

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME
HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**BILDIRCINLARDA GENİSTEİN VE
ÇOKLU DOYMAMIŞ YAĞ
ASİTLERİNİN (PUFA) PERFORMANS
VE ANTİOKSİDAN DÜZEYİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Cemal ORHAN

2011

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME
HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

**BILDIRCINLARDA GENİSTEİN VE ÇOKLU
DOYMAMIŞ YAĞ ASİTLERİNİN (PUFA)
PERFORMANS VE ANTİOKSİDAN DÜZEYİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Cemal ORHAN

ELAZIĞ – 2011

ONAY SAYFASI

Prof. Dr. Emine ÜNSALDI

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez Doktora Tezi standartlarına uygun bulunmuştur.

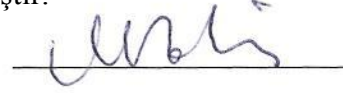


Prof. Dr. Mehmet Ali AZMAN

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Nurhan ŞAHİN



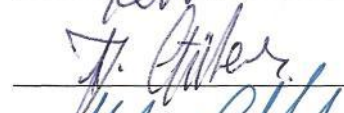
Danışman

Doktora Sınavı Jüri Üyeleri

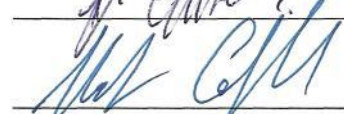
Prof. Dr. Kazım ŞAHİN



Prof. Dr. Mehmet ÇALICIOĞLU



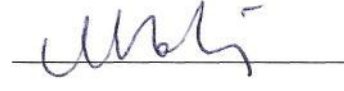
Prof. Dr. Talat GÜLER



Doç. Dr. Zeynep ERDOĞAN



Doç. Dr. Nurhan ŞAHİN



TEŞEKKÜR

Öncelikle doktora öğrenimim süresince danışmanlığımı üstlenen ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Nurhan ŞAHİN ve her konuda yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Kazım ŞAHİN hocama teşekkürü bir borç bilirim. Bu çalışmadaki yardımlarından dolayı hocalarım; Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Fatih AKDEMİR, Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Mustafa KARATEPE, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyeleri Doç. Dr. Ökkeş YILMAZ ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet TUZCU ile Adıyaman Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Mehmet GÜVENÇ'e teşekkür ederim. Ayrıca, çalışmanın istatistiksel analizlerinde yardımlarını esirgemeyen Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi öğretim üyesi Doç. Dr. Armağan HAYIRLI'ya, araştırmanın yapılması sırasında Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü bünyesinde gerekli ortamı sağlayan Enstitü Müdürü Sayın Ünal KILINÇ'a ve FÜBAP-1542 nolu proje ile sağladığı maddi destekten dolayı Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Projeler Birimi ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Eğitimim süresince her türlü maddi ve manevi destekleriyle bana güç veren başta ailem olmak üzere tüm sevdiklerime teşekkürlerimi sunarım.

Cemal ORHAN

İÇİNDEKİLER

BAŞLIK SAYFASI	i
ONAY SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
1. ÖZET.....	1
2. ABSTRACT	3
3. GİRİŞ	5
3. 1. Yağ Asitleri	7
3. 1. 1. Yağ Asitlerinin İsimlendirilmesi.....	8
3. 1. 2. Yağ Asitlerinin Sınıflandırılması	9
3. 1. 2. 1. Doymuş Yağ asitleri	10
3. 1. 2. 2. Doymamış Yağ Asitleri	12
3. 1. 2. 2. 1. Tekli Doymamış Yağ Asitleri	12
3. 1. 2. 2. 2. Çoklu Doymamış Yağ Asitleri	13
3. 1. 2. 2. 3. Eikosanoidler	15
3. 1. 3. Yağ Asitlerinin Biyosentezi	16
3. 1. 4. Hayvan Beslemede Yağlar ve Yağ Asitleri	19
3. 1. 5. Kanatlı Hayvanların Beslenmesinde Yağlar ve Yağ Asitleri	20
3. 2. Stres	22
3. 2. 1. Strese Neden Olan Faktörler (Stresörler).....	22

3. 2. 2. Stresin Mekanizması	23
3. 2. 3. Kanatlılarda Sıcaklık Stresi	25
3. 3. Genistein	28
3. 3. 1. Tanım ve Genel Özellikler	28
3. 3. 2. Kaynakları	30
3. 3. 3. Kimyasal Sentezi	31
3. 3. 4. Biyosentezi	32
3. 3. 5. Biyoyararlılığı	33
3. 3. 6. Genisteinin Biyolojik Etkileri	37
3. 3. 6. 1. Antioksidan Etkileri	37
3. 3. 6. 2. Antikarsinojenik Etkileri	38
3. 3. 6. 3. Östrojenik ve Antiöstrojenik Etkileri	39
3. 3. 6. 4. Kalp Damar Hastalıkları Üzerine Etkileri	40
3. 3. 6. 5. Kemik Metabolizması Üzerine Etkileri	41
3. 3. 6. 6. Diğer Etkileri	42
3. 3. 7. Genisteinin Hayvansal Ürünlere Geçişi	43
3. 4. Lipit Peroksidasyon	44
3. 5. Amaç	46
4. GEREÇ VE YÖNTEM	48
4. 1. Gereç	48
4. 1. 1. Hayvan Materyali	48
4. 1. 2. Yem Materyali	48
4. 2. Yöntem	50
4. 2. 1. Deneme Düzeni ve Araştırma Rasyonlarının Hazırlanması	50

4. 2. 2. Canlı Ağırlık ve Canlı Ağırlık Artışının Belirlenmesi	53
4. 2. 3. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi.	53
4. 2. 4. Örneklerin Alınması	53
4. 2. 5. Laboratuvar Analizleri	54
4. 2. 5. 1. Yağ Asitlerinin Gaz Kromatografisi ile Analizleri	54
4. 2. 5. 2. MDA ve C Vitamininin HPLC ile Analizi	56
4. 2. 5. 3. A ve E Vitaminlerinin HPLC ile Analizi.....	58
4. 2. 5. 4. Genisteinin HPLC ile Analizi.....	59
4. 2. 6. İstatistiksel Analizler	62
5. BULGULAR.....	63
5. 1. Performans.....	63
5. 2. Örneklerin Yağ Asidi Bileşimi	72
5. 2. 1. But Eti Örneklerinin Yağ Asidi Bileşimi	72
5. 3. Genistein Düzeyi.....	77
5. 3. 1. Serum Genistein Düzeyi	77
5. 3. 2. But Eti Genistein Düzeyi	79
5. 4. MDA ve Vitamin Düzeyleri.....	81
5. 4. 1. Serum MDA ve Vitamin Düzeyleri.....	81
5. 4. 2. But Eti MDA ve Vitamin Düzeyleri.....	83
6. TARTIŞMA	85
7. KAYNAKLAR	100
8. ÖZGEÇMİŞ.....	119

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Doymuş yağ asitleri	11
Tablo 2: Tekli doymamış yağ asitleri.....	12
Tablo 3: Çoklu doymamış yağ asitleri	14
Tablo 4: Yağ asitlerinden sentez edilen eikosanoidler.....	16
Tablo 5: Bazal rasyonun bileşimi ve besin madde değerleri.....	49
Tablo 6: Araştırma rasyonlarının içerdiği PUFA ve yağ miktarları.....	51
Tablo 7: Araştırma rasyonlarının yağ asidi bileşimi	52
Tablo 8: Rasyonun PUFA içeriği ve rasyona katılan genistein seviyelerinin farklı çevre sıcaklıklarında yetiştirilen bıldırcınların performans değerleri üzerine etkileri	66
Tablo 9: Rasyonun PUFA içeriği ve rasyona katılan genistein seviyelerinin farklı çevre sıcaklıklarında yetiştirilen bıldırcınların but eti yağ asidi profili üzerine etkileri.....	75
Tablo 10: Rasyonun PUFA içeriği ve rasyona katılan genistein seviyelerinin farklı çevre sıcaklıklarında yetiştirilen bıldırcınların serum metabolitleri üzerine etkileri	78
Tablo 11: Rasyonun PUFA içeriği ve rasyona katılan genistein seviyelerinin farklı çevre sıcaklıklarında yetiştirilen bıldırcınların but eti metabolitleri üzerine etkileri	80

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Yağ asidinin genel formülü	8
Şekil 2: Yağ asitlerinin omega (ω) isimlendirilmesi	9
Şekil 3: Doymamış yağ asitlerinin biyosentezi	18
Şekil 4: Genel adaptasyon sendromunun (GAS) aşamaları.....	23
Şekil 5: Stresin mekanizması.....	25
Şekil 6: Kanatlılarda çevre sıcaklığının vücut sıcaklığı üzerine etkileri	26
Şekil 7: Bildircinlarda vücut ısısının buharlaşma yoluyla düzenlenmesi.....	27
Şekil 8: Genistein ve 17 β -östradiolün kimyasal yapısı	29
Şekil 9: Deoksibenzoin yoluyla genistein sentezi	31
Şekil 10: Kalkon yoluyla genistein sentezi	32
Şekil 11: Genisteinin biyosentezi	33
Şekil 12: Genisteinin aglikon ve glikozit formları	34
Şekil 13: Genistinin β -glikozidaz enzimi ile genisteine dönüşümü	35
Şekil 14: Ağız yoluyla alınan genisteinin metabolizması	36
Şekil 15: Araştırma grupları	50
Şekil 16: Çevre sıcaklığının canlı ağırlık (A), yem tüketimi (B) ve yemden yararlanma oranı (C) üzerine etkileri	67
Şekil 17: Rasyonun PUFA seviyesinin canlı ağırlık (A), yem tüketimi (B) ve yemden yararlanma oranı (C) üzerine etkileri	68
Şekil 18: Rasyona katılan genisteinin canlı ağırlık (A), yem tüketimi (B) ve yemden yararlanma oranı (C) üzerine etkileri	69

Şekil 19: Çevre sıcaklığı ve genistein arasındaki etkileşimin bitiş canlı ağırlık (A), yem tüketimi (B) ve yemden yararlanma oranı (C) üzerine etkileri	70
Şekil 20: Rasyonun PUFA seviyesi ve genistein arasındaki etkileşimin canlı ağırlık (A), canlı ağırlık artışı (B) ve yemden yararlanma oranı (C) üzerine etkileri	71
Şekil 21: Bildiricilerde çevre sıcaklığı ile rasyona katılan genisteinin serum genistein düzeyi üzerine etkileri.....	77
Şekil 22: Bildiricilerde çevre sıcaklığı ve genistein katkısı arasındaki etkileşimin but eti genistein konsantrasyonu üzerine etkileri	79
Şekil 23: Çevre sıcaklığı ile rasyonun PUFA seviyesi (A), çevre sıcaklığı ile genistein katkısı (B), PUFA ile genistein katkısı (C) arasındaki etkileşimlerin serum MDA konsantrasyonu üzerine etkileri	82
Şekil 24: Çevre sıcaklığı ve genistein katkısı arasındaki etkileşimin but eti MDA konsantrasyonu üzerine etkileri.....	84

KISALTMALAR LİSTESİ

2-HIS	:	2-Hidroksi İzoflavon Sentetaz
AA	:	Araşidonik Asit
ACTH	:	Adrenokortikotropik Hormon
ALA	:	Alfa Linolenik Asit
AOAC	:	Association of Analytical Communities
BHT	:	Butil Hidroksi Tolüen
CRF	:	Kortikotropin Salıverici Faktör
DGLA	:	Dihomogammalinolenik Asit
DHA	:	Dokosaheksaenoik Asit
eNOS	:	Endotelyal Nitrik Oksit Sentetaz
EPA	:	Eikosapentaenoik Asit
FA	:	Yağ Asitleri
FDA	:	Amerika Gıda ve İlaç Örgütü
GAS	:	Genel Adaptasyon Sendromu
GC	:	Gaz Kromatografisi
GLA	:	Gamma Linolenik Asit
HPLC	:	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
LDL	:	Düşük Dansiteli Lipoprotein
LT	:	Lökotrien
LX	:	Lipoksin
MDA	:	Malondialdehit
MUFA	:	Tekli Doymamış Yağ Asitleri

NO	:	Nitrik Oksit
Nrf2	:	Nükleer Faktör E2 Aracılı Faktör 2
PG	:	Prostaglandin
PUFA	:	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
ROS	:	Reaktif Oksijen Türleri
SAS	:	Statistical Analysis System
SEM	:	Ortalamanın Standart Hatası
SFA	:	Doymuş Yağ Asitleri
SS	:	Sıcaklık Stresi
TN	:	Termonötral
TX	:	Tromboksan
UFA	:	Doymamış Yağ Asitleri
UV	:	Ultraviyole

1. ÖZET

Bu çalışmada, bıldırcınlarda (*Coturnix coturnix japonica*), çevre sıcaklığının, rasyonun çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) düzeyinin ve genisteinin; performans, serum ve et genistein, lipid peroksidasyon seviyeleri ve antioksidan durum ile et yağ asidi bileşimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bıldırcınlar (n=360; 10 günlük yaş), iki farklı çevre sıcaklığı [Termonötral (TN) ve Sıcaklık Stresi (SS)], iki farklı PUFA içeriği (PUFA % 15 ve 45) ve üç genistein dozu (0, 400 ve 800 mg/kg) olmak üzere 2 x 2 x 3 faktöriyel deneme düzenine göre rastgele 12 gruba ayrıldı.

TN gruplarında SS gruplarına göre canlı ağırlık (CA), canlı ağırlık artışı (CAA) ve kümülatif yem tüketimi (YT) değerlerinin daha yüksek ve yemden yararlanma oranının (YYO) daha iyi olduğu tespit edilmiştir ($P<0.0001$). Rasyonun PUFA düzeyinin artışı ile CA ($P<0.0001$), CAA ($P<0.0001$) ve YT ($P<0.01$) azalırken, YYO ($P<0.0001$) yükselmiştir. Rasyona genistein ilavesi ile CA ve CAA lineer olarak artmış, YYO iyileşmiştir ($P<0.0001$). Performans verileri üzerine çevre sıcaklığı ile rasyonun PUFA seviyesi etkileşimlerinin bir etkisi tespit edilmemiştir. Ancak, performans verileri çevre sıcaklığı ile genistein seviyesine bağlı olarak değişmiştir.

TN gruplarında SS gruplarına göre PUFA ($P<0.0001$), MUFA ($P<0.0001$), toplam ω -6 ($P<0.0001$) toplam ω -3 miktarları ($P<0.0001$) ve ω -6: ω -3 oranı ($P<0.003$) daha yüksek, SFA miktarı ($P<0.0001$) daha düşük bulunmuştur. PUFA 15 gruplarında PUFA 45 gruplarına göre, MUFA, SFA ve ω -6: ω -3 oranı daha yüksekken, PUFA, toplam ω -6 ve toplam ω -3 düzeyleri daha düşük bulunmuştur

($P<0.0001$). Bıldırcınlarda, genistein katkısının ve genistein katkısı ile çevre sıcaklığı arasındaki ilişkinin but eti yağ asidi kompozisyonu üzerine belirgin bir etkisi tespit edilmemiştir. SS gruplarında TN gruplarına göre serum malondialdehit (MDA) konsantrasyonu daha yüksek ve serum genistein, C, E ve A vitaminleri konsantrasyonları daha düşük bulunmuştur ($P<0.0001$). PUFA 15 gruplarında PUFA 45 gruplarına göre serum MDA konsantrasyonu daha düşük ($P<0.0001$), serum genistein konsantrasyonu ise daha yüksek bulunmuştur ($P<0.04$). Genistein ilavesi ile serum MDA düzeyi lineer olarak azalırken, serum genistein düzeyi lineer olarak artmıştır ($P<0.0001$). SS gruplarında TN gruplarına göre but eti MDA konsantrasyonu daha yüksek ve but eti genistein, E ve A vitaminleri konsantrasyonları daha düşük bulunmuştur ($P<0.0001$). PUFA 15 gruplarında PUFA 45 gruplarına göre but eti MDA konsantrasyonu daha düşük bulunmuştur ($P<0.0001$). Genistein katkısı ile but eti MDA düzeyi lineer olarak azalırken, serum genistein düzeyi lineer olarak artmıştır ($P<0.0001$).

Sonuç olarak, PUFA'ca zengin rasyon ile beslenen bıldırcınlarda, etin PUFA içeriği artmıştır. Rasyona genistein ilavesi ile serum ve ette vitamin konsantrasyonları etkilenmezken, genistein konsantrasyonu artmış, böylece lipid peroksidasyona karşı korunma sağlamıştır.

Anahtar kelimeler: Bıldırcın, Çoklu doymamış yağ asitleri, Genistein, Lipit oksidasyon, Sıcaklık stresi.

2. ABSTRACT

This experiment was conducted to investigate the effects of environmental temperature, dietary polyunsaturated fatty acids (PUFA) and genistein supplementation on performance and levels of genistein, lipid peroxidation and antioxidant status of serum and meat and fatty acid profile of meat in quail (*Coturnix coturnix japonica*). The birds (n=360; 10-day old) reared under two environmental temperature [Thermoneutral (TN) and Heat stress (HS)] were assigned randomly to 1 of 12 diets containing 2 PUFA (15 or 45 g/100 g fat) and 3 genistein (0, 400 and 800 mg/kg) levels in a 2 x 2 x 3 factorial arrangement.

Body weights (BW), body weights gain (BWG), and cumulative feed intake (FI) were greater and feed conversion ratio (FCR) was better for TN groups than HS ($P<0.0001$). Increasing dietary PUFA level from 15 to 45% was associated with decreases in BW ($P<0.0001$), BWG ($P<0.0001$), FI ($P<0.01$) and an increase in FCR ($P<0.0001$). Final BW and BWG linearly increased and FCR linearly enhanced with increasing genistein ($P<0.0001$). There was no environmental temperature by dietary PUFA level interaction effect on performance variables. However, performance variables were affected by environmental temperature and genistein levels.

TN groups had greater proportions of PUFA ($P<0.0001$), MUFA ($P<0.0001$), total ω -6 ($P<0.0001$), total ω -3 ($P<0.0001$) and the ratio of ω -6 to ω -3 ($P<0.003$) and smaller proportions of total SFA ($P<0.0001$) than HS groups. PUFA15 groups had greater MUFA, SFA, and the ratio of ω -6 to ω -3 and less PUFA, total ω -6, total ω -3 than PUFA45 groups ($P<0.0001$). Neither there was a

main effect of genistein supplementation nor environmental temperature by genistein supplementation interaction effect on thigh muscle FA profile in quail.

HS groups had higher serum malondialdehyde (MDA) concentration and less serum genistein, vitamin C, E and A concentrations than TN groups ($P<0.0001$). PUFA15 groups had less serum MDA concentration ($P<0.0001$) and higher serum genistein concentration ($P<0.04$) than PUFA45 groups. Serum MDA linearly decreased, whereas serum genistein linearly increased as supplemental genistein increased ($P<0.0001$). HS groups had greater thigh muscle MDA concentration and less thigh muscle genistein, vitamin E and A concentrations than TN ($P<0.0001$). PUFA15 groups had less thigh muscle MDA concentration than quails fed PUFA45 ($P<0.0001$). Thigh muscle MDA linearly decreased, whereas serum genistein linearly increased as supplemental genistein increased ($P<0.0001$).

In conclusion, feeding a diet rich in PUFA increases meat PUFA content and supplemental genistein prevents lipid peroxidation through increasing serum and meat genistein concentrations without affecting vitamins levels in quail.

Key words: Quail, Polyunsaturated fatty acids, Genistein, Lipid oxidation, Heat stress.

3. GİRİŞ

Hayvansal ürünler, insan beslenmesinde esansiyel besin maddelerinin kaynağını oluşturmakta ve dengeli beslenmeye katkı sağlamaktadır. Öte yandan, hayvan sağlığı, yaşamsal fonksiyonların ve verim özelliklerinin devamlılığı için son derece önemlidir. Hayvan sağlığı, biyotik ve abiyotik faktörlerle etkilenebilir. Abiyotik etkenlerin başında ise beslenmeye bağlı unsurlar gelmektedir. Yetiştiricilik yöntemi, yem ve rasyonun bileşimi; sağlıklı hayvan, sağlıklı ürün, sağlıklı insan ve sağlıklı toplum zincirinin tamamlanmasına yardımcı olmaktadır.

Son yıllarda insanların beslenmesinde özellikle kalp-damar hastalıklarına karşı koruyucu etkisinden dolayı çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) tüketimi artmaktadır (101, 104). Yapılan bazı çalışmalarda, kanatlıların PUFA'ca zengin rasyonlarla beslenmesiyle, kanatlı eti PUFA seviyesinin artabileceği bildirilmiştir (54, 123, 125, 150, 241). Kanatlı etlerinin PUFA seviyesinin artırılmasındaki amaç; kalp damar hastalıkları ile ilişkili olan doymuş yağ asidi tüketiminin azaltılması ve daha fazla oranda çoklu doymamış yağ asidi içeren, bitkisel yağ tüketimi karşısında azalan hayvansal yağ tüketiminin artırılmak istenmesidir (54).

Çoklu doymamış yağ asitleri çok sayıda çift bağ ve uzun zincirli bir yapıya sahip olduğundan dolayı, PUFA ile zenginleştirilmiş kanatlı etinin oksidasyona karşı duyarlılığı artmaktadır (78, 79, 197). Lipit oksidasyonu; etin duyuşal özelliklerinin, besin değeri ve kalitesinin düşmesi, toksikasyon riski oluşturmaları ve raf ömrünün azalması gibi problemlere neden olmaktadır (4, 233). Rasyona antioksidan ilavesinin, kanatlı etinde lipit oksidasyonuna karşı koruyucu ve duyuşal kaliteyi iyileştirici etki gösterdiği bildirilmiştir (19, 53, 150). Nitekim

Galobart ve arkadaşları (71), yemlere α -tokoferol ilavesinin lipit oksidasyonu azalttığını tespit etmişlerdir.

Yüksek çevre sıcaklığı, hayvanlarda oksidatif strese neden olarak, *in vivo* antioksidan savunma sistemini zayıflatmakta; buna bağlı olarak da kanatlılarda verim düşüklüğü meydana getirmektedir (171, 172, 179). Rasyona antioksidan katılmasının, sıcaklık stresi altındaki bıldırcınlarda oksidatif strese bağlı olarak ortaya çıkan serbest oksijen radikallerini inaktif hale getirdiği ve böylece hücreleri oksidatif hasardan koruduğu bilinmektedir (83, 155, 179).

Strese maruz kalan kanatlılarda, vitamin E ve çinko gibi antioksidan maddelerin serum düzeylerinin düşüklüğü ile serbest oksijen radikallerinin artması arasında bir ilişki olduğu rapor edilmiştir (172). Kanatlılarda süperoksit ve hidrojen peroksit gibi serbest oksijen gruplarının hücre çoğalması ve metabolizması üzerine zararlı etkileri olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (20, 83).

Yaklaşık beş bin yıl önce Doğu Asya ovalarında keşfedilen soya, sadece vejetaryen beslenmede değil, dünya mutfaklarında da önemli bir yere sahiptir. Aynı zamanda soya ve soya ürünleri, hayvan beslemede, özellikle de kanatlı sektöründe protein kaynağı olarak kullanılmaktadır (14, 28). Soya, kaliteli bir protein kaynağı olmakla birlikte izoflavonlar (genistein, daidzein vb.) bakımından zengin bir besindir. Bazı kronik hastalıkların riskini azaltıcı etkiye sahip olması nedeniyle bu konuda pek çok araştırma yürütülmüştür (36, 40, 61). Soyada bulunan izoflavonların insan sağlığına yaptıkları olumlu etkinin yanı sıra, stresi önlemeleri ve verimi artırmaları amacıyla hayvanlarda da kullanım alanı bulmaktadır (179). Ayrıca, hayvan yemlerine katılan izoflavonların et ve yumurta

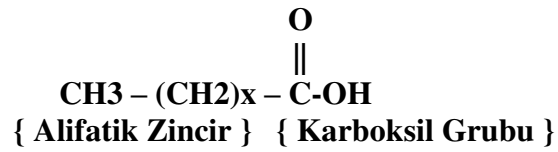
gibi hayvansal ürünlere geçişi veya bu ürünlerde birikimi mümkün olmaktadır (5, 64).

Sağlık üzerine olumlu etkileri olan izoflavonlar, soya fasulyesi ve ürünlerinde bol miktarda bulunmaktadır. İzoflavonların başlıcaları; genistein, daidzein ve glisitindir. Genistein çok güçlü antioksidan etkiye sahip olduğu gibi antikanserojenik özelliğe de sahip bir soy izoflavondur. Yapılan çalışmalarda, genistein tüketiminin tümör sayısını, insidensini ve metastazını azalttığı bildirilmektedir (18, 26). Genistein antioksidan etkisini; doğrudan serbest radikalleri yakalayarak (37, 55) ve aynı zamanda antioksidan enzimlerin aktivitelerini stimule ederek göstermektedir (37, 112, 219). Böylece kronik hastalıkların oluşum riskini azaltmaktadır. Genisteinin, kalp damar hastalıklarının etiyolojisinde önemli rolü olan düşük dansiteli lipoprotein (LDL) düzeyini düşürebildiği de bildirilmiştir (7).

3. 1. Yağ Asitleri

Genel olarak suda çözünmeyen, eter ve benzen gibi organik çözücülerde çözünebilen bileşikler lipit veya yağ olarak tanımlanmaktadır. Yağlar, kimyasal olarak bir molekül gliserolle $[C_3H_5(OH)_3]$ üç molekül yağ asidinin (R-COOH) esterleşmesiyle oluşan bileşiklerdir. Katı ve sıvı yağlar, gliserol ve yağ asitlerinden oluşan trigliseritlerden meydana gelmektedir. Yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerini, içerdikleri yağ asitlerinin kompozisyonu belirlemektedir (65, 97, 142).

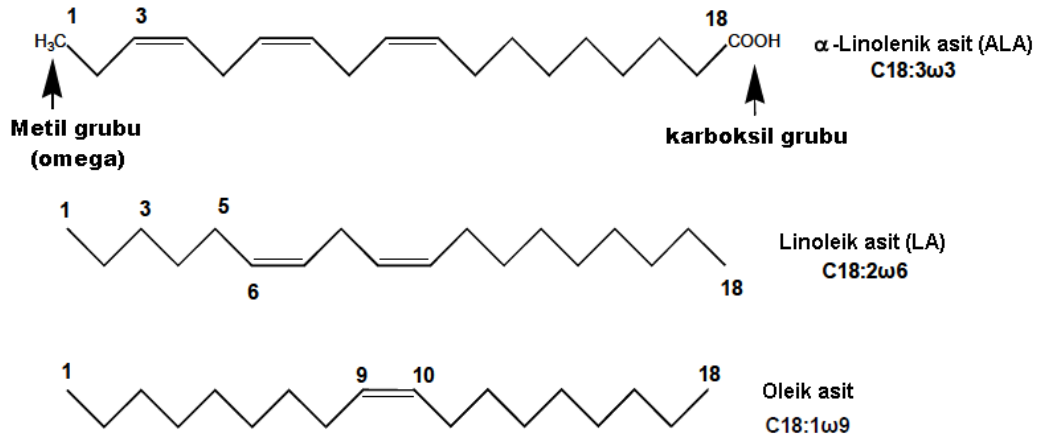
Yağ asidi, yapısında karboksil grubu (-COOH) taşıyan düz bir hidrokarbon zinciri olup, yağın en önemli ögesidir (Şekil 1). Karbon zincir uzunluğu 4-30 karbon arasında değişmekle birlikte yaygın olarak 12-22 karbon arasında bulunmaktadır (12, 65). Yağ asitleri genellikle çift sayıda karbon atomu içeren, düz zincirli ve değişik zincir uzunluğuna sahip monobazik organik asitler şeklindedir (142).



Şekil 1: Yağ asidinin genel formülü (97).

3. 1. 1. Yağ Asitlerinin İsimlendirilmesi

En sık kullanılan sistematik isimlendirmede, aynı sayıda karbon atomundan oluşan hidrokarbonun karbon sayısının Latince ifadesinin **-an** eki kaldırılıp, doymuş yağ asitlerinde **-anoik** asit, çift bağ içeren doymamış yağ asitlerinde **-enoik** asit takısının eklenmesi şeklinde uygulanmaktadır (65, 142). Karbon atomu sayısı esas alınarak yapılan isimlendirmede karbon atomları karboksil veya metil grubundan başlayarak numaralandırılabilir. Karbon atomları arasındaki ilk çift bağın bulunduğu karbon atomunun metil grubuna olan uzaklığına göre omega (ω) veya n olarak isimlendirilir (126, 142, 227). Yağ asitlerinin omega isimlendirilmesi Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2: Yağ asitlerinin omega (ω) isimlendirilmesi (142).

Kaynaklarda sistematik isimlendirmede doymamış yağ asitleri yazılı olarak ifade edilirken, isimlendirmenin başında doymamışlığı vurgulamak üzere delta (Δ) işareti kullanılır ve karboksil grubundan başlanarak yapıdaki çift bağların yeri Δ^9 , $\Delta^{9,12}$ ve $\Delta^{9,12,15}$ gibi belirtilebilir. Örneğin, linoleik asidin (C18:3 ω 6) sistematik adı, $\Delta^{9,12}$ -oktatekadienoik ve linolenik asidin (C18:3 ω 3) sistematik adı ise, $\Delta^{9,12,15}$ -oktatekatrienoik asit şeklinde bildirilebilir. Yapıda yan dal ya da substitüe asitlerde olduğu gibi oksijen ya da hidroksil bağlı olması durumunda karbon numarası ve yan dal ya da diğer bağlı atom ve atom grupları çift bağlardan önce vurgulanır (12, 66, 126, 142, 227).

3. 1. 2. Yağ Asitlerinin Sınıflandırılması

Yağ asitleri doymuş (saturated) ve doymamış (unsaturated) yağ asitleri olmak üzere iki ana grup altında incelenir (227).

3. 1. 2. 1. Doymuş Yağ asitleri

Doymuş yağ asitlerinde (SFA), karbon atomları arasında tek bir kovalent bağ (-C-C-) bulunur ve zincirler arasında çift bağlar veya başka fonksiyonel gruplar yer almaz. Oda sıcaklığında genellikle katı formda olup, hayvansal kaynaklı yağlarda bol miktarda bulunmaktadır. Genel formülü “CH₃(CH₂)_nCOOH” olarak ifade edilmektedir (11, 12, 142).

Doğada bulunan en kısa zincirli doymuş yağ asidi dört karbon atomuna sahip bütirik asit iken, en uzun zincirli doymuş yağ asidi ise 24 karbon içeren lignoserik asittir. Daha uzun zincirli yağ asitleri mumların yapısında serbest veya ester formunda bulunur ve mum asitleri olarak da adlandırılırlar. Bugüne kadar saptanmış en uzun zincirli doymuş yağ asidi 38 karbon içeren oktatriakontanoik asittir (164).

Doymuş yağ asitleri organizmada, yağ tüketimi olmasa dahi karbonhidrat metabolizması ile oluşan moleküllerden sentez edilebilir (97). Doymuş yağ asitleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Doymuş yağ asitleri (11, 13, 164).

<u>Yavgın adı</u>	<u>Sistematik adı</u>	<u>Karbon sayısı</u>
Asetik asit	Etanoik asit	C 2:0
Propiyonik asit	Propanoik asit	C 3:0
Butirik asit	Butanoik asit	C 4:0
Valerik asit	Pentanoik asit	C 5:0
Kaproik asit	Heksanoik asit	C 6:0
Kaprilik asit	Oktanoik asit	C 8:0
Pelargonik asit	Nonanoik asit	C 9:0
Kaprik asit	Dekanoik asit	C 10:0
Undesinelik asit	Undekanoik asit	C 11:0
Laurik asit	Dodekanoik asit	C 12:0
Tridesilik asit	Tridekanoik asit	C 13:0
Miristik asit	Tetradekanoik asit	C 14:0
Pentadesilik asit	Pentadekanoik asit	C 15:0
Palmitik asit	Heksadekanoik asit	C 16:0
Margarik asit	Heptadekanoik asit	C 17:0
Stearik asit	Oktadekanoik asit	C 18:0
Araşidik asit	Eikosanoik asit	C 20:0
Heneikosilik asit	Heneikosanoik asit	C 21:0
Behinik asit	Dokosanoik asit	C 22:0
Trikosilik asit	Trikosanoik asit	C 23:0
Lignoserik asit	Tetrakosanoik asit	C 24:0
Pentakosilik asit	Pentakosanoik asit	C 25:0
Serotik asit	Heksakosanoik asit	C 26:0
Heptakosilik asit	Heptakosanoik asit	C 27:0
Montanik asit	Oktakosanoik asit	C 28:0
Nonakosilik asit	Nonakosanoik asit	C 29:0
Melissik asit	Triakontanoik asit	C 30:0
Henatriakontilik asit	Henatriakontanoik asit	C 31:0
Lakeroik asit	Dotriakontanoik asit	C 32:0
Psillik asit	Tritriakontanoik asit	C 33:0
Geddik asit	Tetratriakontanoik asit	C 34:0
Seroplastik asit	Pentatriakontanoik asit	C 35:0
Heksatriakontilik asit	Heksatriakontanoik asit	C 36:0
	Heptatriakontanoik asit	C 37:0
	Oktatriakontanoik asit	C 38:0

3. 1. 2. 2. Doymamış Yağ Asitleri

Doymamış yağ asitleri (UFA) yapısında bir veya daha fazla sayıda çift bağ içeren yağ asitleridir. Doymamış yağ asitleri; tekli doymamış yağ asitleri (MUFA, monoenoik), çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA, polienoik), ve eikosanoidler olmak üzere üç alt gruba ayrılır (142).

3. 1. 2. 2. 1. Tekli Doymamış Yağ Asitleri

Karbon atomları arasında sadece bir (doymamış) çift bağ ($-C=C-$) bulunan yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitleri olarak adlandırılmaktadır. Oda sıcaklığında sıvı halde bulunurlar. Tekli doymamış yağ asitleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Tekli doymamış yağ asitleri (11, 13, 164).

<u>Yaygın adı</u>	<u>Sistemik adı</u>	<u>Karbon sayısı</u>
Miristoleik asit	9-tetradekenoik asit	C 14:1 n5
Pentadekenoik asit	<i>cis</i> -10-pentadekenoik asit	C 15:1
Palmitoleik asit	9- <i>cis</i> -Heksadekenoik asit	C 16:1 n7
Sapienik asit	<i>cis</i> -6 heksadekenoik	C 16:1 n10
Heptadekenoik asit	<i>cis</i> 10 –heptadekenoik asit	C 17:1
Oleik asit	<i>cis</i> -9-oktadekenoik asit	C 18:1 n9c
Elaidik asit	(<i>E</i>)-oktadek-9-enoik asit	C 18:1 n9t
Risinoleik asit	12-hidroksi-9-oktadekenoik asit	C 18:1 n9
Vaksenik asit	<i>cis</i> -vaksenik asit	C 18:1 n7
Gadoleik asit	<i>cis</i> -11- eikosenoik asit	C 20:1 n9
Erusik asit	<i>cis</i> -13-dokosenoik asit	C 22:1 n9
Nervonik asit	<i>cis</i> -15-tetrakosenoik asit	C 24:1 n9

3. 1. 2. 2. Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

Karbon atomları arasında iki veya daha fazla doymamış çift bağ ($-C=C-$) bulunan yağ asitleri çoklu doymamış yağ asitleri veya polienoik yağ asitleri olarak adlandırılır ve sağlık üzerine olumlu etkileri olan omega 3 ve 6 yağ asitleri bu grup içerisinde yer alırlar (142, 200). Çoklu doymamış yağ asitlerinin fizyolojik olarak merkezi sinir sistemi, retina, kalp-damar, karaciğer, immun sistem, iskelet kasları ve birçok hücre tiplerine olumlu etkileri bulunduğu bilinmektedir (92). Çoklu doymamış yağ asitleri Tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3: Çoklu doymamış yağ asitleri (11, 13, 164).

Yaygın adı	<u>Sistematik adı</u>	<u>Karbon sayısı</u>
	<i>cis</i> 7,10,13-heksadekatrienoik asit	C 16:3 n3
Linoleik asit	<i>cis</i> -9,12-oktadekadienoik asit	C 18:2 n6c
Linolelaidik		C 18:2 n6t
Alfa Linolenik asit (ALA)	<i>cis</i> -9,12,15-oktadekatrienoik asit	C 18:3 n3
Gamma Linolenik asit (GLA)	<i>cis</i> -6,9,12-oktadekatrienoik asit	C 18:3 n6
Pinolenik asit	(5Z,9Z,12Z)-oktadeka-5,9,12-trienoikasit	C 18:3 n6
Stearidonik asit, moroktik asit	<i>cis</i> -6,9,12,15,-oktadekatetraenoik asit	C 18:4 n3
Eikosadienoik asit	<i>cis</i> -11,14-eikosadienoik asit	C 20:2 n6
Eikosatrienoik asit	<i>cis</i> -11,14,17-eikosatrienoik asit	C 20:3 n3
Dihomogammalinolenik asit (DGLA)	<i>cis</i> -8,11,14-eikosatrienoik asit	C 20:3 n6
Podokarpik asit	(5Z,11Z,14Z)-eikosa-5,11,14-trienoikasit	C 20:3 n6
Mead asit	<i>cis</i> -5,8,11-eikosatrienoik asit	C 20:3 n9
Eikosatetraenoik asit	<i>cis</i> -8,11,14,17-eikosatetraenoik asit	C 20:4 n3
Araşidonik asit (AA)	<i>cis</i> -5,8,11,14-eikosatetraenoik asit	C 20:4 n6
Eikosapentaenoik asit (EPA)	<i>cis</i> -5,8,11,14,17-eikosapentaenoik asit	C 20:5 n3
Timnodonik asit, Dokosadienoik asit	<i>cis</i> -13,16-dokosadienoik asit	C 22:2 n6
Dokosatetraenoik asit, Adrenik asit	<i>cis</i> -7,10,13,16-dokosatetraenoik asit	C 22:4 n6
Dokosapentaenoik asit, Klupanodonik asit	<i>cis</i> -7,10,13,16,19-dokosapentaenoik asit	C 22:5 n3
Dokosapentaenoik asit (Osbond asit)	<i>cis</i> -4,7,10,13,16-dokosapentaenoik	C 22:5 n6
Dokosahekzaenoik asit (DHA), Servonik asit	<i>cis</i> -4,7,10,13,16,19-dokosahekzaenoik asit	C 22:6 n3
Tetrakosapentaenoik asit	<i>cis</i> -9,12,15,18,21- tetrakosapentaenoik	C 24:5 n3
Nisinik asit	<i>cis</i> -6,9,12,15,18,21- tetrakosahekzaenoik	C 24:6 n3

3. 1. 2. 2. 3. Eikosanoidler

Eikosanoidler, tek hücreli canlılardan, gelişmiş organizmalara kadar hemen hemen tüm hücrelerde bulunabilen, lokal olarak salgılanan ve etki süresi kısa olan lipid türevi moleküllerdir. Yapısında 20 karbon bulunan çoklu doymamış yağ asitlerinden (Dihomogammalinolenik asit, C20:3 ω 6; araşidonik asit, C20:4 ω 6; eikosapentaenoik asit, C20:5 ω 3) sentezlenen prostaglandin, tromboksan ve lökotrien gibi hormonların hepsi eikosanoidler çatısı altında toplanmaktadır. Eikosanoidler diğer hormonların aksine kan yoluyla taşınarak uzak dokulara etki edemezler ve depolanamazlar. Lokal etki gösterirler ve ihtiyaç durumlarında salgılanırlar (142, 161, 189, 221). Yağ asitlerinden sentezlenen eikosanoidler Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4: Yağ asitlerinden sentez edilen eikosanoidler (142).

	20 karbonlu yağ asidi		
	<u>DGLA</u>	<u>AA</u>	<u>EPA</u>
	Grup 1	Grup 2	Grup 3
Prostanoidler *	PGE ₁ PGF ₁ TXA ₁	PGD ₂ PGE ₂ PGF ₂ PGI ₂ TXA ₂	PGD ₃ PGE ₃ PGF ₃ PGI ₃ TXA ₃
Lökotrienler **	LTA ₃ LTC ₃ LTD ₃	LTA ₄ LTB ₄ LTC ₄ LTD ₄ LTE ₄	LTA ₅ LTB ₅ LTC ₅
Lipoksinler **		LXA ₄ LXB ₄ LXC ₄ LXD ₄ LXE ₄	

* Siklooksijenaz yolu ile sentez; ** Lipoksijenaz yolu ile sentez

DGLA: Dihomogammalinolenik asit; AA: Araşidonik asit; EPA: Eikosapentaenoik asit; PG: prostaglandin; TX: tromboksan; LT: lökotrien; LX: lipoksin.

3. 1. 3. Yağ Asitlerinin Biyosentezi

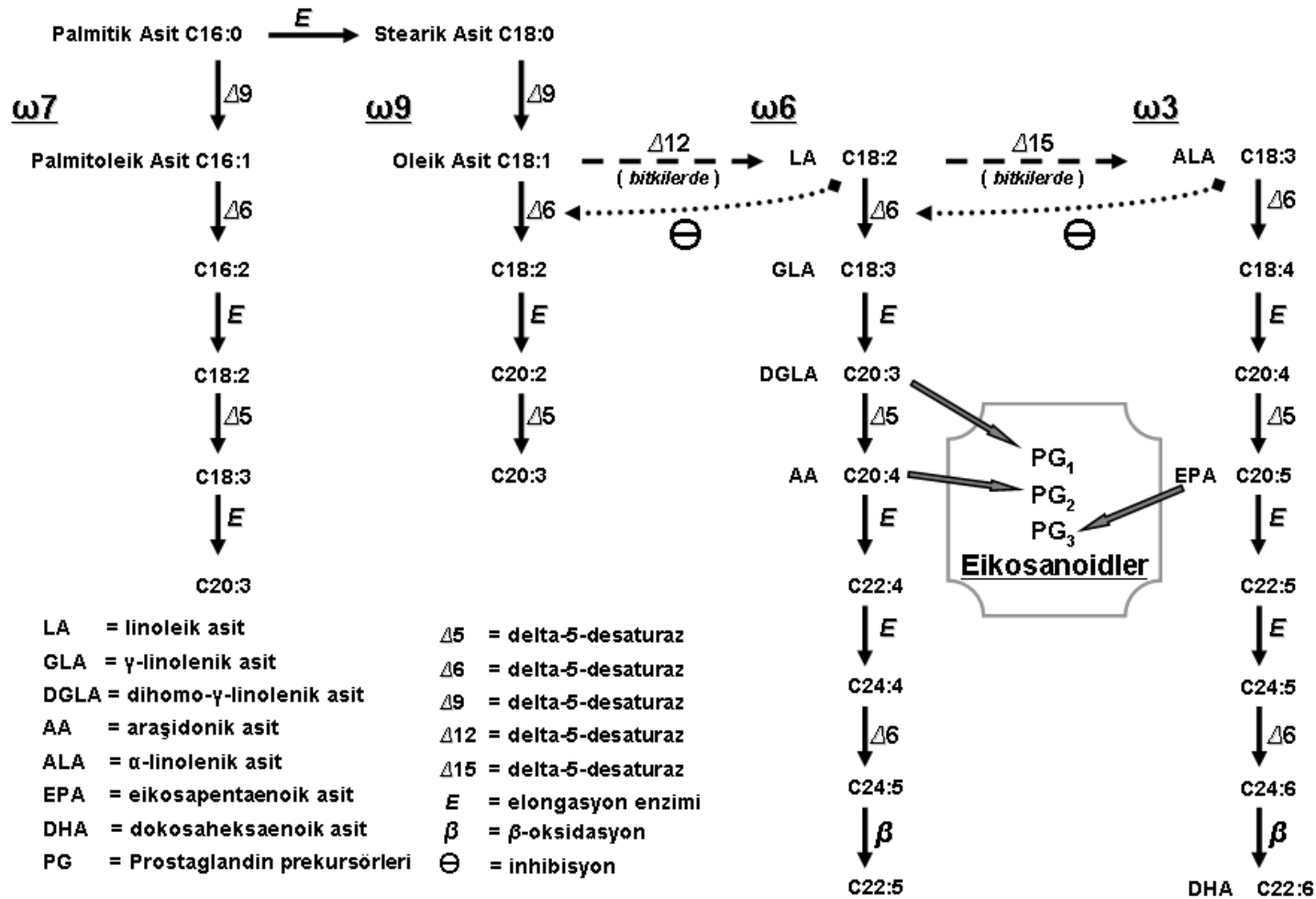
Hayvan organizması için en önemli yağ asidi kaynağı rasyonla dışarıdan alınan yağlardır. Bunun yanı sıra vücutta, karbonhidrat ve amino asitler de Asetil CoA üzerinden *de novo* yağ asidi biyosentezi için kullanılabilirler (92, 142, 162). Yağ asitlerinin *de novo* biyosentezi sitoplazmada gerçekleşmektedir. Sitoplazmada *de novo* yağ asidi biyosentezinin ilk basamağı, Asetil CoA'nın geri dönüşümsüz olarak Malonil CoA'ya karboksilasyonudur (114). Yağ asidi biyosentezi için enerji (NADPH, ATP), Mn, biyotin ve HCO₃⁻ gibi kofaktörler gerekmektedir. Asetil CoA ile başlayan bir dizi reaksiyon sonucu son ürün olarak

palmitik asit (C16:0) oluşmaktadır. Bu olay özellikle karaciğer ve meme bezinde meydana gelmekle birlikte böbrek, beyin, akciğer ve yağ dokusu dahil birçok dokuda da oluşabilmektedir (92, 142, 161).

Palmitik asitin (C16:0) karbon zinciri, mitokondri ve endoplazmik retikulumda bulunan farklı enzimatik reaksiyonlarla uzatılabilir (elongasyon) veya desature edilebilir (Şekil 3). *Delta 9 desaturaz* (*steroil CoA desaturaz*, $\Delta 9$) enzimi ile palmitik asitten (C16:0) palmitoleik asit (C16:1 ω 7) ve stearik asitten (C18:0) oleik asit (C18:1 ω 9) meydana gelmektedir (92, 149, 161, 162). Bitkilerde $\Delta 12$ *desaturaz* ve $\Delta 15$ *desaturaz* enzimleri ile omega 3 ve 6 olarak bilinen doymamış yağ asitleri sentezinin substratlarını da oluşturan linoleik asit (C18:2 ω 6) ve linolenik asit (C18:3 ω 3) sentezlenmektedir. İnsan ve karada yaşayan hayvanlarda $\Delta 12$ *desaturaz* ve $\Delta 15$ *desaturaz* enzimleri bulunmadığı için linoleik ve linolenik asitler esansiyeldir ve vücuda dışarıdan alınmaları gerekmektedir (92, 148, 161, 162, 203). Organizmada bulunan $\Delta 5$ ve $\Delta 6$ *desaturaz* ile elongasyon enzimleri yardımıyla diğer yağ asitleri sentezlenebilmektedir (114, 161).

Linoleik asit (C18:2 ω 6) substrat olarak kullanılarak; $\Delta 6$, $\Delta 5$ *desaturaz* ve elongasyon enzimleri ile gamma linolenik asit (GLA, C18:3 ω 6), dihomogammalinolenik asit (DGLA, C20:3 ω 6), araşidonik asit (AA, C20:4 ω 6) ve diğer omega 6 ailesi yağ asitleri sentezlenebilir. Aynı enzimlerle linolenik asitin (C18:3 ω 3) substrat olarak kullanılması ile eikosapentaenoik asit (EPA, C20:5 ω 3), dokosapentaenoik asit (C22:5 ω 3) ve omega 3 ailesi yağ asitleri meydana gelir.

Nisinik asitin (C24:6 ω 3) β -oksidasyonu ile dokosaheksaenoik asit (DHA, C22:6 ω 3), tetrakosapentaenoik asitin β -oksidasyonu ile de dokosapentaenoik asit (C22:5 ω 6) son metabolitler olarak açığa çıkmaktadır (92, 161, 162, 221).



Şekil 3: Doymamış yağ asitlerinin biyosentezi (114, 142, 161, 226).

3. 1. 4. Hayvan Beslemede Yağlar ve Yağ Asitleri

Yağlar, hayvan beslemede başlıca enerji ve esansiyel yağ asitleri kaynağı olarak kullanılır ve karbonhidratlardan 2.25 kat daha fazla enerji sağlamalarının (65) yanında, A, D, E ve K vitaminlerinin emilimini sağladıkları için büyük önem taşırlar (65, 66, 208, 235). Yağlar sindirim sırasında ekstrakalorik ve ekstrametabolik etkileriyle sağladıkları enerji düzeyi 2 katına çıkmaktadır. Hayvan beslemede yağ kaynağı olarak bitkisel kaynaklı (mısır, ayçiçeği, soya vb.) ve hayvansal kaynaklı (iç yağı, tavuk yağı, balık yağı vb.) yağlar kullanılabilmektedir (208, 235).

Yağların, hayvanlarda laksatif etki göstermesi, laktasyon periyodunu uzatması ve süt verimini artırmasının yanı sıra kanatlılarda sıcaklık stresini azaltması, yumurta ağırlığını artırması gibi pek çok olumlu etkisi de vardır. Yem teknolojisi açısından yağların; yemin tozumasını önlemesi, pelet yem üretiminde birleştirici madde olması, yemin lezzetini arttırması, yapısını ve rengini iyileştirmesi, katkı maddelerinin homojen karışmasını sağlaması, makine aksamının daha rahat çalışması gibi birçok yararı vardır (65, 208).

Yağ asitleri, hayvanların büyüme ve gelişmesinde yapı taşı olarak görev yapmaktadır. Özellikle esansiyel yağ asitleri verim artışında ve sağlığın korunmasında önemli etkilere sahiptir. Rasyonların yağ bileşimi değiştirilerek hayvansal ürünlerin yağ asidi kompozisyonu değiştirilebilmektedir. Sağlık üzerine olumlu etkileri bilinen yağ asitlerince zenginleştirilen et, süt ve yumurta gibi hayvansal kaynaklı gıdalar insanların tüketimine sunulabilir (227, 235). Hayvansal ürünlerin özellikle omega 3 ve 6 yağ asitlerince zenginleştirilmesi ve

kalitesinin artırılması için rasyonlara balık, keten tohumu, zeytin, kanola, ayçiçeği ve soya yağlarının ilave edilmesi gibi çeşitli modifikasyonlar yapılmaktadır (34, 53, 54, 227, 235). Özellikle ruminantlardan elde edilen ürünlerde konjuge linoleik asit miktarı artırılmaya çalışılırken, kanatlılar ve domuzlarda omega 3 yağ asidi oranının artırılmasına yönelik çalışmalar dikkat çekmektedir (227, 235).

Hayvan rasyonlarına yağ katkısının metan gazı çıkışını azalttığını (91) ve böylece çevreye olumlu etki sağlayabileceğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (235).

3. 1. 5. Kanatlı Hayvanların Beslenmesinde Yağlar ve Yağ Asitleri

Yağlar özellikle et üretimi için yetiştirilen kanatlılarda da enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır (148). Kanatlılarda, yoğun bir enerji kaynağı olmalarının yanı sıra esansiyel yağ asidi kaynağı olmaları, yağda eriyen vitaminlerin stabilitesini artırmaları, yemde tozlanmayı önlemeleri, yemden yararlanmayı olumlu etkilemeleri, metabolizma sırasında daha az ısı artışı meydana getirmeleri gibi olumlu etkileri de vardır (65, 66). Bitkisel kökenli yağlar, hayvansal kökenli yağlar, bitkisel ve hayvansal kökenli yağların karışımları ve artık yağlar kanatlı beslemede kullanılmaktadır (65, 148, 156).

Kanatlı rasyonlarının yağ bileşimi değiştirilerek yumurta ve etin yağ asidi kompozisyonu değiştirilebilmektedir (34, 235). Rasyonlara balık yağı ve bitkisel yağlar katılarak; kanatlı etlerinin PUFA miktarının artırılabilceği bildirilmiştir (27, 53, 54, 123–125).

Kanatlı eti ve yumurtasının yağ asidi bileşimi rasyon içerisindeki yağ kaynağını yansıtır. Hayvanlar, iç yağı katılan rasyonlarla beslendiğinde doymuş yağ asitlerince zengin et ve yumurta elde edildiği bildirilmiştir (29, 34, 54, 188). Rasyona kolza yağı (29, 124), ayçiçeği yağı (29, 55, 57) veya soya yağı (124, 188) katılması ürünlerde linoleik asit düzeyini (34), keten tohumu yağının katılması da et ve yumurtada linolenik asit düzeyini arttırabilir (56, 57, 73, 124).

Bununla birlikte, etlik piliçlerde rasyona ilave edilen aynı miktardaki yağlardan PUFA düzeyi yüksek olanların, doymuş yağlarca zengin hayvansal yağlara oranla daha az vücut yağının depolanmasına neden olduğu görülmüştür (56, 241).

Çoklu doymamış yağ asitlerince zengin et ve yumurta gibi sağlıklı gıdalar tüketiciler tarafından öncelikli olarak tercih edilmektedir (34). Özellikle kalp ve dolaşım, yangısal hastalıklar, davranış bozuklukları ile zihinsel bozukluklar üzerine olan yararlı etkileri bu ürünlerin tercih edilmesinde önemli etmenlerdir (34, 50, 77, 168). Kanatlılar, linolenik asitten sağlığa yararlı olan EPA ve DHA gibi uzun zincirli yağ asitlerini sentezleme yeteneğine sahiptirler. Bu nedenle, EPA ve DHA miktarı zengin kanatlı eti ve yumurtası üretmek için hayvanların yemlerine bu yağ asitlerinin ilave edilmesi gerekmektedir (34, 124). Bu amaçla, genellikle kanatlı yemlerine balık yağı katılmaktadır (124, 125, 188, 220).

Kanatlı etlerinin PUFA açısından zenginleştirilmesi sonucu özellikle omega 3 ailesi yağ asitleri (linolenik asit, eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit) oranının artırılması, bu besinlerin insan sağlığı üzerine olumlu etkiler göstermesini sağlayabilir (37, 231).

3. 2. Stres

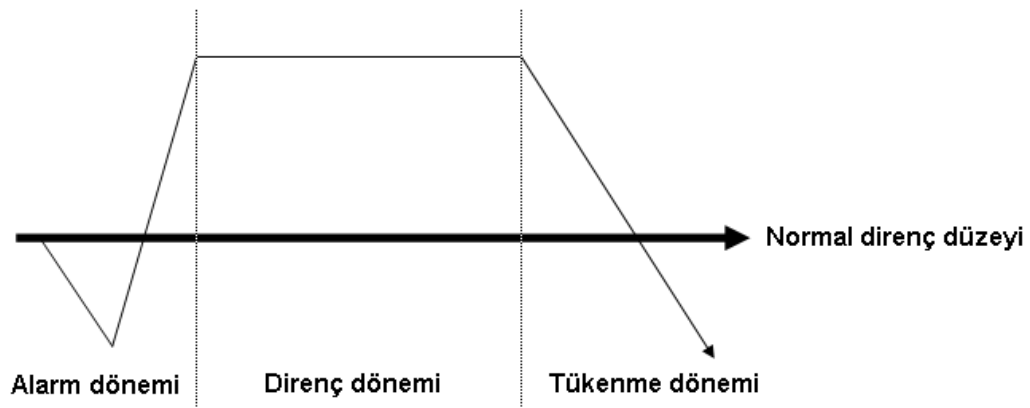
Stres, İngilizce kökenli bir kelime olup gerginlik ya da etkenlerin organizmada oluşturduğu bozuklukların tümü olarak tanımlanmaktadır (16). Stres terimini tanımlayan ve bu konuda otorite olarak kabul edilen Hans Selye, stresi “organizmanın her türlü değişime karşı spesifik olmayan cevabı” olarak tanımlamıştır (15, 65). Stres, organizmanın savunma reaksiyonları ile strese neden olan etmenler (stresör) arasındaki karşılıklı etkileşim olarak da ifade edilmektedir (153, 192, 193). Stres, eksternal (besinsel, iklimsel, sosyal vb.) veya internal (parazitler, hastalıklar vb.) nedenlerden kaynaklanabilir (65, 191). Stres, organizmada iyi etkilerin (eustress) oluşmasına neden olabildiği gibi, adaptasyon sağlanamayan, zararlı etkilere de (distres) yol açabilir (15, 65).

3. 2. 1. Strese Neden Olan Faktörler (Stresörler)

Strese neden olan faktörler, stresör olarak tanımlanmaktadır. Genel olarak canlılarda çevresel, toplumsal, psikolojik, fizyolojik ve patolojik nedenlerle stres gözlenebilmektedir. Hayvanlarda stres oluşturabilecek faktörler arasında; soğuk, sıcak, hava akımı, yetersiz havalandırma, ışık, karanlık, gürültü, heyecan, yorgunluk, barındırma yoğunluğu, diğer hayvanlarla beraber barındırma, yem değişikliği, vitamin ve mineral eksikliği, dengesiz beslenme, transport, gebelik, doğum, laktasyon, yaşamsal ihtiyaçların artması, yüksek verim, bakteri, virüs, iç-dış parazitler, cerrahi girişimler, aşılama, yaralanmalar ve yetiştiricilik yöntemleri sıralanabilir (15, 32, 65). Canlının normal yaşam ve verim düzeyine etki eden tüm değişikliklerin stres nedeni olabildiği bildirilmektedir (65).

3. 2. 2. Stresin Mekanizması

Organizma, herhangi bir stresöre maruz kaldığında meydana gelen strese karşı bir yanıt oluşturur. Bu yanıt; genel adaptasyon sendromu (GAS) veya biyolojik stres sendromu olarak tanımlanmaktadır (191, 222). Her stresör kendine özgü bir etki meydana getirir. GAS, alarm dönemi, direnç dönemi, bitkinlik veya tükenme dönemi olmak üzere üç aşamada incelenebilir (Şekil 4).



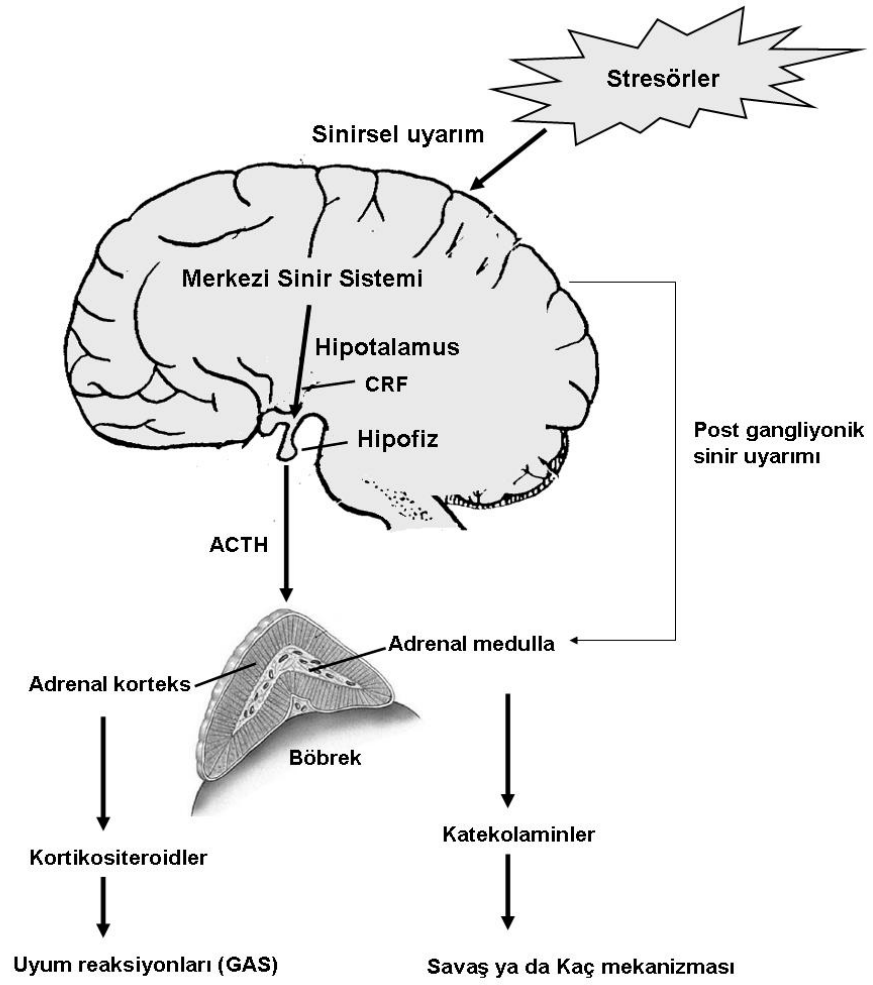
Şekil 4: Genel adaptasyon sendromunun (GAS) aşamaları.

Organizma bir stresörle karşılaştığında, sinirsel uyarı ile alarm dönemi olarak adlandırılan safhada sinirsel-hormonal olaylar başlatılır. Alarm safhasında merkezi sinir sistemi ile adrenal medulla önemli rol oynar. Post gangliyonik sempatik sinir sistemi ile adrenal medulladan katekolaminlerin salgılanması uyarılır. Katekolaminler kan glikoz düzeyini, periferal vazomotor aktivitesini, kas tonusunu, solunum hızını ve sinirsel duyarlılığı artırır (15, 70, 191, 192, 222). Böylece, akut stresörlere karşı organizmanın dengesi yeniden kurulmaya çalışılır (191). Bu durum uyum sağlanıncaya ya da vücut rezervleri tükeninceye kadar devam eder. Stresöre karşı uyumun yeterli düzeye gelmesi için belirli bir süreye ihtiyaç duyulduğundan çevredeki stresörlerle karşılaşıldığında vücuttaki ilk cevap,

uyum yerine stresörle savaşmak şeklinde olmaktadır. Bu durum “savaş ya da kaç” mekanizması olarak tanımlanmaktadır (Şekil 5). Bu cevap adrenal medulladan adrenalin veya noradrenalinin ani salınımı ile düzenlenmekte ve enerji üretiminde artma ile sonuçlanmaktadır. Alarm dönemini, organizma direncinin normalin üzerinde olduğu direnç dönemi izler. Organizma dengeye kavuştuğunda ise uyum enerjisi biter (15, 70, 192, 222). Bu aşamayı bitkinlik ve tükenme dönemi takip eder (Şekil 4).

Kronik bir stresör ile karşılaşıldığında kortikotropin salıverici faktör (corticotropin releasing factor, CRF) hipofiz bezini uyararak adrenokortikotropik hormon (ACTH) salgılanmasını sağlar. ACTH adrenal bezleri uyararak adrenal korteksten kortikosteroidlerin, adrenal medulladan ise katekolaminlerin salgılanmasını düzenler. Glikojen yıkımı ve glikoneogenez ile kan glikoz miktarları yükselir (145, 191, 207). Oksijen ihtiyacını karşılamak için solunum, eritrosit ile kalp atımı sayısının artması ve aynı zamanda kan basıncının yükselmesiyle organizmanın dengesi yeniden kurulmaya çalışılır (191).

Akut stresörlere karşı kortizol salınımı vücut depolarını yıkımlayarak dengeyi tekrar kurmaya çalışırken, uzun süreli artan kortizol, immun sistem ve büyüme üzerine olumsuz etkiler gösterebilmektedir (15, 70).

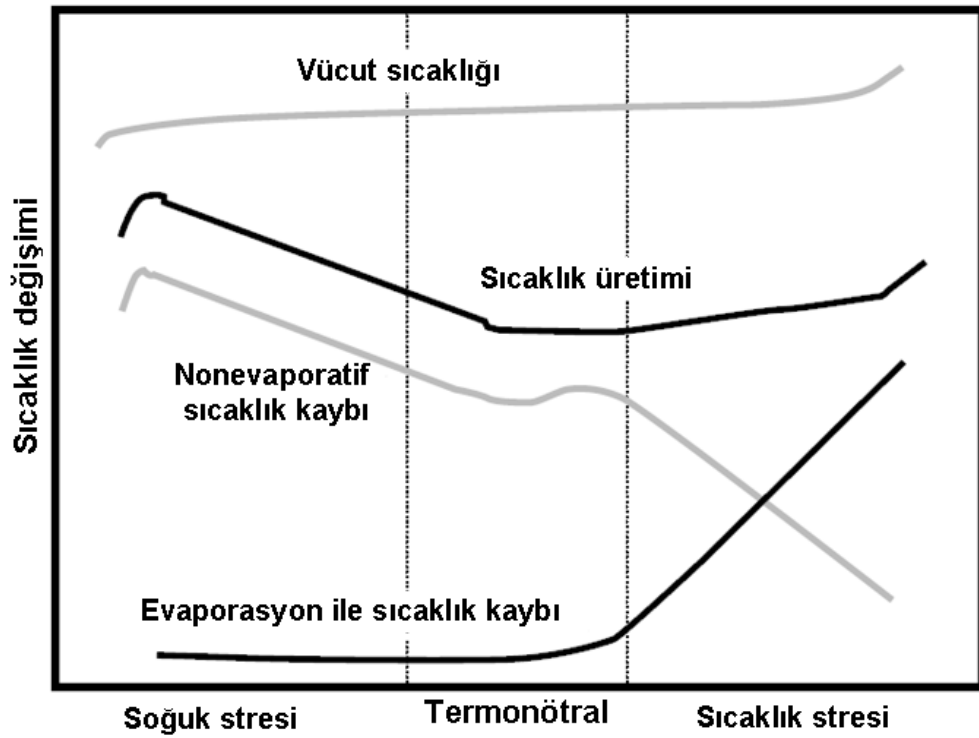


Şekil 5: Stresin mekanizması.

3. 2. 3. Kanatlılarda Sıcaklık Stresi

Kanatlılar, vücut sıcaklıklarını sabit tutan (sıcakkanlı, homeotermik) hayvanlardır (65, 68, 175). Çevre sıcaklıkları farklı derecelerde olmasına rağmen, tavuklar vücut sıcaklıklarını 40.6–41.7 °C arasında muhafaza ederken metabolizma hızı daha yüksek olan bıldırcınlar için bu değer ortalama 42.2 °C düzeyindedir (234).

Hayvanların, verim ve fizyolojik faaliyetlerini en az enerji ile yerine getirebildiği çevre sıcaklık aralığı “Termonötral kuşak” olarak tanımlanmaktadır (68, 175). Kanatlılar için termonötral kuşak 18–22 °C arası olarak tanımlanmaktadır (65, 175). Çevre sıcaklığı termonötral sınırları aştığında, canlılarda vücut sıcaklığı ile vücuttan atılan ısı arasındaki denge bozularak sıcaklık stresi oluşmaktadır (68). Kanatlılar, çevre sıcaklığının yükselmesi karşısında termoregülasyon için vücut sıcaklıklarını çeşitli metabolizmalarla sabit tutmaya çalışırlar (Şekil 6).

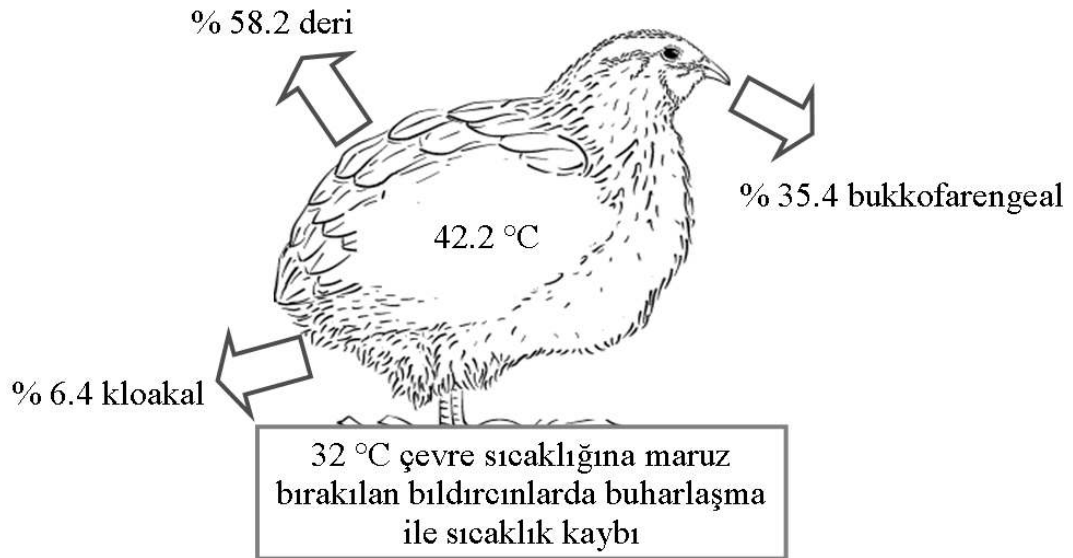


Şekil 6: Kanatlılarda çevre sıcaklığının vücut sıcaklığı üzerine etkileri (175).

Yüksek çevre sıcaklığı kanatlılarda davranışsal değişimlere neden olmaktadır. Hayvanlar birbirlerinden uzaklaşmakta, sosyal davranışları

azaltmakta, kanatlar açılıp çırpılarak hava dolaşımı sağlanmaya çalışılmakta, yürüme ve ayakta durma hareketleri kısıtlanmaktadır. Vücudun termoregülasyonunu sağlamak için sıcaklık kaybetmeye çalışırlar. Solunum hızı artmakta ve buna bağlı olarak kan pH'sı yükselmektedir. Kan pH'sının yükselmesine bağlı olarak solunum alkalozu gelişmekte ve ölüm meydana gelebilmektedir (68, 242).

Sıcaklığın artışı ile hayvanlar su tüketimini artırır ve evaporasyon (buharlaşma) aracılığıyla vücut sıcaklığını düşürmeye çalışırlar (68). Kanatlı türlerinde ter bezleri bulunmadığından termoregülasyonu evaporasyon yoluyla gerçekleştirirler (85) Bildircınlar vücut sıcaklıklarını dengeleyebilmek için kloakal, bukkofarengeal ve deri yoluyla sıcaklık kaybetmeye çalışırlar (Şekil 7).



Şekil 7: Bildircınlarda vücut ısısının buharlaşma yoluyla düzenlenmesi (85).

Kanatlılarda sıcaklık stresinin; büyüme hızı, yemden yararlanma oranı ve canlı ağırlık artışı gibi verim özelliklerini etkileyerek hayvanın performansı, verimi ve ürün kalitesi üzerine olumsuz etkilerinin olduğu bildirilmektedir (68, 172, 175). Sıcaklık stresine maruz kalan kanatlılarda ölüm oranının arttığı, antioksidan enzim aktivitesinin azaldığı, immun sistemin baskılandığı ve stres sonucu ısı şok protein (Heat shock protein, Hsp) ekspresyonlarının arttığı rapor edilmiştir (173, 180). Sıcaklık stresinin, *in vivo* antioksidan savunma sistemini zayıflattığı, serum antioksidan vitamin ve mineral seviyelerini düşürdüğü ve oksidatif strese neden olduğu bilinmektedir (154, 155, 171, 172, 176).

Çevre sıcaklığının, ciddi ekonomik kayıplara neden olmasından dolayı kanatlılarda sıcaklık stresine karşı uygulanabilecek yöntemler araştırılmaktadır. Kümeslerde havalandırma ve soğutma sistemlerinin geliştirilmesi, aynı alanda daha az hayvan barındırılması, sıcaklığa dayanıklı ırkların oluşturulması gibi yüksek maliyetli uygulamaların yanında hayvanların geçici sürelerle aç bırakılması, yemleme saatlerinin düzenlenmesi ile rasyonun bileşiminin değiştirilmesi, antioksidan vitamin, mineral ve biyoaktif bileşiklerin kullanılması gibi uygulamalar giderek artmaktadır (175, 242).

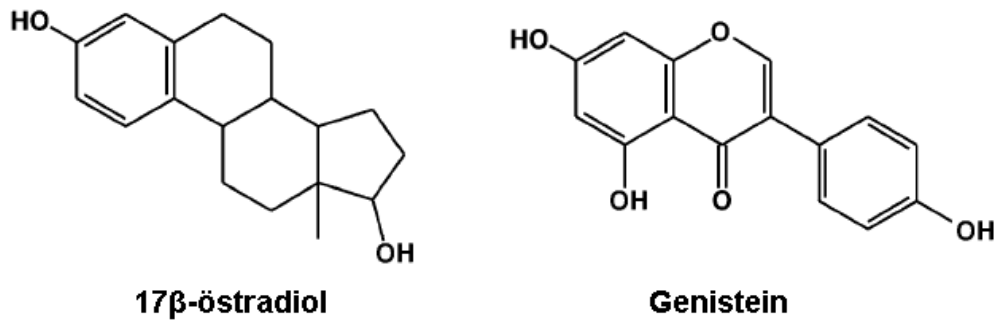
3. 3. Genistein

3. 3. 1. Tanım ve Genel Özellikler

İzoflavonlar biyolojik etkileri nedeniyle son yıllarda dikkat çekmektedirler. Genistein, daidzein ve glisitein izoflavonlar içinde en çok bilinen

bileşikler olarak sıralanabilir. Bunların içinde genistein, en kolay sentezlenebilen ve en güçlü aktiviteye sahip olan izoflavondur (36, 40, 61, 141).

Genistein bitkisel kaynaklı, difenolik bir molekül olup yapı ve fonksiyon olarak 17 β -östradiole benzerlik göstermektedir (Şekil 8). Kimyasal yapısına bakıldığında, formülü " $C_{15}H_{10}O_5$ ", olan genistein, (4',5,7- trihidroksi izoflavon) 240.24 g/mol molekül ağırlığına sahiptir (24, 61, 133).



Şekil 8: Genistein ve 17 β -östradiolün kimyasal yapısı (61).

Genistein başta soya fasulyesi olmak üzere baklagillerde bulunan antimikrobiyal maddelerin biyosentezinde öncü bir bileşiktir ve sağlığa yararlı birçok etkisi vardır (21, 36, 61, 141). Hem östrojenik hem de antiöstrojenik etki gösterebilmektedir (24, 52, 87). Kuvvetli antioksidan özelliğinin yanı sıra, kanserin oluşumunda rol alan serbest radikalleri direkt olarak yakalayabilmekte ve antioksidan enzimlerin aktivitelerini de artırabilmektedir (25, 37, 61, 62, 211). Oksidatif DNA hasarını inhibe edebilen en önemli ajanlardan biri olan genisteinin (76), farklı kanser türlerine karşı anti kanserojen etkinlik gösterebildiği, kalp-damar ve kemik sağlığının korunması gibi birçok yararlı etkilerinin olduğu bildirilmektedir (25, 47, 49, 61, 96, 155, 240).

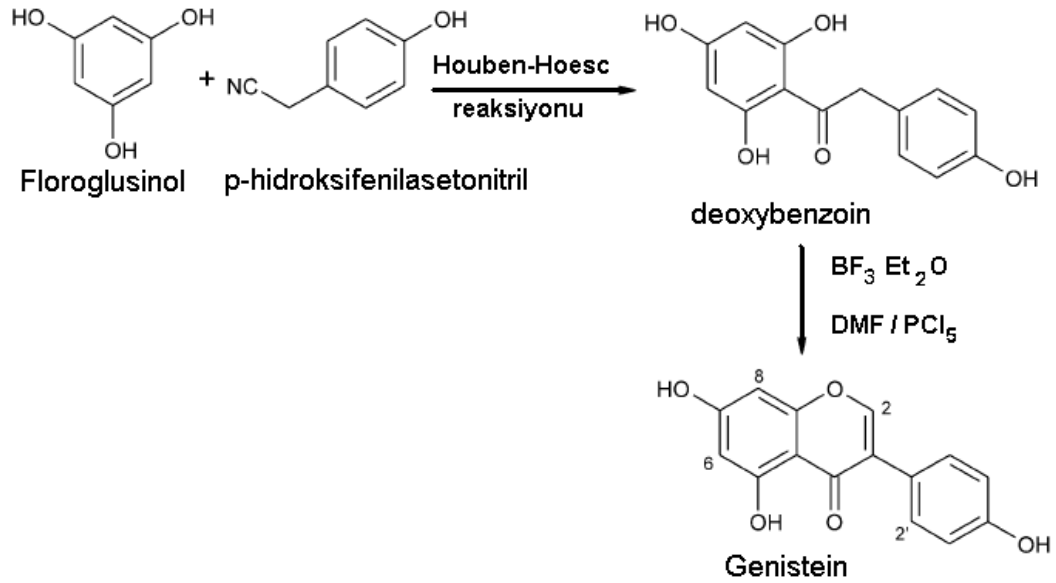
3. 3. 2. Kaynakları

İzoflavonlar çoğunlukla *Leguminosae* ailesinde bulunurlar ve sınırlı bir dağılım gösterirler. İzoflavonların bilinen en iyi kaynağı *Leguminosae* ailesine ait bitkilerden kuru baklagiller (bezelye, fasulye, nohut, mercimek vb.) ve özellikle de soya fasulyesidir. Ancak *Graminae*, *Rosaceae* (*Prunus sp.*), *Iridaceae* (*Iris sp*) ve *Solanaceae* (*Nicotiniana tabacum*) türlerinde de görülmektedir (36, 115). Genistein ilk olarak, Perkin ve Newbury tarafından Boyacı Katır Tırnağı (*Genista tinctoria*) bitkisinden izole edilmiştir (159). Bugün en çok kullanılan genistein kaynakları soya fasulyesinin işlenmesi ile elde edilen çeşitli ürünler olup, bunların başında soya unu, soya protein izolatları, tofu, soya sütü, soya yoğurdu ve soya şehriyesi gelir. Soya ürünleri dışındaki kaynaklar diğer kuru baklagiller, tahıl ürünleri, simisifuga (yılan otu) ve kırmızı yonca otlarıdır (36, 39, 40, 115). Çalışmalar kuş üzümü ve kıvılcık gibi küçük taneli meyvelerin de genistein içerdiğini göstermektedir (115). Soya ve ürünlerinin izoflavon içeriği yüksek olmasına rağmen soya fasulyesinden elde edilen soya yağı ve sosunun eser miktarda genistein içerdiği bildirilmektedir (10, 36, 115). Farklı bölgelerde yetiştirilen soya fasulyelerinin genistein ve toplam izoflavon içerikleri birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılığın işleme sürecine bağlı olarak artması nedeniyle, ürünlerin etken madde yönünden standardizasyonunda zorluklar yaşanmaktadır (36).

3. 3. 3. Kimyasal Sentezi

Genistein, doğada aglikon, glikozit, malonil glikozit ve asetil glikozit olmak üzere dört temel yapıda bulunur (36, 196). Bu temel yapıların birbirine dönüşümleri kolay olduğundan sentetik olarak üretilmeleri hedeflenmektedir. Deoksibenzoin (2-hydroxyphenyl benzyl ketone) ve kalkon (chalcone) yolu olmak üzere genistein sentezinde başlıca iki yöntem kullanılmaktadır (61, 159).

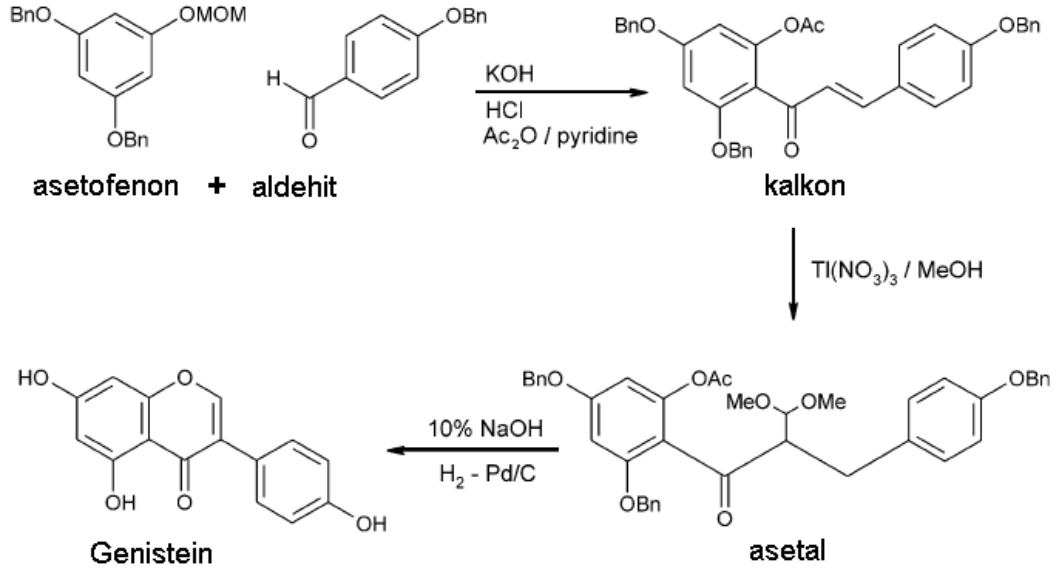
Deoksibenzoin yolu ile sentez, temelde birinci karbon ünitesinin aktif hale getirilmesiyle 2-hidroksifenilbenzilketonun yoğunlaştırılması esasına dayanır (Şekil 9). Bu yöntem rutin bir şekilde kullanılmaktadır. Deoksibenzoin yolu ile sentezde % 90 oranında genistein elde edilebilir (61).



Şekil 9: Deoksibenzoin yoluyla genistein sentezi (61).

Genistein sentezi için kullanılan diğer bir metot ise, kalkon yoluyla sentez işlemidir. Kalkon, kolay bulunabilen aromatik aldehit ve asetofenonların

yoğunlaştırılması ile elde edilebilir. Kalkon yolu ile genistein sentezi Şekil 10'da verilmektedir (61).

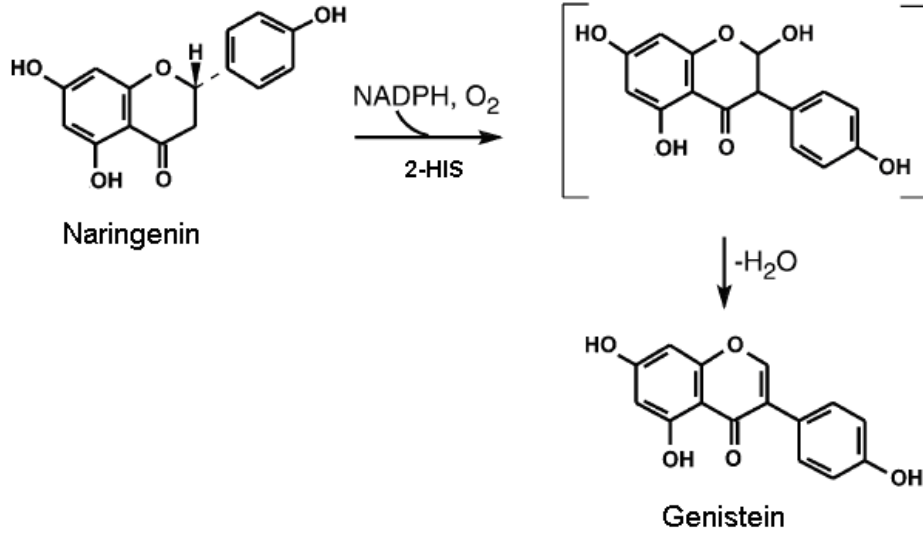


Şekil 10: Kalkon yoluyla genistein sentezi (61).

3. 3. 4. Biyosentezi

Genistein, bitkilerde flavon biyosentez basamaklarının bir bölümünde naringenin adı verilen ara bir flavondan köken alır (Şekil 11). Genistein oluşmasında mikrozomal sitokrom P450 (*2-hidroksi izoflavon sentetaz*, 2-HIS) enzimi katalizör görevi yapar. Bu enzim bazı flavonların sentezinde görev almaz ve değişken bir bileşik olduğundan genistein elde etmek için su (H₂O) molekülünün uzaklaştırılması gerekir. Bu uzaklaştırma reaksiyonu; organizma içinde (*in vivo*) enzime ihtiyaç duymasına rağmen organizma dışında (*in vitro*) enzim olmaksızın meydana gelebilir (61). İzoflavonların sağlık üzerine olumlu

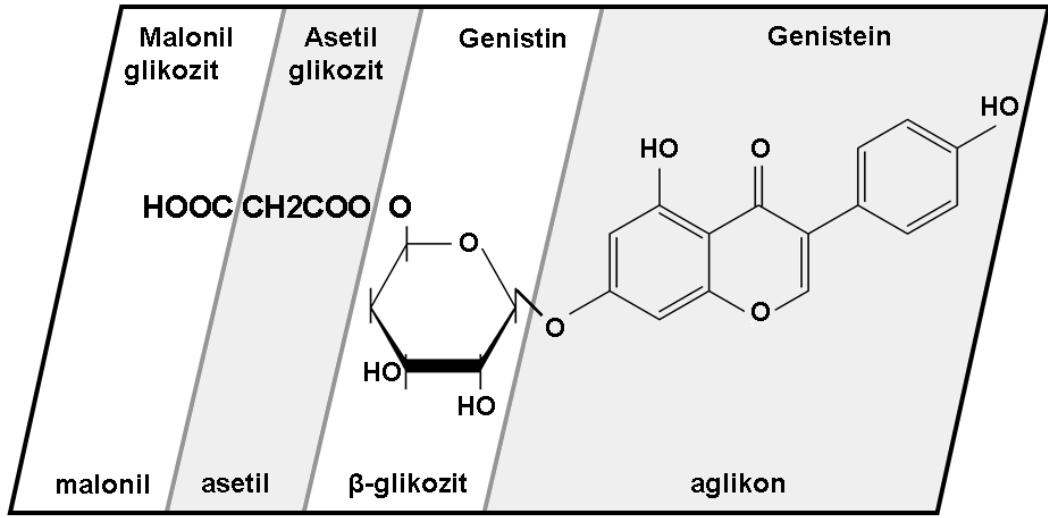
etkileri nedeniyle soya fasulyesi dışındaki bitkilere genetik manipölasyonlarla izoflavon sentez yeteneğinin aktarılması düşünölmektedir (93, 121, 198).



Şekil 11: Genisteinin biyosentezi (61).

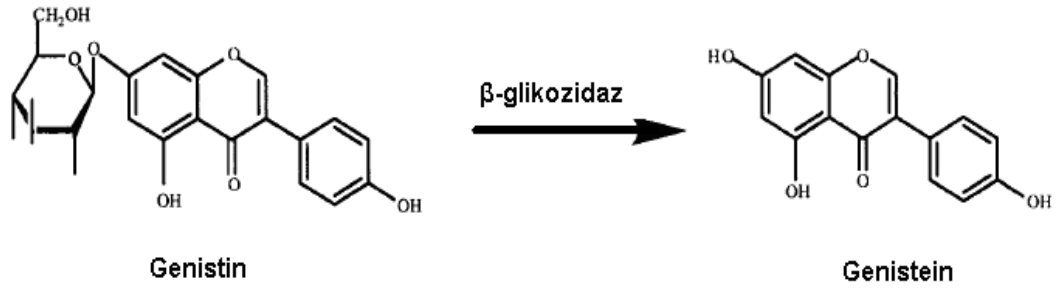
3. 3. 5. Biyoyararlılığı

Aglikon, glikozit, malonil glikozit veya asetil glikozit yapılarında bulunabilen genistein (Şekil 12), bitkilerde şekerlerle konjuge (glikozit form) bir yapıdadır. Rasyondaki genisteinin biyoyararlılığı, serbest ve konjuge formlarının oranına, glikozitlerin bağırsak bakterileri ya da bağırsak duvarı enzimleri tarafından hidrolizine, karaciğerde tutulma ve atılım oranlarına bağılıdır (36, 40, 61, 158, 196).



Şekil 12: Genisteinin aglikon ve glikozit formları (196).

Aglikon formdaki genisteinin biyoyararlanımının glikozit formlara göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (89, 206). Buna karşın aglikon ve glikozit form arasında biyoyararlanım açısından fark olmadığını ya da glikozit formun daha iyi olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (8, 108). Soya izoflavonlarının glikozit formlarının bağırsak mikroflorasında bulunan mikroorganizmaların *β-glukozidaz* enzimleri ile aglikon forma dönüştürüldüğü ve böylece bağırsak epitellerinden emildiği bildirilmektedir (58, 236). Genisteinin aglikon formları, glikozit formlara göre daha düşük molekül ağırlığında ve hidrofobik oldukları için epitellerden daha hızlı ve yüksek miktarlarda absorbe edilirler (151, 158, 205, 206). Aglikon formun daha yüksek biyoyararlanım ve antioksidan etkiye sahip olmasından dolayı ürünlerdeki glikozit formlar, aglikon formlara dönüştürülerek genistein miktarı artırılabilir (8, 74, 158). Glikozit formda olan genistin, *β-glukozidaz* enzimi aracılığıyla genisteine dönüşümü Şekil 13’de gösterilmiştir.

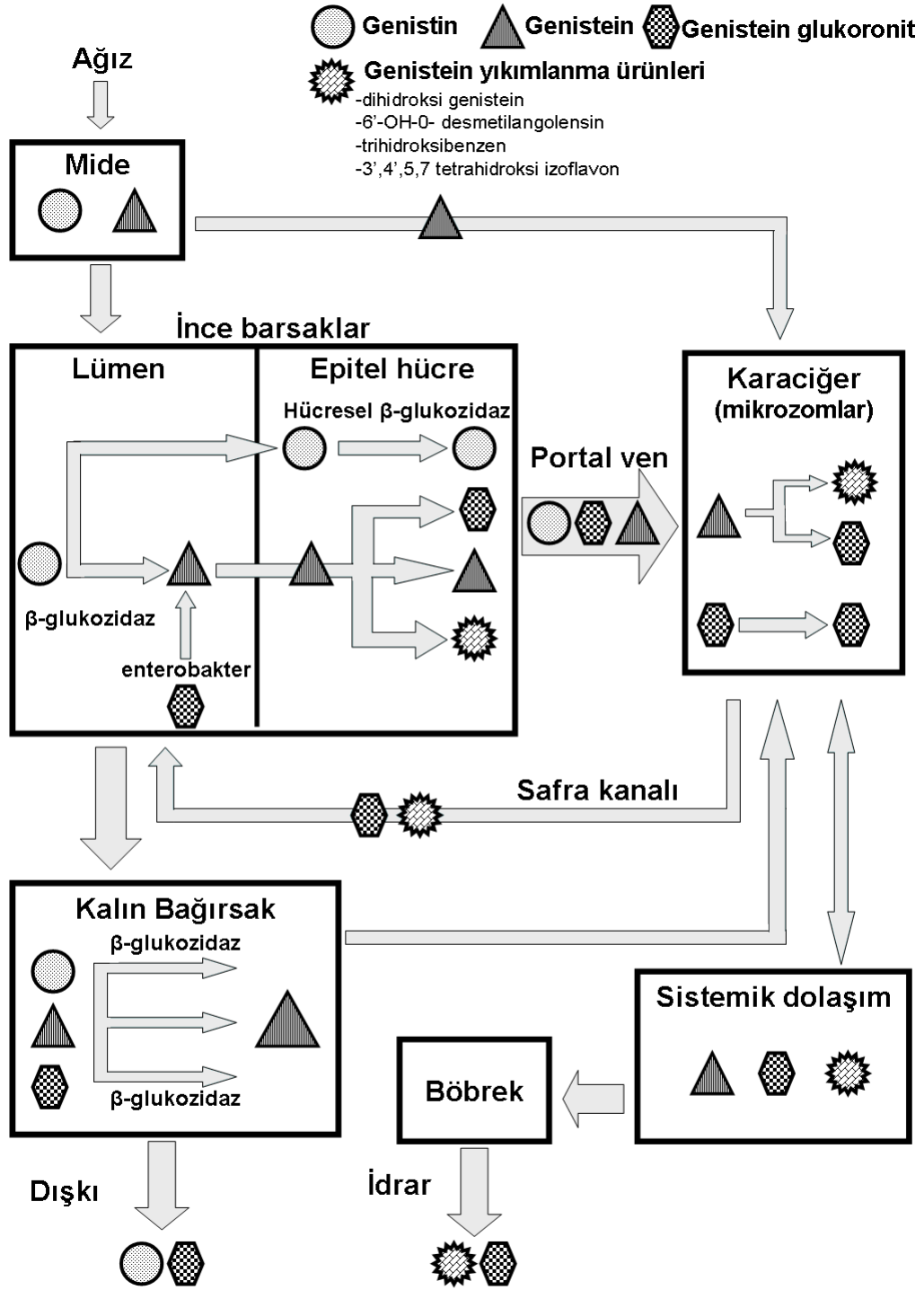


Şekil 13: Genistinin β -glukozidaz enzimi ile genisteine dönüşümü

Bağırsak mikroflorasının türlere göre değişkenlik göstermesi, glikozit formların aglikon forma dönüşüm oranını etkileyeceğinden genisteinin biyoyararlanımını da etkileyebilmektedir (95, 108).

Aglikon formdaki genistein, oral olarak alındıktan sonra, plazma seviyesi artmaya başlar. Glikozit formları ise önce bağırsaklarda aglikon forma dönüştürülür, ince bağırsaklardan emildikten sonra enterohepatik dolaşıma girerler. İnce bağırsakta dekonjuge olurlar, tekrar emilirler veya idrar ya da dışkı ile atılırlar (Şekil 14). Genistein tüketimine bağlı olarak serum ve idrardaki genistein miktarlarının arttığı bildirilmiştir (61, 196).

Genistein oral olarak alındıktan 2–7 saat sonra ince bağırsak ve sekumda yüksek oranda tespit edilirken uterus, ovaryum, vajina, testis, prostat gibi genital dokular ile karaciğer ve plazmada diğer periferik organlardan daha yüksek miktarlarda birikim gösterdiği bildirilmiştir (160).



Şekil 14: Ağız yoluyla alınan genisteinin metabolizması (108).

3. 3. 6. Genisteinin Biyolojik Etkileri

İzoflavonlarca zengin diyetle beslenen toplumlarda kalp-damar hastalıkları, hormona bağlı kanser türleri ve kronik birçok hastalık insidansının düşük olması, çalışmaları genistein üzerine yoğunlaştırmıştır (3, 132, 159, 199, 209). Kuvvetli bir antioksidan olan genisteinin, östrojenik ve anti östrojenik (24, 46, 61, 62, 87) etkilerinin yanında meme, prostat, bağırsak ve diğer bazı kanser türleri, postmenopozal semptomların hafifletilmesi, osteoporoz, diyabet ve birçok kronik durum üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar bulunmaktadır (45, 61, 62, 112, 167, 209, 219).

3. 3. 6. 1. Antioksidan Etkileri

Genisteinin, antioksidan etkisi birçok *in vitro* ve *in vivo* çalışmayla ortaya konmuştur (21, 61, 99, 157, 165, 216). Genisteinin soya izoflavonları içinde, en güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmektedir (18, 36, 61). Genistein antioksidan etkisini, doğrudan serbest radikalleri temizleyerek göstermektedir (99, 105, 166, 245). Genisteinin antioksidan özelliği, yapısında bulunan hidroksil radikalleri ile ilişkilidir (210). Genistein doğrudan serbest radikalleri temizlemenin yanında, antioksidan enzimleri aktive ederek ya da hidrojen peroksit oluşumunu inhibe ederek de antioksidan özellik gösterebilmektedir (37, 112, 157, 166). Genisteinin, hücresel düzeyde nükleer faktör E2 aracılı faktör 2 (Nrf2)–Keap1 sinyal yolağı ile antioksidan mekanizmaları uyardığı düşünülmektedir (201).

Genistein katkısının, lipit ve LDL oksidasyonuna karşı koruyucu etkisi olduğu belirtilmiştir (69, 96, 100).

Yapılan çalışmalar, genistein katkısının antioksidan özelliği ile oksidatif stresi azaltabildiğini göstermektedir (62, 69, 237). Şahin ve arkadaşları genisteinin antioksidan özelliklerinden yola çıkarak yaptıkları iki farklı çalışmada, genistein katkısı ile sıcaklık stresi altındaki bıldırcınların oksidatif stresin negatif etkilerine karşı korunabildiğini ortaya koymuşlardır (155, 179). Akdemir ve Sahin (5), bıldırcınlar üzerinde yürüttükleri bir çalışmada, rasyona katılan genisteinin, oksidasyonun bir göstergesi olan malondialdehit (MDA) düzeyini yumurta sarısında azalttığını rapor etmişlerdir.

3. 3. 6. 2. Antikarsinojenik Etkileri

Genistein içeren soya ürünlerince zengin diyetlerle beslenen Asya toplumlarında, meme ve prostat kanseri gibi hormona bağlı kanser türlerinin görülme sıklığının batılı ülkelere göre daha düşük olduğu epidemiyolojik çalışmalarla (2, 159, 209), genisteinin kanser riskini azalttığı ise deneysel ve klinik çalışmalarla ortaya konmuştur (61, 209). Genisteinin, anjiogenez ve hücre siklus ilerleyişinin inhibisyonunu da içeren potansiyel antikarsinojenik etkileri vardır (109, 110). Özellikle *DNA topoizomeraaz II*, *tirozin protein kinaz*, epitelyal büyüme faktörü gibi tümör oluşumunda önemli rol oynayan bazı yapıların etkinliklerini baskılayabildiklerini gösteren çalışmalardan sonra genisteinin potansiyel antikarsinojenik etkilerine odaklanılmıştır (152, 212, 238, 243). Bunun yanı sıra antioksidan ve antiproliferatif özelliklerinin varlığı da, kansere karşı

koruyucu rollerini desteklemektedir. Zira antiproliferatif özellikleri ile hücrelerin bölünerek çoğalmasını önledikleri gibi, antianjiogenetik etki ile de anjiogenezi baskılayarak tümör hücrelerinin metastaz yapmalarını azaltırlar (21, 61, 159, 209). Genistein kanser hücrelerinde apoptozisi de artırabilmektedir (159).

Çalışmalar genisteinin başta meme ve prostat olmak üzere hormona bağlı kanser türleri ile mide, mesane, kolon, rektum, karaciğer ve pankreas gibi diğer kanser türlerine karşı koruyucu olabileceğini göstermektedir (21, 22, 26, 75, 81, 239). Kan kanserine karşı koruyuculuğunu konu alan çalışmalar sınırlı sayıda olmakla birlikte, genistein lösemi hücrelerinin büyümesini, doza ve verilme süresine bağlı olarak azaltmaktadır (214, 244). Genisteinin antikanserojenik etkisini; östrojenik, antiöstrojenik, antiproliferatif, antianjiogenetik ve antioksidan özellikleri ile oluşturduğu düşünülmektedir (21, 109, 111, 186). Genisteinin, kanser oluşumunda etkili olan *topoizomeras* ve *protein kinaz* gibi enzimler üzerine baskılayıcı etkisi nedeniyle farklı kanser türlerinde de etkileri olabileceği düşünülmektedir (21, 61).

Spontan prostat kanseri oluşan transjenik farelerde doza bağlı olarak genisteinin adenokarsinom gelişimini önemli ölçüde azalttığı ortaya konulmuştur (135). Bıldırcınlarda rasyona genistein katkısının, yumurta kanalında oluşan spontan tümörler üzerine koruyucu etkisinin olduğu belirtilmektedir (169).

3. 3. 6. 3. Östrojenik ve Antiöstrojenik Etkileri

Genistein, östrojenik ve antiöstrojenik aktiviteye sahiptir (36, 61, 63). Bu özellik, temel olarak, endojen östrojen olan 17 β -östradiol yapısal ve işlevsel

benzerliği nedeniyle östrojen reseptörlerine kolay bağlanabilme yeteneğiyle açıklanmaktadır (36, 61, 132). Genisteine östrojenik özellik kazandıran yapı fenolik halkada yer alan, 4'- ve 7- hidroksil gruplarıdır (61, 159). Bu özellik östrojen reseptörlerine ve cinsiyet hormon reseptörlerine bağlanma yeteneği kazandırır. Genistein reseptörlere bağlanmak için östrojenle yarışır, böylece hedef hücrelere hormon gibi bağlanarak östrojen ve androjen benzeri etki gösterebilir (61). Genistein aktivitelerinin ortamın endojen östrojen düzeyi ile ilişkili olabileceği; östrojen seviyesi yüksek olduğunda reseptörlere bağlanmak için yarışarak antiöstrojenik etki gösterirken, düşük östrojen varlığında östrojenik etki gösterebilmektedir (61, 132). Genisteinin organizmada farklı yapıdaki α - ve β - östrojen reseptörlerine bağlanabilmektedir (24, 51, 61, 132). Genel olarak, β - östrojen reseptörlerine α -östrojen reseptörlerinden daha güçlü bağlandığı ve bu bağlanma yeteneğinin de 7-30 kat fazla olduğu belirtilmiştir (24, 132, 139).

Genisteinin östrojenik ve antiöstrojenik özelliklerinin açıklanmasında, steroid metabolizmasını etkileyen enzimler üzerindeki etkilerinin de önemli olabileceği ileri sürölmüştür. Genisteinin, plasenta ve ovaryumlarda östronun östradiole çevrilmesinden sorumlu olan *17 β -östradiol oksidoredüktaz* aktivitesini baskıladığı belirtilmektedir (51).

3. 3. 6. 4. Kalp Damar Hastalıkları Üzerine Etkileri

Epidemiyolojik çalışmalar, soy izoflavon tüketimi ile kalp hastalıkları insidensinin düşük oluşu arasında bağlantı olduğunu göstermektedir (61, 127). İzoflavonların lipit profilini düzenleyici, LDL oksidasyonunu önleyici, endotel

fonksiyonları geliştirici etkileri ile kalp-damar hastalıklarına karşı koruyucu etkisi bulunmaktadır (127, 132). Amerika Gıda ve İlaç Örgütü (FDA) doymuş yağ ve kolesterol yönünden sınırlandırılmış diyetle birlikte, genistein düzeyi yüksek olan soya tüketiminin kalp hastalığı riskini azaltabileceğini öngörmektedir (49, 127).

Kalp-damar hastalıkları için önemli bir risk etkeni olan damar elastikiyetinin endojen östrojen düzeyi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Östrojen, düz kas hücreleri ve damar endoteli üzerinden arter elastikiyetini etkileyebilmektedir (119). Genistein, *endotelial nitric oksit sentetaz* (eNOS) aktivitesini ve damar sağlığının korunmasında rol oynayan nitrik oksit (NO) seviyesini artırabilmektedir (201, 204, 127, 225). Kalp damar sağlığı üzerine genisteinin, antihipertansif ve renal etkilerinin de etkili olduğu düşünülmektedir (130).

Genisteinin, kalp damar sağlığı üzerine koruyucu etkinliği damar genişlemesi, NO sentezi, eNOS aktivitesi üzerine olan östrojenik etkilerinin yanında LDL oksidasyonunu azaltıcı, Nrf2 aracılı antioksidan sistemleri uyarıcı ve antioksidan enzimleri aktive edici gibi antioksidan özellikleriyle açıklanmaktadır (61, 127, 130, 228, 230).

3. 3. 6. 5. Kemik Metabolizması Üzerine Etkileri

Kemiklerde bulunan osteoblast, osteoklast ve osteosit gibi hücrelerde hem α -östrojen reseptörleri hem de β -östrojen reseptörleri bulunmaktadır. Genistein östrojen yokluğunda, β -östrojen reseptörlerine bağlanarak kemik hücreleri üzerine anabolizan etkiler oluşturabilmektedir (215). Genistein, osteoblastlardan köken

alan hücrelerde IL-6 üretimini baskılar ve osteoklast üretimini azaltan bir protein olan osteoprotegerin üretimini artırır (31, 45, 223). Osteoblastlarda *endotelial nitrik oksit sentetaz* (eNOS) enzimi etkisiyle kemik metabolizmasını düzenler (132, 215). Genistein, hayvanlarda osteoblast benzeri hücrelerin farklılaşması, çoğalması ve kollajen sentezini artırırken (47), osteoklastlardaki intraselüler kalsiyum konsantrasyonunu azaltır ve osteoklast aktivitesini düşürür (31, 72, 94). Genisteinin, insanlarda menopoz sonrası meydana gelen osteoporoza karşı koruyucu etki gösterdiği bildirilmektedir (35, 61, 128).

Yapılan çalışmalar, kemik kalitesi üzerine genisteinin yararlı etkileri olduğunu ortaya koymaktadır (80, 190, 195). Sahin ve arkadaşları (179) bıldırcınlarda, rasyona genistein katkısı ile kemik mineralizasyonunda artış olduğunu rapor etmişlerdir.

3. 3. 6. 6. Diğer Etkileri

Pek çok izoflavonun geniş spektrumlu antimikrobiyal aktivitesi ile bitkileri mikrobiyal hastalıklara karşı koruduğu bilinmektedir. Antimikrobiyal izoflavonlar fitoantisipinler ve fitoaleksinler olarak sınıflandırılabilir. Genisteinin fonksiyon olarak hem fitoantisipin hem de fitoaleksin özelliğinde olduğu (61) ve ayrıca bazı virüsler üzerine antiviral etkisinin bulunduğu da belirtilmektedir (9).

Genisteinin obezite ve diyabete karşı koruyucu etkisi vardır (61, 112, 143). Hiperglisemiyi orta düzeye indirebildiği, vücut ağırlığı, hiperlipidemi ve hiperinsülinemiyi düşürerek obezite ve diyabet üzerine yararlı etkisinin olabileceği bildirilmiştir (30).

Genisteinin, *tiroit peroksidaz* enzimini baskılayabildiği ve antitiroidal etkisi olduğu da rapor edilmiştir (63).

Genisteinin, sinir sistemi üzerine koruyucu ve beyin fonksiyonları ile hafıza ve öğrenme yeteneğine karşı pozitif etkilerinin (113, 118) yanı sıra insanlarda menopoz sonrası semptomların hafifletilmesinde de etkili olduğu ortaya konmuştur (39).

Genisteinin, immün sistem üzerine etkileri olduğu; antijen-spesifik immün yanıtı baskılayabildiği, T hücrelerinden sitokin üretimi ile normal öldürücü hücrelerin etkinliğini artırabildiği ve alerjik yangısal cevabı inhibe edebildiği bildirilmiştir (182).

3. 3. 7. Genisteinin Hayvansal Ürünlere Geçişi

Genistein gibi fitoöstrojenlerin, süt, et, yumurta, balık ve deniz ürünleri gibi hayvansal orjinli gıdalara geçişi ve bu ürünlerde birikim yapabildiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (5, 64, 107). Genisteinin ana kaynaklarından biri olan soya ve soya ürünleri hayvan beslemede, özellikle kanatlı hayvanların beslenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır (14).

Özellikle soya fasulyesinde bulunan izoflavonların en önemlilerinden biri olan genisteinin süte (107), kanatlı hayvanlarda ise yumurtaya geçebildiği ve özellikle yumurta sarısında biriktiği çalışmalarla gösterilmiştir (5, 116, 181). Balıklarda yapılan bir çalışmada rasyona katılan genisteinin doza bağlı olarak dokularda birikebildiği bildirilmiştir (64).

Sağlık üzerine olumlu birçok etkisi bulunan genisteinin hayvansal ürünlere geçişi, bu ürünlerin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilebileceğini düşündürmektedir (5).

3. 4. Lipit Peroksidasyon

Organizmada, serbest radikallerin oluşum oranı ile yok edilme oranı arasında bir denge vardır ve bu “oksidatif denge” olarak tanımlanmaktadır. Bu dengenin, radikallerin oluşumunda artış veya yok edilmesinde meydana gelebilecek bir azalma sonucu, serbest radikal lehine bozulmasıyla “oksidatif stres” olarak adlandırılan durum oluşmaktadır. Serbest radikal artışı ile antioksidan savunma mekanizmaları arasındaki dengesizlik doku hasarına yol açabilmektedir (82, 163, 217, 218). Serbest radikal artışı ile dokularda oluşan lipit peroksit ürünlerinin artışı; kalp-damar, akciğer ve karaciğer rahatsızlıkları ile kanser gibi kronik hastalıkların etiyolojisinde önemli bir yer işgal etmektedir (41, 67).

Lipit peroksidasyonu, hücre membranı ve yapısında bulunan doymamış yağ asitlerinin reaktif oksijen türleri (ROS) tarafından oksidasyonudur. Yağlar, lipoksijenaz ve siklooksijenaz gibi enzimler tarafından da okside edilebilir (146). Lipit peroksidasyon, membranlarda bulunan fosfolipit, glikolipit, gliserin ve sterol yapısında yer alan çoklu doymamış yağ asitlerinin, ROS tarafından peroksitler, alkoller, aldehitler, hidroksi yağ asitleri, etan, pentan gibi ürünlere yıkılması ile sonuçlanır (82).

Lipit peroksidasyonuna yol açan serbest radikaller, en az bir eşleşmemiş elektron içeren moleküllerdir. Reaktif oksijen türleri, süperoksit, hidrojen peroksit ve hidroksil radikali gibi moleküllerdir ve hücre hasarı ile ilişkilidir. Dış orbitallerinde bir ya da daha fazla eşleşmemiş elektron ihtiva eden kısa ömürlü, reaktif atom ve moleküllere serbest radikal denir. Serbest radikaller yüksek oranda reaktif olmalarından dolayı atom ve moleküllerle kolayca reaksiyona girerek bu yapıları kararsız hale dönüştürebilirler. Reaktif oksijen türleri oksijenin normal metabolizmasının bir yan ürünü olarak oluşur ve hücre sinyalizasyonunda önemli rol oynarlar (82).

Çoklu doymamış yağ asitlerinden radikal aracılığıyla bir hidrojen atomunun koparılması ile lipit peroksidasyon başlar. Oluşan lipit radikali oksijen ile reaksiyona girerek lipit peroksit radikalini oluşturur. Lipit peroksit radikali diğer yağ asitlerinden hidrojen atomunu çıkartarak, oksidasyonun devam etmesini sağlar ve yeni lipit radikalleri oluşur. Bu durum antioksidan mekanizmalarla lipit peroksit radikalının temizlenmesi veya lipit peroksit radikallerinin keton ve alkol gibi ürünlere dönüşümüyle sona erer (1, 147).

Yağ asitlerinin peroksidasyonunun sonucu olarak 4-hidroksinonenal ve malondialdehit gibi sitotoksik aldehytler ortaya çıkar (41, 218).

Malondialdehit (MDA), reaktif oksijen türlerinin hücresel membranlarda oluşturduğu lipit peroksidasyonun en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir (60, 134, 147). İki den fazla çift bağ içeren yağ asitlerinin peroksidasyonu sonucu meydana gelen MDA, hücre membranlarından iyon alış-verişine etki ederek membrandaki bileşiklerin çapraz bağlanmasına yol açar ve iyon geçirgenliğinin ve enzim aktivitesinin değişimi gibi olumsuz sonuçlara neden

olur (82). DNA ve protein yapılar üzerine zararlı etki gösterir (129) ve sonuç olarak hücrenin fonksiyonunu kaybetmesine ve ölmesine neden olur (147). Hücrede oluşan hasar, doku ve organ sistemlerinde yapısal ve fonksiyonel bozukluklara neden olarak kalp damar hastalıkları, kanser, nörolojik hastalıklar, diyabet, iskemi-reperfüzyon, yaşlanma, otoimmün hastalıklar, alerji ve solunum yolu hastalıkları gibi çeşitli patolojik durumlara yol açar (41, 218). MDA mutajenik, genotoksik ve karsinojenik bir bileşiktir (67, 129).

3. 5. Amaç

Kanatlılara PUFA'ca zengin rasyonlar verilerek etlerindeki PUFA içeriği arttırılabilmektedir (53, 54, 125). Ancak, bu rasyonlarla beslenen kanatlıların ürünleri lipid peroksidasyona karşı daha duyarlı hale gelmektedir (53, 150, 184). Yüksek çevre sıcaklıklarında beslenen hayvanlarda bu etkiler daha da artmaktadır (171, 174, 175). Bu tür rasyonlara antioksidanların katılması ile bu etkilerin azaltılabileceği tespit edilmiştir (4, 71, 179, 233). Kuvvetli antioksidan ve antikanserojenik etkili olmasından dolayı izoflavonların hayvansal ürünlere geçiş oranlarının belirlenmesi ve bu ürünlerin insanlar tarafından tüketiminin teşviki de büyük önem taşımaktadır. Yukarıdaki bilgilerin ışığı altında bu araştırmanın amacı; sıcaklık stresine maruz bırakılan bıldırcınlarda, farklı düzeylerde PUFA içeren rasyona üç ayrı dozda katılan genisteinin;

1. Etteki yağ asidi kompozisyonu ile lipid oksidasyonu üzerine etkilerini,
2. Serum ve etin vitamin seviyeleri üzerine etkilerini,
3. Ete geçişini,

4. Performans üzerine etkilerini,
 5. Kullanılan dozlarının herhangi bir toksik etkisinin olup olmadığını
- araştırarak güncel verileri ortaya koymaktır.

4. GEREÇ VE YÖNTEM

4. 1. Gereç

4. 1. 1. Hayvan Materyali

Çalışmada, Elazığ'daki ticari bir firmadan (İmsanay Kanatlı Ürün. ve Tic. A.Ş.) temin edilen 360 adet Japon bildiricini (*Coturnix coturnix japonica*) kullanıldı. Çalışma, Elazığ Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü'nde bulunan kanatlı hayvan ünitesinde yürütüldü.

4. 1. 2. Yem Materyali

Araştırmada kullanılan yem ham maddeleri özel bir yem fabrikasından (Elazığ Yem Sanayi A.Ş.) temin edildi. Araştırma rasyonlarının hazırlanması için kullanılan keten tohumu yağı (Şifan Baharat A.Ş., İzmir), balık yağı (Akıntaş A.Ş., İstanbul) ve iç yağı (ELET Et ve Et Ürünleri A.Ş., Elazığ) özel ticari firmalardan satın alındı. Çalışmada, genistein kaynağı olarak DSM (İstanbul) firmasından temin edilen % 98 düzeyinde aglikon formda genistein içeren BonisteinTM kullanıldı. Karma yemin hazırlanma işlemi Elazığ Yem Fabrikasının karıştırma ünitesinde gerçekleştirildi. Bazal rasyonun içeriği ve besin madde değerleri Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5: Bazal rasyonun bileşimi ve besin madde değerleri

Ham maddeler (%)	% 100
Buğday	39.47
Soya Fasulyesi Küspesi (% 48)	34.01
Arpa	13.30
Yağ katkısı ¹	9.00
Dikalsiyum fosfat	2.00
Kalsiyum karbonat	1.0
Sodyum klorür	0.40
DL-Metiyonin	0.28
L-Lizin	0.04
Vitamin-mineral karışımı ²	0.50
Analizler	
ME, (kcal/kg)	3200
Ham Protein, (%)	22.96
Ham Yağ, (%)	10.75
Ham Selüloz, (%)	3.61
Ham Kül, %	5.83
Genistein, mg/kg ³	107.26

¹ Yağ kaynağı olarak PUFA15 gruplarında sadece iç yağı, PUFA45 gruplarında iç yağı, keten tohumu yağı ve balık yağı karışımı kullanılmıştır.

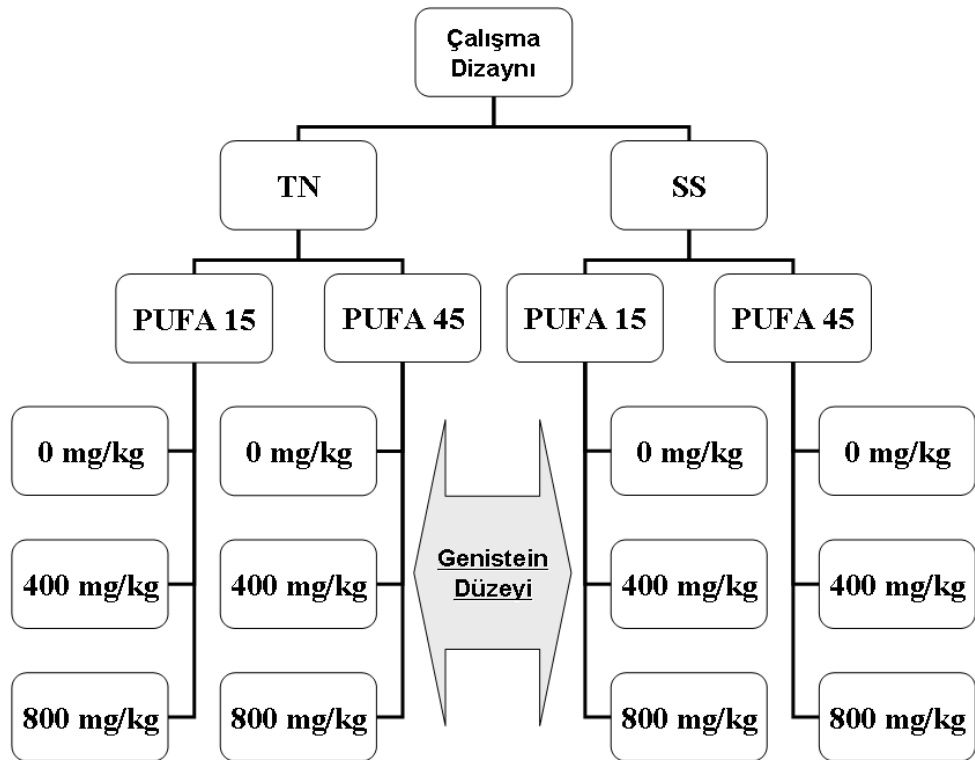
² Vitamin-mineral karışımının her bir kilogramında: 1.8 mg all-trans-retinol asetat; 0.025 mg kolekalsiferol; 1.25 mg  -tokoferol asetat; 1.1 mg menadion (menadion sodyum bisülfat); 4 mg riboflavin; 1.1 mg tiyamin (tiyamin mononitrat); 2.2 mg Vitamin B-6; 35 mg niasin; 10 mg Ca-pantotenat; 0.02 mg Vitamin B-12; 0.55 mg folik asit; 0.1 mg d-biyotin. 40 mg mangan (mangan oksit); 12.5 mg demir (demir sülfat); 25 mg çinko ( inko oksit); 3.5 mg bakır (bakır sülfat); 0.3 mg iyot (potasyum iyodür); 0.15 mg selenyum (sodyum selenit); 175 mg.kolin klorit.

³HPLC ile analiz edildi.

4. 2. Yöntem

4. 2. 1. Deneme Düzeni ve Araştırma Rasyonlarının Hazırlanması

Bıldırcınlar, 10 günlük yaşa ulaştığında, iki farklı çevre sıcaklığı [Termonötral (TN) ve Sıcaklık Stresi (SS)], PUFA içerikleri farklı iki rasyon (PUFA 15 ve PUFA 45) ve üç genistein dozu (0, 400 ve 800 mg/kg) olmak üzere 2 x 2 x 3 faktöriyel deneme düzenine göre rastgele 12 gruba ayrıldı (Şekil 15). Her birinde altı hayvan olacak şekilde beşerli alt gruplar oluşturuldu. Deneme ünitelerinde TN gruplar için sıcaklık 22±2 °C, SS grupları günde sekiz saat (8.00–17.00) olmak üzere 34±2 °C olacak şekilde düzenlendi. Çalışma; hayvanlar 10 günlük yaşta iken başladı ve 45 günlük yaşta sona erdi (5 hafta).



Şekil 15: Araştırma grupları (TN: Termonötral, SS: Sıcaklık stresi, Yemin PUFA içeriği, % 15 ve 45, Genistein düzeyi: 0, 400, 800 mg genistein/kg yem)

Rasyonlar, Cortinas ve arkadaşlarının (54) bildirdiği şekilde hazırlandı. Farklı PUFA seviyelerinin oluşturulmasında kullanılan iç, keten tohumu ve balık yağlarının kullanım oranları Tablo 6’da verilmiştir. PUFA15 gruplarına ait rasyon hazırlanırken sadece doymuş yağ asitlerince zengin iç yağı kullanıldı. PUFA45 gruplarına ait rasyonların hazırlanmasında iç yağının yanında doymamış yağ asitleri ile omega 3 ve 6 yağ asitlerince zengin keten tohumu yağı ve balık yağı karışımlarından yararlanıldı (53, 54, 224). Araştırma rasyonlarına ait yağ asidi bileşimi Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 6: Araştırma rasyonlarının içerdiği PUFA ve yağ miktarları (54)

Rasyondaki PUFA seviyesi (g/100 g yağ)	Yağ kaynakları (g/kg yem)		
	İç yağı	Keten yağı	Balık yağı
15	90	0	0
45	35	45	10

Genistein katkısı, hazırlanan rasyonlara 0, 400 ve 800 mg/kg yem olacak şekilde karıştırıldı ve yemler koyu renkli kapaklı kovalarda muhafaza edildi. Çalışma süresi boyunca, hayvanlara yem ve su *ad libitum* olarak verildi.

Tablo 7: Araştırma rasyonlarının yağ asidi bileşimi.

FA, g/100 g yağ	PUFA 15	PUFA 45
Σ SFA	43.84	26.10
Kaprik asit (C _{10:0})	0.05	0.02
Miristik asit (C _{14:0})	2.78	1.82
Pentadekanoik asit (C _{15:0})	0.45	0.23
Palmitik asit (C _{16:0})	24.29	15.51
Margarik asit (C _{17:0})	1.21	0.54
Stearik asit (C _{18:0})	14.94	7.81
Araşidik asit (C _{20:0})	0.12	0.17
Σ MUFA	40.86	28.24
Palmitoleik asit (C _{16:1-trans})	0.20	0.12
Palmitoleik asit (C _{16:1-cis})	2.30	1.68
Oleik asit (C _{18:1, ω-9})	36.35	23.99
Risinoleik asit (C _{18:1, ω-7})	1.63	1.31
Gadoleik asit (C _{20:1})	0.29	0.32
Nervonik asit (C _{24:1})	0.09	0.82
Σ PUFA	15.30	45.66
Linoleik asit (C _{18:2, ω-6})	13.43	18.28
Linolenik asit (C _{18:3, ω-3})	1.58	25.03
Stearidonik asit (C _{18:4, ω-3})	0.29	0.24
Araşidonik asit (C _{20:4, ω-6})	—	0.13
Timnodonik asit (EPA, C _{20:5, ω-3})	—	1.80
Servonik asit (DHA, C _{22:6, ω-3})	—	0.18
PUFA:SFA	0.35	1.75

FA: Yağ asidi; SFA: Doymuş yağ asitleri; PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri; MUFA: Tekli doymamış yağ asitleri; EPA: Eikosapentaenoik asit; DHA: Dokosaheksaenoik asit.

4. 2. 2. Canlı Ağırlık ve Canlı Ağırlık Artışının Belirlenmesi

Hayvanların ortalama canlı ağırlıkları bireysel olarak 1 g hassasiyetteki terazi (Denver DL-3, Amerika) yardımıyla haftalık olarak belirlendi. Birbirini takip eden iki hafta arasındaki canlı ağırlık ölçümleri arasındaki farklar canlı ağırlık artışı verileri olarak kaydedildi.

4. 2. 3. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi

Hayvanların yem tüketimleri haftalık olarak tespit edildi. Buna göre; her hafta yemliklerde kalan yem miktarı o hafta verilen toplam yem miktarından çıkartılarak belirlendi. Hayvan başına günlük ortalama yem tüketimleri, grubun her hafta tükettiği yem miktarının, gün sayısı (yedi) ile o gruba ait hayvan sayısına bölünmesiyle hesaplandı.

Hayvanların yemden yararlanma oranları; alt grupların haftalık tükettiği ortalama yem miktarının o haftaya ait ortalama canlı ağırlık artışına bölünmesiyle ($\text{g yem} : \text{g ağırlık artışı}$) hesaplandı. Alt gruplara ve gruplara ait yemden yararlanma oranları belirlendi.

4. 2. 4. Örneklerin Alınması

Çalışma sonunda, 45 günlük yaştaki bıldırcınlardan her alt gruptan iki hayvan olacak şekilde rastgele toplam 10 hayvan, kan ve but eti örnekleri alınmak üzere kesildi. Kan örnekleri jelli biyokimya tüplerine (Standardplus & Medical Co., Ltd., Almanya) alınarak soğutmalı santrifüjde (Universal 320R, Hettich,

Almanya) 5000 rpm devir 4 °C’de 10 dakika santrifüj edilerek hayvanlara ait serum örnekleri elde edildi. Ayrıca kesilen hayvan karkaslarından analizler için sol butlar alındı. Tüm örnekler analiz edilinceye kadar derin dondurucuda (Hettich, Almanya) -70 °C’de muhafaza edildi.

4. 2. 5. Laboratuvar Analizleri

Laboratuvar analizleri, Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Yem Analizi laboratuvarları, Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) Ünitesi ve Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünde bulunan Gaz Kromatografisi (GC) ünitesinde gerçekleştirildi. Kromatografik analizlerde saf su sistemi (Human Power I Scholar-UV, Kore) ile üretilen 18.3 MΩ kalitede ultra saf su kullanıldı. Araştırma rasyonlarının besin madde bileşimleri AOAC (17) tarafından bildirilen analiz metotlarına göre belirlendi.

4. 2. 5. 1. Yağ Asitlerinin Gaz Kromatografisi ile Analizleri

Yağ asitlerinin gaz kromatografisi ile analizi için örnekler Hara ve Radin (84) tarafından bildirilen metoda göre ekstrakte edildi. Sol but üzerinden alınan 1 g doku ultraturrax mekanik homojenizatör (IKA T18, Almanya) yardımıyla 5 ml hekzan-izopropanol (3:2, v:v) karışımı kullanılarak 30 sn süreyle homojenize edildi. Homojenizasyon kabı 2 ml parçalama çözeltisi ile yıkandı ve santrifüj tüplerine alındı. Örnekler 5000 rpm devirde 10 dk santrifüj edilerek, süpernatant kısım alındı ve ağzı kapaklı deney tüplerine konuldu.

Gaz kromatografik analizlerde, yağ asitlerinin polar olmayan uçucu ve kararlı yapıya sahip metil esterleri gibi türevlerine dönüştürülmesi gerekmektedir (48). Bu nedenle metil esteri hazırlamak için hekzan/izopropanol fazı içindeki lipit ekstraktı 30 ml'lik kapaklı cam deney tüplerine alındı ve üzerine % 2'lik metanolik sülfirik asitten 5 ml ilave edildi, vorteks (IKA Genius3, Almanya) ile iyice karışmaları sağlandı. Bu karışım 50 °C'lik etüvde (Memmert, Almanya) 15 saat süre ile metilleşmeye bırakıldı. Tüpler etüvden çıkarılıp oda sıcaklığına kadar soğutuldu ve 5 ml % 5'lik sodyum klorür (NaCl, Merck, Almanya) ilave edilerek iyice karıştırıldı. Tüpler içinde oluşan yağ asidi metil esterleri 5 ml hekzan ile ekstrakte edildi ve hekzan fazı pipetle alınarak, 5 ml % 2'lik potasyum bikarbonat (KHCO₃, Merck, Almanya) ile muamele edildi ve fazların ayrılması için 4 saat oda ısısında bekletildi. Metil esterlerini içeren süpernatant alınarak azot gazı ile uçuruldu, kalıntı 1 ml hekzan ile çözülerek 2 ml hacimli viallerin içine alındıktan sonra gaz kromatografisinde analiz edildi.

Yağ asitleri, metil esterlerine dönüştürüldükten sonra gaz kromatografisi (Shimadzu GC 17, Japonya) ile analiz edildi. Bu analiz için 25 m uzunluğunda, 0,25 µm iç çapında ve PERMABOND 25 mikron film kalınlığına sahip kapiller kolon (Machery-Nagel, Almanya) kullanıldı. Analiz sırasında kolon sıcaklığı 120-220 °C, enjeksiyon sıcaklığı 240 °C ve dedektör sıcaklığı 280 °C olarak uygulandı. Kolon sıcaklık programı 120 °C'den 220 °C'ye kadar ayarlandı. Sıcaklık artışı 200 °C'ye kadar 5 °C /dk ve 200 °C'den 220 °C'ye kadar 4 °C/dk olacak şekilde belirlendi ve 220 °C'de 8 dk tutuldu. Böylece toplam analiz süresi 35 dk olarak belirlendi. Taşıyıcı gaz olarak azot gazı kullanıldı. Analiz sırasında örneklere ait yağ asidi metil esterlerinin analizinden önce, standart yağ asidi metil

esterlerine ait karışımlar enjekte edilerek, her bir yağ asidinin alıkonma süreleri belirlendi. Bu işlemden sonra gerekli programlama yapılarak örneklere ait yağ asidi metil esterleri karışımlarının analizi yapıldı.

Sonuçlar toplam yağ asitleri içinde her bir yağ asidi için yüzde (%) miktar olarak belirlendi. Hesaplamalar, GC Solution (LabSolution GCsolution 2.3) paket programı kullanılarak yapıldı.

4. 2. 5. 2. MDA ve C Vitamininin HPLC ile Analizi

Serum ve but eti örneklerinin malondialdehit ile C vitamini düzeyleri Karatepe'nin bildirdiği metotlara göre belirlendi (23, 98). But eti örneklerinden 0,5 g alınarak, 1 ml ultra saf su, 100 µl butil hidroksi tolüen (500 µg/ml; 2,6-di t-butil-p-kresol, BHT) ve 1 ml 0.5 M perklorik asit (HClO₄, % 60, Riedel, Almanya) ile ultraturrax mekanik homojenizatör yardımıyla parçalandı. Örnekler kapaklı polipropilen santrifüj tüplerine alındı ve vorteksle iyice karıştırıldıktan sonra 5000 rpm devirde 4 °C'de 10 dk santrifüj edildi. Süpernatant dikkatlice viallere alınarak dokularda ekstraksiyon işlemi tamamlandı. Serum örneklerinden, 1.5 ml hacimli mikrosantrifüj tüplerine 400 µl alındı. Örneklerin üzerine 300 µl 0.5 M HClO₄ eklenerek vorteksle karıştırıldıktan sonra santrifüj edildi. Süpernatant dikkatlice viallere alınarak serumların ekstraksiyon işlemi tamamlandı.

Kalibrasyon grafiği oluşturulmak ve hesaplamalarda kullanmak üzere C vitamini (L(+)-Askorbik asit % 99.7, Merck, Almanya) ve MDA (1,1,3,3-tetraethoksi-propan, Sigma-Aldrich, Almanya) standartları hazırlandı. MDA standardı için tetraethoksi-propandan 10 µl hacimde alınarak 10 ml'lik kapaklı bir

cam tüpe alındı. Hacim 0.1 M hidroklorik asit (HCl, %37, Merck, Almanya) ile 10 ml hacme tamamlandı. Benmaride (Memmert, Almanya) 100 °C’de 5 dk kapak kapalı şekilde muamele edildikten sonra soğutuldu ve ultra saf su ile 100 ml hacme tamamlandı. Elde edilen solüsyon 2.92 µg/ml MDA içermektedir (98).

C vitamini standartları % 5’lik HClO₄ ile hazırlandı. Standartlar uygun hacimlerde dilüe edilerek dört noktalı kalibrasyon için viallere alındı.

Analizler ultraviyole (UV) dedektör (SPD-20A), pompa (LC-20AD), otosampler (SIL-20A) ve kolon fırını (CTO-10ASVP) ünitelerine sahip olan yüksek performanslı sıvı kromatografisi (High Performance Liquid chromatography, HPLC) cihazında (Shimadzu, Japonya) LC Solution (LabSolution LCsolution Release 1.21) paket programı kullanılarak yapıldı.

MDA ve C vitamini analizlerinde kolon olarak C₁₈ (ODS-3, 5 µm, 4.6 x 250 mm, Inertsil, GL Sciences, Japonya), hareketli faz olarak ise pH: 3.6 olarak ayarlanan 30 mM potasyum dihidrojen fosfat (KH₂PO₄, Merck, Almanya) – metanol (CH₄O, Sigma-Aldrich, Almanya) karışımı (% 82.5–17.5; v/v) kullanıldı. Analiz şartları; kolon fırını sıcaklığı 30 °C, hareketli faz akış hızı 1 ml/dk, enjeksiyon hacmi 30 µl, dalga boyu 250 nm ve analiz süresi 10 dk olacak şekilde ayarlandı. Örneklerde MDA ve C vitamini için alıkonma süreleri sırasıyla yaklaşık 5 ve 3.4 dakika olarak belirlendi. Serum ve doku örneklerinin MDA ile C vitamini düzeyleri µg/ml ve µg/g olarak verildi.

4. 2. 5. 3. A ve E Vitaminlerinin HPLC ile Analizi

Serum ve doku örneklerinde, yağda çözünen A ve E vitaminleri bildirilen metotlarda küçük modifikasyonlar yapılarak analiz edildi (23, 122, 136). Etanol (C_2H_5OH , % 99.8 Riedel, Almanya) içerisinde % 0.2 sülfirik asit (H_2SO_4 , % 95, Merck, Almanya) ve % 0.02 BHT olacak şekilde ekstraksiyon solüsyonu hazırlandı.

Serum örneklerinden mikrosantrifüj tüplerine 300 µl alınarak üzerine proteinleri çöktürmek için 500 µl ekstraksiyon solüsyonu eklendi. Örnekler iyice vortekslendikten sonra üzerine 300 µl n-hekzan (C_6H_{14} , % 95, Riedel, Almanya) eklenerek tekrar vorteksle karıştırıldı. Örnekler 4 °C’de 5000 rpm devirde 10 dk santrifüj edildikten sonra üst hekzan fazı 5 ml hacimli ince cam tüplere alındı. Örneklerin üzerine 300 µl n-hekzan eklenerek ekstraksiyon işlemi üç kez daha tekrarlandı. Aynı tüpde toplanan hekzan fazları azot gazı altında uçuruldu. Cam tüpdeki kalıntı, 100 µl metanol (CH_4O , Sigma-Aldrich, Almanya) ile çözülerek örnekler mikro viallere yerleştirildi.

Doku örneklerinden 0.5 g alınarak 2 ml ultra saf su ve 200 µl BHT (500 µg/ml) eklendi ve mekanik homojenizatör yardımıyla parçalandı. Örnekler kapaklı polipropilen santrifüj tüplerine alınarak üzerine proteinleri çöktürmek için 3 ml ekstraksiyon solüsyonu eklendi. Örnekler iyice vortekslendikten sonra üzerine 500 µl n-hekzan eklenerek tekrar vorteksle karıştırıldı. Örnekler 4 °C’de 5000 rpm devirde 10 dk santrifüj edildikten sonra üst hekzan fazı cam tüplere alındı. Hekzan ile ekstraksiyon işlemi üç kez daha tekrarlandı. Aynı tüpde toplanan hekzan fazları azot gazı altında uçuruldu. Cam tüpdeki kalıntı 200 µl

metanol ile çözülerek örnekler mikro viallere yerleştirildi. Tüm ekstraksiyon işlemleri buz üzerinde ve örnekler ışıktan korunarak gerçekleştirildi.

A vitamini (all trans-Retinol, Sigma-Aldrich, Almanya) ve E vitamini (DL- α -Tocopherol, Merck, Almanya) HPLC standartları metanol içerisinde hazırlanarak konsantrasyon hesaplamaları için kalibrasyonda kullanıldı.

Vitamin analizleri, UV-dedektör (SPD-20A), pompa (LC-20AD), otosampler (SIL-20A) ve kolon fırını (CTO-10ASVP) ünitelerine sahip olan HPLC cihazında LC Solution paket programı kullanılarak yapıldı.

Vitaminlerin analizleri, C₁₈ kolonda (ODS-3, 5 μ m, 4.6 x 250 mm, Inertsil, GL Sciences, Japonya) asetonitril (C₂H₃N, Sigma-Aldrich, Almanya), metanol (CH₄O, Sigma-Aldrich, Almanya), diklormetan (CH₂Cl₂, Sigma-Aldrich, Almanya), kloroform (CHCl₃, Sigma-Aldrich, Almanya) ve n-hekzan (C₆H₁₄, % 95, Riedel, Almanya) karışımından (% 60:10:15:10:5) oluşan hareketli faz ile yapıldı. Analiz şartları; kolon fırını sıcaklığı 40 °C, hareketli faz akış hızı 1 ml/dk, enjeksiyon hacmi 50 μ l, dalga boyları A vitamini için 326 nm, E vitamini için ise 296 nm ve analiz süresi 10 dk olacak şekilde ayarlandı. Alıkonma süreleri A ve E vitaminleri için sırasıyla yaklaşık 3.8 ve 6.1 dakika olarak belirlendi. Vitamin düzeyleri serum örneklerinde μ g/ml ve doku örneklerinde μ g/g olarak sunuldu.

4. 2. 5. 4. Genisteinin HPLC ile Analizi

Serum ve doku örneklerinde genistein konsantrasyonları, bildirilen metotlarda küçük modifikasyonlar yapılarak tespit edildi (64, 116, 202). Genistein düzeyinin belirlenmesi için aglikon forma dönüştürmek gerektiğinden, glikozit

bağlarını parçalamak üzere *β-glukuronidaz* enzimi (β -Glucuronidase from *Helix pomatia*, Sigma, Almanya) kullanıldı. Serum örneklerinden 300 μ l 15 ml hacimli polipropilen santrifüj tüplerine alınarak üzerine mililitresinde 3500 ünite *β-glukorinidaz* enzimi içeren 0.2M sodyum asetat (pH 5.0, $C_2H_3NaO_2$, Sigma, Almanya) solüsyonundan 300 μ l eklendi. İnkübasyon için 37 °C’de 6 saat süreyle muhafaza edildi. Örneklerin üzerine ekstraksiyon için 4400 μ l % 80’lik metanol eklenerek 30 sn vorteksle karıştırıldı. Örneklerle buz üzerinde 30 sn sonikasyon (Sonics Vibra cell, Amerika) işlemi uygulandıktan sonra sonikatörün probu 1000 μ l metanol ile tüpün içerisine yıkanarak 30 sn vorteks işlemi tekrarlandı. Örnekler soğutmalı santrifüj yardımıyla 5000 rpm devirde 10 dakika 4 °C sıcaklıkta santrifüj edildi. Süpernatant alınarak, 40 °C su banyosunda (Memmert, Almanya) sıvı faz rotary evaporatör (Heidolph, Almanya) yardımıyla uçuruldu. Kalıntı 300 μ l metanolde çözdürülerek viallere alındı.

Doku örneklerinden 0.5 g alınarak 1 ml 45 mM tris (Sigma, Almanya) solüsyonu ile ultraturrax mekanik homojenizatör yardımıyla buz üzerinde 60 sn süreyle parçalandı. Örnekler, 15 ml hacimli polipropilen santrifüj tüplerine alınarak üzerine *β-glukorinidaz* enzimi içeren 0.2 M sodyum asetat solüsyonundan 1 ml eklendi. İnkübasyon için 37 °C’de altı saat süreyle muhafaza edildi. Örneklerin üzerine ekstraksiyon için 7 ml % 80’lik metanol eklenerek 30 sn vorteksle karıştırıldı. Örneklerle buz üzerinde 30 sn sonikasyon işlemi uygulandıktan sonra, sonikatörün probu 1 ml metanol ile tüpün içerisine yıkanarak 30 sn vorteks işlemi tekrarlandı. Yağları ayırtmak için, 1 ml n-hekzan eklendi ve vorteksle karıştırıldı. Örnekler, soğutmalı santrifüj yardımıyla 5000 rpm devirde 15 dakika 4 °C sıcaklıkta santrifüj edildi. Çözünen yağları

içeren hekzan fazı atıldı. Süpernatant rotary evaporatör yardımıyla uçuruldu. Kalıntı 500 µl metanolde çözdürülerek viallere alındı. Tüm ekstraksiyon işlemleri buz üzerinde ve örnekler ışıktan korunarak gerçekleştirildi.

Genistein (% 98 4',5,7-trihydroxyisoflavone, Sigma, Çin) HPLC standardı metanol içerisinde hazırlanarak konsantrasyon hesaplamaları için kalibrasyonda kullanıldı.

Genistein analizleri, UV-dedektör (SPD-20A), pompa (LC-20AD), otosampler (SIL-20A) ve kolon fırını (CTO-10ASVP) ünitelerine sahip olan HPLC cihazında LC Solution paket programı kullanılarak yapıldı.

Genistein seviyeleri, HPLC cihazında ters-faz ayrıştırma tekniği ile C₁₈ kolonla (ODS-3, 5µm, 4.6 x 250 mm, Inertsil, GL Sciences, Japonya) lineer gradient uygulanarak ölçüldü. Lineer gradienti oluşturan hareketli fazlar; % 0.1 asetik asit (Merck, Almanya), % 5 asetonitril ve % 94.9 ultra saf su karışımı, A hareketli fazı ile % 0.1 asetik asit ve % 99.9 asetonitril karışımı, B hareketli fazı şeklinde hazırlandı. Ölçüm esnasında uygulanan lineer gradient; başlangıçta % 84 A hareketli fazı ve % 16 B hareketli fazı şeklinde olup, 15. dakikaya gelinceye kadar A hareketli fazı % 30, B hareketli fazı % 70, oranına ayarlanarak 18. dakikaya kadar bu oranlarda devam ettirildi. Hareketli faz oranları 20. dakikada A % 84 ve B % 16 olacak şekilde ayarlanarak analiz 25. dakikaya kadar devam ettirildi. Analiz şartları; kolon fırını sıcaklığı 40 °C, hareketli faz akış hızı 1 ml/dk, enjeksiyon hacmi 50 µl, dalga boyu 260 nm ve analiz süresi 25 dk olacak şekilde ayarlandı. Genistein için alıkonma süresi yaklaşık 12.5 dk olarak belirlendi.

Genistein düzeyleri, serum örneklerinde µg/ml ve doku örneklerinde µg/g olarak belirlendi.

4. 2. 6. İstatistiksel Analizler

Bıldırcınlar, iki farklı çevre sıcaklığı (TN, SS), PUFA içerikleri farklı iki rasyon (% 15, % 45) ve üç ayrı genistein dozu (0, 400 ve 800 mg/kg) olmak üzere 2 x 2 x 3 faktöriyel deneme düzenine göre rastgele 12 gruba ayrıldı. Veriler, SAS (187) paket programında PROC MIXED prosedürü kullanılarak varyans analizi ile değerlendirildi (120). Araştırmanın değişkenler üzerine etkilerinin belirlendiği lineer model; $Y_{ijkl} = \mu + CS_i + G_j + PUFA_k + (CS*G)_{ij} + (CS*PUFA)_{ik} + (G*PUFA)_{jk} + (CS*G*PUFA)_{ijk} + e_{ijkl}$ şeklinde oluşturuldu. Burada; Y = değişken yanıtı, μ = popülasyon ortalaması, CS = çevre sıcaklığı (TN ve SS), G = genistein seviyesi (0, 400 ve 800 mg/kg), PUFA = PUFA düzeyi (% 15 ve % 45) ve e = hata olarak verildi. Genistein seviyesine lineer ve kuadratik yanıtlar polinomial karşılaştırmalar (polynomial contrast) kullanılarak elde edildi. Performans değişkenleri için zamanın etkisi ve tekrarlı ölçümlerde etkileşimleri lineer modelde belirlendi. Veriler en küçük kareler ortalamaları ve ortalamanın standart hatası (SEM) olarak verildi (LS mean $\pm$ SEM). Verilerde istatistiksel önemlilik, olasılık değerleri 0.05'den küçük olan değerler için anlamlı olarak tanımlandı.

5. BULGULAR

5. 1. Performans

Bıldırcınların termonötral ve sıcaklık stresi gruplarına ait başlangıç canlı ağırlıkları 32.94 g ve 32.79 g ($P<0.53$) olarak belirlenmiştir. Çalışma sonunda bitiş canlı ağırlığı (185.28 g ve 167.23 g, $P<0.0001$), canlı ağırlık artışı (152.34 g ve 134.44 g, $P<0.0001$) ve kümülatif yem tüketimi (708.27 g ve 657.10 g $P<0.0001$) değerlerinin normal şartlar altında yetiştirilen bıldırcınlarda, sıcaklık stresine maruz bırakılanlara göre daha yüksek olduğu ve yemden yararlanma oranının (4.65 ve 4.89, $P<0.0001$) TN gruplarında daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 8). Bıldırcınların haftalık canlı ağırlık (Şekil 16-A) ve yem tüketim (Şekil 16-B) değerlerinin TN gruplarında daha yüksek, yemden yararlanma oranlarının (Şekil 16-C) ise SS gruplarına göre daha iyi olduğu belirlenmiştir ($P<0.0001$).

Bıldırcınlar, rasyonun PUFA seviyesine göre kategorize edildiğinde; çalışma başlangıcındaki canlı ağırlıklar arasında fark bulunmazken (Tablo 8), rasyonun PUFA seviyesi 15'den 45'e yükselince, bitiş canlı ağırlığı % 2.06 ($P<0.0001$), canlı ağırlık artışı % 2.37 ($P<0.0001$), toplam yem tüketimi 6 g ($P<0.01$) azalmış ve yemden yararlanma oranı ise % 1.59 ($P<0.0001$) artmıştır. Rasyonun içerdiği PUFA seviyesi % 15 olan grupların, % 45 PUFA içeren rasyonla beslenen gruplara göre canlı ağırlık (Şekil 17-A) ve yem tüketimleri (Şekil 17-B) büyük ölçüde artarken, yemden yararlanma oranının (Şekil 17-C) PUFA 45 gruplarına kıyasla PUFA 15 gruplarında daha iyi olduğu tespit edilmiştir ($P<0.0001$).

Rasyona katılan genistein düzeyine bağılı olarak başlangıç canlı ağırlığı ve yem tüketimi açısından bıldırcınlarda fark bulunmazken bitiş canlı ağırlığı (174.45 g – 177.91 g) ve canlı ağırlık artışı (141.69 g – 144.83 g) değerlerinde lineer bir artış belirlenmiştir. Yemden yararlanma oranının genistein katkısıyla lineer olarak iyileştiği (4.83 – 4.72) tespit edilmiştir ($P<0.0001$; Tablo 8). Bıldırcınlarda, yüksek düzeyde genistein katkısı büyümeyi artırırken ($P<0.02$; Şekil 18-A), yem tüketimini ($P<0.13$; Şekil 18-B) ve yemden yararlanma ($P<0.96$; Şekil 18-C) değerlerini istatistiki olarak etkilememiştir.

Performans verileri üzerine çevre sıcaklığı ile rasyonun PUFA seviyesi etkileşimlerinin bir etkisi belirlenmemiştir ($P>0.05$). Ancak, performans verileri çevre sıcaklığı ile genistein seviyesine bağılı olarak değişmiştir (Tablo 8). Sıcaklık stresine maruz bırakılan bıldırcınlarda genistein katkısına bağılı olarak bitiş canlı ağırlığı ($P<0.0001$; Şekil 19-A) ile canlı ağırlık artışı ($P<0.0001$; Tablo 8) lineer olarak artarken, kümülatif yem tüketimi ($P<0.006$; Şekil 19-B) ile yemden yararlanma oranı ($P<0.0001$; Şekil 19-C) lineer olarak azalmıştır. Normal sıcaklıkta yetiştirilen bıldırcınlarda ise yüksek doz genistein katkısı ile bitiş canlı ağırlığı artmış ($P<0.0001$; Şekil 19-A), kümülatif yem tüketimi ($P<0.006$; Şekil 19-B) ve yemden yararlanma oranı düşmüştür ($P<0.0001$; Şekil 19-C).

Rasyonun PUFA içeriği ve genistein katkısı arasındaki interaksyonlar incelendiğinde başlangıç canlı ağırlıkları ve kümülatif yem tüketimi değerlerinde fark bulunmazken (Tablo 8), bitiş canlı ağırlığı ($P<0.0001$; Şekil 20-A) ve canlı ağırlık artışı ($P<0.0001$; Şekil 20-B) verilerinde lineer bir artış olduğu belirlenmiştir. Bu değerler rasyonun PUFA seviyesi % 45'e yükseldiğinde

düşmüş, genistein katkısı ile artmıştır. Yemden yararlanma oranının, artan genistein katkısı ile PUFA 15 ile PUFA 45 gruplarında lineer olarak azaldığı ve PUFA 15 gruplarında PUFA 45 gruplarına göre daha iyi olduğu belirlenmiştir ($P<0.0001$; Şekil 20-C).

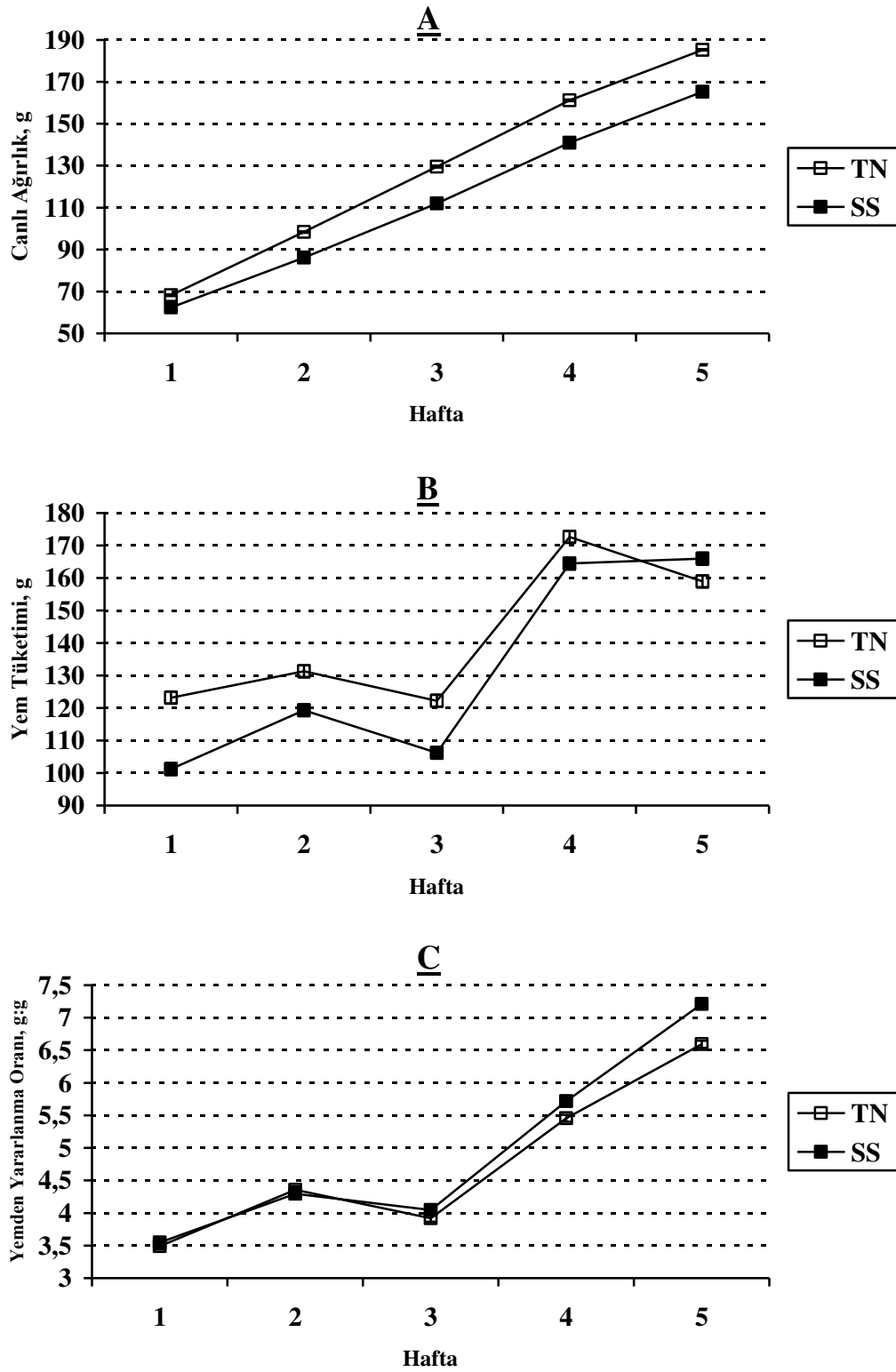
Tablo 8: Rasyonun PUFA içeriği ve rasyona katılan genistein seviyelerinin farklı çevre sıcaklıklarında yetiştirilen bıldırcınların performans değerleri üzerine etkileri.

ÇS	PUFA (%)	G (mg/kg)	Başlangıç CA (g)	Bitiş CA (g) ¹	CAA (g) ¹	YT (g)	YYO (g:g) ^{1, 2}
TN	15	0	32.93	187.37	154.43	721.00	4.67
		400	33.00	186.10	153.10	704.80	4.60
		800	33.77	187.97	154.20	709.20	4.60
	45	0	32.87	183.10	150.23	707.20	4.71
		400	32.10	182.96	150.86	705.40	4.68
		800	32.97	184.20	151.23	702.00	4.64
SS	15	0	32.23	165.27	133.04	657.80	4.94
		400	32.90	170.47	137.57	661.40	4.81
		800	33.07	171.37	138.30	659.80	4.77
	45	0	33.03	162.07	129.04	645.80	5.00
		400	32.97	166.07	133.10	657.60	4.94
		800	32.53	168.10	135.57	660.20	4.87
SEM			0.37	0.69	0.63	4.01	0.02
ANOVA			----- <i>P</i> < -----				
ÇS			0.53	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
PUFA			0.55	0.0001	0.0001	0.01	0.0001
G			0.08	0.0001	0.0001	0.97	0.0001
ÇS x PUFA			0.11	0.90	0.41	0.72	0.07
ÇS x G			0.10	0.0001	0.0001	0.006	0.0001
PUFA x G			0.71	0.0001	0.0001	0.11	0.0001
ÇS x PUFA x G			0.06	0.69	0.29	0.58	0.71

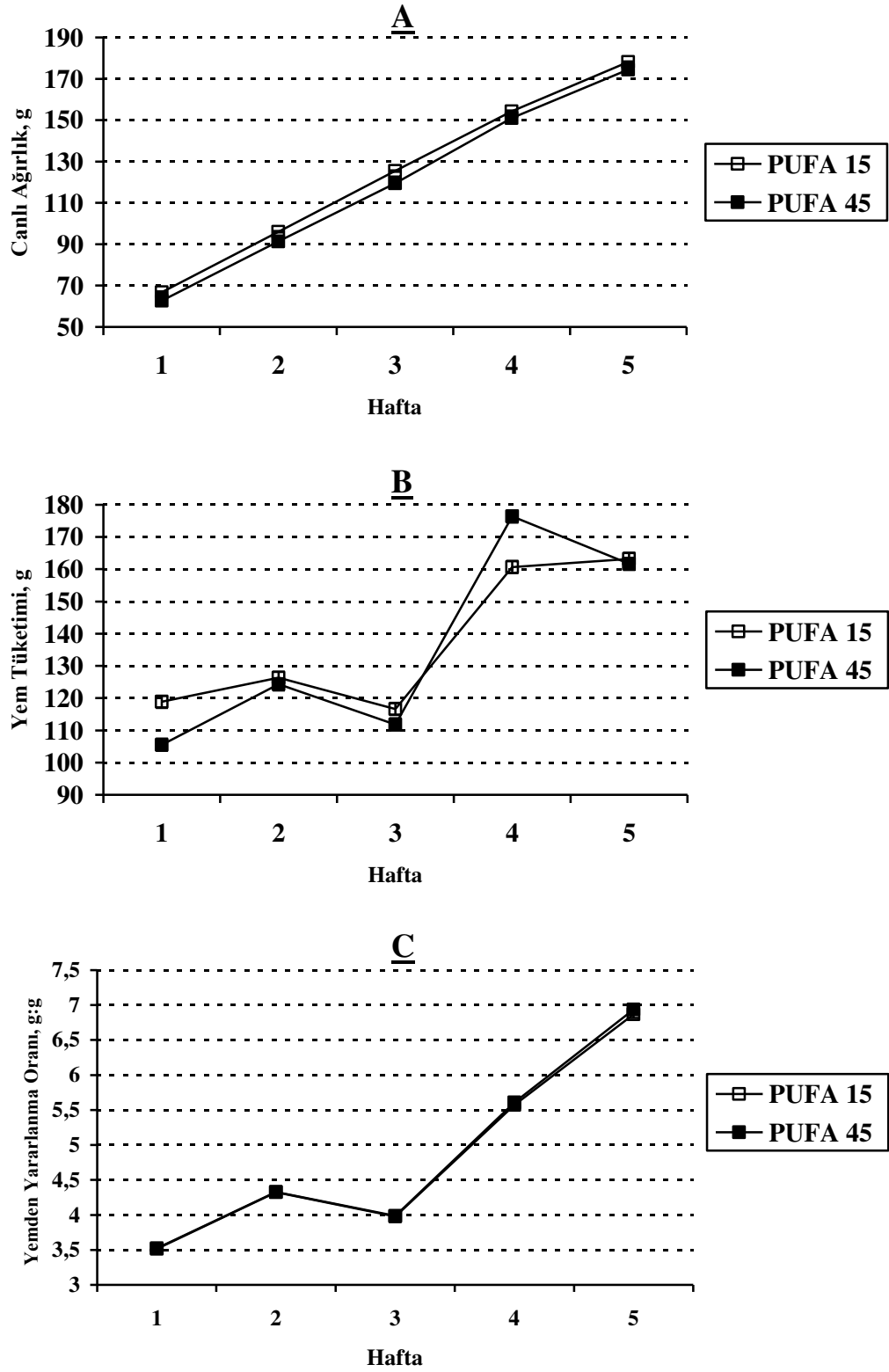
ÇS: Çevre sıcaklığı; TN: Termonötral; SS: Sıcaklık Stresi, PUFA: Rasyonunun % çoklu doymamış yağ asidi düzeyi; G: Genistein dozu; CA: Canlı Ağırlık; CAA: Canlı Ağırlık Artışı; YT: Yem Tüketimi; YYO: Yemden Yararlanma Oranı. SEM: Ortalamanın Standart Hatası

¹Genistein katkısının lineer etkisi, $P < 0.0001$.

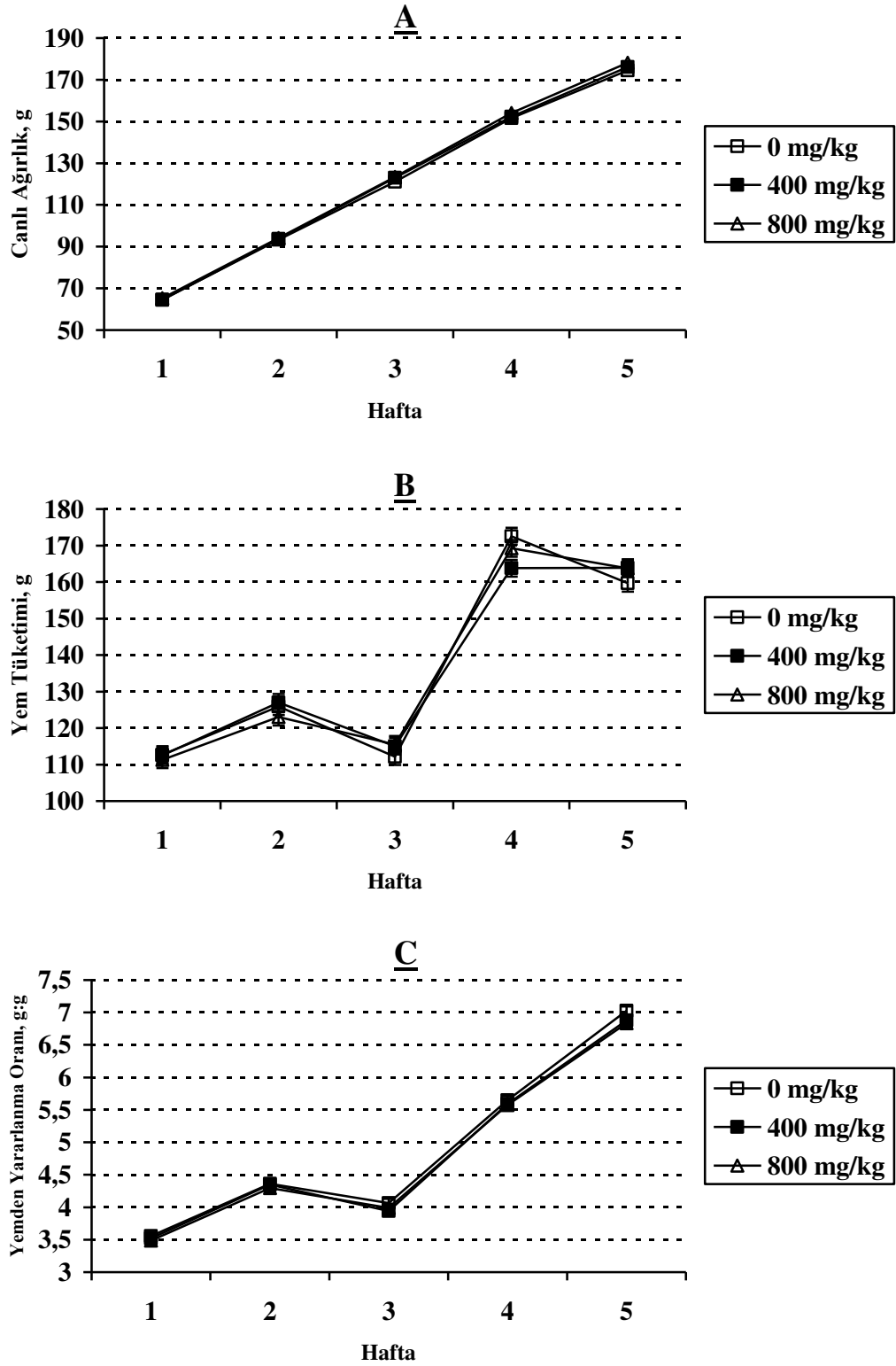
²YYO=YT: CAA, g:g



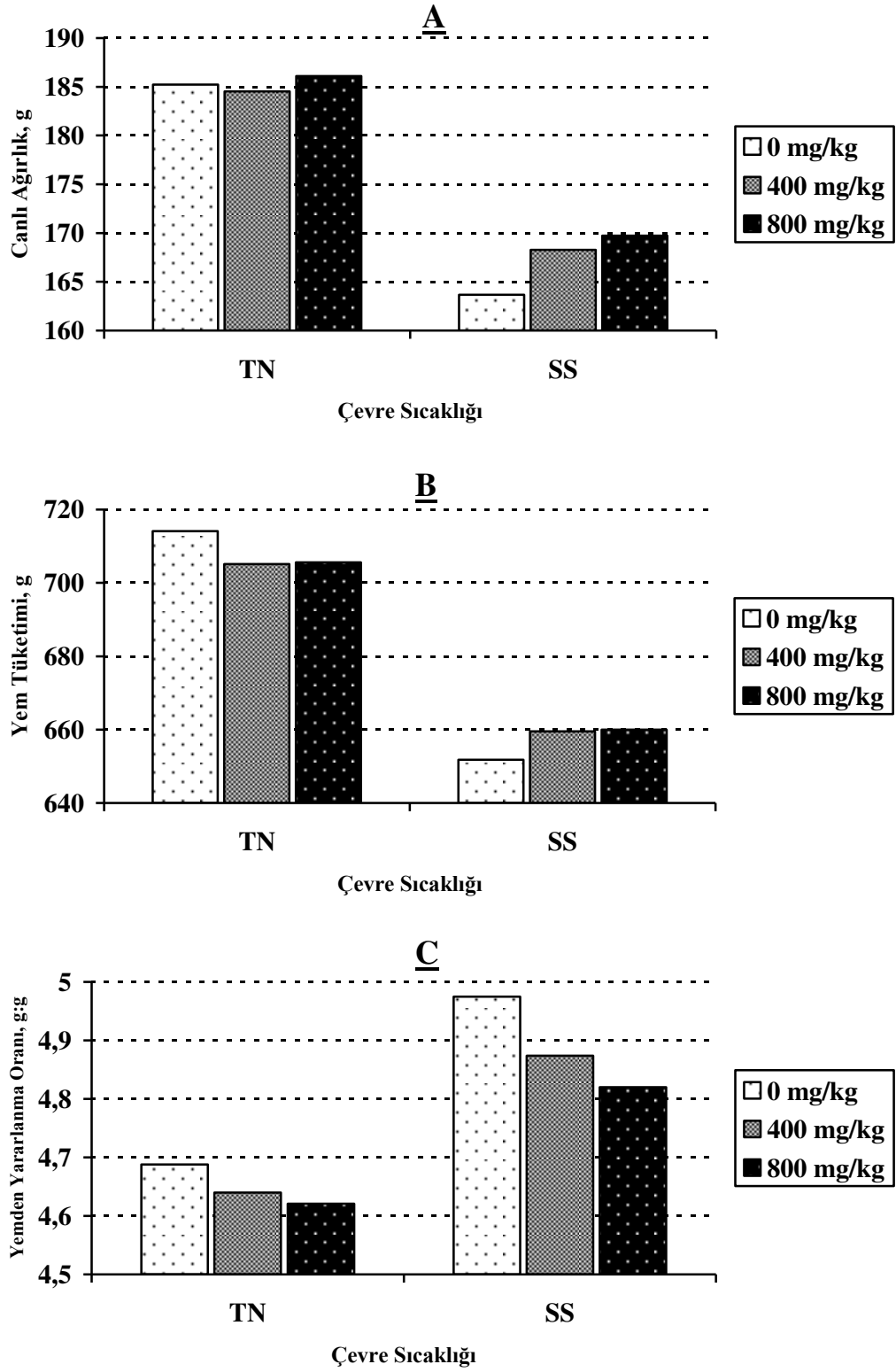
Şekil 16: Çevre sıcaklığının canlı ağırlık (A), yem tüketimi (B) ve yemden yararlanma oranı (C) üzerine etkileri.



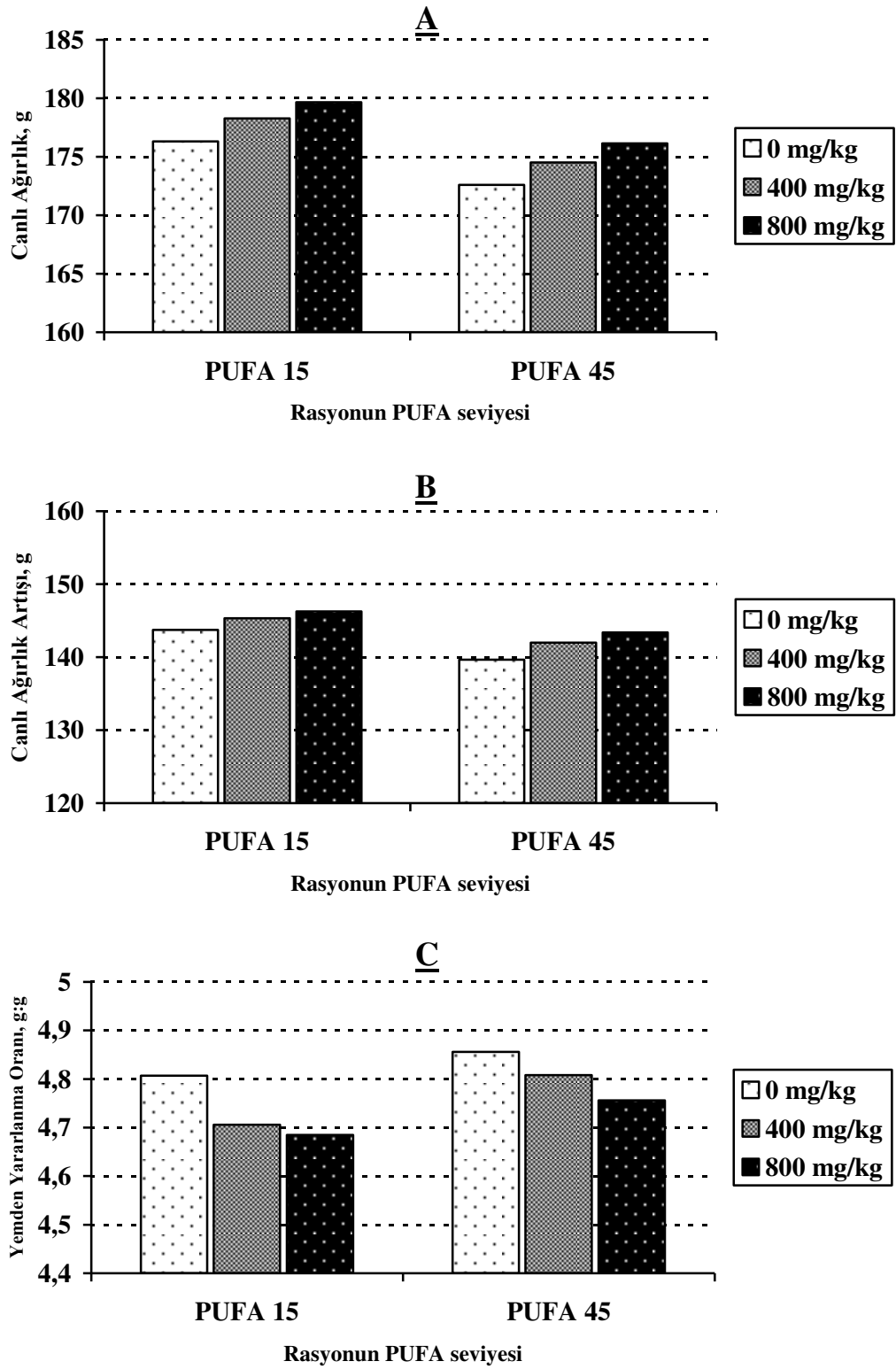
Şekil 17: Rasyonun PUFA seviyesinin canlı ağırlık (A), yem tüketimi (B) ve yemden yararlanma oranı (C) üzerine etkileri.



Şekil 18: Rasyona katılan genisteinin canlı ağırlık (A), yem tüketimi (B) ve yemden yararlanma oranı (C) üzerine etkileri.



Şekil 19: Çevre sıcaklığı ve genistein arasındaki etkileşimin bitiş canlı ağırlık (A), yem tüketimi (B) ve yemden yararlanma oranı (C) üzerine etkileri.



Şekil 20: Rasyonun PUFA seviyesi ve genistein arasındaki etkileşimin canlı ağırlık (A), canlı ağırlık artışı (B) ve yemden yararlanma oranı (C) üzerine etkileri.

5. 2. Örneklerin Yağ Asidi Bileşimi

5. 2. 1. But Eti Örneklerinin Yağ Asidi Bileşimi

Bıldırcınların but eti yağ asidi kompozisyonları Tablo 9’da sunulmuştur. Bıldırcınlarda but eti yağ asidi bileşimi çevre sıcaklığına göre karşılaştırıldığında; normal sıcaklıkta barındırılan bıldırcınlarda sıcaklık stresi altında barındırılanlara göre, miristik asit (1.80 – 1.65 g/100 g yağ, $P<0.006$), cis-palmitoleik asit (4.02 – 3.28 g/100 g yağ, $P<0.0001$), oleik asit (37.35 – 35.51 g/100 g yağ, $P<0.0001$), linoleik asit (12.15 – 10.22 g/100 g yağ, $P<0.0001$), linolenik asit (10.39 – 9.18 g/100 g yağ, $P<0.0001$), EPA (0.67 – 0.54 g/100 g yağ, $P<0.0001$), dokosatetraenoik asit (0.03 – 0.02 g/100 g yağ, $P<0.0001$) miktarları ile toplam PUFA (24.60 – 21.31 g/100 g yağ, $P<0.0001$), toplam MUFA (45.17 – 42.46 g/100 g yağ, $P<0.0001$), toplam omega-6 yağ asitleri (12.84 – 10.93 g/100 g yağ, $P<0.0001$), toplam omega-3 yağ asitleri (11.75 – 10.38 g/100 g yağ, $P<0.0001$) miktarları ve omega 6:3 oranının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Termonötral grupların but eti yağ asitlerinden pentadekanoik asit (0.28 – 0.30 g/100 g yağ, $P<0.0001$), palmitik asit (19.85 – 22.72 g/100 g yağ, $P<0.0001$), margarik asit (0.58 – 0.61 g/100 g yağ, $P<0.0001$), stearik asit (7.63 – 10.87 g/100 g yağ, $P<0.0001$) ve toplam SFA (30.23 – 36.23 g/100 g yağ, $P<0.0001$) miktarları sıcaklık stresi gruplarına göre daha düşük bulunmuştur. But eti örneklerinde, miristoleik asit, palmitoleik asit, risinoleik asit, stearidonik asit, araşidik asit, gadoleik asit, ekosadienoik asit, dihomogammalinolenik asit, araşidonik asit, DHA ve nervonik asit miktarlarında çevre sıcaklığına göre gruplar arası istatistiksel olarak bir fark tespit edilmemiştir ($P>0.05$; Tablo 9).

Rasyonun PUFA seviyesinin but eti yağ asitlerinden stearik asit, eikosadienoik asit ve dihomogammalinoleik asit dışında kalan yağ asitlerini farklı biçimlerde etkilediği görülmüştür (Tablo 9). Rasyonun PUFA seviyesi 15 olan bıldırcınlarda, miristik asit (2.04 – 1.41), miristoleik asit (0.51 – 0.25), pentadekanoik asit (0.34 – 0.24), palmitik asit (22.99 – 19.59), cis-palmitoleik asit (4.29 – 3.01), trans-palmitoleik asit (0.66 – 0.47), margarik asit (0.70 – 0.48), oleik asit (43.80 – 29.06), risinoleik asit (2.52 – 1.52), stearidonik asit (0.36 – 0.14), araşidik asit (0.12 – 0.07), gadoleik asit (0.39 – 0.25), araşidonik asit (0.54 – 0.43), dokosatetraenoik asit (0.03 – 0.02), toplam MUFA (52.29 – 35.34), toplam SFA (35.56 – 30.90), miktarları ve omega 6:3 oranının (5.35 – 0.68) PUFA seviyesi 45 olan rasyonla beslenen gruplara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. But eti örneklerinde PUFA 15 olan gruplarda linoleik asit (9.46 – 12.91), linolenik asit (1.38 – 18.19), EPA (0.05 – 1.17), DHA (0.14 – 0.71), nervonik asit (0.14 – 0.78), toplam PUFA (12.14 – 33.76), toplam omega 6 yağ asitleri (10.22 – 13.56) ve toplam omega 3 yağ asitleri (1.93 – 20.20) miktarları, PUFA 45 gruplarına göre daha düşük bulunmuştur ($P<0.0001$; Tablo 9).

Bıldırcınlarda, genistein katkısının ve genistein katkısı ile çevre sıcaklığı arasındaki ilişkinin but eti yağ asidi kompozisyonu üzerine belirgin bir etkisi bulunmamıştır ($P>0.05$). Genistein katkısı ile rasyonun PUFA seviyesi arasındaki ilişkinin risinoleik asit dışında but eti yağ asidi kompozisyonu üzerine bir etkisi belirlenmemiştir (Tablo 9). But eti risinoleik asit miktarı, artan genistein katkısı ile PUFA 15 gruplarında kuadratik olarak artarken PUFA 45 gruplarında lineer bir artış göstermiştir ($P<0.03$).

Bıldırcınlarda but eti yağ asidi profili üzerine, çevre sıcaklığı ile rasyonun PUFA düzeyi arasında bir interaksiyon olduğu tespit edilmiştir. Rasyonun PUFA düzeyi % 15'den % 45'e yükseldikçe termonötral şartlar altında yetiştirilen bıldırcınlarda but eti miristoleik asit miktarı (% 50 – % 54) sıcaklık stresine maruz bırakılanlara göre daha az artmıştır ($P<0.02$). Rasyonun PUFA seviyesinin artışı ile termonötral gruplarda ve sıcaklık stresi gruplarında but eti palmitik asit (%19 – % 11) miktarı azalmıştır ($P<0.001$). Rasyonun PUFA seviyesinin artışına bağlı olarak, but eti stearik asit ve dokosatetraenoik asit miktarları sırasıyla termonötral gruplarda % 14 ve % 54 azalırken sıcaklık stresine maruz bırakılan gruplarda % 6 ve % 50 oranında artmıştır ($P<0.0001$). Rasyonun PUFA seviyesine cevap olarak, but eti linoleik asit, (% 38 – % 35, $P<0.01$), linolenik asit (13.5 – 12.8 kat, $P<0.0001$), EPA (26 – 24 kat, $P<0.0001$) miktarları ile toplam PUFA (2.8 – 2.7 kat, $P<0.0001$), omega-6 (1.34 – 1.32 kat, $P<0.02$) ve omega-3 yağ asidi (10.83 – 10.12 kat, $P<0.0001$) miktarlarındaki artış, termonötral gruplarda sıcaklık stresi gruplarına göre daha yüksek bulunmuştur. Rasyonun PUFA seviyesinin artışı ile termonötral gruplarında sıcaklık stresi gruplarına göre but eti toplam SFA (% 19 – % 8, $P<0.0001$) miktarı ve omega 6:3 (% 87.6 – % 87.1, $P<0.008$) oranındaki azalma daha fazladır.

Tablo 9: Rasyonun PUFA içeriği ve rasyona katılan genistein seviyelerinin farklı çevre sıcaklıklarında yetiştirilen bildircınların but eti yağ asidi profili üzerine etkileri.

Yağ asitleri	<u>Termonötral</u>						<u>Sıcaklık Stresi</u>									
	<u>PUFA 15</u>			<u>PUFA 45</u>			<u>PUFA 15</u>			<u>PUFA 45</u>			<u>SEM</u>	<u>CS</u>	<u>P<</u>	<u>G</u>
	<u>0</u>	<u>400</u>	<u>800</u>	<u>0</u>	<u>400</u>	<u>800</u>	<u>0</u>	<u>400</u>	<u>800</u>	<u>0</u>	<u>400</u>	<u>800</u>				
Miristik a. (C _{14:0})	2.07	2.18	2.13	1.44	1.51	1.48	2.01	1.82	2.04	1.30	1.36	1.34	0.10	0.006	0.0001	0.80
Miristoleik a. (C _{14:1})	0.51	0.51	0.49	0.25	0.25	0.25	0.52	0.52	0.52	0.25	0.24	0.24	0.01	0.62	0.0001	0.42
Pentadekanoik a. (C _{15:0})	0.33	0.33	0.33	0.23	0.23	0.23	0.35	0.35	0.35	0.24	0.24	0.24	0.00	0.0001	0.0001	0.90
Palmitik a. (C _{16:0}) ²	21.97	21.57	22.23	17.92	17.61	17.82	24.41	23.44	24.31	21.77	21.21	21.20	0.38	0.0001	0.0001	0.10
Palmitoleik a. (C _{16:1-cis})	5.03	4.53	4.47	3.22	3.55	3.31	4.12	3.77	3.80	2.78	2.73	2.48	0.24	0.0001	0.0001	0.30
Palmitoleik a. (C _{16:1-trans})	0.66	0.67	0.65	0.49	0.45	0.48	0.64	0.65	0.66	0.46	0.48	0.46	0.02	0.46	0.0001	0.97
Margarik a. (C _{17:0})	0.67	0.68	0.69	0.47	0.47	0.47	0.68	0.73	0.75	0.49	0.49	0.49	0.02	0.0001	0.0001	0.17
Stearik a. (C _{18:0})	8.15	8.03	8.38	6.84	7.37	7.00	10.37	10.98	10.35	11.28	10.75	11.46	0.33	0.0001	0.18	0.81
Oleik a. (C _{18:1. ω-9})	44.37	45.11	44.60	30.79	29.67	29.57	42.92	42.92	42.89	28.15	28.48	27.71	0.50	0.0001	0.0001	0.50
Risinoleik a. (C _{18:1. ω-7}) ¹	2.66	2.77	2.34	1.52	1.52	1.65	2.16	2.89	2.27	1.45	1.48	1.49	0.16	0.20	0.0001	0.09
Linoleik a. (C _{18:2. ω-6})	10.27	10.20	10.19	13.99	14.26	13.99	8.63	8.65	8.80	11.69	11.73	11.82	0.28	0.0001	0.0001	0.94
Linolenik a. (C _{18:3})	1.41	1.42	1.48	18.92	19.30	19.81	1.39	1.26	1.34	16.50	17.30	17.30	0.33	0.0001	0.0001	0.18
Stearidonik a. (C _{18:4})	0.36	0.36	0.36	0.14	0.14	0.14	0.36	0.36	0.36	0.14	0.14	0.15	0.01	0.77	0.0001	0.61
Araşidik a. (C _{20:0})	0.09	0.12	0.12	0.07	0.07	0.07	0.12	0.12	0.12	0.07	0.07	0.07	0.01	0.53	0.02	0.88
Gadoleik a. (C _{20:1})	0.42	0.38	0.41	0.26	0.26	0.25	0.38	0.38	0.39	0.25	0.23	0.27	0.02	0.08	0.0001	0.27

Tablo 9' un devamı.

Yağ asitleri	<u>Termonötral</u>						<u>Sıcaklık Stresi</u>									
	<u>PUFA 15</u>			<u>PUFA 45</u>			<u>PUFA 15</u>			<u>PUFA 45</u>			<u>SEM</u>	<u>CS</u>	<u>P<</u>	
	<u>0</u>	<u>400</u>	<u>800</u>	<u>0</u>	<u>400</u>	<u>800</u>	<u>0</u>	<u>400</u>	<u>800</u>	<u>0</u>	<u>400</u>	<u>800</u>			<u>PUFA</u>	<u>G</u>
Eikosadienoik a. (C _{20:2})	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.01	0.15	0.61	0.24
Dihomogammalinolenik a.(C _{20:3})	0.10	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.01	0.43	0.32	0.86
Araşidonik a. (C _{20:4})	0.49	0.55	0.56	0.40	0.38	0.41	0.44	0.64	0.53	0.48	0.42	0.49	0.05	0.21	0.0001	0.36
Timnodonik a. (EPA. C _{20:5})	0.05	0.05	0.05	1.33	1.27	1.29	0.04	0.04	0.05	1.04	1.01	1.07	0.05	0.0001	0.0001	0.80
Dokosatetraenoik a. (C _{22:4})	0.04	0.05	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00	0.0001	0.0001	0.28
Servonik a. (DHA. C _{22:6})	0.14	0.14	0.14	0.74	0.71	0.77	0.13	0.14	0.14	0.65	0.67	0.69	0.04	0.09	0.0001	0.69
Nervonik a. (C _{24:1})	0.13	0.14	0.14	0.77	0.77	0.77	0.14	0.14	0.14	0.79	0.76	0.82	0.02	0.44	0.0001	0.63
Σ PUFA	12.95	12.97	13.03	35.73	36.28	36.63	11.19	11.31	11.42	30.73	31.48	31.73	0.43	0.0001	0.0001	0.18
Σ MUFA	53.77	54.12	53.09	37.29	36.47	36.29	50.87	51.25	50.65	34.13	34.40	33.47	0.51	0.0001	0.0001	0.11
Σ SFA	33.28	32.91	33.88	26.98	27.26	27.08	37.94	37.44	37.93	35.15	34.12	34.81	0.44	0.0001	0.0001	0.24
Σ ω-6	10.98	11.00	10.99	14.61	14.86	14.62	9.28	9.51	9.54	12.40	12.36	12.51	0.27	0.0001	0.0001	0.80
Σ ω-3	1.96	1.96	2.04	21.13	21.41	22.01	1.92	1.80	1.88	18.32	19.12	19.22	0.34	0.0001	0.0001	0.17
ω-6:ω-3	5.65	5.62	5.42	0.70	0.70	0.67	4.91	5.34	5.13	0.68	0.65	0.65	0.13	0.003	0.0001	0.46

YA: Yağ asidi, PUFA: Çoklu doymamış yağ asitleri MUFA: Tekli doymamış yağ asitleri, SFA: Doymuş yağ asitleri ÇS: Çevre sıcaklığı, TN:Termonötral, SS:

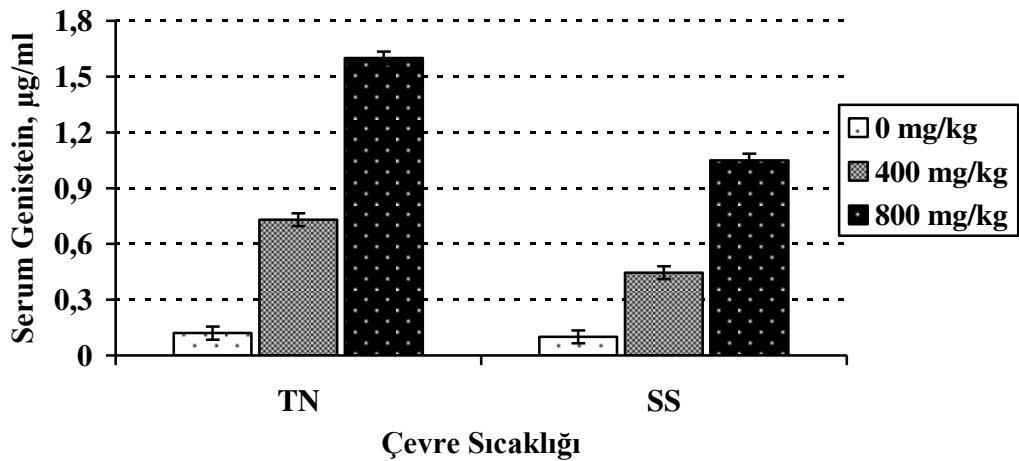
Sıcaklık Stresi, G: Genistein Seviyesi, EPA:Eikosapentaenoik asit; DHA: Dokosaheksaenoik asit; SEM: Ortalamanın standart hatası,

¹Genistein katkısının kuadratik etkisi, $P<0.05$.

5. 3. Genistein Düzeyi

5. 3. 1. Serum Genistein Düzeyi

Termonötral koşullarda barındırılan ve sıcaklık stresine maruz bırakılan, farklı PUFA seviyelerine sahip rasyonlarla beslenen bıldırcınların rasyona genistein ilavesi sonrası serum genistein düzeyleri Tablo 10’da verilmiştir. Serum genistein konsantrasyonu, genistein katkısı ile lineer olarak artmıştır ($P<0.0001$). Serum genistein düzeyi çevre sıcaklığı ile etkilenirken, termonötral gruplarda sıcaklık stresine göre daha yüksek düzeyde belirlenmiştir ($0.82 - 0.53 \mu\text{g/ml}$, $P<0.0001$). Rasyonun PUFA seviyesinin % 15’den % 45’e artışı ile serum genistein konsantrasyonunda ($0.70 - 0.65 \mu\text{g/ml}$) bir azalma tespit edilmiştir ($P<0.04$). Genistein katkısı ile çevre sıcaklığı arasındaki etkileşim ile serum genistein konsantrasyonu sıcaklık stresi gruplarında azalırken, genistein dozuna bağlı olarak hem termonötral hem de sıcaklık stresi gruplarında lineer bir artış gözlenmiştir ($P<0.0001$; Şekil 21).



Şekil 21: Bıldırcınlarda çevre sıcaklığı ile rasyona katılan genisteinin serum genistein düzeyi üzerine etkileri.

Tablo 10: Rasyonun PUFA içeriği ve rasyona katılan genistein seviyelerinin farklı çevre sıcaklıklarında yetiştirilen bıldırcınların serum metabolitleri (µg/ml) üzerine etkileri.

ÇS	PUFA %	G mg/kg	MDA ¹	Genistein ¹	C Vitamini	E Vitamini	A Vitamini
TN	15	0	0.06	0.12	8.33	1.69	1.36
		400	0.06	0.77	8.36	1.70	1.36
		800	0.05	1.61	8.39	1.73	1.37
	45	0	0.07	0.12	8.49	1.69	1.34
		400	0.06	0.69	8.45	1.68	1.36
		800	0.06	1.59	8.52	1.69	1.35
SS	15	0	0.10	0.10	5.35	1.11	1.01
		400	0.09	0.50	5.25	1.10	1.01
		800	0.08	1.11	5.71	1.13	1.01
	45	0	0.14	0.10	4.62	1.07	0.99
		400	0.11	0.39	4.63	1.08	1.00
		800	0.10	0.99	5.05	1.09	1.00
SEM			0.003	0.05	0.35	0.11	0.06
ANOVA			----- <i>P</i> < -----				
ÇS			0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
PUFA			0.0001	0.04	0.19	0.67	0.74
G			0.0001	0.0001	0.56	0.96	0.98
ÇS x PUFA			0.0001	0.42	0.06	0.92	0.99
ÇS x G			0.0001	0.0001	0.69	0.99	0.99
PUFA x G			0.01	0.39	0.99	0.99	0.98
ÇS x PUFA x G			0.08	0.81	0.98	0.99	0.98

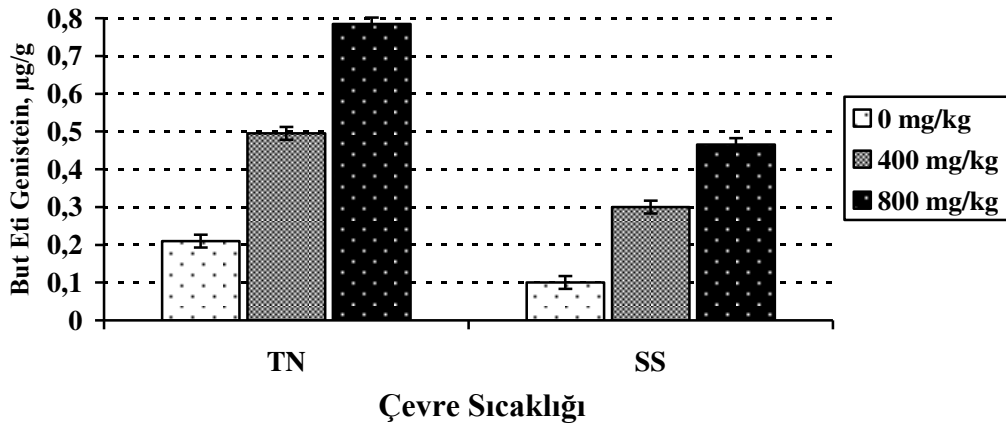
ÇS: Çevre sıcaklığı; TN: Termonötral; SS: Sıcaklık stresi, PUFA: Rasyonun % çoklu doymamış yağ asidi düzeyi; G: Genistein dozu; MDA: Malondialdehit, SEM: Ortalamanın standart hatası

¹Genistein katkısının lineer etkisi, $P < 0.0001$.

Bıldırcınlarda serum genistein düzeyi üzerine çevre sıcaklığı ile rasyonun PUFA seviyesi ve PUFA ile genistein dozu arasında bir ilişki tespit edilmemiştir ($P > 0.05$; Tablo 10).

5. 3. 2. But Eti Genistein Düzeyi

Termonötral koşullarda barındırılan ve sıcaklık stresine maruz bırakılan, farklı PUFA seviyelerine sahip rasyonlarla beslenen bıldırcınların genistein katkısı sonrası but eti genistein düzeyleri Tablo 11’de verilmiştir. Bıldırcınlarda but eti genistein konsantrasyonu genistein katkısına bağlı olarak lineer bir artış göstermiştir ($P<0.0001$). Rasyonun PUFA düzeyi, but eti genistein konsantrasyonunu etkilemezken ($P>0.05$), en düşük genistein düzeyi sıcaklık stresine maruz kalan bıldırcınlarda tespit edilmiştir ($P<0.0001$). Rasyona genistein ilavesi ile çevre sıcaklığı arasında bir interaksiyon tespit edilmiştir. Bıldırcınların but eti genistein konsantrasyonu sıcaklık stresi gruplarında azalırken genistein dozuna bağlı olarak hem termonötral hem de sıcaklık stresi gruplarında lineer bir artış göstermiştir ($P<0.0001$; Şekil 22).



Şekil 22: Bıldırcınlarda çevre sıcaklığı ve genistein katkısı arasındaki etkileşimin but eti genistein konsantrasyonu üzerine etkileri.

Tablo 11: Rasyonun PUFA içeriği ve rasyona katılan genistein seviyelerinin farklı çevre sıcaklıklarında yetiştirilen bıldırcınların but eti metabolitleri (µg/g) üzerine etkileri.

ÇS	PUFA %	G mg/kg	MDA ¹	Genistein ¹	E Vitamini	A Vitamini
TN	15	0	0.46	0.21	4.52	2.83
		400	0.42	0.50	4.55	2.84
		800	0.40	0.79	4.54	2.98
	45	0	0.56	0.21	4.50	2.73
		400	0.55	0.49	4.52	2.76
		800	0.52	0.78	4.53	2.79
SS	15	0	1.21	0.10	2.15	1.55
		400	1.12	0.31	2.21	1.56
		800	1.08	0.47	2.24	1.56
	45	0	1.39	0.10	2.11	1.54
		400	1.25	0.29	2.11	1.54
		800	1.22	0.46	2.13	1.54
SEM			0.02	0.02	0.25	0.22
ANOVA			----- <i>P</i> < -----			
ÇS			0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
PUFA			0.0001	0.49	0.71	0.60
G			0.0001	0.0001	0.98	0.93
ÇS x PUFA			0.15	0.95	0.83	0.68
ÇS x G			0.004	0.0001	0.99	0.95
PUFA x G			0.92	0.95	0.99	0.98
ÇS x PUFA x G			0.37	0.99	0.99	0.98

ÇS: Çevre sıcaklığı; TN: Termonötral; SS: Sıcaklık Stresi, PUFA: Çoklu doymamış yağ asidi düzeyi; G: Genistein dozu; MDA: Malondialdehit, SEM: Ortalamanın standart hatası

¹Genistein katkısının lineer etkisi, $P<0.0001$.

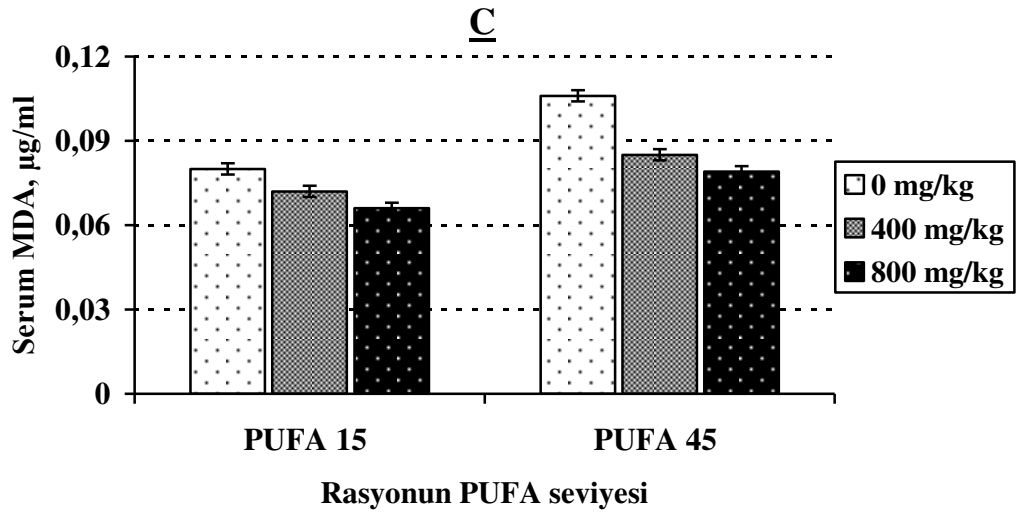
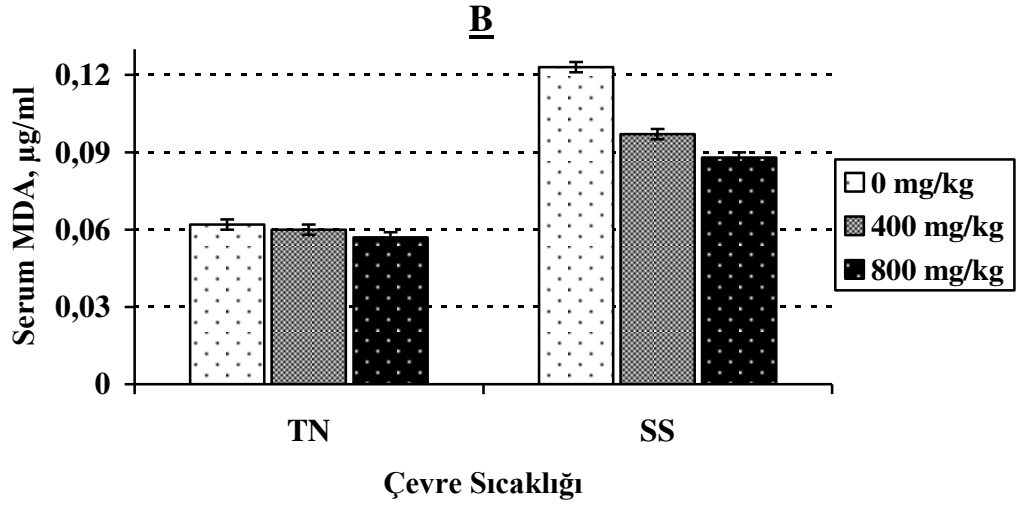
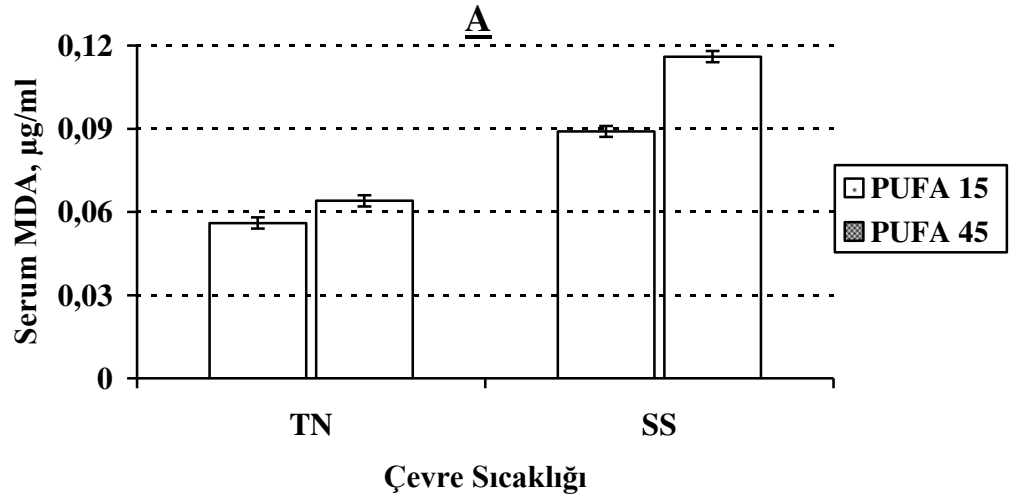
5. 4. MDA ve Vitamin Düzeyleri

5. 4. 1. Serum MDA ve Vitamin Düzeyleri

Normal koşullarda yetiştirilen bildircinlarda sıcaklık stresine maruz bırakılanlara göre, serum malondialdehit (MDA) konsantrasyonu (0.06 – 0.10 µg/ml) daha düşükken, serum C vitamini (8.42 – 5.10 µg/ml), E vitamini (1.70 – 1.10 µg/ml) ve A vitamini (1.36 – 1.10 µg/ml) düzeyleri yüksek bulunmuştur ($P<0.0001$; Tablo 10).

PUFA seviyesi % 15 olan rasyonla beslenen bildircinların serum MDA konsantrasyonları (0.07 – 0.09 µg/ml; $P<0.0001$) rasyon PUFA seviyesi 45 olan gruplara göre daha düşük olarak tespit edilmiştir (Tablo 10). Serum vitamin konsantrasyonlarının rasyonun PUFA seviyesiyle istatistiki olarak etkilenmediği belirlenmiştir ($P>0.05$; Tablo 10). Artan genistein dozu ile serum MDA konsantrasyonu lineer bir azalma (0.09 – 0.07 µg/ml) göstermiştir ($P<0.0001$; Tablo 10). Rasyona genistein ilavesi serum vitamin konsantrasyonlarını etkilememiştir ($P>0.05$; Tablo 10).

Parametreler arası etkileşimler (ÇS–PUFA–G) serum vitamin değerlerini istatistiksel olarak etkilememiştir ($P>0.05$; Tablo 10). Rasyonun PUFA düzeyinin artışı ile serum MDA düzeyindeki yükselme SS gruplarında TN gruplara göre daha fazla bulunmuştur ($P<0.0001$; Şekil 23-A). Artan genistein katkısına cevap olarak; TN gruplarda serum MDA düzeyi etkilenmezken, SS gruplarında lineer bir düşüş göstermiştir ($P<0.0001$; Şekil 23-B). Rasyonun PUFA seviyesi ile genistein katkısı arasındaki etkileşim ile serum MDA düzeyi, genistein dozuna bağlı olarak her iki PUFA 15 grubunda da lineer olarak düşmüştür ($P<0.01$; Şekil 23-C).



Şekil 23: Çevre sıcaklığı ile rasyonun PUFA seviyesi (A), çevre sıcaklığı ile genistein katkısı (B), PUFA ile genistein katkısı (C) arasındaki etkileşimlerin serum MDA konsantrasyonu üzerine etkileri.

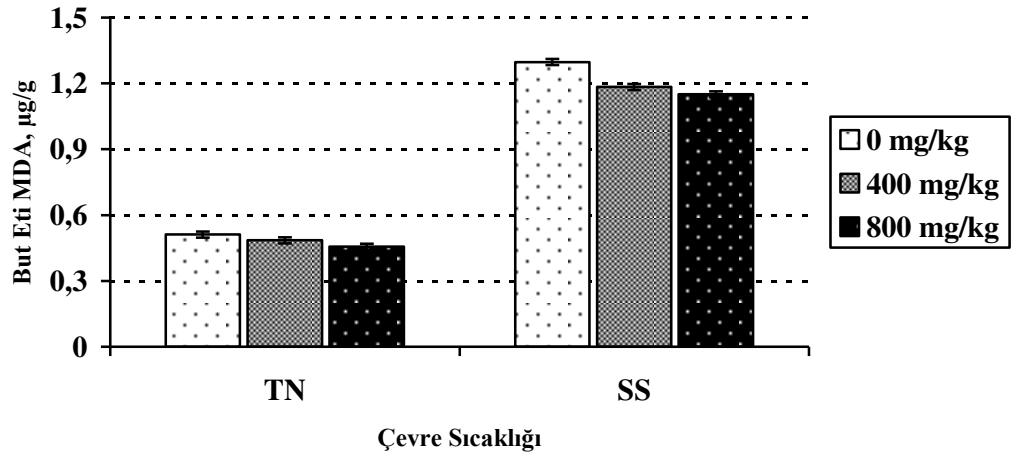
5. 4. 2. But Eti MDA ve Vitamin Düzeyleri

Termonötral ortamda barındırılan bıldırcınlarda sıcaklık stresine maruz bırakılanlara göre, but eti malondialdehit (MDA) konsantrasyonu (0.49 – 1.21 µg/g) daha düşük bulunurken, but eti E vitamini (4.53 – 2.16 µg/g) ve A vitamini (2.82 – 1.55 µg/g) düzeyleri daha yüksek bulunmuştur ($P<0.0001$; Tablo 11).

Rasyonun PUFA seviyesi ile bıldırcınların but eti vitamin düzeyleri etkilenmezken ($P>0.05$), rasyonun PUFA seviyesi 15 olan gruplarda but eti MDA konsantrasyonu (0.78 – 0.92 µg/g; $P<0.0001$) PUFA seviyesi 45 olan gruplara göre düşük olarak tespit edilmiştir (Tablo 11).

Bıldırcınlarda, genistein seviyesinin artışı ile but eti MDA konsantrasyonu lineer bir azalma (0.91 µg/g - 0.81 µg/g) göstermiştir ($P<0.0001$; Tablo 11). But eti vitamin konsantrasyonları, genistein katkısı ile etkilenmemiştir ($P>0.05$; Tablo 11).

Bıldırcınlarda, çevre sıcaklığı ile rasyonun PUFA seviyesi ve genistein katkısı ile rasyonun PUFA seviyesi arasındaki etkileşimlerin but eti vitamin düzeyleri üzerine bir etkisi belirlenmemiştir ($P>0.05$; Tablo 11). Artan genistein katkısı ile but eti MDA konsantrasyonunun, termonötral ve sıcaklık stresi gruplarında lineer olarak düştüğü tespit edilmiştir ($P<0.004$; Şekil 24).



Şekil 24: Çevre sıcaklığı ve genistein katkısı arasındaki etkileşimin but eti MDA konsantrasyonu üzerine etkileri.

6. TARTIŞMA

Kanatlı yetiştiriciliğinde gerek yüksek verim, gerekse insan sağlığı için olumlu etkileri olan kanatlı ürünlerin elde edilmesi için rasyon bileşimi büyük önem taşımaktadır (34). Son yıllarda insanların beslenmesinde sağlık üzerine birçok faydalı etkisi olan çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) tüketimi artmaktadır (101, 104). Bu amaçla, kanatlı rasyonlarının PUFA içeriği artırılarak kanatlı ürünlerinin de PUFA düzeyi yükseltilebilmektedir (29, 34, 53, 54, 103, 125). Kanatlı etlerinin PUFA düzeyinin artırılmasının, sağlık üzerine olumlu etkilerinin yanında, ürünün lipid peroksidasyona karşı daha duyarlı hale gelmesi gibi bir dezavantajı bulunmaktadır (53, 103, 150, 184). Kanatlı yetiştiriciliğinde önemli bir stres faktörü olan yüksek çevre sıcaklığının oksidatif strese neden olacağı, antioksidan savunma mekanizmalarını zayıflatacağı ve bu tabloyu daha da artırabileceği düşünülmektedir (171, 172, 175). Rasyonlara antioksidan ilavesi ile oksidatif stres ve lipid peroksidasyon gibi olumsuz etkilerin azaltılabileceği de yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (4, 71, 170, 178, 179, 233). Hayvan sağlığını koruyan antioksidan maddelerin ürün kalitesini artırması ve hayvansal ürünlere geçişi ile insan sağlığı üzerine etkili olabileceğinden, bu maddelerin hayvansal ürünlere geçiş oranlarının belirlenmesi ve bu ürünlerin insanlar tarafından tüketiminin teşviki de büyük önem taşımaktadır (5, 34). Son yıllarda genisteinin hayvansal ürünlere geçiş düzeylerini araştıran sınırlı sayıda çalışma bulunmakla birlikte (5, 64, 107), kanatlılarda genisteinin performans ve antioksidan durum üzerine etkilerinin araştırıldığı yeterli veri mevcut değildir. Bu çalışmada, çevre sıcaklığı, rasyon PUFA düzeyi, genistein katkısı ve bu

değişkenler arasındaki etkileşimlerin bıldırcınlarda; performans, but eti yağ asidi profili, malondialdehit (MDA) konsantrasyonu ve vitamin seviyeleri üzerine etkileri ile genisteinin but etine geçiş düzeyleri araştırıldı.

Kanatlılarda çevre sıcaklığı üst sınırları aştığında, vücut sıcaklığı ile vücuttan atılan ısı arasındaki denge bozularak sıcaklık stresi oluşmaktadır (68). Bu hayvanlarda sıcaklık stresi, performans üzerine olumsuz etki göstermekte, yem tüketimi ve canlı ağırlık artışını düşürmekte, yemden yararlanma oranını kötüleştirmektedir (42, 68, 131, 175). Etlik piliçlerde çevre sıcaklığının artışı ile yemlerin sindirilebilirliğinin azaldığı, su tüketiminin artmasıyla absorpsiyon miktarının düştüğü ve sindirim kanalından yemin geçiş oranının arttığı (33), sonuçta büyümenin baskılandığı ortaya konmuştur (59).

Bıldırcınlar üzerinde yapılan çalışmalarda da çevre sıcaklığı normal değerlerin (18–22°C) üzerine çıktığında büyüme oranı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranının kötüleşmeye başladığı ortaya konmuştur (117, 171, 172). Şahin ve arkadaşları (179), sıcaklık stresine (34 °C) maruz bıraktıkları bıldırcınlarda, performans parametrelerinin termonötral koşullarda barındırılanlara göre daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir. Bıldırcınlarda sıcaklık stresinin performans verilerinde azalmaya neden olduğu yapılan birçok çalışmada bildirilmektedir (155, 178, 213). Bu çalışmada, termonötral koşullarda barındırılan bıldırcınların, canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı gibi performans verilerinin sıcaklık stresi gruplarına göre daha iyi olduğu belirlenmiştir (Tablo 8). Bu veriler benzer çalışmalarla paralellik göstermektedir (154, 155, 170, 176, 179). Sıcaklık stresine maruz kalan

kanatlılarda performans parametrelerindeki düşüş, metabolizma sonucu oluşan sıcaklık artışını kontrol altına almak için yem tüketiminin azaltılması ve stres sonucu oluşan metabolik değişikliklerden kaynaklanabilir. Sıcaklık stresi kanatlılarda oksidatif strese neden olmakta, *in vivo* antioksidan savunma sistemini zayıflatmakta ve performansta düşüşe neden olmaktadır (154, 155, 171, 174–176, 179, 180). Mujahid ve arkadaşları (140), etlik piliçlerde akut sıcaklık stresi ile iskelet kaslarında ROS miktarının arttığını ve mitokondrial serbest protein sentezinin azaldığını rapor etmektedir.

Yüksek çevre sıcaklığı gibi stresörler, kanatlılarda kortizon salınımı başta olmak üzere hormonal ve nöral değişikliklere neden olmaktadır (38, 68, 179). Glikokortikoid konsantrasyonun artışı ile organizma da katabolik etki artmakta, sentez oranı azalmakta ve böylece kaslarda zayıflama ve büyümede gecikme meydana gelmektedir (38, 179). Bir stres hormonu olan kortikosteron miktarındaki artış, bıldırcınlarda kas oluşumunu azaltmakta ve büyüme oranını düşürmektedir (88).

Etlik kanatlıların rasyonlarında, bitkisel kökenli, hayvansal kökenli veya bu yağların karışımları ve artık yağlar kullanılabilir (65, 148, 156, 235). Bitkisel, hayvansal ve bitkisel-hayvansal yağ karışımlarının hayvan beslemeye uygulanabilirliğinin araştırıldığı çalışmalar çelişkili sonuçlar sunmaktadır. Nitekim, bitkisel yağların hayvanlarda daha çok performans artışı sağladığı bildirilirken farklı yağ kaynaklarının performansı etkilemediği de bildirilmektedir (185).

Etlik piliçlerde rasyona balık yağı yerine keten tohumu ve kolza yağı katkısı ile performans verilerinin etkilenmediği, sadece yem tüketiminin önce balık yağı sonra bitkisel yağ kullanılması ile etkilenmektedir (124). Lopez-Ferrer ve arkadaşlarının (123) etlik piliçlerde yaptığı bir çalışmada, rasyona % 8 oranında iç yağı, % 2 keten tohumu – % 6 iç yağı ve % 4 keten tohumu – % 4 iç yağı karışımı kullanarak oluşturdukları üç grup arasında yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı değerleri bakımından gruplar arası bir fark tespit edilmezken, % 4 keten tohumu ve % 4 iç yağı karışımı kullanılan grupta canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı değerleri daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde, keten tohumu yerine balık yağı kullanılan bir çalışmada, iç yağı ve iç yağı–keten tohumu yağı karışımları arasında yem tüketimi ve yemden yararlanma verileri arasında fark bulunmamasına karşın, canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı iç yağı–keten tohumu yağı karışımı kullanılan gruplarda sadece iç yağı kullanılan gruba göre daha yüksek olarak belirlenmiştir (125). Crespo ve Esteve-Garcia (57), kanatlılarda rasyona %10 düzeylerinde iç, zeytin, ayçiçeği ve keten tohumu yağı kullandıkları bir çalışmada canlı ağırlık verilerinde, yağ katılan gruplar arasında fark bulunmazken, yağ katkısı ile bazal diyet arasında fark olduğunu ve yağ katkısının performansı olumlu etkilediğini bildirmişlerdir. Wongsuthavas ve arkadaşları (232) etlik piliçlerde, rasyona iç yağı ve soya yağı karışımlarını % 3, % 6 ve % 9 düzeylerinde, doymuş : doymamış yağ (SFA:UFA) oranlarını 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 ve 1:5 şeklinde düzenledikleri bir çalışmada, rasyona yağ katkısı düzeyi yükseldikçe canlı ağırlık değerlerinin arttığı ve yemden yararlanma oranlarının iyileştiği bunun yanı sıra doymamış yağ asidi oranının artışı ile abdominal yağ miktarının düştüğü tespit edilmiştir (232).

Sanz ve arkadaşları (183) etlik piliçlerde, iç, domuz ve ayçiçeği yağı kullandıkları bir çalışmada, performans verilerinin doymuş yağ asidince zengin iç yağında, bitkisel yağ katkısına göre daha iyi olduğunu ve abdominal yağ oluşumunun iç yağı kullanılan hayvanlarda daha yüksek olduğunu bildirmektedir. Buna zıt olarak, balık, ayçiçeği ve iç yağı kullanılan başka bir çalışmada ise, yem tüketimi ve canlı ağırlık artışı verileri arasında bir fark tespit edilmezken, benzer şekilde yağ oluşumu doymamış yağ asitlerince zengin balık yağı ve bitkisel yağ katılan gruplarda iç yağı katılan hayvanlara göre daha düşük bulunmuştur (144). Bu çalışmada, rasyona tek başına iç yağı katılan PUFA 15 gruplarında performans verilerinin, iç, balık ve keten tohumu yağı katılarak oluşturulan PUFA 45 gruplarına göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Tablo 8).

Etlik kanatlılarda, özellikle omega-3 gibi PUFA düzeyi zengin rasyonların kullanılmasının, lipojenik enzimlerin inhibisyonu ile abdominal yağ oluşumunu azalttığı bildirilmiştir (56, 241, 232, 246). Sanz ve arkadaşları (184) etlik piliçlerde PUFA düzeyi yüksek rasyonlar kullanımı ile abdominal yağ oluşumunun azalmasını; doymamış yağ asitlerinin absorpsiyonunun yüksek olmasına karşın, endojen yağ asidi sentezinin azalması ve oksidasyon oranının yüksek olması ile açıklamışlardır. Bu verilerin ışığı altında, kanatlılarda PUFA düzeyi yüksek rasyonların, hem yağ oluşum yüzdesini azaltması hem de oksidasyona daha duyarlı olması nedeniyle performans verilerinde bir düşüşe yol açabileceği düşünülebilir.

Bu çalışmada, rasyona katılan genistein düzeyine bağlı olarak performans verileri incelendiğinde yem tüketiminin değişmediği, genistein katkısı ile canlı

ağırlık, canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranlarının lineer olarak iyileştiği tespit edilmiştir (Tablo 8). Bu verilere paralel olarak Onderci ve arkadaşlarının (155), farklı çevre sıcaklıklarında barındırılan bıldırcın rasyonlarına yapılan genistein katkısı ile performans verilerinin, normal çevre sıcaklıklarında etkilenmediği fakat sıcaklık stresine maruz bırakılan gruplarda artan genistein katkısı ile performans verilerinin iyileştiği ve sıcaklık stresinin olumsuz etkilerinin azaldığı rapor edilmektedir.

Genisteinin, balıklarda büyüme üzerine pozitif etkilerinin olduğu bildirilmektedir (102). Akdemir ve Şahin (5) yumurtacı bıldırcınlarda artan genistein katkısı ile yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı gibi performans verilerinin iyileştiğini ve yumurta kalitesinin yükseldiğini ortaya koymuşlardır. Jiang ve arkadaşları (90) etlik piliçlerde genistein, daidzein ve glisitein içeren soy izoflavon katkısı ile performans ve et kalitesinin yükseldiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmaların aksine genistein ve soy izoflavon katkısının bıldırcınlarda performans değerlerini etkilemediği de rapor edilmektedir (229).

Chen ve Chiang (44), civcivlerde farklı oranlarda soya, zeytin ve iç yağı kullanarak oluşturdukları PUFA:SFA oranları 0.6 ve 2.4 olan rasyonların farklı çevre sıcaklıklarında performans üzerine etkilerini araştırmışlardır. Performans verilerinin yüksek çevre sıcaklığı ile olumsuz etkilendiği, buna karşın rasyonun PUFA düzeyi ile çevre sıcaklığı arasındaki etkileşimden istatistiki olarak etkilenmediği bildirilmiştir (44).

Bu araştırmada, bıldırcınlarda performans verilerinin, çevre sıcaklığı ve rasyonun PUFA seviyesi arasındaki ilişkiden etkilenmediği, buna rağmen, çevre

sıcaklığı ve genistein katkısı arasındaki etkileşim ile sıcaklık stresine maruz bırakılan bıldırcınlarda genistein katkısına bağlı olarak canlı ağırlık ile canlı ağırlık artışı yükselirken, yem tüketimi ile yemden yararlanma oranı azalmıştır. Normal sıcaklıkta barındırılan bıldırcınlarda ise bitiş canlı ağırlığı yüksek doz genistein katkısı ile artmış, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı düşmüştür. Sıcaklık stresi altındaki bıldırcınlarda genistein katkısı ile performans parametrelerindeki bu bulgular literatür ile benzerlik göstermektedir (155, 179).

Rasyonun PUFA içeriği ve genistein katkısı arasındaki interaksionlar incelendiğinde, yem tüketiminin etkilenmediği, canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışı verilerinin, rasyonun PUFA seviyesinin yükselmesi ile düştüğü, genistein katkısı ile arttığı belirlenmiştir. Yemden yararlanma oranının, artan genistein katkısı ile PUFA15 ile PUFA 45 gruplarında iyileştiği ve PUFA 15 gruplarında PUFA 45 gruplarına göre daha iyi olduğu ortaya konmuştur (Şekil 20-C).

Araştırmada, çevre sıcaklığı, rasyonun PUFA düzeyi ve genistein katkısının bıldırcınlarda performans üzerine ayrı ayrı etkisi olduğu belirlenirken bu değişkenlerin üçlü interaksyonu ile verilerin etkilenmediği tespit edilmiştir (Tablo 8). Genisteinin sıcaklık stresi üzerine etkilerini konu alan çok az sayıda çalışma bulunurken (155, 179), genistein, rasyonun yağ asidi düzeyi ve çevre sıcaklığının performans üzerine etkilerinin birlikte incelendiği herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Kanatlılarda rasyonun PUFA seviyesi yükseldikçe, but etinde biriken PUFA seviyesi artmaktadır (125, 154, 155). Cortinas ve arkadaşları (53), etlik piliçlerde rasyonun çoklu doymamış yağ asidi düzeyini artırarak but ve göğüs etinde PUFA birikiminin arttığını bildirmişlerdir. Nitekim, bu çalışmada, doymuş

yağ asidi yüksek iç yağı katılan PUFA 15 ve iç, balık ve keten tohumu yağı karışımları ile oluşturulan PUFA 45 rasyonları ile beslenen bıldırcınlarda but eti yağ asidi profilindeki değişimler araştırılmıştır. Rasyonun PUFA seviyesindeki artış ile but eti PUFA düzeyinin yükseldiği tespit edilmiştir.

Bıldırcınlarda but eti yağ asidi bileşimi çevre sıcaklığına göre karşılaştırıldığında; normal sıcaklıkta barındırılan bıldırcınlarda sıcaklık stresi altındakilere göre, miristik asit (C14:0), cis-palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1 ω 9), linoleik asit (C18:2 ω 6), linolenik asit (C18:3 ω 3), EPA (C20:5 ω 3), dokosatetraenoik asit (C22:4 ω 6), miktarları ile toplam PUFA, MUFA, omega-6 ve 3 yağ asitleri miktarları ve omega 6:3 oranının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Termonötral grupların but eti yağ asitlerinden pentadekanoik asit (C15:0), palmitik asit (C16:0), margarik asit (C17:0), stearik asit (C18:0) ve toplam SFA miktarları sıcaklık stresi gruplarına göre daha düşük bulunmuştur.

Sıcaklık stresi gruplarında PUFA seviyesinin azalması zincir uzunluğu ve çift bağ sayısı fazla olan doymamış yağ asitlerinin oksidasyona daha duyarlı olması (78, 79, 197) ve yağ asitlerinin sentezinde görev yapan enzimlerin aktivitelerindeki değişimler (137) ile açıklanabilir.

Kanatlı rasyonlarının yağ asidi bileşiminin değiştirilmesi ile elde edilen ürünlerin yağ asidi profilinin etkilenebileceği bilinmektedir (34, 53, 54, 227, 235). Etlik piliçlerde balık ve keten tohumu yağı kullanılarak göğüs ve but etinde PUFA ve omega-3 yağ asitleri miktarının artırılabilirdiği rapor edilmiştir (123-125). Cortinas ve arkadaşları (54) iç, balık ve keten tohumu yağı ile oluşturulan farklı PUFA seviyelerine sahip rasyonlarla beslenen etlik piliçlerin but eti yağ asidi

profilinin değiştiğini belirtmişlerdir. Rasyonun PUFA düzeyindeki artışa bağlı olarak but etinde PUFA seviyesinin yükseldiği bildirilmiştir (54).

Rasyonun yağ asidi bileşimine bağlı olarak but eti yağ asitlerinden stearik asit (C18:0), eikosadienoik asit (C20:2ω6) ve dihomogammalinoleik asit (C20:3ω6) dışında kalan yağ asitlerinin farklı biçimlerde etkilendiği görülmüştür (Tablo 9). Rasyonun PUFA seviyesi % 15 olan bıldırcınlarda, miristik asit (C14:0), miristoleik asit (C14:1), pentadekanoik asit (C15:0), palmitik asit (C16:0), palmitoleik asit (C16:1), margarik asit (C17:0), oleik asit (C18:1), risinoleik asit (C18:1), stearidonik asit (C18:4), araşidik asit (C20:0), gadoleik asit (C20:1), araşidonik asit (C20:4ω6), dokosatetraenoik asit (C22:4ω6), toplam MUFA ve SFA miktarları ile omega 6:3 oranının PUFA 45 gruplarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. But eti örneklerinde PUFA 15 olan gruplarda linoleik asit (C18:2ω6), linolenik asit (C18:3ω3), EPA (C20:5ω3), DHA (C22:6ω3), nervonik asit (C24:1), toplam PUFA, omega 3 ve 6 yağ asitleri düzeylerinin, PUFA 45 gruplarına göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 9). Rasyonun yağ asidi bileşimine bağlı olarak PUFA 15 gruplarında SFA ve MUFA ile omega 6:3 oranı yüksek bulunurken PUFA 45 gruplarında özellikle omega-3 yağ asitleri olmak üzere PUFA düzeyinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. But etinde PUFA miktarının artması, PUFA 45 gruplarının rasyonlarında kullanılan balık ve keten tohumu yağlarının PUFA ve omega-3 yağ asitlerince zengin olmasından kaynaklanabilir.

Kanatlılarda kas yağ dokusunun büyük çoğunluğu göğüs etine (% 1) kıyasla but etinde (% 3) bulunmaktadır. Kanatlı etlerinde yağ doku gelişiminin az olması nedeniyle rasyonla alınan yağların kaslardaki yağ asidi kompozisyonu

üzerine etkisi daha önemlidir (138). Kanatlı rasyonlarının PUFA düzeyi değiştirilerek insanlar için daha besleyici ürünler elde edilebileceği bildirilmektedir (34, 138, 235). Miyazaki ve Ntambi (137) PUFA seviyesinin, özellikle omega-3 ve 6 yağ asitleri artışının, lipojenik genlerin ekspresyonu ve enzimlerin aktivitesi üzerine inhibe edici etkisi olduğunu bildirmektedir.

Villaverde ve arkadaşları (224) rasyona katılan farklı miktarlarda yağ katkısının ve PUFA düzeyleri farklı rasyonların, yağ asidi profili üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, rasyonda yüksek oranda PUFA içeriğinin, vücutta SFA ve MUFA oranını düşürdüğü ve bunun; lipojenik enzimlerin aktivitesinin ve *de novo* yağ asidi sentezinin azaltılmasıyla meydana geldiğini bildirmişlerdir. Kanatlılarda, PUFA düzeyinin artışı ile yağların depolanmasında SFA, MUFA'ya oranla daha çok tercih edilmektedir. Bu durum, biyolojik membranlardaki doymamış (MUFA+PUFA):doymuş (SFA) yağ asidi oranını korumak için yağların MUFA oranının düşürülmesi ile açıklanmıştır (224). Yaptığımız bu çalışmada, artan PUFA düzeyi ile but etinde MUFA oranı % 32.1 azalırken SFA oranı % 13.1 azalmıştır. Kanatlılarda yağ asitleri; *de novo* sentez ve rasyon kaynaklı olabilmektedir. SFA ve MUFA sentezinde her iki kaynak da kullanabilirken PUFA (özellikle esansiyel yağ asitleri) için başlıca kaynak rasyondur (142, 162, 224). Bu çalışmada rasyonun PUFA seviyesine bağlı olarak oluşan but eti yağ profilindeki farklılıkların, PUFA'nın lipojenik sistemler üzerine olan inhibe edici etkisi ve rasyonun yağ asidi bileşimi ile ilişkili olduğu düşünülebilir.

Bıldırcınlarda, genistein katkısının ve genistein katkısı ile çevre sıcaklığı arasındaki ilişkinin but eti yağ asidi kompozisyonu üzerine belirgin bir etkisi

bulunmamıştır. Genistein katkısı ile rasyonun PUFA seviyesi arasındaki interaksyon but eti risinoleik asit (C18:1 ω 7) miktarı üzerine artan genistein katkısı ile PUFA 15 gruplarında kuadratik, PUFA 45 gruplarında ise lineer bir artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Yüksek çevre sıcaklığı, kanatlı yetiştiriciliğinde oksidatif strese neden olmakta, antioksidan savunma mekanizmalarını zayıflatmakta ve lipid peroksidasyonunu artırmaktadır (171, 172, 175).

Bıldırcınlarda but eti yağ asidi profili, farklı çevre sıcaklıklarında rasyonun PUFA seviyesi ile değişik oranlarda etkilenmiştir (Tablo 9). Rasyonun PUFA düzeyi yükseldikçe yüksek çevre sıcaklıklarında but eti miristoleik asit (C14:1) miktarı daha fazla artarken her iki çevre sıcaklığında da palmitik asit (C16:0) miktarı azalmıştır. Rasyonun PUFA seviyesine bağlı olarak, but eti linoleik asit, (C18:2n6), linolenik asit (C18:3n3), EPA (C20:5n3) miktarları ile toplam PUFA, omega-3 ve 6 yağ asidi miktarlarındaki artış termonötral gruplarda sıcaklık stresi gruplarına göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum sıcaklık stresinin antioksidan savunma mekanizmasını zayıflatması ve lipid peroksidasyonu artırması gibi metabolizma üzerine yaptığı olumsuz etkilerden ve kortizol salınımının yağ katabolizmasını artırıcı etkisinden kaynaklanabilir.

Ağızdan alınan genisteinin, serum konsantrasyonunun insanlarda (194) ve hayvanlarda (43, 69, 86) doza bağlı olarak yükseldiği bildirilmektedir. Bu çalışmada, serum genistein konsantrasyonu, genistein dozuna bağlı olarak yükselmiştir. Serum genistein düzeyi üzerine yüksek çevre sıcaklığının negatif bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Yüksek çevre sıcaklığı sonucu oluşan sıcaklık stresi, kanatlılarda antioksidan mekanizmaları etkilemektedir (106, 154, 155). Kuvvetli

bir antioksidan olan genisteinin (155) sıcaklık stresi durumlarında oluşan olumsuz etkilere karşı kullanımının arttığı ve serumdaki miktarının azaldığı düşünülebilir.

Bu çalışmada, rasyonun PUFA seviyesinin artışı ile serum genistein konsantrasyonunda bir azalma tespit edilmiştir. Bu durum, PUFA seviyesinin yükselişine bağlı olarak artan oksidasyon riski karşısında, antioksidan olan genisteinin kullanımının artmış olabileceği şeklinde açıklanabilir.

Genistein katkısı ile çevre sıcaklığı arasındaki etkileşime göre serum genistein konsantrasyonu, sıcaklık stresi gruplarında azalırken, genistein dozuna bağlı olarak iki çevre koşulunda da lineer bir artış göstermiştir (Şekil 21). Bildiricilerde serum genistein konsantrasyonu üzerine, çevre sıcaklığı ile rasyonun PUFA seviyesi, PUFA ile genistein katkısı ayrıca değişkenlerin üçlü interaksiyonlarının bir etkisi bulunmamıştır.

Genisteinin, hayvansal dokulara geçebildiği ve birikim yapabildiği çalışmalarla ortaya konmuştur (5, 64, 69, 107). D'Souza ve arkadaşları (64), balıklarda rasyona katılan genisteinin doza bağlı olarak fileto etinde birikim yapabildiğini rapor etmişlerdir.

Bu çalışmada, bildiricilerde but eti genistein konsantrasyonu, genistein katkısına bağlı olarak serum konsantrasyonu gibi lineer bir artış göstermiştir. Etteki genistein, rasyonun PUFA seviyesinden etkilenmezken, çevre sıcaklığına bağlı olarak termonötral gruplarda sıcaklık stresi gruplarına göre daha yüksek düzeyde bulunmuştur. Genistein katkısı ile çevre sıcaklığı arasındaki ilişki ile bildiricilerin but eti genistein konsantrasyonu sıcaklık stresi gruplarında azalırken, genistein dozuna bağlı olarak hem termonötral hem de sıcaklık stresi

gruplarında yüksek bulunmuştur. Sıcaklık stresine bağılı olarak artan oksidasyon nedeniyle genistein düzeyinin azaldığı düşünölmektedir.

Bu çalışmada, sıcaklık stresine maruz bırakılan bildiricinlarda termonötral gruplara göre, serum MDA konsantrasyonu daha yüksekken, serum C, E ve A vitaminleri düzeyleri düşük bulunmuştur (Tablo 10). Bu veriler bildiricinlarda sıcaklık stresinin MDA ve vitamin düzeyleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalarla benzerlik göstermektedir (106, 155, 170–172, 174, 176, 178). Altan ve arkadaşları (6) kanatlılarda, yüksek çevre sıcaklığı sonucu oluşan oksidatif stresin MDA miktarını artırdığını bildirmişlerdir.

Rasyonun PUFA seviyesi yükseldikçe serum MDA konsantrasyonunun arttığı, buna karşın serum vitamin konsantrasyonlarının rasyonun PUFA seviyesiyle istatistiki olarak etkilenmediğı belirlenmiştir. PUFA seviyesinin artışı ile oksidasyona duyarlılığın arttığı, MDA miktarındaki artışın daha fazla lipit peroksidasyon sonucu olduğı düşünölebilir.

Artan genistein dozu ile serum MDA konsantrasyonunun lineer bir azalma göstermesi, genisteinin kuvvetli bir antioksidan özelliğıne sahip olması ile açıklanabilir. Serum vitamin düzeylerinin rasyona genistein ilavesi ve parametreler arası interaksiyonlar ile etkilenmediğı tespit edilmiştir (Tablo 10).

Rasyonun PUFA seviyesinin artışı ile serum MDA düzeyindeki yükselmenin, sıcaklık stresi ile daha da arttığı belirlenmiştir. Bu durum PUFA seviyesine bağılı olarak artan lipit peroksidasyonun sıcaklık stresi ile katlandığını göstermektedir. Rasyona genistein katkısı, Onderci ve arkadaşlarının (155) bildirdiğı verilere paralel olarak sıcaklık stresi gruplarında MDA düzeyini

düşürmüştür. Genistein katkısı serum MDA konsantrasyonunu, doza bağlı olarak hem PUFA 15 hem de PUFA 45 gruplarında azaltmıştır.

But etindeki parametrelerin değişimi, serum parametreleri ile paralellik göstermektedir. Bıldırcınlarda sıcaklık stresi ile but eti MDA konsantrasyonu artarken, E ve A vitamini düzeyleri azalmıştır.

Kanatlılarda, rasyonun PUFA seviyesi artıkça etin vitamin E düzeyinin düştüğü bildirilmektedir (53). Bu çalışmada, rasyonun PUFA seviyesi ile bıldırcınların but eti vitamin düzeyleri etkilenmezken, PUFA seviyesinin artışı ile but eti MDA konsantrasyonunun arttığı tespit edilmiştir.

Bıldırcınlarda, genistein seviyesinin artışı ile but eti MDA konsantrasyonu lineer bir düşüş gösterirken, vitamin konsantrasyonlarının genistein katkısı ile istatistiki olarak etkilenmediği belirlenmiştir. Bıldırcınlarda, çevre sıcaklığı ile rasyonun PUFA seviyesi ve genistein katkısı ile rasyonun PUFA seviyesi arasındaki etkileşimlerin but eti vitamin düzeyleri üzerine bir etkisi belirlenmemiştir. Artan genistein katkısı ile but eti MDA konsantrasyonunun, termonötral ve sıcaklık stresi gruplarında lineer olarak düştüğü tespit edilmiştir. Genisteinin hem MDA konsantrasyonunu düşürmesi hem de vitamin düzeyini koruması, sıcaklık stresinin olumsuz etkilerini azaltabildiğini ve kuvvetli bir antioksidan olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak; bıldırcınlarda rasyonun yağ asidi bileşiminin değiştirilerek but etinin, sağlık üzerine muhtemel olumlu etkileri olan PUFA düzeyinin artırılabilceği, kanatlılarda önemli bir stres faktörü olan yüksek çevre sıcaklığının olumsuz etkilerinin genistein katkısı ile azaltılabileceği ve kanatlı ürünlerine genisteinin geçebileceği ortaya konmuştur. Genisteinin, lipid oksidasyonu

azaltabildiği ve böylece ürün kalitesini artırabileceği söylenebilir. Rasyona katılan genisteinin, kullanılan dozlarında bıldırcınlar üzerine olumsuz bir etkisi gözlenmemiştir. Kanatlı etinde genistein birikiminin gösterilmesi literatüre katkı sağlarken, kanatlı etlerinin fonksiyonel gıda olarak gerek antioksidan gerekse yağ asitleri içeriğinin artırılması ile ilgili daha geniş kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Abuja PM, Albertini R. (2001). Methods for monitoring oxidative stress, lipid peroxidation and oxidation resistance of lipoproteins. Clin Chim Acta 306: 1-17.
2. Adlercreutz H, Markkanen H, Watanabe S. (1993). Plasma concentrations of phytoestrogens in Japanese men. Lancet 342: 1209-1210.
3. Adlercreutz H. (1995). Phytoestrogens: Epidemiology and a possible role in cancer prevention. Environ Health Perspect 103(7): 103-112.
4. Ajuyah AO, Ahn DU, Hardin RT, Sim JS. (1993). Dietary antioxidants and storage affect chemical characteristics of omega-3 fatty acids enriched broiler chicken meats. J Food Sci 58: 43-46.
5. Akdemir F, Sahin K. (2009). Genistein supplementation to the quail: effects on egg production and egg yolk genistein, daidzein, and lipid peroxidation levels. Poult Sci 88(10): 2125-2131.
6. Altan O, Pabuçcuoğlu A, Altan A, Konyalıoğlu S, Bayraktar H. (2003). Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broilers. Br Poult Sci 44(4): 545-550.
7. Anderson JW, Smith BM, Washnock CS. (1999). Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean intake. Am J Clin Nutr 70: 464-474.
8. Andrade JE, Twaddle NC, Helferich WG, Doerge DR. (2010). Absolute bioavailability of isoflavones from soy protein isolate-containing food in female BALB/c mice. J Agric Food Chem 58: 4529-4536.
9. Andres A, Donovan SM, Kuhlenschmidt MS. (2009). Soy isoflavones and virus infections. J Nutr Biochem 20: 563-569.
10. Anonim. (1999). USDA-Iowa State University Database on the Isoflavone Content of Foods. Erişim: (http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/isoflav/isfl_tbl.pdf). Erişim Tarihi: 02.01.2007.
11. Anonim. (2009). Fatty acids. Erişim: (<http://www.cyberlipid.org/fa/acid0001.htm>). Erişim Tarihi: 10.11.2009.
12. Anonim. (2009). Fatty Acids. Erişim: (<http://library.med.utah.edu/NetBiochem/FattyAcids>). Erişim Tarihi: 15.05.2009.
13. Anonim. (2009). Lipidomics Gateway. Erişim: (<http://www.lipidmaps.org>). Erişim Tarihi: 26.09.2009.

14. Anonim. (2010). American Soybean Association. Soy Stats 2010. Erişim: (<http://www.soystats.com/2010/>). Erişim tarihi: 25.09.2010.
15. Anonim. (2010). The American Institute of Stress. Erişim: (<http://www.stress.org>). Erişim Tarihi: 05.03.2010.
16. Anonim. (2010). Türk Dil Kurumu. Erişim: (<http://www.tdkterim.gov.tr>). Erişim tarihi: 18.03.2010.
17. AOAC. (1990). Official Methods of Analysis (15th ed.). Association of official analytical chemists, Washington, DC.
18. Arora A, Nair MG, Strasburg GM. (1998). Antioxidant activities of isoflavones and their biological metabolites in a liposomal system. *Arch Biochem Biophys* 356: 133–141.
19. Asghar A, Lin CF, Gray JI, Buckley DJ, Booren AM, Crackel RL, Flegal CJ. (1989). Influence of oxidised dietary oil and antioxidant supplementation on membrane-bound lipid stability in broiler meat. *Br Poult Sci* 30: 815-823.
20. Avanzo JL, de Mendonça CX Jr, Pugine SM, de Cerqueira Cesar M. (2001). Effect of vitamin E and selenium on resistance to oxidative stress in chicken superficial pectoralis muscle. *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol* 129(2): 163-173.
21. Banerjee S, Li Y, Wang Z, Sarkar FH. (2008). Multi-targeted therapy of cancer by genistein. *Cancer Lett* 269(2): 226-242.
22. Banerjee S, Zhang Y, Wang Z, Che M, Chiao PJ, Abbruzzese JL, Sarkar FH. (2007). In vitro and in vivo molecular evidence of genistein action in augmenting the efficacy of cisplatin in pancreatic cancer. *Int J Cancer* 120 (4): 906-917.
23. Barim O, Karatepe M. (2010). The effects of pollution on the vitamins A, E, C, beta-carotene contents and oxidative stress of the freshwater crayfish, *Astacus leptodactylus*. *Ecotoxicol Environ Saf* 73(2): 138-142.
24. Barnes S, Kim H, DarleyUsmar V, Patel R, Xu J, Boersma B, Luo M. (2000). Beyond ER alpha and ER beta: estrogen receptor binding is only part of the isoflavone story. *J Nutr* 130: 656-657.
25. Barnes S, Peterson G, Grubbs C, Setchell K. (1994). Potential role of dietary isoflavones in the prevention of cancer. *Adv Exp Med Biol* 354: 135-147.
26. Barnes S. (1995). Effect of genistein on in vitro and in vivo models of cancer. *J Nutr* 125: 777-783.
27. Barroeta AC. (2007). Nutritive value of poultry meat: relationship between vitamin E and PUFA. *World's Poult Sci J* 63: 277-284.

28. Batal AB, Parsons CM. (2003). Utilization of different soy products as affected by age in chicks. *Poult Sci* 82(3): 454-462.
29. Baucells MD, Crespo N, Barroeta AC, Lopez-Ferrer S, Grashorn MA. (2000). Incorporation of different polyunsaturated fatty acids into eggs. *Poult Sci* 79(1): 51-59.
30. Bhathena SJ, Velasquez MT. (2002). Beneficial role of dietary phytoestrogens in obesity and diabetes. *Am J Clin Nutr* 76(6): 1191-1201.
31. Bitto A, Polito F, Squadrito F, Marini H, D'Anna R, Irrera N, Minutoli L, Granese R, Altavilla D. (2010). Genistein aglycone: a dual mode of action anti-osteoporotic soy isoflavone rebalancing bone turnover towards bone formation. *Curr Med Chem* 17(27): 3007-3018.
32. Blokhuis HJ, Hopster H, Geversink NA, Korte SM, van Reenen CG. (1998). Studies of stress in farm animals. *Comparative Haematology International* 8: 94-101.
33. Bonnet S, Geraert PA, Lessire M, Carre B, Guillaumin S. (1997). Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. *Poult Sci* 76(6): 857-863.
34. Bou R, Codony R, Tres A, Decker EA, Guardiola F. (2009). Dietary strategies to improve nutritional value, oxidative stability, and sensory properties of poultry products. *Crit Rev Food Sci Nutr* 49(9): 800-822.
35. Branca F. (2003). Dietary phyto-oestrogens and bone health. *Proc Nutr Soc* 62(4): 877-887.
36. Büyüktuncer Z, Başaran AA. (2005). Fitoöstrojenler ve sağlıklı yaşamdaki önemleri. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi* 25(2): 79-94.
37. Cai Q, Wei H. (1996). Effect of dietary genistein on antioxidant enzyme activities in SENCAR mice. *Nutr Cancer* 23: 1-7.
38. Carsia RV, Harvey S. (2000). Adrenals. "Sturkie's avian physiology" GC Whittow (Editör). Fifth edition. Academic Press, San Diego. Sayfa 489-537.
39. Cassidy A, Albertazzi P, Lise Nielsen I, Hall W, Williamson G, Tetens I, Atkins S, Cross H, Manios Y, Wolk A, Steiner C, Branca F. (2006). Critical review of health effects of soyabean phyto-oestrogens in post-menopausal women. *Proc Nutr Soc*. 65(1): 76-92.
40. Cassidy A, Hanley B, Raventos R. (2000). Isoflavones, lignans and stilbens-origins, metabolism and potential importance to human health. *J Sci Food Agric* 80: 1044-1062.
41. Catala A. (2009). Lipid peroxidation of membrane phospholipids generates hydroxy-alkenals and oxidized phospholipids active in physiological and/or pathological conditions. *Chem Phys Lipids* 157(1): 1-11.
42. Celik L, Oztürkcan O. (2003). Effects of dietary supplemental L-carnitine and ascorbic acid on performance, carcass composition and plasma L-carnitine concentration of broiler chicks reared under different temperature. *Arch Tierernähr* 57(1): 27-38.

43. Chang HC, Churchwell MI, Delclos KB, Newbold RR, Doerge DR. (2000). Mass spectrometric determination of Genistein tissue distribution in diet-exposed Sprague-Dawley rats. *J Nutr* 130(8): 1963-1970.
44. Chen HY, Chiang SH. (2005). Effect of dietary polyunsaturated/saturated fatty acid ratio on heat production and growth performance of chicks under different ambient temperature. *Anim Feed Sci Technol* 120: 299-308.
45. Chen X, Garner SC, Quarles LD, Anderson JJ. (2003). Effects of genistein on expression of bone markers during MC3T3-E1 osteoblastic cell differentiation. *J Nutr Biochem* 14: 342-349.
46. Choi C, Cho H, Park J, Cho C, Song Y. (2003). Suppressive effects of genistein on oxidative stress and NF- κ B activation in RAW 264.7 macrophages. *Biosci Biotech Biochem* 67(9): 1916-1922.
47. Choi EM, Suh YS, Kim RW. (2001). Soybean ethanol extract increases the function of osteoblastic MC3T3-E1 cells. *Phytochem* 56: 733-739.
48. Christie WW. (1992). Gas chromatography and lipids. The Oil Press, Glaskow.
49. Clarkson TB. (2002). Soy, soy phytoestrogens and cardiovascular disease. *J Nutr* 132: 566-596.
50. Collier GR, Sinclair AJ. (1993). Role of n-6 and n-3 fatty acids in the dietary treatment of metabolic disorders. *Ann N Y Acad Sci* 683: 322-330.
51. Collins BM, McLachlan JA, Arnold SF. (1997). The estrogenic and antiestrogenic activities of phytochemicals with the human estrogen receptor expressed in yeast. *Steroids* 62: 365-372.
52. Cooke PS, Selvaraj V, Yellayi S. (2006). Genistein, estrogen receptors, and the acquired immune response. *J Nutr* 136(3): 704-708.
53. Cortinas L, Barroeta A, Villaverde C, Galobart J, Guardiola F, Baucells MD. (2005). Influence of the dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: lipid oxidation. *Poult Sci* 84: 48-55.
54. Cortinas L, Villaverde C, Galobart J, Baucells MD, Codony R, Barroeta AC. (2004). Fatty acid content in chicken thigh and breast as affected by dietary polyunsaturation level. *Poult Sci* 83: 1155-1164.
55. Crespo N, Esteve-Garcia E. (2001). Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poult Sci* 80(1): 71-78.
56. Crespo N, Esteve-Garcia E. (2002). Dietary polyunsaturated fatty acids decrease fat deposition in separable fat depots but not in the remainder carcass. *Poult Sci* 81(4): 512-518.

57. Crespo N, Esteve-Garcia E. (2002). Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles. *Poult Sci* 81(10): 1533-1542.
58. Day AJ, DuPont MS, Ridley S, Rhodes M, Rhodes MJ, Morgan MR, Williamson G. (1998). Deglycosylation of flavonoid and isoflavonoid glycosides by human small intestine and liver β -glucosidase activity. *FEBS Lett* 436: 71-75.
59. Dei HK, Bumbie GZ. (2011). Effect of wet feeding on growth performance of broiler chickens in a hot climate. *Br Poult Sci* 52: 82-85.
60. Del Rio D, Stewart AJ, Pellegrini N. (2005). A review of recent studies on malondialdehyde as toxic molecule and biological marker of oxidative stress. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 15(4): 316-328.
61. Dixon RA, Ferreira D. (2002). Genistein. *Phytochemistry* 60(3): 205-211.
62. Djuric Z, Chen G, Doerge DR, Heilbrun LK. and Kucuk O. (2001). Effect of soy isoflavone supplementation on markers of oxidative stress in men and women. *Cancer Letters* 172: 1-6.
63. Doerge DR, Sheehan DM. (2002). Goitrogenic and estrogenic activity of soy isoflavones. *Environ Health Perspect* 110: 349-353.
64. D'Souza N, Skonberg DI, Camire ME, Guthrie KE, Malison J, Lima L. (2005). Influence of dietary genistein levels on tissue genistein deposition and on the physical, chemical, and sensory quality of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *J Agric Food Chem* 53(9): 3631-3636.
65. Ensminger ME, Oldfield JE, Heinemann WW. (1990). *Feeds and Nutrition*, Second Edition, The Ensminger Publishing Company, California, ABD.
66. Ergün A, Tuncer ŞT, Çolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Küçükersan MK, Küçükersan S, Şehu A (2004) *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*. 2. Baskı. Pozitif Matbacılık. Ankara.
67. Esterbauer H. (1993). Cytotoxicity and genotoxicity of lipid-oxidation products. *Am J Clin Nutr* 57(5): 779-786.
68. Etches R, John JM, Gibbins AMV. (2008). Behavioural, physiological, neuroendocrine and molecular responses to heat stress. "Poultry Production in Hot Climates" NJ Daghir (Editör). Second Edition. CAB International, Wallingford, UK. Sayfa 48-79.
69. Fang YC, Chen BH, Huang RF, Lu YF. (2004). Effect of genistein supplementation on tissue genistein and lipid peroxidation of serum, liver and low-density lipoprotein in hamsters. *J Nutr Biochem* 15(3): 142-148.
70. Freeman BM. (1976). Physiological responses to stress with reference to the domestic fowl. *Lab Anim* 10(10): 385-388.

71. Galobart J, Barroeta AC, Baucells MD, Cortinas L, Guardiola F. (2001). Alpha-tocopherol transfer efficiency and lipid oxidation in fresh and spray-dried eggs enriched with omega3-polyunsaturated fatty acids. *Poult Sci* 80(10): 1496-1505.
72. Gao YH, Yamaguchi M. (2000). Suppressive effect of genistein on rat bone osteoclasts: involvement of protein kinase inhibition and protein tyrosine phosphatase activation. *Int. J. Mol. Med.* 5: 261–7.
73. Garcia-Rebollar P, Cachaldor P, Alvarez C, De Blas C. Mendez J. (2008). Effect of the combined supplementation of diets with increasing levels of fish and linseed oils on yolk fat composition and sensorial quality of eggs in laying hens. *Anim Feed Sci Technol* 140: 337-348.
74. Georgetti SR, Vicentini FT, Yokoyama CY, Borin MF, Spadaro AC, Fonseca MJ. (2009). Enhanced in vitro and in vivo antioxidant activity and mobilization of free phenolic compounds of soybean flour fermented with different beta-glucosidase-producing fungi. *J Appl Microbiol* 106(2): 459-466.
75. Gilad LA, Tirosh O, Schwartz B. (2006). Phytoestrogens regulate transcription and translation of vitamin D receptor in colon cancer cells. *J Endocrinol* 191(2): 387-398.
76. Giles D, Wei H. (1997). Effect of structurally related flavones/isoflavones on hydrogen peroxide production and oxidative DNA damage in phorbol ester-stimulated HL-60 cells. *Nutr Cancer* 29: 77-82.
77. Grashorn MA. (2007). Functionality of poultry meat. Poultry meat and egg quality symposium. *J Appl Poult Res* 16: 99-106.
78. Grau A, Codony R, Grimpa S, Baucells MD, Guardiola F. (2001). Cholesterol oxidation in frozen dark chicken meat: influence of dietary fat source, and α -tocopherol and ascorbic acid supplementation. *Meat Sci* 57: 197-208.
79. Grau A, Guardiola F, Grimpa S, Barroeta AC and Codony R. (2001). Oxidative stability of dark chicken meat through frozen storage: Influence of dietary fat and α -tocopherol and ascorbic acid supplementation. *Poult Sci* 80: 1630-1642.
80. Greendale GA, Fitzgerald G, Huang MH, Sternfeld B, Gold E, Seeman T, Sherman S, Sowers M. (2002). Dietary soy isoflavones and bone mineral density: results from the study of women's health across the nation. *Am J Epidemiol* 155: 746-754.
81. Gu Y, Zhu CF, Dai YL, Zhong Q, Sun B. (2009). Inhibitory effects of genistein on metastasis of human hepatocellular carcinoma. *World J Gastroenterol* 15(39): 4952-4957.
82. Gutteridge JMC, Halliwell B. (2002). Antioxidant protection and oxygen radical signaling. "Reactive oxygen species in biological systems an interdisciplinary approach" DL Gilbert ve CA Colton (Editör). Kluwer Academic Publishers, New York. Sayfa 189-212.

83. Halliwell BE, Gutteridge JMC. (1989). Lipid peroxidation: a radical chain reaction. "Free radicals in biology and medicine" 2nd ed, Oxford University Press, New York. Sayfa 188-218.
84. Hara A, Radin NS. (1978). Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Anal Biochem* 90: 420-426.
85. Hoffman TC, Walsberg GE, DeNardo DF. (2007). Cloacal evaporation: an important and previously undescribed mechanism for avian thermoregulation. *J Exp Biol* 210: 741-749.
86. Holder CL, Churchwell MI, Doerge DR. (1999). Quantification of soy isoflavones, genistein and daidzein, and conjugates in rat blood using LC/ES-MS. *J Agric Food Chem* 47(9): 3764-3770.
87. Hsieh CY, Santell RC, Haslam SZ, Helferich WG. (1998). Estrogenic effects of genistein on the growth of estrogen receptor-positive human breast cancer (MCF-7) cells in vitro and in vivo. *Cancer Res* 58: 3833-3838.
88. Hull KL, Cockrem JF, Bridges JP, Candy EJ, Davidson CM. (2007). Effects of corticosterone treatment on growth, development, and the corticosterone response to handling in young Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 148(3): 531-543.
89. Izumi T, Piskula MK, Osawa S, Obata A, Tobe K, Saito M, Kataoka S, Kubota Y, Kikuchi M. (2000). Soy isoflavone aglycones are absorbed faster and in higher amounts than their glucosides in humans. *J Nutr* 130: 1695-1699.
90. Jiang ZY, Jiang SQ, Lin YC, Xi PB, Yu DQ, Wu TX. (2007). Effects of soybean isoflavone on growth performance, meat quality, and antioxidation in male broilers. *Poult Sci* 86(7): 1356-1362.
91. Jordan E, Kenny D, Hawkins M, Malone R, Lovett DK, O'Mara FP. (2006). Effect of refined soy oil or whole soybeans on intake, methane output, and performance of young bulls. *J Anim Sci* 84(9): 2418-2425.
92. Jump DB. (2004). Fatty acid regulation of gene transcription. *Crit Rev Clin Lab Sci* 41: 41-78.
93. Jung W, Yu O, Lau S-MC, O'Keefe DP, Odell J, Fader G, McGonigle B. (2000). Identification and expression of isoflavone synthase, the key enzyme for biosynthesis of isoflavones in legumes. *Nature Biotechnol* 18: 208-212.
94. Kajiya J, Okabe K, Okamoto F, Tsuzuki T, Soeda H. (2000). Protein tyrosine kinase inhibitors increase cytosolic calcium and inhibit actin organization as resorbing activity in rat osteoclasts. *J Cell Physiol* 183: 83-90.
95. Kano M, Takayanagi T, Harada K, Sawada S, Ishikawa F. (2006). Bioavailability of isoflavones after ingestion of soy beverages in healthy adults. *J Nutr* 136(9): 2291-2296.

96. Kapiotis S, Hermann M, Held I, Seelos C, Ehringer H, Gmeiner BM. (1997). Genistein, the dietary-derived angiogenesis inhibitor, prevents LDL oxidation and protects endothelial cells from damage by atherogenic LDL. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 17: 2868-2874.
97. Karaca E, Aytac S. (2007). Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler. *OM Zir Fak Dergisi* 22(1): 123-131.
98. Karatepe M. (2004). Simultaneous determination of ascorbic acid and free malondialdehyde in human serum by HPLC–UV, *LCGC North America*, 22: 362-365.
99. Kerry N, Abbey M. (1998). The isoflavone genistein inhibits copper and peroxy radical mediated low density lipoprotein oxidation in vitro. *Atherosclerosis* 140(2): 341-347.
100. Kgomotso T, Chiu F, Ng K. (2008). Genistein- and daidzein 7-O-beta-D-glucuronic acid retain the ability to inhibit copper-mediated lipid oxidation of low density lipoprotein. *Mol Nutr Food Res* 52(12): 1457-1466.
101. Kinsella JE, Lokesh B, Stone RA. (1990). Dietary n-3 polyunsaturated fatty acid and amelioration of cardiovascular disease: Possible mechanisms. *J Food Sci Technol* 52: 1-28.
102. Ko K, Malison JA, Reed JR. (1999). Effect of genistein on the growth and reproductive function of male and female yellow perch *Perca flavescens*. *J World Aquacult Soc* 30: 73-78.
103. Kouba M, Mourot J. (2011). A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. *Biochimie* 93: 13-17.
104. Krauss RM, Eckel RH, Howard B, Appel LJ, Daniels SR, Deckelbaum RJ, Erdman JW, Kris-Etherton P, Goldberg IJ, Kotchen TA, Lichtenstein AH, Mitch WE, Mullis R, Robinson K, Wylie-Rossett J, Jeor SS, Suttie J, Tribble DL and Bazzare TL. (2001). Revision 2000: Statement for healthcare professionals from the nutrition committee of the American Heart Association. *J Nutr* 131: 132-146.
105. Kruk I, Aboul-Enein HY, Michalska T, Lichszteid K, Kladna A. (2005). Scavenging of reactive oxygen species by the plant phenols genistein and oleuropein. *Luminescence* 20(2): 81-89.
106. 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(3): 225-235.
107. Kuhnle GG, Dell'Aquila C, Aspinall SM, Runswick SA, Mulligan AA, Bingham SA. (2008). Phytoestrogen content of foods of animal origin: dairy products, eggs, meat, fish, and seafood. *J Agric Food Chem* 56(21): 10099-10104.
108. Kwon SH, Kang MJ, Huh JS, Ha KW, Lee JR, Lee SK, Lee BS, Han IH, Lee MS, Lee MW, Lee J, Choi YW. (2007). Comparison of oral bioavailability of genistein and genistin in rats. *Int J Pharm* 337: 148-154.

- 109.Lamartiniere CA, Cotroneo MS, Fritz WA, Wang J, Mentor-Marcel R, Elgavish A. (2002). Genistein chemoprevention: timing and mechanisms of action in murine mammary and prostate. *J Nutr* 132(3): 552-558.
- 110.Lamartiniere CA, Zhao Y-X, Fritz WA. (2000). Genistein: mammary cancer chemoprevention, in vivo mechanisms of action, potential for toxicity, and bioavailability in rats. *J Women's Cancer* 2: 11-19.
- 111.Lee HP, Gourley L, Duffy SW, Esteve J, Lee J, Day NE. (1991). Dietary effects on breast cancer risk in Singapore. *Lancet* 336: 1197-1200.
- 112.Lee JS. (2006). Effects of soy protein and genistein on blood glucose, antioxidant enzyme activities, and lipid profile in streptozotocin-induced diabetic rats. *Life Sci* 79(16): 1578-1584.
- 113.Lee YB, Lee HJ, Sohn HS. (2005). Soy isoflavones and cognitive function. *J Nutr Biochem* 16(11): 641-649.
- 114.Leonard AE, Pereira SL, Sprecher H, Huang YS. (2004). Elongation of long-chain fatty acids. *Prog Lipid Res.* 43(1): 36-54.
- 115.Liggins J, Bluck LJ, Runswick S, Atkinson C, Coward WA, Bingham SA. (2000). Daidzein and Genistein Content of Fruits And Nuts. *J Nutr Biochem* 11: 326-331.
- 116.Lin F, Wu J, Abdelnabi MA, Ottinger MA, Giusti MM. (2004). Effects of dose and glycosylation on the transfer of genistein into the eggs of the Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Agric Food Chem* 52(8): 2397-2403.
- 117.Lin H, Jiao HC, Buyse J, Decuyper E. (2006). Strategies for preventing heat stress in poultry. *Worlds Poult Sci J* 62: 71-86.
- 118.Linford NJ, Dorsa DM. (2002). 17beta-Estradiol and the phytoestrogen genistein attenuate neuronal apoptosis induced by the endoplasmic reticulum calcium-ATPase inhibitor thapsigargin. *Steroids* 67: 1029-1040.
- 119.Lissin LW, Cooke JP. (2000). Phytoestrogens and cardiovascular health. *J Am Coll Cardiol* 35: 1403-1010.
- 120.Littell CR, Milliken GA, Stroup WW, Wolfinger FD. (1996). SAS System for Mixed Models. SAS Inst. Inc. Cary, NC, USA.
- 121.Liu R, Hu Y, Li J, Lin Z. (2007). Production of soybean isoflavone genistein in non-legume plants via genetically modified secondary metabolism pathway. *Metab Eng* 9: 1-7.
- 122.Lopez-Cervantes J, Sanchez-Machado DI, Rios-Vazquez NJ. (2006). High-performance liquid chromatography method for the simultaneous quantification of retinol, α -tocopherol, and cholesterol in shrimp waste hydrolysate. *J Chromatogr A* 1105: 135-139.

- 123.Lopez-Ferrer S, Baucells MD, Barroeta AC, Galobart J, Grashorn MA. (2001). n-3 enrichment of chicken meat. 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: linseed oil. *Poult Sci* 80(6): 753-761.
- 124.Lopez-Ferrer S, Baucells MD, Barroeta AC, Grashorn MA. (1999). n-3 enrichment of chicken meat using fish oil: Alternative substitution with rapeseed and linseed oils. *Poult Sci* 78: 356-365.
- 125.Lopez-Ferrer S, Baucells MD, Barroeta AC, Grashorn MA. (2001). n-3 enrichment of chicken meat. 1. Use of very long-chain fatty acids in chicken diets and their influence on meat quality: Fish oil. *Poult Sci* 80: 741-752.
- 126.Lunn J, Theobald HE. (2006). The health effects of dietary unsaturated fatty acids. *Nutr Bull* 31: 178-224.
- 127.Mann GE, Bonacasa B, Ishii T, Siow RC. (2009). Targeting the redox sensitive Nrf2-Keap1 defense pathway in cardiovascular disease: protection afforded by dietary isoflavones. *Curr Opin Pharmacol* 9(2): 139-145.
- 128.Marini H, Minutoli L, Polito F, Bitto A, Altavilla D, Atteritano M, Gaudio A, Mazzaferro S, Frisina A, Frisina N, Lubrano C, Bonaiuto M, D'Anna R, Cannata ML, Corrado F, Adamo EB, Wilson S, Squadrito F. (2007). Effects of the phytoestrogen genistein on bone metabolism in osteopenic postmenopausal women: a randomized trial. *Ann Intern Med* 146(12): 839-847.
- 129.Marnett LJ. (1999). Lipid peroxidation-DNA damage by malondialdehyde. *Mutat Res* 424: 83-95.
- 130.Martin D, Song J, Mark C, Eyster K. (2008). Understanding the cardiovascular actions of soy isoflavones: potential novel targets for antihypertensive drug development. *Cardiovasc Hematol Disord Drug Targets*. 8(4):297-312.
- 131.May JD, Lott BD, Simmons JD. (1998). The effect of environmental temperature and body weight on growth rate and feed:gain of male broilers. *Poult Sci* 77(4): 499-501.
- 132.McCarty MF. (2006). Isoflavones made simple - genistein's agonist activity for the beta-type estrogen receptor mediates their health benefits. *Med Hypotheses* 66(6): 1093-1114.
- 133.McClain RM, Wolz E, Davidovich A and Bausch J. (2006). Genetic toxicity studies with genistein *Food Chem Toxicol* 44: 42-55.
- 134.Meagher EA, FitzGerald GA. (2000). Indices of lipid peroxidation in vivo: strengths and limitations. *Free Radic Biol Med* 28(12): 1745-1750.
- 135.Mentor-Marcel R, Lamartiniere CA, Greenberg NM, Elagavish A. (2001). Genistein in the diet reduces the incidence of prostate tumors in a transgenic mouse (TRAMP). *Cancer Res* 61: 6777-6782.

136. Miller KW, Lorr NA, Yang CS. (1984). Simultaneous determination of plasma retinol, tocopherol, lycopene, α -carotene, and β -carotene by high performance liquid chromatography. *Anal Biochem* 138: 340-345.
137. Miyazaki M, Ntambi JM. (2003). Role of stearoyl-coenzyme A desaturase in lipid metabolism. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 68(2): 113-121.
138. Mouro J, Hermier D. (2001). Lipids in monogastric animal meat. *Reprod Nutr Dev* 41(2): 109-118.
139. Mueller SO, Simon S, Chae K, Metzler M, Korach KS. (2004). Phytoestrogens and their human metabolites show distinct agonistic and antagonistic properties on estrogen receptor α (ER α) and ER β in human cells. *Toxicol Sci* 80: 14-25.
140. Mujahid A, Sato K, Akiba Y, Toyomizu M. (2006). Acute heat stress stimulates mitochondrial superoxide production in broiler skeletal muscle, possibly via downregulation of uncoupling protein content. *Poult Sci* 85(7): 1259-1265.
141. Munro IC, Harwood M, Hlywka JJ, Stephen AM, Doull J, Flamm WG, Adlercreutz H. (2003). Soy isoflavones: a safety review. *Nutr Rev* 61(1): 1-33.
142. Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. (2003). *Harper's Illustrated Biochemistry*. 26. Baskin. McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
143. Newbold RR, Padilla-Banks E, Jefferson WN. (2009). Environmental estrogens and obesity. *Mol Cell Endocrinol* 304: 84-89.
144. Newman RE, Bryden WL, Fleck E, Ashes JR, Buttemer WA, Storlien LH, Downing JA. (2002). Dietary n-3 and n-6 fatty acids alter avian metabolism: metabolism and abdominal fat deposition. *Br J Nutr* 88: 11-18.
145. Nieuwenhuizen AG, Rutters F. (2008). The hypothalamic-pituitary-adrenal-axis in the regulation of energy balance. *Physiol Behav* 94(2):169-177.
146. Niki E, Yoshida Y, Saito Y, Noguchi N. (2005). Lipid peroxidation: mechanisms, inhibition, and biological effects. *Biochem Biophys Res Commun* 338(1): 668-676.
147. Niki E. (2009). Lipid peroxidation: physiological levels and dual biological effects. *Free Radic Biol Med* 47(5): 469-484.
148. NRC. (1994). National Research Council. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th Rev. Ed. NRC, National Academy Press, Washington, D.C.
149. Ntambi JM, Miyazaki M. (2004). Regulation of stearoyl-CoA desaturases and role in metabolism. *Prog Lipid Res* 43(2): 91-104.
150. O'Neill LM, Galvin K, Morrissey PA, Buckley DJ. (1998). Comparison of dietary olive oil, tallow and vitamin E on the quality of broiler meat products. *Br Poult Sci* 39: 365-371.

- 151.Okabe Y, Shimazu T, Tanimoto H. (2011). Higher bioavailability of isoflavones after a single ingestion of aglycone-rich fermented soybeans compared with glucoside-rich non-fermented soybeans in Japanese postmenopausal women. *J Sci Food Agric* 91(4): 658-663.
- 152.Okura A, Arakawa H, Oka H, Yoshinari T, Monden Y. (1988). Effect of genistein on topoisomerase activity and on the growth of [VAL12) Ha-ras-transformed NIH 3T3 cells. *Biochem Biophys Res Commun* 157: 183-189.
- 153.Onbaşılar EE. (2005). Kanatlılarda Stres (Derleme). *Hayvancılık Araştırma Dergisi* 15(2): 30-35.
- 154.Onderci M, Sahin K, Sahin N, Cikim G, Vijaya J, Kucuk O. (2005). Effects of dietary combination of chromium and biotin on growth performance, carcass characteristics, and oxidative stress markers in heat-distressed Japanese quail. *Biol Trace Elem Res* 106(2):165-176.
- 155.Onderci M, Sahin K, Sahin N, Gursu MF, Doerge D, Sarkar FH, Kucuk O. (2004). The effect of genistein supplementation on performance and antioxidant status of Japanese quail under heat stress. *Arch Anim Nutr* 58(6): 463-471.
- 156.Özdoğan M, Sarı M. (2001). Kanatlı Rasyonlarına Yağ Katkısı. *Hayvansal Üretim* 42(1): 28-34.
- 157.Park CE, Yun H, Lee EB, Min BI, Bae H, Choe W, Kang I, Kim SS, Ha J. (2010). The antioxidant effects of genistein are associated with AMP-activated protein kinase activation and PTEN induction in prostate cancer cells. *J Med Food* 13(4): 815-820.
- 158.Pascual-Teresa S, Hallund J, Talbot D, Schroot J, Williams CM, Bugel S, Cassidy A. (2006). Absorption of isoflavones in humans: effects of food matrix and processing. *J Nutr Biochem* 17: 257–264.
- 159.Pavese JM, Farmer RL, Bergan RC. (2010). Inhibition of cancer cell invasion and metastasis by genistein. *Cancer Metastasis Rev* 29(3): 465-482.
- 160.Penza M, Montani C, Romani A, Vignolini P, Ciana P, Maggi A, Pampaloni B, Caimi L, Di Lorenzo D. (2007). Genistein accumulates in body depots and is mobilized during fasting, reaching estrogenic levels in serum that counter the hormonal actions of estradiol and organochlorines. *Toxicol Sci* 97(2): 299-307.
- 161.Pereira SL, Leonard AE, Mukerji P. (2003). Recent advances in the study of fatty acid desaturases from animals and lower eukaryotes. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 68(2): 97-106.
- 162.Poureslami R, Raes K, Turchini GM, Huyghebaert G, De Smet S. (2010). Effect of diet, sex and age on fatty acid metabolism in broiler chickens: n-3 and n-6 PUFA. *Br J Nutr* 104(2): 189-197.

- 163.Pryor WA, Houk KN, Foote CS, Fukuto JM, Ignarro LJ, Squadrito GL, Davies KJ. (2006). Free radical biology and medicine: it's a gas, man! *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 291(3): 491-511.
- 164.Rasoul-Amini S, Ghasemi Y, Morowvat MH, Mohagheghzadeh A. (2009). PCR amplification of 18S rRNA, single cell protein production and fatty acid evaluation of some naturally isolated microalgae. *Food Chemistry* 116: 129-136.
- 165.Record IR, Dreosti IE, McInerney JK. (1995). The antioxidant activity of genistein in vitro. *J Nutr Biochem* 6: 481-485.
- 166.Ruiz-Larrea MB, Mohan AR, Paganga G, Miller NJ, Bolwell GP, Rice-Evans CA. (1997). Antioxidant activity of phytoestrogenic isoflavones. *Free Radic Res* 26(1): 63-70.
- 167.Rusin A, Krawczyk Z, Gryniewicz G, Gogler A, Zawisza-Puchalka J, Szeja W. (2010). Synthetic derivatives of genistein, their properties and possible applications. *Acta Biochim Pol* 57(1): 23-34.
- 168.Ruxton CH, Reed SC, Simpson MJ, Millington KJ. (2007). The health benefits of omega-3 polyunsaturated fatty acids: a review of the evidence. *J Hum Nutr Diet* 20(3): 275-285.
- 169.Sahin K, Akdemir F, Tuzcu M, Sahin N, Onderci M, Ozercan R, Ilhan N, Kilic E, Seren S, Kucuk O. (2009). Genistein suppresses spontaneous oviduct tumorigenesis in quail. *Nutr Cancer* 61(6): 799-806.
- 170.Sahin K, Kucuk O. (2001). Effects of vitamin C and vitamin E on performance, digestion of nutrients and carcass characteristics of Japanese quails reared under chronic heat stress (34 degrees C). *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 85: 335-341.
- 171.Sahin K, Kucuk O. (2003). Heat stress and dietary vitamin supplementation of poultry diets. *Nutr Abst Rev Ser B Livest Feeds Feed* 73: 41-50.
- 172.Sahin K, Kucuk O. (2003). Zinc supplementation alleviates heat stress in laying Japanese quail. *J Nutr* 133(9): 2808-2811.
- 173.Sahin K, Orhan C, Akdemir F, Tuzcu M, Iben C, Sahin N. (2011). Resveratrol protects quail hepatocytes against heat stress: modulation of the Nrf2 transcription factor and heat shock proteins. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. doi: 10.1111/j.1439-0396.2010.01123.x. [Epub ahead of print].
- 174.Sahin K, Orhan C, Tuzcu M, Ali S, Sahin N, Hayirli A. (2010). Epigallocatechin-3-gallate prevents lipid peroxidation and enhances antioxidant defense system via modulating hepatic nuclear transcription factors in heat-stressed quails. *Poult Sci* 89(10): 2251-2258.
- 175.Sahin K, Sahin N, Kucuk O, Hayirli A, Prasad AS. (2009). Role of dietary zinc in heat-stressed poultry: a review. *Poult Sci* 88(10): 2176-2183.

- 176.Sahin K, Smith MO, Onderci M, Sahin N, Gursu MF, Kucuk O. (2005). Supplementation of zinc from organic or inorganic source improves performance and antioxidant status of heat-distressed quail. *Poult Sci* 84(6): 882-887.
- 177.Sahin N, Balci TA, Kucuk O, Smith MO, Sahin K. (2009). Effects of 25-hydroxycholecalciferol and soy isoflavones supplementation on bone mineralisation of quail. *Br Poult Sci* 50(6): 709-715.
- 178.Sahin N, Orhan C, Tuzcu M, Sahin K, Kucuk O. (2008). The effects of tomato powder supplementation on performance and lipid peroxidation in quail. *Poult Sci* 87(2): 276-283.
- 179.Sahin N, Sahin K, Onderci M, Sarkar FH, Doerge D, Prasad A, Kucuk O. (2006). Effects of dietary genistein on nutrient use and mineral status in heat-stressed quails. *Exp Anim* 55(2): 75-82.
- 180.Sahin N, Tuzcu M, Orhan C, Onderci M, Eroksuz Y, Sahin K. (2009). The effects of vitamin C and E supplementation on heat shock protein 70 response of ovary and brain in heat-stressed quail. *Br Poult Sci* 50(2): 259-265.
- 181.Saitoh S, Sato T, Harada H, Matsuda T. (2004). Biotransformation of soy isoflavone-glycosides in laying hens: intestinal absorption and preferential accumulation into egg yolk of equol, a more estrogenic metabolite of daidzein. *Biochim Biophys Acta* 1674(2): 122-230.
- 182.Sakai T, Kogiso M. (2008). Soy isoflavones and immunity. *J Med Invest* 55: 167-173.
- 183.Sanz M, Flores A, De Ayala PP, Lopez-Bote CJ. (1999). Higher lipid accumulation in broilers fed on saturated fats than in those fed on unsaturated fats. *Br Poult Sci* 40: 95-101.
- 184.Sanz M, Lopez-Bote CJ, Menoyo D, Bautista JM. (2000). Abdominal fat deposition and fatty acid synthesis are lower and beta-oxidation is higher in broiler chickens fed diets containing unsaturated rather than saturated fat. *J Nutr* 130(12): 3034-3037.
- 185.Sarı M, Özdoğan M. (2001). Kanatlı rasyonlarına yağ katkısı. *Hayvansal Üretim* 42 (1): 28-34.
- 186.Sarkar FH, Li Y. (2002). Mechanisms of cancer chemoprevention by soy isoflavone genistein. *Cancer Metastasis Rev* 21: 265-280.
- 187.SAS. (2002). *SAS User's Guide: Statistics*. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- 188.Scaife JR, Moyo J, Galbraith H, Michie W, Campbell V. (1994). Effect of different dietary supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. *Br Poult Sci* 35: 107-118.
- 189.Schmitz G, Ecker J. (2008). The opposing effects of n-3 and n-6 fatty acids. *Prog Lipid Res.* 47(2): 147-155.

190. Sehmisch S, Uffenorde J, Maehlmeyer S, Tezval M, Jarry H, Stuermer KM, Stuermer EK. (2010). Evaluation of bone quality and quantity in osteoporotic mice--the effects of genistein and equol. *Phytomedicine* 17(6): 424-430.
191. Selye H. (1950). Stress and the general adaptation syndrome. *Br Med J* 1(4667): 1383-1392.
192. Selye H. (1954). Interactions between systemic and local stress. *Br Med J* 1(4872): 1167-1170.
193. Selye H. (1976). The stress concept. *Can Med Assoc J* 115(8): 718.
194. Setchell KD, Brown NM, Desai P, Zimmer-Nechemias L, Wolfe BE, Brashear WT, Kirschner AS, Cassidy A, Heubi JE. (2001). Bioavailability of pure isoflavones in healthy humans and analysis of commercial soy isoflavone supplements. *J Nutr* 131: 1362-1375.
195. Setchell KD, Lydeking-Olsen E. (2003). Dietary phytoestrogens and their effect on bone: evidence from in vitro and in vivo, human observational, and dietary intervention studies. *Am J Clin Nutr* 78: 593-609.
196. Setchell KDR. (1998). Phytoestrogens: the biochemistry, physiology, and implications for human health of soy isoflavones. *Am J Clin Nutr* 68: 1333-1346.
197. Sheehy PJA, Morrissey PA, Flynn A. (1994). Consumption of thermally oxidized sunflower oil by chicks reduces α -tocopherol status and increases susceptibility of tissues to lipid oxidation. *Br J Nutr* 71: 53-65.
198. Shih CH, Chen Y, Wang M, Chu IK, Lo C. (2008). Accumulation of isoflavone genistin in transgenic tomato plants overexpressing a soybean isoflavone synthase gene. *J Agric Food Chem*. 56(14): 5655-5661.
199. Si H, Liu D. (2007). Phytochemical genistein in the regulation of vascular function: new insights. *Curr Med Chem* 14(24): 2581-2589.
200. Simopoulos AP. (1991). Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am J Clin Nutr* 54(3): 438-463.
201. Siow RC, Li FY, Rowlands DJ, de Winter P, Mann GE. (2007). Cardiovascular targets for estrogens and phytoestrogens: transcriptional regulation of nitric oxide synthase and antioxidant defense genes. *Free Radic Biol Med* 42(7): 909-925.
202. Song T, Barua K, Buseman G, Murphy PA. (1998). Soy isoflavone analysis: quality control and a new internal standard. *Am J Clin Nutr* 68(6): 1474-1479.
203. Sprecher H, Luthria DL, Mohammed BS, Baykousheva SP. (1995) Reevaluation of the pathways for the biosynthesis of polyunsaturated fatty acids. *J Lipid Res* 36(12): 2471-2477.
204. Squadrito F, Altavilla D, Morabito N, Crisafulli A, D'Anna R, Corrado F, Ruggeri P, Campo GM, Calapai G, Caputi AP, Squadrito G. (2002). The effect of the phytoestrogen genistein on

- plasma nitric oxide concentrations, endothelin-1 levels and endothelium dependent vasodilation in postmenopausal women. *Atherosclerosis* 163: 339-347.
- 205.Steensma A, Bienenmann-Ploum ME, Noteborn HPJ. (2004). Intestinal uptake of genistein and its glycoside in the rat using various isolated perfused gut segments. *Environ Toxicol Pharmacol* 17: 103-110.
 - 206.Steensma A, Noteborn HPJM, van der Jagt RCM, Polman THG, Mengelers MJB, Kuiper HA. (1999). Bioavailability of genistein, daidzein, and their glycosides in intestinal epithelial Caco-2 cells. *Env Toxicol Pharmacol* 7: 209-211.
 - 207.Stevens A, White A. (2010). ACTH: cellular peptide hormone synthesis and secretory pathways. *Results Probl Cell Differ* 50: 63-84.
 - 208.Şehu A. (2004). Yemlik Yağlar. “Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi” A Ergün, ŞD Tuncer, İ Çolpan, S Yalçın, G Yıldız, MK Küçükersan ve S Küçükersan. 2. baskı Pozitif Matbacılık Ankara. Sayfa: 172-182.
 - 209.Taylor CK, Levy RM, Elliott JC, Burnett BP. (2009). The effect of genistein aglycone on cancer and cancer risk: a review of in vitro, preclinical, and clinical studies. *Nutr Rev* 67(7): 398-415.
 - 210.Toda S, Shirataki Y. (1999). Inhibitory effects of isoflavones on lipid peroxidation by reactive oxygen species. *Phytother Res* 13(2): 163-165.
 - 211.Trieu VN, Dong Y, Zheng Y, Uckun FM. (1999). In vivo antioxidant activity of genistein in a murine model of singlet oxygen-induced cerebral stroke. *Radiat Res* 152: 508-516.
 - 212.Tripathi YB, Lim RW, Fernandez-Gallardo S, Kandala JC, Guntaka RV, Shulka SD. (1992). Involvement of tyrosine and protein kinase C in platelet-activating-factorinduced c-fos gene expression in A-421 cells. *Biochem J* 286: 527-533.
 - 213.Tuzcu M, Sahin N, Karatepe M, Cikim G, Kilinc U, Sahin K. (2008). Epigallocatechin-3-gallate supplementation can improve antioxidant status in stressed quail. *Br Poult Sci* 49(5): 643-648.
 - 214.Uckun FM, Messinger Y, Chen CL, O'Neill K, Myers DE, Goldman F, Hurvitz C, Casper JT, Levine A. (1999). Treatment of therapy-refractory B-lineage acute lymphoblastic leukemia with an apoptosis-inducing CD19-directed tyrosine kinase inhibitor. *Clin Cancer Res* 5(12): 3906-3913.
 - 215.Ullmann U, Bendik I, Flühmann B. (2005). Bonistein (synthetic genistein), a food component in development for a bone health nutraceutical. *J Physiol Pharmacol* 56: 79-95.
 - 216.Ungar Y, Osundahunsi OF, Shimoni E. (2003). Thermal stability of genistein and daidzein and its effect on their antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 51(15): 4394-4399.

217. Valko M, Leibfritz D, Moncol J, Cronin MT, Mazur M, Telser J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Int J Biochem Cell Biol* 39(1): 44-84.
218. Valko M, Rhodes CJ, Moncol J, Izakovic M, Mazur M. (2006). Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chem Biol Interact* 160(1): 1-40.
219. Valsecchi AE, Franchi S, Panerai AE, Sacerdote P, Trovato AE, Colleoni M. (2008). Genistein, a natural phytoestrogen from soy, relieves neuropathic pain following chronic constriction sciatic nerve injury in mice: anti-inflammatory and antioxidant activity. *J Neurochem* 107(1): 230-240.
220. Van Elswyk ME. (1997). Comparison of n-3 fatty acid sources in laying hen rations for improvement of whole egg nutritional quality: a review. *Br J Nutr* 78: 61-69.
221. Vance, DE, Vance JE. (2008). *Biochemistry of Lipids, Lipoproteins and Membranes*. 5. Baski, Elsevier, Amsterdam.
222. Veissier I, Boissy A. (2007). Stress and welfare: two complementary concepts that are intrinsically related to the animal's point of view. *Physiol Behav* 92(3): 429-433.
223. Viereck V, Grundker C, Blaschke S, Siggelkow H, Emons G, Hofbauer LC. (2002). Phytoestrogen genistein stimulates the production of osteoprotegerin by human trabecular osteoblasts. *J Cell Biochem* 84: 725-735.
224. Villaverde C, Baucells MD, Cortinas L, Barroeta AC. (2006). Effects of dietary concentration and degree of polyunsaturation of dietary fat on endogenous synthesis and deposition of fatty acids in chickens. *Br Poult Sci* 47(2): 173-179.
225. Walker HA, Dean TS, Sanders TA, Jackson G, Ritter JM, Chowienczyk PJ. (2001). The phytoestrogen genistein produces acute nitric oxide-dependent dilation of human forearm vasculature with similar potency to 17 β -estradiol. *Circulation* 103: 258-262.
226. Watkins BA. (1991). Importance of essential fatty acids and their derivatives in poultry. *J Nutr* 121(9): 1475-1485.
227. Webb EC, O'Neill HA. (2008). The animal fat paradox and meat quality, *Meat Sci* 80(1): 28–36.
228. Wenzel U, Fuchs D, Daniel H. (2008). Protective effects of soy-isoflavones in cardiovascular disease. Identification of molecular targets. *Hamostaseologie* 28: 85-88.
229. Wilhelms KW, Scanes CG, Anderson LL. (2006). Lack of estrogenic or antiestrogenic actions of soy isoflavones in an avian model: the Japanese quail. *Poult Sci* 85(11): 1885-1889.
230. Wiseman H, O'Reilly JD, Adlercreutz H, Mallet AI, Bowey EA, Rowland IR, Sanders TA. (2000). Isoflavone phytoestrogens consumed in soy decrease F(2)-isoprostane concentrations

- and increase resistance of low-density lipoprotein to oxidation in humans. *Am J Clin Nutr* 72: 395-400.
231. Wolfram G. (2003). Dietary fatty acids and coronary heart disease. *Eur J Med Res* 8(8): 321-324.
232. Wongsuthavas S, Terapuntuwat S, Wongsrikeaw W, Katawatin S, Yuangklang C, Beynen AC. (2008). Influence of amount and type of dietary fat on deposition, adipocyte count and iodine number of abdominal fat in broiler chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 92(1): 92-98.
233. Wood JD, Enser M. (1997). Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Br J Nutr* 78(1): 49-60.
234. Woodard AE, Abplanalp H, Wilson WO, Vohra P. (1973). Japanese quail husbandry in the laboratory (*Coturnix coturnix japonica*). Department of Avian Sciences, University of California, Davis.
235. Woods VB, Fearon AM. (2009). Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: A review. *Livest Sci*, 126: 1-20.
236. Xue Y, Yu J, Song X. (2009). Hydrolysis of soy isoflavone glycosides by recombinant beta-glucosidase from hyperthermophile *Thermotoga maritima*. *J Ind Microbiol Biotechnol* 36(11): 1401-1408.
237. Yalniz M, Bahcecioglu IH, Kuzu N, Poyrazoglu OK, Bulmus O, Celebi S, Ustundag B, Ozercan IH, Sahin K. (2007). Preventive role of genistein in an experimental non-alcoholic steatohepatitis model. *J Gastroenterol Hepatol* 22(11): 2009-2014.
238. Yan GR, Xiao CL, He GW, Yin XF, Chen NP, Cao Y, He QY. (2010). Global phosphoproteomic effects of natural tyrosine kinase inhibitor, genistein, on signaling pathways. *Proteomics* 10(5): 976-986.
239. Yanagihara K, Ito A, Toge T, Numoto M. (1993). Antiproliferative effects of isoflavones on human cancer cell lines established from the gastrointestinal tract. *Cancer Res.* 53: 5815-5821.
240. Yang Y, Nie W, Yuan J, Zhang B, Wang Z, Wu Z, Guo Y. (2010). Genistein activates endothelial nitric oxide synthase in broiler pulmonary arterial endothelial cells by an Akt-dependent mechanism. *Exp Mol Med* 42(11): 768-776.
241. Yau JC, Denton JH, Bailey CA, Sams AR. (1991). Customizing the fatty acid content of broiler tissues. *Poult Sci* 70: 167-172.
242. Yertürk M, Avcı M, Kaplan O. (2005). Sıcak stresi altında yetiştirilen japon bıldırcınlarında gece yemlemenin performans ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi. *YYÜ Vet Fak Derg* 16(2): 11-15.

243. Yu X, Zhu J, Mi M, Chen W, Pan Q, Wei M. (2010). Anti-angiogenic genistein inhibits VEGF-induced endothelial cell activation by decreasing PTK activity and MAPK activation. *Med Oncol* [Epub ahead of print].
244. Zhang D, Tai YC, Wong CH, Tai LK, Koay ES, Chen CS. (2007). Molecular response of leukemia HL-60 cells to genistein treatment, a proteomics study. *Leuk Res* 31(1): 75-82.
245. Zielonka J, Gebicki J, Gryniewicz G. (2003). Radical scavenging properties of genistein. *Free Radic Biol Med* 35(8): 958-965.
246. Zollitsch W, Knaus W, Aichinger F, Lettner F. (1997). Effects of different dietary fat sources on performance and carcass characteristics of broilers. *Anim Feed Sci Tech* 66: 63-73.

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Cemal ORHAN
Doğum Yeri: Elazığ
Doğum Tarihi: 1983
Yazışma Adresi: Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı
23119, Elazığ / Türkiye
Medeni Hali: Evli
Yabancı Dil: İngilizce
Telefon: 0 424 237 00 00 / 3926
Faks: 0 424 238 81 73
e-posta: corhan@firat.edu.tr

EĞİTİM DURUMU

Mezuniyet Yılı	Derece	Kurum	Öğrenim Alanı
2000-2005	Y. Lisans	Fırat Üniversitesi	Veteriner Hekimliği
2005-2011	Doktora	Fırat Üniversitesi	Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları

DOKTORA

Doktora Tezi: Bıldırcınlarda Genistein ve Çoklu Doymamış Yağ Asitlerinin (PUFA) Performans ve Antioksidan Düzeyi Üzerine Etkisi
Doktora Danışmanı: Doç. Dr. Nurhan ŞAHİN
Fırat Üniversitesi, Veteriner Fakültesi

ULUSLARARASI HAKEMLİ DERGİLERDİKİ (SCI & SSCI) YAYINLAR

- 1- Tuzcu M, Sahin N, **Orhan C**, Agca CA, Akdemir F, Tuzcu Z, Komorowski J, Sahin K. (2011). Impact of chromium histidinate on high fat diet induced obesity in rats. Nutrition & Metabolism. 3:8:28.

- 2- Sahin K, **Orhan C**, Akdemir F, Tuzcu T, Ali S, Sahin N. (2011). Tomato powder supplementation activates Nrf-2 via ERK/Akt signaling pathway and attenuates heat stress-related responses in quails. *Animal Feed Science and Technology*. 165: 230-237.
- 3- Sahin K, **Orhan C**, Akdemir F, Tuzcu M, Iben C, Sahin N. (2011) Resveratrol protects quail hepatocytes against heat stress: modulation of the Nrf2 transcription factor and heat shock proteins. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. (Berl). Epub.(Basimda)
- 4- Sahin K, Tuzcu M, **Orhan C**, Agca CA, Sahin N, Guvenc M, Krejpcio Z, Staniek H, Hayirli A. (2010) The Effects of Chromium Complex and Level on Glucose Metabolism and Memory Acquisition in Rats Fed High-Fat Diet. *Biological Trace Element Research*. [Epub ahead of print] (Basimda)
- 5- Sahin K, **Orhan C**, Tuzcu M, Ali S, Sahin N, Hayirli A. (2010). Epigallocatechin-3-gallate prevents lipid peroxidation and enhances antioxidant defense system via modulating hepatic nuclear transcription factors in heat-stressed quails. *Poultry Science* 89(10): 2251-2258.
- 6- Sahin K, Akdemir F, **Orhan C**, Tuzcu M, Hayirli A, Sahin N. (2010). Effects of dietary resveratrol supplementation on egg production and antioxidant status. *Poultry Science*. 89(6): 1190-1198.
- 7- Sahin N, Tuzcu M, **Orhan C**, Onderci M, Eroksuz Y, Sahin K. (2009). The effects of vitamin C and E supplementation on heat shock protein 70 response of ovary and brain in heat-stressed quail. *British Poultry Science*. 50(2): 259-265.
- 8- Dogukan A, Sahin N, Tuzcu M, Juturu V, **Orhan C**, Onderci M, Komorowski J, Sahin K. (2009) The effects of chromium histidinate on mineral status of serum and tissue in fat-fed and streptozotocin-treated type II diabetic rats. *Biological Trace Element Research*. 131(2): 124-132.
- 9- Sahin N, **Orhan C**, Tuzcu M, Sahin K, Kucuk O. (2008). The effects of tomato powder supplementation on performance and lipid peroxidation in quail. *Poultry Science*. 87(2): 276-283.

- 10- Sahin N, Akdemir F, **Orhan C**, Kucuk O, Hayirli A and Sahin K. (2008). Lycopene-enriched quail egg as functional food for humans. Food Research International, 41(3): 295-300.
- 11- Küçükbay FZ, Yazlak H, Sahin N, Akdemir F, **Orhan C**, Juturu V & Sahin K. (2008). Effects of dietary arginine silicate inositol complex on mineral status in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition 14: 257-262.
- 12- Kuzu N, Metin K, Dagli AF, Akdemir F, **Orhan C**, Yalniz M, Ozercan IH, Sahin K, Bahcecioglu IH. (2007). Protective role of genistein in acute liver damage induced by carbon tetrachloride. Mediators of Inflammation 2007; 2007: 36381.

BİLDİRİ, POSTER ve SUNULAR

- 1- Tuzcu M, Sahin N, **Orhan C**, Agca CA, Baydas Z, Komorowski JR, Sahin K. (2010) Chromium histidinate may reduce high fat diet-induced obesity in rats through Nrf2-mediated induction of heme oxygenase-1. Seventh International Nutrition and Dietetics Congress, April 14-18, 2010, Hilton Hotel, Istanbul, Turkey.
- 2- Tuzcu M, Şahin N, **Orhan C**, Dogukan A, AslanA, Ozercan IH, İlhan N, Kucuk O, Sahin K (2009) Protective Role of Zinc Picolinate on Cisplatin-Induced Nephrotoxicity in Rats, Second International Congress on Nutrition and Cancer May 18-22, 2009 Kervansaray Lara Antalya, Turkey
- 3- Tuzcu M, Akdemir F, **Orhan C**, Gencoglu H, Sahin N, Ozercan İH, Kucuk O, Sahin K (2008) Effect of Genistein on DMBA-Induced Soft Tissue Sarcoma in Rats, First International Congress on Nutrition and Cancer May 19-23, 2008 Kervansaray Lara Antalya, Turkey.
- 4- Sahin K, Tuzcu M, **Orhan C**, Onderci M, Agca CA, Ozercan İH, Kucuk O, (2008) Therapeutic Effect of Lycopene on Antioxidant System and Inflammation in 7,12Dimethyl Benz(A) Anthracene-Induced Soft Tissue

Sarcoma in Rats, First International Congress on Nutrition and Cancer May 19-23, 2008 Kervansaray Lara Antalya, Turkey.

KURSLAR ve SERTİFİKALARI

- 1- Deney Hayvanları Kullanım Sertifikası, Fırat Üniversitesi Hayvan Deneyleri Etik Kurulu 2008.
- 2- First International Congress on Nutrition and Cancer, May 19-23 2008, Kervansaray Lara, Antalya, Turkey.-Katılım Sertifikası.
- 3- LLP-Erasmus Programme 2007/2008 Department of Bromatology of Medical University of Bialystok, Poland July 6-12 2008.
- 4- Second International Congress on Nutrition and Cancer, May 18-22 2009, Kervansaray Lara, Antalya, Turkey.-Katılım Sertifikası.
- 5- LLP-Erasmus Programme 2007/2008 University of Veterinary Medicine Vienna, Austria Staff Training Programme 15-19 June 2009.

YER ALDIĞI PROJELER

1. Deneysel Hepatoselüler Karsinom Oluşturulan Ratlarda Schiff bazı heterodinükleer Cu(II)-Mn(II) kompleksinin Etkisinin Araştırılması. **Yeditepe Üniversitesi**, 2011–Devam ediyor. (**Araştırmacı**).
2. Deneysel Hepatoselüler Kanser Oluşturulan Ratlarda Melatoninin Etki Mekanizmasının Araştırılması. **Yeditepe Üniversitesi**, 2011–Devam ediyor. (**Araştırmacı**).
3. Bildircinlarda Kurkuminin Nrf2/HO-1 Aracılı Antioksidan Etki Mekanizmasının Belirlenmesi. **FÜBAP (2040)**, 2011–Devam ediyor. (**Araştırmacı**).
4. Chromium Supplementation after Severe Hypoglycemia May Reduce Brain Damage **Nutrition 21, NY. USA**, 2011–Devam ediyor. (**Araştırmacı**).
5. The Efficacy of Cr-Insulin in Restoration of Type I Diabetic Status. **Nutrition 21, NY. USA**, 2011–Devam ediyor. (**Araştırmacı**).
6. The effects of Chromium supplementation in cats. **University of Veterinary Medicine Vienna**, 2010–Devam ediyor. (**Araştırmacı**).

7. Bildircinlarda Genistein ve Çoklu Doymamış Yağ Asitlerinin Antioksidan Düzey Üzerine Etkisi. **FÜBAP (1542)**, 2011. (**Araştırmacı**).
8. Impact of chromium histidinate on high fat diet induced obesity in rats. **Nutrition 21, NY. USA**, 2011 (**Araştırmacı**).
9. Vitamin C ve Vitamin E'nin ovaryum ısı şok proteinleri üzerine etkisi. **FÜBAP(1226)**, 2009. (**Araştırmacı**).