

**RETİNOL VE RETİNOL ESTERLERİNİN YUMURTACI
BILDIRCINLARDA PERFORMANS VE YUMURTA KALİTE
ÖZELLİKLERİ İLE SERUM VE YUMURTA VİTAMİN A
DÜZEYLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Ziraat Müh. Murat İLHAN

HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Tuba BÜLBÜL

Tez No: 2014-008
2014 – AFYONKARAHİSAR

T. C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**RETİNOL VE RETİNOL ESTERLERİNİN YUMURTACI
BILDİRCİNLERDE PERFORMANS VE YUMURTA
KALİTE ÖZELLİKLERİ İLE SERUM VE YUMURTA
VİTAMİN A DÜZEYLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Ziraat Müh. Murat İLHAN

**HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

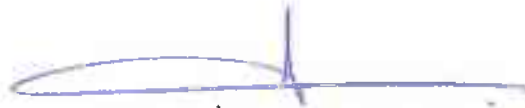
**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Tuba BÜLBÜL**

**Bu Tez Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon
Birimi tarafından 13.SAĞ.BİL.08 proje numarası ile desteklenmiştir.**

**Tez No: 2014-008
2014 – AFYONKARAHİSAR**

KABUL VE ONAY

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Programı
çerçevesinde yürütülmüş bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından
Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.
Tez Savunma Tarihi: 13/05/2014



Prof. Dr. İsmail BAYRAM
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Jüri Başkanı



Doç. Dr. Gülcan AVCI
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Üye



Yrd. Doç. Dr. Tuba BÜLBÜL
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Üye

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Murat İLHAN'ın "Retinol ve Retinol Esterlerinin Yumurtacı Bildircinlerde Performans ve Yumurta Kalite Özellikleri ile Serum ve Yumurta Vitamin A Düzeyleri Üzerine Etkisi" başlıklı tezi. 21.05.2014 günü saat 16:00'da Lisanüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Kağan ÜÇOK
Enstitü Müdürü

ÖN SÖZ

Kanatlılarda büyüme, sağlık, her türlü verim performansı gibi yaşamsal fonksiyonların devamlılığı için gereksinim duyulan ekzojen nitelik taşıyan etkin besin maddelerinden biri de vitaminlerdir. Entansif yetiştirme sistemleri altında bulunan bu hayvanların vitaminlere olan gereksinim düzeyleri yüksektir. Vitamin A'nın kanatlılarda sentezi yetersiz olduğundan, bu vitamin gereksinimi retinol ya da retinol esterleri formunda rasyondan sağlanmaktadır. Retinoidlerin görme olayında, epitel membranların korunmasında, kemik gelişiminde, büyümede, embriyonik gelişimde, verim performansının artmasında, lipid peroksidasyonunun önlenmesinde, immun sistemin güçlendirilmesinde önemli görevleri bulunmaktadır.

Bu araştırmada rasyona ilave edilen retinol ile retinol esterlerinin yumurtacı bıldırcınlarda kullanımının performans ve yumurta kalite özellikleri ile serum ve yumurta vitamin A düzeyleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu şekilde, vitamin A kaynağı olarak retinol ve farklı retinol esterlerinden hangi formun bıldırcınlarda vitamin premiksi içerisinde en fazla tercih edilmesi gerektiği belirlenmiştir.

Bu tez, Afyon Kocatepe Üniversitesi Hayvan Denepleri Etik Kurulu tarafından 168-12 referans numarası ile onaylandı. Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (BAPK) tarafından 13.SAĞ.BİL.08 proje numarası ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı BAPK'na teşekkür ederim. Bu çalışma sürecinde her türlü yardım ve fedakarlıklarını esirgemeyen danışmanım Yrd. Doç. Dr. Tuba BÜLBÜL'e, başta Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. İsmail BAYRAM olmak üzere Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri Doç. Dr. İ. Sadi ÇETİNGÜL ve Yrd. Doç. Dr. Cangir UYARLAR'a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca çalışmamda bana destek olan Doç. Dr. Aziz BÜLBÜL, Arş. Gör. Elmas ULUTAŞ'a ve deneme boyunca bizlere yardımcı olan diğer çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Murat İLHAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KABUL VE ONAY	II
ÖN SÖZ	III
İÇİNDEKİLER	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR	VII
ŞEKİLLER	VIII
ÇİZELGELER	IX
1. GİRİŞ	1
1.1. Vitamin A'nın Tarihçesi	2
1.2. Vitamin A'nın Kimyasal Yapısı ve Özellikleri	3
1.3. Vitamin A'nın Biyolojik Birimi	5
1.4. Vitamin A Kaynakları	5
1.5. Vitamin A'nın Emilimi, Taşınması, Depolanması ve Atılması	8
1.6. Vitamin A'nın Fonksiyonları, Yetersizliği ve Fazlalığı	11
1.6.1. Görme	12
1.6.2. Epitel Membranları Koruma	13
1.6.3. Kemik Gelişimi	13
1.6.4. Gen Ekspresyonunun Düzenlenmesi	14
1.6.5. İmmun Sistem	15
1.6.6. Verim Performansı	16
1.7. Kanatlılarda Vitamin A Gereksinimi	18
1.7.1. Fizyolojik Gereksinim	18
1.7.2. Yeme Bağlı Ek Gereksinim	18
1.7.3. Diğer Faktörlere Bağlı Gereksinim	19
2. GEREÇ VE YÖNTEM	21
2.1. Gereç	21
2.1.1. Hayvan	21
2.1.2. Yem	21
2.2. Yöntem	23
2.2.1. Hayvanların Beslenmesi ve Araştırma Süresi	23

2.2.2. Rasyonların Besin Madde Miktarları ve Metabolize Olabilir Enerji Düzeylerinin Belirlenmesi	23
2.2.3. Canlı Ağırlığın Belirlenmesi	24
2.2.4. Yem Tüketiminin Belirlenmesi	24
2.2.5. Yumurta Veriminin Belirlenmesi	24
2.2.6. Yumurta Ağırlığının Belirlenmesi	24
2.2.7. Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi	24
2.2.8. Yumurta Dış Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi	24
2.2.9. Yumurta İç Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi	25
2.2.10. Serum ve Yumurta Örneklerinin Toplanması ve Depolanması	25
2.2.11. Serum ve Yumurta Sarısı β -Karoten ve Retinol Düzeylerinin Belirlenmesi	26
2.2.12. Serum ve Yumurta Sarısı MDA Düzeyinin Belirlenmesi	27
2.2.13. Serum AOA Düzeyinin Belirlenmesi	27
2.3. İstatistik Analizler	28
3. BULGULAR	29
3.1. Rasyonun Besin Madde Miktarları ve Metabolize Olabilir Enerji Düzeyleri	29
3.2. Performans Parametreleri	29
3.2.1. Canlı Ağırlık	30
3.2.2. Yumurta Verimi	30
3.2.3. Yem Tüketimi	31
3.2.4. Yemden Yararlanma Oranı	31
3.2.5. Yumurta Ağırlığı	32
3.3. Yumurta Kalite Özellikleri	33
3.4. Kan Serum β -Karoten, Retinol, MDA ve AOA Düzeyleri	35
3.5. Yumurta Sarısı β -Karoten ve Retinol Düzeyleri	36
3.6. Depolama Süresine Bağlı Yumurta MDA Düzeyi	37
4. TARTIŞMA	38
4.1. Performans Parametreleri	38
4.2. Yumurta Kalite Özellikleri	41
4.3. Serum ve Yumurta Sarısı Parametreleri	41

5. SONUÇ VE ÖNERİLER	45
ÖZET	46
SUMMARY	48
KAYNAKLAR	50

SİMGELER VE KISALTMALAR

- AOA:** Antioksidan aktivite
BHT: Butillenmiş hidroksi toluen
Cu: Bakır
dk: Dakika
dl: Desilitre
Fe: Demir
Fe-EDTA: Demir etilen diamin tetra asetik asit
g: Gram
H₂O₂: Hidrojen peroksit
HP: Ham protein
HY: Ham yağ
İÜ: İnternasyonal ünite
kcal : Kilokalori
kg: Kilogram
L: Litre
m: Metre
MDA: Malondialdehit
ME: Metabolize olabilir enerji
mg: Miligram
mm: Milimetre
mmol: Milimol
Mn: Manganez
NAD: Nikotinamid adenin dinükleotid
NAHCO₃: Sodyum bikarbonat
NRC: National Research Council
RE: Retinol equivalents
RNA: Ribonükleik asit
Se: Selenyum
TBA: Tiabarbitürik asit
TCA: Triklorasetik asit
UNICEF: Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 1. Retinol, retinal, retinoik asit ve dehidroretinol'ün kimyasal yapısı	4
Şekil 2. β -karoten'in kimyasal yapısı	5
Şekil 3. Vitamin A ve türevlerinin emilim, taşınım ve depolanması	10

ÇİZELGELER

	Sayfa
Çizelge 1.1. Bazı yemlerdeki karoten ve vitamin A miktarları	7
Çizelge 1.2. Kanatlıların minimum vitamin A ihtiyacı, kg yemde	19
Çizelge 2.1. Araştırmada kullanılan temel rasyonun bileşimi (%) ve hesapla bulunan besin madde değerleri	22
Çizelge 2.2. Araştırma rasyonlarına katılan retinol ve retinol esterleri	22
Çizelge 3.1. Temel rasyonun besin madde miktarı (%) ve metabolize olabilir enerji düzeyi (kcal/kg)	29
Çizelge 3.2.1. Gruplarda araştırma başı ve sonu canlı ağırlık (g)	30
Çizelge 3.2.2. Gruplarda yumurta verimi (%)	31
Çizelge 3.2.3. Gruplarda günlük yem tüketimi (g/gün)	31
Çizelge 3.2.4. Gruplarda yemden yararlanma oranı (kg yem/kg yumurta)	32
Çizelge 3.2.5. Gruplarda yumurta ağırlığı (g)	32
Çizelge 3.3.1. Gruplarda yumurta dış kalite özellikleri	33
Çizelge 3.3.2. Gruplarda yumurta iç kalite özellikleri	34
Çizelge 3.4. Gruplarda kan serum β -karoten ($\mu\text{g/L}$), retinol (mg/L), MDA (nmol/L) ve AOA (mmol/L) düzeyleri	35
Çizelge 3.5. Gruplarda yumurta sarısı β -karoten ve vitamin A düzeyleri($\mu\text{g/g}$)	36
Çizelge 3.6. Gruplarda yumurta MDA düzeyi (mg MDA/kg yumurta)	37

1. GİRİŞ

Hayvan beslemede optimum düzeyde verim elde edilmesi için hayvanların günlük besin madde gereksinimlerinin tam olarak karşılanması gerekmektedir. Gereksinimin karşılanmasında diğer besin maddeleri gibi vitaminlerin de ayrı bir önemi vardır. Vitaminler büyüme, sağlık, her türlü verim performansı gibi yaşamsal fonksiyonların devamlılığı için çok az miktarlarda ihtiyaç duyulan organik bileşiklerdir. Genellikle, hayvan vücudunda sentezlenemedikleri için ekzojen nitelik taşıyan etkin besin maddeleri olarak tanımlanır (McDowell, 1989; McDonald ve ark., 1990).

Entansif yetiştirme sistemleri altında bulunan kanatlılar, özellikle bu bileşiklerin oluşturduğu yetersizliklere duyarlıdır. Bunun nedenleri kanatlılarda sindirim kanalındaki mikrobiyel vitamin sentezinden yararlanmanın çok az veya hiç olmaması, yoğun metabolik reaksiyonların kaçınılmaz öğeleri olan vitaminlere gereksinim düzeylerinin yüksek olması, yüksek verim düzeyi, yetiştirme şartları, aşılama, sık yerleşim durumu gibi vitamin gereksiniminin artmasına yol açan yoğun stres faktörleridir (Qureshi, 1995; Bains, 1997).

Vitamin A, esansiyel besinler arasında yer alan vitaminlerin en önemlilerden biridir. Bu vitamin ile ilgili ilk çalışmalar, 1910'lu yıllarda McCollum ve ark. tarafından başlatılmıştır (McDowell, 1998). Organizmadaki önemli fonksiyonlarından dolayı vitamin A diğer yıllarda büyüme ve gelişme vitamini, hayvansal vitamin, antioksidan vitamin, antiinfeksiyöz vitamin, antioksidan vitamin, epitel koruyucu vitamin, retinol gibi değişik adlar ile de tanımlanmaktadır (Mayes, 1993; Dugas ve ark., 1999).

Kanatlıda vitamin A görme fonksiyonu, epitel membranların korunması, kemik gelişimi, büyüme, embriyonik gelişim, verim performansı, lipid peroksidasyonunu önleme, immun sistemin güçlenmesi ve organizmanın genel sağlık durumunun devamında önemli görevlere sahiptir (Goodman ve ark.,1994; Schmidt ve ark., 2003; Klasing ve Austic, 2003; Kucuk ve ark., 2003; Cortes ve ark., 2006).

Kanatlarda bu vitaminin sentezi yetersiz olduğundan, retinol ya da retinol esterleri formunda rasyonlara ilavesi oldukça önemlidir (Lin ve ark., 2002; Mendonça ve ark., 2002; Mori ve ark., 2003; Quadro ve ark., 2003; Ramalho ve ark., 2008; Marques ve ark., 2011).

1.1.Vitamin A'nın Tarihçesi

Eski Mısır dönemlerinden beri gece körlüğünü tedavi etmede kullanılan karaciğer gibi bazı gıdaların varlığı bilinmesine rağmen, 1913'e kadar vitamin A tek başına identifiye edilememiştir. Kimyasal yapısı, 1931'de Paul Karrer tarafından belirlenmiştir. Profesör Karrer, ilk defa bir vitamin yapısı ortaya konduğundan dolayı Nobel ödülü kazanmıştır.

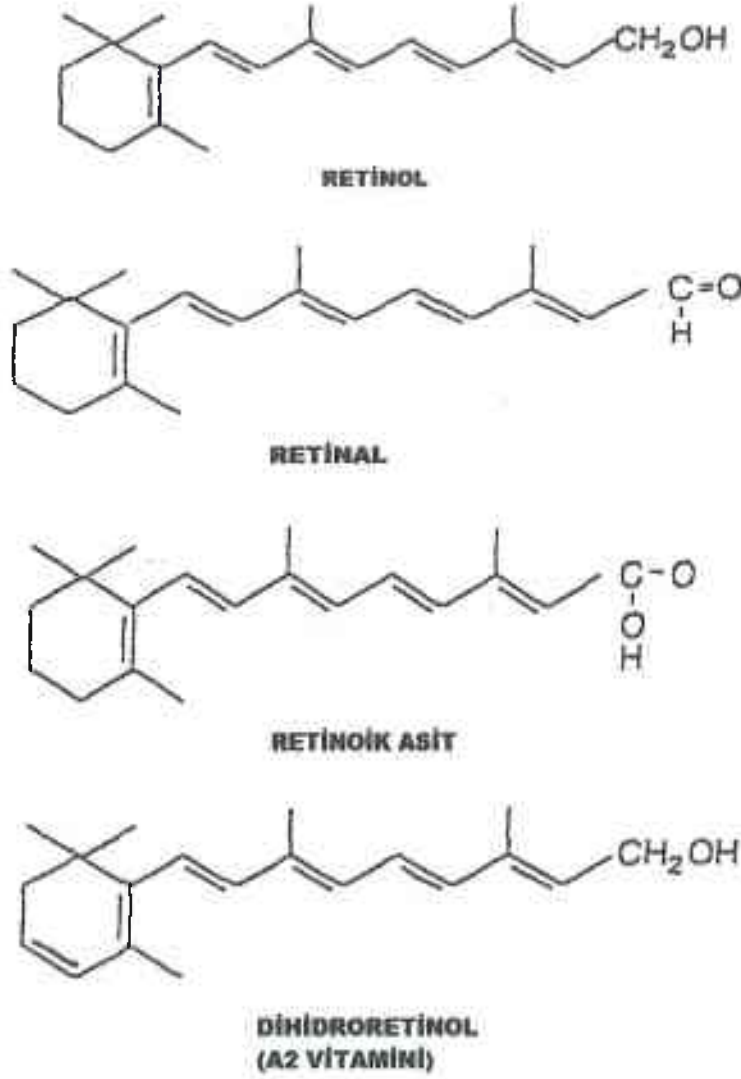
- | | |
|------|---|
| 1831 | Wackenroder, havuçtan turuncu-sarı bir boyar madde izole etmiş ve adına "karoten" demiştir. |
| 1876 | Snell, gece körlüğü ve kseroftalmiya hastalarını morina balığı karaciğer yağı vererek başarıyla tedavi ettiğini bildirmiştir. |
| 1880 | Lunin; karbonhidrat, yağ ve protein gereksinimleri yanında, deney hayvanlarının yalnızca küçük miktarlarda süt tozu verildiğinde hayatta kalabildiğini bulmuştur. |
| 1887 | Arnaud, bitkilerde karotenin yaygın olarak bulunduğunu bildirmiştir. |
| 1909 | Stepp, süttten vital yağda eriyen maddeleri başarıyla ekstrakte etmiştir. |
| 1915 | McCullum, "yağda eriyen A" ve "suda eriyen B" şeklinde bir ayırım yapmıştır. |
| 1929 | Hayvan deneyleri ile β -karoten'in vitamin A aktivitesi gösterilmiştir. |
| 1931 | Karrer, bir uskumru türünün karaciğer yağından pratik olarak saf retinol izole etmiştir. Karrer ve Kuhn, aktif karotenoidleri izole etmişlerdir. |
| 1946 | Isler, vitamin A'nın ilk geniş çaplı endüstriyel sentezi işine girişmiştir. |
| 1984 | Sommer, vitamin A noksanlığının Endonezya'daki yeni doğan ölümlerinin ana sebeplerinden birisi olduğunu bildirmiştir. |

- 1987 Strasbourg'dan Chombon ve San Diego'dan Evans ile bunların yardımcı araştırmacıları, eř zamanlı olarak hücre çekirdeğinde retinoik asit reseptörlerini keşfetmişlerdir.
- 1997 Kanada, Birleşik Devletler ve Birleşik Krallık'ın da içinde bulunduğu ülkelerin hükümetleri, UNICEF ve Dünya Sağlık Örgütü'nün yanı sıra geniş ölçüde vitamin noksanlığı görülen ülkelerin ulusal hükümetleri; açlık çeken çocuklara yüksek dozda vitamin A içeren kapsüller dağıtılması için global bir kampanya başlatmıştır (Anonim, 2012b).

1.2.Vitamin A'nın Kimyasal Yapısı ve Özellikleri

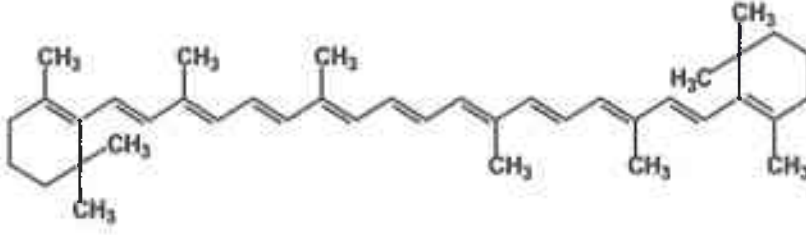
Vitamin A, bir primer alkol grubuna ve çok sayıda doymamış bağ olan yapıya sahip bir vitamindir. Vitamin A'nın alkol (retinol), aldehit (retinal) ve asit (retinoik asit) formları vardır (Nizamlıoğlu, 1998). Bu formların üçünün de tavuk ve diğer hayvanlarda vitamin A aktivitesi bulunmaktadır (Şenköylü, 2001). Vitamin A'nın retinol (A1) ve 3-dehidroretinol (A2) isimli iki tabii şekli vardır. Vitamin A1, memeli karaciğerinde ve tuzlu su balıklarında yüksek miktarda bulunurken; vitamin A2, tatlı su balıklarında bulunur (Nizamlıoğlu, 1998). A2 vitamini ya da retinol2, A1'in % 40-50 aktivitesine sahip olup memeli ve kuşlarda aktif değildir (Başpınar ve Kurtoğlu, 2003). Kapalı formülü $C_{20}H_{30}O$ olan vitamin A'nın (Başpınar ve Kurtoğlu, 2003) formları ile tabii şekillerinin kimyasal yapısı Şekil 1'de gösterilmektedir (McDowel, 1998).

Vitamin A suda çözünmeyen, yağda ve organik çözücülerde kolayca çözünebilen, açık sarı renkte ve kristal yapıda bir bileşik maddedir. Açık havada, ultraviyole ışığına tutulduğunda veya ağır metallerin varlığında kolaylıkla oksitlenip yıkılabilmektedir (Nizamlıoğlu, 1998; Tuncer, 2011).



Şekil 1. Retinol, retinal, retinoik asit ve dehidroretinol'ün kimyasal yapısı (McDowel, 1998)

Provitamin adı verilen ve vitamin A'nın ön maddesi olan karotenler, β -iyonon halkasına sahiptir. İki ucunda birer β -iyonon halkası bulunduran β -karoten, oksidatif parçalanma ile iki molekül vitamin A verir. Buna karşılık, alfa-karoten ve gama-karotenden birer molekül vitamin A meydana gelir (Nizamlıoğlu, 1998). Vitamin A'nın karotenler dışında kriptoksantin gibi en az 10 çeşit madde A vitamini verebilmektedir. Ancak, bunların hepsi de aynı etkinlikte değildir. Bunlardan özellikle β -karoten, tavuklar tarafından en fazla değerlendirilebilen A vitamini provitaminidir (Türker, 1988; Kor ve ark., 2007). Beta-karoten (C₄₀H₅₆)'in kimyasal yapısı Şekil 2'de verilmektedir (Anonim, 2012a).



Şekil 2. β -karoten'in kimyasal yapısı (Anonim, 2012a)

1.3. Vitamin A'nın Biyolojik Birimi

Vitamin A düzeyi çoğunlukla internasyonal ünite (İÜ) olarak ifade edilmektedir. Kanatlılarda 1 İÜ vitamin A 0,3 μg retinol, 0,344 μg retinol asetat (R-asetat), 0,55 μg retinol palmitat (R-palmitat) ve 0,6 μg β -karoten'in biyolojik aktivitesine eşittir (Thompson, 1975; Champe ve Harvey, 1997; McDowel, 1998).

Vitamin A aktivitesi (İÜ), retinol equivalents (RE) olarak da ifade edilebilir. 1 RE= 1 μg retinol veya 6 μg β -karoten'in aktivitesi ve diğer provitamin karotenoidlerin 12 μg 'kine eşittir. 1 RE= 3,33 İÜ retinol veya 10 İÜ β -karoten'dir (Başpınar ve Kurtoğlu, 2003).

1.4. Vitamin A Kaynakları

Vitamin A, hayvansal bir ürün olarak nitelendirilir. Özellikle karaciğerde palmitat biçiminde biriktiğinden, bu organ iyi bir vitamin A kaynağıdır (Tuncer, 2011). Yumurta sarısı ve süt yağı da iyi birer kaynak olmakla beraber bunlardaki A vitamini miktarı, üretildikleri hayvanın A vitamini yönünden yeterli ölçüde beslenmesine bağlıdır (Türker, 1988). Yumurta, özellikle yumurta sarısı kanatlı karma yemlerindeki vitamin A düzeyinin artışına bağlı olarak önemli bir vitamin A kaynağı olmaktadır (Mendonça ve ark., 2002). Yumurta tavuklarında yemle National Research Council'in (NRC'nin) iki ya da üç katı vitamin A düzeyi ile % 60-80 (Naber ve Squires, 1993), 8000 İÜ/kg vitamin A düzeyi ile (Squires ve Naber, 1993)

ise % 80 vitamin A'nın yumurtada biriktiği bulunmuştur. Surai ve ark. (1998) rasyona katılan 120 µg/g retinolün tavuklarda yumurta sarısındaki vitamin A düzeyini artırdığını (85,11 µg/g) bildirmişlerdir.

Bitkilerde ise vitamin A'nın provitamini olan karotenler bulunur. Absorbe olan bir karoten molekülünden tavukların epitelyum hücrelerinde iki molekül vitamin A (retinol) meydana gelir. Vitamin A'dan zengin kaynaklar şunlardır: Yeşil yapraklı bitkiler ve yonca unu, % 17 ham protein (HP) içeren kuru yonca unu: 220000 İÜ vitamin A/kg, % 20 HP'li kuru yonca unu: 330000 İÜ vitamin A/kg; Sarı mısır ve mısır gluten unu, Sarı mısır: 4840 İÜ vitamin A/kg, mısır gluten unu: 26400 İÜ vitamin A/kg ve balık yağıdır (Şenköylü, 2001). Yeşil bitkilerde A vitamini vermeyen bazı karotenoidler de vardır ki bunlara ksantofiller denir. Yumurta sarısının rengini verenler bunlardır. Etlik piliçlerin derisinin sarılığını sağlayan da bu ksantofillerdir (Türker, 1988). Karoten ise özellikle yonca, tırfıl, körpe çayır otları gibi yeşil yemlerin yaprak kısmı ile kök ve yumrulardan havuç ve yemlik pancarda bol miktarda bulunur. Bitki yaşlandıkça karoten miktarı da düşer. Tane yemlerde sadece sarı mısırdaki bulunan kriptoksantin vitamin A etkisi gösterir. Yeşil bitkilerin saklanması esnasında karoten kaybı söz konusudur. Çok kaliteli bir silajda bu kayıp çok düşük düzeydedir. Kurutularak saklanan yeşil yemlerde de önemli miktarda karoten kaybı gerçekleşmektedir. En az kayıp, suni kurutulan yeşil yemlerde meydana gelmektedir. Yemler konserve edilirken karoten kaybının mümkün olduğunca en aza indirilmesine çalışılmalıdır (Şeker, 2000).

Vitamin A, ayrıca sentetik olarak elde edilmekte ve kanatlı rasyonlarına eklenebilmektedir. Ancak, vitamin A aktivitesi gösteren çeşitli bileşikler olduğundan ve hepsi de çeşitli etkenlerle aktivitelerini kolayca yitirebildiklerinden, rasyon formülasyonunda cetvellerdeki vitamin A değerlerinden çok yem maddelerinin gerçek vitamin A aktiviteleri göz önüne alınmalıdır. Bu bakımdan, 1 İÜ vitamin A=0,3 µg vitamin A'ya (retinole) veya 0,66 µg β-karoten'e eşdeğerdir (Şenköylü, 2001). Bazı yemlerdeki β-karoten ve vitamin A miktarları Çizelge 1.1'de gösterilmiştir (Yıldız, 2007; Sarı ve ark., 2008).

Çizelge 1.1. Bazı yemlerdeki karoten ve vitamin A miktarları (Yıldız, 2007; Sarı ve ark., 2008)

Yem maddeleri	Karoten, mg/kg	Vit A, İÜ/g
AÇK, kısmen kabuk alınmış (solvent)	-	6,9
Bonkalit	3	5,2
Buğday kısa	3	5,2
Et kemik unu, % 45	-	-
Kondanse balık suyu	-	2,2
Kurutulmuş mısırdamıtma ürünü	2	3,1
Kurutulmuş mısır damıtma ürünü (eriyebilir)	4	6,2
Maya kültürü	-	6,6
Mısır(exp)	9	15,3
Mısır embriyo unu ıslak öğüt	2	-
Mısır embriyo unu kuru öğüt	2	-
Mısır gluten unu, % 42	16	25
Mısır gluten unu, % 60	44	60
Mısır gluten yemi	8	13,1
Mısır koçanı unu	1	1
Sarı mısır	2	2,2
Sorgum	-	0,6
Süt tozu	6	11,1
Tam yağlı soya, pişmiş	-	-
Yerfıstığı küspesi ve kabuğu	-	0,3

Bu verilere göre, normal şartlar altında beslenen kanatlıların karoten ve vitamin A gereksinimleri, rasyonlardaki mısır gluten unu ya da mısır gluten yemi başta olmak üzere endüstri yan ürünleri ve tane yemlerle karşılanmaktadır (Şenköylü, 2001; Ergün ve ark., 2007). Ancak, vitamin A sentezinin kanatlılarda yetersizliği nedeniyle tüm retinoidler retinol, retinol esterleri ya da provitamin A karotenoidleri formunda da rasyonlardan sağlanmaktadır (Hencken, 1992; Quadro ve ark., 2003).

1.5. Vitamin A'nın Emilimi, Taşınması, Depolanması ve Atılması

Vitamin A'nın öncüsü olarak bilinen karotenoidlerin vitamin A'ya dönüşümünün önemli bir bölümü, ince barsaklarda gerçekleşmektedir (Cheng ve Deuel, 1950; Surai, 2002). Bağırsak mukozasında β -karoten'in vitamin A'ya dönüşümünden 2 enzim sorumludur. Bu enzimlerden biri, β -karoten'i iki molekül retinaldehit'e parçalayan β -karoten 15,15'-deoksijenazdır. İkinci enzim ise retinaldehit'i retinole redükteleyen retinaldehit redüktazdır (Redmond ve ark., 2000; Başpınar ve Kurtoğlu, 2003). Bu şekilde teorikte 1 mol β -karoten'den 2 mol vitamin A oluşur. Bu enzimlerin aktivasyonu ve vitamin A'yı diyetdeki emülsifiye yağlardan mikrovillüslara taşıyan lipid misellerinin şekillenmesi için safra tuzlarına gereksinim vardır (Şekil 3) (Thompson, 1975; Champe ve Harvey, 1997; McDowel, 1998).

Karotenin geri kalan bölümü ise karaciğerde vitamin A'ya dönüşür. Kanatlılarda 1 mg β -karoten'in vitamin A'ya dönüşümü 1:1667 İÜ, karotene göre vitamin A aktivitesi % 100'dür (Tuncer, 2011). Diyetle bulunan retinol esterleri ince barsak mukozasında hidroliz edilir ve retinol ile serbest yağ asitleri oluşur. Retinol, ince barsak mukoza hücresinde uzun zincirli yağ asitleriyle tekrar esterleştirilir ve lenfatik sisteme şilomikronların bir bileşeni olarak verilir. Retinol esterleri ise lenf dolaşımından kan dolaşımına ve daha sonra vücudun diğer bölgelerine taşınır. Şilomikronlardaki retinol esterleri karaciğer tarafından alınır ve depolanır (Şekil 3) (Thompson, 1975; Champe ve Harvey, 1997). Kanatlılarda yağda çözünen vitaminlerin emilimi ve lenfatik yol ile kana karışabilmesi için yağa gereksinim vardır. Cıvcıvlerde ise lenfatik sistem iyi gelişmemiştir. Bu nedenle, yağda çözünen vitaminler kan dolaşımı yolu ile karaciğere ulaşır (Bains, 1997).

Vitamin A, kanatlılarda alınan miktara göre karaciğer (Lin ve ark., 2002) ve immun sistem organlarında (Koutsos ve ark., 2003) depolanmakta ve gereksinimleri karşılamaktadır. Depo edilmeyen vitamin A ise başlıca dışkı ve idrar ile atılmaktadır (Thompson, 1975; McDowel, 1998). Ayrıca, maternal kaynaklı karotenler diyet yolu ile anne vücuduna alınarak çeşitli dokularda, özellikle yumurta sarısında depo edilebilmekte ve bu yolla gelecek nesile aktarılabilmektedir (Kor ve ark., 2007).

Karotenlerin kanatlılardaki tek bir yumurta sarısının, karoten depolanmasının ana bölgesi olan karaciğerde bulunan total karoten miktarının yaklaşık % 40-45'ini içermesi, anneden yavruya geçen bu karotenlerin yumurta sarısı ile taşınmasının önemini açıkça ortaya koymaktadır (Surai ve Speake, 1998; Surai ve ark., 1999a).

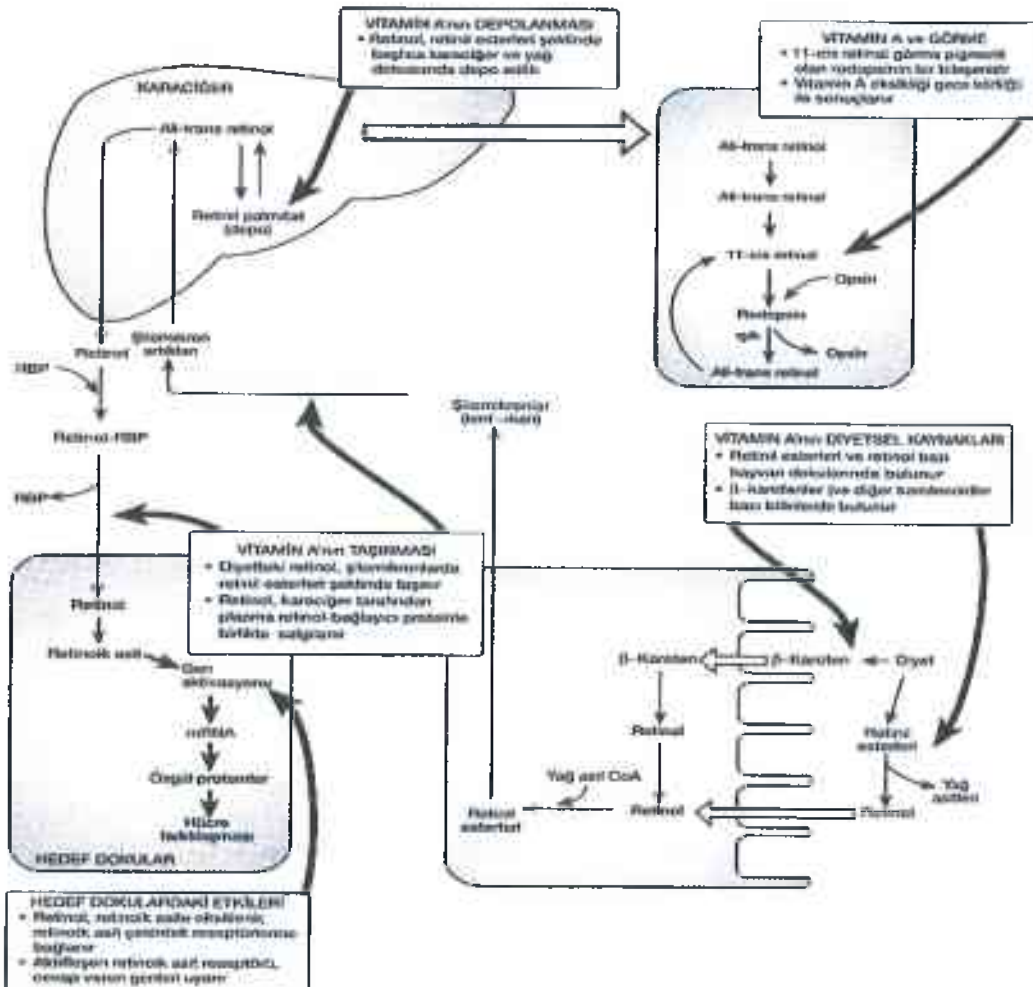
Yapılan bir çalışmada 0, 0.85, 35 ve 1.000 mg/kg vitamin A içeren rasyonlarla beslenen tavuklarda karaciğerde farklı vitamin A düzeyleri gözlemlenmiştir (Friedman ve Sklan, 1989a). Bir başka çalışmada karoten miktarı farklı yumurtalardan çıkan civcivlerin karotensiz ve karotenli rasyonlar ile beslenmeleri sonucunda karaciğer, timus, bursa fabricius ile plazma karoten birikimleri belirlenmiş ve araştırma sonucunda yüksek karoten içeren yumurtalardan çıkan civcivlerin karotensiz rasyonla beslenmelerine rağmen, dokularında karoten birikiminin olduğu ve maternal kaynaklı karotenlerin kanatlılarda çok iyi muhafaza edildiği bildirilmiştir. Buna ilaveten, düşük karoten içeren yumurtalardan çıkan civcivlerin karotenli rasyonla beslenmeler bile yeterince doku karoten birikimi sağlayamadıkları ve çıkış sonrası diyetle alınan karotenlerin emilimi, metabolizması ve/veya doku birikimi için maternal kaynaklı karotenlerin varlığının önemli olduğu belirtilmiştir (Koutsos ve ark., 2003).

Karadas ve ark. (2005) karotence zenginleştirilmiş yem ile beslenen tavuklardan elde edilen yumurtalardan çıktıktan sonraki ilk 7 gün düşük karotenli diyetle beslenen civcivlerin karaciğer karoten içeriğinin, normal yumurtadan çıkan ve yüksek karotenli yemlerle beslenen civcivlere göre daha yüksek bulunduğu, ancak bu durumun 14. günden itibaren ters yönde gelişmeye başlaması sebebiyle, çıkış sonrası dönemde en az 7 gün için "maternal beslemenin" buna karşın 14. günden itibaren ise "diyetsel beslemenin" temel etken olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada, karotence en zengin rasyonla beslenen tavuklardan 42., 45. ve 46. haftalarda alınan yumurta sarılarının karoten içerikleri de en yüksek konsantrasyonda bulunmuştur.

Bıldırcınlar üzerinde yapılan çalışmada da mevcut karotenlerin yumurta sarısından embriyonik dokulara transfer edildiği tespit edilmiş ve çıkış sonrası düşük

karotenli besleme yapıldığı halde bir hafta boyunca yavrunun karaciğer karoten içeriğinin azalmadan aynı kaldığı ifade edilerek maternal beslenmenin önemi vurgulanmıştır (Karadas ve ark., 2006).

Doğadan yakalanan kınalı keklıkların karoten içeren yemler ile beslenmesinin etkisi, yumurtlama döneminin başında ve sonunda olmak üzere iki ayrı dönemde ele alınmış ve yumurta sarısı karoten düzeyinin her iki dönemde de karoten alımının artması ile yükseldiği tespit edilmiştir (Bortolotti ve ark., 2003).



Şekil 3. Vitamin A ve türevlerinin emilim, taşınım ve depolanması (Champe ve Harvey, 1997)

1.6. Vitamin A'nın Fonksiyonları, Yetersizliği ve Fazlalığı

Vitamin A'nın organizmada görme üzerine ve genel sistemdeki etkisine yönelik önemli fonksiyonları bulunmaktadır (Mayes, 1993; Schmidt ve ark., 2002, 2003; Klasing ve Austic, 2003). Vitamin A'nın alkol formu (retinol), bir steroid hormon gibi davranırken; aldehit formu (retinal), görme pigmentinin bir komponentidir. Retinoik asit olarak vitamin A ise glikoprotein sentezine katılma, embriyonik gelişim, epitelyum dokuların devamı, mukus üretimi, kemik gelişimi ve immunité gibi çeşitli fonksiyonlar üstlenmektedir (Mayes, 1993; Klasing ve Austic, 2003).

Vitamin A yetersizliğinde kanatlılarda mukoz membranlarda keratinleşme, kseroftalmi, iştahsızlık, büyümenin durması, zayıflama, verimde azalma/durma, düşük kuluçka randımanı, enfeksiyonlara karşı direncin azalması, gözler ve burunda akıntı, deri ve tüylerde sertlik/kuruma, hareketlerde inkoordinasyon, kramplar, kemiklerde metaplazi ve ürüt taşı oluşumu gözlenmektedir; ölüm oranı yüksek olmaktadır (West ve ark., 1992; Şahin, 2008; Ergün ve Saçaklı, 2011).

Civcivlerde vitamin A yetersizliğine bağlı bozukluklar, yeterli vitamin A içermeyen yemlerin tüketilmesinden bir hafta sonra ortaya çıkabilir. Yeterli vitamin A içeren yemlerle beslenen damızlık sürülerin civcivlerinde bozuklukların görülmesi, 6-7 hafta gecikebilir. Civcivlerde görülen bozukluklar iyi gelişememe, denge bozukluğu ve halsizliktir (Arda ve ark., 1994). Hipotiroidizimin görülmesi de vitamin A yetersizliğinin civcivlerdeki ilk belirtisi olabilir (NRC, 1994). Karotence yetersiz beslenen civcivlerde, daha sonraki büyüme dönemlerinde karoten metabolizmasının fonksiyonlarının bozulduğu ifade edilmiştir (Horak ve ark., 2000; Blount ve ark., 2003). Yetişkin tavuk ve hindilerde ise vitamin A yetersizliğine bağlı bozukluklar, genellikle 2-5 ay içinde kendini gösterir. Bu sürenin uzunluğu, karaciğer ve diğer dokularda vitamin A'nın depolanma durumuna bağlıdır. Tipik olan bozukluklar göz ve burundan sulu akıntı, göz kapaklarının kapanması ve gözden kazeöz akıntının başlamasıdır. Hastaların çoğunda körlük görülür. Yumurta verimi

ve yumurtadan çıkış gücü azalır. Yumurtalarda kan lekeleri oluşumu ve görülme şiddeti artar (Klasing ve Austic, 2003).

Uygun olmayan vitamin A uygulamalarında ya da fazlalığında hipervitaminosis olayı görülür. Hipervitaminosis A, depo miktarı aşıldığı zaman ortaya çıkar (Nizamlıoğlu, 1998). Kanatlılarda hipervitaminosis A olgularında karotenoidlerin emilimi bozulacağından yumurta, yumurta sarısı ve doku pigmentasyonları normal dışı görünüm kazanmaktadır (Başpınar ve Kurtoğlu, 2003). Erken embriyonik ölümler görülmekte, kuluçka randımanı düşmektedir (March ve ark., 1972). Yüksek düzeyde vitamin A, özellikle immun sistemi olumsuz etkilemekte (Friedman ve ark., 1991); ekzoftalmi, keratinleşmiş membranlarda mukoz hücre oluşumu, kemiklerde kırılma, eğilme ve incelme eğilimi, deride kalınlaşma oluşmasına neden olmaktadır (Ergün ve Saçaklı, 2011). Vitamin A fazlalığı oksidatif strese neden olmakta, dokularda vitamin E ve karotenoid miktarlarının azalmasına, lipid peroksidasyona doku duyarlılığını artırmada gösterilir (Surai, 2002). Erkek leghorn civcivler kullanılarak yapılan çalışmada, 300 mg/kg düzeyinde rasyona katılan vitamin A hayvanların gelişmesini hızla düşürmüş, depresyona sebep olmuş, daha sonra kaşeksi ve ölüm görülmüştür (Şeker, 2000).

1.6.1. Görme

Vitamin A'nın görme fonksiyonundaki esas etkisi, gözün karanlığa adapte olmasını sağlamaktır. Gözün retina tabakasında rodlar ve konlar diye bilinen iki tip çomak şeklinde reseptör hücre vardır. Rodlar gece, konlar ise gündüz görmeyi sağlar. Rodlarda görme moru denen rodopsin maddesi vardır. Konlarda ise iyodopsin bulunur. Bu iki madde, yapılarında bulunan protein kısmı ile birbirinden ayrılır. Görme olayında ışığın retinaya düşmesi ile rodopsindeki 11-cis-retinal, all-trans-retinal ve opsin'e parçalanır. Daha sonra NADH ve alkol dehidrogenaz etkisi ile all-trans-retinal'e (vitamin A1'e) dönüşür, bu da görme sinirini uyarır (Nizamlıoğlu, 1998).

A vitamini yetersizliğinin ilk belirtisi, karanlığa adaptasyonun bozulması ve gece körlüğünün şekillenmesidir. Orta derecedeki yetersizlikte konjunktivada değişiklikler meydana gelir, yetersizlik şiddetli ise göz kuruluğu olarak tanımlanan kseroftalmi meydana gelir (Şahin, 2008). Ayrıca, periorbital ödem oluşur (Klasing ve Austic, 2003).

1.6.2. Epitel Membranları Koruma

Vitamin A, genel sistemde çeşitli fonksiyonlar üstlenir. Bunlardan biri, birçok doku ve organda epitel hücrelerin ve mukozaların devamlılığı ve korunması üzerinedir. Vitamin bu fonksiyonunu, mukopolisakaritlerin oluşumuna katılmak suretiyle yerine getirir (Şeker, 2000; Tuncer, 2011).

Vitamin A eksikliğinden ileri gelen bozukluklar öncelikle epitellerde şekillenir (Arda ve ark., 1994). Normalde silindir ve kübik tipte olan epitelyum hücreleri atrofiye olur ve mukus sekresyonu azalır. Kalan bazal epitelyum hücreleri çoğalır ve orijinal epitelyum katmanlanmış keratinize epitelyum doku ile değişmiş olur. Bu şekilde, mukozal yüzeylerde fonksiyonel epitelyum hücrelerinin kaybı bakteri girişini ve çoğalmasını kolaylaştırır (Şahin, 2008). Konjunktiva, burun boşluğu, özofagus ve trakea epitelleri keratinize olur ve fonksiyonlarını yapamaz. Epitel hücrelerden çıkan eksudat, göz ve burundan sulu bir akıntının akmasına neden olur. Gözlerde ve burun boşluklarında kazeöz bir materyalin birikmesi, özofagus ve trakeada beyaz-sarı püstüller oluşması vitamin A eksikliği için karakteristik sayılabilecek değişikliklerdir (Arda ve ark., 1994).

1.6.3. Kemik Gelişimi

Vitamin A, kemik gelişimi ile ilgili olarak da fonksiyon gösterir. Epitelial kırıkdağın normal büyümesi ve gelişmesinde A vitaminine gereksinim vardır

(Tuncer, 2011). Vitamin A, ayrıca bir büyüme faktörü ve osteoblastlar ile osteoklastların aktivitelerinin regülasyonunda rolü olan bir vitamindir (Sevimli ve ark., 2004, 2008).

Vitamin yetmezliği veya zehirlenmelerinde, osteoblast ve osteoklastlar anormal aktivite göstermektedir. Vitamin A yetersizliği periostal kemik büyümesini etkilememesine rağmen, endokondral kemik uzamasına neden olabilir. Bacak kemiğinde kısalma ve incelmeye neden olur ve kafatası kemiğinde büyüme bozukluğuna sonucu da serobrospinal sıvı basıncında artış görülür (Şahin, 2008). Ayrıca, gaga yumuşar ve kolaylıkla eğrilir (Klasing ve Austic, 2003).

Tavuklarda amiloid artropati olgularında A vitamini pigmentinin (karotenoid) amiloid içinde biriktiği ve eklemlerde amiloid birikimini oluşturduğu, özellikle yumurtacı tavukların yemlerine yumurta sarısına, yağa ve tüylere renk vermesi amacıyla katılan A vitamini içerikli premikslerin bu olayda rol oynayabileceği ifade edilmektedir (Landman ve ark., 1994). Yapılan diğer çalışmalarda, kanatlı sektöründe ciddi ekonomik zararlara neden olan bu hastalığın oluşumunu yüksek doz vitamin A uygulamalarının hızlandırdığı (Sevimli ve ark., 2005, Sevimli ve ark., 2008), bu etkinin amiloid fibrinlerinin eklemlere çökmesini artırarak yapabildiği bildirilmiştir (Sevimli ve ark., 2004).

1.6.4. Gen Ekspresyonunun Düzenlenmesi

Retinoik asit ve izomerleri gen ekspresyonunda hormon gibi rol oynar, bu nedenle birçok fizyolojik fonksiyonda etkilidir. Çekirdek içindeki retinoik asit, retinoik asit reseptör proteinlerine bağlanır. All-trans retinoik asit retinoik asit reseptörlerine, 9-cis retinoik asit ise retinoid reseptörlerine bağlanır. Bu iki bileşik gen transkripsiyon oranını düzenlemek için kompleks oluşturur. Böylece, vücutta doğrudan kullanılan bazı proteinlerin sentezi etkilenir. A vitamini, tiroid hormon ve D vitamini gen transkripsiyonunda birbirlerini etkiler (Şahin, 2008).

Şiddetli vitamin A noksanlıklarında, hem RNA metabolizmasında hem de protein sentezinde anormallikler bildirilmiştir. Nükleik asit metabolizmasında ve protein sentezindeki bu değişiklikler, vitamin A'nın primer fonksiyonundan çok sekonder etkilerini yansıtır (Başpınar ve Kurtoğlu, 2003).

1.6.5. İmmun Sistem

Vitamin A kandaki hücrel faktörlerde çoğalma, özellikle T ve B lenfositlerin sayı ve oranlarındaki olumlu gelişme, peritoneal makrofajların fagositoz yeteneklerinin artması, plazma hücrelerinin immunglobulin sentezleme fonksiyonlarının gelişmesi gibi fonksiyonlar üzerine olumlu etki gösterir. Son yıllarda immün sistem üzerindeki etkisi ile ilgili olarak membran glikoproteinlerinin sentezi üzerinde önemli etkiye sahip olduğu da bilinmektedir (Nizamlıoğlu, 1998). Diyetle yeterli oranda vitamin A alınması, stres ve hastalıklara karşı normal direncin sağlanmasında ve sürdürülmesinde gerekli olup (Başpınar ve Kurtoğlu, 2003) vitamin A'nın bakteriyel ve paraziter hastalıklarda vücudu koruyucu ve ölümleri azaltıcı etkisi bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda tüberkülozlu hayvanlarda vitamin A artışıyla, serum spesifik immunglobulin düzeyinde artış oluşmuş ve ölüm oranı da azalmıştır. Aynı zamanda, kronik solunum yolu hastalığında minimum düzeyin üzerinde vitamin A uygulamaları sonucu, lezyonların şiddetinde ve ölümlerde önemli ölçüde azalmalar şekillenmiştir. Şiddetli koksidiyozis olgularında civcivlere vitamin A verilmesi de ölümleri azaltmıştır (Esmail, 2002).

Özellikle, kanatlılar gerek metabolik hızlarının yüksek oluşu ve gerekse ruminantlara göre farklı olan fizyolojileri ile stres faktörlerinden fazlasıyla etkilenmektedir. Bu nedenle, antioksidan savunmaya duyulan gereksinim kanatlılarda daha fazla olmaktadır. Gelişmiş bir antioksidan sistem, immün sistemin daha aktif olmasına yol açmakta ve iyi gelişmiş bir immün sistem ise çıkış sonrası ilk günlerde görülen ölüm oranlarının azalmasını sağlamaktadır (Kor ve ark., 2007). Kanatlılarda yapılan araştırmalarda karotenlerin kanatlı immün sisteminin erken dönemdeki (embriyogenesis) gelişiminde, bursa fabricius'ta büyük miktardaki

B-lenfosit oluşumunda rol oynadığı (Apanius, 1998), kuluçkadan çıkış sonrası ilk günlerdeki dönemlerde oksidatif zarara karşı hayvanları koruyucu etkiye sahip olduğu (Surai ve ark., 1996, 1999b), lutein aşılıyarak karotence zenginleştirilen yumurtalardan çıkan kırlangıç yavrularına ait T-lenfosit immün yanıtı yükselttiği (Saino ve ark., 2003) belirtilmiştir. Lin ve ark. (2002) vitamin A ilavesinin sıcak stresi altında bulunan yumurta tavuklarında antikor titresini artırarak immun sistem fonksiyonları üzerinde olumlu etkiler yarattığını bildirirlerken, yemdeki A vitamini düzeyinin yumurta tavuklarında immun sistemi etkilemediği saptanmıştır (Coskun ve ark., 1998).

Vitamin A yetersizliğinde bakteriyel, protozoal ve viral enfeksiyonların şiddeti ve sıklığı artmaktadır (Başpınar ve Kurtoğlu, 2003). Yapılan araştırmalarda yetersizliğe bağlı olarak tavuklarda timus ve bursa fabricius gibi lenfoid organların ağırlıklarında önemli ölçüde düşüşler görüldüğü (Davis ve Sell, 1983), immunglobulin metabolizmasının bozulduğu (Friedman ve Sklan, 1989a, b; Sklan ve ark., 1994), E. coli enfeksiyonuna duyarlılığın arttığı (Friedman ve ark., 1991) ve Newcastle virus ile enfekte olan tavuklarda ölüm oranlarının artarak (Sijtsma ve ark., 1989a, b) immun sistemin olumsuz yönde etkilendiği bildirilmektedir.

Kanatlılara yüksek düzeyde vitamin A verilmesi de eksikliği gibi immun sistemi olumsuz etkilemektedir (Friedman ve ark., 1991). Vitamin A fazlalığı, antikorlara verilen cevabı ve vitamin E'nin etkinliğini azaltmakta (Kidd, 2004), oksidatif strese neden olmakta ve lipid peroksidasyona doku duyarlılığını artırmaktadır (Surai, 2002).

1.6.6. Verim Performansı

Kanatlılarda vitamin A büyüme performansı, yumurta verimi ve kalitesi ile embriyonik gelişim, yumurtadan çıkış oranı gibi döl verim performansı üzerinde önemli bir role sahiptir (Şenköylü, 2001; Ergün ve Saçaklı, 2011).

Yapılan bir çalışmada, sıcak stresi altında bulunan yumurta tavuklarında performans üzerine vitamin A'nın etkisi incelendiğinde, araştırmanın birinci denemesinde iki farklı düzeyde vitamin A (3000 ve 9000 İÜ/kg R-asetat) kullanılması sonucu, yüksek düzeyde vitamin A'nın yem tüketimi ve yumurta verimi üzerine olumlu etki yaratırken; yumurta ağırlığı ve yemden yararlanma oranını etkilemediği saptanmıştır. Aynı araştırmanın ikinci denemesinde ise dört farklı düzeyde vitamin A (3000, 6000, 9000 ve 12000 İÜ/kg R-asetat) kullanılmış ve birinci denemeden farklı olarak vitamin A'nın yüksek düzeylerinin yumurta ağırlığını artırdığı; yem tüketimi, yumurta verimi ve canlı ağırlık kaybını etkilemediği bulunmuştur (Lin ve ark., 2002). Rasyona eklenen vitamin A, sıcak stresine maruz kalan yumurta tavuklarında (15000 İÜ/kg retinol) yem tüketimi, yumurta verimi, yumurta kabuğu ağırlığı ve kalınlığını artırmaktadır (Demir ve ark., 1995).

Yumurta tavuklarında farklı düzeylerde rasyona ilave edilen vitamin A'nın performans üzerine etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada 0, 4000, 12000 ve 24000 İÜ/kg vitamin A'nın yumurta verimi dışında yem tüketimi, yumurta ağırlığı ve anormal yumurta oranını etkilemediği (Coskun ve ark., 1998); 5000, 10000, 15000, 20000 ve 25000 İÜ/kg R-asetat'ın tüm düzeylerinin yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranını etkilemezken; 5000 ve 20000 İÜ/kg düzeylerinin yumurta kabuk kalınlığını azalttığı (Mendonça ve ark., 2002); 15000 ve 30000 İÜ/kg R-asetat'ın yumurta ağırlığı, yemden yararlanma oranını etkilemediği; 15000 ile yumurta veriminin ve 30000 ile yem tüketiminin arttığı; yumurta kalite parametrelerinin etkilenmediği (Mori ve ark., 2003) ortaya konulmuştur.

Bıldırcınlarda ise rasyona 10000, 20000 ve 30000 İÜ/kg düzeylerinde ilave edilen vitamin A'nın yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı ile yumurta kalitesini etkilemediği (Marques ve ark., 2011), 15000 İÜ/kg retinolün ise büyüme performansını geliştirdiği (Denli ve ark., 2003) belirlenmiştir.

Vitamin A'nın ve karotenin döl verimine yönelik alınan miktara göre değişmekle birlikte oksidasyona karşı sperm duyarlılığı ve spermelerin hareket kabiliyeti üzerinde fertilitiyi etkilediği (Blount ve ark., 2001; Peters ve ark., 2004), anormal sperm oranını değiştirdiği (Moller ve ark., 2005), embriyonik gelişim ve yumurtadan çıkış oranını etkilediği (West ve ark., 1992; Wilson, 1997) bildirilmektedir.

1.7. Kanatlarda Vitamin A Gereksinimi

1.7.1. Fizyolojik Gereksinim

Son yıllarda yapılan çalışmalar, gerek yumurtacı gerekse etlik hibritlerin eskiye oranla çok daha hızlı geliştiğini, bu bakımdan optimal gelişme sağlanabilmesi için vitaminlere ait gereksinim düzeylerinin üzerindeki değerlerde karma yemlere katılması gerektiğini göstermektedir. Çizelge 1.2'de NRC'ye göre yumurtacı civciv-piliç-tavuk, broyler, hindi, bıldırcın, ördek, kaz ve damızlık kanatlıların minimum vitamin A gereksinimleri gösterilmektedir (NRC, 1994).

1.7.2. Yeme Bağlı Ek Gereksinim

Kanatlı işletmelerinde hayvanlara verilecek vitamin miktarı işletme şartlarına göre ayarlandığından, yem maliyeti içinde vitamin premiksinden ileri gelen maliyeti bilmek önem taşımaktadır. Kanatlı karma yemlerine katılan vitamin premiksi maliyetini en fazla etkileyen vitaminlerden biri de premiks maliyeti içinde vitamin E ve biyotinden sonra üçüncü sırada yer alan vitamin A'dır (Leeson, 1995).

Yemlerde bulunan vitamin A'nın uzun süreli depolama, oksidasyon, pelet yapım ısılarının yüksekliği, iz elementlerin katalitik etkileri nedeni ile yıkımlanması ile birlikte rasyonda yeteri kadar yağ, protein, çinko, fosfor ve antioksidanların

(vitamin E, vitamin C ve selenyumun) bulunmayışı gereksinimi etkilemektedir (Başpınar ve Kurtoğlu, 2003).

Çizelge 1.2. Kanatlıların minimum vitamin A gereksinimi, kg yemde (NRC,1994)

Kanatlı türü	İÜ
Civciv (0-6 hafta)	1500
Piliç (6-20 hafta)	1500
Yumurta tavuğu	3750
Broyler (0-3 hafta)	1500
Broyler (3-6 hafta)	1500
Hindi palazı (0-8 hafta)	5000
Hindi (8-24 hafta)	5000
Damızlık hindi	5000
Bıldırcın (0-3 hafta)	1650
Bıldırcın (3-6 hafta)	3300
Ördek (0-2 hafta)	2500
Ördek (2-7 hafta)	2500
Kaz (0-4 hafta)	1500
Kaz (4-sonraki haftalar)	1500
Damızlık ördek ve kaz	4000

1.7.3. Diğer Faktörlere Bağlı Gereksinim

Aşırı sıcaklar ve enfeksiyonlar gibi stres oluşturuvcu etkenler ve tiroid fonksiyon bozuklukları, bir yandan β -karoten'in vitamin A'ya dönüşümünü azaltırken; diğer yandan vitamin A gereksinimini de artırmaktadır. Örneğin kanatlı koksidiyozunda vitamin A yıkımlanması yanı sıra, bağırsak duvarı mikrovillusları tahrip olduğundan vitamin A emilimi de azalır. Vitamin A ve β -karoten için basınç ve buhar da bozucu bir etkidir. Isı ve nem bozunmayı artırır (Başpınar ve Kurtoğlu, 2003).

Kanatlılarda yapılan çalışmalarda retinol (March ve ark., 1972; Sachdev ve Panda, 1989; Fu ve ark., 2000; Denli ve ark., 2003), R-asetat (Lin ve ark., 2002; Mendonça ve ark., 2002; Mori ve ark., 2003) ve R-palmitat'ın (Ramalho ve ark., 2008) çeşitli düzeylerde kullanımının performans ve yumurta kalitesi üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Ancak, retinol ve retinol esterlerinin beraber değerlendirildiği veya R-propionat'ın kullanıldığı bir araştırmaya rastlanılamamıştır. Ayrıca, çevresel stres durumlarında antioksidan etki gösteren bu vitaminin (Sahin ve ark., 2001) normal koşullar altında beslenen hayvanlarda hangi formunun antioksidan aktivite üzerine etkili olduğu bilinmemektedir. Bu bağlamda yapılan bu araştırmada, retinol ile retinol esterleri bıldırcın rasyonlarına ilave edilerek retinoidlerin bıldırcınlarda performans (canlı ağırlık, yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta ağırlığı); yumurta kalite özellikleri (şekil indeksi, kabuk kalınlığı; sarı indeksi, ak indeksi, Haugh birimi, sarı rengi); serum oksidan-antioksidan denge ile yumurta sarısı β -karoten, retinol ve malondialdehit (MDA) düzeyine etkisi değerlendirilmiştir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Gereç

2.1.1. Hayvan

Araştırmada 8 haftalık 200 dişi ve 100 erkek toplam 300 adet Japon bildircını (*Coturnix coturnix japonica*) kullanıldı. Araştırma her biri 60 bildircından oluşan bir kontrol ve dört deneme grubu olmak üzere 5 grup halinde yürütüldü. Her grup, 8 dişi 4 erkekten oluşan 5 alt gruba ayrıldı.

2.1.2. Yem

Araştırmada kullanılan yem hammaddeleri Tınaztepe Un ve Yem Fabrikası'ndan (Afyonkarahisar) alındı. Ham besin madde içerikleri analiz edilen mısır, bonkalit, tam yağlı soya, soya küspesi, ayçiçeği küspesi, et kemik unundan oluşturulan temel rasyon (% 20 HP, 2900 kcal/kg metabolize olabilir enerji) bildircınların NRC'deki (1994) gereksinimlerini karşılayacak şekilde formüle edildi. Temel rasyon, Afyon Kocatepe Üniversitesi Hayvancılık Araştırma Merkezi'nde bulunan yem kırma ve karıştırma makinesi ile hazırlandı. Araştırmada kullanılan temel rasyonun bileşimi Çizelge 2.1'de gösterilmektedir.

Kontrol grubunun rasyonu, temel rasyon olarak belirlendi. Temel rasyona retinol ve karoten bulunmayan mineral premiksi (Rovimix BCK, Novartis) ilave edildi. Deneme gruplarında ise retinol (Sigma R7632) ve retinol esterleri olarak da R-asetat (Sigma aldrich R0300000), R-palmitat (Sigma aldrich 46959-U) ve R-propiyonat (Sigma aldrich 87809) kullanıldı. Her dört retinoid de temel rasyona NRC'deki (1994) gereksinim düzeyinde (3300 İÜ/kg) rasyonda bulunan bitkisel

yağda çözdürülerek günlük olarak ilave edildi. Araştırmada kullanılan rasyonlara katılan retinol ve retinol esterleri düzeni Çizelge 2.2’de verilmektedir.

Çizelge 2.1. Araştırmada kullanılan temel rasyonun bileşimi (%) ve hesapla bulunan besin madde değerleri

Yem ham maddeleri	%
Mısır	49,70
Bonkalit	5,35
Tam yağlı soya	5,20
Soya küspesi	21,50
Ayçiçeği küspesi	6,10
Et kemik unu	2,00
Bitkisel yağ	2,40
Kireç taşı	5,70
Dikalsiyum fosfat	1,00
Tuz	0,25
NaHCO ₃	0,20
L-lizin	0,15
DL-metiyonin	0,10
Vitamin karması*	0,25
Mineral karması**	0,10
Hesapla bulunan değerler	
Ham protein, %	20,00
ME, kcal/kg	2900
Kalsiyum, %	2,60
Yararlanılabilir fosfor, %	0,37

* Her 1 kg Rovimix BCK: 5000 mg vitamin B1 (mononitrat), 10000 mg vitamin B2, 5000 mg vitamin B6, 30 mg vitamin B12, 100 000 vitamin C, 50 000 mg niasin, 3000 mg vitamin K3, 100 mg D Biotin, 15 000 mg Ca d-pantetonat, 1500 mg folik asit.

**Her 1 kg Ekomin K : 80 000 mg MnSO₄, 60 000 mg FeSO₄, 60 000 mg ZnO, 5 000 mg CuSO₄, 500 mg CoCO₃, 2 000 mg Ca(IO₃)₂, 150 mg Na₂SeO₃

Çizelge 2.2. Araştırma rasyonlarına katılan retinol ve retinol esterleri

Düzeyler (İÜ/kg)	Kontrol grubu	Deneme grupları			
		Retinol	R-asetat	R-palmitat	R-propiyonat
0	+	-	-	-	-
3300	-	+	+	+	+

2.2. Yöntem

2.2.1. Hayvanların Beslenmesi ve Araştırma Süresi

Araştırma, Afyon Kocatepe Üniversitesi Hayvan Deneyleri Etik Kurulu'nun onayını (AKÜHADYEK-Referans No-168-12) takiben Afyon Kocatepe Üniversitesi Hayvancılık Araştırma Merkezi'nde bulunan bıldırcın deneme ünitesinde yürütüldü.

Araştırmada California tipi kafesler kullanıldı. Bıldırcınlar birer birer tartılarak her blokta karşılıklı 5 kat ve her katta 3 kafes gözü bulunan dört blok kafes sisteminden oluşan kafeslere 44x30x20 cm bölmelerde 8 dişi 4 erkek olacak şekilde konuldu. Yemlikler kafeslerin önüne monte edilmiş 12x7x30 cm sabit saç olukların içine yerleştirildi. Bu sabit saç olukların altında plastik tel ızgara şeklindeki yumurta yolu bulunduruldu. Her bir kafeste otomatik nipel suluk sistemi oluşturuldu. Bıldırcınlara grup yemlemesi uygulanarak yem ve su günlük tüketilecek miktarda "*ad libitum*" verildi. Gübreler, tavalardan alınıp günlük olarak atıldı.

Araştırma süresince bıldırcınlara gündüz gün ışığıyla birlikte, gece floresan lambalarla 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık uygulandı. Havalandırma, pencere ve fanla yapılıp ortamın sıcaklığının 22-24 °C olması sağlanarak bu sıcaklığın çalışma süresince devam etmesine özen gösterildi. Araştırmada denemenin besleme safhası, temmuz-ağustos aylarında 8 hafta boyunca sürdürüldü.

2.2.2. Rasyonların Besin Madde Miktarları ve Metabolize Olabilir Enerji Düzeylerinin Belirlenmesi

Araştırmada kullanılan temel rasyonun besin madde miktarları AOAC'de (2000) bildirilen analiz metotlarına göre belirlendi. Metabolize olabilir enerji (ME) düzeyinin hesaplanmasında aşağıda gösterilen Carpenter ve Clegg'in (Leeson ve Summers, 2001) önerdiği formül kullanıldı.

$$ME \text{ (kcal/kg)} = 53 + 38 [(\% \text{ HP}) + (2.25 \times \% \text{ HY}) + (1.1 \times \% \text{ Nişasta}) + (\% \text{ Şeker})]$$

2.2.3. Canlı Ağırlığın Belirlenmesi

Araştırmanın başında ve sonunda bıldırcınlar birer birer tartılarak canlı ağırlıkları belirlendi.

2.2.4. Yem Tüketiminin Belirlenmesi

Gruplarda iki haftada bir yapılan tartımlar ile yem tüketimi grup ortalaması olarak belirlendi.

2.2.5. Yumurta Veriminin Belirlenmesi

Gruplarda yumurta verimi kayıtları günlük tutuldu. Kırık, çatlak ve kabuksuz yumurtalar hasarlı olarak kaydedildi. Sonuçlar haftalık değerlendirildi.

2.2.6. Yumurta Ağırlığının Belirlenmesi

Gruplardan alınan yumurtalar haftada bir kez oda sıcaklığında 24 saat bekletildikten sonra birer birer hassas terazi ile tartılıp ağırlıkları saptandı.

2.2.7. Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi

Gruplarda iki haftada bir, kg yumurta için tüketilen yem miktarının belirlenmesi ile yemden yararlanma oranı bulundu.

2.2.8. Yumurta Dış Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Gruplardan 4 haftada bir, 15 yumurta (her alt gruptan 3 yumurta olacak şekilde) alınarak 24 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra yumurta şekil indeksi ve kabuk kalınlığı belirlendi.

Yumurta şekil indeksi, kumpas (Mitutoyo Digimatic Caliper, CDN-P20PMX, Japan) ile ölçülüp aşağıda gösterilen formüle göre bulundu.

$$\text{Şekil indeksi (\%)} = \text{Yumurta genişliği (mm)} / \text{Yumurta uzunluğu (mm)} \times 100$$

Yumurta kabuk kalınlığı kırılan yumurtanın sivri, küt ve orta kısmından alınan örneklerde kabuk zarı çıkarıldıktan sonra mikrometre ile $\text{mm} \times 10^2$ olarak ölçüldü. Bu üç değer in ortalaması kabuk kalınlığı olarak alındı (Card ve Nesheim, 1972).

2.2.9. Yumurta İç Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Yumurtaların şekil indeksi belirlendikten sonra yumurtalar cam bir masa üzerine kırıldı. On dakika beklendikten sonra yumurtaların sarı yüksekliği, ak yüksekliği 1/100 mm duyarlılıkla "Mitutoya" marka 3 ayaklı mikrometre; sarı çapı, ak uzunluğu ve ak genişliği kumpas (Mitutoyo Digimatic Caliper, CDN- P20PMX, Japan) ile ölçüldü. Bu değerlerden yararlanılarak yumurta sarı indeksi, ak indeksi ve Haugh birimi aşağıdaki formüllere göre hesaplandı (Card ve Nesheim, 1972):

$$\text{Sarı indeksi (\%)} = \text{Sarı yüksekliği (mm)} / \text{Sarı çapı (mm)} \times 100$$

$$\text{Ak indeksi (\%)} = \text{Ak yüksekliği (mm)} / \text{Ak uzunluğu ve ak genişliği ortalaması (mm)} \times 100$$

$$\text{Haugh birimi} = 100 \times \log [\text{Ak yüksekliği (mm)} + 7,57 - 1,7 \times \text{Yumurta ağırlığı}^{0,37} (\text{g})]$$

2.2.10. Serum ve Yumurta Örneklerinin Toplanması ve Depolanması

Araştırmanın sonunda her alt gruptan 2 hayvan olmak üzere her gruptan 10 hayvan kesildi ve kan örnekleri heparinsiz tüplere alınarak $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat bekletildi. Takibinde kanlar 3000 rpm'de, 15 dk santrifüj yapılarak serumları elde edildi. Serumlar, ışık geçirmez ependorflara konularak serum β -karoten, retinol, MDA ve antioksidan aktivite (AOA) düzeylerinin belirlenmesi amacıyla -18°C 'de depolandı.

Araştırmanın 4. ve 8. haftalarında her gruptan 10 (her alt gruptan 2) yumurtanın sarısı tartılıp ışık geçirmez cam tüplere alınarak yumurta sarısı β -karoten ve retinol düzeyinin belirlenmesi amacıyla -18°C 'de depolandı.

Benzer şekilde, araştırmanın sonunda her gruptan 40 yumurta (her alt gruptan 8) $+4^{\circ}\text{C}$ 'de buzdolabında depolandı. Depolamanın 1., 8., 15. ve 30. günlerinde 10'ar yumurtanın sarısı tartılarak ışık geçirmez cam tüplere alındı. Takibinde, bu yumurta sarıları bahsi geçen günlerde MDA düzeyinin belirlenmesi amacıyla -18°C 'de saklandı.

2.2.11. Serum ve Yumurta Sarısı β -Karoten ve Retinol Düzeylerinin Belirlenmesi

Serumda β -karoten ve retinol analizleri, Suzuki ve Katoh'un (1990) belirttiği spektrofotometrik metotla belirlendi. Distile su ile % 95'lik etil alkol (Sigma Aldrich) hazırlandı ve her ml'sinde 20 μg olacak şekilde Butillenmiş Hidroksi Toluen (BHT, Sigma Aldrich) eklenerek BHT'li etanol elde edildi. Işık görmesi engellenmiş kapaklı santrifüj tüp içerisine 1 g yumurta sarısı üzerine 1 ml BHT'li etanol ve 3 ml n-hekzan eklendi. Elde alt üst edilerek 10 dk karıştırıldı ve ardından 2000 rpm'de 10 dk santrifüj edildi. Üstteki hekzan fazından bir kuvarz ELISA pleytine alınarak 453 nm'de β -karoten ile 325 nm'de retinol ELISA Reader'da absorbans olarak belirlendi.

Yumurta sarısında serumdan farklı olarak aseton:hekzan (1:1) karışımında yumurta sarılarında β -karoten ve retinol ekstraksiyonu sonrasında 5000 rpm'de 15 dk santrifüj edildikten sonra 1 ml süpernatant üzerine 1 ml etanol (BHT'li) ve 3 ml n-hekzan eklendi. Elde alt üst edilerek 10 dk karıştırıldı ve ardından 2000 rpm'de 10 dk santrifüj edilerek serumdakine benzer şekilde ELISA Reader'da absorbanslar belirlendi.

2.2.12. Serum ve Yumurta Sarısı MDA Düzeyinin Belirlenmesi

Serum MDA düzeyi, Draper ve Hadley'in (1990) bildirdiği serbest radikaller sonucu oluşan MDA'nın çift kaynatma yöntemi kullanılarak belirlendi. Metot, MDA'nın tiobarbitürik asit (TBA) ile reaksiyona girerek 532 nm dalga boyunda spektrofotometrik ölçüm prensibine dayanmaktadır. Bu metotta 0,5 ml serum, 2,5 ml % 10'luk triklorasetik asit (TCA) ile temiz vida kapaklı deney tüpünde karıştırılarak 95 °C'de 15 dk kaynatıldı. Daha sonra soğutulurak 5000 rpm'de 10 dk santrifüj edildi. Oluşan süpernatanttan 1 ml alındı ve üzerine % 0,67'lik TBA'dan 0,5 ml eklenerek 15 dk kaynatılarak hemen soğutuldu. Takibinde, suya karşı 532 nm'de ELISA Reader'da absorbans değeri belirlendi. Elde edilen değerler dilüsyon katsayısıyla çarpıldı.

Depolamanın 1., 8., 15. ve 30. günlerinde yumurta sarısı MDA düzeyi Kanner ve Rosenthal'ın (1992) belirttiği spektrofotometrik metodun ELISA'ya modifikasyonu ile ölçüldü. Numune yumurta sarılarından TBARS analizi için alınan 0,2 g örnek 10 ml'lik test tüplerine konularak, üzerlerine 1,8'er ml % 3,86'lık perklorik asit konuldu. Homojenize edilen bu karışım filtre kâğıdından süzüldü. Süzüntüden 0,5 ml alınarak 20 mM TBA solüsyonundan 1 ml ile karıştırılarak kaynayan su banyosunda 30 dk bekletildi. Absorbans spektrofotometrede 532 nm'de okundu.

2.2.13. Serum AOA Düzeyinin Belirlenmesi

Antioksidan aktivite tayini Koracevic ve ark. (2001)'dan modifiye edilen yöntemle serumda kalorimetrik olarak saptandı. Fe-EDTA kompleksi standart solüsyonu Fenton reaksiyonu tarafından hidrojen peroksit ile reaksiyona girer, hidroksil radikallerinin oluşumuna izin verir. Bu reaktif, oksijen radikalleri TBARS salınımı sonucunda benzoatı bozar. Eklenen antioksidanlar, TBARS üretiminin baskılanmasına neden olur. Bu reaksiyon spektrofotometrik olarak ölçülür, renk gelişiminin baskılanması antioksidan aktivite olarak saptanır.

Her bir örneğin Fe-EDTA karışımı kendi kontrol grubu hazırlanarak H_2O_2 eklendi. Analizin her bir serisi için negatif kontrol grubu (K_1 ve K_0) hazırlandı. Ölçüm için 1 mmol/L ürik asid içeren standartlar kullanıldı. Su banyosunda $100^\circ C$ 'de 10 dk inkübe edildi. Takibinde su banyosunda soğutularak 540 nm'da ELISA Reader'da absorbansları belirlendi.

2.3. İstatistik Analizler

Canlı ağırlık, yem tüketimi, yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yemden yararlanma oranı; yumurta dış ve iç kalite özellikleri ile yumurta sarısı retinol, lipid oksidasyon ve antioksidan durumu gösteren parametrelere ait düzeyler bakımından gruplara ait istatistik analizlerin ve grupların ortalama değerleri arasındaki farklılığın önemliliği için tek yönlü "*varyans*" analizi, gruplar arası farkın önemlilik kontrolü için "*Duncan*" testi uygulandı (Daniel, 1991). $P < 0.05$ değeri istatistiki açıdan önem sınırı kabul edildi.

3. BULGULAR

3.1. Rasyonun Besin Madde Miktarları ve Metabolize Olabilir Enerji Düzeyleri

Araştırmada kullanılan temel rasyonun analiz yöntemi ile bulunan besin madde miktarı ve ME düzeyi Çizelge 3.1’de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Temel rasyonun besin madde miktarı (%) ve metabolize olabilir enerji düzeyi (kcal/kg)

Besin maddeleri, ME	Temel rasyon
Kuru madde	91,85
Ham kül	8,65
Ham protein	20,14
Ham yağ	6,74
Ham selüloz	4,63
Azotsuz öz madde	51,69
Kalsiyum	2,55
Toplam fosfor	0,35
ME	2917

3.2. Performans Parametreleri

Yumurtacı bildircin rasyonlarına gereksinim düzeyinde (3300 İÜ/kg yem), 4 farklı retinoit (retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propiyonat) ilave edilmesinin canlı ağırlık, yumurta verimi, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı ve yumurta ağırlığı üzerine etkisi Çizelge 3.2.1-3.2.7’de gösterilmektedir.

3.2.1. Canlı Ağırlık

Araştırmada başlangıç canlı ağırlık kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propiyonat gruplarında sırasıyla dişilerde 184,13; 182,45; 182,91; 184,11 ve 184,20 g; erkeklerde 178,22; 179,15; 178,30; 178,67 ve 178,60 g bulundu. Araştırma sonu canlı ağırlık ise aynı gruplarda sırasıyla dişilerde 198,11; 203,92; 201,04; 201,06 ve 200,25 g; erkeklerde 183,49; 185,70; 187,05; 185,40 ve 186,30 g olarak belirlendi. Buna göre araştırma başı ve sonu canlı ağırlıkların gruplar arasında cinsiyete bağlı olarak değişmediği tespit edildi ($p>0,05$; Çizelge 3.2.1).

Çizelge 3.2.1. Gruplarda araştırma başı ve sonu canlı ağırlık (g)

	Kontrol	Retinol	R-asetat	R-palmitat	R-propiyonat	P
Araştırma başı						
Dişi	184,13±2,04	182,45±2,11	182,91±1,55	184,11±2,03	184,20±1,79	0,947
Erkek	178,22±1,53	179,15±1,37	178,30±1,02	178,67±1,09	178,60±1,28	0,990
Araştırma sonu						
Dişi	198,11±3,15	203,92±3,15	201,04±2,39	201,06±1,93	200,25±2,20	0,546
Erkek	183,49±1,62	185,70±1,72	187,05±1,34	185,40±2,06	186,30±1,48	0,660

R-asetat: Retinil asetat, **R-palmitat:** Retinil palmitat, **R-propiyonat:** Retinil propiyonat
Gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir. ($p>0,05$); n=5.

3.2.2. Yumurta Verimi

Sekiz haftalık araştırma süresince yumurta verimi açısından gruplar arasında önemli farklılıklar olduğu görüldü (Çizelge 3.2.2). Araştırmanın 0-8. haftalarında gruplarda oluşan yumurta verimleri kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propiyonat grupları için sırasıyla % 75,33; 86,53; 86,10; 82,20 ve 88,52 olarak bulundu. Buna göre rasyonlarına retinol ve retinol esterleri katılan bıldırcınların araştırmanın tamamındaki ortalama yumurta verimlerinin kontrol grubuna göre daha fazla olduğu belirlendi ($p<0,01$). Adı geçen bu gruplar için araştırmanın 0-2., 2-4. ve 6-8. haftalarında da kontrol grubuna göre ($p<0,05$) daha fazla yumurta verimi elde edildi. Araştırmanın 2-4. haftasında tüm deneme gruplarında görülen yumurta verimi artışının retinol ve R-propiyonat gruplarında R-asetat ve R-palmitat gruplara göre daha yüksek olduğu tespit edildi. Araştırmanın 4-6. haftasında ise yumurta veriminin

retinol ve R-asetat gruplarında kontrol ve R-palmitat gruplarına göre arttığı ($p<0,05$) belirlendi.

Çizelge 3.2.2. Gruplarda yumurta verimi (%)

Hafta	Kontrol	Retinol	R-asetat	R-palmitat	R-propiyonat	P
0-2	69,50±2,99b	80,75±3,18a	82,00±1,93a	81,58±4,67a	87,00±3,63a	0,023*
2-4	77,41±2,01c	88,25±2,60a	82,00±2,60b	82,00±1,55b	90,16±6,44a	0,010*
4-6	76,58±2,12b	90,55±4,32a	87,41±1,61a	78,25±3,64b	84,50±4,68ba	0,048*
6-8	77,83±2,51b	86,45±3,26a	93,05±2,83a	87,00±1,79a	92,41±2,76a	0,050*
0-8	75,33±0,93b	86,53±3,28a	86,10±1,03a	82,20±1,51a	88,52±1,41a	0,001**

R-asetat: Retinil asetat, **R-palmitat:** Retinil palmitat, **R-propiyonat:** Retinil propiyonat
a, b, c: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir. (*): $p<0,05$; (**): $p<0,01$; n=5.

3.2.3. Yem Tüketimi

Araştırmada yem tüketimi bakımından haftalara bağlı olarak gruplar arasında fark görülmedi ($p>0,05$; Çizelge 3.2.3). Araştırmanın tamamı göz önüne alındığında yem tüketim değerleri kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propiyonat gruplarında sırasıyla 30,30; 31,05; 30,75; 29,65 ve 30,75g/gün olarak bulundu. Buna göre gruplar arasında yem tüketim değerleri açısından herhangi bir farklılık saptanmadı ($p>0,05$).

Çizelge 3.2.3. Gruplarda günlük yem tüketimi (g/gün)

Hafta	Kontrol	Retinol	R-asetat	R-palmitat	R-propiyonat	P
0-2	27,80±0,66	30,20±0,86	30,60±0,92	29,40±1,36	29,80±0,66	0,288
2-4	32,20±1,20	30,20±1,15	30,20±0,86	30,00±0,70	31,00±1,30	0,584
4-6	29,60±0,50	32,80±0,58	30,80±0,66	28,80±0,96	30,00±1,48	0,055
6-8	31,60±1,12	31,00±0,63	31,40±0,50	30,40±1,07	32,20±1,06	0,711
0-8	30,30±0,24	31,05±0,39	30,75±0,33	29,65±0,20	30,75±0,44	0,067

R-asetat: Retinil asetat, **R-palmitat:** Retinil palmitat, **R-propiyonat:** Retinil propiyonat
Gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir. ($p>0,05$); n=5.

3.2.4. Yemden Yararlanma Oranı

Araştırmada yemden yararlanma oranının 0-2. haftalarda R-palmitat ve R-propiyonat gruplarında ($p<0,001$), 6-8. haftalarda ise tüm deneme gruplarında ($p<0,01$) kontrol

grubuna göre azaldığı belirlendi. Araştırmanın tamamı göz önüne alındığında yemden yararlanma oranı kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında sırasıyla 3,08; 2,83; 2,77; 2,76 ve 2,68 olarak bulundu. Buna göre tüm deneme gruplarında yemden yararlanma oranının kontrol grubuna göre azaldığı ($p<0,01$) tespit edildi (Çizelge 3.2.4).

Çizelge 3.2.4. Gruplarda yemden yararlanma oranı (kg yem/kg yumurta)

Hafta	Kontrol	Retinol	R-asetat	R-palmitat	R-propionat	P
0-2	3,17±0,12a	2,97±0,10ab	2,99±0,04ab	2,78±0,11b	2,64±0,08b	0,000***
2-4	3,07±0,06	2,75±0,18	2,86±0,13	2,81±0,09	2,70±0,18	0,408
4-6	2,91±0,10	2,79±0,13	2,67±0,09	2,83±0,12	2,76±0,08	0,664
6-8	3,12±0,04a	2,85±0,10b	2,63±0,05b	2,66±0,07b	2,69±0,09b	0,002**
0-8	3,08±0,04a	2,83±0,10b	2,77±0,02b	2,76±0,05b	2,68±0,04b	0,002**

R-asetat: Retinil asetat, **R-palmitat:** Retinil palmitat, **R-propionat:** Retinil propionat
a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir. (**): $p<0,01$; (***) : $p<0,001$; n=5.

3.2.5. Yumurta Ağırlığı

Araştırmada yumurta ağırlığının deneme süresince değişmediği belirlendi ($p>0,05$; Çizelge 3.2.5). Ancak araştırmanın 0-2. haftalarında kontrol grubuna göre oluşmayan değişikliğin deneme grupları arasında R-palmitat ve R-propionat gruplarında retinol, R-asetat gruplarına göre daha fazla olduğu görüldü ($p<0,05$). Araştırmanın tamamı göz önüne alındığında ise ortalama yumurta ağırlıkları kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında sırasıyla 13,03; 12,70; 12,84; 13,06 ve 12,94 g olarak bulundu. Yumurta ağırlığı bakımından gruplar arasında fark görülmedi ($p>0,05$).

Çizelge 3.2.7. Gruplarda yumurta ağırlığı (g)

Hafta	Kontrol	Retinol	R-asetat	R-palmitat	R-propionat	P
0-2	12,67±0,13ab	12,62±0,08b	12,45±0,17b	13,02±0,09a	13,04±0,10a	0,011*
2-4	13,11±0,31	12,52±0,07	12,92±0,12	13,05±0,23	12,86±0,35	0,493
4-6	13,33±0,20	13,08±0,49	13,18±0,12	13,06±0,11	12,89±0,36	0,874
6-8	13,00±0,12	12,59±0,10	12,84±0,15	13,12±0,21	12,99±0,31	0,400
0-8	13,03±0,12	12,70±0,13	12,84±0,07	13,06±0,08	12,94±0,18	0,290

R-asetat: Retinil asetat, **R-palmitat:** Retinil palmitat, **R-propionat:** Retinil propionat
a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir. (*): $p<0,05$; n=5.

3.3. Yumurta Kalite Özellikleri

Araştırmada gruplarda yer alan hayvanlardan elde edilen yumurtaların dış kalite (şekil indeksi ve kabuk kalınlığı) ve iç kalite (sarı indeksi, ak indeksi, ak indeksi, Haugh birimi ve sarı rengi) özellikleri Çizelge 3.3.1 ve 3.3.2’de gösterilmektedir.

Yumurta şekil indeksi kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında sırasıyla 4.haftada 77,31; 77,39; 77,81; 78,05 ve 79,01 $\text{mm} \times 10^2$; 8. haftada ise 78,89; 78,90; 76,69; 78,15 ve 75,97 $\text{mm} \times 10^2$ belirlendi. Araştırmanın 4.ve 8. haftalarında şekil indeksi bakımından gruplar arasında fark bulunmadı ($p>0,05$; Çizelge 3.3.1).

Yumurta kabuk kalınlığı kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında sırasıyla 4. haftada 19,70; 20,30; 20,68; 20,34 ve 21,03 $\text{mm} \times 10^2$; 8.haftada ise 18,72; 18,93; 17,70; 19,01 ve 18,21 $\text{mm} \times 10^2$ olarak belirlendi. Araştırmanın 4. ve 8. haftalarında kabuk kalınlığı bakımından gruplar arasında fark bulunmadı ($p>0,05$; Çizelge 3.3.1).

Çizelge 3.3.1. Gruplarda yumurta dış kalite özellikleri

	Kontrol	Retinol	R-asetat	R-palmitat	R-propionat	P
Şekil indeksi, %						
4.hafta	77,31±0,75	77,39±0,87	77,81±1,06	78,05±0,36	79,01±0,93	0,611
8.hafta	78,89±0,95	78,90±2,04	76,69±1,14	78,15±0,63	75,97±1,27	0,436
Kabuk kalınlığı, mm/100						
4.hafta	19,70±0,40	20,30±0,48	20,68±0,44	20,34±0,43	21,03±0,44	0,296
8.hafta	18,72±0,53	18,93±0,53	17,70±0,30	19,01±0,25	18,21±0,24	0,187

R-asetat: Retinil asetat, **R-palmitat:** Retinil palmitat, **R-propionat:** Retinil propionat
Gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir. ($p>0,05$); n=15.

Yumurta sarı indeksi kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında sırasıyla 4. haftada 51,98; 49,96; 49,12; 48,73 ve 50,24 $\text{mm} \times 10^2$; 8. haftada ise 53,81; 50,03; 50,67; 50,34 ve 48,51 $\text{mm} \times 10^2$ olarak belirlendi. Araştırmanın 4. ve 8. haftalarında gruplar arasında sarı indeksi bakımından fark bulunmadı ($p>0,05$; Çizelge 3.3.2).

Yumurta ak indeksi kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında sırasıyla 4. haftada 12,02; 11,76; 12,01; 11,68 ve 13,08 $\text{mm} \times 10^2$; 8. haftada ise 11,34; 10,68; 9,75; 10,04 ve 10,27 $\text{mm} \times 10^2$ olarak belirlendi. Araştırmanın 4. ve 8. haftalarında ak indeksi bakımından gruplar arasında fark bulunmadı ($p > 0,05$; Çizelge 3.3.2).

Çizelge 3.3.2. Gruplarda yumurta iç kalite özellikleri

	Kontrol	Retinol	R-asetat	R-palmitat	R-propionat	P
Sarı indeks, %						
4.hafta	51,98±0,75	49,96±0,72	49,12±1,54	48,73±1,17	50,24±1,01	0,260
8.hafta	53,81±3,40	50,03±0,84	50,67±1,51	50,34±1,28	48,51±0,84	0,446
Ak indeks, %						
4.hafta	12,02±0,99	11,76±0,46	12,01±0,30	11,68±0,56	13,08±0,98	0,653
8.hafta	11,34±0,85	10,68±0,44	9,75±0,76	10,04±0,93	10,27±0,65	0,603
Haugh birimi						
4.hafta	75,54±2,92	69,74±1,80	72,68±1,56	73,24±2,35	71,39±2,11	0,432
8.hafta	80,77±5,24	85,91±2,82	76,27±5,84	77,24±4,54	85,39±6,94	0,571
Sarı renk indeksi						
4.hafta	9,66±0,25	9,66±0,21	8,80±0,24	9,00±0,23	8,73±0,22	0,070
8.hafta	9,28±0,47a	8,64±0,40a	9,04±0,20a	8,91±0,19a	7,00±0,33b	0,000***

R-asetat: Retinil asetat, **R-palmitat:** Retinil palmitat, **R-propionat:** Retinil propionat
a, b: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir. (***) : $p < 0,001$; $n = 15$.

Haugh birimi kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında sırasıyla 4. haftada 75,54; 69,74; 72,68; 73,24 ve 71,39; 8. haftada ise 80,77; 85,91; 76,27; 77,24 ve 85,39 olarak belirlendi. Araştırmanın 4. ve 8. haftalarında Haugh birimi bakımından gruplar arasında fark bulunmadı ($p > 0,05$; Çizelge 3.3.2).

Yumurta sarı rengi kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında sırasıyla 4. haftada 9,66; 9,66; 8,80; 9,00 ve 8,73 olup gruplar arasında sarı rengi bakımından fark bulunmadı ($p > 0,05$). Sekizinci haftada ise sarı renk indeksi 9,28; 8,64; 9,04; 8,91 ve 7,00 olup R-propionat grubunda kontrol ve deneme gruplarına göre sarı rengin azaldığı belirlendi ($p < 0,001$; Çizelge 3.3.2).

3.4. Kan Serum β -Karoten, Retinol, MDA ve AOA Düzeyleri

Araştırmada gruplarda serum β -karoten, retinol, MDA ve AOA düzeyleri Çizelge 3.4'te gösterilmektedir.

Serum β -karoten düzeyi kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında sırasıyla 64,56; 26,92; 25,30; 34,10 ve 21,10 $\mu\text{g/L}$ olarak bulundu. Serum β -karoten düzeyinin tüm deneme gruplarında azaldığı belirlendi ($p<0,001$). Aynı zamanda R-propionat grubunda R-palmitat grubuna göre daha fazla azaldığı görüldü.

Serum retinol düzeyi kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında sırasıyla 3,20; 4,66; 5,26; 4,78 ve 6,76 mg/L olarak bulundu. Serum retinol düzeyinin tüm deneme gruplarında arttığı belirlendi ($p<0,001$). Aynı zamanda R-propionat grubunda retinol ve diğer retinol esterleri gruplarına göre daha fazla arttığı görüldü.

Çizelge 3.4. Gruplarda kan serum β -karoten ($\mu\text{g/L}$), retinol (mg/L), MDA (nmol/L) ve AOA (mmol/L) düzeyleri

	Kontrol	Retinol	R-asetat	R-palmitat	R-propionat	P
β karoten	64,56 \pm 8,22a	26,92 \pm 1,36bc	25,30 \pm 3,80bc	34,10 \pm 3,20b	21,10 \pm 1,76c	0,000***
Retinol	3,20 \pm 0,39c	4,66 \pm 0,195b	5,26 \pm 0,53b	4,78 \pm 0,26b	6,76 \pm 0,29a	0,000***
MDA	5,69 \pm 0,59a	3,82 \pm 0,34b	3,92 \pm 0,31b	4,36 \pm 0,34b	3,82 \pm 0,25b	0,008**
AOA	5,94 \pm 0,25c	6,36 \pm 0,18c	6,25 \pm 0,26c	7,00 \pm 0,20b	7,72 \pm 0,10a	0,000***

R-asetat: Retinil asetat, **R-palmitat:** Retinil palmitat, **R-propionat:** Retinil propionat
a, b, c: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir. (**): $p<0,01$; (***): $p<0,001$; n=10.

Serum MDA düzeyi kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında sırasıyla 5,69; 3,82; 3,92; 4,36 ve 3,82 nmol/L olarak belirlendi. Serum MDA düzeyinin tüm deneme gruplarında azaldığı belirlendi ($p<0,01$).

Serum AOA düzeyi kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında sırasıyla 5,94; 6,36; 6,25; 7,00 ve 7,72 mmol/L olarak belirlendi. Serum

AOA düzeyinin R-palmitat ve R-propionat gruplarında kontrol, retinol ve R-asetat gruplarına göre arttığı belirlendi ($p<0,001$).

3.5. Yumurta Sarısı β -Karoten ve Retinol Düzeyleri

Araştırmada gruplarda yer alan hayvanlardan elde edilen yumurtaların sarısındaki 4. ve 8. haftalardaki β -karoten ve retinol düzeyleri Çizelge 3.5'te gösterilmektedir.

Yumurta sarısı β -karoten düzeyi kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında 4. haftada sırasıyla 0,64; 0,73; 0,61; 0,75 ve 0,68 $\mu\text{g/g}$; 8. haftada ise 0,63; 0,70; 0,67; 0,75 ve 0,67 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlendi. Gruplar arasında her iki dönemde de yumurta sarısı β -karoten düzeyi bakımından fark görülmedi ($p>0,05$).

Çizelge 3.5. Gruplarda yumurta sarısı β -karoten ve vitamin A düzeyleri($\mu\text{g/g}$)

	Kontrol	Retinol	R-asetat	R-palmitat	R-propionat	P
β -karoten						
4.hafta	0,64 \pm 0,007	0,73 \pm 0,04	0,61 \pm 0,05	0,75 \pm 0,05	0,68 \pm 0,03	0,073
8.hafta	0,63 \pm 0,06	0,70 \pm 0,03	0,67 \pm 0,03	0,75 \pm 0,03	0,67 \pm 0,04	0,317
Retinol						
4.hafta	5,76 \pm 0,88c	6,84 \pm 0,34bc	7,61 \pm 0,66b	9,57 \pm 0,03a	5,93 \pm 0,24c	0,000***
8.hafta	5,51 \pm 0,43c	7,49 \pm 0,22ab	8,05 \pm 0,45a	8,34 \pm 0,44a	6,41 \pm 0,25bc	0,000***

R-asetat: Retinil asetat, **R-palmitat:** Retinil palmitat, **R-propionat:** Retinil propionat
a, b, c: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir. (***) : $p<0,001$; n=10.

Yumurta sarısı retinol düzeyi kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında 4. haftada sırasıyla 5,76; 6,84; 7,61; 9,54 ve 5,93 $\mu\text{g/g}$; 8. haftada ise 5,51; 7,49; 8,05; 8,34 ve 6,41 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlendi. Yumurta sarısı retinol düzeyinin her iki dönemde de R-palmitat ve R-asetat gruplarında kontrol ve R-propionat gruplarına göre arttığı belirlendi ($p<0,001$). Diğer bir ifadeyle, kontrol grubuna göre R-palmitat ve R-asetat gruplarında yumurta sarısı retinol düzeyleri sırasıyla birinci ayda % 66.2 ve 32.1, ikinci ayda % 51.4 ve 46.2 daha yüksek bulundu.

3.6. Depolama Süresine Bağlı Yumurta MDA Düzeyi

Araştırmada yumurta sarısı MDA düzeyi kontrol, retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propionat gruplarında sırasıyla depolamanın 1. gününde 1,75; 1,09; 1,25; 1,64 ve 1,56 g/dl; 8. gününde 3,47; 2,46; 2,86; 3,18 ve 2,39 g/dl; 15. gününde 4,22; 3,18; 3,76; 3,95 ve 3,17g/dl ve 30. gününde 5,28; 4,11; 4,31; 4,52 ve 4,37g/dl olarak bulundu. Depolamaya bağlı olarak yumurta sarısı MDA düzeyinin 1. gün gruplar arasında değişmezken ($p>0,05$); 8. ($p<0,01$) ve 30. ($p<0,05$) günlerde retinol, R-asetat ve R-propionat gruplarında kontrol grubuna göre azaldığı belirlendi. Depolamanın 15. günündeki yumurta MDA düzeyinin ise retinol ve R-propionat gruplarında kontrole göre azaldığı ($p<0,05$) tespit edildi (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. Gruplarda yumurta MDA düzeyi (mg MDA/kg yumurta)

	Kontrol	Retinol	R-asetat	R-palmitat	R-propionat	P
1. gün	1,75±0,25	1,09±0,27	1,25±0,11	1,64±0,19	1,56±0,17	0,158
8. gün	3,47±0,15a	2,46±0,16c	2,86±0,16bc	3,18±0,22ab	2,39±0,22c	0,001**
15. gün	4,22±0,31a	3,18±0,16b	3,76±0,68ab	3,95±0,14ab	3,17±0,33b	0,048*
30. gün	5,28±0,36a	4,11±0,25b	4,31±0,26b	4,52±0,23ab	4,37±0,22b	0,036*

R-asetat: Retinil asetat, **R-palmitat:** Retinil palmitat, **R-propionat:** Retinil propionat
a, b, c: Aynı satırdaki farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir. (*): $p<0,05$; (**): $p<0,01$; n=10.

4. TARTIŞMA

Retinoidler genel olarak görme, üreme, büyüme, kemik gelişimi, embriyonik gelişim, epitel membranların korunması, organizmanın genel sağlık durumunun devamı üzerine önemli görevlere sahiptir (Brody, 1993; Goodman ve ark., 1994; Napoli, 1996; Schmidt ve ark., 2002, 2003). Normal şartlar altında beslenen kanatlıların karoten ve retinol gereksinimleri, rasyonlara katılan mısır gluten unu ya da mısır gluten yemi başta olmak üzere endüstri yan ürünleri ve tane yemlerle karşılanmaktadır (Şenköylü, 2001; Ergün ve ark., 2007). Ancak, vitamin A sentezinin kanatlılarda yetersizliği nedeniyle tüm retinoidler retinol, retinol esterleri ya da provitamin A karotenoidleri formunda da rasyonlardan sağlanmaktadır (Quadro ve ark., 2003). Ayrıca, yemdeki vitamin A içeriğinin yemin depolanması sırasında yıkımlanması da söz konusudur. Bundan dolayı, bıldırcın rasyonlarına vitamin A ilavesinin zorunlu olduğu bildirilmektedir (Ramalho ve ark., 2008; Marques ve ark., 2011).

Bununla birlikte, kanatlıların farklı vitamin A düzeyleri ile beslendiğinde yumurta sarısındaki vitamin A düzeyinin değiştiği (Karadas ve ark., 2005; Ramalho ve ark., 2008) bildirilmiştir. Bu vitaminin lipid peroksidasyonu azaltarak antioksidan sistem üzerine etkisi ise ısı stresi altında bulunan broylerlerde incelenmiştir (Kucuk ve ark., 2003). Bu bağlamda, yapılan bu çalışmada gereksinim düzeyinde (3300 İÜ/kg yem), 4 farklı retinoidin (retinol, R-asetat, R-palmitat ve R-propiyonat) bıldırcınlarda verim performansı; yumurta kalite özellikleri; serum oksidan-antioksidan denge ile yumurta sarısı β -karoten, retinol ve MDA düzeyi üzerine etkisi değerlendirildi. Böylece, vitamin A kaynağı olarak retinol ve farklı retinol esterlerinden hangi formun bıldırcınlarda kullanılabileceği belirlendi.

4.1. Performans Parametreleri

Kanatlılarda vitamin A'nın, büyüme performansı üzerinde önemli bir role sahip olduğu bildirilmesine karşın (Türker, 1988; Başpınar ve Kurtoğlu, 2003; Denli ve

ark., 2003; Tuncer, 2011); bu araştırmanın başında ve sonunda ortalama canlı ağırlık değerlerinin, dişi ve erkek bıldırcınlarda değişmediği belirlendi ($p>0,05$; Çizelge 3.2.1). İhtiyaç düzeyinde R-asetat içeren rasyona beslenen yumurta tavuklarında canlı ağırlığın değişmediği bildirilmiştir (Lin ve ark., 2002). Mevcut araştırmada bıldırcınlarda retinol ve retinol esterleri ilavesinin canlı ağırlığı değiştirmemesi, kullanılan temel rasyonu oluşturan yem ham maddelerindeki vitamin düzeyinin canlı ağırlık için yeterli olduğunu göstermektedir.

Araştırma süresince rasyona retinol ve retinol esterleri ilavesinin yumurta verimini artırdığı görüldü ($p<0,01$; Çizelge 3.2.2). Yumurta verimi için vitamin A'nın gerekli olduğu, vitamin A yetersizliği bulunan rasyona beslenen yumurtacı tavuklarda yumurta veriminin azaldığı belirlenmiştir (Bermudez ve ark., 1993; Squires ve Naber, 1993). Tavuklarda gereksinim düzeyinde vitamin A içerecek şekilde retinol esterleri ilavesi ile yumurta veriminin değişmediği (Coskun ve ark., 1998; Lin ve ark., 2002), R-asetat'ın gereksinim düzeyinin üzerinde rasyona ilavesinin yumurta verimini artırdığı yönünde bildirimler de bulunmaktadır (Lin ve ark., 2002; Mori ve ark., 2003). Buna karşın, birçok çalışmada gereksinimin üzerinde rasyona R-palmitat (Ramalho ve ark., 2008) ve vitamin A (Marques ve ark., 2011) ilavesinin bıldırcınlarda, R-asetat ilavesinin tavuklarda (Squires ve Naber, 1993; Coskun ve ark., 1998; Lin ve ark., 2002; Mendonça ve ark., 2002) yumurta verimini değiştirmedeği ya da yumurta verimini azalttığı (March ve ark., 1972; Coskun ve ark., 1998) ifade edilmektedir. Yapılan araştırmada retinol ve retinol esterleri ilave edilen gruplarda yumurta veriminin yüksek olması, vitamin A'nın yumurta verimi üzerine olan olumlu etkisi nedeni ile gerçekleşmiş olabilir.

Bu çalışmada gruplara ait yem tüketiminin sekiz haftalık araştırma süresince farklılık göstermediği belirlendi ($p>0,05$; Çizelge 3.2.3). Araştırmada yem tüketimi ile ilgili elde edilen bu sonuç, Coskun ve ark.'nın (1998) rasyona gereksinim düzeyinde ilave edilen vitamin A'nın yumurta tavuklarında yem tüketimini değiştirmedeği bildirimleri ile uyum içerisindedir. Bıldırcınlarda vitamin A (Marques ve ark., 2011) ile yumurta tavuklarında R-asetat (Squires ve Naber, 1993; Lin ve ark., 2002; Mendonça ve ark., 2002) ilavesinin de yem tüketimi bakımından gruplar

arasında farklılık yaratmadığı bildirilmiştir. Buna karşın, Mori ve ark. (2003) 15000 ve 30000 İÜ/kg düzeylerindeki, Lin ve ark. (2002) ise 9000 İÜ/kg düzeyindeki R-asetat ile yem tüketiminin arttığını kaydetmişlerdir. Mevcut araştırmada bıldırcınlarda retinol ve retinol esterleri ilavesinin yem tüketimini değiştirmemesi, gruplarda temel rasyondaki yem maddelerinde bulunan provitamin A'dan vitamin A gereksiniminin sağlanmış olabileceğini düşündürmektedir.

Araştırmanın 0-2. haftasında ($p<0,001$) R-palmitat ve R-propiyonat gruplarında, 6-8. haftasında ($p<0,01$) ve araştırmanın tamamında ($p<0,01$) rasyona retinol ve retinol esterleri ilave edilen tüm gruplarda yemden yararlanma oranının olumlu yönde etkilendiği belirlendi (Çizelge 3.2.4). Bu durumun oluşması vitamin A ilavesi yapılan gruplarda yem tüketim değerlerinin değişmeyip, yumurta verimlerinin artmasına bağlanabilir. Gereksinim düzeyinde vitamin A'nın yumurta tavuklarında (Coskun ve ark., 1998; Lin ve ark., 2002) ya da gereksinimden fazla bıldırcınlarda 10000, 20000 ve 30000 İÜ/kg vitamin A (Marques ve ark., 2011) ile yumurta tavuklarında R-asetat'ın (Coskun ve ark., 1998; Lin ve ark., 2002; Mendonça ve ark., 2002; Mori ve ark., 2003) rasyona ilavesinin yemden yararlanma oranını değiştirmedeği ya da olumsuz etkilediği (Reid ve ark., 1965; Coskun ve ark., 1998) bildirilmektedir. Tüm bu bildirimler ve araştırma bulgusu, gereksinim düzeyinde vitamin A'nın yemden yararlanma oranını olumlu etkilediği, rasyona ilave edilen retinol esterlerinin bu etki üzerinde farklılık oluşturmadığını göstermektedir.

Araştırmanın ilk haftasında (0-2. haftasında) yapılan tartımlarda yumurta ağırlığının R-palmitat ve R-propiyonat gruplarında retinol ve R-asetat gruplarına göre arttığı ($p<0,05$) belirlense de denemenin tamamı dikkate alındığında retinol ve retinol esterleri ilavesinin yumurta ağırlığını kontrol grubuna göre değiştirmedeği görüldü ($p>0,05$; Çizelge 3.2.5). Yumurta tavukları ile yapılan bazı çalışmalarda da (Coskun ve ark., 1998; Lin ve ark., 2002) rasyonlara gereksinim düzeyinde vitamin A ilavesi ile yumurta ağırlığının değişmediği bildirilmiştir. Buna karşılık, bıldırcın rasyonlarına ilave edilen retinol (Sachdev ve Panda, 1989; Fu ve ark., 2000) ve R-palmitat (Ramalho ve ark., 2008) ile tavuklardaki R-asetat ilavesinin (Lin ve ark., 2002) yumurta ağırlığını artırdığı bildirilmiştir.

4.2. Yumurta Kalite Özellikleri

Araştırma süresince yumurta dış kalite özelliklerinden yumurta şekil indeksi ve kabuk kalınlığının rasyonlara gereksinim düzeyinde ilave edilen retinol ve retinol esterleri ile etkilenmediği belirlendi ($p>0.05$; Çizelge 3.3.1). Yapılan çalışmalarda gereksinim düzeyinin üzerinde vitamin A ilavesinin bıldırcınlarda (10000, 20000 ve 30000 İÜ/kg) kabuk kalınlığını (Marques ve ark., 2011), R-asetat'ın tavuklarda şekil indeksi ile kabuk kalınlığını (Mori ve ark., 2003) değiştirmedeği bildirilmektedir.

Araştırma süresince yumurta iç kalite özelliklerinden yumurta sarı indeksi, ak indeksi ve Haugh biriminin rasyonlara ilave edilen retinol ve retinol esterleri ile etkilenmediği belirlendi ($p>0.05$; Çizelge 3.3.2). Bıldırcınlarda Marques ve ark. (2011)'nin yaptıkları çalışmada da 10000, 20000 ve 30000 İÜ/kg vitamin A'nın rasyona ilavesi ile söz konusu bu parametrelerin değişmediği bildirilmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda albümin kalitesi (Mendonça ve ark., 2002; Mori ve ark., 2003) ve Haugh biriminin (Squires ve Naber, 1993; Mendonça ve ark., 2002; Mori ve ark., 2003) de rasyona ilave edilen R-asetat ile değişmediği belirtilmiştir. Araştırmanın 4. haftasında yumurta sarı renginde retinol ve retinol esterleri ilavesi ile değişiklik görülmemekle birlikte, yumurta sarı renginin 8. haftada R-propiyonat ilavesi ile azaldığı belirlendi ($p<0,001$; Çizelge 3.3.2). Yumurta sarısının rengi, karotenoidlerin yumurta sarısında depolanmasına bağlıdır (Goodwin, 1980). Bu çalışmada yumurta sarı renginin R-propiyonat uygulanan grupta kötüleşmesi, bu gruptaki plazma karoten düzeyinin oldukça düşük olmasına bağlanabilir.

4.3. Serum ve Yumurta Sarısı Parametreleri

Bu çalışmada serum β -karoten düzeylerinin retinol ve retinol esterleri ilave edilen tüm gruplarda azaldığı belirlenirken, serum retinol düzeyinin aynı gruplarda arttığı tespit edildi ($p<0,001$; Çizelge 3.4).

Gereksinim düzeyinde (Coskun ve ark., 1998) veya üzerinde (Bardos, 1996) R-asetat'ın rasyona ilavesinin tavuklarda plazma vitamin A düzeylerini artırdığı bildirilmektedir. Serum retinol düzeyinin rasyondaki retinol düzeyiyle ilişkili olduğu ve plazma retinol düzeylerinin rasyondaki vitamin A düzeyinin belirleyicisi olduğu bildirilmektedir (Friedman ve Sklan, 1989b; West ve ark., 1992). Mevcut çalışmada da deneme gruplarında plazma retinol düzeyinin artışı, rasyondaki vitamin A ile ilişkili olabilmektedir. Bununla birlikte, çalışmamızda aynı düzeyde retinol veya retinol esterleri ilave etmemize karşın, R-propiyonat ilaveli grupta serum retinol düzeyinin daha fazla olduğu bulunmuştur. Rasyonda bulunan vitaminlerin emiliminde etkili pek çok faktör bulunmakla beraber, bu çalışmada tek değişken retinil esterini oluşturan yağ asitlerinin farklılığıdır. Rasyonla alınan retinol, retinil ester hidrolazlar tarafından hidrolize edilerek retinol ve yağ asidine ayrılmakta; fakat bağırsak hücrelerinde tekrar esterleştirilmektedir. Fakat, karaciğer ve diğer dokularda palmitat ve asetat esteri formunda depolanmaktadır. Özellikle karaciğerden kan dolaşımına salınan retinol, tekrar hidrolize edilerek kana salınmaktadır (Başpınar ve Kurtoğlu, 2003). Bu bağlamda, retinolün propiyonat esterinin depolanmadan daha çok kan dolaşımına serbestlendiği düşünülmektedir.

Emilen A vitamininin önemli bir miktarı karaciğerde depolanırken, ancak % 1'i serumda bulunur ve bunun da büyük bir kısmı retinol bağlayan proteine bağlıdır. Serum vitamin A düzeyi, depolardaki miktara ve taşıyıcı proteinlere bağlı olarak uzun süre değişmeden kalabilir (Bardos, 1989; Gundersen ve Blomhoff, 2001). Yumurta, özellikle yumurta sarısı kanatlı karma yemlerindeki vitamin A düzeyinin artışına bağlı olarak önemli bir vitamin A kaynağı olmaktadır (Mendonça ve ark., 2002). Yumurtada vitamin A çoğunlukla retinol, az miktarda da R-asetat olarak depolanmaktadır (Joshi ve ark., 1973). Yapılan bu araştırmada yumurta sarısı retinol içeriğinin ise R-palmitat ve R-asetat ilave edilen gruplarda sırasıyla ilk ayda % 66.2 ve 32.1, ikinci ayda % 51.4 ve 46.2 oranında arttığı tespit edildi ($p < 0,001$; Çizelge 3.5). Araştırma bulgularına benzer olarak bildircınlar ile yapılan çalışmalarda da rasyonlara R-asetat (Bardos ve ark., 1996), R-palmitat (Karadas ve ark., 2005; Ramalho ve ark., 2008) ilavesi ile yumurta sarısı retinol içeriğinin arttığı bildirilmiştir. Tavuklarda da rasyona ilave edilen retinol (Hill ve ark., 1961) ve

R-asetat (Squires ve Naber, 1993; Surai ve ark., 1998; Mendonça ve ark., 2002; Mori ve ark., 2003) ile yumurta sarısı retinol içeriğinin arttığı yönünde bildirimler mevcuttur. Rasyondaki vitamin A'nın formları (Ramalho ve ark., 2008) ve düzeylerine (Squires ve Naber, 1993; Surai ve ark., 1998) bağlı olarak karaciğerin, bu vitaminin metabolizmasında önemli düzenleyici bir rolü bulunmaktadır. Bu bağlamda, araştırmada R-palmitat ve R-asetat ilave edilen rasyonla beslenen gruplarda yumurta sarısındaki yüksek retinol içeriği, vitamin A formlarından R-palmitat ve R-asetat'ın karaciğerden yumurta sarısına transferinin diğer vitamin A formlarına göre daha iyi olduğunu düşündürmektedir.

Bu araştırmada retinol ve retinol esterlerinin lipid peroksidasyonunu gösteren bir indikatör olan serum MDA düzeyini azalttığı belirlendi ($p<0,01$; Çizelge 3.4). Retinol ve karotenlerin serbest radikallerle doğrudan reaksiyona girerek MDA oluşumunu, dolayısıyla lipid peroksidasyonu azalttığı bilinmektedir (Sies ve ark., 1992). Serum MDA düzeyi üzerine vitamin A ilavesinin etkisini değerlendiren çalışmada ısı stresi altında bulunan broylerlerde vitamin A'nın (15.000 İÜ retinol ilavesinin) serum MDA düzeyini azalttığı belirlenmiştir (Kucuk ve ark., 2003). Mevcut araştırmada Kucuk ve ark. (2003)'dan farklı olarak özellikle stres koşulları altında etkisi daha fazla olan bu vitaminin, herhangi bir çevresel stres faktörü yaratılmayan hayvanlarda lipid peroksidasyon üzerine daha da olumlu etkiye sahip olduğu görüldü.

Araştırmada AOA'nın rasyona ilave edilen retinol ve retinol esterleri ile arttığı, en yüksek artışın ise R-propiyonat grubunda olduğu belirlendi ($p<0,01$; Çizelge 3.4). Mevcut araştırmada azalan MDA ve artan AOA değerleri, özellikle R-palmitat ve R-propiyonat'ın antioksidan aktiviteyi daha olumlu etkilediğini göstermektedir. Antioksidan sistem için β -karoten ve vitamin A'nın çok önemli rolü bulunmakta (Moscio ve ark., 1991) ve β -karoten antioksidan aktiviteyi vitamin A'dan bağımsız olarak uyarmaktadır (Başpınar ve Kurtoğlu, 2003). Bu araştırmada da belirtilen gruplarda AOA artışının, vitamin A ilavesi yapılan gruplardan retinol ile serumda MDA'nın daha da azalması; R-propiyonat ile de serumda karotenin azalması sonucu retinol düzeyinin daha fazla artışı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Bu araştırmada yumurta MDA düzeyinin 1. günden sonraki diğer günlerde depolama zamanına bağlı olarak değiştiği belirlendi (Çizelge 3.6). Rasyona vitamin A ilavesinin 8. günde ($P<0.01$), 15. ve 30. günlerde ($p<0,05$) MDA oluşumunu yavaşlattığı görüldü. Buna göre, kontrol grubuna göre en düşük MDA düzeyi ($p<0,05$) ise 30. günde retinol, R-asetat ve R-propiyonat gruplarında belirlendi. Yumurta sarısında lipid oksidasyonunu önlemek için karma yeme vitamin A ilave edilebileceği, bu koruyucu etkinin oluşabilmesi için yumurta sarısında uygun bulunacak düzeyde vitamin A ilave edilmesi gerektiği ve bu bileşiklerin yumurta sarısına direk olarak geçip antioksidan özellik gösterdikleri belirtilmiştir (Surai ve ark., 1998). Bu araştırma ile vitamin A'nın antioksidatif etkisinin formlara bağlı olarak değişebileceği, çoklu doymamış yağ asitlerince zengin yumurtacı bıldırcın rasyonlarına vitamin A ilavesinin yumurtada lipid oksidasyonunu engellediği tespit edilmiştir. Dolayısıyla, retinol ve retinol esterleri ilavesiyle oluşturulan rasyonları tüketen hayvanların yumurtalarında lipid oksidasyonunun azaldığı, depolama zamanı üzerine ise vitamin A'nın etkisinin grldği belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada yumurtacı bıldırcın rasyonlarına retinol ve retinol esterleri ilave edilmesinin, yumurta verimi ve yemden yararlanma oranını olumlu yönde geliştirdiği; buna karşın, R-propiyonat'ın 8. haftadaki sarı rengini azaltması dışında retinoidlerin diğer yumurta kalite özelliklerini etkilemediği görüldü.

Aynı zamanda, rasyona ilave edilen retinol ve retinol esterlerinin serum vitamin A düzeyini artırırken; retinolün ester formunun çeşidine göre bu artışın değiştiği ve serumda en yüksek artışın R-propiyonat ile oluştuğu belirlendi.

Yumurta sarısı vitamin A düzeyinin, rasyona retinol ve retinol esterleri ilave edilerek yapılan beslenmeye bağlı olduğu; R-asetat ve R-palmitat'ın yumurtadaki retinol düzeyinin artması sonucu oluşan antioksidan gücü artırmada olumlu etkilere sahip olduğu görüldü.

Depolama zamanına bağlı olarak R-asetat ve R-palmitat ilavesinin yumurtadaki, R-propiyonat ilavesinin ise serumdaki retinol düzeyini artırarak lipid oksidasyonunu azalttığı belirlendi.

Yapılan araştırmada elde edilen sonuçlar neticesinde, kanatlılar için esansiyel olan vitamin A esterleri farklılığının bıldırcınlarda performans ve yumurta kalitesini olumlu yönde etkilediği ortaya konulmuştur. Böylece, yumurtacı bıldırcınlar için en fazla tercih edilmesi gereken retinoidin R-palmitat veya R-asetat olduğu ve bu esterlerin rasyonlarda kullanılan vitamin premiksi içerisinde yer almasının yararlı olabileceği kanısına varılmıştır.

Daha sonra yapılacak araştırmalarda, vitamin A kaynağı olarak kullanılan retinol ve retinol esterlerinin farklı düzeylerde rasyona ilave edilmesi hangi formun, ne düzeyde ya da düzeylerde, hatta stres koşulları altında performans ve yumurta kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesinde daha aydınlatıcı sonuçlar ortaya koyabilecektir.

ÖZET**Retinol ve Retinol Esterlerinin Yumurtaçı Bildiricilerde Performans ve Yumurta Kalite Özellikleri ile Serum ve Yumurta Vitamin A Düzeyleri Üzerine Etkisi**

Bu araştırma bildiricinin rasyonlarına retinol ve retinol esterleri ilavesinin performans ve yumurta kalite özellikleri ile serum ve yumurta vitamin A düzeyleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapıldı.

Araştırmada 8 haftalık yaşta 200 dişi ve 100 erkek toplam 300 adet Japon bildiricini (*Coturnix coturnix japonica*) kullanıldı. Bildiriciler her birinde 60 adet bulunan 1 kontrol ve 4 deneme grubuna ayrıldı. Kontrol grubu, retinol ve karoten bulunmayan vitamin premiksi içeren temel rasyonla beslendi. Deneme gruplarının rasyonları ise temel rasyona ilâveten 3300 İÜ/kg düzeyinde retinol ve retinol esterleri [retinil asetat (R-asetat), retinil palmitat (R-palmitat) ve retinil propiyonat (R-propiyonat)] içerecek şekilde oluşturuldu. Araştırma 8 haftada tamamlandı.

Araştırmada retinol ve retinol esterleri ilaveli tüm deneme grupları arasında başlangıç ve son canlı ağırlıklar, yem tüketim değerleri, yumurta ağırlıkları, 8. haftadaki yumurta sarı renk indeksi dışında 4. ve 8. haftalardaki yumurta dış ve iç kalite özelliklerinin değişmediği belirlendi ($p>0.05$). Araştırma süresince ortalama yumurta verimlerinin, deneme gruplarında kontrol grubuna göre daha fazla olduğu ($p<0,01$) tespit edildi. Yemden yararlanma oranının araştırmanın tamamında tüm deneme gruplarında kontrol grubuna göre olumlu etkilendiği belirlendi ($p<0,01$).

Serumda β -karoten ($p<0,001$) ve malondialdehit (MDA; $p<0.01$) düzeyleri tüm deneme gruplarında azalırken, retinol düzeyinin aynı gruplarda arttığı ($p<0,001$) belirlendi. Serum antioksidan aktivite (AOA) düzeyi ise R-palmitat ve R-propiyonat gruplarında kontrol, retinol ve R-asetat gruplarına göre arttığı belirlendi ($p<0,001$).

Araştırmanın 4. ve 8. haftalarında yumurta sarısı karoten düzeyi değişmezken ($p>0.05$), yumurta sarısı retinol düzeyinin R-palmitat ve R-asetat gruplarında kontrol ve R-propiyonat gruplarına göre arttığı ($p<0,001$) belirlendi. Yumurta sarısı MDA düzeyinin ise depolamanın 8., 15. ve 30. günlerinde kontrol grubuna göre deneme gruplarında azaldığı tespit edildi ($p<0,05$).

Sonuç olarak, yumurtacı bıldırcın rasyonlarına retinol ve retinol esterleri ilave edilmesinin bazı performans ve kalite özellikleri üzerine olumlu etki gösterdiği, serumda ve yumurtada lipid oksidasyonunu önleyici etkisinin olduğu, ancak rasyona ilave edilen retinol esterinin farklılığının serum ve yumurta vitamin A düzeyinde farklı etkiler oluşturduğu ve yumurta vitamin A düzeyini artırmak için rasyona R-palmitat veya R-asetat ilavesinin daha uygun olabileceği kanaatine varıldı.

Anahtar sözcükler: Retinol, retinol esterleri, performans, yumurta kalitesi, yumurtacı bıldırcın

SUMMARY

Effects of Retinol and Retinol Esters on Performance, Egg Quality Traits and Vitamin A Levels in Serum and Egg of Laying Quails

This study was conducted to determine the effects of retinol and retinol esters supplementations in laying quail diet on performance and egg quality parameters as well as vitamin A levels in serum and egg.

In the study, a total of 300 Japanese quails (200 females and 100 males; *Coturnix coturnix japonica*) aged 8 eight weeks old were used. They were divided into one control group and four treatment groups, each consisting of 60 quails. The control group was fed with basal diet containing vitamin premix without retinol and carotene. The diets of the treatment groups were formulated to provide dietary supplementation of retinol and retinol esters [as retinyl acetate (R-acetate), retinyl palmitate (R-palmitate) and retinyl propionate (R-propionate), 3300 IU/kg]. The experiment was conducted for eight weeks.

The results of the study showed that there were no changes in experimental groups in terms of initial and final body weight, feed intake, egg weight, egg external and internal quality parameters in the 4th and 8th weeks except egg yolk color index in the 8th week ($p>0.05$). Egg production in all experimental groups during the whole research was higher than those in control group ($p<0,01$). Feed conversion ratio in all experimental groups was lower than those in control group during the whole research ($p<0,01$).

In this study, serum β -carotene and malondialdehyde (MDA; $p<0.01$) levels were decreased in all experimental groups, whereas serum retinol level was increased ($p<0,001$) in the same groups. Serum antioxidant activity (AOA) level in R-palmitate and R-propionate groups was higher than those in control, retinol and R-acetate groups ($p<0,001$).

In the 4th and 8th weeks of this study, no significant difference was found among the groups in terms of the egg yolk carotene level ($p>0.05$). Yolk retinol level in R-palmitate and R-acetate groups was higher than those in control and R-propionate groups ($p<0,001$).

Egg yolk MDA level in experimental groups was lower than those in control group on day 8th, 15th and 30rd of storage ($p < 0,05$).

In conclusion, it was considered that retinol and retinol esters supplementation into laying quail's diets had positive effects on some performance and quality traits, these supplements had a preventive effect on lipid oxidation in serum and egg, however the discrepancies in retinol ester supplemented to diet had different effects on vitamin A level in serum and egg and supplementation of R-palmitate and R-acetate into the diet might be more effective to increase vitamin A level in egg.

Key words: Retinol, retinol esters, performance, egg quality, laying quail

KAYNAKLAR

- ANONİM (2012a). Fitxer: beta-carotene.png. Erişim:<http://ca.wikipedia.org/wiki/Fitxer:Beta-carotene.png>. Erişim Tarihi: 13/08/2012.
- ANONİM (2012b). Vitamin basics. The facts about vitamins in nutrition. History of vitamin A. Erişim: <http://www.vitamin-basics.com/index.php?id=34>. Erişim Tarihi: 13/08/2012.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (2000). Official Methods of Analysis. 17th Edition. International, Maryland. USA.
- APANİUS, V. (1998). Ontogeny of immune function. Eds. Starck, J.M., Ricklefs, R.E. Avian growth and development: Evolution within the patricia precocial spectrum. Oxford University Press, Oxford, 203-222.
- ARDA, M., MİNBAŞ, A., AYDIN, N., AKAY, Ö., İZGÜR, M. (1994). Kanatlı Hayvan Hastalıkları. Medisan Yayınevi. Ankara, 63-68.
- BAINS, B.S. (1997). Important role for vitamins during stres. *World Poult*, 13(2): 30-35.
- BARDOS, L. (1989). Plasma vitamin A composition and retinol-binding protein concentration during egg formation in laying hens. *Int J Vitam Nutr Res*, 59: 251-254.
- BARDOS, L. (1996). Absorption of retinyl acetate in laying hens. *Int J Vitam Nutr Res*, 66: 31-35.
- BARDOS, L., SOTER, G.Y., KARCHESZ, K. (1996). Effect of retinyl acetate, ascorbic acid and tocopherol supplementation of the feed on egg vitamin A content in Japanese quail. *Acta Vet Hung*, 44: 213-219.
- BAŞPINAR, N., KURTOĞLU, F. (2003). Vitaminler. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya, 5-28.
- BERMUDEZ, A.J., SWAYNE, D.E., SQUIRES, M.W., RADIN, M.J. (1993). Effects of vitamin A deficiency on the reproductive system of mature white leghorn hens, *Avian Dis*, 37: 274-283.
- BLOUNT, J.D., METCALFE, N.B., BIRKHEAD, T.R., SURAI, P.F. (2003). Carotenoid modulation of immune function and sexual attractiveness. *Sci*, 300: 125-127.
- BLOUNT, J.D., MOLLER, A.P., HOUSTON, D.C. (2001). Antioxidants, showy males and sperm quality. *Ecol. Let.*, 4: 393-396.

- BORTOLOTTI, G.R., NEGRO, J.J., SURAI, P.F., PRIETO, P. (2003). Carotenoids in eggs and plasma of red-legged partridges: Effects of diet and reproductive output. *Physiol Biochem Zool*, 76(3): 367-374.
- BRODY, T. (1993). Vitamins. In: Nutritional Biochemistry. Academic Press Inc., San Diego, 403-410.
- CARD, L.E., NESHEIM, M.C. (1972). Poultry Production (11thed.). Lea and Febiger, Philadelphia, 274-337.
- CHAMPE, P.C., HARVEY, R.A. (1997). Biyokimya. Leppincott's Illustrated Reviews Serisi. İkinci baskı. Nobel Kitabevleri, İstanbul.
- CHENG, A.L.S., DEUEL, H.J. (1950). Studies on carotenoid metabolism: X. The site of the conversion of carotene to vitamin A in the chick. *J Nutr*, 41: 619-627.
- CORTES, P.L., TIWARY, A.K., PUSCHNER, B., CRESPO, R.M., CHIN, R.P., BLAND, M., SHIVAPRASAD, H.L. (2006). Vitamin A deficiency in turkey poults. *J Vet Diagn Invest*, 18: 489-494.
- COSKUN, B., INAL, F., CELIK, I., ERGANIS, O., TIFTIK, A.M., KURTOGLU, F., KUYUCUOGLU, Y., OK, U. (1998). Effects of dietary levels of vitamin A on the egg yield and immune response of laying hens. *Poult Sci*, 77: 542-546.
- DANIEL, W.W. (1991). Biostatistics: A foundation for analysis in the health sciences. 5th ed. John Wiley&Sons Inc. Canada.
- DAVIS, C.Y., SELL, J.L. (1983). Effect of all-trans retinol and retinoic acid nutrition on the immune system of chicks. *J Nutr*, 113: 1914-1919.
- DEMİR, E., ÖZTÜRKCAN, O., GÖRGÜLÜ, M., KUTLU, H.R., OKAN, F. (1995). Sıcak koşullarda yumurta tavuğu rasyonlarına eklenen vitamin A ve C'nin yumurta özelliklerine etkileri. *Çukurova Üniv Ziraat Fak Derg*, 10: 123-132.
- DENLİ, M., CELİK, K., OKAN, F. (2003). Effects of vitamin A supplementary in the feed to reduce toxic effects of aflatoxin B on Japanese quails (*Coturnix coturnix Japonica*). *Int J Poult Sci*, 2: 174-177.
- DRAPER, H., HADLEY, M. (1990). Malondialdehyde determination as index of lipid peroxidation. *Methods Enzymol*, 186: 421-30.

- DUGAS, T.R., MOREL, D.W., HARRISON, E.H. (1999). Dietary supplementation with β -carotene, but not with lycopene, inhibits endothelial cell-mediated oxidation of low-density lipoprotein. *Free Radic Biol Med*, **26**: 1238-1244.
- ERGÜN, A., SAÇAKLI, P. (2011). Tavuk Besleme. Alınmıştır: Ergün, A., Tuncer, Ş.D., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M.K., Küçükersan, S., Şehu, A. Saçaklı, P. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Pozitif Matbaacılık, Ankara, 415-462.
- ERGÜN, A., TUNCER, Ş.D., ÇOLPAN, İ., YALÇIN, S., YILDIZ, G., KÜÇÜKERSAN, M.K., KÜÇÜKERSAN, S., ŞEHU, A. (2007). Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi. Üçüncü Baskı, Pozitif Matbaacılık, Ankara, 108-152.
- ESMAIL, S.H.M. (2002). Nutrition is a major player in disease prevention. *World Poult Elsevier*, **18 (6)**: 16-17.
- FRIEDMAN, A., MEDIOVSKY, A., LEITNER, G., SKLAN, D. (1991). Decreased resistance and immune response to *Escherichia coli* infection in chicks with lower high intakes of vitamin A. *J Nutr*, **121**: 395-400.
- FRIEDMAN, A., SKLAN, D. (1989a). Antigen-specific immune response impairment in the chick as influenced by dietary vitamin A. *J Nutr*, **119**: 790-795.
- FRIEDMAN, A., SKLAN, D. (1989b). Impaired T-lymphocyte immune response in vitamin A depleted rats and chicks. *Br J Nutr*, **62**: 439-449.
- FU, Z., KATO, H., SUGAHARA, K., KUBO, T. (2000). Retinoic acid accelerates the development of reproductive organs and egg production in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Biol Reprod*, **63**: 1795-1800.
- GOODMAN, G.E., METCH, B.J., OMENN, G.S. (1994). The effect of long-term beta-carotene and vitamin A administration on serum concentrations of alpha-tocopherol. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, **3**: 429-432.
- GOODWIN, T.W. (1980). Biochemistry of the carotenoids. Vol. 1: Plants., 2nd ed., Chapman and Hall, NewYork, 1: 1-95.
- GUNDERSEN, T.E., BLOMHOFF, R. (2001). Qualitative and quantitative liquid chromatographic determination of natural retinoids in biological samples. *J Chromatogr A*. 935:13-43.
- HAUGH, R. (1937). The Haugh unit for measuring egg quality. *US Egg Poult Magazine*, **43**: 552-555.

- HENCKEN, H. (1992). Chemical and physiological behavior of feed carotenoids and their effects on pigmentation. *Poult Sci*, **71**: 711–717.
- HILL, E.W., SCOTT, M.L., NORRIS, L.C., HENSER, G.F. (1961). Reinvestigation of the vitamin A and D requirements of laying and breeding hens and their progeny. *Poult Sci*, **40**: 1245-1247.
- HORAK, P., VELLAU, H., OTS, I., MOLLER, A.P. (2000). Growth conditions affect carotenoid-based plumage coloration of great tit nestlings. *Naturwissenschaften*, **87**: 460-464.
- JOSHI, P.S., MATHUR, S.N., MURTHY, S.K., GANGULY, J. (1973). Vitamin A economy of the developing embryo and of the freshly hatched chick. *Biochem J*, **136**: 757–761.
- KANNER, J., ROSENTHAL, I. (1992). An assessment of lipid oxidation in foods. *Pure&Appl Chem*, **64**: 1959-1964.
- KARADAS, F., PAPPAS, A.C., SURAI, P.F., SPEAKE, B.K. (2005). Embryonic development within carotenoid-enriched eggs influences the post-hatch carotenoid status of the chicken. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol*, **141**: 244 – 251.
- KARADAS, F., SURAI, P.F., GRAMMENIDIS, E., SPARKS, N.H.C., ACAMOVIC, T. (2006). Supplementation of the maternal diet with tomato powder and marigold extract: Effects on the antioxidant system of the developing quail. *Brit Poult Sci*, **47(2)**: 200-208.
- KIDD, M.T. (2004). Nutritional modulation of immune function in broilers. *Poult Sci*, **83**: 650-657.
- KLASING, K.C., AUSTIC, R.E. (2003). Nutritional Diseases. In: Diseases of Poultry. Saif, Y.M., Barnes, H.J., Glisson, J.R., Fadly, A.M., McDougald, L.R., Swayne, D.E. 11th Edition. Printed in the United States of America, 1027-1051.
- KOR, D., DEMİREL, M., KARADAŞ, F. (2007). Kanatlı karma yemlerine karoten ilavesinin immun sistem ve maternal beslemedeki önemi. *Hayvansal Üretim*, **48**: 54-60.
- KORACEVIC, D., KORACEVIC, G., DJORDJEVIC, V., ANDREJEVIC, V., COSIC, V. (2001). Method for the measurement of antioxidant activity in human fluids. *J Clin Pathol*, **54**: 356–361.
- KOUTSOS, E.A., CLIFFORD, A.J., CALVERT, C.C., KLASING, K.C. (2003). Maternal carotenoid status modifies the incorporation of dietary carotenoids into immune

- tissues of growing chickens (*Gallus gallus domesticus*). American Society for Nutritional Sciences. *J Nutr*, **133**: 1132-1138.
- KUCUK, O., SAHIN, N., SAHIN, K. (2003). Supplemental zinc and vitamin A can alleviate negative effects of heat stress in broiler chickens. *Biol Trace Elem Res*, **94**: 225-235.
- LANDMAN, W.J.M., GRUYS, E., DWARS, R.M. (1994). A syndrome associated with growth depression and amyloid arthropathy in layers: A Preliminary Report. *Avian Pathol*, **23**: 461-470.
- LEESON, S. (1995). Vitamin levels in breeder diets. Hubbard Farms. Technical Report. Univ. of Guelph, Ontario, Canada.
- LEESON, S., SUMMERS, J.D. (2001). Nutrition of the chicken. University Books, Guelph, Canada.
- LIN, H., WANG, L.F., SONG, J.L., XIE, Y.M., YANG, Q.M. (2002). Effect of dietary supplemental levels of vitamin A on the egg production and immune responses of heat-stressed laying hens. *Poult Sci*, **81**: 458-465.
- MARCH, B.E., COATES, V., GOUDIE, C. (1972). Delayed hatching time of chicks from dams fed excess vitamin A and from eggs injected with vitamin A. *Poult Sci*, **51**: 891-896.
- MARQUES, R.H., GRAVENA, R.A., DA SILVA, J.D.T., ROCCON, J., PICARELLI, J., HADA, F.H., DE QUEIROZ, S.A., MORAES, M.B. (2011). Effect of supplementation of diets for quails with vitamins A, D and E on performance of the birds and quality and enrichment of eggs. *R Bras Zootec*, **40** (6): 1222-1232.
- MAYES, P.A. (1993). Yağda çözünen vitaminlerin yapı ve fonksiyonu. Alınmıştır: Murray, R.K., Granner, D.K., Rodwell, V.W. Harper'ın Biyokimyası. Barış Kitabevi. İstanbul, 704-713.
- MCDONALD, P., EDWARDS, R.A., GREENHALGH, J.F.D. (1990). Vitamins. In: *Animal Nutrition*, 4th Ed. Longman Group (FE) Ltd, Printed in Hong Kong, 58-89.
- MC DOWEL, P. (1998). *Vitamins in animal nutrition: Vitamin A*. Academic Press. Inc. 1250 Sixth Avenue 92101. San Diego. California., 10-54.
- MC DOWELL, L.R. (1989). Vitamin supplementation is a critical part of good animal nutrition. *Poult Abstract*, **15** (4): 97.

- MENDONCA JR, C.X., ALMEIDA, C.R.M., WATANABE, C. (2002). Effect of dietary vitamin A on egg yolk retinol and tocopherol levels. *J Applied Poult Research*, 11: 373-378.
- MOLLER, A.P., SURAI, P.F., MOUSSEAU, T.A. (2005). Antioxidants, radiation and mutation as revealed by sperm abnormality in barn swallows from Chernobyl. *Proc R Soc Lond B*, 272: 242-252.
- MORI, A.V., MENDONCA JR, C.X., ALMEIDA, C.R.M., PITA, M.C.G. (2003). Supplementing hen diets with vitamins A and E affects egg yolk retinol and α -tocopherol levels. *J Appl Poult Res*, 12: 106-114.
- MOSCIO, D.P., MURPHY, E.M., SIES, H. (1991). Antioxidant defense systems: the role of carotenoids tocopherols and thiols. *Am J Clin Nutr*, 53: 194-200.
- NABER, E.C., SQUIRES, M.W. (1993). Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: diet to egg transfer and commercial flock survey. *Poult Sci*, 72: 1046-1053.
- NAPOLI, J.L. (1996). Retinoic acid biosynthesis and metabolism. *FASEB J*, 10: 993-1001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1994). Nutrient requirements of poultry. 9th Rev.ed. National Academy Press, Washington, DC.
- NİZAMLIOĞLU, M. (1998). Vitaminler. Alınmıştır: Kalaycıoğlu, L., Serpek, B., Nizamlioğlu, M., Başpınar, N., Tiftik, A.M. Biyokimya. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Yayınevi Ünitesi, Konya, 332-381.
- PETERS, A., DENK, A.G., DELHEY, K., KEMPENAERS, B. (2004). Carotenoid-based bill colour as an indicator of immunocompetence and sperm performance in male mallards. *J Evol Biol*, 17: 1111-1120.
- QUADRO, L., HAMBERGER, L., COLANTUONI, V., GOTTESMAN, M.E., BLANER, W.S. (2003). Understanding the physiological role of retinol-binding protein in vitamin A metabolism using transgenic and knock out mouse model. *Mol Aspects Med*, 24: 421-430.
- QURESHI, A.A. (1995). Technical aspects of premix production. *World Poult*, 11(11): 33-37.
- RAMALHO, H.M.M., DIAS DA SILVA, K.H., ALVES DOS SANTOS, V.V., DOS SANTOS CAVALCANTI, J., DIMENSTEIN, R. (2008). Effect of retinyl palmitate

- supplementation on egg yolk retinol and cholesterol concentrations in quail. *Br Poult Sci*, **49** (4): 475-481.
- REDMOND, T.M., GENTLEMAN, S., DUNCAN, T., YU, S., WIGGERT, B., WIGGERT, B., GANTT, E., CUNNINGHAM, F.X. (2000). Identification expression and substrate specificity of a mammalian β -carotene 15,15'-deoxygenase. *Biol Reprod*, **60**(6): 1483.
- REID, B.L., HEYWANG, B.W., KURNICK, A.A. (1965). Effect of vitamin A and ambient temperature on reproductive performance of white leghorn pullets. *Br J Nutr*, **14**: 211-216.
- SACHDEV, A.K., PANDA, B. (1989). Evaluation of added levels of vitamin A on egg production and quality traits in *Coturnix coturnix Japonica*. *Indian J Poult Sci*, **24**: 1-7.
- SAHIN, N., SAHIN, K., KUÇUK, O. (2001). Effects of vitamin E and vitamin A supplementation on performance, thyroid status and serum concentrations of some metabolites and minerals in broilers reared under heat stress (32°C). *Vet Med Cze*, **46**: 286-292.
- SAINO, N., FERRARI, R., ROMANO, M., MARTINELLI, R., MOLLER, A.P. (2003). Experimental manipulation of egg carotenoids affects immunity of barn swallow nestlings. *Proc Biol Sci*, **270**: 2485-2489.
- SARI, M., BOLAT, D., ÇERÇİ, İ.H., ÖNOL, A.G., DENİZ, S., AZMAN, M.A., ŞAHİN, K., GÜLER, T., TATLI SEVEN, P., KARSLI, M.A., ŞAHİN, N., NURSOY, H., ÇİFTÇİ, M., BİNGÖL, N.T. (2008). Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları. Medipres Matbaacılık, Malatya, 493-509.
- SCHMIDT, C.K., BROUWER, A., NAU, H. (2003). Chromatographic analysis of endogenous retinoids in tissues and serum. *Anal Biochem*, **315**: 36-48.
- SCHMIDT, C.K., VOLLAND, J., HAMSCHER, G., NAU, H. (2002). Characterization of a new endogenous vitamin A metabolite. *Biochim Biophys Acta*, **1583**: 237-251.
- SEVIMLI, A., MISIRLIOGLU, D., POLAT, U., YALCIN, M., AKKOC, UGUZ, C. (2005). The effects of vitamin A, pentoxifylline and methylprednisolone on experimentally induced amyloid arthropathy in brown layer chicks. *Avian Pathol*, **34**: 143-149.
- SEVIMLI, A., MISIRLIOGLU, D., YAGCI, A., BULBUL, A., YILMAZTEPE, A., ALTUNBAS, K. (2008). The role of chicken IL-1 β , IL-6 and TNF-A in the occurrence of amyloid arthropathy. *Vet Res Commun*, **32**: 499-508.

- SEVIMLI, A., MISIRLIOGLU, D., OZAKIN, C. (2004). The enhancing effect of vitamin A on the occurrence of amyloid arthropathy in laying chickens infected with *Enterococcus faecalis*. *Turk J Vet Anim Sci*, 28: 131-138.
- SIES, H., STAHL, W., SUNDQUIST, A.R. (1992). Antioxidant functions of vitamins, vitamins E and C, β -carotene and other carotenoids. *Ann New York Acad Sci*, 669: 7-20.
- SIJTSMA, S.R., WEST, C.E., ROMBOUT, J.H.W.M., VAN DER ZIJPP, A.J. (1989a). The interaction between vitamin A status and Newcastle disease virus infection in chickens. *J Nutr*, 119: 932-939.
- SIJTSMA, S.R., WEST, C.E., ROMBOUT, J.H.W.M., VAN DER ZIJPP, A.J. (1989b). Effect of Newcastle disease virus infection on vitamin A metabolism in chickens. *J Nutr*, 119: 940-947.
- SKLAN, D., MELAMED, D., FRIEDMAN, A. (1994). The effect of varying levels of dietary vitamin A on immune response in the chick. *Poult Sci*, 73: 843-847.
- SQUIRES, M.W., NABER, E.C. (1993). Vitamin profiles of eggs as indicators of nutritional status in the laying hen: Vitamin A study. *Poult Sci*, 72: 154-164.
- SURAI, P.F. (2002). Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction. Nottingham University Press, Nottingham, 605.
- SURAI, P.F., IONOV, I.A., KUKLENKO, T.V., KOSTJUK, I. A., MACPHERSON, A., SPEAKE, B.K., NOBLE, R.C., SPARKS, N.H.C. (1998). Effect of supplementing the hen's diet with vitamin A on the accumulation of vitamins A and E, ascorbic acid and carotenoids in the egg yolk and in the embryonic liver. *Br Poult Sci*, 39: 257-263.
- SURAI, P.F., MCDEVITT, R.M., SPEAKE, B.K., SPARKS, N.H.C. (1999a). Carotenoid distribution in tissues of the laying hen depending on their dietary supplementation. *Proc Nutr Soc*, 58: 30A.
- SURAI, P.F., NOBLE, R.C., SPEAKE, B.K. (1996). Tissue-specific differences in antioxidant distribution and susceptibility to lipid peroxidation during development of the chick embryo. *Biochim Biophys Acta*, 1304: 1-10.
- SURAI, P.F., SPEAKE, B.K. (1998). Distribution of carotenoids from the yolk to the tissues of the chick embryo. *J Nutr Biochem*, 9: 645-651.

- SURAI, P.F., SPEAKE, B.K., NOBLE, R.C., SPARKS, N.H.C. (1999b). Tissue specific antioxidant profiles and susceptibility to lipid peroxidation of the newly hatched chick. *Biol Trace Elem Res*, 68: 63-78.
- SUZUKI, J.P., KATOH, N.A. (1990). A simple and cheap method for measuring serum vitamin in cattle using only spectrophotometer. *Jpn J Vet Sci*, 52: 1281-1283.
- ŞAHİN, N. (2008). Vitaminler. Alınmıştır: SARI, M., BOLAT, D., ÇERÇİ, İ.H., ÖNOL, A.G., DENİZ, S., AZMAN, M.A., ŞAHİN, K., GÜLER, T., SEVEN, P.T., KARSLI, M.A., ŞAHİN, N., NURSOY, H., ÇİFTÇİ, M., Bingöl, N.T. Medipres Matbaacılık Ltd. Şti. Malatya, 85-111.
- ŞEKER, E. (2000). Besin Maddeleri. Alınmıştır: COŞKUN, B., ŞEKER, E., İNAL, F. Yemler ve Teknolojisi, Konya, 1-65.
- ŞENKÖYLÜ, N. (2001). Modern Tavuk Üretimi. Anadolu Matbaası. 3. Baskı, Tekirdağ, 379-420.
- THOMPSON, S.Y. (1975). Vitamin A in animal nutrition. F Hoffmann-La Roche & Co. Ltd. Basle., 1-51.
- TUNCER, Ş.D. (2011). Vitaminler. Alınmıştır: Ergün, A., Tuncer, Ş.D., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M.K., Küçükersan, S., Şehu, A., Saçaklı, P. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Pozitif Matbaacılık, Ankara, 89-121.
- TÜRKER, H. (1988). Bilimsel Yönleriyle Tavuk Besleme. İstanbul, 1-38.
- WEST, C.E., SIJTSMA, S.R., PETERS, H.P., ROMBOUT, J.H., VAN-DER-ZIJPP, A.J. (1992). Production of chickens with marginal vitamin A deficiency. *Br J Nutr*, 68: 283-291.
- WILSON, H.R. (1997). Effects of maternal nutrition on hatchability. *Poult Sci*, 76: 134-143.
- YILDIZ, G. (2007). Tablolar. Alınmıştır: Ergün, A., Tuncer, Ş.D., Çolpan, İ., Yalçın, S., Yıldız, G., Küçükersan, M.K., Küçükersan, S., Şehu, A. Yemler Yem Hijyeni ve Teknolojisi. Pozitif Matbaacılık, Ankara, 366-386.