



**KANATLILARDA SICAKLIK STRESİNİ  
AZALTMAYA YÖNELİK BESLEME  
STRATEJİLERİ**

**Dr. Şermin TOP**

**yaz**

yayınları

# KANATLILARDA SICAKLIK STRESİNİ AZALTMAYA YÖNELİK BESLEME STRATEJİLERİ

Dr. Şermin TOP

**yaz**  
yayınları  
2024

**KANATLILARDA SICAKLIK STRESİNİ  
AZALTMAYA YÖNELİK BESLEME  
STRATEJİLERİ**

Yazar: Dr. Şermin TOP

ORCID NO: 0000-0003-2684-7798

---

**© YAZ Yayınları**

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

---

E\_ISBN 978-625-6642-64-5

Haziran 2024 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3  
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

[www.yazyayinlari.com](http://www.yazyayinlari.com)

[yazyayinlari@gmail.com](mailto:yazyayinlari@gmail.com)

[info@yazyayinlari.com](mailto:info@yazyayinlari.com)

## İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ .....	1
2. SICAKLIK STRESİNİN KANATLILAR ÜZERİNDEKİ OLUMSUZ ETKİLERİ.....	2
3. SICAKLIK STRESİNE KARŞI UYGULANILABİLECEK BESLEME STRATEJİLERİ .....	5
3.1. Yem Kısıtlaması.....	5
3.2. Çift Besleme Rejimi.....	6
3.3. Islak Yemle Besleme .....	7
3.4. Rasyona Yağ İlavesi .....	8
3.5. Rasyon Protein Oranı ve Aminoasit Kompozisyonu .....	9
3.6. Vitamin ve Mineral Katkıları .....	13
3.6.1. E Vitamini.....	13
3.6.2. A Vitamini .....	15
3.6.3. C Vitamini .....	16
3.6.4. Çinko .....	17
3.6.5. Selenyum .....	18
3.6.6. Elektrolitler .....	20
3.7. Fitobiyotik Katkıları.....	21
3.7.1. Kurkumin .....	21
3.7.2. Gingerol .....	23

3.7.3. Epigallokateşin Gallat (EGCG) .....	24
3.7.4. Resveratrol.....	25
3.7.5. Likopen .....	26
3.7.6. Karvakrol ve Timol.....	27
3.8. Probiyotik ve Prebiyotikler.....	30
4. SONUÇ.....	33
KAYNAKÇA .....	34

*"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğın sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."*

## **1. GİRİŞ**

Değişen dünya düzeni ve artan nüfus ile paralel olarak hayvansal gıda talebi gün geçtikçe artmaktadır. Bu talebi karşılamanın en pratik yolu hayvansal verimi arttırmak ve verim sürekliliğini sağlamaktır. Türkiye’de tavuk eti üretimi 2024 yılı Ocak ayında 201680 ton, tavuk yumurtası üretimi 1,73 milyar adet olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 53563, Şubat-2024). Kanatlı eti üretimi son yıllarda diğer et türlerinden çok daha yüksek bir büyüme göstermiştir. Dünyanın sıcak bölgelerinde kanatlı endüstrisinin gelecekteki büyümesinde bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. Bunlardan ilki ve en önemlisi sermayenin varlığıdır. Diğer kısıtlamalar arasında yem üretimi için gerekli tahıl ve protein takviyelerinin yeterli miktarda bulunmaması, ekipman, ilaç, ambalaj malzemeleri, konut malzemeleri vb. gibi ticari üretime yönelik çeşitli destekleyici endüstrilerin geliştirilmesindeki ihtiyaç, kümes hayvanı konusunda vasıflı kişilerin bulunmaması, yeterli hastalık teşhis ve kontrol tesislerinin bulunmaması yer almaktadır. Son olarak, bu bölgelerde yüksek üretimin önündeki en belirgin kısıtlama iklimdir. Yüksek sıcaklık, özellikle yüksek nem ile birleştiğinde, hayvanlar üzerinde

ciddi strese neden olmaktadır ve hayvanların performanslarının düşmesine neden olmaktadır.

## **2. SICAKLIK STRESİNİN KANATLILAR ÜZERİNDEKİ OLUMSUZ ETKİLERİ**

Giderek artan küresel iklim değişikliğinin kötü sonuçlara yol açabileceği öngörülmektedir. Sıcaklık stresi, kümes hayvanı üretiminde özellikle subtropikal ve tropikal bölgelerde yaşanan önemli sorunlardan biridir (Karadağoğlu ve Şahin, 2023). Küresel iklim değişikliği sonucu meydana gelen yoğun sıcak hava dalgaları, dünyanın çeşitli bölgelerinde özellikle de kümes hayvanı sektöründe ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Pawar ve ark., 2016). Tavuklar için kritik üst çevre sıcaklığının (27 °C) aşıldığı durumlarda termoregülasyonu sağlamak için vücutlarında oluşan fazla ısıyı radyasyon, evaporasyon, konveksiyon, dışkı ve yumurta ve yolu ile dışarı atmaktadırlar. Yüksek çevre sıcaklığı durumunda kanatlıların ibik, sakal ve ayak gibi vücut bölümlerine kan daha fazla gönderilerek vücut sıcaklığı düşürülmeye çalışılır. Ayrıca kanatlılar yüksek sıcaklıktan korunmak için kanatların yana doğru açılarak tüylerini kabartmaktadırlar. Bu aşamadan sonra radyasyon ve konveksiyonla sıcaklık



stresinin atılması yetersiz kaldığından, aşırı sıcaklık bu kez evaporasyonla atılmaya çalışılır. Yani, tavuklar soluk alıp vermeyle ve nefesleriyle vücutlarını soğutmaya çalışırlar (Muğlalı, 2002; Şenköylü, 2002). Ayrıca, yüksek ortam sıcaklıklarına maruz kalan kümes hayvanlarında plazma protein konsantrasyonlarının azaldığı ve kan şekeri ve kolesterol konsantrasyonlarının belirgin şekilde arttığı rapor edilmiştir (Vandana ve ark., 2002). Ayrıca enterositlerden ve sıkı bağlantılardan oluşan bağırsak bütünlüğü sıcaklık stresinden olumsuz yönde etkilenmektedir (Zhang ve ark., 2017a). Yüksek çevre sıcaklıklarına tepki olarak, ısının dağıtılması için periferik kan akışı artar, bu da bağırsakta kan akışının azalmasına neden olur (Varasteh ve ark., 2015). Bağırsak iskemisi epitelyal dökülmeye yol açabilir (Leon ve Helwig, 2010). Villus yüksekliği ve kript derinliği bağırsak morfolojisini yansıtmaktadır. Broylerlerde yapılan bir dizi çalışma, ısı stresinin bağırsak morfolojisini olumsuz etkilediğini, bunun sonucunda kript derinliğinin arttığını, villus yüksekliğinin ve villus yüksekliğinin kript derinliğine oranının azaldığını göstermiştir (Song ve ark., 2013; Al-Fataftah ve Abdelqader, 2014; Liu ve ark., 2016a; Yi ve ark., 2016). Sıcaklık stresi aynı zamanda oksidatif strese neden olabilecek oksijen türevi serbest radikallerin üretiminin

artmasına da neden olur. Sıcak iklimlerde yetiştirilen kümes hayvanlarında sıcaklık stresine bağlı olarak et ve yumurta veriminde düşmelere, üreme performansında azalmalara, yem tüketiminde azalmaya, yem dönüşüm oranı ve büyüme oranlarında da düşümlere neden olmaktadır. Yem tüketiminin azalması sonucunda et kalitesi, büyüme oranı, yumurta verimi ve kalitesi de azalma gösterebilmektedir (Nawab ve ark., 2018). Kanatlı hayvanların performanslarındaki bu olumsuz etkilerin engellenmesi ve azaltılması için rasyona antioksidan maddelerin ilavesi, fitobiyotiklerin takviyesi gibi yem katkı maddelerinin uygulamaları yapılmakta ve yem kısıtlaması, su yönetimi gibi çeşitli beslenme stratejileri uygulanmaktadır. Bu stratejiler ile kanatlı hayvanların bağışıklık sistemlerini güçlendirmek ve bu sayede sıcaklık stresi altındaki hayvanlarda sağlığın ve verim performanslarının iyileştirilmesi amaçlanmaktadır (Wasti ve ark., 2020).

### **3. SICAKLIK STRESİNE KARŞI UYGULANILABİLECEK BESLEME STRATEJİLERİ**

#### **3.1. Yem Kısıtlaması**

Yem kısıtlaması uygulaması kümes hayvanı üretiminde yaygın bir uygulamadır. Yem kısıtlaması uygulamasında kanatlı hayvanların belirli bir süre (genellikle sabah 8'den akşam 5'e kadar) yem tüketimlerini azaltmak suretiyle metabolizma hızları yavaşlatılmaktadır. Yem kısıtlaması uygulamasının sıcaklık stresi altındaki piliçlerde mortaliteyi azalttığı, rektal sıcaklığı düşürdüğü (Abu-Dieyeh, 2006; Uzun ve Toplu, 2013) ve karın yağını azalttığı (Mohamed ve ark., 2019) bulunmuştur. Uzun ve Toplu (2013) piliçlerde sıcak dönemlerde yem kullanılabilirliğinin günde 8 saat ile sınırlandırılmasının yem verimliliğini artırdığını ve tonik hareketsizliği kısalttığını bulmuşlardır; Doğrulma refleksini gözlemek için kuşların sırtüstü yerleştirildiği korku durumunu belirlemeye yönelik bir ölçü. Benzer şekilde etlik piliçlerde yem tedarikinin sınırlandırılmasının ısı üretimini %23 oranında azalttığı bulunmuştur (MacLeod ve Hocking, 1993). Ancak bu yaklaşım kümes hayvanı endüstrisinde yaygın olarak kullanılmamaktadır çünkü

büyüme hızının azalmasına ve kanatlıların pazarlanma yaşının gecikmesine neden olmaktadır (Abu-Dieyeh, 2006; Francis ve ark., 1991; Uzun ve Toplu, 2013; Wiernusz ve Teeter, 1996).

### **3.2. Çift Besleme Rejimi**

Yapılan çalışmalar, yem kısıtlamasının aşırı kalabalıklığa ve yeniden beslenme zamanında aceleye yol açarak bazı ek ölüm oranlarına yol açtığını göstermiştir. Bu nedenle, kanatlıların gün boyu yeme erişebilmesini sağlamak için ikili besleme rejimi tasarlanmıştır. Proteinlerin anabolizması sonucunda açığa çıkan ısı, karbonhidratlardan daha yüksektir (Westerterp, 2004). Bu nedenle sıcaklık stresindeki kanatlı hayvanlara günün serin saatlerinde protein açısından zengin yemlerin verilmesi, sıcak saatlerde ise enerji bakımından zengin yemlerin verilmesi araştırılmıştır. Çalışmalar, kanatlı hayvanlara sabah 9'dan akşam 4'e kadar enerji açısından zengin bir diyet ve akşam saat 4'ten itibaren sabah 9'a kadar protein açısından zengin bir diyet uygulamanın sıcaklık stresi koşullarında hayvanların vücut ısısını (De Basilio ve ark., 2001; Lozano ve ark., 2006) ve ölüm oranını azalttığı bildirilmiştir (De Basilio ve ark., 2001). Ancak bu yaklaşımın, ısı stresine maruz kalan kanatlılarda büyümeyi

ve yem verimliliğini arttıramadığı belirlenmiştir (Lozano ve ark., 2006).

### **3.3. Islak Yemle Besleme**

Sıcaklık stresi sırasında kanatlılar solunum yolu ile yüksek miktarda su kaybederler ve termoregülasyonu yeniden sağlamak için hayvanların su tüketiminde belirgin bir artış şekillenmektedir (Richards, 1970). Böyle durumlarda yemlere eklenen su, su tüketimini artmasını sağlayabilmektedir. Ayrıca bağırsak viskozitesi azaltılarak yemin gastrointestinal sistemden geçişini hızlandırmaktadır. Islak yemle besleme ön sindirimi uyarır, besinlerin bağırsaktan emilimini artırır ve sindirim enziminin yem üzerindeki etkisini hızlandırır (Syafwan ve ark., 2011). Etçi piliçlerde ıslak besleme, yem alımını, vücut ağırlığını ve gastrointestinal kanalın ağırlığını iyileştirmiştir (Moritz ve ark., 2001; Shariatmadari ve Forbes, 2005). Yumurtacı tavuklarda yüksek sıcaklık sırasında ıslak yemle beslenmek kuru madde tüketimini, yumurta ağırlığı ve yumurta üretimini arttırdığı bildirilmiştir (Lin ve ark., 2006). Bu yaklaşımın sıcaklık stresi altındaki kanatlı hayvanlarda faydalı etkileri olduğu bulunmasına rağmen bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bu dezavantajlar arasında özellikle nemden kaynaklı

olarak yemde mantar üremesi sonucunda kanatlı hayvanlarda mikotoksikoz şekillenme riski olduğundan kümes hayvanı yetiştiricileri arasında çok yaygın bir uygulama değildir (Wasti ve ark., 2020).

### **3.4. Rasyona Yağ İlavesi**

Yüksek enerjili rasyonlar kümes hayvanlarında ısı stresinin etkilerini kısmen hafifletmede etkili olmuştur. Metabolizma sırasında yağlar, karbonhidrat ve proteinlere göre daha düşük ısı artışı meydana getirmektedir. Bunun nedeni, ince bağırsaklardan emilen yağ asitleri değiştirilmeden yağ sentezine katılırken, karbonhidratlar yağ sentezi için kullanılmadan önce metabolik olarak birçok kez değişmesinden kaynaklanmaktadır (Syafwan ve ark., 2011). Bu nedenle sıcak iklim bölgelerinde sıcaklık stresinin olumsuz etkilerinden korunmak ve rasyon enerji düzeyini artırmak amacıyla rasyona yağ eklenmesi genel bir uygulama haline gelmiştir. Kanatlı rasyonlarına yağ eklenmesi, besin maddelerinin geçiş hızını düşürerek gastrointestinal kanaldaki besin kullanımını arttırmaya yardımcı olmakla birlikte (Mateos ve ark., 1982) diğer yem bileşenlerinin enerji değerini de arttırabilmektedir (Attia ve ark., 2018a; Mateos ve Sell, 1981). Sıcaklık stresine maruz kalan yumurtacı tavuklarda rasyona %5 seviyesinde yağ

eklenmesinin yem alımını %17 oranında arttırdığı tespit edilmiştir (Daghir, 2008). Benzer şekilde, %5 yağlı diyet sağlandığında piliç performansında önemli bir iyileşme gözlemlenmiştir (Ghazalah ve ark., 2008). Attia ve ark. (2018a) ayrıca yüksek protein konsantrasyonuna sahip rasyonlarda yağ miktarının arttırılmasının, kronik sıcaklık stresi altındaki piliçlerde verim performansı, et lipidleri ile immun sistem üzerindeki olumsuz etkileri hafiflettiğini bildirmiştir. Bu faydalara ek olarak, yağ eklenmesi ısı stresine maruz kalan piliçlerde karın yağını önemli ölçüde arttırmıştır (Ghazalah ve ark., 2008).

### **3.5. Rasyon Protein Oranı ve Aminoasit Kompozisyonu**

Sıcak stresi sırasında kanatlı hayvanlarda performansın azalması nedeniyle protein ihtiyacı azalmaktadır. Protein sentezi ve fraksiyonlanmasındaki azalma kronik ısı stresinden kaynaklanan protein birikiminin de azalmasına neden olmaktadır. Rasyondaki protein oranının arttırılmasıyla düşük protein sentezi telafi edilemez (Temim ve ark., 2000). Ayrıca rasyonlarında yüksek oranda protein bulunan kanatlı hayvanların büyüme performansı olumsuz etkilenebilmektedir.

Vücutta protein metabolizması sonucu oluşan ısı üretiminin artması kanatlılarda sıcaklık stresinin şiddetini daha da artırabilmektedir (Gonzalez-Esquerria ve Leeson, 2006). Bunun nedeni, yağ ve karbonhidratlara kıyasla organizmadaki protein metabolizması sırasında daha yüksek ısı üretimidir (Musharaf ve Latshaw, 1999; Laudadio ve ark., 2012; Toriki ve ark., 2017). Bu nedenle, besinlerin sindirimi, emilimi ve metabolizması sırasında açığa çıkan enerjiyi azaltmak amacıyla, diyetteki ham proteinin azaltılması kümes hayvanlarında sıcaklık stresinin zararlı etkilerini azaltmada etkili olabileceği düşünülmüştür (Furlan ve ark., 2004). Piliçler üzerinde yapılan çok sayıda çalışmada, sabit ısı stresi (Alleman ve Leclercq, 1997; Cheng ve ark., 1999; Faria Filho ve ark., 2005; Gonzalez-Esquerria ve Leeson, 2005; Awad ve ark., 2018), döngüsel sıcaklık stresi (Cheng ve ark., 1999; Liu ve ark., 2016b; Awad ve ark., 2018; Zulkifli ve ark., 2018; Amiri ve ark., 2019; Law ve ark., 2019; Soares ve ark., 2020) ve sıcak iklimler altında (Zaman ve ark., 2008; Laudadio ve ark., 2012; Lin Law ve ark., 2019; Attia ve ark., 2020), azaltılmış ham proteinli rasyonla ve standart ham proteinli rasyonla beslenmenin etkileri incelenmiştir. Rasyonla yüksek protein alımı hayvanların vücudunda ısı üretiminde artışa neden olsa da rasyondaki protein



seviyesinin düşmesi de sıcaklık stresinin zararlı etkilerini arttırabilmektedir. Rasyon protein oranının düşük olması, yem tüketimini olumsuz yönde etkileyerek canlı ağırlığın azalmasına neden olabilmektedir (Alleman ve Leclercq, 1997). Bununla birlikte, yüksek çevre sıcaklığı koşulları altında rasyon protein düzeyinin düşük olmasının meydana getirdiği negatif etkiler esansiyel amino asitlerin rasyona eklenmesi ile azaltılabilmekte ve/veya önlenabilmektedir. Kanatlı rasyonlarına eklenen iyi dengelenmiş amino asitler sayesinde nitrojen atılımı için enerji maliyetini düşürülebilmekte ve kanatlı hayvanlarda sıcaklık stresinin önlenmesine yardımcı olunabilmektedir (Law ve ark., 2018, Law ve ark., 2019; Zulkifli ve ark., 2018).

Esansiyel amino asitlerin rasyondaki yoğunluğunun değiştirilmesinin, sıcaklık stresine maruz bırakılan piliçlerde ümit verici sonuçlara sahip olduğu gösterilmiştir. Maharjan ve ark. (2020), sıcaklık stresi altındaki piliçlerin rasyonlarında sindirilebilir amino asit yoğunluğunun arttırılmasının (önerilenin %110 ila 120'si) optimum yem tüketimi, büyüme ve karkas özelliklerini olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Gonzalez-Esquerra ve Leeson (2005), akut veya kronik sıcaklık stresine (27,3°C ve 31,4°C) maruz bırakılan piliçlerin rasyonlarında yüksek düzeyde protein (%25,6) bulunmasının, performans ve canlı ağırlık

parametrelerinde sıcaklık stresinin neden olduğu olumsuz etkileri önlediğini ve yem dönüşüm oranını iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada düşük arjinin-lizin oranına (0.95) sahip bir rasyona DL-metiyonin eklenmesi durumunda, kronik sıcaklık stresi koşullarında rasyon proteininin kullanımını iyileştirdiğini bulmuşlardır (Gonzalez-Esquerro ve Leeson, 2006). Dai ve ark. (2009), sıcaklık stresi koşullarında (28 °C) yetiştirilen piliçlerin rasyonlarına glutamin takviyesinin (%0,5 ve %1,0) büyüme performansında, karkas özelliklerinde, et kalitesinde ve et rengi stabilitesinde sıcaklık stresinin neden olduğu bozulmayı azalttığını belirtmiştir. Başka bir denemede, ham proteini azaltılmış bir rasyonda metiyonin, lizin ve treonin yoğunluğunun artırılması, döngüsel olarak sıcaklık stresine maruz bırakılan piliçlerin üretim performansını standart ham proteinli rasyonlarla elde edilenlere göre artırdığı ve ince bağırsak morfolojisindeki değişiklikler ve bazı sıkı bağlantı proteinlerinin artan mRNA ekspresyonu ile gösterildiği gibi, bağırsak sağlığını iyileştirdiği bildirilmiştir (Wang ve ark., 2022). Bu nedenle amino asit yoğunluğunun artırılması, özellikle rasyon kaynaklı termojenezi en aza indirmek için serbest amino asitler ile elde edildiğinde, sıcaklık stresi koşulları altındaki piliçler için faydalı olabilmektedir.

### **3.6. Vitamin ve Mineral Katkıları**

Kanatılarda sıcaklık stresini azaltmak için yaygın olarak kullanılan vitaminler arasında E, A ve C vitaminleri bulunmaktadır (Khan ve ark., 2011; Wasti ve ark., 2020). Sıcaklık stresi altındaki kanatlıların rasyonlarına sıcaklık stresinin olumsuz etkilerini önlemek için katılan mineral maddeler arasında çinko, selenyum, krom mineralleri ve elektrolitler bulunmaktadır (Rahimi ve ark., 2011; Jahanian ve Rasouli, 2015; Rao ve ark., 2016). Broylerlerde sıcaklık stresinin semptomlarını hafifletmek için KCl, Na<sub>2</sub>HCO<sub>3</sub> ve NH<sub>4</sub>Cl gibi farklı elektrolitler kullanılmıştır (Mushtaq ve ark., 2013; Wasti ve ark., 2020).

#### **3.6.1.E Vitamini**

E vitamini (alfa-tokoferol), antioksidan aktiviteye sahip ve hücre içinde üretilen serbest radikallerin temizlenmesine yardımcı olan, yağda çözünen bir vitamindir. E vitamininin inflamatuvar sinyalleme modüle ettiği, prostaglandinlerin, sitokinlerin ve lökotrienlerin üretimini düzenlediği ve ayrıca broylerlerde makrofajların fagositik aktivitesini iyileştirdiği bulunmuştur (Dalólio ve ark., 2015). Ayrıca E Vitamini, lenfositlerin çoğalmasını indükleyerek bağışıklığın iyileştirilmesine de yardımcı olmaktadır (Meydani ve Blumberg, 2020; Puthongsiriporn

ve ark., 2001). Sıcaklık stresi altındaki yumurtacı tavuklara E vitamini takviyesinin yumurta üretimini, yumurta ağırlığını, yumurta kabuğu kalınlığını, yumurta özgül ağırlığını ve Haugh birimini iyileştirdiği bulunmuştur (Khan ve ark., 2011). Bollengier-Lee (1991), yumurtlayan tavuklarda kronik ısı stresinin olumsuz etkilerini hafifletmek için 250 mg E vitamini/kg yeme yönelik yem takviyesinin optimum olduğu sonucuna varmıştır. Karaciğer, yumurta sarısı proteini-vitellogeninin sentezine ve salınımına yardımcı olduğundan yumurta oluşumu için önemli bir organdır. Yardibi ve ark. (2008) E vitamininin sıcaklık stresi altındaki kanatlılarda karaciğer hasarını önleyerek yumurta üretimini artırmaya yardımcı olduğunu ve bu sayede vitellogenin sentezini ve salınımını kolaylaştırdığını belirtmiştir (Mishra ve ark., 2019). Benzer şekilde, rasyonlarında E vitamini (250 mg/kg yem) bulunan piliçlerde, sıcaklık stresi koşullarında karaciğer ve serum malondialdehit (MDA) konsantrasyonu azalmış ve serum ve karaciğer E vitamini ve A vitamini konsantrasyonlarının arttığı bildirilmiştir (Sahin ve Kucuk, 2001). E vitamini (100 mg/kg yem), C vitamini (200 mg/kg yem) ve probiyotiklerin (2 g/kg yemde *Saccharomyces cerevisiae* ve *Lactobacillus acidophilus*) kombinasyonunun kronik sıcaklık stresi koşullarında beslenen piliçlerde

sıcaklık stresinin neden olduğu olumsuz etkileri hafifletmede daha etkili olduğu bulunmuştur (Attia ve ark., 2017a).

### **3.6.2. A Vitamini**

A vitamini antikor üretimi ve T hücresi çoğalması ile ilişkilidir (Sklan ve ark., 1994). A vitamini, tekli oksijeni etkisizleştirebilen, tiyil radikallerini nötralize edebilen ve peroksil radikalleriyle birleşip stabilize edebilen düşük oksijen gerilimlerinde en etkili antioksidandır (Palace ve ark., 1999). Bir çalışmada, yüksek seviyede A vitamini takviyesinin (6000 ve 9000 IU/kg yem), sıcaklık stresine bırakılan yumurtacı tavuklarda yumurta ağırlığını arttırdığı bulunmuştur (Lin ve ark., 2002). Ayrıca NDV (Newcastle hastalığı virüsü) aşılamasından hemen sonra sıcaklık stresine maruz kalan tavukların, yeterli düzeyde antikor üretimi için daha yüksek miktarda A vitamini gerektirdiğini de bildirilmiştir. Broylerlerde A vitamini takviyesinin (IU/kg yem) canlı ağırlık artışını arttırdığı, yemden verimi arttırdığı ve ısı stresi altındaki kuşlarda serum malondialdehit (MDA) konsantrasyonunu azalttığı bulunmuştur (Kucuk ve ark., 2003).

### **3.6.3. C Vitamini**

C vitamini, reaktif oksijen türlerini (ROS) temizleyerek, E vitaminine bağımlı hidroperoksil radikallerini nötralize ederek ve proteinleri alkilasyondan ve elektrofilik lipid peroksidasyon ürünlerinden koruyarak oksidatif strese karşı koruma sağlayan suda çözünür bir antioksidandır (Traber ve Stevens, 2011). C vitamininin ayrıca T ve B hücrelerinin farklılaşmasını ve çoğalmasını artırarak bağışıklığı iyileştirdiği de bilinmektedir (Carr ve Maggini, 2017). Her ne kadar kümes hayvanları C vitamini sentezleyebilse de sıcaklık stresi koşullarında bu miktar sınırlıdır (Khan ve ark., 2012). Bu nedenle, C vitamininin diyet takviyesi kanatlı hayvanlarda ısı stresinin zararlı etkilerini azaltmak için etkili bir stratejidir. C vitamini takviyesi (250 mg/kg yem) ısı stresine maruz kalan kuşlarda büyüme oranını, besin kullanımını, yumurta üretimini ve kalitesini, bağışıklık tepkisini ve antioksidan durumunu iyileştirdiği bildirilmiştir (Khan ve ark., 2012). Diyete C vitamini takviyesi, ısı stresine maruz kalmış Japon bıldırcınlarında MDA, homosistein ve adrenal kortikotropin hormonunun serum konsantrasyonunu düşürmüştür (Sahin ve ark., 2003). Broylerlerde, yem kg'ı başına 200 mg askorbik asit içeren diyet takviyesi, canlı

ağırlık artışını ve yem dönüşüm oranını iyileştirdiği gözlenmiştir (Njoku, 1986).

#### **3.6.4. Çinko**

Çinko, 300'den fazla farklı enzimin enzimatik aktivitesi için gerekli olan temel bir besindir. Çinko antioksidan savunma sistemi, bağışıklık fonksiyonu ve iskelet gelişimi ile ilişkilidir (Prasad ve Kucuk, 2002). Çinko ayrıca serbest radikal temizleyici olarak görev yapan metalotiyoneinin sentezinde de önemli bir rol oynar (Oteiza ve ark., 1996). Ayrıca çinko, yumurta kabuğu mineralizasyonu için gerekli bir bileşik olan karbonat oluşumunu katalize eden enzim olan karbonik anhidrazın ayrılmaz bir bileşenidir (Balnave ve Muheereza, 1997). Çinko takviyesi, süperoksit dismutaz, glutatyon, glutatyon S-transferaz ve hemoksijenaz-1'in parçası olarak serbest radikallerin baskılanmasına yardımcı olmaktadır (Lee, 2018). Broilerlerde çinkonun organik formunun (40 mg/kg yem) eklenmesi vücut kitle büyümesinin iyileştirilmesinde, lipid peroksit seviyesinin azaltılmasında ve yaz aylarında süperoksit dismutaz enziminin aktivitesinin arttırılmasında etkili olmaktadır (Rao ve ark., 2016). Sıcaklık stresine maruz kalan bıldırcınlarda yeme kg başına 30 mg Çinko (Zn) ve 600 mg Magnezyum (Mg) ilavesi canlı

ağırlık artışını, yem alımını ve sıcak ve soğuk besleme yüzdesini iyileştirmiştir (Kucuk, 2008). Yumurtlayan Japon bıldırcınlarının diyetine çinko takviyesi (60 mg/kg yem) ayrıca MDA konsantrasyonunun azalması, serum C vitamini ve E vitamini düzeyinin artması ve yumurta üretimi ile ilişkilendirilmiştir (Sahin ve Kucuk, 2003). Yumurtlayan tavuklarda Zn-metionin olarak çinkonun (80-100 mg/kg yem) diyeteye eklenmesi, yumurta kabuğu kalınlığının iyileştirilmesinde ve ısı stresi altındaki yumurtlayan tavuklarda görülen yumurta kabuğu kusurlarının azaltılmasında etkili olmuştur (Balnave ve Zhang, 1993; Moreng ve ark., 1992).

### **3.6.5. Selenyum**

Selenyum, çoğu glutasyon peroksidaz ve tioredoksin redüktazlar gibi enzimlerin farklı parçaları olan en az 25 farklı selenoproteinin hayati bir bileşenidir (Nazıroğlu ve ark., 2012; Zhou ve ark., 2013). Tip I deiyodinaz enzimi, tiroksinin aktif triiyodotironine dönüştürülmesine yardımcı olan böyle bir enzimdir (Arthur ve ark., 1992). Kümes hayvanlarında takviye olarak selenyumun iki farklı formu, yani inorganik formları (sodyum selenit ve selenit) ve organik formları (selenometiyonin ve selenyum-maya) kullanılmaktadır. Organik formlar inorganik formlara göre



daha kolay emilir (Yang ve ark., 2012). Selenyumun diyet takviyesinin (0,3 mg/kg yem), ısı stresi sırasında piliçlerde canlı ağırlığı ve yem dönüşüm oranını iyileştirdiği bulunmuştur (Rahimi ve ark., 2011). Benzer şekilde, yeme 0,1 veya 0,2 mg/kg oranında sodyum selenit ilavesi, yüksek sıcaklıkta yetiştirilen bıldırcınların karkas kalitesini ve performansını iyileştirmiştir (Sahin ve Kucuk, 2001). Selenyumun yumurtlayan tavukların üretkenlik ve üreme performansını arttırdığı bulunmuştur (Attia ve ark., 2010). Yumurtlayan tavukların rasyonuna selenlenmiş mayanın eklenmesi aynı zamanda yumurta ağırlığını, yumurta üretimini, Haugh birimlerini ve ısı stresi sırasında yumurta kabuğu mukavemetini de iyileştirmiştir (Siske ve ark., 2000). Yumurtlayan bıldırcınlarda yem tüketiminde, canlı ağırlıkta ve yumurta üretiminde doğrusal bir artış olmuş; ve ısı stresi altında selenyum takviyesi (0,15 ve 0,30 mg/kg yem sodyum selenit veya selenometiyonin) üzerine yem verimliliğinde iyileşme (Sahin ve ark., 2008). Hem organik hem de inorganik selenyumun eklenmesiyle Haugh birimlerinin ve yumurta kabuğu ağırlıklarının da arttığını bildirdiler.

### 3.6.6. Elektrolitler

Sıcaklık stresine maruz kalan kanatlılarda nefes nefese kalma, kan plazmasındaki asit-baz dengesini değiştirir ve sonuçta solunumsal alkalozu yol açar. Bu asit-baz dengesizliği  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NaHCO}_3$  ve  $\text{KCl}$  gibi elektrolitlerin eklenmesiyle giderilebilir. Solunum alkalozu sırasında kanatlılar, normal kan pH'ını yeniden sağlamak için böbreklerden daha yüksek miktarda bikarbonat iyonu salgılar. Bu bikarbonat iyonları böbrek yoluyla atılmadan önce  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$  iyonlarıyla birleşir. Sonuçta iyon kaybı asit-baz dengesizliğine neden olur (Ahmas ve ark., 2008). Bu nedenle, sıcaklık stresi altındaki kanatlılarda kan pH'sını ve kan bikarbonatını arttırmak için sodyum ve potasyum takviyesi tercih edilirken, bu parametreleri azaltmak için klorür takviyesi yapılır (Hurwitz ve ark., 1973). Daha yüksek bir rasyon elektrolit dengesi aralığının, yani 200-300 mEq/kg'ın, kümes hayvanlarında sıcaklık stresinin zararlı etkilerini iyileştirmede etkili olduğu öne sürülmüştür (Mushtaq ve ark., 2013). Birçok çalışma,  $\text{Na}^+$  ve  $\text{HCO}_3^-$  içerdiğinden dolayı sıcaklık stresi sırasında tercih edilen tuz olarak sodyum bikarbonatın ( $\text{NaHCO}_3$ ) olduğunu göstermiştir (Mushtaq ve ark., 2013). Ayrıca, ısı stresine maruz kalan yumurtacı tavuklara  $\text{NaHCO}_3$  takviyesinin de yumurta kabuğu kalitesini arttırdığı

bulunmuştur (Balnave ve Muheereza, 1997).  $\text{NaHCO}_3$ 'ün (%0,5'e kadar) piliç rasyonlarına dahil edilmesi aynı zamanda ısı stresine maruz kalan piliç kuşlarının performansını da arttırmıştır (Benton ve ark., 1998). Benzer şekilde Smith ve Teeter (1987), KCl'den elde edilen %1.5-2.0 K içeren diyet seviyelerinin, kronik sıcaklık stresi koşullarında yem dönüşüm oranını iyileştirmede etkili olduğunu bulmuşlardır. Bu tuzların diyeteye dahil edilmesinin yanı sıra, %0,2  $\text{NH}_4\text{Cl}$  veya %0,15 KCl, %0,6 KCl, %0,2  $\text{NaHCO}_3$  ve içme suyuna karbonatlı su ilavesi de ısı stresine maruz kalan etlik piliçlerde performansı iyileştirmiştir (Lin ve ark., 2006).

### **3.7. Fitobiyotik Katkıları**

Son zamanlarda bir dizi fitokimyasalın kanatlılarda sıcaklık stresi semptomlarını tersine çevirdiği rapor edilmiştir. Piliçlerde ısı stresini azaltmak için kurkumin, zencefil, Epigallokateşin Gallat (EGCG), resveratrol ve likopen kullanılmıştır (Luo ve ark., 2018; Safiullah ve ark., 2019; Sahin ve ark., 2016; Xueve ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2018a).

#### **3.7.1. Kurkumin**

Kurkumin, zerdeçaldan elde edilen birincil polifenoldür ve antioksidan ve antiinflamatuvar özelliklere

sahiptir (Attia ve ark., 2017b). Hayvanlar kurkumini kolayca emdiğinden, kümes hayvanlarında ısı stresini hafifletmek için potansiyel bir bileşik olarak kullanımı son yıllarda ilgi görmüştür (Hu ve ark., 2019). Önceki çalışmalar, kurkumin içeren yemin, ısı stresine maruz kalan piliç kuşlarının büyüme performansını iyileştirdiğini göstermiştir (Zhang ve ark., 2018a; Zhang ve ark., 2018b; Zhang ve ark., 2015). Zhang ve ark. (2018a), yeme 100 mg/kg kurkumin eklenmesinin, ısı stresi koşulları altında piliçlerde nihai vücut ağırlığını önemli ölçüde iyileştirdiğini bulmuşlardır. Kurkumin takviyesinin mitokondriyal MDA seviyesini düşürdüğü; piliçlerde ısı stresi sırasında manganez süperoksitdismutaz (Mn-SOD), glutatyon peroksidaz (GSH-Px), Glutatyon S-transferaz (GSST) (Zhang ve ark., 2015) aktivitesini artırarak reaktif oksijen türlerinin üretimini azalttığı ve tioredoksin-2 ve peroksiredoksin-3'ün (Zhang ve ark., 2018a) gen ekspresyonunu arttırdığı bildirilmiştir. Yumurtacı tavuklarda 150 mg/kg yemin kurkumin ile desteklenmesi, yumurtlama performansını, yumurta kalitesini, antioksidan enzim aktivitesini ve ısı stresi sırasında bağışıklık fonksiyonunu iyileştirdiği gözlenmiştir.

### 3.7.2. Gingerol

Zencefil (*Zingiber officinale* Roscoe) dünya çapında en popüler olan baharatlardan biridir ve yüzyıllardır geleneksel bitkisel ilaç olarak kullanılmıştır. Zencefil ve ekstraktının antioksidan, hepatoprotektif, antimikrobiyal, analjezik, radyasyondan koruyucu ve antiinflamatuvar aktiviteleri geniş çapta gösterilmiştir ve zencefilin çeşitli farmakolojik aktivitelerinden sorumlu olan önemli biyoaktif bileşenlerine 6-, 8-, 10-gingerol dahil olup ana bileşen 6-gingeroldür (Alsherbiny ve ark., 2019). Son zamanlarda, yem verimliliğini ve canlı ağırlığı arttırmak ve hematoloji ve kan kimyası üzerinde olumsuz etkiler olmaksızın yumurta ve sperm üretimini teşvik etmek için kümes hayvanlarının rasyonlarına zencefilin dahil edilebileceği gözden geçirilmiştir (Ogbuewu ve ark., 2019). Çeşitli çalışmalar, zencefilin HS altındaki broyler civcivlerde büyüme performansı, serum metabolitleri ve antioksidan durumu üzerindeki olumlu etkilerini göstermiştir (Habibi ve ark, 2014; Hasheimi ve ark., 2013; Rehman ve diğerleri, 2017). Zencefil, hücre duvarı içinde yer alan ve hayvanlar tarafından kolayca emilmeyen düşük konsantrasyonlarda gingerol içerdiğinden, gingerollerle zenginleştirilmiş zencefil ekstraktı daha iyi biyoyararlanıma sahip olabilmekte ve yem katkı maddesi

olarak kullanılması daha uygun olabilmektedir (Wen ve ark., 2020).

### **3.7.3. Epigallokateşin Gallat (EGCG)**

Epigallokateşin galat (EGCG), yeşil çay ekstraktında bulunan, yüksek antioksidan ve antiinflamatuvar özelliklere sahip polifenollerdir. Luo ve ark. (2018), sıcaklık stresine maruz bırakılan etlik piliçlerin yemlerinde farklı dozlarda EGCG kullanmışlar (0, 300 ve 600 mg/kg) ve canlı ağırlıkta, yem tüketiminde ve serum toplam protein, glukoz ve alkali seviyesinde doğrusal bir artış saptamışlardır. Sıcaklık stresine maruz kalan kanatlılarda fosfataz aktivitesi. Benzer bir deneyde Xue ve ark. (2017), diyetle EGCG eklenmesiyle sıcaklık stresi altındaki etlik piliçlerin karaciğerinde ve serumunda canlı ağırlığında ve antioksidan enzimlerde (GSH-Px, SOD ve katalaz) iyileşme olduğunu bildirmişlerdir. Şahin ve ark. (2010), sıcaklık stresi altındaki dişi bıldırcınlara 200 veya 400 mg EGCG/kg yem eklemişler; burada artan EGCG takviyesinin yem alımını, yumurta üretimini, hepatic SOD'yi, katalazı ve GSH-Px aktivitesini doğrusal olarak arttırdığını ve sonuç olarak hepatic MDA seviyesinde doğrusal bir azalma olduğunu gözlemlemişlerdir.

### 3.7.4. Resveratrol

Resveratrol, esas olarak üzüm, yer fıstığı, çilek ve zerdeçalda bulunan doğal biyoaktif polifenollerdir. Önceki çalışmalar, resveratrol takviyesinin (400 mg/kg yem), sıcaklık stresi sırasında piliçlerde antioksidan kapasiteyi arttırdığını göstermiştir (Hu ve ark., 2019). Yeme 300 veya 500 mg/kg resveratrol ilavesi, ısı stresi altındaki sarı tüylü piliçlerde ortalama günlük kazancı arttırdı, rektal sıcaklığı düşürdü, kortikosteron, adrenokortikotropin hormonu, kolesterol ve MDA seviyesini düşürdüğü bildirilmiştir (He ve ark., 2019). Ek olarak, aynı çalışmada resveratrol ayrıca ısı stresi sırasında triiyodotironin, glutatyon, toplam süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidaz seviyesini de arttırmıştır (He ve ark., 2019). Resveratrol aynı zamanda mikrobiyal profil, villus-kript yapısı ve ısı stresine maruz kalmış piliçlerde sıkı bağlantı ve yapışma bağlantısı ile ilgili genlerin ekspresyonu gibi farklı bağırsak sağlığı parametrelerini de iyileştirmiştir (Zhang ve ark., 2017a). İlginç bir şekilde resveratrol, kastaki toplam antioksidan kapasitesini (T-AOC) ve antioksidan enzimlerin aktivitesini (katalaz, GSH-Px) artırarak ısı stresi altındaki piliçlerde et kalitesini iyileştirmiştir (Zhang ve ark., 2017b). Yumurtlayan tavuklarda, 200 mg resveratrol/kg yem takviyesi yumurta üretimini

iyileştirirken, 400 mg resveratrol/kg yem toplam serum kolesterolünü ve trigliseritleri azalttı, yumurta kolesterol içeriğini azalttı, antioksidan aktiviteyi iyileştirdi ve yumurta duyusal skorlarını iyileştirdi (Zhang ve ark., 2019).

### **3.7.5. Likopen**

Likopen, esas olarak domates ve domates ürünlerinde bulunan baskın bir karotenoiddir ve DNA'daki antioksidan tepki elemanının aktivasyonu yoluyla antioksidan enzimlerin üretimini arttırdığı bilinmektedir (Arain ve ark., 2018). Isı stresi, hayvanların karotenoidleri metabolize edememesi ile ilişkilidir ve diyet yoluyla karotenoid takviyesini gerektirir (Eggersdorfer ve Wyss, 2018). Birçok meyve ve sebze, piliçler için sınırlı miktarlarda doğal karotenoidler sağlar. Bu nedenle piliçlere bu özel takviyelerin verilmesi sağlık ve üretimin korunması açısından uygun görünmektedir (Hidayat ve ark., 2019). Sıcaklık stresi altında kalan piliçlere likopen ilavesi (200 veya 400 mg/kg yem) kümülatif yem tüketimini, canlı ağırlığı ve yem dönüşüm oranını iyileştirdiği bildirilmiştir (Sahin ve ark., 2016). Likopenin piliçlerde süperoksit dismutaz (SOD) ve glutatyon peroksidaz (GSH-Px) gibi antioksidan enzimlerin



seviyesini iyileştirdiği bulunmuştur (Arain ve ark., 2018). Yumurtlayan tavuklarda likopenin diyet takviyesi oksidatif durumu iyileştirmiş, yumurtadaki vitamin seviyelerini arttırmış ve ayrıca yumurtanın oksidatif stabilitesini ve yumurta sarısının rengini iyileştirmiştir (Arain ve ark., 2018).

### **3.7.6. Karvakrol ve Timol**

Timol ( $C_{10}H_{14}O$ ), birçok bitkisel yağda bulunan bir monoterpendir. Timol, 2-izopropil-5-metil fenol olarak bilinen doğal bir fenol bileşimidir ve renksiz kristalli bir monoterpen fenoldür. Kekik türlerinde en önemli besin bileşenlerinden biridir (Attia ve ark., 2017c; Bahmani ve ark., 2014). Yüzyıllardır geleneksel tıpta kullanılmış ve antioksidan, antiinflamatuvar, antibakteriyel, analjezik, antispazmodik, antifungal, antiseptik ve antitümör aktiviteleri dahil olmak üzere çeşitli farmakolojik özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir. Ayrıca timol, çeşitli kardiyovasküler, gastrointestinal, nörolojik, romatolojik, metabolik ve malign hastalıklara karşı çoklu terapötik etkiye sahiptir (Attia ve ark., 2018b; Gholami-Ahangaran ve ark., 2020). Timolün etkileri büyük ölçüde anti-inflamatuvar (iltihap öncesi sitokinlerin ve kemokinlerin toplanmasını engelleyerek), antioksidan (serbest radikallerin

temizlenmesi, endojen enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanların arttırılması ve metal iyonlarının şelasyonu yoluyla), antihiperlipidemik (yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) kolesterol düzeylerini artırarak ve dolaşımdaki düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) düzeylerini azaltarak ve membran stabilizasyonunu sağlayarak) olmasına atfedilmektedir (Gholami-Ahangaran ve ark., 2015).

Karvakrol (C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>O), 2-metil-5-(1-metil etil) fenol olarak bilinen sıvı bir fenoliktir. Çoğunlukla kekik (*Origanum vulgare*), kekik (*Thymus vulgaris*), biber otu (*Lepidium flavum*), yabani bergamot (*Citrus aurantium var. bergamia* Loisel) ve diğer bitkilerin yağında bulunmaktadır. Ticari karvakrol kimyasal yöntemlerle sentezlenmektedir (Yadav ve Kamble, 2009). Bu bileşik, antibakteriyel ve antifungal (Chavan ve Tupe, 2014), antiviral (Sánchez ve ark., 2015), antioksidan, bağışıklık tepkisinin modüle edilmesi (Khazdair ve ark., 2018), anti-inflamatuar (Fitsiou ve ark., 2016) ve antikarsinojenik özellikler (Özkan ve Erdoğan, 2011) dahil olmak üzere çok çeşitli biyolojik aktivitelere sahiptir.

Yakhkeshi ve ark. (2011) etlik piliçlerde farklı doğal büyüme destekleyicilerinin etkilerini araştırdıkları

çalışmanın sonuçlarını karşılaştırdıklarında, kanatlıların antibiyotik yerine doğal yem katkı maddeleri içeren rasyonlarla beslendiklerinde rasyonlarından antibiyotiklerin çıkarılmasının olumsuz etkilerini hafiflettiği bulunmuştur. Cross ve ark. (2007), 1000 mg/kg seviyesinde kekik esansiyel yağı ilave edilen etlik piliç diyetinde yem tüketiminin yaklaşık %10 oranında azalmasına rağmen canlı ağırlık artışının arttığını bulmuşlardır. Hernandez ve ark. (2004) piliç rasyonlarına timol, adaçayı ve biberiye ekstraktları ve biber esansiyel yağı içeren farklı katkı maddeleri eklemişler ve bu katkı maddelerinin yemin sindirilebilirliği üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada sindirilebilirlikte ve nihai verim performansında bir iyileşme olduğunu bildirmişlerdir. Jamroz ve Kamel (2002), 300 mg/kg karvakrol içeren bir bitki ekstraktı takviye edilmiş bir rasyonla besledikleri 17 günlük civcivlerde günlük canlı ağırlık kazancında %8,1 ve yemden yararlanma oranlarında %7,7 oranında iyileşme gözlemlemişlerdir. Timol ve karvakrolün performans üzerindeki etkileri, yemden yararlanma verimliliğinin artmasıyla ilgili olabilir (Lee ve ark., 2003). Ek olarak, bariz antibakteriyel aktivite (Botsoglou ve ark., 2002), sindirilebilirlik (Hernandez ve ark., 2004) ve yemden yararlanmadaki (Lee ve ark., 2003) iyileşme ve kekik

esansiyel yağ alımına yanıt olarak sindirim ve pankreas enzimlerinin uyarılması (Lee ve ark., 2003) hayvan performansını artırabilmektedir.

### **3.8. Probiyotik ve Prebiyotikler**

Mikrobiyal bir organ olarak işlev gören bağırsak kommensal mikrobiyotasının, bağırsak mukozasının ve bağışıklık sisteminin gelişimini ve olgunlaşmasını teşvik etmede, bağırsak bariyer bütünlüğünü korumada ve bağırsakta doğuştan gelen ve edinsel bağışıklığı düzenlemede hayati bir rol oynadığını göstermiştir (Kabat, 2012; Srinivasan ve Maloy, 2014; Soderholm ve Pedicord, 2019). Ayrıca bağırsak mikroflorası, mikrobiyota-bağırsak-beyin/bağışıklık ekseninin düzenlenmesi yoluyla konakçı fizyolojisi, immünolojisi ve gastrointestinal sistem dışındaki gelişim üzerinde etkiler yaratabilmektedir (Arpaia ve ark, 2013). Normal bağırsak mikrobiyotasının bozulması ise bağırsak mukozal mikro mimarisinin tahrip olmasına, bağışıklık fonksiyon bozukluğuna ve hem insanlarda hem de hayvanlarda hastalık direncinin azalmasına yol açmaktadır (Khosravi ve Mazmanian, 2013). Probiyotikler, yeterli miktarda uygulandığında konakçıya sağlık açısından fayda sağlayan canlı mikroorganizmalardır (Hill ve ark., 2014). Ağırlıklı olarak

konakçının ince bağırsağında kolonize olan probiyotik laktik asit bakterilerinin bağırsak yolu ve periferik dokular üzerindeki yararlı etkileri kapsamlı bir şekilde araştırılmış ve probiyotiklerin sağladığı yararlı etkiler büyük ölçüde dengeli bir bağırsak mikrobiyotasının korunmasından kaynaklandığı bildirilmiştir (Markowiak ve Ślizewska, 2018; Plaza-Diaz ark., 2019). Çalışmalarda bağırsak mikrobiyal bileşiminin ve topluluk yapısının değiştiğini, bunun da yüksek ortam sıcaklığı koşullarına maruz kalan tavuklarda bağırsak disbiyozu ve bağırsak bariyeri fonksiyon bozukluğuna yol açtığı gösterilmiştir (Kers ve ark., 2018; Wang ve ark., 2018). Bu bağlamda, probiyotik laktik asit bakterilerinin rasyona dahil edilmesinin, sıcaklık stresinin bağırsak morfolojisi ve fizyolojisi üzerindeki zararlı etkilerini hafifletebileceği ve dolayısıyla sıcaklık stresi altındaki piliçlerde büyüme performansını artırabileceği varsayılmaktadır.

Prebiyotikler, antibiyotik ikamesi olarak en iyi yem katkı maddeleri olarak kabul edilir (McEwen ve ark., 2022). Gibson ve Roberfroid (1995), prebiyotiği “kolondaki bir veya sınırlı sayıda bakterinin büyümesini ve/veya aktivitesini seçici olarak teşvik ederek konakçıya fayda sağlayan, dolayısıyla konakçı sağlığını iyileştiren, sindirilmeyen, fermente edilemeyen bir gıda ögesi” olarak

tanımlayan ilk kişilerdi. Bu tanım daha sonra Gibson ve ark. (2004) tarafından revize edilerek prebiyotiği “bağırsak mikrobiyotasının gelişmesinde ve/veya canlılığında spesifik değişikliklere neden olan ve konakçı sağlığını ve refahını iyileştiren, seçici olarak fermente edilmiş bir gıda” olarak yeniden tanımlamışlardır. Oligosakkaritler, mannan oligosakkaritler (MOS), inulin, frukto-oligosakkaritler (FOS), galakto-oligosakkaritler (GOS), ksilo-oligosakkaritler (XOS), soya-oligosakkaritler (SOS), izomalt-oligosakkaritler (IMO), pirodekstrinler, laktuloz ve oligokitosan dahil olmak üzere kümes hayvanı endüstrisinde en çok kullanılan prebiyotiklerdir (Sugiharto, 2016). Bağırsak mikrobiyotası prebiyotikleri fermente ederek kısa zincirli yağ asitleri (SCFA), laktik asit veya zararlı mikrobiyal türlere karşı bakteriyosin gibi belirli antimikrobiyal maddeler oluşturabilir (Teng ve Kim, 2018). Bağırsaktaki zararlı mikropların inhibisyonu, prebiyotiklerin fermente ürünleri tarafından üretilen artan bağırsak asitliğine bağlanabilir (Sugiharto, 2016). Buna karşılık prebiyotikler, bağışıklık sistemini, bağırsak morfolojisini, oksidatif durumunu ve fizyolojik stres tepkilerini iyileştirerek ısı stresine maruz kalan tavuklara yardımcı olabilir ve bu da sonuçta etlik piliçlerin büyüme performansını artıracaktır (Awad ve ark., 2021).

#### **4. SONUÇ**

Artan küresel sıcaklıkla birlikte sıcaklık stresi kümes hayvanı sektörünün büyümesine ciddi bir zorluk teşkil etmektedir. Kanatlı hayvanlarda ısı stresini ortadan kaldırmak için çeşitli stratejiler denenmiş ve test edilmiştir. Ancak bunlardan sadece birkaçı kanatlı endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yem alımını, elektrolitik ve su dengesini koruyarak veya ısı stresi sırasındaki özel ihtiyacı karşılamak için vitaminler ve mineraller gibi mikro besinleri destekleyerek ısı stresinin dezavantaj etkisini hafifletmeyi amaçlayan beslenme stratejilerinin avantajlı olduğu kanıtlanmıştır. Kanatlılarda sıcaklık stresi, yüksek çevre sıcaklığı, nem, radyant ısı gibi çeşitli faktörlerin etkileşiminden kaynaklanmaktadır ve çeşitli fizyolojik, nöroendokrin ve davranışsal değişikliklere neden olmaktadır. Bu nedenle, ısı stresinin kümes hayvanları üzerindeki etkilerini ortadan kaldırmak için tek başına hiçbir yaklaşım yeterli olmamaktadır. Bu nedenle kanatlı hayvanlarda sıcaklık stresinin olumsuz etkisini azaltmak için bütünsel bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Abu-Dieyeh, Z. H. M. (2006). Effect of chronic heat stress and long-term feed restriction on broiler performance. *International Journal of Poultry Science*, 5(2), 185-190.
- Ahmad, T., Khalid, T., Mushtaq, T., Mirza, M. A., Nadeem, A., Babar, M. E., & Ahmad, G. (2008). Effect of potassium chloride supplementation in drinking water on broiler performance under heat stress conditions. *Poultry Science*, 87(7), 1276-1280.
- Amiri, M., Ghasemi, H. A., Hajkhodadadi, I., & Farahani, A. H. K. (2019). Efficacy of guanidinoacetic acid at different dietary crude protein levels on growth performance, stress indicators, antioxidant status, and intestinal morphology in broiler chickens subjected to cyclic heat stress. *Animal Feed Science and Technology*, 254, 114208.
- Al-Fataftah, A. R., & Abdelqader, A. (2014). Effects of dietary *Bacillus subtilis* on heat-stressed broilers performance, intestinal morphology and microflora composition. *Animal Feed Science and Technology*, 198, 279-285.



- Alleman, F., & Leclercq, B. (1997). Effect of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens. *British Poultry Science*, 38(5), 607-610.
- Alsherbiny, M. A., Abd-Elsalam, W. H., Taher, E., Fares, M., Torres, A., Chang, D., & Li, C. G. (2019). Ameliorative and protective effects of ginger and its main constituents against natural, chemical and radiation-induced toxicities: A comprehensive review. *Food and Chemical Toxicology*, 123, 72-97.
- Arain, M. A., Mei, Z., Hassan, F. U., Saeed, M., Alagawany, M., Shar, A. H., & Rajput, I. R. (2018). Lycopene: a natural antioxidant for prevention of heat-induced oxidative stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 74(1), 89-100.
- Arpaia, N., Campbell, C., Fan, X., Dikiy, S., Van Der Veeken, J., Deroos, P., ... & Rudensky, A. Y. (2013). Metabolites produced by commensal bacteria promote peripheral regulatory T-cell generation. *Nature*, 504(7480), 451-455.
- Arthur, J. R., Nicol, F., & Beckett, G. J. (1992). The role of selenium in thyroid hormone metabolism and effects of selenium deficiency on thyroid hormone

and iodine metabolism. *Biological Trace Element Research*, 33, 37-42.

- Attia, Y. A., Abdalah, A. A., Zeweil, H. S., Bovera, F., El-Din, A. T., & Araft, M. A. (2010). Effect of inorganic or organic selenium supplementation on productive performance, egg quality and some physiological traits of dual-purpose breeding hens. *Czech Journal of Animal Science*, 55, 2010 (11): 505-519
- Attia, Y. A., Al-Harathi, M. A., El-Shafey, A. S., Rehab, Y. A., & Kim, W. K. (2017a). Enhancing tolerance of broiler chickens to heat stress by supplementation with vitamin E, vitamin C and/or probiotics. *Annals of Animal Science*, 17(4), 1155-1169.
- Attia, Y. A., Al-Harathi, M. A., & Hassan, S. S. (2017b). Turmeric (*Curcuma longa* Linn.) as a phytogetic growth promoter alternative for antibiotic and comparable to mannan oligosaccharides for broiler chicks. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(1), 11-21.
- Attia, Y. A., Bakhashwain, A. A., & Bertu, N. K. (2017c). Thyme oil (*Thyme vulgaris* L.) as a natural growth promoter for broiler chickens reared under hot

climate. *Italian Journal of Animal Science*, 16(2), 275-282.

Attia, Y. A., Al-Harhi, M. A., & Sh. Elnaggar, A. (2018a). Productive, physiological and immunological responses of two broiler strains fed different dietary regimens and exposed to heat stress. *Italian Journal of Animal Science*, 17(3), 686-697.

Attia, Y. A., Bakhashwain, A. A., & Bertu, N. K. (2018b). Utilisation of thyme powder (*Thyme vulgaris* L.) as a growth promoter alternative to antibiotics for broiler chickens raised in a hot climate. *European Poultry Science/Archiv für Geflügelkunde*, 82(238).

Awad, E. A., Idrus, Z., Soleimani Farjam, A., Bello, A. U., & Jahromi, M. F. (2018). Growth performance, duodenal morphology and the caecal microbial population in female broiler chickens fed glycine-fortified low protein diets under heat stress conditions. *British Poultry Science*, 59(3), 340-348.

Awad, E. A., Zulkifli, I., Ramiah, S. K., Khalil, E. S., & Abdallah, M. E. (2021). Prebiotics supplementation: An effective approach to mitigate the detrimental effects of heat stress in broiler chickens. *World's Poultry Science journal*, 77(1), 135-151.

- Bahmani, M., Abdi, F., Adineh, A., Hassanzadazar, H., Eghbali, B., Gholami-Ahangaran, M., & Rafieian-Kopaei, M. (2014). The anti-leech effect of ethanolic extract of *Achillea millefolium* L. compared to levamisole and niclosamide on *Limnatis nilotica*. *Studia Universitatis Vasile Goldis Seria Stiintele Vietii (Life Sciences Series)*, 24(3).
- Balnave, D., & Muheereza, S. K. (1997). Improving eggshell quality at high temperatures with dietary sodium bicarbonate. *Poultry Science*, 76(4), 588-593.
- Balnave, D., & Zhang, D. (1993). Research note: responses of laying hens on saline drinking water to dietary supplementation with various zinc compounds. *Poultry Science*, 72(3), 603-606.
- Benton, C. E., Balnave, D., Pas, J. B., Boyd, L. J., & Brown, M. A. (1998). The use of dietary minerals during heat stress in broilers. *The Professional Animal Scientist*, 14(4), 193-196.
- Bollengier-Lee, S. (1999). Optimal dietary concentration of vitamin E for alleviating the effect of heat stress on egg production in laying hens. *British Poultry Science*, 40(1), 102-107.

- Carr, A. C., & Maggini, S. (2017). Vitamin C and immune function. *Nutrients*, 9(11), 1211.
- Chavan, P. S., & Tupe, S. G. (2014). Antifungal activity and mechanism of action of carvacrol and thymol against vineyard and wine spoilage yeasts. *Food Control*, 46, 115-120.
- Cheng, T. K., Hamre, M. L., & Coon, C. N. (1999). Effect of constant and cyclic environmental temperatures, dietary protein, and amino acid levels on broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 8(4), 426-439.
- Cross, D. E., McDevitt, R. M., Hillman, K., & Acamovic, T. (2007). The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *British Poultry Science*, 48(4), 496-506.
- Daghir, N. J. (2008). Broiler feeding and management in hot climates. *Poultry Production in Hot Climate*, 227-260.
- Dai, S. F., Wang, L. K., Wen, A. Y., Wang, L. X., & Jin, G. M. (2009). Dietary glutamine supplementation improves growth performance, meat quality and colour stability of broilers under heat stress. *British Poultry Science*, 50(3), 333-340.

- Dalólio, F. S., Albino, L. F. T., Lima, H. J. D. A., Silva, J. N. D., & Moreira, J. (2015). Heat stress and vitamin E in diets for broilers as a mitigating measure. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 37(4), 419-427.
- De Basilio, V., Vilarino, M., Yahav, S., & Picard, M. (2001). Early age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress. *Poultry Science*, 80(1), 29-36.
- Eggersdorfer, M., & Wyss, A. (2018). Carotenoids in human nutrition and health. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 652, 18-26.
- Ergün, O. F., & Bayram, B. (2021). Türkiye'de hayvancılık sektöründe yaşanan değişimler. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10(2), 158-175.
- Faria Filho, D. E., Rosa, P. S., Vieira, B. S., Macari, M., & Furlan, R. L. (2005). Protein levels and environmental temperature effects on carcass characteristics, performance, and nitrogen excretion of broiler chickens from 7 to 21 days of age. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 7, 247-253.
- Fitsiou, E., Anestopoulos, I., Chlichlia, K., Galanis, A., Kourkoutas, I., Panayiotidis, M. I., & Pappa, A. (2016). Antioxidant and antiproliferative properties

of the essential oils of *Satureja thymbra* and *Satureja parnassica* and their major constituents. *Anticancer Research*, 36(11), 5757-5763.

Francis, C. A., Macleod, M. G., & Anderson, J. E. (1991). Alleviation of acute heat stress by food withdrawal or darkness. *British Poultry Science*, 32(1), 219-225.

Furlan, R. L., de Faria Filho, D. E., Rosa, P. S., & Macari, M. (2004). Does low-protein diet improve broiler performance under heat stress conditions?. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 6, 71-79.

Ghazalah, A. A., Abd-Elsamee, M. O., & Ali, A. M. (2008). Influence of dietary energy and poultry fat on the response of broiler chicks to heat therm. *International Journal of Poultry Science*, 7(4), 355-359.

Gholami, A. M., Ghasemi, P. A., Farasat, M., & Fasihi, K. (2015). Antimicrobial effect of *Zataria multflora*, *Thymus daenensis*, *Althea officinalis*, and *Urtica dioica* on growth of *Escherichia coli* isolated from poultry colibacillosis. *Journal of Veterinary Microbiology*, 11(1 (30)), 1-10.

Gholami-Ahangaran, M., Ahmadi-Dastgerdi, A., & Karimi-Dehkordi, M. (2020). Thymol and carvacrol; as

antibiotic alternative in green healthy poultry production. *Plant Biotechnology Persa*, 2(1), 22-25.

Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition*, 125(6), 1401-1412.

Gibson, G. R., Probert, H. M., Van Loo, J., Rastall, R. A., & Roberfroid, M. B. (2004). Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews*, 17(2), 259-275.

Gonzalez-Esquerria, R., & Leeson, S. (2005). Effects of acute versus chronic heat stress on broiler response to dietary protein. *Poultry Science*, 84(10), 1562-1569.

Gonzalez-Esquerria, R., & Leeson, S. (2006). Physiological and metabolic responses of broilers to heat stress-implications for protein and amino acid nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 62(2), 282-295.

Habibi, R., Sadeghi, G. H., & Karimi, A. J. B. P. S. (2014). Effect of different concentrations of ginger root powder and its essential oil on growth performance, serum metabolites and antioxidant status in broiler chicks under heat stress. *British Poultry Science*, 55(2), 228-237.



- Hasheimi, S. R., Zulkifli, I., Somchit, M. N., Zunita, Z., Loh, T. C., Soleimani, A. F., & Tang, S. C. (2013). Dietary supplementation of *Zingiber officinale* and *Zingiber zerumbet* to heat-stressed broiler chickens and its effect on heat shock protein 70 expression, blood parameters and body temperature. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 97(4), 632-638.
- He, S., Li, S., Arowolo, M. A., Yu, Q., Chen, F., Hu, R., & He, J. (2019). Effect of resveratrol on growth performance, rectal temperature and serum parameters of yellow-feather broilers under heat stress. *Animal Science Journal*, 90(3), 401-411.
- Hernandez, F., Madrid, J., Garcia, V., Orengo, J., & Megias, M. D. (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science*, 83(2), 169-174.
- Hidayat, D. F., Mahendra, M. Y. N., Kamaludeen, J., & Pertiwi, H. (2023). Lycopene in Feed as Antioxidant and Immuno-Modulator Improves Broiler Chicken's Performance under Heat-Stress Conditions. *Veterinary Medicine International*, 2023(1), 5418081.

- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., ... & Sanders, M. E. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11, 506–514.
- Hu, R., He, Y., Arowolo, M. A., Wu, S., & He, J. (2019). Polyphenols as potential attenuators of heat stress in poultry production. *Antioxidants*, 8(3), 67.
- Hurwitz, S., Cohen, I., Bar, A., & Bornstein, S. (1973). Sodium and chloride requirements of the chick: relationship to acid-base balance. *Poultry Science*, 52(3), 903-909.
- Jahanian, R., & Rasouli, E. (2015). Dietary chromium methionine supplementation could alleviate immunosuppressive effects of heat stress in broiler chicks. *Journal of Animal Science*, 93(7), 3355-3363.
- Jamroz, D., & Kamel, C. (2002). Plant extracts enhance broiler performance. In non-ruminant nutrition: Antimicrobial agents and plant extracts on immunity, health and performance. *Journal of Animal Science*, 80(1), 41-46.

- Kabat, A. M., Srinivasan, N., & Maloy, K. J. (2014). Modulation of immune development and function by intestinal microbiota. *Trends in Immunology*, 35(11), 507-517.
- Karadağoğlu, Ö., & Şahin, T. (2023). Sıcaklık Stresine Maruz Kalan Kanatlıların Beslenmesine Stratejik Bir Yaklaşım: Probiyotikler. *Veteriner Bilimlerinde Probiyotiklerin Terapötik, Profilaktik ve Fonksiyonel Kullanımı*, 99.
- Kers, J. G., Velkers, F. C., Fischer, E. A., Hermes, G. D., Stegeman, J. A., & Smidt, H. (2018). Host and environmental factors affecting the intestinal microbiota in chickens. *Frontiers in Microbiology*, 9, 322066.
- Khosravi, A., & Mazmanian, S. K. (2013). Disruption of the gut microbiome as a risk factor for microbial infections. *Current Opinion in Microbiology*, 16(2), 221-227.
- Khan, R. U., Naz, S., Nikousefat, Z., Selvaggi, M., Laudadio, V., & Tufarelli, V. (2012). Effect of ascorbic acid in heat-stressed poultry. *World's Poultry Science Journal*, 68(3), 477-490.

- Khan, R. U., Naz, S., Nikousefat, Z., Tufarelli, V., Javdani, M., Rana, N., & Laudadio, V. (2011). Effect of vitamin E in heat-stressed poultry. *World's Poultry Science Journal*, 67(3), 469-478.
- Khazdair, M. R., Ghorani, V., Alavinezhad, A., & Boskabady, M. H. (2018). Pharmacological effects of *Zataria multiflora* Boiss L. and its constituents focus on their anti-inflammatory, antioxidant, and immunomodulatory effects. *Fundamental & Clinical Pharmacology*, 32(1), 26-50.
- Kucuk, O. (2008). Zinc in a combination with magnesium helps reducing negative effects of heat stress in quails. *Biological Trace Element Research*, 123, 144-153.
- Kucuk, O., Sahin, N., & Sahin, K. (2003). Supplemental zinc and vitamin A can alleviate negative effects of heat stress in broiler chickens. *Biological Trace Element Research*, 94, 225-235.
- Laudadio, V., Dambrosio, A., Normanno, G., Khan, R. U., Naz, S., Rowghani, E., & Tufarelli, V. (2012). Effect of reducing dietary protein level on performance responses and some microbiological aspects of broiler chickens under summer environmental conditions. *Avian Biology Research*, 5(2), 88-92.

- Law, F. L., Idrus, Z., Farjam, A. S., Boo, L. J., & Awad, E. A. (2019). Effects of protease supplementation of low protein and/or energy diets on growth performance and blood parameters in broiler chickens under heat stress condition. *Italian Journal of Animal Science*.
- Law, F. L., Zulkifli, I., Soleimani, A. F., Liang, J. B., & Awad, E. A. (2018). The effects of low-protein diets and protease supplementation on broiler chickens in a hot and humid tropical environment. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(8), 1291.
- Lee, K. W., Everts, H., Kappert, H. J., Frehner, M., Losa, R., & Beynen, A. C. (2003). Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science*, 44(3), 450-457.
- Lee, S. R. (2018). Critical role of zinc as either an antioxidant or a prooxidant in cellular systems. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018(1), 9156285.
- Leon, L. R., & Helwig, B. G. (2010). Heat stroke: role of the systemic inflammatory response. *Journal of Applied Physiology*, 109(6), 1980-1988.

- Lin, H., Jiao, H. C., Buyse, J., & Decuyper, E. (2006). Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 62(1), 71-86.
- Liu, L., Fu, C., Yan, M., Xie, H., Li, S., Yu, Q., ... & He, J. (2016a). Resveratrol modulates intestinal morphology and HSP70/90, NF- $\kappa$ B and EGF expression in the jejunal mucosa of black-boned chickens on exposure to circular heat stress. *Food & Function*, 7(3), 1329-1338.
- Lin, H., Wang, L. F., Song, J. L., Xie, Y. M., & Yang, Q. M. (2002). Effect of dietary supplemental levels of vitamin A on the egg production and immune responses of heat-stressed laying hens. *Poultry Science*, 81(4), 458-465.
- Liu, Q. W., Feng, J. H., Chao, Z., Chen, Y., Wei, L. M., Wang, F., ... & Zhang, M. H. (2016b). The influences of ambient temperature and crude protein levels on performance and serum biochemical parameters in broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(2), 301-308.
- Lozano, C., De Basilio, V., Oliveros, I., Alvarez, R., Colina, I., Bastianelli, D., ... & Picard, M. (2006). Is sequential feeding a suitable technique to compensate for the

negative effects of a tropical climate in finishing broilers?. *Animal Research*, 55(1), 71-76.

Luo, J., Song, J., Liu, L., Xue, B., Tian, G., & Yang, Y. (2018).

Effect of epigallocatechin gallate on growth performance and serum biochemical metabolites in heat-stressed broilers. *Poultry Science*, 97(2), 599-606.

MacLeod, M. G., & Hocking, P. M. (1993).

Thermoregulation at high ambient temperature in genetically fat and lean broiler hens fed ad libitum or on a controlled-feeding regime. *British Poultry Science*, 34(3), 589-596.

Maharjan, P., Mullenix, G., Hilton, K., Beitia, A., Weil, J.,

Suesuttajit, N., ... & Coon, C. (2020). Effects of dietary amino acid levels and ambient temperature on mixed muscle protein turnover in Pectoralis major during finisher feeding period in two broiler lines. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(5), 1351-1364.

Markowiak, P., & Ślizewska, K. (2018). The role of

probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut Pathogens*, 10, 1-20.

Mateos, G. G., & Sell, J. L. (1981). Influence of fat and

carbohydrate source on rate of food passage of

semipurified diets for laying hens. *Poultry Science*, 60(9), 2114-2119.

Mateos, G. G., Sell, J. L., & Eastwood, J. A. (1982). Rate of food passage (transit time) as influenced by level of supplemental fat. *Poultry Science*, 61(1), 94-100.

McEwen, S. A., Angulo, F. J., Collignon, P. J. & Conly, J. M. Unintended consequences associated with national-level restrictions on antimicrobial use in food-producing animals. *Lancet Planet. Health*

Meydani, S. N., & Blumberg, J. B. (2020). Vitamin E and the immune response. In *Nutrient Modulation of the Immune Response* (pp. 223-238). CRC Press.

Mishra, B., Sah, N., & Wasti, S. (2019). Genetic and hormonal regulation of egg formation in the oviduct of laying hens. In *Poultry-An Advanced Learning*. IntechOpen.

Mohamed, A. S. A., Lozovskiy, A. R., & Ali, A. M. A. (2019). Strategies to combat the deleterious impacts of heat stress through feed restrictions and dietary supplementation (vitamins, minerals) in broilers. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 44(2), 155-16.



- Moreng, R. E., Balnave, D., & Zhang, D. (1992). Dietary zinc methionine effect on eggshell quality of hens drinking saline water. *Poultry Science*, 71(7), 1163-1167.
- Moritz, J. S., Beyer, R. S., Wilson, K. J., Cramer, K. R., McKinney, L. J., & Fairchild, F. J. (2001). Effect of moisture addition at the mixer to a corn-soybean-based diet on broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 10(4), 347-353.
- Muğlalı, Ö. H., 2000. Isı Stresi ve Üretim. *Çiftlik Dergisi*, 201: 34-36.
- Musharaf, N. A., & Latshaw, J. D. (1999). Heat increment as affected by protein and amino acid nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 55(3), 233-240.
- Mushtaq, M. M. H., Pasha, T. N., Mushtaq, T., & Parvin, R. (2013). Electrolytes, dietary electrolyte balance and salts in broilers: an updated review on growth performance, water intake and litter quality. *World's Poultry Science Journal*, 69(4), 789-802.
- Nawab, A., Ibtisham, F., Li, G., Kieser, B., Wu, J., Liu, W., ... & An, L. (2018). Heat stress in poultry production: Mitigation strategies to overcome the future

challenges facing the global poultry industry. *Journal of Thermal Biology*, 78, 131-139

Nazıroğlu, M., Yıldız, K., Tamtürk, B., Erturan, İ., & Flores-Arce, M. (2012). Selenium and psoriasis. *Biological Trace Element Research*, 150, 3-9.

Njoku, P. C. (1986). Effect of dietary ascorbic acid (vitamin C) supplementation on the performance of broiler chickens in a tropical environment. *Animal Feed Science and Technology*, 16(1-2), 17-24.

Ogbuewu, I. P., Mbajiorgu, C. A., & Okoli, I. C. (2019). Antioxidant activity of ginger and its effect on blood chemistry and production physiology of poultry. *Comparative Clinical Pathology*, 28, 655-660.

Oteiza, P. L., Olin, K. L., Fraga, C. G., & Keen, C. L. (1996). Oxidant defense systems in testes from zinc-deficient rats. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 213(1), 85-91.

Özkan, A., & Erdoğan, A. (2011). A comparative evaluation of antioxidant and anticancer activity of essential oil from *Origanum onites* (Lamiaceae) and its two major phenolic components. *Turkish Journal of Biology*, 35(6), 735-742.

- Palace, V. P., Khaper, N., Qin, Q., & Singal, P. K. (1999). Antioxidant potentials of vitamin A and carotenoids and their relevance to heart disease. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(5-6), 746-761.
- Pawar, S. S., Sajjanar, B., Lonkar, V. D., Kurade, N. P., Kadam, A. S., Nirmal, A. V., ... & Bal, S. K. (2016). Assessing and mitigating the impact of heat stress in poultry. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 4(6), 332-341.
- Plaza-Diaz, J., Ruiz-Ojeda, F. J., Gil-Campos, M., & Gil, A. (2019). Mechanisms of action of probiotics. *Advances in Nutrition*, 10, S49-S66.
- Prasad, A. S., & Kucuk, O. (2002). Zinc in cancer prevention. *Cancer and Metastasis Reviews*, 21, 291-295.
- Puthpongsiriporn, U., Scheideler, S. E., Sell, J. L., & Beck, M. M. (2001). Effects of vitamin E and C supplementation on performance, in vitro lymphocyte proliferation, and antioxidant status of laying hens during heat stress. *Poultry Science*, 80(8), 1190-1200.
- Rahimi, S. H., Farhadi, D., & Valipouri, A. R. (2011). Effect of organic and inorganic selenium sources and

vitamin E on broiler performance and carcass characteristics in heat stress condition. *Veterinary Research & Biological Products*, 24(2), 25-35.

Rao, S. R., Prakash, B., Raju, M. V. L. N., Panda, A. K., Kumari, R. K., & Reddy, E. P. K. (2016). Effect of supplementing organic forms of zinc, selenium and chromium on performance, anti-oxidant and immune responses in broiler chicken reared in tropical summer. *Biological Trace Element Research*, 172, 511-520.

Rehman, Z. U., Chand, N., & Khan, R. U. (2017). The effect of vitamin E, L-carnitine, and ginger on production traits, immune response, and antioxidant status in two broiler strains exposed to chronic heat stress. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 26851-26857.

Richards, S. A. (1970). Physiology of thermal panting in birds. In *Annales de Biologie Animale Biochimie Biophysique* (Vol. 10, No. Hors-série 2, pp. 151-168). EDP Sciences.

Safiullah, Chand, N., Khan, R. U., Naz, S., Ahmad, M., & Gul, S. (2019). Effect of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and organic selenium on growth dynamics,

blood melanodialdehyde and paraoxonase in broilers exposed to heat stress. *Journal of Applied Animal Research*, 47(1), 212-216.

Sahin, K., & Kucuk, O. (2001). Effects of vitamin E and selenium on performance, digestibility of nutrients, and carcass characteristics of Japanese quails reared under heat stress (34 C). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 85(11-12), 342-348.

Sahin, K., & Kucuk, O. (2003). Zinc supplementation alleviates heat stress in laying Japanese quail. *The Journal of Nutrition*, 133(9), 2808-2811.

Sahin, K., Onderci, M., Sahin, N., Gursu, M. F., & Kucuk, O. (2003). Dietary vitamin C and folic acid supplementation ameliorates the detrimental effects of heat stress in Japanese quail. *The Journal of Nutrition*, 133(6), 1882-1886.

Sahin, N., Onderci, M., Sahin, K., & Kucuk, O. (2008). Supplementation with organic or inorganic selenium in heat-distressed quail. *Biological Trace Element Research*, 122, 229-237.

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.

Sahin, K., Orhan, C., Tuzcu, M., Sahin, N., Hayirli, A., Bilgili, S., & Kucuk, O. (2016). Lycopene activates antioxidant enzymes and nuclear transcription factor systems in heat-stressed broilers. *Poultry Science*, 95(5), 1088-1095.

Sánchez, C., Aznar, R., & Sánchez, G. (2015). The effect of carvacrol on enteric viruses. *International Journal of Food Microbiology*, 192, 72-76.

Shariatmadari, F., & Forbes, J. M. (2005). Performance of broiler chickens given whey in the food and/or drinking water. *British Poultry Science*, 46(4), 498-505.

Siske, V., Zeman, L., & Klecker, D. (2000). The egg shell: a case study in improving quality by altering mineral metabolism-naturally. y. In *Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of the Alltech's 16th Annual Symposium*; Nottingham University Press: Nottingham, UK, 2000; pp. 327-346

Sklan, D., Melamed, D., & Friedman, A. (1994). The effect of varying levels of dietary vitamin A on immune response in the chick. *Poultry Science*, 73(6), 843-847.

- Smith, M. O., & Teeter, R. G. (1987). Potassium balance of the 5 to 8-week-old broiler exposed to constant heat or cycling high temperature stress and the effects of supplemental potassium chloride on body weight gain and feed efficiency. *Poultry Science*, 66(3), 487-492.
- Soares, K. R., Lara, L. J. C., da Silva Martins, N. R., e Silva, R. R., Pereira, L. F. P., Cardeal, P. C., & Teixeira, M. D. P. F. (2020). Protein diets for growing broilers created under a thermoneutral environment or heat stress. *Animal Feed Science and Technology*, 259, 114332.
- Soderholm, A. T., & Pedicord, V. A. (2019). Intestinal epithelial cells: at the interface of the microbiota and mucosal immunity. *Immunology*, 158(4), 267-280.
- Song, J., Jiao, L. F., Xiao, K., Luan, Z. S., Hu, C. H., Shi, B., & Zhan, X. A. (2013). Cello-oligosaccharide ameliorates heat stress-induced impairment of intestinal microflora, morphology and barrier integrity in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 185(3-4), 175-181.

- Sugiharto, S. (2016). Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15(2), 99-111.
- Syafwan, S., Kwakkel, R. P., & Verstegen, M. W. A. (2011). Heat stress and feeding strategies in meat-type chickens. *World's Poultry Science Journal*, 67(4), 653-674.
- Şenköylü, N. (2002). Kanatlılarda sıcaklık stresi ve elektrolit dengesi, kanatlılarda sıcaklık stresine karşı önlemler. *Kanatlı AR-GE Yayınları*, (6), 43-58.
- Temim, S., Tesseraud, S., Chagneau, A. M., & Peresson, R. (2000). Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. *The Journal of Nutrition*, 130(4), 813-819.
- Teng, P. Y., & Kim, W. K. (2018). Roles of prebiotics in intestinal ecosystem of broilers. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 245.
- Torki, M., Nasiroleslami, M., & Ghasemi, H. A. (2016). The effects of different protein levels in laying hens under hot summer conditions. *Animal Production Science*, 57(5), 927-934.



Traber, M. G., & Stevens, J. F. (2011). Vitamins C and E: beneficial effects from a mechanistic perspective. *Free Radical Biology and Medicine*, 51(5), 1000-1013.

TÜİK. (2024). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kumes-Hayvanciligi-Uretimi-Subat-2024-53563> (Erişim tarihi: 17.06.2024)

Uzum, M. H., & Toplu, H. O. (2013). Effects of stocking density and feed restriction on performance, carcass, meat quality characteristics and some stress parameters in broilers under heat stress. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 164(12), 546-554

Vandana, G. D., Sejian, V., Lees, A. M., Pragna, P., Silpa, M. V., & Maloney, S. K. (2021). Heat stress and poultry production: impact and amelioration. *International Journal of Biometeorology*, 65, 163-179.

Varasteh, S., Braber, S., Akbari, P., Garssen, J., & Fink-Gremmels, J. (2015). Differences in susceptibility to heat stress along the chicken intestine and the protective effects of galacto-oligosaccharides. *PLoS One*, 10(9), e0138975.

- Wang, X. J., Feng, J. H., Zhang, M. H., Li, X. M., Ma, D. D., & Chang, S. S. (2018). Effects of high ambient temperature on the community structure and composition of ileal microbiome of broilers. *Poultry Science*, 97(6), 2153-2158.
- Wang, Z., Shao, D., Kang, K., Wu, S., Zhong, G., Song, Z., & Shi, S. (2022). Low protein with high amino acid diets improves the growth performance of yellow feather broilers by improving intestinal health under cyclic heat stress. *Journal of Thermal Biology*, 105, 103219.
- Wasti, S., Sah, N., & Mishra, B. (2020). Impact of heat stress on poultry health and performances, and potential mitigation strategies. *Animals*, 10(8), 1266.
- Wen, C., Liu, Y., Ye, Y., Tao, Z., Cheng, Z., Wang, T., & Zhou, Y. (2020). Effects of gingerols-rich extract of ginger on growth performance, serum metabolites, meat quality and antioxidant activity of heat-stressed broilers. *Journal of Thermal Biology*, 89, 102544.
- Westerterp, K. R. (2004). Diet induced thermogenesis. *Nutrition & Metabolism*, 1, 1-5.

- Wiernusz, C. J., & Teeter, R. G. (1996). Acclimation effects on fed and fasted broiler thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. *British Poultry Science*, 37(3), 677-687.
- Xue, B., Song, J., Liu, L., Luo, J., Tian, G., & Yang, Y. (2017). Effect of epigallocatechin gallate on growth performance and antioxidant capacity in heat-stressed broilers. *Archives of Animal Nutrition*, 71(5), 362-372.
- Yadav, G. D., & Kamble, S. B. (2009). Synthesis of carvacrol by Friedel-Crafts alkylation of o-cresol with isopropanol using superacidic catalyst UDCaT-5. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 84(10), 1499-1508.
- Yakhkeshi, S., Rahimi, S., & Gharib Naseri, K. (2011). The effects of comparison of herbal extracts, antibiotic, probiotic and organic acid on serum lipids, immune response, GIT microbial population, intestinal morphology and performance of broilers. *Journal of Medicinal Plants*, 10(37), 80-95.
- Yang, Y. R., Meng, F. C., Wang, P., Jiang, Y. B., Yin, Q. Q., Chang, J., ... & Liu, J. X. (2012). Effect of organic and inorganic selenium supplementation on growth

performance, meat quality and antioxidant property of broilers. *African Journal of Biotechnology*, 11(12), 3031-3036.

Yardibi, H., & Hoştürk, G. T. (2008). The effects of vitamin E on the antioxidant system, egg production, and egg quality in heat stressed laying hens. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 32(5), 319-325.

Yi, D., Hou, Y., Tan, L., Liao, M., Xie, J., Wang, L., ... & Gong, J. (2016). N-acetylcysteine improves the growth performance and intestinal function in the heat-stressed broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 220, 83-92.

Zaman, Q. U., Mushtaq, T., Nawaz, H., Mirza, M. A., Mahmood, S., Ahmad, T., ... & Mushtaq, M. M. H. (2008). Effect of varying dietary energy and protein on broiler performance in hot climate. *Animal Feed Science and Technology*, 146(3-4), 302-312.

Zhang, J. F., Hu, Z. P., Lu, C. H., Yang, M. X., Zhang, L. L., & Wang, T. (2015). Dietary curcumin supplementation protects against heat-stress-impaired growth performance of broilers possibly through a mitochondrial pathway. *Journal of Animal Science*, 93(4), 1656-1665.

- Zhang, C., Zhao, X. H., Yang, L., Chen, X. Y., Jiang, R. S., Jin, S. H., & Geng, Z. Y. (2017a). Resveratrol alleviates heat stress-induced impairment of intestinal morphology, microflora, and barrier integrity in broilers. *Poultry Science*, 96(12), 4325-4332.
- Zhang, C., Wang, L., Zhao, X. H., Chen, X. Y., Yang, L., & Geng, Z. Y. (2017b). Dietary resveratrol supplementation prevents transport-stress-impaired meat quality of broilers through maintaining muscle energy metabolism and antioxidant status. *Poultry Science*, 96(7), 2219-2225.
- Zhang, J., Bai, K. W., He, J., Niu, Y., Lu, Y., Zhang, L., & Wang, T. (2018a). Curcumin attenuates hepatic mitochondrial dysfunction through the maintenance of thiol pool, inhibition of mtDNA damage, and stimulation of the mitochondrial thioredoxin system in heat-stressed broilers. *Journal of Animal Science*, 96(3), 867-879.
- Zhang, J. F., Bai, K. W., Su, W. P., Wang, A. A., Zhang, L. L., Huang, K. H., & Wang, T. (2018b). Curcumin attenuates heat-stress-induced oxidant damage by simultaneous activation of GSH-related antioxidant

enzymes and Nrf2-mediated phase II detoxifying enzyme systems in broiler chickens. *Poultry Science*, 97(4), 1209-1219.

Zhang, C., Kang, X., Zhang, T., & Huang, J. (2019). Positive effects of resveratrol on egg-laying ability, egg quality, and antioxidant activity in hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 28(4), 1099-1105.

Zhou, J., Huang, K., & Lei, X. G. (2013). Selenium and diabetes – evidence from animal studies. *Free Radical Biology and Medicine*, 65, 1548-1556.

Zulkifli, I., Akmal, A. F., Soleimani, A. F., Hossain, M. A., & Awad, E. A. (2018). Effects of low-protein diets on acute phase proteins and heat shock protein 70 responses, and growth performance in broiler chickens under heat stress condition. *Poultry Science*, 97(4), 1306-1314.

**KANATLILARDA SICAKLIK STRESİNİ AZALTMAYA  
YÖNELİK BESLEME STRATEJİLERİ**

**yaz**  
yayınları

YAZ Yayınları

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3

İscehisar / AFYONKARAHİSAR

Tel : (0 531) 880 92 99

yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com

ISBN: 978-625-6642-64-5



9 786256 642645