40, zeaksantin için % 25 civarındadır. Bunların depolanması tüketiminden 48 sonra başlamaktadır (Gürbüz vd., 2004).

2.5. Etlik Piliçlerde Et Rengini Etkileyen Faktörler

2.5.1. Heme içeren bileşiklerin miktarının renk üzerine etkisi

Etlik piliçlerde deri ve et rengi değişimleri depolama koşullarına ve işleme yöntemine (haşlama sıcaklığı, soğutma yöntemi gibi) bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, soğutma aşamasının bir ön basamağı olan haşlama işlemi, deri rengini de önemli derecede etkilemektedir. Haşlama sıcaklığı 54°C olduğunda deri epiderm tabakası bozulmamış şekilde ve uniform sarı renkte olurken; sıcaklık 60°C' ye çıkarıldığında deri kütikül tabakasını kaybetmekte ve deri rengi beyaz bir görünüme ulaşmaktadır (Petracci and Fletcher, 2002). Et rengini etkileyen en önemli işleme aşamalarından bir diğeri de soğutmadır. Soğutma yöntemleri, etin rengini farklı boyutlarda etkilemektedir. Petracci et al. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, tavuk göğüs etleri görsel olarak sınıflandırılmış ve daha sonra renk ölçümü yapılarak gruplar normalden koyu ($L^* < 50$), normal ($50 < L^* < 56$) veya normalden açık ($L^* < 56$) olarak ayrılmıştır. L^* değeri sınırları ise, pH ve su tutma kapasitesi ölçümlerine paralel olarak belirlenmiştir. Koyu renkli etler ($L^* < 50$), daha yüksek pH'a sahip iken, solgun renkli etler ($L^* < 56$) düşük kas pH'sına ve düşük su tutma kapasitesine sahip olmuştur. Van Laack et al. (2000) solgun kanatlı eti özelliklerini inceledikleri çalışmada, solgun renkli göğüs etinde düşük pH (5.7), yüksek L^* değeri (60.0) ve yüksek su kaybı (%1.34) tespit etmiştir. Parlak renkli etler ile ilgili yapılan çalışmada $L^* > 53$ ise parlak, L^* değeri 46-53 arasında ise normal ve $L^* < 46$ ise koyu renkli olarak sınıflandırılmıştır (Bianchi et al., 2006). Zhuang et al., (2009) ise piliç etlerinde parlaklık değerlerini $L^* > 60$ ise parlak, L^* değeri 55-59 ise orta ve $L^* < 55$ ise koyu olarak tanımlamışlardır. Mielnik et al. (1999) hava ile soğutulan karkasların rengini, su ile soğutulanlardan daha koyu bulmuştur. Ayrıca hava ile soğutulan göğüs etlerinin L^* (parlaklık) değerini, su ve evaporatif soğutma ile soğutulan göğüs etlerinden daha düşük olduğunu saptamıştır. Bunun yanı sıra, L^* değerinin stres ve yem içeriği gibi etkenlerden de etkilendiğini belirtmiştir.

Renk, sıklıkla etin kalite ve fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Qiao et al. (2002) etlik piliçlerin göğüs etinin kompozisyonu ve rengi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Göğüs etleri filetoları normalden açık

($L^*>53$), normal ($48<L^*<51$) ve normalden koyu ($L^*<46$) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Gruplar arasında su, toplam yağ, demir ve doku glikojeni içerikleri bakımından bir fark saptanmamış; ancak oransal olarak protein içeriğinin normalden açık grupta daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Qiao et al. (2001) L^* değeri ile emülsifikasyon arasında negatif; a^* değeri ile su tutma arasında pozitif bir korelasyon olduğunu belirlemişlerdir. Qiao et al. (2002a,b) yaptıkları çalışmada, normalden açık ($L^*>53$) renkli göğüs filetolarının yüksek su içeriğine, düşük emülsifikasyon kapasitesine ve düşük su tutma kapasitesine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca normalden koyu filetoların, normal ve normalden açık filetolara göre marinatı pişerken daha çok absorbe ettiklerini belirlemişlerdir. Allen et al. (1998) normalden koyu filetoların daha çok marinatı absorbe ettiğini, daha fazla çözündürme-pişirme kaybına uğradığını bildirmişlerdir.

Et rengi, myoglobin, hemoglobin ve sitokrom c gibi heme içeren bileşiklerin miktarı ile yüksek oranda ilişkilidir (Fleming et al., 1991; Froning, 1995). Bu üç heme demiri içeren bileşikten myoglobin, kanatlı hayvan etlerinin rengine en çok katkı sağlayandır. Çizelge 2.3. toplam heme ve myoglobin içeriğini göstermektedir. Sonuçlar myoglobin ekstraksiyon tekniği, muamele ve hayvan kaynağına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte, birçok bireysel denemede, göğüs etlerindeki myoglobin içeriği, bacak/but etlerinkinden önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur. Bacak ve but etleri kırmızı kas liflerine yüksek bir oranda sahipken, göğüs etleri neredeyse tamamen beyaz liflerden oluşmaktadır (Barbut, 2001).

Çizelge 2.3. Etlik Piliç Denemelerine Ait Toplam Heme Demiri ve Myoglobin Değerleri

Karkas parçası	Toplam heme (mg/g)	Myoglobin (mg/g)	Kaynaklar
Göğüs eti (normal)	0.16	0.0	Rhee and Ziprin, 1987
Göğüs eti (normal)	0.32-0.44	0.15-0.16	Fleming, 1991
Göğüs eti (normal)	0.24	-	Kranen, 1999
Göğüs eti (normal)	0.96-1.47	-	Boulianne and King, 1995
Göğüs eti (Solgun)	0.96	0.12	Boulianne and King, 1995
Göğüs eti (Koyu)	1.47	0.16	Boulianne and King, 1995
Göğüs eti (8 haftalık yaşta)	0.01	-	Saffle, 1973
Göğüs eti (26 haftalık yaşta dişi)	0.08	-	Saffle, 1973
Göğüs eti (26 haftalık yaşta erkek)	0.10	-	Saffle, 1973
But eti (normal)	0.41-0.68	0.05-0.13	Rhee and Ziprin, 1987
But eti (normal)	0.79-1.39	0.12-0.56	Kranen, 1999
But eti (normal)	0.59-0.79	0.21-0.30	Fleming, 1991
But eti (8 haftalık yaşta)	0.39	-	Saffle, 1973
But eti (26 haftalık yaşta dişi)	1.12	-	Saffle, 1973
But eti (26 haftalık yaşta erkek)	1.51	-	Saffle, 1973

Myoglobin ekstraksiyonu, birkaç farklı yöntem kullanılarak yapılabilir ve bu nedenle farklı denemelerin sonuçları, kullanılan spesifik ekstraksiyon yöntemlerinden etkilenmiş olabilir. Rhee and Ziprin (1987), Rickansrud and Henrickson (1967) metodunu kullanarak yaptıkları analizlerde, piliç but etlerindeki total heme pigmenti (0.68 ve 0.41 mg/g) ve myoglobin içeriğini (0.05 ve 0.13 mg/g), göğüs etlerindeki total heme pigmenti (0.17 ve 0.16 mg/g) ve myoglobin içeriğinden (0.0 mg/g) daha yüksek bulmuştur. Total heme pigmenti hemoglobin ve sitokrom c bileşiklerini içerir. Ayrıca myoglobin kadar da heme demiri bulundurur. Fleming et al. (1991) kendi yöntemini kullanarak yaptığı analizlerde, buzlu suda ve hava ile soğutulmuş but etlerinde total heme pigmenti (0.59 ve 0.79 mg/g) ve myoglobin içeriğini (0.21 ve 0.30 mg/g), göğüs etlerindeki total heme pigmenti (0.32 ve 0.44 mg/g) ve myoglobin içeriğinden (0.15 ve 0.16 mg/g) daha yüksek bulmuştur. Boulianne and King (1998) göğüs etlerinin sulu-

buz koşullarında depolanmasının bazı heme pigmentlerinin suya sızmasına neden olabileceğini saptamıştır. Ancak, göğüs etlerindeki L* renk değerinin ve heme miktarının güçlü negatif korelasyonu, heme pigmenti eksikliğinin göğüs etlerindeki solgunluk (renkte açıklık) ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermiştir.

Kranen et al. (1999) total heme analizi ve kromatografi kullanarak yaptığı analizlerde, but etlerinin sartorius ve addüktör (yaklaşdırıcı) kaslarında total heme pigmenti (0.79 ve 1.39 mg/g) ve myoglobin içeriğini (0.12 ve 0.56 mg/g) göğüs etlerinin pektoralis kaslarındakinden daha yüksek bulmuştur (toplam hem pigmenti 0.24 mg/g ve myoglobin içeriği saptanmamıştır). Boulianne and King (1995), Rickansrud and Henrickson (1967) metodunu kullanarak yaptıkları analizlerde, solgun pektoralis kaslarında total heme pigmenti ve myoglobin içeriğinin (0.96 ve 0.12 mg/g), normal pektoralis kaslarındaki total heme pigmenti ve myoglobin içeriğine (1.47 ve 0.17 mg/g) kıyasla önemli derecede daha az olduğunu bulmuştur.

Kesim sırasında bazı piliçlerin başka herhangi bir lezyon olmadığı halde koyu renkli göğüs etlerine sahip oldukları görülebilmektedir. Rickansrud and Henrickson (1967), Boulianne and King (1998), koyu renkli olan göğüs kas etinin, toplam heme pigment ve myoglobin konsantrasyonlarını (1.47 ve 0.16 mg/g), normal göğüs kas etindeki toplam heme pigment ve myoglobin konsantrasyonları (0.96 ve 0.12 mg/g) ile karşılaştırıldığında, kabul edilemez derecede daha yüksek olduğunu bulmuşlardır; koyu renkli göğüs etlerinin sebebinin ne olduğu belli değilken, total heme pigment değeri ile L* renk değeri arasında bir kez daha güçlü bir negatif korelasyon bulunmuştur.

Kanatlı etinde, renk kırılması olarak bilinen olumsuz bir durum söz konusudur. Bu durum, beyaz kanatlı eti pişirildiğinde bile pembe renkte görünmektedir. Bu olumsuzluğa, genetik yapı, çevresel stres, üretim metotları, kimyasal kompozisyon ve pişirme yöntemi gibi faktörler etki etmektedir. Holownia et al. (2003, 2004) tavuk göğüs etlerini normalden açık, normal ve normalden koyu olarak gruplara ayırarak pembeleşme yönünden incelemiştir. Pembeleşme için alt sınır olarak -3.8 a* değeri belirlenmiştir. Filetolara sodyum klorit, sodyum tripolifosfor, sodyum eritorbat ve sodyum nitrat maddeleri teker teker ve karıştırılarak enjekte edilmiş ve 4-5°C'de bütün gece bekletilmiştir. Örneklerin yarısı çiğ olarak, yarısı da pişmiş olarak değerlendirilmiştir. Tüm

sodyum nitrat içeren gruplar ile sodyum tripolifosfor ve sodyum eritrobat içeren normal ve normalden koyu gruplarda pembeleşme görülmüştür. Pembeleşme koyu örneklerde en etkili, açık örneklerde en etkisiz bulunmuştur. Pembeliğe neden olan en kritik faktörün çiğ ette L^* değerinin olduğu saptanmıştır. Nitrosopigment, pH ve düşük şartların %90 oranında pembeliğe neden olduğu belirlenmiştir.

2.5.2. Et pH'sının renk üzerine etkisi

Fletcher (1999) etlik piliç göğüs etinde renk ve pH arasında önemli derecede korelasyon bulunduğunu bildirmiş ve etin pH değeri azaldıkça L^* değerinin arttığını bildirmiştir. Benzer sonuçları Boulianne and King (1995, 1998), Allen et al. (1998), Wilkins et al. (2000), Qiao et al. (2001), Woelfel et al. (2002) ve Petracci et al. (2001) da bildirmiştir. Solgun ve düşük pH değerine sahip etler, sıklıkla düşük su tutma kapasitesine sahip, yüksek çözündürme-piştirme kayıpları veren ve daha yumuşak bir tekstürde etler olmaktadır. Allen et al. (1997), açık renkli tavuk göğüs etlerinin koyu renkli olanlara göre daha uzun bir raf ömrüne sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu olumsuzluklar soluk, yumuşak ve ödemli (PSE) olarak tanımlanmasına rağmen; Smith and Northcutt (2009) PSE tanımlamasının, standart olarak “soluk” ve “normal” tanımlamalarının kullanılmadığı çalışmalarda yanıltıcı olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, söz konusu olumsuzlukların “soluk tavuk kası veya “soluk kanatlı kası sendromu” olarak tanımlanmasını önermişlerdir. Etlik piliçlerde et pH'sının renk üzerine güçlü bir şekilde etki ettiği görülmektedir. Yüksek pH değerleri daha koyu et rengine neden olmaktadır (Fletcher, 1999). Wattanachant et al. (2004), etlik piliçlerde but ve göğüs etinde pH ve L^* (parlaklık) değerleri üzerine çalışmış ve 6.63 pH değerine sahip but etinde L^* değerini 32.53 bulmuş; göğüs eti pH değeri 5.93 iken L^* değerini 38.79 olarak saptamıştır. Bu bulgu yüksek pH değerinin daha koyu et rengine yol açtığını desteklemektedir. La Bihan-Duval et al. (1999) ortalama pH değeri 5.77 olan göğüs etlerinde ortalama L^* değerini 50.7 bulmuşlardır. Lonergan et al. (2003) ortalama pH değeri 5.82 olan göğüs etlerinin L^* değerini 43.34 olarak bulmuşlardır. Bu durum koyu renge sahip etlerin pişirildikten sonraki renge önemli derecede etki ettiğini göstermektedir (Fletcher et al., 2000). Koyu renge sahip çiğ göğüs etlerinin ortalama pH değeri 5.93 ve L^* değeri 47.6; pişmiş koyu renkli göğüs etlerinin pH değeri 6.21 ve L^* değeri 78.8 iken; normal renge sahip çiğ göğüs etlerinin pH değeri 5.84 ve L^* değeri 47.6;

pişmiş normal renge sahip göğüs etlerinin pH değeri 6.15 ve L* değeri 79.6 olarak saptanmıştır (Fletcher et al., 2000). Koyu renkli etlerde yüksek pH değeri, istenmeyen kokuların daha hızlı oluşmasına ve daha kısa bir raf ömrüne neden olabileceğini bildirmişlerdir (Allen et al., 1997; 1998).

2.5.3. Etlik piliç yetiştirme sistemi ve kullanılan hibritin et rengi üzerine etkisi

Kanatlılarda renk, genetiği de içeren çeşitli faktörlerle ilişkilidir. Yavaş gelişen ve hızlı gelişen hatlar arasında L*, a* veya b* değerleri bakımından farklılık bulunmasa da (Werner and Wicke, 2008), Berri et al. (2001) kanat çırpma sıklığının artmasına bağlı olarak yavaş gelişen hatların göğüs etlerinde daha düşük L* ve b* değeri, daha yüksek a* değeri verdiğini bildirmişlerdir. İtalyan bir hat olan Ermellinata di Rovigo etlik piliçlerinin de; Italian Rebusta Maculata, Hy Line White 36 ve Hy Line Brown hatlarına göre daha iyi L* değeri verdiğini belirlenmiştir (Rizzi et al., 2007). Bianchi et al. (2006), Ross 508 ve Cobb 500 hatlarının göğüs etlerinde L*, a*, b* değerleri bakımından çok az farklılık gösterdiğini ancak L* değerinin Ross 508 (45.12) hattında Cobb 500 (48.52) hattına göre daha düşük belirlendiğini bildirmişlerdir. Hunter L değerleri bakımından saf Leghorn, saf Fayoumi, F5 Leghorn-Fayoumi çapraz melez hatları arasında bir farklılık bulunmamış ancak saf Leghornlarda daha temiz bir kırmızı renk belirlendiği bildirilmiştir (Lonergan et al., 2003). Wilkins et al. (2000), farklı spesifik genotipler içeren 23 farklı sürüden topladığı göğüs etlerinde oldukça geniş bir varyasyon gözlemlemiştir. Bu varyasyon L* değerinde 45.0-67.3; a* değerinde -0.40-7.5 ve b* değerinde -3.63-6.91 aralıklarında belirlenmiştir. Free-range sistemi ile yetiştirilen iki sürüden alınan örneklerin ise daha açık renkli ve daha az kırmızı olduğu saptanmıştır. Kucukyılmaz et al. (2012); organik ve konvansiyonel sistemlerde yetiştirilen yavaş gelişen ve hızlı gelişen etlik piliç hatlarını karşılaştırmışlardır. Konvansiyonel yetiştirilen hızlı gelişen hatların göğüs ve but eti kırmızılık değerleri daha yüksek çıkarken; konvansiyonel yetiştirilen yavaş gelişen hatların etlerinde sarılık değeri daha düşük bulunmuştur. Organik yetiştirme sistemi, gelişim süresi ne olursa olsun etin sarılık değerini artırmaktadır. Almasi et al. (2015), serbest dolaşmalı sistemde yetiştirilen yavaş gelişen hatların but etlerinin, kapalı sistemde yetiştirilenlere göre daha koyu renkli olduğunu saptamıştır (L* 75.12 ve 78.33). Bahsedilen sonuçlar göstermektedir ki yetiştirme sisteminin et rengi üzerine görünür bir etkisi olmamaktadır. Bianchi et

al. (2006), Cobb 500 ve Ross 508 hatlarını karşılaştırmış ve göğüs etlerinde genotipin renk üzerine bir etkisinin olmadığını vurgulamışlardır. Mehaffey et al. (2006), beş farklı ticari etlik piliç hattını karşılaştırmış ve göğüs eti L^* değeri bakımından hatlar arasında bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Brewer et al. (2012), seçilen etlik piliç hattının göğüs eti fileto rengi üzerine önemli bir etken olmadığını belirtmişlerdir. Ancak Abdullah et al. (2010), Hubbard ve Lohman hatlarının göğüs etleri karşılaştırıldığında pH değerleri aynı olmasına rağmen; Lohman hattının (L^* 51.14), Hubbard'a göre (L^* 53.32) daha açık renkli olduğunu bildirmişlerdir. Daha yüksek canlı ağırlık ve göğüs eti oranı için yapılan seleksiyon, kanatlı endüstrisinde kârlılığını artırmak için bir standart olmuştur. Berri et al. (2001), canlı ağırlık ve göğüs eti oranını artırmak için yapılan bu seleksiyonun; ticari ve deneysel gruplar arasında daha düşük heme demiri oranına bağlı olarak, daha açık renkli göğüs etine neden olduğunu bildirmişleridir. Yavaş gelişen Fransız Label tipi piliçlerle hızlı gelişen standart ticari hatları karşılaştırdıklarında Debut et al. (2003), ticari hattın daha açık renkli göğüs ve but eti rengine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Çizelge 2.4. ticari bir hibrit ile Tayland yerel piliç kullanımının etlik piliçlerde göğüs ve but etlerinin Hunter L^* , a^* , b^* değerleri üzerine etkisini göstermektedir (Wattanachant et al., 2004).

Çizelge 2.4. Ticari Bir Etlik Piliç Hibriti ile Tayland Yerel Piliç Kullanımının Göğüs ve But Etlerinin Hunter Renk Değerleri Üzerine Etkisi

Muamele	Karkas parçası	L^*	a^*	b^*
Ticari hibrit	Göğüs eti	38.79	-0.09	3.62
Tayland yerel piliç	Göğüs eti	42.33	-0.06	4.75
Ticari hibrit	But eti	32.53	0.45	2.53
Tayland yerel piliç	But eti	39.32	2.49	4.02

L^* değerleri Parlaklık (lightness) içindir (0 siyah ve 100 beyazdır); a^* değerleri kırmızılık (redness) gösterir (pozitif a^* değerleri kırmızı ve negatif değerler yeşil'i gösterir); b^* değerleri sarılığı (yellowness) gösterir (pozitif b^* değerleri sarı ve negatif değerler maviyi gösterir).

2.5.4. Etlik piliçlerde yaş ve cinsiyetin et rengi üzerine etkisi

Froning et al. (1968), etlik piliçlerin kesim yaşının artması ile göğüs ve but etinde L^* değerinin cinsiyetten bağımsız olarak düştüğünü göstermişlerdir. Bu koyulaşma yaşla birlikte etin myoglobin içeriğinin artması ile ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir. Brewer et al. (2012), dört farklı etlik piliç hattında cinsiyetin, göğüs eti filetolarının rengi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını tespit

etmişlerdir. Ngoka et al. (1982); hindilerin 16. hafta ve 20. haftalarda göğüs eti L* değerlerinin önemli derecede yaşa bağlı olarak artış gösterdiğini bildirmişlerdir (50.62-53.24). Ancak, Smith et al. (2002) etlik piliçlerde yaşın göğüs eti fileto rengi üzerine önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Başka bir yünden, Abdullah et al. (2010), 32. günde kesilen etlik piliçlerle 42. gün kesilen etlik piliçlerin göğüs etleri karşılaştırıldığında 32. günde kesilenlerin daha düşük L* değeri verdiğini gözlemlemişlerdir (51.11-53.35). Genel olarak bakıldığında göğüs ve but eti renginin cinsiyetten bağımsız olduğu ve yaşın artmasına bağlı olarak etin renginin koyulaştığı söylenebilir.

2.5.5. Etlik piliçlerde kullanılan karma yemin et rengi üzerine etkisi

Smith et al. (2002), kanatlılarda karma yemin kompozisyonun et rengi üzerine etkili olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar; buğday temelli karma yemle beslenen piliçlerin göğüs etlerinin mısır temelli karma yemlerle beslenen piliçlerin göğüs etlerinden daha açık renge (daha yüksek L* değeri) sahip olduğunu vurgulamışlardır. Du and Ahn (2002); karma yemde konjuge linoleik asit düzeyinin, piliçlerin göğüs filetolarına ait a* değeri (kırmızılık) üzerine bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Lyon et al. (2004), buğday temelli yemlerle beslenen piliçlerin; mısır veya sorgum temelli yemlerle beslenenlere göre; çiğ ve pişmiş etlerinin daha yüksek (açık) L* değeri verdiğini (47.12 ve 80.24 buğday; 45.20 ve 79.44 mısır; 45.47 ve 79.57 sorgum) saptamışlardır. Ryu et al. (2005), karma yeme selenyum ilavesinin göğüs ve but eti rengini etkilemediğini bildirmişlerdir. Jiang et al. (2007), karma yeme 40 ve 80 mg sentetik soya izoflavanoidi ilavesinin (57.5 ve 56.9); kontrol grubuna (54.7) göre L* değerini önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Nam et al. (2003) hindilerin karma yemine 100 IU/kg ilave edilen sentetik vitamin E'nin göğüs eti a* değerini (8.1) kontrol grubuna göre (7.0) önemli ölçüde artırdığını saptamışlardır. Kim et al. (2014), etlik piliçlerin yemine ilave edilen kırmızı ginsengin but eti rengini açmadığını ve a* değerini yükselttiğini belirlemişlerdir. Souza et al. (2015), sorgum temelli karma yeme ilave edilen annatto tohumunun etlik piliçlerin but eti L* değerini yükselttiğini bildirmişlerdir. Araştırmalar göstermektedir ki yemde yapılan bazı değişiklikler, but eti rengi üzerine etkili olmaktadır. Çizelge 2.5. farklı etlik piliç denemelerinden alınan göğüs ve but etlerinin Hunter L*, a*, b* değerlerini göstermektedir.

Çizelge 2.5. Etlik Piliç Denemelerine Ait Hunter Renk Değerleri

Karkas parçası	Parametre	L*	a*	b*	Muamele	Kaynaklar	
Göğüs Eti (Pectoralis Major)	Kontrol	45.9	4.4	5.8	-	Akiba et al., 2001	
	14-28 günler arası	44.6	5.7	5.3	Maya ve Astaksantin ilavesi ¹		
Göğüs Eti (Pectoralis Minör)	Kontrol	47.7	4.0	5.6	-		
	14-28 günler arası	44.2	5.9	3.6	Maya ve Astaksantin ilavesi ¹		
Göğüs Eti (Pectoralis Major)	Kontrol	47.1	2.5	11.8			
	28-35 günler arası	45.1	4.4	12.4	Maya ve Astaksantin ilavesi ¹		
Göğüs Eti (Pectoralis Minör)	Kontrol	43.4	2.6	10.7			
	28-35 günler arası	42.2	4.3	11.0	Maya ve Astaksantin ilavesi ¹		
Göğüs Eti (Pectoralis Major)		50.98	2.88	9.33	Kontrol		Durgut, 2008
	Vitamin E ilavesi	49.76	3.81	8.51	300 mg/kg		
	Zeytin karasu ilavesi	50.42	2.27	9.22	5 g/kg		
		51.24	3.03	10.28	10 g/kg		
Göğüs Eti (Pectoralis Major) (Organik Üretim)	Kontrol	54.12	1.60	4.99	-	Tan ve Kırkpınar, 2016	
	Yonca unu	52.83	1.15	5.05	% 5		
	Yonca unu	55.44	0.68	3.75	% 10		
But Eti	Kontrol	50.0	6.8	4.7		Akiba et al., 2001	
	14-28 günler arası	47.5	8.1	6.1	Maya ve Astaksantin ilavesi ¹		
	Kontrol	41.3	4.1	10.2			
	28-35 günler arası	39.7	6.2	10.8	Maya ve Astaksantin ilavesi ¹		
But Eti (Organik Üretim)	Kontrol	58.80	3.34	1.89	-	Tan ve Kırkpınar, 2016	
	Yonca unu	56.77	4.17	3.62	% 5		
	Yonca unu	57.31	3.17	2.47	% 10		

L* değerleri Parlaklık (lightness) içindir (0 siyah ve 100 beyazdır); a* değerleri kırmızılık (redness) gösterir (pozitif a* değerleri kırmızı ve negatif değerler yeşil'i gösterir); b* değerleri sarılgı (yellowness) gösterir (pozitif b* değerleri sarı ve negatif değerler maviyi gösterir). ¹Yeme maya ilavesi (2.5 mg Phaffia rhodozyma) + 20 ppm astaksantin

2.6. Etlik Piliçlerde Et Renginin Ölçülmesi

Renk, ışık dalgalarının gıda ile etkileşime girdikten sonra saptanmasından ortaya çıkan bir algıdır. Bu etkileşim, ışığın gıda tarafından kırılması, yansımaları, geçirilmesi veya absorbe edilmesi şeklinde olabilmektedir. Bu etkileşimlerin yanında, gıdanın kimyasal-fiziksel özellikleri, ışık kaynağının karakteristik özellikleri, çevresel etmenler ve bakan kişinin ışığı algılama hassasiyeti gibi faktörler de rengin saptanmasında etkilidir. Tüketicilerin, kanatlı eti ve diğer etlerin kalitesini belirlemede çoğunlukla dikkat ettikleri bir özellik olduğundan; etin renginin ölçülmesi, kanatlı endüstrisi için birincil derecede önemlidir. Kanatlı ürünlerinin karakteristik özelliklerini belirlemede hem enstrümantal hem de duyuşal değerlendirilme yöntemleri kullanılmaktadır (Şekil 2.2.). Rengin değerlendirilmesinde daha yaygın olarak enstrümantal yöntemler kullanılmaktadır.

İnsanlar rengi gözün retina kısmında bulunan çomak ve konik hücreleri yolu ile algılamaktadırlar. Sadece akromatik (siyah ve beyaz) bilgileri oluşturan çomak hücreleri, düşük ışık yoğunluklarında çalışabilme yeteneğindedir. Kromatik bilgidenden sorumlu olan konik hücreler ise çalışmak için yüksek ışık yoğunluğuna ihtiyaç duyarlar. Konik hücreler içerisinde bulunan pigmentler kırmızı, yeşil ve mavi ışığa duyarlıdır. Konik hücreler tarafından üretilen elektriksel uyarılar beyine giderken kırmızı-yeşil ve mavi-sarı renk çiftlerine tepki verilir.

Renk farklılık ölçer (kolorimetre), gıdalarda en yaygın olarak kullanılan enstrümantal analiz yöntemidir ve bu yöntem insan gözünün ışığa verdiği tepkiyi kopya edecek şekilde tasarlanmıştır. Bu cihaz, gıdanın yüzeyine bir ışık ışını demeti göndererek, yansıyan ışığı kırmızı-yeşil-mavi uyarıyı taklit eden bir filtre dizisinden geçirir. Bir fotosel, bilgiyi matematiksel olarak yorumlayarak tristimulus renk değerleri üretir. Gıdanın renk karakter özellikleri tanımlanırken Hunter L, a, b, the CIELAB L^* a^* b^* ve L, C, h renk boşlukları sistemleri kullanılmaktadır.

Birçok gıdada olduğu gibi kanatlı etinin enstrümantal metotlarla ölçülmesi bir takım faktörlere bağlıdır. Sandusky and Heat (1996), örnek kalınlığının (0.5,

1.0 ve 1.5 cm), renk fonunun (beyaz, pembe, yeşil ve gri) ve ışık kaynağının (D-65, A ve F) etlik piliç kasında renk ölçümü üzerine etkilerini incelemişlerdir. Arka fona geçerek etin doğru rengini veren örnek kalınlığının 0.5 cm olduğunu belirlemişlerdir. Ölçümde kullanılacak en iyi renk fonunun (ölçüm yapılan zeminin renginin) beyaz ve pembe olduğunu; ayrıca kullanılan ışık kaynağının baskın dalga boyundan etkilendiğini saptamışlardır. Fletcher (1997), kalınlık ve arka fon renginin; hindi ile tavuk göğüs etinde parlaklık (L^*), kırmızılık (a^*) ve sarılık (b^*) değerleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Hindi etinde örnek kalınlığı 1 cm' den 2 cm' ye artırıldığında, a^* ve b^* değerleri azalırken; örnek kalınlığı 1 cm'den 3 cm' ye artırıldığında daha düşük L^* değeri belirlenmiştir. Tavuk etinde ise örnek kalınlığının 1 cm' den 2 cm' ye artırılması bu üç değerinde azalmasına neden olmuştur. Bir santimetre kalınlığındaki tavuk göğüs eti örnekleri beyaz kâğıt ve sarı polistiren fonda daha çok kırmızı, siyah plastik fonda ise daha az kırmızı görüldüğü bildirilmiştir. Bunun yanında, 1 cm kalınlığındaki hindi göğüs eti örnekleri beyaz kâğıt fonda daha kırmızı görünürken, siyah ve sarı plastik fonda daha az kırmızı görüldüğü saptanmıştır. Kanatlı eti renklerinin ölçümünde renk karakteristikleri bakımından fazla bir varyasyon bulunmamıştır.

Pek çok araştırmacı göğüs eti renginin oldukça geniş bir varyasyon gösterdiğini, kanatlılarda çiğ et renginin taba renkten pembeye ya da pişmiş ette tabadan griye doğru değiştiği bildirmiştir (Fletcher and Halloran 1983, Fletcher et al, 1978, Fletcher, 1999, Petracci and Fletcher, 2002; Petracci et al., 2004). Çiğ göğüs eti rengi ile etin fonksiyonel özellikleri arasında önemli ilişki vardır (Boulianne and King, 1995). Fletcher, (1999), 5 farklı ticari genotip üzerinde yürüttükleri çalışmalarında göğüs eti parlaklığının 43.1'den 48.8'e kadar geniş bir varyasyon gösterdiğini ve pH ile parlaklık arasında negatif korelasyon gösterdiğini bildirmektedirler. Parlaklık değeri ile ilgili yapılan çalışmalarda (Bianchi et al., 2006), $L^* > 53$ ise parlak, L^* değeri 46-53 arasında ise normal ve $L^* < 46$ ise koyu olarak sınıflandırılmıştır. Zhuang et al., (2006-2009) ise $L^* > 60$ ise parlak, L^* değeri 55-59 ise orta ve $L^* < 55$ ise koyu olarak tanımlamışlardır.



Şekil 2.2. Renk Ölçüm Cihazı (Konica-Minolta) ve Etlik Piliç Renk Skalası

2.7. Yapılan Çalışmalar

Sevcikova et al. (2006), yaptıkları çalışmada selenyumun farklı formu ile likopenin etlik piliç karma yemlerine ilavesinin et kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla 540 adet günlük yaşta Ross 308 hibrit etlik civciv 6 gruba ayrılmıştır. Likopen ilavesi yapılmayan 2 grup, 50 mg/kg'lı 2 grup ve 100 mg/kg ilaveli 2 grup oluşturularak bahsi geçen gruplara selenyum selenit ile maya ile yarı zenginleştirilmiş selenyum katkısı kullanmışlardır. Çalışma 14-35 günler arası sürdürülmüş ve hayvanlar kesilmiştir. Selenyumun organik formunun kullanıldığı gruplarda göğüs etinde de ki selenyum içeriği daha yüksek belirlenmiştir. Kan değerlerinden kolesterol, LDL ve lipaz gruplar arası farklılık bulunmamıştır. Likopen ilaveli gruplarda kandaki HDL düzeyi likopensiz gruplara göre daha yüksek belirlenmiştir. Çalışma sonucu olarak, etlik piliç karma yemlerine likopen ilavesinin kan profili üzerine olumlu etki yaptığını vurgulamışlardır.

Olgun (2008), yaptığı çalışmada peroksit düzeyi farklı yağ içeren karma yemlere likopen katkısının etlik piliçlerde büyüme performansı, kan metabolitleri ve karkas ölçütleri üzerine etkilerini incelemiştir. Bir haftalık 80 adet erkek etlik civciv (Ross-308), herbiri 20 hayvandan oluşan dört yemleme grubuna ayrılmıştır. Hayvanlar beş hafta süreyle temel yem (kontrol grubu), peroksitli (6.0-8.0 meq/kg) yağ içeren, 400 mg/kg Likopen (%0.8 likopen içeren Lyc-O-Mato®) içeren, 400 mg/kg Likopen peroksitli (6.0-8.0 meq/kg) yağ ilaveli karma yemlerle beslenmişlerdir. Çalışma sonucunda kas doku ve deride TBA düzeyi likopen alan

grupta önemli düzeyde düşük bulunmuştur. Karma yeme likopen ilavesi plazma kolesterol konsantrasyonunu düşürürken okside yağı likopen grubunda artmıştır. Karma yeme ilave edilen likopen plazma trigliserid konsantrasyonunu artırmıştır. Plazmada total antioksidan kapasite, likopen alan grupta önemli düzeyde yüksek iken plazmadaki lipit peroksidasyon düzeyi rasyonun okside yağ içeriğiyle yükselmiştir.

Lee et al. (2016) yaptıkları çalışmada etlik piliçlerin karma yemlerine likopen ilavesinin performans, oransal organ ağırlıkları, plazma ve et yağ profilleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Toplamda 160 adet günlük yaşta erkek piliç kullanılmıştır. Hiçbir ilave yapılmayan kontrol grubu karma yemi ile 3 düzey domates salçası (10-17-20 mg/kg) ilave edilen karma yemler kullanılmıştır. Deneme yemleri son 4 hafta hayvanlara sunulmuştur. Performans ve oransal organ ağırlıkları bakımından gruplar arasında farklılık oluşmamıştır. Kontrol grubunda likopene, but etinde, karaciğerde ve plazmada rastlanmamıştır. Domates salçası ilavesi ile serumda ve karaciğerde likopen gözlemlenirken trigliserid ile LDL'yi düşürmesi lipid oksidasyonu üzerinde olumlu etkileri ortaya koyduğunu göstermiştir.

Apanoğlu (2008) yaptığı çalışmada, etlik piliç karma yemlerine likopen ve organik krom ilavesinin performans ve bazı kan değerleri üzerine etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma 6 hafta boyunca 80 adet erkek etlik civciv (Hubbard) ile yürütülmüştür. Tekerrürlerde 20 hayvan bulunan dört yemleme grubuna ayrılmışlardır. Etlik piliçler hafta boyunca bazal karma yem (kontrol grubu), 1. grup bazal karma yeme 100 ppm Likopen (% 0.8 likopen içeren Lyc-O-Mato®), 2. grup 400 ppb Krom (Co-Factor III Chromium Yeast, Alltech, 0.1% Cr 3+) ve 3. grup 100 ppm Likopen+400 ppb krom ilaveli karma yemlerle beslenmişlerdir. Yem ve su ad-libitum olarak verilmiştir. Piliçlerin günlük yem tüketimleri, haftalık canlı ağırlık kazançları, deneme sonunda karkas ve abdominal yağ ağırlıkları belirlenmiştir. Deneme sonunda, her gruptan 8 piliçe ait kan örnekleri alınmış ve plazmalarında glikoz, kolesterol ve trigliserid düzeyleri belirlenmiştir. Deneme sonunda elde edilen veriler incelendiğinde; denemenin ilk haftasında yemden yararlanma oranı üzerine krom katkısının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$) . Denemenin son haftasında ise yem tüketimi

ve canlı ağırlık kazancı bakımından Likopen ve krom arasında interaksiyon saptanmıştır ($P<0.05$). Ayrıca kan değerlerinden plazma glikoz düzeyi üzerine krom ilavesinin etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Araştırma sonucunda etlik piliç karma yemlerine likopen ve krom ilavesinin performans üzerine etkili olmadığı, likopen ve kromun birlikte verilmesi durumunda ise yem tüketimi ve canlı ağırlık kazancında düşmeye neden olduğu gözlenmiştir. Ayrıca karma yeme krom ilavesiyle plazma glikoz düzeyinin düşürülebileceği belirlenmiştir.

Leal et al. (1999), etlik piliç karma yemlerine katılan likopenin antioksidan olarak görev alan glutathion enziminin hücrelerde koruyucu etkiye sahip olup olmadığını araştırmışlardır. Çalışmada taze domatesten elde edilen likopen etlik piliç karma yemlerine eklenmiştir. Deneme kontrol grubu, 2. grup 1,5 T-2 toksin/kg CA/gün, 3. grup 25 mg likopen/kg CA/gün 4. grup 1,5 mg T-2 toksin + 25 mg likopen /kg CA/gün gruplarından kurulmuştur. Her 7 günde bir malondialdehit (MDA) glutathion (GSH) ve glutathion-S-transferaz (GST), glutamiltransferaz (GGT) glutathion peroksidaz (GP) düzeyleri ölçülmüştür. Kontrole göre 7 gün sonra T-2 toksinli grupta hepatik MDA konsantrasyonu % 128 artış göstermiştir. T-2 toksin + Likopen 1:17 oranında karıştırılıp verildiğinde bazı parametrelerin azaldığı görülmüştür ($P<0.05$). Likopenin bir antioksidan ajan olduğu ve GSH düzeyini koruduğu görülmüştür.

Breinholt et al. (2000), tarafından ratlarda antioksidan enzimler ve bazı ilaçların (butilated hidroksitoluen, 2-tiyobarbütirik asit, NADPH, glutatyon, FAD, purpald ve potasyum periodat, tiridin 5[^]-difosfat-glukuronik asit, NADH. pirüvat kinaz, laktat dehidrogenaz, fosfofenol pirüvat vb.) metabolize olabilirliği üzerine likopenin etkisini araştırılmıştır. Likopen, canlı ağırlık başına 0.001, 0.005, 0.05ve 0.1g düzeylerinde verilmiştir. Karma yeme ilave edilen likopenin antikarsinojenik etki gösterdiği belirlenmiş; ancak likopenin genç dişi ratların oksidatif strese ve kansere karşı korunmasında antioksidan ve metabolize olabilir enzimlere karşı düşük düzeylerde etkili olduğu saptanmıştır. Bu enzimatik aktivitelerin nedeni çok düşük plazma düzeyleri ile uyarılmış olmalarından kaynaklanmaktadır.

Matos et al. (2001) tarafından, domates ve domates ürünlerinin yanı sıra birçok sebze ve meyvede karotenoid olarak bulunan likopenin bazı kanserlerde koruyucu rol oynadığı deneysel ve epidemik çalışmalarla kanıtlanmıştır. Mevcut çalışmada likopenin; intraperitoneal (ip) verilen fenik nitrilotriasetat (Fe-NTA) 'ın ratlarda oluşturduğu lipid peroksidasyonuna DNA'da oluşturduğu oksidatif hasara ve karaciğerde oluşturduğu histopatolojik değişikliklere etkisi araştırılmıştır. Kontrol grubuna kıyasla Fe-NTA verilen hayvanlarda histopatolojik değişikliklerle beraber 8-oxo-7.8-dihidro-2-deoksiguanozin düzeyi ve malonaldehid (MDA) birikiminin (%75) arttığı görülmüştür. 5 gün önceden günde 10 mg/kg CA (ip) likopen verilen hayvanlarda neredeyse tamamen karaciğerde oksidatif hasar engellenmiş ve dokular histolojik değişikliklerden korunmuştur.

Şahin vd., (2006), yaptıkları çalışmada bildiricin karma yemlerine likopen ilavesinin performans, karkas özellikleri MDA ve kan parametreleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Toplamda 240 adet 10 günlük yaşta japon bildiricini kullanılan çalışmada 10 tekerrürlü 8 grup rastgele oluşturulmuştur. Likopen ilavesi kontrol grubunda yapılmamış ve 50, 100 ve 200 mg ilaveli toplamda 4 grup oluşturulmuştur. Ayrıca çalışmada bu dörtlü gruplardan, normal sıcaklık (22°C) ve sıcak stresi uygulamasıyla (34°C) 8 grup oluşturulmuştur. Çalışma sonunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde likopen ilavesi ile lineer bir ilişki ile yem tüketimi, canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma ve soğuk karkas ağırlığı ile karkas randımanı sıcak stresli gruplarda artış göstermiştir. Aynı etki normal sıcaklık koşullarında ortaya çıkmamıştır. Serum MDA düzeyi, karaciğer ile kalpteki birikimleri likopen ilavesinin artması ile düşmüştür. Sıcak stresi uygulanan gruplarda serum kolesterol, trigiliserid ve glikoz değerleri likopen seviyesinin artışı ile lineer ilişkilidir. Likopen ilavesi HDL seviyesini artırırken vLDL ve LDL seviyelerini lineer bir şekilde düşürmüştür. Çalışma sonuçları sıcaklık stresi ile artan oksidatif stresin likopen ile düşürülebileceğini vurgulamıştır.

Perez-Vendrell et al. (2001) yaptıkları çalışmada 960 adet günlük yaşta Ross 308 hibriti kullanmışlar ve çalışma toplam 43 günlük yaşa kadar sürdürülmüştür. Mısır-buğday ve soya küspesi temelli karma yem kullanılan çalışmada hayvanlar rastgele 4 gruba ayrılmıştır. Renk maddesi olarak % 25 zeaksantin içeren SME-25

ile % 10 zeaksantin içeren SME-10 ve kantaksantin (CTX) kullanılmıştır. İlk grup, hiçbir renk maddesi ilavesi yapılmayan kontrol grubu olurken, 2. grup 35 ppm zeaksantin içerecek miktarda SME-10 ve 5 ppm CTX, 3. grup 40 ppm zeaksantin içerecek miktarda SME-25 olurken 4. grup 32 ppm zeaksantin içeren miktarda SME-10 ve 2 ppm CTX ilaveli karma yemler tüketmişlerdir. Gruplar arasında performans verileri incelendiğinde istatistiksel bir farklılığın olmadığı vurgulanmıştır. Göğüs etine ait bütün renk parametrelerinin gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık gösterdiğini bildirilmiştir. Bu renk maddelerinin “b” ile “a” değerleri arası lineer bir ilişkinin olduğunu belirtilmiştir. SME-25’ li grupta deri ve yağ dokusunda lutein ve zeaksantin birikiminin, SME-10 lu gruba göre daha düşük olduğu vurgulanmıştır. Eldeki verileri değerlendiren yazarlar SME-25’in tek başına SME-10 ve CTX’in kombinasyonun yerini alabileceğini ifade etmişlerdir.

Smet et al. (2008) yaptıkları çalışmada farklı renk maddeleri içeren doğal ekstraktların etlik piliçler üzerine etkilerini incelemişlerdir. Doğal tokoferol (TC), kadife çiçeği (RO), yeşil çay (GT), üzüm çekirdeği ve domates ekstraktı tek başlarına ve farklı kombinasyonlarda kullanılmıştır. Çalışma sonunda göğüs etleri +4⁰C ve dışarıda lamba altında bekletilmiş ve lipit ile protein oksidasyonları incelenmiştir. Çalışma sonunda sentetik antioksidan ve 200 mg/kg-1 tokoferollü karma yemle beslenen grupta TBA düzeyi düşük bulunmuştur. Diğer gruplardaki sonuçlar ise 100 mg/kg’lı düzeyleri ile kıyaslandığında 200 mg/kg düzeyli gruplara göre daha yüksek TBA değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçların aksine uygulama, protein oksidasyonu bakımından gruplar arasında farklılığa sebep olmamıştır.

Rajput et al. (2016) yaptıkları çalışmada zerdeçal ve luteinin etlik piliçlerde et kalitesi ve performans üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla 200 adet günlük yaşta Arbor Acres hibriti kullanılmış ve toplamda 5 gruba ayrılmıştır. İlki kontrol grubu olacak şekilde; ikinci grup; 300 mg/kg zerdeçal, üçüncü grup; 300 mg/kg lutein, dördüncü grup 150 mg/kg zerdeçal ve 150 mg/kg lutein kombinasyonlu ve son grup 150 mg/kg luteinli olarak tasarlanmıştır. Çalışma sonunda katkı maddelerinin taze etlerde yağ ve protein oksidasyonlarına herhangi bir etkisinin olmamasının yanında 1 ay depolanan etlerde karbonil (protein

oksidasyonu) ve malondialdehid (yağ oksidasyonu) zerdeçal ve luteinli gruplarda istatistiksel olarak önemli düzeyde düştüğünü bildirmişlerdir.

Koreleski and Swiatkiewicz (2007) yaptıkları çalışmada 22-42. günler arası etlik piliçleri 8 gruba rastgele ayırmışlardır. Kontrol grubu, 2. grup doğal vitamin E kaynağı (150 mg) 3. grup kone çiçeği ekstraktı (560 mg) 4. grup kekik ekstraktı (560 mg) 5. grup adaçayı ekstartı (560 mg) 6. grup kadife çiçeği (20 mg lutein) 7. grup BHA+EQ+BHT (48.6 mg) antioksidan karışımı ve 8. grup β -apo-8-karotenoid etil ester (40 mg) grupları oluşturulmuştur. Çalışma sonunda canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma değerleri, karkas ve karkas parçaları gruplar arası istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. Fakat yağ oksidasyonu ve lezzet (diğer duyusal özellikler hariç) kadife çiçeği olan gruplarda istatistiksel olarak daha düşük değerler elde edilmiştir.

Mahdavi et al. (2013) yaptıkları çalışmada, yüksek oranda renk maddesi içeren yarız bitkisinin etlik piliçlerin karma yemlerine ilave ederek performans ve bazı kriterler üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu amaçla 300 adet Ross 308 günlük yaşta hibrit 5 gruba rastgele ayırmışlardır. Herhangi bir ilave yapılmayan kontrol grubu ve yarız bitkisi ilaveli (% 0.5, 1, 1.5, 2 oranlarında) grupları oluşturmuşlardır. Çalışma sonunda immun sistem ve heterofil/lenfosit değerleri bakımından gruplar arasında istatistiki bir farklılık görülmezken; en iyi performansı karma yemlerine % 1 oranında yarız ilave edilen gruptan elde edildiğini vurgulamışlardır.

Düzgüner vd., (2008), streptozotosin (STZ) ile diyabet oluşturulan ratlarda, likopen uygulamalarının plazma glikoz, oksidatif stres ve vücut ağırlığı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemede 12 adet dişi rat kullanılmıştır. Altı rata, tek dozunda 45 mg/kg vücut ağırlığı STZ olacak şekilde intraperitoneal olarak enjeksiyon yapılmıştır, diğer 6 rat ise test grubunu oluşturmuştur ve 21. güne kadar günde bir kere 10 ppm likopen ağızdan verilmiştir. STZ uygulaması plazma glikozunda önemli bir artışa ve vücut ağırlığında azalmaya neden olmuştur. Likopen ilavesi ise diyabetik plazma glikoz düzeyinde önemli düzeyde (%25) azalmaya neden olmuş ve 14. günden itibaren vücut ağırlığındaki düşmeyi önlemiştir. Dokuda lipit peroksidasyonu ve nitrik oksit (NO) düzeylerinin

değişmemesine rağmen, plazmadaki lipit peroksidasyonu ve NO düzeyleri önemli düzeyde azalmıştır. Sonuç olarak, likopen ilavesinin, hiperglisemiye düzelttiği, lipit peroksidasyonu ve serbest radikallerden kaynaklanan diyabetik komplikasyonları önlediği bildirilmiştir.

Aşçıoğlu (2005), deneysel olarak, sıçanlarda oksidatif stres oluşturan ve kronik kullanımda karaciğere toksik etkisi bilinen alkole karşı, antioksidan özellikleri bilinen likopenin koruyucu etkilerini araştırmıştır. Çalışmada 30 adet 3 aylık Wistar Albino erkek sıçan kontrol, alkol (10 hafta süreyle likit olarak, günde 500 ml %20'lik etanol) ve alkol + likopen (10 hafta süreyle günde 500 ml sıvı verilmiş olup sıvının %20'si etanol, %50'si domates suyu ve %30'u çeşme suyundan oluşmuştur) olmak üzere üç eşit gruba ayrılmıştır. Son uygulamadan sonraki 24. saatte tüm hayvanlardan eter anestezisi altında uygun tekniklerle alınan kan örneklerinde serum alanin amino transferaz (ALT) ve aspartat amino transferaz (AST) değerleri ve karaciğer örneklerinde histopatolojik inceleme yapılmıştır. Etanolle beslenen grupta, serum AST ve ALT enzim düzeylerinin alkolik karaciğer hasarını yansıtacak şekilde yükseldiği gözlenmiştir; kontrol grubu ve likopen alan grupla kıyaslandığında, AST, ALT serum düzeyleri ile AST/ALT oranlarının yüksek bulunduğu belirlenmiştir. Kontrol grubundaki ve likopen + etanolle beslenen gruptaki sıçanların AST, ALT serum düzeyleri ve AST/ALT oranları arasında ise farkın olmadığı saptanmıştır. Alınan karaciğer örneklerinin patolojik incelenmesi sonucu etanol alan grubun, %10'unda makroveziküler yağlanma, %30'unda mikroveziküler yağlanma, %60'ında sinüzoidal hücrelerde artış ve parenkim hücrelerinde şişme görülmüştür. Alkol+likopen grubunun %40'ı normal parenkim yapısına sahipken, %20'sinde mikroveziküler yağlanma, %40'ında hepatositlerde şişme belirlenmiştir. Çalışma sonucunda oksidatif stresle açıklanan alkolik karaciğer hastalıklarının gelişim sürecinde deneysel olarak antioksidan özellikleri bilinen likopenin koruyucu etkisi ortaya koyulmuştur.

Al-Betawi (2005), domates posasının etlik piliçlerde yem katkısı olarak kullanım olanaklarını belirlemek amacıyla bir günlük 300 Hubbard civciv kullanmıştır. Çalışmada her bir grubun 3 alt grubu olmak koşulu ile toplam 4 deneme grubu oluşturulmuştur. Katkı almayan grup kontrol grubunu oluştururken (T1), %10 alkali ile muamele edilmiş domates posası (T2), %10 sıcaklıkla

muamele görmüş domates posası (T3), %10 güneşte kurutulmuş domates posası da (T4) grubunu oluşturmuştur. Tüm yemler izonitrojenik ve izokalorik olarak hazırlanmış, yem ve su deneme süresince hayvanlara serbest olarak verilmiştir. Deneme sonucu itibariyle domates posası alan gruplar arasında canlı ağırlık kazancı bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır. Sadece kontrol grubuyla domates posası alan gruplar arasında farklılık önemli bulunmuştur. Domates posası alan gruplarda canlı ağırlık kazancı önemli düzeyde artmıştır. Kontrol grubuyla mukayese edildiğine domates posası alan grupların kümülatif yem tüketimi önemli düzeyde artmış, yemden yararlanma ve ölüm oranı ise önemli düzeyde etkilenmemiştir.

Ayhan ve Aktan (2004), kurutulmuş domates posasının etlik piliç karma yemlerinde kullanımının besi performansı üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Denemede, her iki cinsiyetten Ross-508 genotipindeki toplam 96 adet bir günlük yaştaki civcivler dört deneme grubuna rastgele dağıtılmışlardır. Gruplardaki hayvanlar sırasıyla % 0 (Kontrol), % 5, % 10 ve % 15 düzeylerinde kurutulmuş domates posası olacak şekilde, 0-3 haftalar arasında % 22 HP ve 3011 Kcal/kg ME içeren başlangıç karma yemi ve 4-6. haftalar arasında ise %20 HP ve 3125 Kcal/kg ME içeren bitiş karma yemi ile serbest olarak yemlenmişlerdir. Kurutulmuş domates posasının etlik piliç karma yemlerinde alternatif bir yem hammaddesi olarak % 5 düzeylerinde kullanılabileceği önerilmiştir.

Bhuvaneswari et al. (2001), buccal (ağız içi) kese kanseri modeli oluşturulan ratlarda likopenin etkilerini incelemişlerdir. Buccal kese 7.12 DMBA ile boyanarak, buccal kesede kanser hücreleri geliştirilmiştir. Araştırmada 1. grup yalnız DMBA grubunu, 2. grup DMBA + 2,5 mg/kg likopen grubunu, 3. grup 2,5 mg/kg likopen grubunu, 4. grup ise kontrol grubunu oluşturmuştur. Histopatolojik inceleme sonucunda; Kontrol, likopen ve DMBA + Likopen gruplarında hiç kanser hücresi bulunmazken, DMBA grubunda 6 kanser hücresi görülmüştür. Likopenin belirgin şekilde buccal kese kanserini baskıladığı, lipid peroksidasyonunu düşürdüğü ve kan dolaşımındaki antioksidan dolaşımını artırdığı gözlenmiştir. Plazmadaki vitamin E ve vitamin C artışlarının sebebinin ise likopenin glutatyon düzeyini artırmasından kaynaklandığı, plazmadaki lipid

peroksitlerinin ve eritrositlerin azalmasının sebebinin glutatyon ve glutatiyona bağı enzim E ve C'nin artışlarına bağı olduğu saptanmıştır.

Ferrante et al. (2002), yumurtacı tavuk karma yemlerine likopen kaynağı olarak domates yan ürünün kullanılma olanaklarını incelemişlerdir. Bu amaçla yürüttükleri 1. denemede %3 hayvansal yağlı standart yem, %1 hayvansal + %2 soya yağı ve %1 hayvansal + %2 balık yağlı karma yemlere kapsantin (kırmızı doğal pigment) veya likopen kaynağı olarak domates yan ürünü (%2) ilaveli yemler kullanmışlardır. İkinci denemede ise standart yeme likopen kaynağı olarak domates yan ürünü (%10) ilaveli karma yemler kullanmışlardır. Birinci denemede likopenin pigmentasyon etkisi önemli düzeyde yüksek saptanmıştır. İkinci denemede domates yan ürünü tavuklar için iştah açıcı bulunmuş, sarı ağırlığı karma yem muamelesinden etkilenmiş ve sarı rengi kırmızıya doğru eğilim göstermiştir.

Tunio et al. (2013) yaptıkları çalışmada farklı renk maddesi kaynaklarının etlik piliç performansı ve pigmentasyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Etlik piliç karma yemlerine likopen ile 2 sentetik renk maddesi (ruhsatlandırılmış kantaksantin-ruhsatlandırılmamış orange- II) farklı oranlarda ilave etmişler ve performans verileri ile pigmentasyon etkisini incelemişlerdir. Toplam 7 hafta sürdürülen çalışmada günlük yaştaki civcivler rastgele 10 gruba ayrılmıştır. Kontrol olan gruba herhangi bir renk maddesi ilavesi yapılmamıştır. Diğer grupların karma yemlerine her bir renk maddesinin 25, 50 ve 100 mg/kg dozları karma yemlerine ilave edilmiştir. Performans verileri incelendiğinde gruplar arası istatistiksel bir farklılığın olmadığını, renk parametreleri ise kantaksantinli grupların diğer renk maddeleri gruplarından roche renk skalasına göre daha koyu olduğunu bildirmişlerdir.

Osterlie and Lerfall (2005) yaptıkları çalışmada tavuk kıymasına ilave edilen likopen katkısının raf ömrü ve rengi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde likopen katkısının depolama stabilitesi ve renk üzerine olumlu etkilerini tespit etmişlerdir.

Breithaupt et al. (2003) yaptıkları çalışmada etlik piliçlerin karma yemlerine ilave edilmiş serbest ve esterleştirilmiş lutein ile kapsantinin yemleme sonrası plazmadaki düzeylerini farklı yöntemler (HPLC ve LC-MS) ile belirlemişlerdir. Bu amaçla 4 grup serbest lutein esterleşmiş lutein serbest kapsantin ve esterleşmiş kapsantin şeklinde oluşturulmuştur. Çalışma sonunda araştırmacılar sözü edilen renk maddelerinin serbest ve esterleştirilmiş formda olmasının biyoyararlılık açısından bir farka neden olmadığını vurgulamışlardır.

Toyomizu et al. (2001) yaptıkları çalışmayı, etlik piliç karma yemlerine spirulina katkısının gelişme performansı ve kas pigmentasyonu üzerine etkisi ile zeaksantin et sarı rengini geliştirebileceğini belirlemek amacıyla yürütmüşlerdir. Yirmi bir gün yaşında 24 adet erkek etlik piliç karma yemlerine 16 gün boyunca 0, 40 ve 80 g / kg düzeyinde sipurina ilave etmişlerdir. Gruplar arasında; canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı ve randımanı ile karaciğer, abdominal yağ, böbrek ve pectoralis profundus üzerine yapılan katkının bir etkisi olmamıştır. Spektrofotometrik analizde pectoralis superficialis, profundus ve sartorius kasları 40 g/kg spiruna tüketenlerde erişilebilen maksimum kırmızı rengi elde edilmiştir. Semitendinosus kasında, spirulinanın artmasıyla birlikte, sarılık da lineer bir şekilde artmıştır. Pektolaris kasında ise sarılık ve zeaksantin arasında korelasyon gözlenmiştir. Çalışma sonunda, karma yeme ilave edilen spirulinanın, hem kırmızılığı hem de sarılığı desteklediği ayıca artan zeaksantin içeriğiyle sarı pigmentasyonunu artırdığını belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada bazı doğal ve sentetik renk maddelerinin yumurta sarısının rengi ve verimle ilgili çeşitli parametreler üzerine etkilerini incelemek amacıyla üç deneme düzenlenmiştir (Kırkpınar, 1993). Birinci denemede, yumurta tavuklarına beyaz mısır, buğday temeline dayalı karma yeme ilave olarak lutein, yonca unu, kadife çiçeği unu, kırmızıbiber unu, β -apo-8¹-karotenoik asit etil ester, kantaksantin ve β -apo-8¹-karotenoik asit etil ester+kantaksantin ilaveli yemler sunulmuştur. Deneme yemleri kontrol grubu dışında ortalama 20 mg/kg toplam ksantofil şekilde hazırlanmıştır. İkinci denemede % 60 sarı mısıra ilave olarak lutein, yonca unu, kadife çiçeği unu, kırmızıbiber unu, β -apo-8¹-karotenoik asit etil ester, kantaksantin ve β -apo-8¹-karotenoik asit etil ester + kantaksantin içeren yemler kullanılmıştır. Kontrol grubu yemleri 10.4 mg/kg, diğer gruplarda

20 mg/kg toplam ksantofil içermektedir. Araştırmacılar, üçüncü denemede ise kadife çiçeği ekstaktı (KÇE) ve kırmızıbiber ekstaktının (KBE) değişik kombinasyonlarını kullanmışlardır. Deneme karma yemlerine ortalama 0, 10, 20, 30 mg/kg kadife çiçeği ekstaktı ve 0, 3 ve 6 mg/kg kırmızıbiber ekstaktı ilave edilmiştir. Yumurta sarı rengi, roche renk yelpazesi (RCF), A.O.A.C. yöntemi ile β -karoten eşdeğerliliği olarak (BCE) ve Hunter Lab reflektans kolorimetresi ile belirlenmiştir. Birinci denemede, RCF değerlerinin 1.25 ile 8.71 arasında değiştiği ve en yüksek değeri kantaksantin ile -apo-8¹-karotenoik asit etil ester gruplardan elde edildiği bildirilmiştir. BCE değerleri incelendiğinde ise en yüksek değer β -apo-8¹-karotenoik asit etil ester grupta en yüksek belirlenmiştir. Hunter “L” değeri ise kontrol de ve luteinde en yüksek, “a” en yüksek kırmızıbiber, “b” değerinde ise β -apo-8¹-karotenoik asit etil ester ilaveli gruptan elde edilmiştir. Yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi yemden yararlanma ve canlı ağırlık bakımından arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. İkinci denemede RCF değerleri en yüksek kırmızıbiber unu’lu grupta belirlenirken bunu kantaksantin ve β -apo-8¹-karotenoik asit etil esterli etil ester ilaveli grup izlemiştir. BCE değeri en yüksek yonca unu, -apo-8¹-karotenoik asit etil ester ve kadife çiçeğinde görülmüştür. Hunter L* değeri en yüksek kontrol grubunda gözlenmiş a* değeri kırmızı biber ilaveli grupta b* değeri ise en yüksek lutein ilaveli grupta belirlenmiştir. Yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi yemden yararlanma ve canlı ağırlık bakımından gruplar arası farklılık önemsiz bulunmuştur. Üçüncü denemede ise RCF değeri KÇE ve KBE etkili olmuştur. En düşük değer kontrol grubunda belirlenirken en yüksek değer 30mg KÇE ve 6 mg KBE’li gruptan elde edilmiştir. Hunter L* değeri en yüksek kontrol grubunda belirlenmiş, a* değeri ise KBE, KÇE’den daha etkili olmuş b* değeri ise KÇE daha etkili olmuştur. Yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi, yemden yararlanma ve canlı ağırlık bakımından gruplar arası farklılıkların önemsiz bulunduğunu bildirilmiştir.

Yenice vd., (2007), yaptıkları çalışmada yumurta tavuğu yemlerinde kırmızıbiberden üretilen ve 5 mg/kg kırmızı ksantofil içeren doğal renk maddesi Kem-Glo’nun sentetik renk maddeleri yerine kullanım olanakları ile bu renk maddelerinin performans verileri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Deneme 38 haftalık yaşta Rhode Island Red kahverengi yumurtacı tavuklarda 5 deneme grubu

oluşturulmuştur. grubun karma yemlerine kontrol grubu olarak herhangi bir renk maddesi ilavesi yapılmamış, 2. grubun karma yemlerine sentetik renk maddeleri karışımı (3 kg/ton carophyll kırmızı % 1 + 0.5 kg/ton carophyll sarı %1) ilave edilmiş, kalan gruplara da farklı seviyelerde Kem-Glo (1, 2, 3 kg /ton) ilave edilmiştir. Deneme 35 gün sürdürülmüştür. Yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi yemden yararlanma yumurta kütlesi ve canlı ağırlıklar bakımından deneme grupları arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir. Roche renk skalası değeri bakımından önemli farklılıklar bulunmuştur. Sonuç olarak araştırmacılar, mısır temeline dayalı yumurta tavuğu yemlerinde sentetik renk maddeleri yerine kırmızı biberden üretilen doğal renk maddesi Kem-Glo'nun kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Kullanım miktarı olarak da istenilen yumurta sarısı rengi için 10-15 mg/kg kırmızı ksantofil tavsiye etmişlerdir.

2.8. Dünyada ve Türkiye’de Karotenoidlerin Kullanımı

Hayvan beslemede karotenoidlerin kullanımı, dünyanın değişik yerlerinde farklı yasal düzenlemeler ile belirlenmiştir. Yem katkı maddesi listelerinde renk maddeleri kullanım miktarları ülkeden ülkeye değişmektedir. Karotenoid uygulamaları Amerika’da Avrupa’dan daha çok sınırlayıcı davranmaktadır.

Avrupa birliği, esas “regulation (EC) no 1831/2003” (2003) numaralı hayvan beslemede kullanılan katkı maddeleri ve yetkilendirme kuralları, pazarlama ve yem katkılarının etiketlenmesin ilişkin düzenlemede aşağıdaki ifadelerle yer vermiştir:

Renklendiriciler “duyusal katkı maddeleri” grubuna aittir, bu maddeleri tüketen hayvanlardan elde edilen ürünlerin veya yemin organoleptik özelliklerini değiştirmeli veya iyileştirmelidir. Renklendiricilerle ilgili olarak “duyusal katkı maddeleri” kategorisi üç alt grup (ek 1, 2a) içermektedir; (i) maddeler eklenmeli veya hayvan yeminin rengini düzeltmelidir, (ii) maddeler hayvan yemlerine eklendiğinde, hayvansal orjinli gıdaların renkleri iyileşmelidir, (iii) maddeler süs kuşları ve süs balıklarının tercih edilen rengini etkilemelidir. Eklere istinaden “yem katkı maddelerinin toplu listesi” (2003)’nde hayvan beslemede kullanılacak 9 adet ksantofil yem katkı maddesi bulunmaktadır. Çizelge 2.6.’da Avrupa Birliği’nde önerilen ve son durumları hakkında bilgi verilmiştir. Herhangi bir zaman limiti

mevcut değildir. Ülkemizde ise Hayvan Beslemede Kullanılan Yem Katkı Maddeleri Hakkında Yönetmeliğin 16. Maddesine Göre Kullanımına İzin Verilen Yem Katkı Maddeleri Kayıt Listesinde yer almaktadır. Yönetmeliğin 2.a kategorisinde Tek başına veya diğer karotenoidler ve ksantofillerle birlikte renk maddelerine 80 mg/kg üst düzeyinde izin verilmiştir.

Kantaksantine, köpek, kedi, süs kuşları ve balıklarının yemlerinde katkı maddesi olarak izin verilmiştir (toplu liste (EC) no 880/2004), ve astaksantin ve biksin de süs balığı yemlerine katkı maddesi olarak ilave edilebilir (izin verilen katkı maddeleri listesi, 2004). Fakat maksimum kullanma miktarı belirtilmemiştir. Zengin astaksantik kaynağı olan *Phaffia rhodozyma* (*P. Rhodozyma* ATCC 74219, mayasının biyokütle konsantrasyonu ölümcüldür, en az 4.0 g astaksantin/kg konsantrasyonu ilavesiyle maksimum ethoxyquin içeriği 200 mg/kg'dır.) somon ve alabalık yemlerine maksimum 100 mg/kg astaksantin olacak şekilde izin verilmektedir (toplu liste (EC) no 1288/2004). Astaksantin kullanımı kantaksantin ile birlikte 6 aylık yaştan sonrası ve yemde astaksantin ve cantaksantin'nin toplam konsantrasyonu 100 mg/kg düzeyini aşmayacak şekilde izin verilir.

Sadece karbon zincirinin uzunluğu değil (C30-C40), aynı zamanda fonksiyonel gruplarının çeşitliliği de farklıdır, tüm komponentler yağda çözünmesine rağmen dikkat çekici olan polar farklılığıdır (Breithaupt and Schlatterer, 2005). Ksantofil polarları, en az 2 hidroksil grup (lutein, zeaksantin, kapsantin) ϵ -, β - ya da K-iyon halkası ya da bir aldehid içermelidir (β -apo-8'-carotenal) ya da 2 keto gruplu (kantaksantin) aksine nonpolar ksantofiller 1 terminal ester gruplu (β -apo-8-karoteno-asit etil ester), bir metil ketonu işlevli (sitranaksantin), ya da sadece 1 hidroksil gruplu β -criptoksantin, hayvan beslemede kullanılan en popüler nonpolar ksantofillerdir. Kanatlıların karakteristik özelliği olarak, nonpolar karotenlerin pigmentasyon üzerine bir etkisi yoktur (Hencken, 1992). Bu nedenle, etlik piliç deri rengi ve yumurta sarı rengi üzerine olan etkisinden dolayı ksantofiller ekonomik önem kazanmıştır. Karma yemdeki ksantofil konsantrasyonu ile renk yoğunluğu (sarı-kırmızı) kontrol edebilmekte ve bunun yanında birçok faktörle; kanatlıların fizyolojisi ve sağlığı, yem faktörleri, yem üretimi sonucu karakteristik yumurta sarısı pigmentasyonu etkilenebilir

(Baker and Gunther, 2004). “Kanatlı” teriminde özellikle günümüzde ticari yumurtacılar da uygulanan 8 adet ksantofil Çizelge 2.6.’da verilmiştir. Astaksantin kullanımı sonucu pembe yumurta sarısı elde edilmektedir ki bu birçok EU tüketicileri için tercih edilmemektedir. Bir tek istisna harici ksantofiller 80 mg/kg yem düzeyinde izin verilmektedir, istisna ise yumurtacı tavuklarda kantaksantin’in maksimum 8 mg/kg kullanımına izin verilmiştir. Bu düzenleme kantaksantin uygulamasının istenmeyen etkisinden dolayı kaynaklanmaktadır. (Arden and Barker, 1991; Baker, 2001). Kantaksantin doğal olmasına rağmen (*Cantharellus cibarius*’un renginden olan kantaksantin) aslında çok büyük bir kısmı kimyasal sentez yoluyla elde edilmektedir ve kanatlı işletmelerinde istenilen asıl kırmızı ksantofili, sitranaksantinle kıyaslanınca daha yüksek pigmentasyon etkisi vermektedir. Organik yumurta işletmelerinin ana esaslarına bakılacak olursa, bitkilerden solvent ekstraksiyonuyla elde edilen renk maddeleri gibi sentetik bileşiklerin kullanımı yasaktır. Yonca (*Medicago sativa*) ve mısır (*Zea mays*) gibi ksantofilce zengin bitki uygulamaları sayesinde yumurta sarısında ksantofil bulunur.

Dünya pazarında, 2004 yılında karotenoidlerin ekonomik değeri yaklaşık 887 milyon dolar civarındadır. Dünya ksantofil pazarında ilk iki sırayı astaksantin ve kantaksantin almaktadırlar ve en büyük uygulama yemlerde olmaktadır. Gıda pazarında karotenoidler içerisinde β -karoten, hala en büyük ekonomik öneme sahiptir. Ksantofillere örnek olarak β -apo-8-karotenal ve β -apo-8 karotenoik asit etil ester kimyasal sentez yoluyla pazar liderleri DSM ve BASF firmaları tarafından üretilerek önemli bir rol üstlenmektedir (Rajan, 2005). Lutein sentezi çok uzun olduğundan sentez yoluyla üretilmemektedir.

Çizelge 2.6. EU 70/524/EEC 1.' e Göre Karotenoidler ve Ksantofillerin Kabul Edilebilir Kullanım Miktarları

Katkı maddesi (EC no)	Kimyasal formülü	Tür ve hayvan kategorisi	Yemdeki maksimum içeriği (mg/kg)
Kapsantin (E 160c)	C40H56O3	Kanatlı	80 ^a
β -apo-8 ^l -karotenol (E 160e)	C30H40O	Kanatlı	80 ^a
β -apo-8 ^l -karotenoik asit etil ester (E 160f)	C32H44O2	Kanatlı	80 ^a
Lutein (E 161b)	C40H56O2	Kanatlı	80 ^a
Kriptoksantin (E 161c)	C40H56O	Kanatlı	80 ^a
Kantaksantin (E 161g)	C40H52O2	Kanatlı ve diğer yumurtlayanlar, yumurtacı tavuklar,	25 ^b 80 ^b
Zeaksantin (E 161h)	C40H56O2	Kanatlı	80 ^a
Sitranaksantin (E 161i)	C33H44O	Yumurtacı tavuklar	80 ^a

a: Tek başına veya diğer karotenoid ve ksantofiller ile.
b: Kantaksantin'in yemdeki miktarı diğer karotenoidler ve ksantofiller karışımı ile birlikte 80 mg/kg aşmamalı.
c: Astaksantin'in kullanımı kantaksantin ile birlikte 6 aylık yaştan sonrası ve yemde astaksantin ve cantaksantin'in toplam konsantrasyonu 100 mg/kg düzeyini aşmayacak şekilde izin verilir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1. Hayvan materyali

Denemede 840 adet Ross 308 hibriti günlük yaşta erkek etlik civciv İzmir’de faaliyet gösteren ticari bir kuruluştan temin edilmiştir.

3.1.2. Yem materyali

Araştırmada kullanılan karma yemler ticari bir yem fabrikasından temin edilmiştir. Önceden hazırlanan başlangıç ve bitiş karma yemlerine 80 ppm likopen, 80 ppm lutein, 80 ppm zeaksantin, 40 ppm likopen + 40 ppm lutein, 40 ppm likopen + 40 ppm zeaksantin, 40 ppm lutein + 40 ppm zeaksantin katkıları EÜZF Zootečni Bölümü Yem ünitesinde ilave edilmiştir. Çizelge 3.1 ve 3.2’de denemede kullanılan etlik civciv başlangıç ve etlik piliç bitiş karma yemlerinin yapıları ve besin maddesi içerikleri verilmiştir. Başlangıç yemleri 0-3. haftalar arası, bitiş yemi 4-6. haftalar arasında hayvanlara sunulmuştur. Son hafta bitiş yeminden koksidiyostat katkısı kaldırılmıştır.

Çizelge 3.1. Denemede Kullanılan Etlik Cıvciv Başlangıç Karma Yemlerinin Yapıları (g/Kg), Besin Maddesi (%) ve Metabolik Enerji (Kcal/Kg) Düzeyleri

Gruplar	K ¹	LK ²	LT ³	ZK ⁴	LK+LT ⁵	LK+ZK ⁶	LT+ZK ⁷
Yem Hammadde ve Katkı Maddeleri							
Mısır	299	299	299	299	299	299	299
Buğday	200	200	200	200	200	200	200
Tam yağlı soya	170	170	170	170	170	170	170
Soya küspesi	242	242	242	242	242	242	242
Tüy unu	10	10	10	10	10	10	10
Bitkisel yağ	26.96	26.96	26.96	26.96	26.96	26.96	26.96
Mermer tozu	12	12	12	12	12	12	12
Kolin klorid	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Tuz	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899	1.899
Vit-min premiksi ⁸	3	3	3	3	3	3	3
Sodyum bikarbonat	2.184	2.184	2.184	2.184	2.184	2.184	2.184
Threonin	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
Koksidiyostat ⁹	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Enzim premiksi ¹⁰	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Vitamin E	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Lizin	4.65	4.65	4.65	4.65	4.65	4.65	4.65
Monokalsiyum fosfat	14	14	14	14	14	14	14
Probiyotik ¹¹	6	6	6	6	6	6	6
Premiks ¹²	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
DL-methionin	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72	4.72
Likopen	-	0.080	-	-	0.040	0.040	-
Lutein	-	-	0.080	-	0.040	-	0.040
Zeaksantin	-	-	-	0.080	-	0.040	0.040
Kimyasal analiz (%)							
Kuru Madde	89.58	89.71	90.02	89.74	89.57	89.48	89.28
Ham Protein	23.41	23.48	23.58	23.27	23.41	23.37	23.44
Metabolik Enerji (Kcal/kg)	3024.2	3031.0	3026.4	3018.8	3028.9	3022.7	3025.3
Ham Yağ	7.42	7.44	7.48	7.38	7.43	7.42	7.40
Ham Kül	3.24	3.21	3.28	3.19	3.27	3.26	3.25
Ham Selüloz	3.24	3.20	3.28	3.22	3.27	3.26	3.24
Nişasta	35.22	35.28	35.27	35.26	35.29	35.22	35.24
Şeker	4.77	4.77	4.78	4.81	4.80	4.76	4.79
Kalsiyum	1.06	1.06	1.05	1.07	1.08	1.09	1.07
Hesaplanmış içerik (%)							
Yararlanabilir Fosfor				0.53			
Lisin				1.36			
Metionin				0.78			
Metiyonin+sistin				1.075			
Triptofan				0.21			
Treonin				0.84			
Sodyum				0.18			
Klor				0.18			
Potasyum				1.09			
Valin				0.95			
Isolösin				0.87			
Arjinin				1.43			

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin - ⁸ 2 kg'ında 12 000 000 IU Vitamin A, 3 000 000 IU Vitamin D₃, 50 000 mg Vitamin E, 5 000 mg Vitamin K₃, 3 000 mg Vitamin B₁, 6 000 mg Vitamin B₂, 30 000 mg Niasin, 10 000 mg Cal, D, Pantothenate, 5 000 mg Vitamin B₆, 30 mg Vitamin B₁₂, 100 mg D, biotin, 1 000 mg folik asit, 400 000 mg kolin klorid, 80 000 mg manganez, 30 000 mg demir, 60 000 mg çinko, 5 000 mg bakır, 500 mg kobalt, 2 000 mg iyot, 235 680 mg kalsiyum ⁹ Salinomisin sodyum 120 mg ¹⁰ endo-1,3 (4)-beta glukanaaz 1.4100.000 ünite-endo- 1,4- beta ksilanaz 600 000 ünite selülaz 10 200 ünite ¹¹ Bacillus türlerinden üretilmiş - ¹² Simektit kil mineralleri, aktive edilmiş β-glukan

Çizelge 3.2. Denemede Kullanılan Etlik Piliç Bitiş Karma Yemlerinin Yapıları
(g/Kg), Besin Maddesi (%) ve Metabolik Enerji (Kcal/Kg) Düzeyleri

Gruplar	K ¹	LK ²	LT ³	ZK ⁴	LK+LT ⁵	LK+ZK ⁶	LT+ZK ⁷
Yem Hammadde ve Katkı Maddeleri							
Mısır	352.75	352.75	352.75	352.75	352.75	352.75	352.75
Buğday	249	249	249	249	249	249	249
Tam yağlı soya	170	170	170	170	170	170	170
Soya küspesi	122.50	122.50	122.50	122.50	122.50	122.50	122.50
Tüy unu	10	10	10	10	10	10	10
Dana et-kemik unu	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50
Tavuk unu	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75
Asit yağ	44.05	44.05	44.05	44.05	44.05	44.05	44.05
Mermer tozu	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60	8.60
Sıvı methionin	3.16	3.16	3.16	3.16	3.16	3.16	3.16
Kolin klorid	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Tuz	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87
Vit-min premiksi ⁸	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99
Sodyum bikarbonat	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Enzim ⁹	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
Threonin	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
Koksidiyostat ¹⁰	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51
Probiyotik-prebiyotik ¹¹	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Vitamin E	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Esansiyal yağ ¹²	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Lizin	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87
Mono kalsiyum fosfat	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53
Likopen	-	0.080	-	-	0.040	0.040	-
Lutein	-	-	0.080	-	0.040	-	0.040
Zeaksantin	-	-	-	0.080	-	0.040	0.040
Kimyasal analiz (%)							
Kuru Madde	88.72	88.57	88.74	88.67	88.74	88.76	88.74
Ham Protein	19.58	19.61	19.62	19.56	19.58	19.59	19.59
Metabolik Enerji (Kcal/kg)	3168.8	3167.8	3171.4	3170.1	3169.2	3168.1	3170.5
Ham Yağ	10.17	10.15	10.18	10.19	10.17	10.15	10.18
Ham Kül	4.85	4.83	4.90	4.88	4.86	4.85	4.85
Ham Selüloz	3.15	3.17	3.16	3.14	3.16	3.14	3.15
Nişasta	37.38	37.38	37.39	37.41	37.40	37.39	37.38
Şeker	3.95	3.94	3.95	3.93	3.94	3.96	3.97
Kalsiyum	0.88	0.87	0.88	0.86	0.87	0.89	0.88
Hesaplanmış içerik (%)							
Yararlanabilir Fosfor				0.43			
Lisin				1.03			
Metionin				0.54			
Met+sis				0.80			
Triptofan				0.19			
Treonin				0.66			
Sodyum				0.18			
Klor				0.20			
Potasyum				0.87			
Valin				0.80			
Isolösin				0.71			
Arjinin				1.17			

¹ Kontrol - ² Likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin - ⁸ 2 kg'ında 12 000 000 IU Vitamin A, 3 000 000 IU Vitamin D₃, 50 000 mg Vitamin E, 5 000 mg Vitamin K₃, 3 000 mg Vitamin B₁, 6 000 mg Vitamin B₂, 30 000 mg Niasin, 10 000 mg Cal, D, Pantothenate, 5 000 mg Vitamin B₆, 30 mg Vitamin B₁₂, 100 mg D, biotin, 1 000 mg folik asit, 400 000 mg kolin klorid, 80 000 mg manganez, 30 000 mg demir, 60 000 mg çinko, 5 000 mg bakır, 500 mg kobalt, 2 000 mg iyot, 235 680 mg kalsiyum ⁹ endo-1,3 (4)-beta glukana 275 IU/g -endo- 1,4- beta ksila 400 IU/g fitaz 1000 FTU/g - endo-1,3 (4)-beta glukana 1.4100.000 ünite-endo- 1,4- beta ksila 600.000 ünite selüloz 10.200 ünite ¹⁰ Salinomisin sodyum 120 mg ¹¹ Bacillus türlerinden üretilmiş, beta-galactomannans. - ¹² Timol

3.1.3. Çalışmada kullanılan renk maddeleri

Denemede kullanılan renk maddesi kaynağı olarak likopen (LycoVit), lutein (Lutein DC) ve zeaksantin (Optisharp) ile bunların (1:1) karışımları kullanılmıştır.

Üretim yeri Almanya olan likopen BASF firmasına ait LycoVit % 10 ticari ismin 5 kg'lık özel ambalajında satılmaktadır. İnce kırmızı-menekşe renkte toz halde bir üründür. İçeriğinde glikoz şurubu ile modifiye edilmiş nişasta, likopen ve DL- α - tokoferol vardır. Soğuk suda çözünmemekte ve kırmızı renk vermektedir. 20-25 ppm kırmızı renk eldesi için ideal olarak belirtilmiştir. Likopen gıda boyası ve gıda desteği olarak kullanılmaktadır. Likopen kullanımı ülkelerin kendi belirlediği sınırlamalar ile belirlenmiştir. İçeriğindeki DL- α - tokoferol ile oda sıcaklığında orijinal ambalajında en az 24 ay bozulmadan stabil şekilde kalabilmektedir. Ürün oksijen, ışık, sıcaklık ve nemden kolayca etkilenebildiğinden açıldığında hızlıca tüketimi önerilmektedir.

Likopen $C_{40}H_{56}$ molar kütlesi 536.9 g/mol ve yoğunluğu 0,4-0,6 g/ml'dir.

Lutein BASF firmasına ait "Lutein DC" % 5 isminde 25 kg'lık özel ambalajında satılmaktadır. Kullanılan luteinin üretim yeri Danimarkadır. Koyu portakal rengine toz halindedir. Toz halindeki zerreler küre biçiminde olup benzer büyüklüğe sahiptir. Bazı sarımsı beyaz nişasta zerreleri de görülebilir. İçeriğinde mısır nişastası, jelatin sukroz, lutein, trikalsiyum fosfat, DL- α - tokoferol, sodyum askorbat, askorbit palmitat. Sıcak suda (35-40°C) dağılabilmektedir. Çözünmüş halde sarıdan portakal rengine görünürken, suda çözünmeyen nişasta gözle görünür hale gelmektedir. Lutein birçok ülkede gıda boyası olarak kullanılmaktadır. Fakat çoğu ülkede kullanım miktarları farklı belirlenmiştir. İçeriğindeki tokoferol ve sodyum askorbat sayesinde oda sıcaklığında ve orijinal paketinde 36 ay boyunca stabilitesini korur. Ürün oksijen, ışık, sıcaklık ve neme karşı hassastır. Bu nedenle oda sıcaklığında kuru ve gün ışığı görmeyen yerde bekletilmelidir.

Lutein, β - ϵ -caroten-3,3'-diol (3R, 3'R, 6'R)

Lutein $C_{40}H_{56}O_2$ ve molar kütlesi 568.9 g/mol'dür. Yoğunluğu 0.6 g/ml'dir.

Zeaksantin, DSM firması tarafından üretilen "OptisharpTM" % 5 ticari isimli serbest akış gösteren tanecikli yapıda bir üründür. Nişasta ve sükrozun tanecikli yapısı içerisinde dağılmış olarak bulunmaktadır ve DL-tokoferol ve sodyum askorbat antioksidanları ilavelidir. Mikrobiyal saflığı yüksek bir üründür. Soğuk suda çözünmektedir. Ürün hava, sıcaklık, ışık ve neme karşı hassastır. Ürün, açılmamış bir şekilde orijinal ambalajı içerisinde 36 ay boyunca 15°C' nin altında bozulmadan kalabilir. En iyi kullanım şekli ambaj açıldıktan sonra hızlı bir şekilde tüketilmesidir.

Kimyasal adı: (3R, 3'R)- β -karoten-3,3'-diol; 3,3'-dihidroksi- β -karoten

Zeaksantin $C_{40}H_{56}O_2$ ve molar kütlesi 568.89 g/mol

Planlanan bu çalışmada kullanılan renk maddelerinin saflık düzeyleri [likopen (%10), lutein (%5) ve zeaksantin (%5)] dikkate alınarak deneme gruplarına ilave edilecek likopen, lutein ve zeaksantin miktarları hesaplanmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Denemenin düzenlenmesi ve yürütülmesi

Araştırma, EÜZF Zootečni Bölümü deneme ünitesinde tam çevre denetimli kümeste 840 adet günlük erkek etlik civciv ile yürütülmüştür. Civcivler ilk gün tartılarak rastgele gruplara ve tekerrürlere dağıtılmışlardır. Denemenin sonuna kadar (42 gün) tam çevre denetimli kümeste kendi tekerrürlerinde barındırılmışlardır. Denemede kullanılan gruplar aşağıdaki gibi olup her bir grupta 6'şar tekerrür, her bir tekerrürde 20'şer erkek hayvandan oluşacak şekilde düzenlenmiştir.

- Hiçbir ilave yapılmayan kontrol grubu, (K)
- Karma yeme 80 ppm likopen ilave edilen grup, (LK)

- Karma yeme 80 ppm lutein ilave edilen grup,(LT)
- Karma yeme 80 ppm zeaksantin ilave edilen grup, (ZK)
- Karma yeme 40 ppm likopen + 40 ppm lutein ilave edilen grup, (LK+LT)
- Karma yeme 40 ppm likopen + 40 ppm zeaksantin ilave edilen grup, (LK+ZK)
- Karma yeme 40 ppm zeaksantin + 40 ppm lutein ilave edilen grup. (LT+ZK)

Civcivler için standart kümes içi sıcaklık ve nem değerleri sağlanmıştır. Araştırma boyunca standart aydınlatma yapılmıştır. Hayvanların canlı ağırlık ve yem tüketimleri haftalık olarak 1 g hassasiyetinde terazi ile belirlenmiş, canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma değerleri bu rakamlardan hesaplanarak bulunmuştur. Araştırma süresince hayvanlara yem ve su ad libitum olarak sağlanmıştır. Denemede kullanılan etlik piliçlerde ölüm meydana gelmemiştir.

Piliçler 42. günde servikal dislokasyonla kesilmiş ve hemen karkas, göğüs, but, kalp, karaciğer, abdominal yağ, bezel mide, taşlık, duodenum, ileum+jejunum, kalın ve kör bağırsak ağırlıkları 0.1 g hassasiyetindeki terazi ile tartılmıştır.

Kesimde sol göğüs etleri (her tekerrürden 1 hayvan) paketlenmiş ve -20 °C'de depolanmış; 4 ay süresince 1'er aylık periyotlarla çıkartılarak MDA ve Karbonil değerleri tespit edilmiştir.

Karkas randımanı, “karkas ağırlığı (g) / kesim yaşı canlı ağırlığı (g) x 100” formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

Göğüs ve but eti ile yenilebilir iç organlar ve sindirim sistemi organlarının oransal değerleri ise “organ ağırlığı (g) / karkas ağırlığı (g) x 100” formülü kullanılarak hesap edilmiştir.

Çizelge 3.3.'de yapılan çalışmaya ait akış planı görülmektedir.

Çizelge 3.3. Çalışmaya Ait Akış Planı

Deneme başlamadan önce	Karma yemler temin edildi ve oluşturulan gruplara renk maddeleri ilaveleri yapıldı. Renk maddelerinin DPPH ve β -karoten eş değerlikleri belirlendi. Karma yemlerin analizleri yapıldı.
Deneme başı	Hayvanlar tartılarak rastgele gruplara dağıtıldı. Başlangıç karma yemi verilmeye başlandı.
7. gün	Yem ve hayvan tartımı yapıldı.
14. gün	Yem ve hayvan tartımı yapıldı.
21. gün	Yem ve hayvan tartımı yapıldı. Bitiş yemine geçildi.
28. gün	Yem ve hayvan tartımı yapıldı.
35. gün	Yem ve hayvan tartımı yapıldı.
42. gün	Yem ve hayvan tartımı yapıldı. Kesim parametreleri tespit edildi. Kan alındı. Taze ette MDA ve karbonil analizleri yapıldı.
Deneme sonu 1. ay	Göğüs etlerinde MDA ve karbonil analizleri yapıldı. Et ve kan analizleri yapıldı.
Deneme sonu 2. ay	Göğüs etlerinde MDA ve karbonil analizleri yapıldı. Et ve kan analizleri yapıldı.
Deneme sonu 3. ay	Göğüs etlerinde MDA ve karbonil analizleri yapıldı.
Deneme sonu 4. ay	Göğüs etlerinde MDA ve karbonil analizleri yapıldı.

3.2.2. Kimyasal analizlerin yürütülmesi

3.2.2.1. Yemlerin weende analizleri

Denemede kullanılan karma yemlerin ham besin maddesi içerikleri Weende analiz yöntemine göre (AOAC, 1990), kalsiyum analizi flame fotometrik yöntem ile fosfor analizi ise kolorimetrik yöntem ile (AOAC, 1990) E.Ü.Z.F. Zootekni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı Laboratuvarında belirlenmiştir. Karma yemlerin nişasta ve şeker içerikleri saptanarak (Nauman and Bassler, 1991), metabolik enerji değerleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{ME, Kcal/kg} = \{(0.1551\% \text{HP} + 0.3431\% \text{HY} + 0.1669\% \text{Nişasta} + 0.1301\% \text{Şeker}) / 4,184\} \times 1000$$

3.2.2.2. Çalışmada kullanılan renk maddelerinin serbest radikal yakalama aktivitesi (DPPH yöntemi) ve β -karoten Eş değerkliklerinin belirlenmesi

Çalışmada kullanılacak renk maddelerinin antioksidan kapasiteleri, serbest radikal bağlama kapasitesi (DPPH) (Brand-Williams et al., 1995) ile β -karoten eş değerklikleri Sacchetti et al. (2005) tarafından önerilen yöntem ile laboratuvar ortamında belirlenmiştir. Bu amaçla her bir renk maddesi birer defa iki paralel olacak şekilde analiz edilmiştir.

DPPH serbest radikal yakalama aktivitesinin Brand-Williams et al. (1995)'a göre belirlenmesi için DPPH'nin metanoldeki çözeltisinden (1.0×10^{-3} M) 1 mL alınarak üzerine 3 mL 0-250 $\mu\text{g/mL}$ derişim aralığında etanolde çözülerek hazırlanmış örnek çözeltisi eklenerek, vorteks ile şiddetle çalkalanmıştır. Otuz dakika karanlıkta bekletildikten sonra 517 nm dalga boyunda absorbans okunmuştur. İşlemler 2 tekrarlı ($n=2$) yapılmıştır. Yüzde aktivite (DPPH serbest radikal yakalama aktivitesi) aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Aktivite} = [\text{AK} - \text{AÖ} / \text{AK}] \times 100$$

AK: Kontrolün absorbansı AÖ: Örneğin absorbansı Farklı derişimlerle ölçülen absorbanslarla grafik çizilmiştir.

$y = ax + b$ denkleminde DPPH derişimini yarıya düşüren örnek miktarı $\mu\text{g/mL}$ cinsinden bulunmuştur.

β -karoten Eş Değerklikleri için ilk önce standart karoten çözeltisi hazırlanmıştır. Bunun için 5 g % 0.3'lük β -karoten tartılarak 250 ml'lik balon joje içerisinde asetonla yıkanmış ve ölçü çizgisine kadar asetonla tamamlanmıştır. Standart karoten çözeltisinden 10, 20, 30, 45, 60 ve 75 ml alınarak 100 ml'lik ölçü balonlarına aktarılmış ve çizgisine kadar asetonla tamamlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan çözeltilerde 0.6, 1.2, 1.8, 2.7, 3.6 ve 4.5 mcg/ml β -karoten içermektedir.

Hazırlanan çözeltiler 450 nm'ye ayarlı spektrofotometrede asetona karşı okunmuştur. Elde edilen sonuçlar ile çözeltilerin içerdikleri β -karoten miktarları kullanılarak standart eğri çizilmiştir.

Çalışmada kullanılan renk maddelerinin β -karoten Eş Değerliklerini saptamak için 2'şer paralel olarak 2.5 g tartılmış 50 ml aseton da çözdürülmüş ve 4 numara Whatman filtre kağıdından süzölmüş ve süzük 100 ml'lik balon jodede asetonla tamamlanmıştır. Daha sonra 450nm'ye ayarlı spektrofotometrede okunarak β -karoten Eş Değerlikleri aşğıdaki şekilde hesaplanmıştır.

β -karoten Eş Değerlikleri: Grafik üzerinde saptanan β -karoten (mcg) / örnek miktarı x 100

3.2.2.3. Etlik piliçlerin göğüs etlerinde malondialdehid (MDA) miktarının belirlenmesi

Göğüs etindeki lipid peroksidasyonunun ölçütü malondialdehid (MDA) düzeyi Witte et al. (1970)'in tiyobarbitürik asit (TBA) yöntemine göre saptanmıştır. Lipid peroksidasyonunun son ürünü olan MDA'nın ölçölmesi TBA ile reaksiyona girerek oluşturduğu renkli kompleksin spektrofotometrik olarak izlenmesine dayanmaktadır. Bunun için et örneklerinden 2.5 g tartılıp üzerine önce 25 ml buz soğukluğunda triklorasetik asit (TCA) çözeltisi ilave edilmiş ve homojenizatör ile parçalanmış, daha sonra üzerine 25 ml buz soğukluğunda saf su ilave edilmiş 1 dakika süreyle parçalama işlemine devam edilmiştir. Elde edilen homojenat Whatman 41 no'lu filtre kağıdından süzölerek 50 ml'lik balon jojeye alınmıştır. Balonjoje çizgisi 1:1 TCA:Su çözeltisi ile tamamlanmıştır. Balon jojelerden 5 ml süzöntü alınmış ve üzerlerine 5'er ml su ile hazırlanmış TBA çözeltisinden eklenmiştir. Daha sonra bu örnekler 80 °C'ye ayarlanmış su banyosunda 35 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda örnekler soğutulmuş spektrofotometrede (Amsterdam, 2100 UV spektrofotometre, UK) köre (1:1 TCA:Su ile hazırlanmış) karşı 532 nm'de okunmuştur. Elde edilen absorbans değerleri 7.8 ile çarpılarak malonaldehit miktarı (MDA) mg cinsinden 1 kg et için hesaplanmıştır.

3.2.2.4. Etlik piliçlerin göğüs etlerinde karbonil miktarının belirlenmesi

Ette karbonil düzeylerinin ölçümünde, Reznick and Packer (1994) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. Protein yapısında bulunan karbonil gruplarının 2,4-dinitrofenilhidrazin ile oluşturdukları dinitrofenilhidrazonların renk şiddetinin 370 nm dalga boyunda ölçülmesine dayanmaktadır. Göğüs etleri içinde % 0.1'lik digitonin, 1 mM EDTA, 5 µg/ml aprotinin ve 40 µg/ml fenilmetilsülfonil florid bulunan fosfat tamponu (pH 7.4) ile 1/10 (w/v) oranında homojenize edilmiştir. Homojenatlar 10000xg'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen berrak süpernatantlar protein karbonil analizi için kullanılmıştır.

Elde edilen süpernatanttan 500µl alınarak üzerine 2,4-dinitrofenilhidrazin eklenmiş, vorteks ile karıştırılmış ve karanlıkta oda ısısında 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra, tüplere %20 (w/v) trikloroasetik asit eklenmiş, tüpler buzda bekletilmiş ve 10000xg'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Örnekler 3 kez 1:1 oranında karıştırılmış etanol:etil asetat karışımı ile yıkanmıştır. Yıkanan örnekler 6M guanidin hidroklorid ile resüspanse edilmiştir. Oluşan reaksiyon 370 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. 2,4-dinitrofenilhidrazin içermeyen örnek körü benzer şekilde hazırlanmıştır. Örnek körü 280 nm'de değerlendirilerek homojenattaki protein düzeyi tespit edilmiştir. Standart eğrinin hazırlanması için bovin serum albumini kullanılarak 1, 1.25 ve 2.5 g/L yoğunluklarında standart çözeltileri hazırlanmıştır. Yukarıdaki yönteme göre ikişer kez çalışılarak, yoğunluk-absorbans grafiği çizilmiştir. Regresyon analizi ile saptanan formül kullanılarak örneklerdeki protein yoğunlukları hesaplanmıştır. Protein karbonil 370 nm'de molar absorpsivitesi kullanılarak homojenatlardaki protein karbonil konsantrasyonu hesaplanmıştır. Bulunan değerleri et protein düzeyine oranlanarak sonuçlar nmol/mg protein olarak ifade edilmiştir.

3.2.2.5. Etlik piliçlerin göğüs ve but etlerinde besin madde miktarlarının belirlenmesi

Et besin madde miktarlarının belirlenmesi için her bir tekerrürden 1'er hayvanın göğüs ve but eti örnekleri kesim günü ayrılmış ve analiz yapılınca

kadar -20°C 'de depolanmıştır. Toplamda 42 adet göğüs ve 42 adet but etinde (7 grup/6 tekerrür) besin madde analizlerine (kuru madde, ham kül, ham protein, ham yağ) hazırlık için Tefal Masterchop marka doğrayıcı kullanılarak örnekler kıyma haline getirilmiştir. Kuru madde analizi AOAC (1990), yöntemine göre yapılmıştır. Etüvde 105°C 'de 24 saat tutulan örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra, hassas terazide (Scaltec) geri tartımları yapılmıştır. Bu amaçla her bir örnekten 3 paralel tartılmış ve sonuçların ortalamaları alınmıştır. Ham kül analizi için AOAC (1998) metodu kullanılmış; örnekler yakma fırınına yerleştirilerek 550°C 'de, 3-5 saat süreyle (sabit bir ağırlığa ve açık gri bir renk oluşumu gözlenene kadar) yakılmış ve desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra geri tartımları hassas terazide (Scaltec) yapılmıştır. Ham protein analizi Kjeldahl metoduna (AOAC, 1998) göre yapılmıştır. Kıyma haline getirilen örnekler, Kjeldahl tüpleri içerisine 1 g koyulmuş, üzerlerine 2 adet Kjeldahl tablet (Merck, TP826558) ve 20 ml H_2SO_4 eklenerek yakma ünitesine yerleştirilmiş ve tüplerin içerisinde yeşil-sarı saydam bir renk oluşuncaya kadar 420°C 'de 2-3 saat yakılmıştır. Yakmanın ardından 75 ml saf su ilave edilerek soğutulmuştur. Destilasyon için Kjeldahl tüpleri ile 25 ml % 40'luk borik asit (H_3BO_3) solüsyonu eklenen erlenler cihaza yerleştirilerek %40'luk NaOH ile 4 dakika destilasyon işlemi yapılmıştır. Destilasyon sonunda erlen içerisindeki destilat 0.1 N H_2SO_4 ile titre edilmiş ve ham protein miktarları belirlenmiştir. Ham yağ analizi Bligh and Dyer (1959) metoduna göre yapılmıştır. Kıyma haline getirilen örneklerden 10-15 g tartılarak, üzerine 120 ml metanol/kloroform (1/2) eklenmiş ve çalkalanmıştır. Üzerlerine 20 ml % 0.4'lük CaCl_2 çözeltisi eklenerek süzme kâğıdından (Sclacher & Schuell, 5951/2 185 mm) darası bilinen balon jojelere süzölmüştür. Balon jojeler 1 gece bekletilip sabah ayırma hunisi kullanılarak üstteki metanol-su ayrılmış daha sonra kloroform etüvde uçurularak oda sıcaklığına getirilen balon jojelerin geri tartımı yapılmıştır. Besin madde miktarları aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Kuru madde (\%)} = \frac{(\text{dara (g)} + \text{kuru madde(g)}) - \text{dara (g)}}{\text{örnek miktarı (g)}} \times 100$$

$$\text{Ham kül (\%)} = \frac{(\text{dara (g)} + \text{ham kül(g)}) - \text{dara (g)}}{\text{örnek miktarı (g)}} \times 100$$

$$\% \text{ Ham Protein} = \% \text{ N} \times 6.25$$

$$= \frac{14.01 \times (\text{Örnek için sarf edilen H}_2\text{SO}_4 \text{ miktarı} - \text{kör için sarf edilen H}_2\text{SO}_4 \text{ miktarı}) \times \text{Asit molaritesi}}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100$$

$$\text{Ham Yağ (g)} = \frac{(\text{Balon darası (g)} + \text{ham yağ (g)}) (\text{balon darası (g)})}{\text{Örnek Miktarı (g)}} \times 100$$

3.2.2.6. Etlik piliçlerin göğüs ve but etlerinde pH'nın belirlenmesi

Göğüs ve but etlerinin (her tekekerrürden 1 hayvan); kesimin 15. dakikasında ve 24. saatinde (+4°C'de 24 saat bekletilip) ucuna et probu takılı pH metre (Hanna, USA) ile pH 15 ve pH 24 değerleri ölçülmüştür.

3.2.2.7. Etlik piliçlerin göğüs etlerinde duyuusal analizlerin yapılması

Sağ göğüs etleri lezzet paneli analizinde kullanılmıştır. Duyusal analizler için lezzet paneli düzenlenmiş, 6 temel tada (ekşi, acı, tuzlu, tatlı, umami, metalik) karşı duyarlı 12 öğrenci Türk Standartları Enstitüsü-3904 standartlarına göre seçilmiştir (TSE, 2001). Etler 24 saat önceden derin dondurucudan çıkartılıp +4 °C çözdürülmüştür. Lezzet paneli öncesinde panelistlere tadım ve değerlendirmenin nasıl yapılacağı konusunda bilgi verilmiştir. Panelistler et örnekleri için daha önceden hazırlanmış formları kullanarak koku, yumuşaklık, tat, sululuk, görünüm ve genel beğeni kriterlerini 1 en düşük puan, 5 en yüksek puan olacak şekilde 1 ile 5 puan arasında değerlendirmişlerdir. Kalınlığı 3 cm şeklinde fileto kesilen göğüs etleri yaklaşık 250°C'deki ızgarada 3 dakika bir tarafı, 3 dakika diğer tarafı pişirilmiş 2 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bütün parça tadımcılara gösterilerek 12 parçaya bölünmüş ve sunulmuştur. Her panelist bir sonraki etin tadımına geçmeden önce bir parça peksimet tüketerek ağızlarını su ile çalkalamışlardır.

3.2.2.8. Etlik piliçlerin göğüs etlerinde renk ölçümünün yapılması

Sağ göğüs etinde kalite kriterlerinden olan rengin ölçümü etin 3 farklı yerinden her bir örneğe ait üç temel renk parametresi L* (parlaklık), a* (kırmızı renk koordinatı) b* (sarı renk koordinatı) Minolta marka Renk spektrofotometresi ile belirlenmiştir.

3.2.2.9. Etlik piliçlerin göğüs etlerinde su tutma kapasitesinin belirlenmesi

Su tutma kapasitesi (STK) analizleri, E.Ü. Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Et Teknolojisi Laboratuvarında Carver Pres kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Su tutma kapasitesi analizi için her bir tekerrürden 1 adet yaklaşık 20 g göğüs eti, kesimden sonra alınmış ve 1 hafta kadar bekletilen örnekler derin dondurucudan çıkartılarak çözündürülmüştür. Darası alınmış 4x4 cm ölçülerinde 2 adet alüminyum folyo arasına 0.25 mg örnek tartıldıktan sonra 125 mm çaplı, 2 filtre kâğıdı arasına örnekler alüminyumla birlikte yerleştirilmiş ve 140 kg/F basınç altında 1 dakika preslenmiş ve yeniden tartılmıştır (Musa et al., 2006).

Su tutma kapasitesi=[(Pres öncesi ağırlık-Pres sonrası ağırlık)/Pres öncesi ağırlık]*100 formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.2.10. Etlik piliçlerin göğüs etlerinde çözünme ve pişirme kayıplarının belirlenmesi

İlk tartımları yapılarak analizlerin yapılacağı güne kadar derin dondurucuda saklanan göğüs eti örnekleri; çözünme ve pişirme kayıplarının belirlenmesi için bir gece boyunca +5 °C’de bekletilmiştir. Tamamen çözünen örneklerde geri tartımlar yapılarak çözünme kaybı hesaplanmıştır (Honikel, 1997). Pişirme kaybı için örnekler plastik torba içerisinde +80 °C’de su banyosunda 25 dakika pişirilmiştir. Soğuduktan sonra örnekler tekrar tartılmış ve ilgili hesaplamalar sonucunda çözünme ve pişirme kayıpları “%” olarak hesaplanmıştır (Honikel, 1997).

3.2.2.11. Etlik piliçlerin göğüs etlerinde tekstür analizinin belirlenmesi

Tekstür analizi E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Avlama Teknolojisi Bölüm Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bu analiz için; pişirme kayıplarında kullanılan etler +5 °C’de 1 gece boyunca bekletilmiş ve 2 cm³’lük şekilde

kesilmiştir. Et örneğinde sertlik, Warner-Bratzler cihazında "Vslot blade for usda standart" bıçak seti ile Hod Dog Shearing programı kullanılarak, 45 mm piston yüksekliği, 30 mm kesme mesafesi ve 2 mm/s bıçak biniş hızı ile ölçülmüştür (Papinaho and Fletcher, 1996).

3.2.2.12. Etlik piliçlerde bazı kan parametrelerin ve kan hücre miktarlarının belirlenmesi

Kesimden önce her tekerrürdeki 1'er pilicin sağ kanat damarlarından (*vena jugularis*) alınan kan örneklerinde trigliserid, kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), triiodotironin (T3), tiroksin (T4) superoksit dismutaz (SOD) ve malondialdehit (MDA) analizleri ile kan hücreleri belirlenmiştir. Bu amaçla tek bir enjektöre çekilen kanlar 2 farklı tüpe aktarılmış ve kan hücreleri için de 1'er damla lam üzerine bırakılmıştır. Trigliserid, kolesterol, HDL, LDL, T3, T4 analizleri için farklı kan tüpleri ile bölüm laboratuvarına getirilip santrifüj (Sigma 3-18K) edilerek serumları çıkartılmıştır. Serum örneklerinde trigliserid, kolesterol, HDL, LDL, T3, T4 düzeyleri özel bir laboratuvarında (Biolab, İzmir) yaptırılmıştır.

Plazma homojenizatlarında malondialdehit (MDA) ölçümü, HPLC ile floresan deteksiyonla (Shimadzu VP Series and RF-10AXL floresan dedektör, Japan) yapılmıştır. MDA ölçümü için; 40 uL plazma 100 uL saf su, 20 uL 2,8 mmol/L bütillenmiş hidroksi tolueen, 20 uL %8,1 sodyum dodesil sülfat, 600 uL tiyobarbitürik asit eklendikten sonra 95°C'de 1 saat bekletilmiştir. Soğutulduktan sonra 1000 uL 1:15 piridin bütanol eklenerek vortekslenmiştir. Organik faz eppendorf tüplerine alınarak 15 000 g'de 15 dakika santrifüjleme sonrası üstteki kısım C18 [150 x 4,6 cm, partikül çapı 5 µm, (MN/EC 150/4,6 Nucleosil 100-5 C18, CatNo. 720120.46)] kolonuna enjekte edilmiştir. Elüsyon işlemi 0,8 mL/dakika akış hızında gerçekleştirilmiştir. Pikler Ex.515/Em.553 dalga boylarında detekte edilmiştir. Örnek pikleri standart grafiği ile kantite edilmiştir. Elde edilen MDA değerleri birim protein başına oranlanarak düzeltilmiştir.

Eritrosit hemolizatlarında SOD düzeyi uyarlanmış ticari kitler (Abnova Superoxide dismutase Assay Kit) kullanılarak Abbott Architect c16000 (Abbott Laboratories, Illinois, USA) analizöründe ölçülmüştür. (Miller et al., 1993).

Heterofil lenfosit oranı (H/L) için, piliçlerden 1 damla kan örneği lam üzerine alınıp lökosit hücre (heterofil, lenfosit, eozonofil, bazofil ve monosit) sayımları için periferik yayma yapılmıştır. Lökosit hücre sayımları için önce hücreleri sabitlemek amacıyla 10 dakika alkol (methanol) ile fiksasyondan sonra 3 dakika Wright-Giemsa Staining Solution (GBL HEMADIFF) ile boyama yapılmış, boyanın sabitlenmesi için Wright-Giemsa Buffar Solution (GBL HEMADIFF) tampon çözeltisi ile 7 dakika muamele edilmiştir. Beyaz kan hücreleri Pro-Way, XSZ-PW146 model mikroskop kullanılarak 100x büyütme altında her bir lam üzerinde toplamda 100 adet hücre olacak şekilde rastgele sayılmıştır. Sonuçlar %'de olarak ifade edilmiştir.

3.2.3. İstatistik analizler

Çalışma tek bir zamanda 840 adet civciv ile yapılmıştır. Bu amaç ile grup büyüklüğü 20'şer hayvandan oluşan 6 tekerrürlü 7 grup ile deneme gerçekleştirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde SAS istatistik paket programı kullanılmıştır (SAS Instute, 1998). Verilerin değerlendirilmesi tek yönlü "ANOVA" prosedürüne göre yapılmıştır. Güven aralığı % 95 olarak belirlenmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklara "Tukey Student T" testi uygulanmıştır. Çalışmaya ait matematiksel formül aşağıdadır.

$$Y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}$$

$$Y_{ij} = \mu'inci gözlem değeri$$

$$\mu = \text{popülasyonun beklenen ortalaması}$$

$$a_i = i. \text{deneme grubunun etkisi}$$

$$e_{ij} = \text{şansa bağlı hatanın tesadüfi çevre faktörlerinin etkisi}$$

4. BULGULAR

Çalışmada etlik piliçlere ait canlı ağırlıklar, canlı ağırlık artışları, yem tüketimleri ve yemden yararlanma oranları, karkas ve karkas parça ağırlıkları (g) ve oransal değerleri (%), yenilebilir ve diğer iç organ ağırlıkları (g) ile oransal değerleri (%), sindirim sistemi organ ağırlıkları (g) ile oransal değerleri (%), göğüs eti malondialdehid değerleri (MDA) ile karbonil değerleri, göğüs ve but eti besin madde içerikleri ile bunların pH değerleri, göğüs eti renk değerleri, duyuşal özellikleri (koku, yumuşaklık, tat, sululuk, görünüm, genel beğeni), göğüs etine ait fiziksel özellikler (çözdürme pişirme kayıpları, su tutma kapasitesi, tekstür), bazı kan parametreleri (trigliserid, kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), triiodotironin (T3), tiroksin (T4) superoksit dismutaz (SOD) ve malondialdehit (MDA)), kan hücre değerleri (heterofil, lenfosit, monosit, basofil, eozonofil) saptanmıştır. Çalışmaya ilişkin bulgular belirli bir sıra dahilinde aşağıda sunulmuştur.

4.1. Renk Maddelerinin Serbest Radikal Yakalama Aktivitesi (DPPH yöntemi) ile β -karoten Eş Değerlikleri Miktarları

Çalışmada kullanılan renk maddelerine ait DPPH ve β -karoten eşdeğerliliği verileri Çizelge 4.1’de verilmiştir. LK, LT ve ZK’e ait sırasıyla DPPH değerleri 14.61, 28.54 ve 25.96 $\mu\text{g/ml}$, β -karoten eşdeğerlilikleri 101.10, 144.03 ve 106.65 mcg olarak saptanmıştır. Bu durumda, en yüksek *in vitro* antioksidan aktivite LT’de belirlenmiş ve bunu ZK ile LK izlemiştir.

Çizelge 4.1. Renk Maddelerinin DPPH ($\mu\text{g/ml}$) ve β -karoten Eşdeğerliliği (mcg)

Renk Maddesi	DPPH	β -karoten eşdeğerliliği
LK	14.61	101.10
LT	28.54	144.03
ZK	25.96	106.65

4.2. Etlik Piliçlerin Haftalık Canlı Ağırlıkları

Çalışmadan elde edilen haftalık canlı ağırlık değerleri Çizelge 4.2.'de ve kesim günü her bir gruptan rastgele 1 hayvanın görseli Şekil 4.1.'de verilmiştir.

Deneme başı canlı ağırlıkları bakımından önemli düzeyde farklılıklar saptanmamış ($P>0.05$) ve grupların ortalama başlangıç canlı ağırlığı 43.13 g ile 44.07 g arasında değişmiştir. Deneme gruplarının 1., 2., 3., 4., 5. ve 6. haftalara ait ortalama canlı ağırlık değerleri ise istatistiki açıdan önemli düzeyde farklılıklar göstermiştir ($P<0.05$). Denemenin 1. haftasında LT+ZK ve LK+ZK gruplarının (188.97 ve 183.13 g) ortalama canlı ağırlıkları K grubunkine (175.48 g) göre önemli düzeyde yükselmiştir. LK, LT, ZK ve LK+LT gruplarının (178.90, 178.62, 179.01 ve 179.13 g) ortalama canlı ağırlık değerleri de artmıştır, ancak belirlenen değişimler istatistiki olarak önemli düzeylere ulaşmamıştır. Denemenin 2. haftasında LT+ZK grubunun (461.62 g) ortalama canlı ağırlığı K grubunkine (440.17 g) kıyasla önemli düzeyde yükselmiştir. K grubunun ortalama canlı ağırlığı ile karşılaştırıldığında LT ve LK+ZK gruplarında (456.72 ve 456.26 g) artma eğilimi ve ZK ve LK+LT gruplarında (422.70 ve 435.00 g) önemli düzeyde azalma belirlenmiştir. LK grubunun (440.71 g) ortalama canlı ağırlığı ise K grubunkine benzerlik göstermiştir. Denemenin 3. haftasında canlı ağırlık K grubuna (876.50 g) göre LT grubunda (947.78 g) önemli düzeyde, LK+LT, LK+ZK ve LT+ZK gruplarında (910.30, 908.84 ve 909.49 g) nispeten yükselmiştir. Birbirlerine yakın ortalama canlı ağırlık değerlerine sahip K, LK ve ZK grupları (876.50, 898.53 ve 900.78 g) arasında önemli düzeyde farklılık oluşmamıştır. Denemenin 4. haftasında ortalama canlı ağırlığı 1678.03 g olan LT grubu ile 1584.66 g olan K grubu arasında istatistiksel açıdan önemli düzeyde farklılık olduğu belirlenmiştir. Birbirine benzer ortalama canlı ağırlıklara sahip LK, ZK, LK+LT, LK+ZK ve LT+ZK grupları (1609.75, 1614.29, 1634.65, 1658.39 ve 1659.96 g) ise K grubu ile LT grupları arasında yer almış ve bu beş deneme grubunda canlı ağırlık artma eğilimi göstermiştir. Denemenin 5. ve 6. haftalarında en yüksek ortalama canlı ağırlık değerleri LT (2452.79 ve 3124.47 g) ve LT+ZK (2433.36 ve 3104.20 g) gruplarında belirlenmiş ve yapılan istatistiki değerlendirmede bu iki grup ile K grubu (2304.00 ve 2947.07 g) arasında önemli düzeyde farklılıklar olduğu saptanmıştır. LK, ZK, LK+LT ve LK+ZK gruplarının

bu haftalara ait ortalama canlı ağırlık değerlerinde ise istatistiki olarak önemli olmayan bir artış söz konusudur.

Çizelge 4.2. Etlik Piliçlerin Haftalık Canlı Ağırlıkları (g)

Gruplar	Başlangıç	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4.hafta	5. hafta	6. hafta
K ¹	43.70	175.48 ^c	440.17 ^{bc}	876.50 ^b	1584.66 ^b	2304.00 ^b	2947.07 ^b
LK ²	43.53	178.90 ^{bc}	440.71 ^{bc}	898.53 ^b	1609.75 ^{ab}	2359.11 ^{ab}	3003.40 ^{ab}
LT ³	43.55	178.62 ^{bc}	456.72 ^{ab}	947.78 ^a	1678.03 ^a	2452.79 ^a	3124.47 ^a
ZK ⁴	43.25	179.01 ^{bc}	422.70 ^c	900.78 ^b	1614.29 ^{ab}	2365.96 ^{ab}	3042.22 ^{ab}
LK+LT ⁵	43.13	179.13 ^{bc}	435.00 ^c	910.30 ^{ab}	1634.65 ^{ab}	2399.29 ^{ab}	3059.64 ^{ab}
LK+ZK ⁶	44.07	183.13 ^{ab}	456.26 ^{ab}	908.84 ^{ab}	1658.39 ^{ab}	2353.33 ^{ab}	3000.23 ^{ab}
LT+ZK ⁷	43.24	188.97 ^a	461.62 ^a	909.49 ^{ab}	1659.96 ^{ab}	2433.39 ^a	3104.20 ^a
SEM ⁸	0.29	1.53	4.70	10.46	19.01	27.05	35.87
P ⁹	0.2758	<.0001	<.0001	0.0004	0.0053	0.0021	0.0064

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri - a, b, c, ...: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).



Şekil 4.1. Kesim Öncesi Görsel Son Durum

4.3. Etlik Piliçlerin Dönemlik (0-3, 4-6, 0-6 hafta) Canlı Ağırlık Artışları

Etlik piliç karma yemlerine farklı doğal renk maddeleri ilave edilen gruplara ait canlı ağırlık artışları Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Deneme gruplarının 0-3. haftalar arası canlı ağırlık artışları arasında istatistiksel bir farklılığa rastlanmamıştır ($P>0.05$). Ancak rakamsal olarak bakıldığında, en yüksek canlı ağırlık artışı LT (904.35 g) grubunda gözlenirken, bunu LK+LT (867.05 g), LT+ZK (866.02 g), LK+ZK (865.45 g), ZK (858.74 g) ve LK (855.18 g) grupları sırası ile takip etmiş; en düşük canlı ağırlık artışı ise K (835.35 g) grubunda gözlenmiştir. Deneme gruplarının 4-6. haftalar arası canlı ağırlık artışları incelendiğinde; gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemli değildir ($P>0.05$). Söz konusu haftalar arasında en yüksek canlı ağırlık artışı LT+ZK (2202.04 g) grubunda gözlemlenmiş; bu grubu sırasıyla LT (2175.07 g), LK+LT (2148.26 g), ZK (2145.49 g), LK (2106.14 g), (LK+ZK 2091.97 g) takip etmiş ve en düşük ortalama değer K (2067.04 g) grubunda saptanmıştır. Toplam üretim dönemi (0-6. haftalar arası) göz önünde bulundurulduğunda; grupların canlı ağırlık artışları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli değildir ($P>0.05$). Bütün üretim döneminde rakamsal olarak en yüksek canlı ağırlık artışı belirlenen grup LT (3079.43 g) olurken, bunu sırası ile LT+ZK (3068.07 g), LK+LT (3015.31 g), ZK (3004.23 g), LK (2961.32 g), LK+ZK (2957.43 g) takip etmiştir. En düşük canlı ağırlık artışı ise K (2902.40 g) grubunda saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Etlik Piliçlerin Dönemlik (0-3, 4-6, 0-6 hafta) Canlı Ağırlık Artışları (g)

Gruplar	0-3 haftalar arası	4-6 haftalar arası	0-6 haftalar arası
K ¹	835.35	2067.04	2902.40
LK ²	855.18	2106.14	2961.32
LT ³	904.35	2175.07	3079.43
ZK ⁴	858.74	2145.49	3004.23
LK+LT ⁵	867.05	2148.26	3015.31
LK+ZK ⁶	865.45	2091.97	2957.43
LT+ZK ⁷	866.02	2202.04	3068.07
SEM ⁸	21.23	63.99	55.42
P ⁹	0.4733	0.7616	0.2817

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri

4.4. Etlik Piliçlerin Yem Tüketim Miktarları ve Yemden Yararlanma Değerleri

Deneme gruplarına ait yem tüketimleri ve yemden yararlanma değerleri Çizelge 4.4 ve 4.5’de verilmiştir. Gruplar arası 1. hafta yem tüketimleri incelendiğinde istatistiki olarak önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). En az yem tüketen grup K (115.48 g) olmuş; bunu sırası ile LK (117.31 g), LK+LT (119.03 g), LT (119.05 g), ZK (121.61 g), LK+ZK (124.06 g) grupları takip etmiş ve en yüksek yem tüketimi LT+ZK (127.76 g) grubunda gözlenmiştir. Denemenin 2. haftasına gelindiğinde yem tüketimleri açısından bir farklılık bulunmamaktadır ($P>0.05$). Söz konusu haftada en düşük yem tüketimi ZK (307.63 g) grubunda gözlenirken; bunu sırası ile LK+LT (331.57 g), LK (337.29 g), K (343.32 g), LT+ZK (348.57 g), LT (352.83 g) grupları izlemiş ve en yüksek yem tüketimi 352.90 g ile LK+ZK grubunda saptanmıştır. Denemede 3. haftaya gelindiğinde gruplar arası yem tüketimleri bakımından istatistiki olarak önemli bir farklılık mevcut değildir ($P>0.05$). Bu haftada en düşük yem tüketen grup 621.63 g ile LT+ZK olurken bunu sırası ile K (624.23 g), LK+ZK (654.77 g), ZK (670.85 g), LK (677.53 g), LK+LT (686.67 g) grupları takip etmiş ve en yüksek yem tüketimi 703.36 g ile LT grubunda gerçekleşmiştir. Çalışmadaki dördüncü haftada grupların yem tüketimleri arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır ($P>0.05$). Bu haftada en düşük yem tüketimi K (1137.82 g) grubunda gerçekleşirken bunu sırası ile ZK (1141.54 g), LK (1156.73 g), LK+LT (1164.78 g), LK+ZK (1194.63 g), LT (1194.72 g) grupları takip etmiş ve en yüksek yem tüketen grup 1229.20 g ile LT+ZK olmuştur. Çalışmanın 5. haftasında ölçülen yem tüketim değerlerine bakıldığında yine yem tüketimleri bakımından istatistiksel bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$). Bu haftada en düşük yem tüketen grup 1229.03 g ile LK+ZK olmuştur. Bu grubu sırası ile K (1310.45 g), LT (1381.03 g), LK (1381.42 g), LT+ZK (1389.20 g), LK+LT (1388.04 g) takip etmiş ve en yüksek yem tüketen grup 1432.01 g ile ZK olmuştur. Denemede son haftaya gelindiğinde yem tüketimleri açısından gruplar arasında istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır ($P>0.05$). Söz konusu haftada en düşük yem tüketen grup LK (1297.79 g) olmuştur. Bu grubu sırası ile LK+LT (1359.81 g), LT (1428.48 g), K (1439.36 g), LT+ZK (1492.17 g), ZK (1499.55 g) grupları takip etmiş ve en yüksek yem tüketen grup 1519.05 g ile LK+ZK olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.4 Etlik Piliçlerin Yem Tüketim Miktarları (g)

Gruplar	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	5. hafta	6. hafta
K ¹	115.48	343.32	624.23	1137.82	1310.45	1439.36
LK ²	117.31	337.29	677.53	1156.73	1381.42	1297.79
LT ³	119.05	352.83	703.36	1194.72	1381.03	1428.48
ZK ⁴	121.61	307.63	670.85	1141.54	1432.01	1499.55
LK+LT ⁵	119.03	331.57	686.67	1164.78	1388.04	1359.81
LK+ZK ⁶	124.06	352.90	654.77	1194.63	1229.03	1519.05
LT+ZK ⁷	127.76	348.57	621.63	1229.20	1389.20	1492.17
SEM ⁸	2.81	15.30	23.37	31.82	82.31	169.55
P ⁹	0.0633	0.3860	0.1379	0.3855	0.6751	0.9655

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri

Çalışmada 0-3. haftalar başlangıç ve 4-6. haftalar arasında bitiş yemi kullanılmıştır. Denemede ilk 3 haftalık dönemdeki yem tüketimleri incelendiğinde gruplar arası yem tüketimleri bakımından istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır ($P>0.05$). En düşük yem tüketimi 1083.03 g ile K'de belirlenmiş; bunu sırası ile LT+ZK (1097.97 g), ZK (1100.10 g), LK+ZK (1131.74 g), LK (1132.14 g), LK+LT (1137.28 g) grupları takip etmiş ve en yüksek yem tüketen grup 1175.25 g ile LT olmuştur. Denemenin 2. yarısında da gruplar arası yem tüketimleri bakımından bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$). Söz konusu haftalarda en düşük yem tüketen grup 3887.63 g ile K olurken; bunu sırası ile LK (3888.31 g), LK+LT (3912.64 g), LK+ZK (3942.72 g), LT (4004.24 g), ZK (4073.11 g) grupları takip etmiş ve en yüksek yem tüketen grup 4108.59 g ile LT+ZK olmuştur. Bütün deneme süresince gruplar arası yem tüketimleri istatistiki olarak değerlendirildiğinde bir farklılığın olmadığı gözlenmiştir ($P>0.05$). Bütün üretim döneminde en düşük yem tüketen grup 4970.67 g ile K olurken bunu sırası ile LK (5020.45 g), LK+LT (5049.93 g), LK+ZK (5074.46 g), ZK (5173.22 g), LT (5179.50 g) grupları takip etmiş ve en yüksek yem tüketen grup 5206.56 g ile LT+ZK'da belirlenmiştir. Söz konusu haftalarda (0-3., 4-6. ve 0-6.) incelenen yemden yararlanma değerleri arasında istatistiki bakımdan bir farklılık belirlenmemiştir ($P>0.05$). İlk üç haftalık yemden yararlanma değerleri incelendiğinde en iyi sonuç 1.26 ile LT+ZK grubunda gözlenirken; bunu sırası ile ZK (1.28), K (1.29), LT (1.30), LK+ZK (1.30), LK+LT (1.31) gruplarında gözlenmiştir. En kötü değer ise LK (1.32) grubunda tespit edilmiştir. Denemenin

ikinci yarısındaki yemden yararlanma değerleri karşılaştırıldığında en iyi değerli veren grup 1.85 ile LT olmuş; bunu sırası ile LK+ZK (1.85), LK (1.86), LK+LT (1.90), K (1.93), ZK (1.95) grupları takip etmiştir. En kötü değer ise LT+ZK (2.00) grubunda gözlenmiştir. Bütün üretim dönemi (0-6. haftalar) incelendiğinde, en iyi yemden yararlanma değeri 1.67 ile LK+LT grubunda saptanmış; bunu sırası ile LT (1.68), LK (1.69), LT+ZK (1.69), K (1.71), LK+ZK (1.71) grupları takip etmiş ve en kötü değer ise 1.72 ile ZK grubunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Etlik Piliçlerin Yem Tüketim Miktarları (g) ve Yemden Yararlanma Değerleri (g/g)

Gruplar	Yem tüketimi			Yemden yararlanma		
	0-3. hafta	4-6. hafta	0-6. hafta	0-3. hafta	4-6. hafta	0-6. hafta
K ¹	1083.03	3887.63	4970.67	1.29	1.93	1.71
LK ²	1132.14	3888.31	5020.45	1.32	1.86	1.69
LT ³	1175.25	4004.24	5179.50	1.30	1.85	1.68
ZK ⁴	1100.10	4073.11	5173.22	1.28	1.95	1.72
LK+LT ⁵	1137.28	3912.64	5049.93	1.31	1.90	1.67
LK+ZK ⁶	1131.74	3942.72	5074.46	1.30	1.85	1.71
LT+ZK ⁷	1097.97	4108.59	5206.56	1.26	2.00	1.69
SEM ⁸	28.46	141.19	136.12	0.01	0.08	0.02
P ⁹	0.3287	0.8709	0.8455	0.3452	0.8384	0.7728

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri

4.5. Etlik Piliçlerin Karkas ve Karkas Parça Ağırlıkları ve Oransal Değerleri

Deneme gruplarına ait karkas ve karkas parça ağırlıkları ile oransal değerlerine ait veriler Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çalışmada karkas ağırlıkları değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel açıdan bir farklılık yoktur ($P>0.05$). En yüksek karkas ağırlığına sahip olan grup 2288.66 g ile kontrol grubu olurken bunu sırası ile 2273.83 g ile ZK grubu, LK+LT (2263.33 g), LT+ZK (2219.83 g), LK (2217.83 g), LK+ZK (2173.83 g) grupları izlemiş ve en düşük karkas ağırlığı 2129.16 g ile LT grubunda gözlemlenmiştir. Deneme gruplarının karkas randımanları karşılaştırıldığında istatistiki bakımdan bir farklılık belirlenmemiştir ($P>0.05$). En yüksek karkas randımanına sahip olan grup % 70.12 ile K grubunda gözlemlenirken bunu sırası ile LK (% 69.27), ZK (% 68.49),

LT+ZK (% 67.55), LK (% 69.27), LK+ZK (% 66.86) takip etmiş ve en düşük karkas randımanı LT (% 66.74) grubunda saptanmıştır. Çalışmada, gruplar arası göğüs eti ağırlıkları karşılaştırıldığında istatistiki olarak önemli bir farklılık görülmemiştir ($P>0.05$). En yüksek göğüs eti ağırlığı 880.33 g ile ZK grubunda gözlenirken; bunu sırası ile LK+LT (815.00 g), LK+ZK (812.33 g), LK (802.33 g), LT+ZK (783.00 g), K (764.50 g) grupları takip etmiştir. En düşük göğüs eti ağırlığı 759.00 g ile LT grubunda belirlenmiştir. Göğüs eti oransal değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli değildir ($P>0.05$). En yüksek göğüs eti oransal değeri % 38.67 ile ZK grubunda gözlenirken; bunu sırası ile LK+ZK (% 37.33), LK (% 36.14), LK+LT (% 35.94), LT (% 35.66), LT+ZK (% 35.36) grupları izlemiş ve en düşük oransal değer % 34.81 ile K grubunda tespit edilmiştir. Denemede but eti ağırlıkları incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$). En yüksek but eti ağırlığı 686.16 g ile LK+LT grubunda tespit edilirken; bunu sırası ile LT+ZK (663.50 g), K (639.16 g), ZK (622.16 g), LK (617.50 g), LT (610.50 g) grupları takip etmiş ve en düşük but eti ağırlığı 591.16 g ile LK+ZK grubunda belirlenmiştir. But eti oransal ağırlık değerleri incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel bir farklılık yoktur ($P>0.05$). En yüksek oransal but ağırlığı LK+LT (% 30.35) grubunda saptanırken; bunu sırası ile LT+ZK (% 9.73), LT (% 28.77), K (% 28.08), LK (% 27.96) ve ZK (% 27.29) grupları takip etmiş en düşük oransal değer % 27.22 ile LK+ZK grubunda gözlenmiştir. Çalışmada, gruplar arasında abdominal yağ ağırlıkları bakımından istatistiki olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$). En yüksek abdominal yağ ağırlığına sahip olan grup 47.08 g ile LT+ZK olurken; bunu sırası ile LK+ZK (46.70 g), K (42.08 g), LT (42.93 g), ZK (37.46 g), LK (32.83 g) takip etmiş ve en düşük ağırlık değeri 30.53 g ile LK+LT grubunda bulunmuştur. Abdominal yağ oransal değerleri bakımından gruplar arasında istatistiki bir farklılık saptanmamıştır ($P>0.05$). En yüksek oransal abdominal yağ ağırlığı % 2.16 ile LK+ZK grubunda bulunurken; sırası ile LT+ZK (% 2.08), LT (% 2.00), K (% 1.86), ZK (% 1.65), LK (% 1.49) grupları takip etmiş ve en düşük oransal abdominal yağ ağırlığı % 1.38 LK+LT grubunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Etlik Piliçlerin Karkas ve Karkas Parça Ağırlıkları (g) ve Oransal Değerleri (%)

Gruplar	Karkas (g)	Karkas randımanı (%)	Göğüs (g)	Göğüs (%)	But (g)	But (%)	Abdominal yağ (g)	Abdominal yağ (%)
K ¹	2288.66	70.12	764.50	34.81	639.16	28.08	42.08	1.86
LK ²	2217.83	69.27	802.33	36.14	617.50	27.96	32.83	1.49
LT ³	2129.16	66.74	759.00	35.66	610.50	28.77	42.93	2.00
ZK ⁴	2273.83	68.49	880.33	38.67	622.16	27.29	37.46	1.65
LK+LT ⁵	2263.33	67.44	815.00	35.94	686.16	30.35	30.53	1.38
LK+ZK ⁶	2173.83	66.86	812.33	37.33	591.16	27.22	46.70	2.16
LT+ZK ⁷	2219.83	67.55	783.00	35.36	663.50	29.73	47.08	2.08
SEM ⁸	61.37	1.98	42.64	1.63	37.08	1.53	5.82	0.25
P ⁹	0.5232	0.8657	0.5901	0.6947	0.5936	0.7260	0.3228	0.2839

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri

4.6. Etlik Piliçlerin Yenilebilir İç Organ ile Diğerlerinin Ağırlıkları ve Oransal Değerleri

Denemeden elde edilen yenilebilir iç organlar ve onlara ait oransal değerler Çizelge 4.7’de verilmiştir. Gruplar arasında kalp ağırlığı bakımından istatistiki bir farklılık belirlenmemiştir ($P>0.05$). En yüksek kalp ağırlığı 20.00 g ile ZK grubunda ölçümlenmiş; bunu sırası ile LT+ZK (19.63 g), LK+ZK (18.71 g), LT (18.51 g), K (17.70 g), LK+LT (17.43 g) takip etmiş ve en düşük kalp ağırlığı LK (16.90 g) grupta belirlenmiştir. Çalışmada oransal kalp ağırlıkları incelendiğinde, gruplara arasındaki farklılıklar istatistiki bakımdan önemsiz olarak saptanmıştır ($P>0.05$). En yüksek oransal kalp değerini % 0.88 ile LT+ZK grubunda belirlenirken; bunu sırası ile LT (% 0.87), LK+ZK (% 0.85) takip etmiştir. K, ZK ve LK+LT gruplarında ise aynı değerler (% 0.77) saptanırken; en düşük oransal kalp değeri % 0.76 ile LK grubunda tespit edilmiştir. Karaciğer ağırlıkları bakımından gruplar arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$). En yüksek karaciğer ağırlığı 91.95 g ile LT+ZK grubunda belirlenmiş ve bunu sırası ile ZK (89.48 g), LT (88.73 g), LK+LT (86.05 g), LK+ZK (85.56 g), LK (82.61 g) grupları izlemiştir ve en düşük karaciğer ağırlığı K 74.75 g grubunda belirlenmiştir. Oransal karaciğer değerleri incelendiğinde istatistiki bakımdan önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). En yüksek

karaciğer oransal değeri LT (% 4.16) grubunda gözlenirken; bunu sırası ile LT+ZK (% 4.15), ZK (% 3.97), LK+ZK (% 3.95), LK+LT (% 3.83), LK (% 3.72) grupları takip etmiş en düşük değer ise K grubunda % 3.28 olarak belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen dalak ağırlıklarına bakıldığında, gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Dalak ağırlığı, K grubuna (3.16 g) göre LK+LT ve LT+ZK gruplarında (5.38 ve 5.30 g) önemli düzeyde artmıştır. Renk maddesi uygulanan diğer deneme gruplarının dalak ağırlığında gözlenen değişimlerin ise istatistiki olarak önemli düzeylere ulaşmadığı belirlenmiştir. Oransal dalak ağırlıkları gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak anlamlı çıkmıştır ($P<0.05$). Yine K grubuna (% 0.14) kıyasla LK+LT ve LT+ZK gruplarında (% 0.23) oransal dalak ağırlıkları önemli düzeyde yükselmiştir. Renk maddesi tüketilen diğer deneme gruplarında oransal dalak ağırlıkları bakımından saptanan farklılıklar istatistiki açıdan önemli değildir. Gruplar arası bursa ağırlıkları incelendiğinde, belirlenen farklılıklar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$).

LK+LT grubu dışındaki grupların bursa ağırlığı K grubunkine benzerlik göstermiştir. Bursa ağırlığı LK+LT (7.25 g) grubunda ise K (4.53 g) grubuna göre önemli düzeyde artmıştır. Oransal bursa değerleri incelendiğinde gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). K grubu ile karşılaştırıldığında sadece LK+LT grubunda (% 0.32) oransal bursa ağırlığı önemli düzeyde yükselmiştir. LK, LT, ZK, LK+ZK ve LT+ZK gruplarının oransal bursa ağırlıkları ise K grubunkine benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.7. Etlik Piliçlerin Yenilebilir İç Organ ile Diğerlerinin Ağırlıkları (g) ve Oransal Değerleri (%)

Gruplar	Kalp (g)	Kalp (%)	Karaciğer (g)	Karaciğer (%)	Dalak (g)	Dalak (%)	Bursa (g)	Bursa (%)
K ¹	17.70	0.77	74.75	3.28	3.16 ^c	0.14 ^b	4.53 ^b	0.19 ^b
LK ²	16.90	0.76	82.61	3.72	3.48 ^c	0.15 ^b	3.80 ^b	0.17 ^b
LT ³	18.51	0.87	88.73	4.16	3.75 ^{abc}	0.17 ^{ab}	4.85 ^{ab}	0.22 ^{ab}
ZK ⁴	20.00	0.77	89.48	3.97	3.62 ^{bc}	0.15 ^b	5.33 ^{ab}	0.23 ^{ab}
LK+LT ⁵	17.43	0.77	86.05	3.83	5.38 ^a	0.23 ^a	7.25 ^a	0.32 ^a
LK+ZK ⁶	18.71	0.85	85.56	3.95	2.70 ^c	0.12 ^b	4.50 ^b	0.20 ^b
LT+ZK ⁷	19.63	0.88	91.95	4.15	5.30 ^{ab}	0.23 ^a	6.08 ^{ab}	0.27 ^{ab}
SEM ⁸	1.17	0.05	5.71	0.28	0.37	0.01	0.55	0.02
P ⁹	0.4707	0.3595	0.4524	0.3520	<.0001	<.0001	0.0021	0.0029

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri - a, b, c, Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir (P<0.05).

4.7. Etlik Piliçlerin Sindirim Sistemi Organ Ağırlıkları

Denemeye ait sindirim sistemi organ ağırlıklarına ait veriler Çizelge 4.8.' de verilmiştir. Yapılan çalışmada bezel mide ağırlıkları gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar bulunmamıştır (P>0.05). En yüksek bezel mide ağırlığı 12.75 g ile LT grubunda gözlenirken bunu sırası ile LK (12.33 g), K (12.01 g), ZK (11.93 g), LT+ZK (11.38 g), LK+ZK (11.16 g) grupları takip etmiş ve en düşük bezel mide ağırlığı LK+LT (10.80 g) grubunda belirlenmiştir. Taşlık ağırlıkları incelendiğinde de gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05). En yüksek taşlık ağırlığı 55.35 g ile K grubunda belirlenirken bunu sırası ile LK (53.95 g), LK+ZK (52.83 g), LT+ZK (51.86 g), LT (49.38 g), ZK (48.00 g) grupları takip etmiş, en düşük taşlık ağırlığı 47.96 g ile LK+LT grubunda belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen veriler değerlendirildiğinde gruplar arası pankreas değerleri bakımından istatistiksel olarak bir (P>0.05). En yüksek pankreas ağırlığı 8.40 g ile ZK grubunda belirlenirken; bunu sırası ile LK (7.61 g), K (7.15 g), LT (6.93 g), LT+ZK (6.55 g), LK+ZK (6.35 g) takip etmiş ve en düşük ağırlık 6.28 g ile LK+LT grubunda saptanmıştır. Deneme grupları ince bağırsak ağırlıkları bakımından incelendiğinde, oluşan farklılıklar istatistiki olarak önemli değildir (P>0.05). En yüksek ince bağırsak ağırlığı 70.15 g ile K grubunda belirlenirken bunu sırası ile LT+ZK (69.48 g), LK+ZK (67.81 g), LT (67.06 g), LK (65.41 g), ZK (64.90 g)

grupları takip etmiştir. En düşük ince bağırsak ağırlık değeri ise 63.05 g ile LK+LT grubunda elde edilmiştir. Çalışmada kalın bağırsak ağırlıkları istatistiksel açıdan incelendiğinde gruplar arasında bir farklılığın olmadığı anlaşılmıştır. En yüksek kalın bağırsak ağırlığı 5.35 g ile ZK grubunda elde edilirken; bunu sırası ile LK+LT (5.26 g), LT+ZK (5.16 g), LK+ZK (4.95 g), K (4.81 g) ve LT (4.73 g) grupları izlemiştir. En düşük ağırlık değeri ise 4.38 g ile K grubunda tespit edilmiştir. Kör bağırsak ağırlıkları arasındaki farklılıklar da istatistiki açıdan önemli olarak bulunmamıştır ($P>0.05$). En yüksek ağırlık 13.58 g ile K grubunda saptanmış; bunu sırası ile LK (13.20 g), LK+ZK (11.40 g), LT (11.30 g), ZK (11.16 g), LT+ZK (10.53 g) grupları takip etmiştir. En düşük kör bağırsak ağırlığı ise 10.16 g ile LK+LT grubunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Etlik Piliçlerin Sindirim Sistemi Organ Ağırlıkları (g)

Gruplar	Bezel mide	Taşlık	Pankreas	İnce bağırsak	Kalın bağırsak	Kör bağırsak
K ¹	12.01	55.35	7.15	70.15	4.81	13.58
LK ²	12.33	53.95	7.61	65.41	4.38	13.20
LT ³	12.75	49.38	6.93	67.06	4.73	11.30
ZK ⁴	11.93	48.00	8.40	64.90	5.35	11.16
LK+LT ⁵	10.80	47.96	6.28	63.05	5.26	10.16
LK+ZK ⁶	11.16	52.83	6.35	67.81	4.95	11.40
LT+ZK ⁷	11.38	51.86	6.55	69.48	5.16	10.53
SEM ⁸	0.70	2.47	0.66	4.11	0.36	0.82
P ⁹	0.4867	0.2393	0.2790	0.8835	0.5370	0.0663

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri

4.8. Etlik Piliçlerin Sindirim Sistemi Oransal Değerleri

Denemeye ait etlik piliçlerin sindirim sistemi organ ağırlıklarının oransal değerleri ait veriler Çizelge 4.9’ da verilmiştir. Yapılan çalışmada oransal bezel mide değerleri gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). En yüksek oransal bezel mide ağırlığı % 0.60 ile LT grubunda gözlenirken; bunu sırası ile LK (% 0.55), K ve ZK (% 0.52), LK+ZK ve LT+ZK (% 0.51) grupları takip etmiştir. En düşük bezel mide oransal değeri % 0.48 ile LK+LT grubunda belirlenmiştir. Oransal taşlık değerleribakımından gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). Taşlık

oransal değerleri incelendiğinde LK ile LK+ZK (% 2.43) grupları en yüksek değeri verirken; bunları sırası ile K, LT+ZK, LT (% 2.43) grupları takip etmiştir. En düşük değer ise LK+LT ile ZK (% 2.12) gruplarında belirlenmiştir. Gruplar arası oransal pankreas değerleri incelendiğinde istatistiksel bakımdan önemli bir farklılık saptanmamıştır ($P>0.05$). En yüksek % 0.37 ile ZK grubunda belirlenirken bunu sırası ile LK (% 0.34), LT (% 0.32), K % (0.31) ve aynı değere sahip olan LK+ZK ile LT+ZK (% 0.29) grupları takip etmiştir. En düşük değer ise % 0.28 ile LK+LT grubunda tespit edilmiştir. İnce bağırsak oransal değerleri incelendiğinde gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli değildir ($P>0.05$). En yüksek oransal ince bağırsak değeri % 3.14 ile LT grubunda bulunurken, bunu sırası ile LK+ZK (% 3.13), LT+ZK (% 3.12), K (% 3.07), LK (% 2.96), ZK (% 2.86) grupları takip etmiş ve en düşük değer % 2.79 ile LK+LT grubunda belirlenmiştir. Çalışmada oransal kalın bağırsak değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$). En yüksek oransal kalın bağırsak değeri % 0.23 ile ZK, LK+LT ve LT+ZK gruplarında belirlenirken; bunu LT ve LK+ZK (% 0.22) grupları daha sonra da % 0.21 ile K grubu takip etmiştir. En düşük değer ise % 0.19 ile LK grubunda bulunmuştur. Grupların oransal kör bağırsak değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$). En yüksek oransal kör bağırsak değeri % 0.59 ile K grubunda belirlenmiş ve bunu sırası ile LK (% 0.57), LT (% 0.53), LK+ZK (% 0.52), ZK (% 0.49), LT+ZK (% 0.47) grupları izlemiştir. En düşük oransal değer % 0.45 ile LK+LT grubunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Etlik Piliçlerin Sindirim Sistemi Oransal Değerleri (%)

Gruplar	Bezel mide	Taşlık	Pankreas	İnce bağırsak	Kalın bağırsak	Kör bağırsak
K ¹	0.52	2.42	0.31	3.07	0.21	0.59
LK ²	0.55	2.43	0.34	2.96	0.19	0.57
LT ³	0.60	2.32	0.32	3.14	0.22	0.53
ZK ⁴	0.52	2.12	0.37	2.86	0.23	0.49
LK+LT ⁵	0.48	2.12	0.28	2.79	0.23	0.45
LK+ZK ⁶	0.51	2.43	0.29	3.13	0.22	0.52
LT+ZK ⁷	0.51	2.34	0.29	3.12	0.23	0.47
SEM ⁸	0.04	0.12	0.03	0.18	0.01	0.03
P ⁹	0.2965	0.2979	0.3774	0.7620	0.6790	0.0856

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri

4.9. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Malondialdehid (MDA) Miktarları

Denemeye ait göğüs eti malondialdehid (MDA) değerlerinin aylık değişimi Çizelge 4.10' da verilmiştir. Grupların taze göğüs eti MDA değerleri incelendiğinde ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Taze göğüs etindeki MDA değerleri incelendiğinde, en yüksek değer 0.65 mg/kg ile K grubunda elde edildiği ve diğer gruplardan önemli derecede yüksek olduğu saptanmıştır. Bunu bir birlerine benzer değerler ile LK+ZK, LK+LT, LT+ZK, LT, ZK ve LK grupları (0.54, 0.53, 0.53, 0.53, 0.52 ve 0.52 mg/kg) takip etmiştir. Derin dondurucu koşullarında 1 ay bekletilen göğüs etlerinin MDA değerleri incelendiğinde; K grubu 0.68 mg/kg ile diğer gruplardan istatistiki olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Bu grubu sırası ile LT+ZK, LK+ZK, ZK, LK+LT, LT, LK (0.57, 0.57, 0.56, 0.56, 0.55 ve 0.54 mg/kg) grupları izlemiştir ve bu grupların değerleri istatistiki olarak birbirleri ile benzerlik göstermiştir. Depolamanın ikinci ayına gelindiğinde K grubu 0.70 ile istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Diğer gruplar arasında istatistiki bir farklılık görülmemiş ve sırası ile ZK, LT, LT+ZK, LK+LT (0.57 mg/kg) grupları aynı değere sahip olacak şekilde bunu izlemiştir. Ardından LK+ZK ve LK (0.56 ve 0.55 mg/kg) grupları gelmiştir. Derin dondurucuda depolamanın üçüncü ayına gelindiğinde K grubu 0.72 mg/kg değeri ile istatistiksel olarak diğer gruplardan anlamlı bir şekilde yüksek bir değer vermiştir ($P<0.05$). Diğer gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmaksızın K grubunu sırası ile LK+LT, LT+ZK ile LT, LK+ZK ile ZK ve LK (0.60, 0.59 ve 0.57 mg/kg) grupları takip etmiştir. Depolamanın son aşaması olan dördüncü ayda K grubu (0.73 mg/kg), diğer gruplardan önemli derecede yüksek bir sonuç vermiştir ($P<0.05$). Bunu sırası ile aralarında önemli bir farklılık bulunmaksızın; LT, LK+LT, LT+ZK (0.62 mg/kg), LK, LK+ZK ve ZK (0.61 mg/kg) takip etmiştir.

Çizelge 4.10. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Malondialdehid (MDA) Miktarları (mg/kg)

Gruplar	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay
K ¹	0.65 ^a	0.68 ^a	0.70 ^a	0.72 ^a	0.73 ^a
LK ²	0.52 ^b	0.54 ^b	0.55 ^b	0.57 ^b	0.61 ^b
LT ³	0.53 ^b	0.55 ^b	0.57 ^b	0.60 ^b	0.62 ^b
ZK ⁴	0.52 ^b	0.56 ^b	0.57 ^b	0.59 ^b	0.61 ^b
LK+LT ⁵	0.53 ^b	0.56 ^b	0.57 ^b	0.60 ^b	0.62 ^b
LK+ZK ⁶	0.54 ^b	0.57 ^b	0.56 ^b	0.59 ^b	0.61 ^b
LT+ZK ⁷	0.53 ^b	0.57 ^b	0.57 ^b	0.60 ^b	0.62 ^b
SEM ⁸	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
P ⁹	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri - ^{a, b, c, ...}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları göstermektedir ($P<0.05$).

4.10. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Karbonil Miktarları

Çalışmada göğüs eti karbonil değerleri Çizelge 4.11' de verilmiştir. Kesim günü alınan örneklerde yapılan analizler neticesinde gruplar arası karbonil değerler açısından istatistiksel bir farklılık bulunmamaktadır ($P>0.05$). En yüksek değer 1.49 nmol/mg ile LT grubunda gözlenirken bunu sırası ile LT+ZK (1.48 nmol/mg), ZK (1.47 nmol/mg), LK ve LK+ZK (1.46 nmol/mg), takip etmiştir. En düşük karbonil değeri ise 1.45 nmol/mg ile K ve LT+ZK gruplarında belirlenmiştir. Depolamanın birinci ayında gruplar arası karbonil değerleri bakımından istatiki olarak bir farklılık saptanmamıştır ($P>0.05$). En yüksek değer 1.52 nmol/mg ile LT+ZK ve LK+ZK gruplarında gözlemlenirken; sırası ile LT ve K (1.51 nmol/mg) ve LK ile LK+LT (1.50 nmol/mg) takip etmiştir. En düşük değer 1.47 nmol/mg ile ZK grubunda belirlenmiştir. İki ay süre ile depolanan etlerde, gruplar arası karbonil değerleri açısından istatistiksel anlamda bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). En yüksek değer 1.59 nmol/mg LK+LT grubunda belirlenirken, bunu sırası ile LK+ZK ile LT+ZK (1.57 nmol/mg) ve LK ile ZK (1.56 nmol/mg) takip etmiş, en düşük değer ise 1.55 nmol/mg K ve LT grubunda gözlemlenmiştir. Depolamanın üçüncü ayında da gruplar arası farklılıklar anlamlı değildir ($P>0.05$). En yüksek değer 1.65 nmol/mg ile LT grubunda saptanmış; sırası ile LK+LT ve K (1.64 nmol/mg), LK+ZK ve LT+ZK (1.63 nmol/mg) grupları izlemiş ve en düşük değerleri ise 1.61 nmol/mg ile ZK ve LK grupları

vermiştir. Dördüncü ay sonunda depolanan etlerin verileri incelendiğinde gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($P>0.05$). En yüksek değer 1.65 nmol/mg ile LT grubunda olurken bunu sırası ile LK+LT ve K (1.64 nmol/mg), ile LK+ZK ve LT+ZK (1.63 nmol/mg) izlemiştir. Karbonil değerleri bakımından en düşük verilere sahip gruplar ise ZK ve LK (1.61 nmol/mg) gruplarıdır.

Çizelge 4.11. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Karbonil Miktarları (nmol/mg)

Gruplar	Taze	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay
K ¹	1.45	1.51	1.55	1.61	1.64
LK ²	1.46	1.50	1.56	1.58	1.61
LT ³	1.49	1.51	1.55	1.60	1.65
ZK ⁴	1.47	1.47	1.56	1.60	1.61
LK+LT ⁵	1.45	1.50	1.59	1.60	1.64
LK+ZK ⁶	1.46	1.52	1.57	1.59	1.63
LT+ZK ⁷	1.48	1.52	1.57	1.60	1.63
SEM ⁸	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
P ⁹	0.5858	0.8154	0.2405	0.4939	0.2240

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri

4.11. Etlik Piliçlerin Göğüs ve But Etlerinde Besin Madde Miktarları

Çalışmada göğüs eti besin madde değerleri Çizelge 4.12' de verilmiştir. Göğüs eti kuru madde (KM) değerleri incelendiğinde, gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır ($P>0.05$). Rakamsal olarak belirtildiğinde ise en yüksek KM değeri % 27.31 ile ZK grubunda saptanırken; bu grubu sırası ile LT+ZK (% 27.27), LK+ZK (% 27.18), LT (% 27.15), LK (% 27.08), LK+LT (% 26.99) grupları takip etmiştir. En düşük değer ise % 26.93 ile K grubunda belirlenmiştir. Göğüs eti ham protein (HP) değerleri incelendiğinde gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli olarak saptanmamıştır ($P>0.05$). En yüksek HP değeri % 24.90 ile LK+LT grubunda tespit edilirken; bu değerden sonra sırası ile LK (% 24.90), LT+ZK (% 27.27), LT (% 24.70), ZK (% 24.68) ve LK+ZK (% 24.61) grupları gelmiştir. En düşük değer ise % 24.55 ile K

grubunda gözlenmiştir. Çalışmada göğüs eti ham yağ (HY) değerleri irdelendiğinde gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki yönden önemli değildir ($P>0.05$). En yüksek değer % 1.42 ile LT grubunda belirlenmiştir. Bu grubun HY değerini sırası ile K (% 1.40), LK (% 1.38), LK+ZK (% 1.37), LT+ZK (% 1.36), LK+LT (% 1.34) grupları takip etmiş ve en düşük değer % 1.33 ZK grubunda tespit edilmiştir. Denemede gruplar arası göğüs eti ham kül (HK) değerleri incelendiğinde istatistiki bir farklılık olmadığı anlaşılmıştır ($P>0.05$). En yüksek HK değeri % 1.22 LK grubunda belirlenmiştir. LT (% 1.20), ZK (% 1.19), K (% 1.18), LT+ZK (% 1.17), LK+ZK (% 1.13) grupları sırası ile bu gruptan sonra gelmiş ve en düşük değere sahip grup olarak % 1.09 ile LK+LT grubu bulunmuştur. Çalışmada but etine ait besin maddeleri Çizelge 4.13.' de verilmiştir. Denemede but etlerindeki KM değerleri incelendiğinde istatistiksel bir farklılık oluşmamıştır ($P>0.05$). En yüksek KM değeri % 27.91 ile LK grubunda belirlenirken; bunu sırası ile K (% 27.83), LT+ZK (% 27.81), ZK (% 27.71), LK+ZK (% 27.69), LT (% 20.97) izlemiş ve en düşük değer % 27.69 ile LK+ZK grubundan elde edilmiştir. Denemede but eti HP değerleri incelendiğinde gruplar arası farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$). En yüksek HP değeri % 21.22 ile LK grubunda belirlenirken, bunu sırası ile LT+ZK (% 21.11), LK+ZK (% 21.08), LK+LT (% 21.03), ZK (% 20.99) ve LT (% 20.97) grupları takip etmiştir. En düşük değer ise % 20.94 K grubunda belirlenmiştir. Çalışmada but eti HY değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). En yüksek HY değeri % 5.24 LK+ZK grubunda belirlenirken bunu sırası ile K (% 5.23), ZK (% 5.21), LK (% 5.20), LK+LT (% 5.19), LT+ZK (% 5.08) grupları izlemiş ve en düşük değer % 5.05 ile LT grubunda tespit edilmiştir. But eti HK değerleri açısından gruplar arası farklılık istatistiki olarak önemli değildir ($P>0.05$). En yüksek HK değeri % 1.12 ile LT+ZK grubunda belirlenirken; bunu sırası ile K (% 1.10), LT (% 1.09), LK (% 1.08), LK+ZK (% 1.07) ve ZK (% 1.05) takip etmiştir. But eti ham kül değerlerinde en düşük değer % 1.04 ile LK+LT grubundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.12. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Besin Madde Miktarları (%)

	KM	HP	HY	HK
K ¹	26.93	24.55	1.40	1.18
LK ²	27.08	24.88	1.38	1.22
LT ³	27.15	24.70	1.42	1.20
ZK ⁴	27.31	24.68	1.33	1.19
LK+LT ⁵	26.99	24.90	1.34	1.09
LK+ZK ⁶	27.18	24.61	1.37	1.13
LT+ZK ⁷	27.27	24.73	1.36	1.17
SEM ⁸	0.29	0.22	0.13	0.08
P ⁹	0.4782	0.4218	0.5892	0.4651

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri

Çizelge 4.13. Etlik Piliçlerin But Etlerinde Besin Madde Miktarları (%)

	KM	HP	HY	HK
K ¹	27.83	20.94	5.23	1.10
LK ²	27.91	21.22	5.20	1.08
LT ³	27.56	20.97	5.05	1.09
ZK ⁴	27.71	20.99	5.21	1.05
LK+LT ⁵	27.54	21.03	5.19	1.04
LK+ZK ⁶	27.69	21.08	5.24	1.07
LT+ZK ⁷	27.81	21.11	5.08	1.12
SEM ⁸	0.44	0.38	0.26	0.05
P ⁹	0.2933	0.4176	0.3896	0.4418

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri

4.12. Etlik Piliçlerin Göğüs ve But Etlerinde pH Değerleri

Çalışmada kullanılan etlik piliçlere ait göğüs ve but eti pH değerleri Çizelge 4.14' de verilmiştir. Gruplar arası pH15 değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak bir farklılık yoktur ($P>0.05$). En yüksek pH15 değeri 6.07 LK grubunda olurken bunu sırası ile 6.06 ZK, 5.96 LT, 5.91 LK+LT, 5.90 K, 5.78 LT+ZK izlemiş en düşük değer ise 5.62 ile LK+ZK grubunda belirlenmiştir. Çalışmada gruplar arası pH24 değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel anlamda bir farklılık olmadığı anlaşılmıştır ($P>0.05$). En yüksek pH 24 değerinin 5.41 ile LK+ZK grubunda olduğu ve bunu 5.38 LK+LT, 5.37 LT+ZK, 5.33 ZK, 5.31 LK, 5.28 LT

sırası ile grupları takip etmiş ve en düşük grup ise 5.21 ile K grubunda olmuştur. Denemede but etleri pH15 değerleri incelendiğinde gruplar arası farklılık istatistiksel olarak anlamsızdır ($P>0.05$). En yüksek but pH15 değeri 6.24 LK+LT grubunda olurken bunu sırası ile 6.21 LT, 6.18 ZK, 6.17 LT+ZK, 6.13 K, 6.07 LK takip etmiş ve en düşük 6.02 LK+ZK grubunda belirlenmiştir. Çalışmada but eti pH24 değerleri incelendiğinde gruplar arası farklılık önemsizdir ($P>0.05$). En yüksek pH24 değeri 5.71 K grubunda gözlemlenirken bunu sırası ile 5.51 LT, 5.46 LK, 5.44 LK+LT, 5.37 LK+ZK, 5.32 LT+ZK takip etmiş ve en düşük değer 5.28 ZK grubunda belirlenmiştir.

Çizelge 4.14. Etlik Piliçlerin Göğüs ve But Etlerinde pH Değerleri (kesimin 15. dakikası ve 24. saati)

Gruplar	Göğüs Eti		But Eti	
	pH 15	pH 24	pH 15	pH 24
K ¹	5.90	5.21	6.13	5.71
LK ²	6.07	5.31	6.07	5.46
LT ³	5.96	5.28	6.21	5.51
ZK ⁴	6.06	5.33	6.18	5.28
LK+LT ⁵	5.91	5.38	6.24	5.44
LK+ZK ⁶	5.62	5.41	6.02	5.37
LT+ZK ⁷	5.78	5.37	6.17	5.32
SEM ⁸	0.17	0.14	0.16	0.16
P ⁹	0.5498	0.4871	0.3874	0.4476

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri

4.13. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Renk Ölçüm Değerleri

Çalışmada göğüs etine ait renk değerleri Çizelge 4.15.' de verilmiştir. Gruplar arası L* değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($P>0.05$). En yüksek L* değeri 41.29 ile K grubunda gözlemlenirken bunu sırası ile LK (40.70), LK+LT (40.41), LK+ZK (40.19), LT+ZK (39.19), LT (39.06) grupları izlemiş ve en düşük değer 38.85 ile ZK grubunda belirlenmiştir. Göğüs eti a* değerleri gruplar arası verileri istatistiksel olarak anlamlı değildir ($P>0.05$). Göğüs etlerinde en yüksek a* değeri 15.33 ZK grubunda belirlenirken; bunu sırası ile LT+ZK (14.58), LK (13.73), LK+ZK (12.46), LT (11.72), LK+LT (11.61) takip etmiş ve en düşük değer 11.20 ile K

grubunda gözlemlenmiştir. Çalışmada, gruplar arası b* değerleri incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı veriler elde edilmiştir ($P<0.05$). K grubu ile karşılaştırıldığında LK grubu dışındaki tüm deneme gruplarında b* değeri önemli düzeyde yükselmiştir. Ayrıca, LT, LK+LT ve LT+ZK gruplarının (19.94, 20.01 ve 21.18) ZK ve LK+ZK gruplarından (17.38 ve 17.07) önemli düzeyde daha yüksek b* değerine sahip olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.15. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Renk Ölçüm Değerleri (L*, a*, b*)

Gruplar	L*	a*	b*
K ¹	41.29	11.20	10.90 ^c
LK ²	40.70	13.73	12.39 ^c
LT ³	39.06	11.72	19.94 ^a
ZK ⁴	38.85	15.33	17.38 ^b
LK+LT ⁵	40.41	11.61	20.01 ^a
LK+ZK ⁶	40.19	12.46	17.07 ^b
LT+ZK ⁷	39.19	14.58	21.18 ^a
SEM ⁸	0.94	1.11	0.72
P ⁹	0.4520	0.0778	<.0001

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri - ^{a, b, c, ...}: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

4.14. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Duyusal Analiz Değerleri

Göğüs etine ait duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.16' da verilmiştir. Çalışmada göğüs eti duyusal analizlerinden koku parametresi gruplar arası farklılık istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$). En yüksek değer 3.80 ile LT+ZK grubunda gözlemlenirken bunu K (3.70), LK+LT ile LK+ZK (3.60), LK ile ZK (3.50) takip etmiş ve en düşük değer ise LT (2.90) grubunda belirlenmiştir. Yumuşaklık parametresi incelendiğinde gruplar arası farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($P>0.05$). En yüksek değer, 4.20 ile LT+ZK grubunda saptanırken, bunu sırası ile ZK (3.70), LT (3.60), LK+LT (3.50), LK+ZK (3.30), K (3.20) grupları takip etmiş ve en düşük değer 3.10 ile LK grubunda belirlenmiştir. Göğüs etinin tat duyusal analizinde gruplar arası farklılık önemsizdir ($P>0.05$). En yüksek değeri 3.10 ile LK+ZK grubu vermiş ve bu grubu K ile ZK (3.40), LK+LT (3.30), LT (3.20), LK+ZK (3.10) takip etmiştir. En düşük değer ise 3.00 ile LK grubunda belirlenmiştir. Sululuk değerleri

irdelendiğinde gruplar arası farklılıklar istatiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). K (3.00) grubuna göre LT+ZK (3.60) grubunda suluk değeri önemli düzeyde yükselmiştir. LT+ZK (3.60) grubu dışındaki deneme gruplarında ise suluk değeri K grubununkine benzerlik göstermiştir. Görünüm kriteri incelendiğinde ise gruplar arası farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Kontrol grubuna karşılaştırıldığında tüm deneme gruplarında görünüm değerleri önemli düzeyde artmıştır. Renk maddesi kullanılan gruplar içerisinde en yüksek görünüm değeri 4.20 ile ZK ve LK+ZK gruplarında, belirlenmiş, bu grupları 4.10, 3.80, 3.70 ve 3.60 ile sırasıyla LK, LT+ZK, LK+LT ve LT grupları takip etmiştir. Genel beğenide ise gruplar arası farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($P>0.05$). En yüksek değer 3.60 ile ZK ve LK+ZK gruplarında belirlenirken, bunu sırası ile LK+LT ve LT+ZK (3.50), LK ve LT (3.30) izlemiştir. En düşük değer ise 3.20 ile K grubunda gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.16. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Duyusal Analiz Değerleri

Gruplar	Koku	Yumuşaklık	Tat	Sululuk	Görünüm	Genel beğeni
K ¹	3.70	3.20	3.40	3.00 ^b	2.90 ^d	3.20
LK ²	3.50	3.10	3.00	2.90 ^b	4.10 ^{ab}	3.30
LT ³	2.90	3.60	3.20	3.20 ^{ab}	3.60 ^c	3.30
ZK ⁴	3.50	3.70	3.40	3.20 ^{ab}	4.20 ^a	3.60
LK+LT ⁵	3.60	3.50	3.30	3.50 ^{ab}	3.70 ^{bc}	3.50
LK+ZK ⁶	3.60	3.30	3.10	3.30 ^{ab}	4.20 ^a	3.60
LT+ZK ⁷	3.80	4.20	3.50	3.60 ^a	3.80 ^{abc}	3.50
SEM ⁸	0.25	0.25	0.22	0.26	0.17	0.19
P ⁹	0.2607	0.0642	0.1607	0.0166	<0.0001	0.1379

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri - a, b, c, Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak anlamlı farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

4.15. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Fiziksel Analiz Değerleri

Göğüs etine ait fiziksel analiz verileri Çizelge 4.17.' de verilmiştir. Çözdürme kayıpları incelendiğinde gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). En yüksek çözdürme kaybı değeri 8.17 ile LK grubunda gözlemlenirken; bunu sırası ile LT (% 7.97), LT+ZK (% 7.93), ZK (% 7.86), K (% 7.80), LK+LT (% 7.72) takip etmiş ve en düşük değer % 7.69 ile LK+ZK grubunda belirlenmiştir. Pişirme kayıpları bakımından gruplar arasındaki

farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir ($P>0.05$). En yüksek pişirme kaybı % 15.56 ile LT grubunda ölçülürken; bu grubu LT+ZK (% 15.47), ZK (% 15.46), LK+ZK (% 15.21), LK (% 15.17) ve LK+LT (% 15.02) grupları sırasıyla izlemiştir. En düşük pişirme kaybı ise % 15.01 ile K grubunda olmuştur. Göğüs etlerinin su tutma kapasiteleri karşılaştırıldığında gruplar arası veriler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$). En yüksek kayıp LK (% 25.63) grubunda belirlenmiştir. Bu grubu sırası ile LT+ZK (% 25.55), ZK (% 25.12), LK+LT ile LT (% 25.00), K (% 23.93) grupları takip etmiştir. En düşük değer ise % 23.62 ile LK+ZK grubunda saptanmıştır. Göğüs etlerinin tekstür değerleri gruplar arası farklılık istatistiki olarak anlamlı değildir ($P>0.05$). En yüksek değer LK+ZK ve ZK (2.10 kg) gruplarından elde edilirken bunları sırası ile LK+LT (2.09 kg), LT+ZK (2.08 kg), K (2.06 kg), LK (2.05 kg) grupları izlemiş ve en düşük değer 2.04 kg ile LT grubundan elde edilmiştir.

Çizelge 4.17. Etlik Piliçlerin Göğüs Etlerinde Fiziksel Analiz Değerleri (% , kg)

Gruplar	Çözdürme kaybı (%)	Pişirme Kaybı (%)	Su Tutma Kapasitesi (%)	Tekstür (kg)
K ¹	7.80	15.01	23.93	2.06
LK ²	8.17	15.17	25.63	2.05
LT ³	7.97	15.56	25.00	2.04
ZK ⁴	7.86	15.46	25.12	2.10
LK+LT ⁵	7.72	15.02	25.00	2.09
LK+ZK ⁶	7.69	15.21	23.62	2.10
LT+ZK ⁷	7.93	15.47	25.55	2.08
SEM ⁸	0.28	0.30	1.02	0.03
P ⁹	0.4251	0.3517	0.4350	0.6178

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri

4.16. Etlik Piliçlerin Bazı Kan Değerleri ile Kan Hücre Miktarları

Çalışmada etlik piliçlerin kimi kan analizlerine ait veriler Çizelge 4.18.' de verilmiştir. Kan trigiliserid değerlerindeki gruplar arası farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). En yüksek trigiliserid değeri 45.00 mg/dL ile LK+ZK grubunda belirlenirken bunu sırası ile LK+LT (43.50 mg/dL), LT (42.16 mg/dL), LK (41.83 mg/dL), K (40.50 mg/dL), LT+ZK (39.16 mg/dL) ve ZK (34.83 mg/dL) grupları izlemiştir. Gruplar arası kan kolesterol değerleri arasındaki

farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$). En yüksek değer 144.16 mg/dL ile LT+ZK grubunda belirlenmiştir. Bunu sırası ile K (138.16 mg/dL), LK (135.00 mg/dL), ZK (130.16 mg/dL), LK+ZK (136.73 mg/dL), LT (139.00 mg/dL) grupları izlemiştir. En düşük değer ise 136.50 mg/dL ile LK+LT grubunda gözlemlenmiştir. Kan HDL değerleri incelendiğinde gruplar arası farklılık önemli değildir ($P>0.05$). En yüksek değer 110.00 mg/dL ile LT+ZK grubunda belirlenirken; bunu sırası ile K (105.66 mg/dL), LK (104.66 mg/dL), ZK (102.33 mg/dL), LK+ZK (101.16 mg/dL) ve LT (99.00 mg/dL) grupları takip etmiştir. En düşük değer ise 98.33 mg/dL ile LK+LT grubunda belirlenmiştir. Çalışmada kan LDL değerleri gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). En yüksek değeri LT (26.23 mg/dL) grubu vermiştir. Bunu sırası ile LK+ZK (24.43 mg/dL), LT+ZK (22.60 mg/dL), K (21.93 mg/dL), LK+LT (20.96 mg/dL), ZK (17.00 mg/dL) grupları takip etmiş en düşük değer ise ile LK (16.71 mg/dL) grubunda belirlenmiştir. Kan T3 değerleri gruplar arası farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir ($P>0.05$). En yüksek T3 değeri 2.39 ng/mL ile ZK grubu verirken, bunu sırası ile LT (2.35 ng/mL), LK+LT (2.30 ng/mL), LK+ZK (2.26 ng/mL), LK (2.19 ng/mL), LT+ZK (2.16 ng/mL) grupları takip etmiş en düşük değer 2.10 ng/mL ile K grubundan elde edilmiştir. Çalışmadan elde edilen kan T4 değerleri incelendiğinde gruplar arası farklılıklar anlamsızdır ($P>0.05$). En yüksek değer 1.45 ng/mL ile LK grubunda gözlemlenirken; bunu sırası ile ZK (1.37 ng/mL), K (1.32 ng/mL), LK+ZK (1.30 ng/mL), LT (1.27 ng/mL), LT+ZK (1.20 ng/mL) grupları takip etmiş; en düşük değer de LK+LT (1.15 ng/mL) grubundan elde edilmiştir. Denemede kan SOD değerleri incelendiğinde gruplar arası değer farklılıkları istatistiksel olarak anlamsızdır ($P>0.05$). En yüksek değer 1.70 Vmol/L ile LT+ZK grubunda saptanmış olup bunu 1.62 Vmol/L ile K ve LT; 1.60 Vmol/L ile ZK, LK+LT, LK+ZK grupları aynı değerler ile takip etmiştir. Elde edilen en düşük değer ise 1,37 Vmol/L ile LK grubunda belirlenmiştir. Çalışmanın Kan MDA değerleri incelendiğinde gruplar arası farklılıklar önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). En yüksek değer 1,32 μ mol/L ile LK ve LK+ZK grubunda belirlenmiştir. Bunu sırası ile K (1,31 μ mol/L), ZK ile LT+ZK (1,30 μ mol/L), LT (1,27 μ mol/L) takip etmiştir. En düşük MDA değeri ise 1,26 μ mol/L ile LK+LT grubunda saptanmıştır. Çalışmada kan hücrelerine ait veriler Çizelge 4.19.'da verilmiştir. Grupların heterofil değerleri incelendiğinde aralarındaki farklılıklar istatistiksel

açından önemli olarak saptanmamıştır ($P>0.05$). En yüksek heterofil değeri % 25.16 ile LK+ZK grubunda gözlemlenirken; bunu sırası ile ZK ve LT+ZK (% 24.16), LK ve LK+LT (% 23.83) takip etmiş ve en düşük değer ise % 23.33 ile LT ve K gruplarında belirlenmiştir. Gruplara ait lenfosit değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak anlamlı değildir ($P>0.05$). Rakamsal olarak belirtildiğinde ise % 65.50 ile K grubunun lenfosit değeri en yüksek bulunmuştur. Bu grubu sırası ile LT (% 65.16), LK+LT (% 64.83), LT+ZK (% 64.50), ZK (% 64.33) ve LK (% 64.16) grupları takip etmiştir. En düşük değer ise % 64.50 ile LT+ZK grubunda belirlenmiştir. Monosit hücreleri açısından gruplar arası farklılık önemli değildir ($P>0.05$). En yüksek monosit değeri % 5.33 ile LT grubunda belirlenmiş; bunu sırasıyla LK ve LK+LT (% 64.16), ZK (% 5.00), LK+ZK ve LT+ZK (% 4.83) takip etmiş en düşük değer ise K (% 4.66) grubunda belirlenmiştir. Bazofil hücreleri değerlerine bakıldığında gruplar arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$). En yüksek değer % 5.00 ile K ve LK gruplarında saptanmıştır. Bunu aynı düzeyde değerler veren LT, ZK, LK+LT, LK+ZK (% 4.66) grupları ve en düşük değeri veren LT+ZK (% 4.83) grubu izlemiştir. Eozofil sayıları bakımından gruplar arası farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). En yüksek değeri % 1.83 ZK ile LK grubu vermiş; bunu sırası ile LT+ZK (% 1.66) grubu ve en düşük aynı değerleri veren K, LT, LK+LT ve LK+ZK (% 1.50) grupları takip etmiştir. Çalışmada heterofil/lenfosit oranları incelendiğinde gruplar arası farklılık istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$). En yüksek değer % 0.39 ile LK+ZK grubunda gözlemlenirken bunu sırası ile LK, ZK, LK+LT, LT+ZK (% 0.37) grupları aynı değeri vererek takip etmiştir. En düşük değer ise % 0.35 ile K ve LT gruplarında belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. Etlik Piliçlerin Bazı Kan Değerleri

Gruplar	Trigliserid mg/dL	Kolesterol mg/dL	HDL ¹⁰ mg/dL	LDL ¹¹ mg/dL	T3 ¹² ng/mL	T4 ¹³ ng/mL	SOD ¹⁴ Vmol/L	MDA ¹⁵ μmol/L
K ¹	40.50	138.16	105.66	21.93	2.10	1.32	1.62	1,31
LK ²	41.83	135.00	104.66	16.71	2.19	1.45	1,37	1,32
LT ³	42.16	139.00	99.00	26.23	2.35	1.27	1.62	1,27
ZK ⁴	34.83	130.16	102.33	17.00	2.39	1.37	1.60	1,30
LK+LT ⁵	43.50	136.50	98.33	20.96	2.30	1.15	1.60	1,26
LK+ZK ⁶	45.00	136.73	101.16	24.43	2.26	1.30	1.60	1,32
LT+ZK ⁷	39.16	144.16	110.00	22.60	2.16	1.20	1.70	1,30
SEM ⁸	6.04	6.97	5.00	2.95	0.10	0.09	0.09	0.01
P ⁹	0.9321	0.8937	0.6765	0.3431	0.4801	0.3385	0.3989	0,2649

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri, ¹⁰yüksek yoğunluklu lipoprotein, ¹¹düşük yoğunluklu lipoprotein, ¹²triiodotironin ¹³tiroksin, ¹⁴superoksit dismutaz, ¹⁵malondialdehit

Çizelge 4.19. Etlik Piliçlerin Kan Hücre Miktarları (%)

Gruplar	Heterofil (H)	Lenfosit (L)	Monosit	Basofil	Ezonofil	H/L
K ¹	23.33	65.50	4.66	5.00	1.50	0.35
LK ²	23.83	64.16	5.16	5.00	1.83	0.37
LT ³	23.33	65.16	5.33	4.66	1.50	0.35
ZK ⁴	24.16	64.33	5.00	4.66	1.83	0.37
LK+LT ⁵	23.83	64.83	5.16	4.66	1.50	0.37
LK+ZK ⁶	25.16	63.83	4.83	4.66	1.50	0.39
LT+ZK ⁷	24.16	64.50	4.83	4.83	1.66	0.37
SEM ⁸	0.57	0.51	0.27	0.25	0.20	0.01
P ⁹	0.3301	0.2906	0.6292	0.8914	0.7387	0.2764

¹ Kontrol - ² likopen - ³ lutein - ⁴ zeaksantin - ⁵ likopen+lutein - ⁶ likopen+zeaksantin - ⁷ lutein+zeaksantin ⁸ standart hata ortalaması - ⁹ olasılık değeri

5. TARTIŞMA

Çalışmada etlik piliçlere ait canlı ağırlıklar, canlı ağırlık artışları, yem tüketimleri ve yemden yararlanma oranları, karkas ve karkas parça ağırlıkları (g) ve oransal değerleri (%), yenilebilir ve diğer iç organ ağırlıkları (g) ile oransal değerleri (%), sindirim sistemi organ ağırlıkları (g) ile oransal değerleri (%), göğüs eti malondialdehid değerleri (MDA) ile karbonil değerleri, göğüs ve but eti besin madde içerikleri ile bunların pH değerleri, göğüs eti renk değerleri, duyuşal özellikleri (koku, yumuşaklık, tat, sululuk, görünüm, genel beğeni), göğüs etine ait fiziksel özellikler (çözdürme pişirme kayıpları, su tutma kapasitesi, tekstür), bazı kan parametreleri (trigliserid, kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), triiodotironin (T3), tiroksin (T4) superoksit dismutaz (SOD) ve malondialdehit (MDA)), kan hücre değerleri (heterofil, lenfosit, monosit, basofil, eozonofil) incelenmiştir. Bu bölümde, çalışmadan elde edilen bulgular literatür bildirişleri ile tartışılmıştır.

5.1. Renk Maddelerinin Serbest Radikal Yakalama Aktivitesi (DPPH yöntemi) ($\mu\text{g/ml}$) ile β -karoten Eş Değerlikleri Miktarları

Bileşiklerin antioksidan katpasitesini belirlemek için birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler içerisinde “serbest radikal yakalama aktivitesi” (DPPH) doğal ekstraktların antioksidan kapasitesini belirlemede oldukça sık kullanılmaktadır. Kullanılan renk maddelerinin en yüksek DPPH değeri 28.54 $\mu\text{g/ml}$ ile luteinden elde edilirken; zeaksantinden 25.95 $\mu\text{g/ml}$, likopenden 14.61 $\mu\text{g/ml}$ değerleri elde edilmiştir. Jimenez-Escrig et al., (2000) yaptıkları çalışmada doğal renk maddelerinin DPPH değerlerini belirlemişlerdir. İnceledikleri renk maddelerinin “serbest radikal yakalama aktivitesi” en yüksek olarak 62.87 $\mu\text{g/ml}$ ile luteinden, 52.25 $\mu\text{g/ml}$ ile zeaksantinden ve en düşük 39.15 $\mu\text{g/ml}$ ile likopenden elde ederek çalışmamız ile aynı sıralamada DPPH değerlerini saptamışlardır. Çalışmamızda, antioksidan kapasitenin bir göstergesi olan göğüs eti MDA değerlerine bakıldığında; renk maddelerinin yem katkı maddesi olarak kullanımının bu değerleri önemli derecede düşürdüğü görülmektedir (Şekil 5.2). Bu sonuç ise elde edilen DPPH değerlerini destekler niteliktedir.

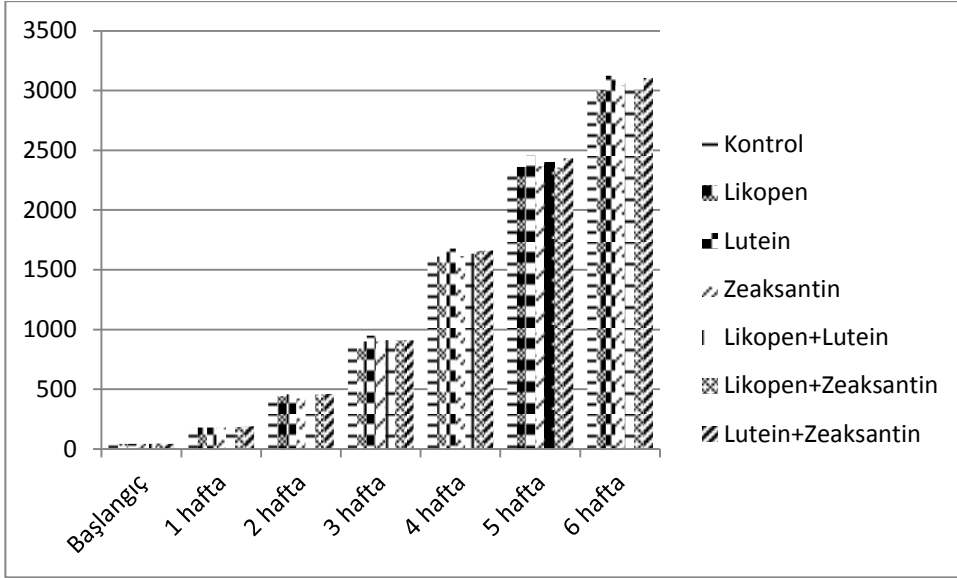
β -karoten eşdeğerlilikleri renk maddelerinin aseton ile çözündürülüp spektrofotometrik ölçümü ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada en yüksek değer 144.03 mcg ile luteinden elde edilirken 101.10 mcg likopen ve en düşük 106.65 mcg ile zeaksantinden elde edilmiştir. Çalışmamızda göğüs etinde yapılan renk ölçümlerinde b^* (sarılık) değeri renk maddeleri kullanımı ile artış göstermiştir (Şekil 4.15). Elde ettiğimiz β -karoten eşdeğerliliği değerleri, b^* değerinde saptanan bu artış ile desteklenmektedir.

5.2. Renk Maddelerinin Etlik Piliç Performansı Üzerine Etkileri

Bu başlık altında etlik piliç karma yemlerine renk maddesi ilavesinin canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma değerleri irdelenmiştir.

Bu teze konu olan doğal renk maddelerinin (likopen, lutein ve zeaksantin) kanatlı hayvanlar üzerine etkilerini inceleyen çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak, yapılan çalışmaların çoğunda renk maddelerinin pigmentasyona ve oksidasyona etkileri üzerinde durulmuştur. Dolayısıyla, renk maddelerinin performans (canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma) üzerine etkileri konusunda sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmamızda etlik piliç karma yemlerine renk maddeleri ilavesinin etlik piliç performansı üzerine olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür. Birinci haftadan itibaren canlı ağırlık değerlerinin; renk maddelerinin ilave edildiği, yemleri tüketen gruplarda olumlu yönde etkilendiği belirlenmiştir. Bir haftalık yaşta en düşük canlı ağırlık kontrol grubunda gözlemlenmiştir. İlerleyen haftalarda gruplar arası farklılıklar, dalgalanmalar halinde seyretmesine karşın renk maddesi tüketmeyen kontrol grubu hiçbir haftada uygulama gruplarından daha yüksek değerler sağlayamamıştır. Kesim yaşına gelen hayvanlarda ise istatistiksel olarak en yüksek canlı ağırlık LT+ZK grubunda elde edilmiştir. İstatistiksel farklılık, diğer renk maddelerini tüketen gruplar arasında net olmasa da rakamsal olarak en düşük değer yine renk maddesi tüketmeyen gruptan (K) elde edilmiştir (Şekil 5.1.). Bu sonuçları doğrular nitelikte olan çalışmalarda Şahin vd., (2006), bıldırcınlar üzerinde bir çalışmayı yürütmüştür. Sıcak stresine maruz kalan gruplarda likopen ilavesi ile gruplar arası canlı ağırlık farklılıkları önemli olarak bildirilmiştir.

Likopenin canlı ağırlık artışındaki kısmi etkisi, karma yemin renk maddesi düzeyine bağlı olarak değişmektedir. Kılıç ve Ayhan, (2002), kurutulmuş domates ve elma posalarının bıldırcın karma yemlerinde % 15'e kadar kullanılabileceğini ve etlik piliç karma yemlerinde domates posası ilavesinin canlı ağırlık kazancını artırdığını ve Al-Betawi, (2005) ise sıcak stresinin japon bıldırcınlarına uygulanması ile azalan kesim yaşı canlı ağırlıklarının likopen uygulaması ile arttığını bildirilmiştir. Benzer bir sonuç Sevcikova et al., (2006) yaptığı çalışmada; 100 mg/kg likopen ilaveli karma yemi tüketen etlik piliçlerin 35. gün kesim yaşı ağırlıkları üzerine olumlu etkisinin olduğunu bildirilmiştir. Ayrıca Leal et al., (1999) yaptıkları çalışmada, etlik piliçlerin karma yemlerine likopen ilavesi ile mikotoksinlerin negatif etkisine bağlı olarak düşüş gösteren canlı ağırlıklar üzerine olumlu yönde etki yaptıklarını aktarmışlardır. Bu sonuçların aksine karma yeme renk maddesi ilaveleri ile performans verilerinin etkilenmediğini gösteren çalışmalarda mevcuttur. Özdoğan (1995) mısır gluten unu ilavesinin (% 2.5, 5.0, 7.5 ve 10), Taluğ (1991) β -apo-8¹-karotenoik asit etil ester, kantaksantin, lutein, kırmızı biber ve yonca unu ilavesinin etlik piliçlerde performans üzerine etkilerini önemsiz bulmuşlardır. Lee et al., (2016) çalışmalarında farklı düzeylerde likopen ilavesinin (10-17-20 mg/kg domates salçası 17 mg/kg'lı grup 5 ppm likopen içerecek şekilde) canlı ağırlık üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Perez-Vendrell et al., (2001) % 10-25 zeaksantin miktarlarına sahip katkı maddesi ile kantaksantin kullanmışlardır. Çalışma sonucunda etlik piliçlerin haftalık canlı ağırlıkları, yapılan katkılar ile istatistiksel anlamda etkilenmemiştir. Yannakopoulos et al. (1992); yumurtacı tavuk karma yemlerine domates posası ilavesinin, ölçülen performans değerleri üzerine önemli derecede bir etki göstermediğini bildirmişlerdir. Karma yem ile tüketilen renk maddelerinin biyoyararlılığı; kullanım düzeyi ve formuna, yemde bulunan yağ ve yağda eriyen vitaminlerin düzeyine; bunun yanında kantaksantin gibi bazı karotenoidlerce inhibe edilmesine bağlı olarak değişebilmektedir (Cohen, 2002).



Şekil 5.1. Etlik Piliçlerin Haftalık Canlı Ağırlıkları (g)

Etlik piliç karma yemlerine doğal renk maddesi ilavesi ile canlı ağırlık artışları bakımından (0-3., 4-6., 0-6. hafta) gruplar arası farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Canlı ağırlık artışlarında en düşük rakamsal değer kontrol grubundan elde edilmiştir. Bütün çalışma dönemi olan 0-6. haftalar arası canlı ağırlık artışları içerisinde en yüksek artışın LT+ZK grubundan elde edildiği görülmektedir. Bu sonuçlar, istatistiksel olarak gruplar arası farklılıkların önemsiz olduğu Perez-Vendrell et al., (2001)' na ait çalışma sonuçlarıyla, ayrıca Şahin vd., (2006)' a ait çalışmadaki sıcak stresi uygulanmayan gruplara ait değerler ile uyum içerisinde. Aynı şekilde, Yenice vd., (2007) yumurtacı tavuklar ile yaptıkları çalışmada renk maddesi ilavesinin canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışları üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmamıza ait veriler bu literatür bildirişleri ile uyum içerisinde.

Çalışmaya konu olan renk maddeleri ile yapılmış çalışmalar incelendiğinde yem tüketim miktarı ve yemden yararlanma gibi performans verileri üzerinde fazla durulmamıştır. Fakat mevcut çalışmaların bazılarında elde edilen veriler, yem tüketimi üzerine renk maddelerinin etkisinin önemli olduğunu yansıtırken, bazıları da bu etkilerin önemli olmadığını göstermektedir. Çalışmada, elde edilen veriler incelendiğinde 3 farklı zaman periyodundaki (0-3., 4-6. ve 0-6. haftalar) yem tüketimleri istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0.05$). Çalışmamızın sonuçları

diğer araştırma sonuçları ile uyum içerisinde. Yemden yararlanma değerleri (0-3. hafta başlangıç yemi, 4-6. hafta bitiş yemi, 0-6. hafta) arasında istatistiksel açıdan bir farklılık belirlenmemiştir ($P>0.05$). Bu sonuçları doğrular nitelikte olan Apanoğlu (2008) yaptığı çalışmada likopen ve krom ilavesi ile yem tüketimi ve yemden yararlanma değerlerine ait gruplar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Lee et al., (2016) çalışmalarında farklı düzeylerde likopen ilavesinin (10-17-20 mg/kg domates salçası 17 mg/kg'lı grup 5 ppm likopen içermektedir) yem tüketimi ve yemden yararlanma üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Aynı şekilde Perez-Vendrell et al., (2001) zeaksantin içeren bir katkı maddesi ile kantaksantin kullanmışlardır. Çalışma sonucunda elde edilen etlik piliçlerin yem tüketimleri ve yemden yararlanma değerlerine bakıldığında, yapılan katkıların istatistiksel anlamda bir fark yaratmadığı bildirilmiştir. Bu sonuçların aksine Al-Betawi (2005), etlik piliç karma yemlerine domates posası ilavesinin kümülatif yem tüketimini önemli düzeyde artırdığını saptamıştır ($P<0.05$). Şahin vd., (2006), yaptıkları çalışmada bildirilen karma yemlerine likopen ilavesi ile lineer bir şekilde yem tüketimi ve yemden yararlanma, sıcak stresi uygulanan gruplarda, artış göstermiştir. Aynı etki normal sıcaklık koşullarında ortaya çıkmamıştır. Görüldüğü gibi hayvanın türü, verim yönü, karma yemin yapısı, katkıların biyoyararlılığı veya çevresel faktörler gibi parametrelere bağlı olarak karma yeme ilave edilen renk maddelerinin yem tüketimi üzerine olan etkileri değişkendir.

5.3. Etlik Piliçlerin Karkas, Organ Ağırlıkları ile Oransal Değerleri

Karkas, genel anlamda hayvanlar kesildikten sonra yenilebilir et miktarı, kemikler ve vücut yağı toplamına denilmektedir. Sıcak karkas randımanı ise karkas ağırlığının canlı ağırlığa olan oranı olarak söylenebilir. Organ ağırlıkları ise sindirim sistemi organ ağırlıklarına ilave olarak kalp ve karaciğer gibi yenilebilir organlar ile bursa ve dalak gibi yardımcı organların kesimde tartılması ile belirlenmektedir. Bahsedilen organ ağırlıklarının karkasa oranlanması ile oransal değerleri hesaplanmakta böylelikle birim karkas ağırlığına düşen birim organ ağırlığı belirlenmektedir. Bu başlık altında etlik piliç karma yemlerine renk maddesi ilavesinin karkas ve karkas parça ağırlıkları ve oransal değerleri

yenilebilir iç organlar ve diğerleri ile oransal değerleri, sindirim sistemi organ ağırlıkları ve sindirim sistemi oransal değerleri irdelenmiştir. Yapmış olduğumuz çalışma sonuçlarına baktığımızda ise renk maddelerinin karkas ve karkas parça ağırlıkları ile bunlara ait oransal değerler incelenmiştir. Kesimde elde edilen veriler incelendiğinde gruplar arası karkas ağırlığı, karkas randımanı, göğüs eti ağırlığı, but eti ağırlığı, abdominal yağ ağırlığı, göğüs eti oransal değeri, but eti oransal değeri ve abdominal yağ oransal değerleri açısından istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$). Yenilebilir iç organlar ve diğerleri ile oransal değerleri incelenmiştir. Kesimden sonra elde edilen veriler incelendiğinde gruplar arası kalp ve karaciğer ağırlığı, açısından istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır. Ancak gruplar arası dalak ve bursa ağırlıkları ile onlara ait oransal değerlerinde istatistiksel farklılık söz konusudur. Dalak ağırlığı ve oransal değerleri incelendiğinde kontrol grubu ile likopenli gruplarda ağırlıklar diğer gruplara göre nispeten düşük bulunurken bursa ağırlığı ve oransal değerleri zeaksantinli gruplarda nispeten daha yüksek bulunurken en yüksek ağırlık ve oransal değer LK+LT'li gruptan elde edilmiştir. Aynı şekilde etlik piliç karma yemlerine renk maddeleri ilavesi ile sindirim sistemi ve onlara ait oransal değerler üzerine bir istatistiksel anlamda bir etkisi yoktur. Benzer şekilde Apanoğlu (2008) yaptığı çalışmada etlik piliç karma yemlerine likopen ve krom ilavesi ile karkas (sıcak-soğuk) oranının ve iç organ ağırlıkları ile oransal değerlerinin gruplar arası istatistiksel anlamda farklılık bulunmadığını bildirmiştir. Aynı şekilde Lee et al., (2016) çalışmalarında organ ağırlıkları ve oransal değeri üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca Koreleski and Swiatkiewicz (2007) yaptıkları çalışmada karkas ve karkas parçaları ile karaciğer ağırlıkları bakımından gruplar arası istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. Bu sonuçların aksine Şahin vd., (2006)'ın yaptığı çalışma sıcak stresi uygulanmayan gruplarda renk maddesi ilavesi ile karkas ağırlığı ve randımanı etkilenmezken sıcak stresi uygulanan gruplarda soğuk karkas ağırlığında gözlemlenmiştir. Bu artış, sıcak stresi ile mücadelede renk maddesi ilavelerinin mantıklı katkılar olabileceğini göstermektedir.

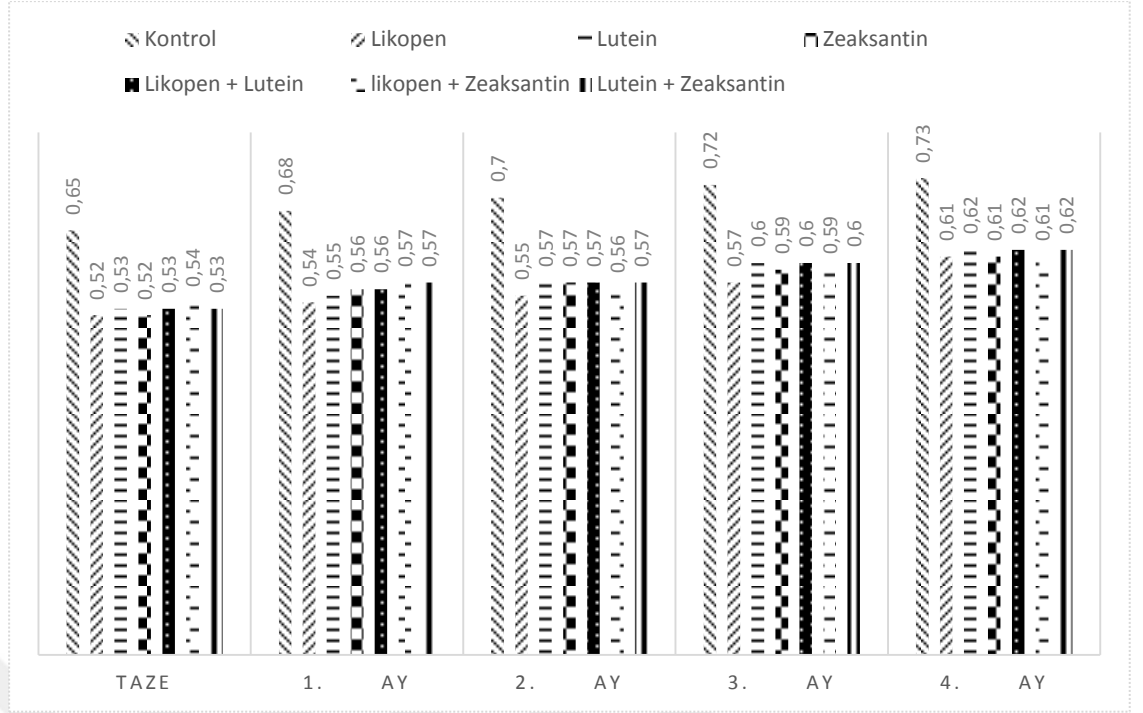
5.4. Etlik Piliçlerin Göğüs ve But Eti Fiziksel ile Kimyasal Özellikleri

Bu başlık altında etlik piliç karma yemlerine renk maddesi ilavesinin göğüs eti Malondialdehid (MDA) değerleri, göğüs eti karbonil değerleri, göğüs eti besin madde içerikleri ve pH değerleri, but eti besin madde içerikleri ve pH değerleri, göğüs eti renk değerleri, duyu analizi ve fiziksel analiz (göğüs eti) değerleri irdelenmiştir.

5.4.1. Etlik piliçlerin göğüs eti malondialdehid (MDA) değerleri

Malondialdehid değeri etlerde veya hayvansal yağ içeren gıdalarda lipid oksidasyon derecesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Etteki yağ miktarı, yağ asitleri düzeyi ve depolama sıcaklığı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösteren lipid oksidasyonunun önlenmesinde antioksidanların etki mekanizmalarından biri de serbest radikallerin tutulmasıdır. Doğal antioksidanlar içinde yer alan renk maddeleri, lipid peroksidasyonunda serbest radikallerle reaksiyona girerek bunların olumsuz etkilerini azalttığı bilinmektedir (Klebanov et al. 1998). Çalışmamıza ait Şekil 5.2.' de görüldüğü gibi renk maddelerinin göğüs eti MDA değerleri üzerine olumlu etkileri bulunmuştur. Bu sonuçlar kontrol grubu ile kıyaslandığında ise antioksidan kapasitelerinin, ette yağ oksidasyonuna karşı önemli etkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Karma yeme antioksidan etkili olduğu bilinen renk maddelerinin ilave edilmesiyle kas dokuda veya depolanan etlerde, oksidasyon miktarında azalmaya neden oldukları saptanmıştır. Benzer şekilde Leal et al., (1999), etlik piliç karma yemlerine katılan likopenin; antioksidan olarak görev alan glutathion enziminin hücrelerde koruyucu etkiye sahip olduğunu saptamışlardır. Çalışmada 7 günde bir malondialdehit (MDA) glutathion (GSH) ve glutathion-S-transferaz (GST), glutamiltransferaz (GGT) glutathion peroksidaz (GP) düzeyleri ölçülmüştür. Kontrole göre 7 gün sonra T-2 toksinli grupta hepatik MDA konsantrasyonu % 128 artış göstermiştir. T-2 toksin + Likopen 1:17 oranında karıştırılıp verildiğinde bazı parametrelerin azaldığı görülmüştür ($P<0.05$). Likopenin bir antioksidan ajan olduğu ve GSH düzeyini koruduğu görülmüştür. Aynı şekilde Rajput et al., (2016) yaptıkları çalışmada zerdeçal ve luteinin etlik piliçlerde et kalitesi ve performans üzerine etkilerini

incelemişlerdir. Çalışma sonunda katkı maddelerinin taze etlerde yağ ve protein oksidasyonlarına herhangi bir etkisinin olmamasının yanında 1 ay depolanan etlerde malondialdehid düzeyinin zerdeçal ve luteinli gruplarda istatistiksel olarak önemli şekilde düştüğünü bildirmişlerdir. Benzer nitelikte Oruç vd., (2005) tarafından, piliç etlerinde lipit oksidasyonu sonucu oluşan malonaldehit (MDA) konsantrasyonlarının insan sağlığı açısından bir risk oluşturmayacağı saptanmıştır. Çalışma, Bursa ili çevresinden toplanan çiğ piliç etlerinde yaptıkları analizler ile gerçekleşmiştir. Breinholt et al., (2000), ratların karma yemlerine ilave edilen likopenin, oksidatif strese ve kansere karşı korunmada antioksidan etkili ve metabolize olabilir enzimler üzerine düşük düzeylerde etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Ancak, genç dişi ratların oksidatif strese ve kansere karşı korunmasında antioksidan ve metabolize olabilir enzimlere karşı düşük düzeylerde etkili olduğu saptanmıştır. Bu enzimatik aktivitelerin nedeni olarak, çok düşük plazma düzeyleri ile uyarılmış olmalarından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmaların neticesinde deneysel olarak antioksidan özellikleri bilinen renk maddelerinin, hücre ve dokuların hasarına neden olan serbest radikallerin etkilerini azaltarak, hücreler arası iletişimi uyarması nedeniyle kas doku ve deride koruyucu rol üstlenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Mevcut araştırma sonuçları ile renk maddelerini kas doku ve depolanan etlerde oksidasyon önleyici ve koruyucu etkiye sahip bir ajan olarak hizmet edebileceği anlaşılmıştır.



Şekil 5.2. Etlik Piliçlerin Göğüs Eti Malondialdehid (MDA) Değerleri (mg/kg)

5.4.2. Etlik piliçlerin göğüs eti karbonil değerleri

Protein oksidasyonunda gözlenen en yaygın hasar karbonil oluşumudur. Karbonil türevlerinin oluşumu sonucu proteinlerin jelatinizasyon ve emülsifikasyon gibi fonksiyonel özelliklerinin bozulmasının yanı sıra besleyici değerinde de önemli kayıplar meydana gelmektedir (Estevez, and Cava, 2004). Çalışmamızda etlik piliç karma yemlerine renk maddeleri ilaveleri ile 4 ay boyunca depolanan göğüs etlerinde karbonil miktarları gruplar arası farklılık belirlenmemiştir. Çalışmamızla benzer nitelikte Smet et al., (2008) farklı renk maddeleri içeren doğal ekstraktların etlik piliçler üzerine etkilerini incelemişlerdir. Göğüs etleri +4°C ve dışarıda lamba altında bekletilmiş ve lipid ile protein oksidasyonları incelenmiştir. Çalışma sonucunda gruplar arası protein oksidasyon miktarları istatistiksel açıdan farklı göstermemiştir. Benzer sonuçlar farklı hayvan grupları ile yapılmış çalışmalar ile uyum içerisindedir. Mercier et al., (1998), Haak et al., (2006), Petron et al., (2007) koyun etlerinde yaptıkları çalışmalarda ortak özellik bakımından antioksidan özelliği yüksek vitamin E ilavesi veya kadife çiçeği ekstraktları kullanılarak etlerdeki protein oksidasyonu içerikleri ile karşılaştırılmıştır. Bahsedilen çalışmalarda protein oksidasyonları yapılan ilaveler

ile etkilenmemiştir. Bu sonuçların aksine Estevez and Cava, (2004, 2006) yaptıkları çalışmada 60 gün boyunca +4°C de depolama ile protein oksidasyonunun önemli şekilde değiştiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Rajput et al., (2016) yaptıkları çalışmada zerdeçal ve luteinin etlik piliçlerde et kalitesi ve performans üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda katkı maddelerinin taze etlerde yağ ve protein oksidasyonlarına herhangi bir etkisinin olmamasının yanında 1 ay depolanan etlerde karbonil (protein oksidasyonu) zerdeçal ve luteinli gruplarda istatistiksel olarak önemli düzeyde düştüğünü bildirmişlerdir. Çalışma sonuçlarında farklılıkların depolama sıcaklıkları ile depolama süreleri ile ilişkilendirilebilir. Düşük sıcaklıklarda (-20°C) depolamalarda karbonil değeri daha az etkilenirken, +4°C’de depolamada ve uzun sürede protein daha kolay okside olabilmektedir.

5.4.3. Etlik piliçlerin göğüs ve but eti besin madde içerikleri ile pH değerleri

Göğüs ve but etlerinde besin maddesi olarak kuru madde, ham kül, ham protein ve ham yağ değerleri belirlenmiştir. Bunun yanında kesimin 15. dakikası ile +4°C’de 24 saat bekletildikten sonra tekrar pH değerlerine bakılmıştır. Geçen süre içerisinde düşen pH ile etin depolama ile ulaşabileceği son pH ölçülmüştür. Çalışmamızda etlik piliç karma yemlerine renk maddesi ilavelerinin göğüs ve but etlerinde besin madde (kuru madde, ham kül, ham protein ve ham yağ) içerikleri ile pH değerleri üzerine herhangi bir etkisi saptanmamıştır. Benzer nitelikte Rajput et al., (2016) yaptıkları çalışmada zerdeçal ve luteinin etlik piliçlerde et kalitesi ve performans üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda et pH’sı üzerine ilave edilen katkı maddelerinin herhangi bir etkisi belirlenmemiştir. Bu sonuçlar, çalışmamız ile uyum içerisinde.

5.4.4. Etlik piliçlerin göğüs eti renk değerleri

Etlik piliçlerde et rengi değerleri, skala kullanılarak veya enstrüman kullanılarak ölçülebilmektedir. Bahsedilen enstrüman son 15-20 yıldır aktif olarak kullanılmaktadır. Genellikle Minolta marka Hunter olarak bilinmektedir. Bahsedilen cihazdan 3 farklı değer elde edilmekte, L* (parlaklık), a* (kırmızılık)

ve b* (sarılık) tonlarını belirlemektedir. Etlik piliç karma yemlerine renk maddesi ilaveleri ile et, deri, ayak renkleri doğrudan etkilenmektedir. Çalışmamızdan etlik piliç karma yemlerine renk maddelerinin ilavesi ile göğüs eti L* ve a* değerleri istatistiksel olarak farklılık bulunmamış, ancak b* değeri önemli derece anlamlı saptanmıştır. Bu sonuçlar ile uyum içerisinde olan Perez-Vendrell et al., (2001) kırmızılık değeri olan a*, herhangi bir renk maddesi ilavesi yapılmayan kontrol grubunda en düşük şekilde belirlenirken; istatistiksel olarak anlamlı olmasa da renk maddesi ilaveli gruplarda daha yüksek ölçülmüştür. Fakat sarı değeri olan b* değeri bakımından gruplar arası anlamlı farklılıklara sebep olmuştur. Aynı şekilde Rajput et al., (2016) yaptıkları çalışmada zerdeçal ve luteinin etlik piliçlerde et kalitesi ve performans üzerine etkilerini incelemişlerdir. Luteinli gruplarda b* değeri daha yüksek elde edilmiştir. Bu sonuçlarla benzerlik göstermeyen çalışmalar da vardır. Tunio et al., (2013), etlik piliç karma yemlerine likopen ile 2 sentetik renk maddesini (ruhsatlandırılmış kantaksantin-ruhsatlandırılmamış orange- II) farklı oranlarda ilave etmişlerdir. Deneme sonunda, likopen ilaveli gruplarda renk değerleri etkilenmezken; kantaksantinli grupların diğer renk maddeleri ilave edilen gruplardan Roche renk skalasına göre daha koyu renk verdiğini bildirmişlerdir.

5.4.5. Etlik piliçlerin göğüs eti duyuşal analiz değeri

Duyuşal analizler, diğeri bir ifade ile organoleptik analizler, tadımcılarla gerçekleştirilmektedir. Bu kişilerden, eşit şekilde pişirilmiş ve hangi gruba ait olduklarını bilmeden sunulan etlerin koku, yumuşaklık, tat, sululuk, görünüm ve genel beğeni kriterlerini 1-5 arasında değerlendirilmesi istenmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak yorumlanmıştır. Duyuşal analizleri konu alan çalışmalara bakıldığında benzer değerlendirme yöntemlerinin olduğu görülmektedir. Çalışmada etlik piliç karma yemlerine renk maddesi ilavesi ile göğüs etlerinin duyuşal analizleri incelendiğinde, söz konusu özellikler üzerine, görünüm değeri dışında herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuçların aksine Koreleski and Swiatkiewicz (2007) yaptıkları çalışmada etin depolamasıyla birlikte yapılan duyuşal analizlerin sonucunda, renk maddesi ilaveli gruplarda daha düşük değeri elde edilmiştir. Daha düşük olmasının nedeninin; bahsi geçen çalışmada renk maddesi tüketen grup ile (20 mg luteinli

kadife çiçeği), adaçayı, koni çiçeği ekstraktlarının karşılaştırılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bitkisel ekstraktların duyu analizleri üzerine (özellikle koku ve tat) olan etkilerinin, aroma maddelerince daha zengin olmalarına bağlı olarak, renk maddelerinin etkilerinden daha çok olduğu düşünülmektedir. Yenice vd., (2007) yumurta tavuklarının karma yemlerine kırmızı ksantofil ilavesi yapmıştır. Yumurtaların duyu analizlerinde katılanların % 34'ü yumurtalar arasında lezzet farklılığının olmadığını söylemiş, diğer katılımcılar koyulaşan yumurtaların daha lezzetli olduğunu belirtmişlerdir. Buradan insanların çoğunun yumurta sarısının rengi ile lezzeti arasında ilişki kurdukları izlenimi edinildiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızdaki duyu analizlerden görselliğin neden daha yüksek olabileceğine ışık tutmaktadır. Pişirilmiş göğüs eti renginin tatlı bir koyuluk alması, yumurta sarısının koyulaşması gibi tüketici tercihi üzerine olumlu etki yapmakta, daha çok beğeni kazanmasını sağlamaktadır.

5.4.6. Etlik piliçlerin göğüs eti fiziksel analiz değerleri

Göğüs etinde yapılan fiziksel analizler çözündürme kayıpları, pişirme kayıpları, su tutma kapasitesi ve tekstürdür. Bu analizler daha çok etin işlenebilirliğini konusunda fikir vermektedir. Çalışmamızda etlik piliç karma yemlerine renk maddesi ilavesinin göğüs eti fiziksel analizleri üzerine istatistiksel olarak etkisi belirlenmemiştir. Benzer şekilde Rajput et al., (2016) yaptıkları çalışmada zerdeçal ve luteinin etlik piliçlerde et kalitesi ve performans üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda taze etlerde yapılan su tutma kapasitesinin, lutein katkılı yemler ile beslenen etlik piliçlerde etkilenmediğini belirtmişlerdir.

5.5. Etlik Piliçlerin Bazı Kan Değerleri ile Kan Hücre Miktarları

Metabolizmanın kimyasal olan kan değerleri ve kan hücreleri, organizma hakkında birçok bilgi vermektedir. Etlik piliç karma yemlerine ilave edilen katkıların performans, karkas, iç organlar, et kalitesi üzerine olan etkilerini daha net bir şekilde görebilmek için kan değerleri ve kan hücreleri ile pekiştirmek gerekmektedir. Çalışmamızda etlik piliç karma yemlerine renk maddesi ilavesinin,

kesimden önce alınan kanlarda yapılan trigiliserid, kolesterol, HDL, LDL, T3, T4, SOD, MDA analiz sonuçları ile gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. Bu sonuçlar ile benzer nitelikte Doğan (2007) yaptığı çalışmada, yumurtacı tavukların karma yemlerine farklı düzeylerde likopen ilavesinin (0-100-200-400 mg/kg) ardışık haftalarda alınan kan örneklerinde kolesterol düzeylerinin etkilenmediği bildirmişlerdir. Bu sonuçların aksine Şahin vd., (2006) yüksek sıcaklık (34°C) altında yetiştirilen Japon bıldırcınlarının karma yemlerine likopen ilavesinin, kolesterol, trigliserid ve glikoz konsantrasyonlarını düşürdüğünü belirlemişlerdir. Düzgüner vd., (2008), streptozotosin (STZ) ile diyabet oluşturulan ratlarda, likopen uygulamasının plazma gl,kozunda önemli artışa ve vücut ağırlığında azalmaya neden olmuştur. Likopen ilavesi ise diyabetik plazma glikoz düzeyinde önemli olarak % 25 azalmaya neden olmuş ve 14. günden itibaren vücut ağırlığındaki düşmeyi önlemiştir. Sevcikova et al., (2006) yaptıkları çalışmada selenyumun farklı formu ile likopenin etlik piliç karma yemlerine ilavesi kan değerlerinden kolesterol, LDL ve lipaz gruplar arası farklılık bulunmamıştır. Likopen ilaveli gruplarda kandaki HDL düzeyi, likopensiz gruplara göre daha yüksek belirlenmiştir. Çalışma sonucu olarak, etlik piliçlere likopen ilavesinin kan profili üzerine olumlu etki yaptığını vurgulamışlardır. Blum et al., (2006) yaptıkları çalışmada da domatesle zengin beslemenin HDL kolesterol düzeyini artırdığını, Rao, (2002) likopen ile plazma kolesterol seviyesinin düştüğünü bildirmişlerdir. Bunların aksine Frederiksen et al., (2007), likopence zengin domates ekstraktının hiperlipidemik tavşanlarda plazmanın kolesterol düzeyini düşürmediği, bunun hayvanın genetik durumuna bağlı olabileceğini belirtmişlerdir. Bu durumda, likopen alımının doz, form, yağda eriyen vitamin ile yağ düzeylerinin, likopenin ısıl işleme tabi tutulmasının veya kantaksantin gibi bazı karotenoidlerce inhibe edilmesinin rol oynadığı dikkate alınmıştır (Cohen, 2002). Buna bağlı olarak da araştırmacı elde ettiği sonucu, karma yemde aşırı likopen varlığının, likopenin biyoyararışlılığını düşürdüğü ve kolesterol sentezinde rol oynayan enzimlerin inhibisyonunda yetersiz kalması nedeniyle kolesterol sentezini teşvik edebildiğine dayandırmıştır. Etlik piliç karma yemlerine renk maddesi ilavesinin, kesimden önce alınan kanlarda yapılan hetefofil, lenfosit, monosit, basofil, ezonofil ve H/L sayımları ile gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. Bu sonuçlar Mahdavi et al., (2013) yaptıkları çalışma sonuçları ile uyum içerisindedir.

6. SONUÇ

Çalışmada etlik piliçlere ait canlı ağırlıklar, canlı ağırlık artışları, yem tüketimleri ve yemden yararlanma oranları, karkas ve karkas parça ağırlıkları (g) ve oransal değerleri (%), yenilebilir ve diğer iç organ ağırlıkları (g) ile oransal değerleri (%), sindirim sistemi organ ağırlıkları (g) ile oransal değerleri (%), göğüs eti malondialdehid değerleri (MDA) ile karbonil değerleri, göğüs ve but eti besin madde içerikleri ile bunların pH değerleri, göğüs eti renk değerleri, duyuşal özellikleri (koku, yumuşaklık, tat, sululuk, görünüm, genel beğeni), göğüs etine ait fiziksel özellikler (çözdürme pişirme kayıpları, su tutma kapasitesi, tekstür), bazı kan parametreleri (trigliserid, kolesterol, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL), triiodotironin (T3), tiroksin (T4) superoksit dismutaz (SOD) ve malondialdehit (MDA)), kan hücre değerleri (heterofil, lenfosit, monosit, basofil, eozonofil) saptanmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre karma yemde renk maddesi ilavelerinin (likopen, lutein ve zeaksantin ve bunların karışımları); haftalık canlı ağırlık, göğüs eti MDA değerleri, göğüs eti b* değeri, renk değeri ile duyuşal analizlerde sululuk ve görünüm değerleri üzerine önemli etkilerde bulunmuştur. Ancak, canlı ağırlık artışları, yem tüketimi ve yemden yararlanma, karkas ve karkas parça ağırlıkları (g) ve oransal değerleri (%) yenilebilir iç organlar (g) ve diğerleri ile oransal değerleri (%) sindirim sistemi organ ağırlıkları, sindirim sistemi oransal değerleri, göğüs eti karbonil değerleri, göğüs eti besin madde içerikleri ve pH değerleri, but eti besin madde içerikleri ve pH değerleri, göğüs eti renk değerlerinde L* ile a*, duyuşal analizlerin “koku”, “yumuşaklık”, “tat” ve “genel beğeni”, et kalite (göğüs eti), kan analizleri, kan hücreleri üzerine etkileri önemli bulunmamıştır. Literatürlerde belirtilen çeşitli düzeylerdeki renk madde ilavelerinden farklı sonuçlar çıkmıştır. Bu farklılıkların renk maddesinin kaynağı, depolama koşulları, renk maddelerinin muhafazası ve kullanım şekilleri ile yem formu, tüketim düzeyinin yanısıra hayvan yetiştirme sistemiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çalışmadan elde edilen sonuçlardan en önemlisi, etlik piliç karma yemlerine renk maddeleri (likopen, lutein ve zeaksantin ve bunların karışımları) ilaveleri ile etlerin depolama ömrünü rahatlıkla uzatılabileceği, böylelikle bozulma ve kokuşma gibi sebepler ile çöpe atılan et miktarının

azaltılabileceği söylenebilmektedir. İsrar edilen etler hem ülke ekonomisine zarar vermekte hem de tüketicileri olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısı ile etin raf ömrünün uzatılması ile et endüstrisi içinde avantaj sağlamaktadır. Ayrıca renk maddelerinin karma yemlerde kullanımı ile çiğ et rengindeki değişiklikler, satın alma aşamasındaki tüketicilerde farkındalık yaratabilir. Bu farkındalık ile etlik piliç üretim aşamasında, karma yemlerinde renk maddesi kullanan firmaların daha fazla ürün satma olanağı da göz önünde bulundurulmalıdır.

Sonuç olarak, kanatlı karma yemlerinde 80 ppm likopen, 80 ppm lutein ve 80 ppm zeaksantin ile bunların birebir karışımlarının kullanılması, haftalık canlı ağırlık, göğüs eti MDA değerleri, göğüs eti b* (sarılık) renk değeri ile duyu analizlerde sululuk ve görünüm değerlerinin olumlu yönde iyileştirdiğini ve renk maddeleri, tüketici istekleri dikkate alınarak kullanılabileceği tavsiye edilmektedir.

7. ÖNERİLER

Son yıllarda farklı biyoteknolojik yöntemler ile elde edilen renk maddelerinin yeme ilavesi sonucu performans kriterlerinin olumlu yönde etkilendiğini gösteren literatürler olduğu kadar bunun aksini gösteren literatürler de bulunmaktadır.

Ayrıca renk maddelerinin çok iyi bir antioksidan olması sebebi ile performans verileri üzerine yaptığı olumlu etkilerinin yanısıra ileri düzeyde yapılan analizlerde ortaya çıkan sonuçlar incelendiğinde, gelecekte renk maddelerinin karma yemlere vazgeçilmez bir yem katkı maddesi olacağı sinyalini vermiştir.

Hayvan besleme bilimi ile uğraşan bilim insanları; yem hammadeleri, bunlara uygulanan teknolojik işlemler ve yem katkı maddeleri gibi alt başlıklara sahip optimum hayvan besleme kriterlerini ortaya koymaya çalışan bir çok bilimsel çalışma yapmaktadır. Bu çalışmalar yüksek maliyetler ile yapılmaktadır. Çalışmaların sonucunda bilim havuzuna bir damla katkıda bulunma çabası yatmaktadır. İşte bu bir damla katkının içinde yem katkı maddelerinin yeri ayrıdır. Özellikle karma yem içerisine giren miktarları ve etki derecesi göz önünde bulundurulduğunda bu maddelerin kullanım süresini ve düzeyini uzatmak için kaplama teknolojisine yönelik çalışmaların faydalı olabileceği kanaatindeyiz. Tezde çalışılan doğal renk maddelerinin (likopen, lutein ve zeaksantin ve bunların karışımları) etlik piliçlerin karma yemlerine yem katkı maddesi olarak ilavesi ile ortaya çıkan olumlu etkilerin yanı sıra ilerleyen teknoloji ile konu daha derinleşebilecektir. Bu sebeple, hayvan besleme bilimi ile uğraşan bilim insanlarına renk maddeleri ile yapılabilecek bilimsel çalışmaların sürdürülmesi önerilebilmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abdullah, A.Y., Muwalla, M.M., Maharmeh, H.O., Matarneh, S.K. and Ishmais, M.A.A.,** 2010, Effects of strain on performance, and age at slaughter and duration of post-chilling aging on meat quality traits of broiler. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 23: 1645-1656.
- Akiba, Y., Sato, K., Takahashi, K., Matsushita, K., Komiyama, H., Tsunekawa, H. and Nagao, H.,** 2001, Meat colour modification in broiler chickens by feeding yeast *Phaffia rhodozyma* containing high concentrations of astaxanthin. *Journal of Applied Poultry Research*, 10: 154-161.
- Al-Betawi, N.A.,** 2005, Preliminary study on tomato pomace as unusual feedstuff in broiler diets. *Pakistan Journal of Nutrition*, 4(1): 57-63.
- Allen, C., Russell, S. and Fletcher, D.,** 1997, The relationship of broiler breast meat colour and pH to shelf-life and odor development. *Poultry Science*, 76: 1042-1046.
- Allen, C.D., Fletcher, D.L., Northcutt, J.K. and Russell, S.M.,** 1998, The relationship of broiler breast colour to meat quality and shelf-life. *Poultry Science*, 77: 361-366.
- Almasi, A., Andrassyne, B.G., Milisits, G., Kustosne, P.O. and Suto, Z.,** 2015, Effects of different rearing systems on muscle and meat quality traits of slow and medium growing male chickens. *British Poultry Science*, 56: 320-324.
- Anonim,** 1991, Zeaxanthin producing strains of *Neosporangium excentricum*. <https://patents.justia.com/patent/5360730> (Erişim tarihi: 27 Kasım 2018).
- Anonim,** 2013, Fenolik bileşikler ve doğal renk maddeleri. Gıda Teknolojisi. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Fenolik%20Bileşikler%20Ve%20Doğal%20Renk%20Maddeleri.pdf. (Erişim tarihi: 27 Kasım 2018).

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Anonim**, 2016, Gıdalardaki pigmentler ve fenolojik bileşikler. Gıda Teknolojisi. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara
http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/G%C4%B1dalardaki%20Pigmentler%20ve%20Fenolik%20Bile%C5%9Fikler.pdf. (Erişim tarihi: 27 Kasım 2018).
- Anonim**, 2017, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü 2017 Faaliyet Raporu. <http://www.tarim.gov.tr/GKGM> (Erişim tarihi: 27 KAsım 2018).
- AOAC**, 1990, Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.
- AOAC**, 1998, Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
- Apanoğlu, Z.**, 2008, Etlik piliç rasyonlarına likopen ve organik krom ilavesinin performans ve bazı kan metabolitleri üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Arda, M., Minbay, A., Leloğlu, N., Aydın, N. ve Akay, Ö.**, 1992, Özel Mikrobiyoloji. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 741, Erzurum.
- Arden, G.B. and Barker, F.M.**, 1991, Canthaxanthin and the eye: a critical ocular toxicologic assessment. Journal of Toxicology: Cutaneous Ocular Toxicology, 10: 115-155.
- Aşçıoğlu, Y.T.**, 2005, Sıçanlarda kronik alkolik karaciğer hasarına likopenin etkisi. T.C. Sağlık Bakanlığı Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Biyokimya ve Klinik Biyokimya Bölümü Uzmanlık Tezi.
- Ayhan, V. ve Aktan, S.**, 2004, Kurutulmuş domates posasının etlik piliç rasyonlarında kullanım olanakları. Hayvansal Üretim, 45(1): 19-22.
- Bağdathoğlu, N, ve Demirbaker, B.**, 1999, Gıda işlemede karotenoidlerde meydana gelen gelişmeler. Gıda, 9: 48-51.
- Baker, R. and Gunther, C.**, 2004, The role of carotenoids in consumer choice and the likely benefits from their inclusion into products for human consumption. Trends in Food Science and Technology, 15(10): 484-488.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Baker, R.T.M.**, 2001, Canthaxanthin in aquafeed applications: is there any risk. *Trends in Food Science and Technology*, 12: 240-243.
- Barbut, S.**, 2001, Basic anatomy and muscle biology. *Poultry Products Processing: An Industry Guide*, CRC Press, 31-60.
- Bendich, A.**, 1989, Carotenoids and the immune response. *Journal Nutritional*, 119(1): 112-115.
- Berri, C., Wacrenier, N., Millet, N. and Le Bihan-Duval, E.**, 2001, Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines. *Poultry Science*, 80: 833-838.
- Bhuvaneswaria V., Velmurugana B. and Nagini S.**, 2001, Lycopene modulates circulatory antioxidants during hamster buccal pouch carcinogenesis. *Nutrition Research*, 21(11): 1447-1453.
- Bianchi, M., Petracci, M. and Cavani, C.**, 2006, The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat colour. *Poultry Science*, 85: 123-128.
- Bligh, E.G. and Dyer, W.J.**, 1959, A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8): 911-917.
- Blum, A., Merei, M., Karem, A., Blum, N., Ben-Arzi, S. and Wirsansky, I.**, 2006, Effects of tomatoes on the lipid profile. *Clinical Investigation Medicine* 29(5): 298-300.
- Boulianne, M. and King, A.J.**, 1995, Biochemical and colour characteristics of skinless boneless pale chicken breast. *Poultry Science*, 74: 1693-1698.
- Boulianne, M. and King, A.J.**, 1998, Meat color and biochemical characteristics of unacceptable dark-colored broiler chicken carcasses. *Journal of Food Science*, 63(5): 759-762.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C.,** 1995, Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 26: 25-30.
- Braunlich, K. and Hoffman, F.,** 1974, The chemistry and action of pigmenters in avian diets. XV World's Poultry Congree Proceedings, August 11-16, New Orleans.
- Breinholt, V., Lauridsen, S.T., Daneshvar, B. and Jakobsen, J.,** 2000, Dose-response effects of lycopene on selected drug-metabolizing and antioxidant enzymes in the rat. *Cancer Letters*, 154: 201-210.
- Breithaupt, D.E. and Schlatterer J.,** 2005, Lutein and zeaxanthin in new dietary supplements analysis and quantification. *European Food Research and Technology*, 220(5): 648-652.
- Breithaupt, D.E., Weller, P. and Grashorn, M.A.,** 2003, Quantification of carotenoid in chicken plasma after feding free or esterified lutein and capsanthin using high performance liquid chromatography and liquid chromatography mass spectrometry analysis. *Poultry Science*, 82: 395-401.
- Brewer, V.B., Kuttappan, V.A., Emmert, J.L., Meullenet, J.F. and Owens, C.M.,** 2012, Big-bird programs: Effect of strain, sex, and debone time on meat quality of broilers. *Poultry Science*, 91: 248-254.
- Britton, G.,** 1992, Carotenoids, In: *Natural Food Colorants*. (Ed: Hendry, G.A.F. and Houghton, J.D.), Blackie and Sons Ltd. New York, 141-182.
- Calucci L., Pinzono C., Zandomenoghi M. and Capocchi A.,** 2003, Effects of γ -irradiation on the free radical and antioxidant contents in nine aromatic herbs and spices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 927-934.
- Castenmiller, J.J.M. and West, C.E.,** 1998, Bioavailability and bioconversion of carotenoids. *Annual Review Nutrition*, 18: 19-38.
- Cohen, L.A.,** 2002, A review of animal model studies of tomato carotenoids, lycopene, and cancer chemoprevention. *Experimental Biology and Medicine*, 227: 10-18.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Comben, N.**, 1970, The carophyll products for egg yolk pigmentation. Animal Nutrition Events. Roche Products, London. 45.
- Çimen, M.B.Y.**, 1999, Flovonoidler ve antioksidan özellikleri. Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi. 19: 286-304.
- Debut, M., Berri, C., Baeza E., Sellier, N., Arnould, C., Guemene, D., Jehl, N., Boutten, B., Jegu, Y., Beaumont, C. and Le Bihan-Duval, E.**, 2003, Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. Poultry Science, 82: 1829-1838.
- Deming, D.M. and Jr. Erdman, J.W.**, 1999, Mammalian carotenoid absorption and metabolism. Pure and Applied Chemistry, 71(12): 2213-2223.
- Doğan, N.**, 2007, Rasyon likopen içeriğinin yumurtacı tavuklarda yumurta verimi, yumurta kalite özellikleri ve bazı kan parametreleri üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Dorgan J.F., Sowell A., Swanson C.A., Potischman N., Miller R., Schussler N. and Jr. Stephenson, H.E.**, 2000, Dose-response effects of lycopene on selected drug metabolizing and antioxidant enzymes in the rat. Cancer Letter, 154(2): 201-210.
- Du, M. and Ahn, D.U.**, 2002, Effect of dietary conjugated linoleic acid on the growth rate of live birds and on the abdominal fat content and quality of broiler meat. Poultry Science, 81: 428-433.
- Durgut, G.** 2008. Etlik piliç yemlerine karıştırılan zeytin karasuyunun piliçlerin bazı verim özellikleri ile et kalitesi özelliklerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Aydın (Yüksek Lisans Tezi).
- Düzgüner, V., Küçükgül, A., Erdoğan, S., Çelik, S. and Şahin, K.**, 2008, Effect of lycopene administration on plasma glucose, oxidative stress and 49 body weight in streptozotocin diabetic rats. Journal of Applied Animal Research, 33: 17-20.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Estevez, M. and Cava, R.,** 2004, Lipid and protein oxidation, release of iron from heme molecule and colour deterioration during refrigerated storage of liver pate. *Meat Science*, 68: 551-558.
- Estevez, M. and Cava, R.,** 2006, Effectiveness of rosemary essential oil as an inhibitor of lipid and protein oxidation: Contradictory effects in different types of frankfurters. *Meat Science*, 72: 348-355.
- Ferrante, V., Baroli, D., Marelli, S.P. and Mangiagalli, M.G.,** 2002, Lipid and carotenoids supplementation to laying hen diet and its effects on egg characteristics. *Archiv für Geflügelkunde*. 11th European Poultry Conference. Abstracts. 6.-10. September Bremen. 167-168.
- Fleming, B.K., Froning, G.W. and Yang, T.S.,** 1991, Haem pigment levels in chicken broilers chilled in ice slush and air. *Poultry Science*, 70: 2197-2200.
- Fletcher, D.L.,** 1999, Broiler breast meat colour variation, pH and texture. *Poultry Science*, 78: 1323-1327.
- Fletcher, D.L. and Halloran, R.H.,** 1983, Egg yolk pigmenting properties of a marigold extract and paprika oleoresin in practical type diet. *Poultry Science*, 62: 1205-1210.
- Fletcher, D.L., Harms, R.H. and Janky, D.M.,** 1978, Yolk color characteristics, xanthophyll availability and a model system for predicting egg yolk color using beta-apo-8'-carotenal and canthaxanthin. *Poultry Science*, 57: 624-629.
- Fletcher, D.L., Qiao, M. and Smith, D.P.,** 2000, The relationship of raw broiler breast meat colour and pH to cooked meat colour and pH. *Poultry Science*, 79: 784-788.
- Fletcher, D.L.,** 1997, *Poultry Meat Science Chapter 6 Poultry Meat Colour*, 159-175 ISBN-13: 978-0851992372.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Frederiksen, H., Rasmussen, S.E., Schroder, M., Bysted, A., Jakobsen, J. and Frandsen, H.,** 2007, Dietary supplementation with an extract of lycopene-rich tomatoes does not reduce atherosclerosis in Watanabe Heritable Hyperlipidemic rabbits. *British Journal of Nutrition*. 97(1): 6-10.
- Froning, G.W.,** 1995, Colour of poultry meat. *Poultry and Avian Biological Revues*, 6: 83-93.
- Froning, G.W., Daddario, J. and Hartung, T.E.** 1968, Colour and myoglobin concentration in turkey meat as affected by age, sex and strain. *Poultry Science*, 47: 1827-1835.
- Garcia-Casal, M.N.,** 2006, Carotenoids increase iron absorbtion from cereal-based food in the human. *Nutrition Reseace*, 26: 340-344.
- Goodwin, T.W.,** 1984, *The Biochemistry of the Carotenoids. Vol. 2. Animals.* Chapman and Hall, New York, NY. ISBN-0-412-23770-9.
- Goodwin, T.W.,** 1986, Metabolism, nutritio and function of carotenoids. *Annual Review of Nutrition*, 56: 813-817.
- Gray, J.I., Gomaa, E.A. and Buckley, D.J.,** 1996, Oxidative quality and shelf life of mets. *Meat Science*, 43: 111-123.
- Gürbüz, Y., Kamalak, A., Çiçek, T. ve Sakarya, M.,** 2004, Doğal karotenoid kaynakları ve yumurta sarı rengi. *Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, 1-4 Eylül, Isparta, 325-330.
- Haak, L., Raes, K. Smet, K. Claeys, E. Paelinck, H. and De Smet, S.,** 2006, Effect of dietary antioxidant and fatty acid supply on the oxidative stability of fresh and cooked pork. *Meat Science*, 74: 476-486.
- Hencken, H.,** 1992, Chemical and physiological behavior of feed carotenoids and their effects on pigmentation. *Poultry Science*, 71(4): 711-717.
- Holownia K., Chinnan M.S. and Reynolds, A.E.,** 2003, Pink color defect in poultry white meat as affected by endogenous conditions. *Journal Food Science*, 68: 742-747.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Holownia, K. Chinnan, M.S. and Reynolds, A.E.**, 2004, Cooked chicken breast meat conditions related to simulated pink defect. Food Science, 69(3): 194-199.
- Honikel, K.O.**, 1997, Reference methods supported by OECD and their use in mediterranean meat products. Meat Science, 59(4): 573-582.
- Jiang, Z.Y., Jiang, S.Q., Lin, Y.C., Xi, P.B., Yu, D.Q. and Wu, T.X.**, 2007, Effects of soybean isoflavone on growth performance, meat quality, and antioxidation in male broilers. Poultry Science, 86: 1356-1362.
- Jimenez-Escrig, A., Jimenez-Jimenez, I., Sanchez-Moreno, C. and Saura-Calixto, F.**, 2000, Evaluation of free radical scavenging of dietary carotenoids by the stable radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. Journal of The Science of Food and Agriculture. 80: 1686-1690.
- Kılıç, Ö.O. ve Ayhan, V.**, 2002, Kurutulmuş domates ve elma posalarının bildiricinin rasyonlarında kullanım olanakları. Hayvansal Üretim, 43(2): 35-43.
- Kırkpınar, F.**, 1993, Bazı doğal ve sentetik renk maddelerinin yumurta sarısının rengi ve verimle ilgili çeşitli kriterler üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Bornova- İzmir (Doktora Tezi).
- Kim, Y.J., Lee, G.D. and Choi, I.H.**, 2014, Effects of dietary supplementation of red ginseng marc and alpha-tocopherol on the growth performance and meat quality of broiler chicken. Journal of the Science of Food and Agriculture, 94: 1816-1821.
- Klebanov, G.I., Kapitanov, A.B., Teselkin Y.O., Babenkova, I.V., Zhambalova, B.A., Lyubitsky, O.B., Nesterova, O.A., Vasil'eva, O.V., Popov, I.N., Lewin, G. and Vladimirov, Y.A.**, 1998, The antioksidant properties of lycopene. Member Cell Biology, 12, 287-300.
- Kopsell, D.A. and Kopsell, D.E.**, 2006, Accumulation and bioavailability of dietary carotenoids in vegetable crops. Trends of Plant Science, 11: 499-507.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Koreleski, J. and Swiatkiewicz, S.**, 2007, Dietary supplementation with plant extracts, xantophylls and synthetic antioxidants: Effect on fatty acid profile and oxidative stability of frozen stored chicken breast meat. *Journal Animal Feed Science*, 16: 463-471.
- Kranen, R., Van Kuppevelt, T., Goedhart, H., Veerkamp, C., Lambooy, E. and Veerkamp, J.**, 1999, Hemoglobin and myoglobin content in muscles of broiler chickens. *Poultry Science*, 78: 467-476.
- Krinsky, N.I.**, 1988, Overview of lycopene, carotenoids, and disease prevention. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 218: 95-97.
- Krinsky, N.I.**, 1989, Carotenoids and cancer in animal models. *Journal Nutrition*, 119-123.
- Krinsky, N.I.**, 1994, The biological properties of carotenoids. *Pure and Applied Chemistry*, 66: 1003-1010.
- Krinsky, N.I. and Johnson, E.J.**, 2005, Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Molecular Aspects of Medicine*, 26: 459-516.
- Kucukyilmaz, K., Bozkurt, M., Çath, A.U., Herken, E.N., Çınar, M. and Bintaş, E.**, 2012, Chemical composition, fatty acid profile and colour of broiler meat as affected by organic and conventional rearing systems. *South African Journal of Animal Science*, 42: 360-368.
- Kuzmicky, D.D., Kohler, G.O., Livingston, A.L., Knowles, R.E. and Nelson, J.W.**, 1969, Broiler pigmentation potency of neoxanthin and violaxanthin relative to lutein. *Poultry Science*, 48(1): 326-330.
- Lawrie, R.A.**, 1985, *Lawrie's Meat Science*, Pergammon Press, New York. ISBN-13: 978-1-84569-159-2.
- Le Bihan-Duval, E., Millet, N. and Remignon, H.**, 1999, Broiler meat quality: effect of selection for increased carcass quality and estimates of genetic parameters. *Poultry Science*, 78: 822-826.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Leal, M., Shimada, A. Ruiz. F., Mejia, D.E. and Gonzalez M.E.,** 1999, Effect of lycopene on lipid peroxidation and glutathione dependent enzyme induced by T-2 toxin in vivo. *Toxicology Letters*, 109: 1-10.
- Lee, K.W., Choo, W.D., Kang, C.W. and An, B.K.,** 2016, Effect of lycopene on the copper-induced oxidation of low-density lipoprotein in broiler chickens. *SpinringerPlus* 5: 389-397.
- Lonergan, S., Deeb, N., Fedler, C. and Lamont, S.,** 2003, Breast meat quality and composition in unique chicken populations. *Poultry Science*, 82: 1990-1994.
- Lyon, B.G., Smith, D.P., Lyon, C.E. and Savage, E.M.,** 2004, Effects of diet and feed withdrawal on the sensory descriptive and instrumental profiles of broiler breast fillets. *Poultry Science*, 83: 275-281.
- Mahdavi, S., Mehmannaavaz, Y., Nobakht, A. and Zakeri, A.,** 2013, The effects of different amounts of *Mentha pulegium* L. on immune system performance of broiler chickens. *International Journal of Basic and Applied Sciences*, 4: 381-384.
- Marusich, W.L. and Bauernfeind, J.C.,** 1981, Oxycarotenoids in poultry feeds. In *Carotenoids as colorants and vitamin A precursors* (Ed: Bauernfeind, J.C.). Academic Press Inc., New York, 319-462.
- Marusich, W.L., Ogrinz, E.F., Brown, P.R. and Mitrovic, M.,** 1973, Effect of roxarsone and canthaxanthin on broiler pigmentation. *British Poultry Science*, 14: 23-30.
- Mashima, R., Witting, P.K. and Stocker, R.,** 2001, Oxidants and antioxidants in atherosclerosis. *Current Opinion in Lipidology*, 12(4): 411-418.
- Matos, H.R., Capeloizzi, V.L., Gomes, O.F., Dimasico, P. and Medeiros, M.H.G.,** 2001, Lycopene inhibits DNA damage and liver necrosis in rats treated with ferric nitrilotriacetate. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 396(2): 171-177.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mehaffey, J.M., Pradhan, S.P., Meullenet, J.F., Emmert, J.L. and Owens, C.M.,** 2006, Meat quality evaluation of minimally aged broiler breast fillets from five commercial genetic strains. *Poultry Science*, 85: 902-908.
- Mercier, Y., Gatellier, P., Viau, M., Remignon, H. and Renerre, M.,** 1998, Effect of dietary fat and vitamin E on colour stability and on lipid and protein oxidation in turkey meat during storage. *Meat Science*, 48: 301-318.
- Mielnik, M.B., Dainty R.H., Lundby., F. and Mielnik, J.,** 1999, The effect of evaporative air chilling and storage temperature on quality and shelf life of fresh chicken carcasses. *Poultry Science*, 78: 1065-1073.
- Miller, E.S., Mackinney, G. and Zscheile, F.P.,** 1935, Absorption spectra of alpha and beta carotenes and lycopene. *Plant of Physiology*, 10: 375-381.
- Moon, R.C.,** 1989, Comparative aspects of carotenoids and retinoids as chemopreventive agents for cancer. *Journal of Nutritions*, 119-123.
- Musa, H.H., Chen, G.H., Cheng, J.H., Shuiep, E.S. and Bao, W.B.,** 2006, Breed and sex effect on meat quality of chicken. *International Journal of Poultry Science*, 5(6): 566-568.
- Nam, K.C., Min, B.R., Yan, H., Lee, E.J., Mendonca, A., Wesley, I. and Ahn, D.U.,** 2003, Effect of dietary vitamin E and irradiation on lipid oxidation, colour, and volatiles of fresh and previously frozen turkey breast patties. *Meat Science*, 65: 513-521.
- Naumann, C. and Basler, R.,** 1991, Die ehemische untersuchung von futtermitteln. Verlag Neumann – VDLUFA Methodenbuch, Band 3., Neudamm, Melsungen, 3. Auflage.
- Ngoka, D.A., Fronning, G., Lowry, S.R. and Babji, A.S.,** 1982, Effets of sex, age, preslaughter factors and holding conditions on the quality characteristics and chemical composition of turkey breast muscles. *Poultry Science*, 61(10): 1996-2003.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Olgun, A.**, 2008, Peroksit düzeyleri farklı yağ içeren rasyonlara likopen katkısının etlik piliçlerde büyüme performansı, kan metabolitleri ve karkas ölçütleri üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Olson, J.A.**, 1989, Biological actions of carotenoids: Journal of Nutrition, 119: 94-101.
- Oruç, H.H., Cengiz, M. ve Kalkanlı, Ö.**, 2005, Piliç etlerinde lipid oksidasyonu sonucu oluşan malonaldehit (MA) konsantrasyonları. Uludag University Journal of The Faculty Veterinary Medicine, 24: 7-9.
- Osterlie, M. and Lerfall, J.**, 2005, Lycopene from tomato products added minced meat: Effect on storage quality and colour. Food Research International, 38: 925-929.
- Özdoğan, M.**, 1995, Mısır glüten ununun etlik piliçlerde renk maddesi kaynağı olarak kullanılması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Papinaho, P.A. and Fletcher, D.L.**, 1996, The effect of stunning amperage and deboning time an early rigor development and breast meat quality of broilers. Poultry Science, 75: 672-676.
- Perez-Vendrell, A.M., Hernández, J.M., Llauradó, L., Schierle, J. and Brufau, J.**, 2001, Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. Poultry Science, 80: 320-326.
- Petracci M. and Fletcher D.L.**, 2002, Broiler skin and meat color changes during storage. Poultry Science, 81(10): 1589-1597.
- Petracci, M., Betti, Bianchi, M. and Cavani, C.**, 2004, Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. Poultry Science, 83: 2086-2092.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Petracci, M., Fletcher, D.L. and Northcutt, J.K.,** 2001, The effect of holding temperature on live shrink, yields and breast meat quality of broiler chicken. Poultry Science, 80: 670-675.
- Petron, M.J., Raes, K., Claeys, E., Lourenc, M., Fremaut, O.D. and De Smet, S.,** 2007, Effect of grazing pastures of different botanical composition on antioxidant enzyme activities and oxidative stability of lamb meat. Meat Science, 75: 737-745.
- Qiao, M., Fletcher, D.L., Northcutt J.K. and Smith, D.P.,** 2002a, The relationship between raw broiler breast meat color and composition. Poultry Science, 81(3): 422-427.
- Qiao, M., Fletcher, D.L., Smith, D.P. and Northcutt, J.K.,** 2001, The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. Poultry Science, 80: 676-680.
- Qiao, M., Fletcher, D.L., Smith, D.P. and Northcutt, J.K.,** 2002b, Effects of raw broiler breast meat color variation on marination and cooked meat quality. Poultry Science, 81: 276-280.
- Rafi, M., Yadav, M. and Reyes, M.,** 2007, Lycopene inhibits lps-induced proinflammatory mediator inducible nitric oxide synthase in mouse macrophage cells. Journal of Food Science, 72(1): 69-74.
- Rajan, M.,** 2005, Worldwide market value of all commercially used carotenoids to cross \$1 billion by 2009. Business Communication Company, Inc., 25 Van Zant Street, Norwalk, CT 06855.
- Rajput, N., Ali, S., Naeem, M., Khan, M.A. and Wang, T.,** 2016, The effect of dietary supplementation with the natural carotenoids curcumin and lutein on pigmentation, oxidative stability and quality of meat from broiler chickens affected by a coccidiosis challenge. British Poultry Science, 55(4): 501-509.
- Rao, A.V.,** 2002, Lycopene, tomatoes, and the prevention of coronary heart disease. Experimental Biology and Medicine. 227(10): 908-913.
- Resmi Gazete,** 2013, Yem katkı maddeleri yönetmeliği. 18/07/2013 Sayı: 28711.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Reznick, A.Z. and Packer, L.,** 1994, Oxidative damage to proteins: spectrophotometric method for carbonyl assay. *Methods in Enzymology*, 233: 357-363.
- Rhee, K.S. and Ziprin, Y.A.,** 1987, Lipid oxidation in retail beef, pork and chicken muscles as affected by concentrations of haem pigments and nonhaem iron and microsomal enzymic lipid peroxidation activity. *Journal of Food Biochemistry*, 11: 1-15.
- Rickansrud D.A. and Henrickson R.L.,** 1967, Total pigments and myoglobin concentration in four bovine muscles. *Food Science*, 32(1): 57-61.
- Rizzi, C. and Marangon, A.G.M.,** 2007, Chiericato effect of genotype on slaughtering performance and meat physical and sensory characteristics of organic laying hens. *Poultry Science*, 86(1): 128-135.
- Rodriguez-Amaya, D.B.,** 2001, A guide to carotenoid analysis in foods. ILSI PRESS International Life Sciences Institute One Thomas Circle, N.W. Washington, D.C. 20005-5802 ISBN-1-57881-072-8.
- Ryu, Y.C., Rhee, M.S., Lee, K.M. and Kim, C.,** 2005, Effects of different levels of dietary supplemental selenium on performance, lipid oxidation and color stability of broiler chicks. *Poultry Science*, 84(5): 809-815.
- Sacchetti, G., Maietti, M., Muzzoli, M., Scaglianti, M., Manfredini, M., Radice, M. and Bruni, R.,** 2005, Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chemistry*, 91: 621-632.
- Saffle, R.L.,** 1973, Quantitative determination of combined hemoglobin and myoglobin in various poultry meats. *Journal of Food Science*, 38: 968-970.
- Sandusky C.L. and Heath, J.L.,** 1996, Effect of background color, sample thickness, and illuminant on the measurement of broiler meat color. *Poultry Science*, 75(11): 1437-1442.
- SAS.,** 1998, *PC SAS User's Guide: Statistics*. SAS Inst. Cary.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Schieber, A. and Reinhold Carle, R.,** 2005, Occurrence of carotenoid cis-isomers in food: Technological, analytical, and nutritional implications Trends in Food Science and Technology, 16: 416-422.
- Scott. M.L., Ascarelli I. and Olson, G.,** 1968, Studies of egg yolk pigmentation. Poultry Science, 47: 863-870.
- Setiawan, B., Sulaeman, A., Giraud, D.W. and Driskell, J.A.,** 2001, Carotenoid content of selected Indonesian fruits. Journal of Food Composition and Analysis, 14: 169-176.
- Sevcikova S., Skrivan M., Dlouha G. and Koucky M.,** 2006, The effect of selenium source on the performance and meat quality of broiler chickens. Czech Journal of Animal Science, 51: 449-457.
- Smet K., Raes K., Huyghebaert G., Haak L., Arnouts S. and De Smet S.,** 2008, Lipid and protein oxidation of broiler meat as influenced by dietary natural antioxidant supplementation. Poultry Science, 87(8): 1682-1688.
- Smith D.P. and Northcutt, J.K.,** 2009, Pale poultry muscle syndrome. Poultry Science, 88(7): 1493-1496.
- Smith, D., Lyon, C. and Lyon, B.,** 2002, The effect of age, dietary carbohydrate source, and feed withdrawal on broiler breast fillet colour. Poultry Science, 81: 1584-1588.
- Souza, D.H., Freitas, E.R., Dos Santos, E.O., Cipriano, R.M., Figueiredo, C.W.S. and Dantas, F.D.T.,** 2015, Inclusion of annatto seed by-product in diets containing sorghum for slow growth broilers. Ciencia e Agrotechnologia, 39: 248-259.
- Stahl, W, and Sies, H.,** 1996, Lycopene: A biologically important carotenoid for humans. Archives of Biochemistry and Biophysics, 336: 1-9.
- Straub, O.,** 1976, Key to carotenoids. Lists of natural carotenoids. In: Pfander H, Ed: Birkhauser Verlag. ISBN: 978-3-0348-5065-0.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Şahin, K., Onderci, M., Şahin, N., Gursu, M.F. and Kucuk, O.,** 2006, Effects of lycopene supplementation on antioxidant status, oxidative stress, performance and carcass characteristics in heat-stressed Japanese quail. *Journal of Thermal Biology*, 31: 307-312.
- Taluğ, A.M.,** 1991, Bazı doğal ve sentetik renk maddelerinin broiler deri rengi ve verimle ilgili kriterler üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Tan, K. ve Kırkpınar, F.,** 2016, Organik etlik piliç karma yemlerine ilave edilen yonca ununun et kalitesi üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53(3): 359-366.
- Telefoncu, A.,** 1988, Biyokimya. Sermet matbaası, Vize (çeviri).
- Toyomizu, M., Sato, K., Taroda, H., Kato, T. and Akiba, Y.,** 2001, Effect of dietary spirulina on meat colour in muscle of broiler chickens. *British Poultry Science*, 42: 197-202.
- TSE,** 2001, Gıda ve hayvan yemleri mikrobiyolojisi- Enterobacteriaceae'nın aranması ve sayımı için yatay yöntem- Bölüm 2: Koloni sayım yöntemi, TS ISO 21528-2, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tunio, M.T., Yang, S., Chen, Z., Zubair, M., Quin, J., Zhao, Y., Chen, G., Show, Y. and Chen, A.,** 2013, Effect of pigments with different origins on pigmentation and performance of broilers. *Pakistan Journal Zoology*, 45(6): 1715-1725.
- Turkcan, O. ve Okmen, G.,** 2012, Mikrobiyal karotenoidler. *Turk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(1): 115-122.
- Tyczkowski, J.K. and Hamilton, P.B.,** 1986, Canthaxanthin as a model for the study of utilization of oxycarotenoids by chickens. *Poultry Science*, 65(7): 1350-1356.
- Van Laack, R.L.J. M., Liu, C.H., Smith, M.O. and Loveday, H.D.,** 2000, Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poultry Science*, 79: 1057-1061.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Von Elbe, J.H. and Schwartz, S.J.**, 1996, Colorants. In: Fenema OR. Food Chemistry. 2nd edition New York. Ed: Marcel Dekker, 651-722.
- Wattanachant, S., Benjakul, S. and Ledward, D.A.**, 2004, Composition, colour, and texture of Thai indigenous and broiler chicken muscles. Poultry Science, 83: 123-128.
- Werner, C. and Wicke, M.**, 2008, Colour variability and stability of broiler breast muscles stored under modified atmosphere. Fleischwirtschaft, 88: 130-132.
- Wilkins, L.J., Brown, S.N. Phillips, A.J. and Warriss, P.D.**, 2000, Variation in the colour of broiler breast fillets in the UK. British Poultry Science, 41: 308-312.
- Witte, V.C., Krause, G.F. and Bailey, M.E.**, 1970, A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. Journal Food Science, 35: 582-585.
- Woelfel, R.L., Owens, C.M., Hirschler, E.M., Martinez-Dawson, R. and Sams, A.R.**, 2002, The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. Poultry Science, 81:579-584.
- Woutersen, R.A., Wolterbeek, A.P.M., Appel, M.J., Van-der Berg, H., Goldbohm, R.A. and Feron, V.J.**, 1999, Safety evaluation of synthetic β -carotene. Critical Reviews in Toxicology, 29: 515-542.
- Yannakopoulos, A.L., Tserveni-Gousi, A.S. and Christaki, E.V.**, 1992, Effect of locally produced tomato meal on the performance and the egg quality of laying hens. Animal Feed Science and Technology, 36(1-2): 53-57.
- Yenice, E., Mızrak, C., Can, M. ve Yıldırım, U.**, 2007, Yumurta tavuğu yemlerinde doğal renk maddesi kem-glo'nun sentetik renk maddeleri yerine kullanım olanakları. Tavukçuluk Araştırma Dergisi, 7(1): 38-41.
- Zhuang, H, Savege E., Variation M. and Pearson M.**, 2009, Correlation coefficients of Warner-Bratzler shear force measurements within broiler breast fillets. Poultry Science, 88(1): 214-220.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Zhuang, M., Petracci, M. and Cavani, C.,** 2006, The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat colour. Poultry Science, 85: 123-128.
- Ziegler, R.G.,** 1989, A review of epidemiologic evidence that carotenoids reduce the risk of cancer. Journal of Nutrition, 119(1): 116-222.



ÖZGEÇMİŞ

İzmir ilinde 1980 yılında doğdu. İlkokulu Namık Kemal İlköğretim Okulunda, ortaokulu Hakimiyeti Milliye Ortaokulunda, liseyi ise Vali Vecdî Gönül Lisesinde tamamladı. Yüksek öğretime 1997 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümünde başladı. Çamlı Yem A.Ş.'de 2000 yılında stajını yaptı ve 2003 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsünde Yemler ve Hayvan Besleme A.B.D.'da yüksek lisans eğitime başladı. Yüksek lisans eğitimini 2007 yılında tamamlayarak doktora eğitime başladı. Evli ve Gaye isminde 1 kız babasıdır.

