



ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.
2023; 37 (3): 181 - 187
http://www.fusabil.org

Sıcaklık Stresine Maruz Bırakılmış Damızlık Erkek Bıldırcınlarda Diyete Katılan Meyan Kökünün (*Glycyrrhiza Glabra*) Bazı Antioksidan Parametreler ve Organ Ağırlıkları Üzerine Etkileri

Aslıhan SUR^{1, a}
Muhittin ZENGİN^{2, b}
Seda İFLAZOĞLU MUTLU^{3, c}
Pınar TATLI SEVEN^{3, d}
İsmail SEVEN^{4, e}
Oğuz Koray BACAĞSIZ^{5, f}

¹ Balıkesir Üniversitesi,
Kepsut Meslek
Yüksekokulu,
Veterinerlik Bölümü,
Balıkesir, TÜRKİYE

² Balıkesir Üniversitesi,
Veteriner Fakültesi,
Hayvan Besleme Ana Bilim
Dalı,
Balıkesir, TÜRKİYE

³ Fırat Üniversitesi,
Veteriner Fakültesi,
Hayvan Besleme Ana Bilim
Dalı,
Elazığ, TÜRKİYE

⁴ Fırat Üniversitesi,
Sivrice Meslek
Yüksekokulu,
Arıcılık Programı,
Elazığ, TÜRKİYE

⁵ Balıkesir Üniversitesi,
Savaştepe Meslek
Yüksekokulu,
Veterinerlik Bölümü,
Balıkesir, TÜRKİYE

^a ORCID: 0000-0002-3692-5510

^b ORCID: 0000-0003-4596-9061

^c ORCID: 0000-0002-6835-2171

^d ORCID: 0000-0002-0067-4190

^e ORCID: 0000-0001-9489-8074

^f ORCID: 0000-0002-4139-0899

Geliş Tarihi : 18.05.2023

Kabul Tarihi : 07.06.2023

Yazışma Adresi
Correspondence

Aslıhan SUR

Balıkesir Üniversitesi,
Kepsut Meslek Yüksekokulu,
Veterinerlik Bölümü
Balıkesir – TÜRKİYE

aslihan.sur@balikesir.edu.tr

Bu çalışmada sıcaklık stresine maruz bırakılmış damızlık erkek bıldırcınlarda (*Coturnix coturnix japonica*) diyete katılan meyhan kökünün (*Glycyrrhiza glabra*) bazı antioksidan parametreler ve organ ağırlıkları üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla 2 aylık yaşta toplam 120 hayvan 4 deneme grubuna ayrılmıştır. Deneme grupları; 1.TN0- normal sıcaklıkta (22°C) bulunan ve bazal diyetle beslenen grup, 2.TN500- normal sıcaklıkta (22°C) bulunan ve diyete 500 mg/kg dozunda meyhan kökü tozu katılan grup, 3.SS0 -yüksek sıcaklıkta (34°C) bulunan ve bazal diyetle beslenen grup, 4.SS500- yüksek sıcaklıkta (34°C) bulunan ve diyete 500 mg/kg dozunda meyhan kökü tozu katılan grup şeklinde dizayn edilmiştir. Her grup 30 hayvandan ve 3 alt gruptan oluşturulmuştur. Toplam 42 gün süren deneme sonunda dekapitasyon ile kan örnekleri alınmıştır. Serum tümör nekroz faktörü- α (TNF- α), kortizol, malondialdehit (MDA), total antioksidan seviyeleri (TAS), total oksidan seviyeleri (TOS) ve oksidatif stres indeksi (OSI) değerleri ile kalp, karaciğer ve testis ağırlıkları ölçülmüştür. Meyhan kökü katkısının serum TAS düzeyi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). TNF- α , kortizol, MDA, TOS, OSI düzeyleri ile karaciğer ve testis ağırlıkları; çevre sıcaklığı, katkı maddesi (meyhan kökü) ve çevre sıcaklığı- katkı maddesi arasındaki etkileşimden etkilenmemiştir ($P>0.05$). Kalp ağırlığı açısından sıcaklık stresinin etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Meyhan kökü tozu bu çalışmada rakamsal olarak sıcaklık stresinin olumsuz etkilerini azaltabilmekle birlikte farklı dozların ilerleyen çalışmalarda kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bıldırcın, sıcaklık stresi, meyhan kökü, TNF- α , antioksidan durum

The Effects of Dietary Licorice Root (*Glycyrrhiza Glabra*) on Some Antioxidant Parameters and Organ Weights in Male Breeding Quails Exposed to Heat Stress

In this study, the effects of dietary licorice root (*Glycyrrhiza glabra*) on some antioxidant parameters and organ weights in male breeding quails (*Coturnix coturnix japonica*) exposed to heat stress were investigated. For this purpose, a total of 120 animals at the age of 2 months were divided into 4 experimental groups. The experimental groups were 1.TN0-group at normal temperature (22°C) and fed with basal diet, 2.TN500- group at normal temperature (22°C) and added licorice root (500 mg/kg) to the diet, 3.SS0 -group at high temperature (34°C) and fed with basal diet 4.SS500- high temperature (34°C) and added licorice root (500 mg/kg) to the diet. Each group consisted of 30 animals and 3 subgroups. At the end of the 42 day, blood samples were taken by decapitation. Serum tumor necrosis factor- α (TNF- α), cortisol, malondialdehyde (MDA), total antioxidant levels (TAS), total oxidant levels (TOS) and oxidative stress index (OSI) values and heart, liver and testis weights were analyzed. The effect of licorice root additive on serum TAS level was found to be statistically significant ($P<0.01$). TNF- α , cortisol, MDA, TOS, OSI levels and liver and testis weights were not affected by ambient temperature, the additive and the interaction between the additive (licorice root) and the ambient temperature ($P>0.05$). The effect of heat stress was found to be significant in terms of heart weight ($P<0.05$). Although licorice root reduced the negative effects of heat stress numerically in this study, it is recommended to use different doses in future studies.

Key Words: Quail, heat stress, licorice root, TNF- α , antioxidant status

Giriş

Kümes hayvanları endüstrisi, hayvancılık endüstrisinin ayrılmaz bir parçasıdır. Kümes hayvanları, yüksek kaliteli protein üretimi için önemli sektörlerden biridir. Yüksek çevre sıcaklığı kümes hayvanı üretim sistemindeki en önemli stres unsurudur ve hayvancılık endüstrisindeki ekonomik kayıpların en önemli nedenlerinden biridir. Sıcaklık stresinin yan etkileri üretim performansı, vücut sıcaklığı, bağırsak sağlığı, iştah hormonun düzenlemesi, bağışıklık tepkileri ve oksidatif özellikler üzerinde görülebilir. Sıcaklığa maruz kalma süresine bağlı olarak, uzun süreli (kronik veya siklik) ve kısa süreli (akut) sıcaklık stresi olarak sınıflandırılabilir (1). Sıcaklık stresi oksidatif stres, asit-baz dengesizliği, bağışıklığı baskılayarak ölüm oranını artırma; yemden yararlanma, canlı ağırlık, yem tüketimi ve yumurta veriminin azalması, ayrıca et ve yumurta kalitesini etkilenmesi gibi birçok fizyolojik değişikliklere sebep olmaktadır (2). Oksidatif stres, yüksek sıcaklığa maruz kalan kanatlılarda hücre yapısının bozulmasına neden olan reaktif oksijen türlerinin oluşmasına neden olmaktadır (1). Genel olarak sıcaklık stresine bağlı olarak performansın kötüleşmesi azalan yem tüketimi ile direk ilişkilidir fakat birçok bulgu sıcaklık stresinin reaktif oksijen türlerinin oluşumuna, besin emilimi ve miktarı ile metabolizmasını etkileyen antioksidan sistem bozukluklarına neden olabileceğini

göstermiştir. Kanatlılar sıcaklık stresine maruz kaldığında vücut sıcaklıkları, kan dolaşımları, periferik kan akışları keskin bir şekilde artış gösterirken viseral kan akışı azalmaktadır. Bu değişimler besin maddelerinin kullanımını sınırlayarak kanatlıların performansını ve yemden yararlanma oranını azaltır (3). Sıcaklık stresinin zararlı etkilerinin üstesinden gelmek için araştırmacılar tarafından farklı stratejiler belirtilmiştir. Strese maruz kalan hayvanlarda ağırlık kazancını artırmak ve patojenlerin seviyesini minimize etmek için yetiştirme sistemleri araştırılmıştır (4). Bu hususta diyet takviyesi performansı artırmak amaçlı sahada sıklıkla uygulanan en olası yaklaşımdır. Vitamin, mineral, probiyotik gibi farklı yem katkıları ve bitkisel ürünler sıcaklık stresinin zararlarının üstesinden gelmek için sıklıkla kullanılmaktadır (1).

Gıda endüstrisinde, çoğu tıbbi bitki kökenli olan fitojenik yem katkı maddeleri, tüketiciler tarafından kanatlı diyetlerinde antibiyotiklere potansiyel alternatifleri olan güvenli, antibiyotik olmayan maddeler olarak kabul edilmiştir. Fitojenik yem katkı maddeleri, hayvan performansı ve sağlığı üzerinde olumlu etkileri olabilen tıbbi bitkilerin fitobiyotik veya botanik olarak bilinen sekonder metabolizmaları olan aktif bileşenlere sahiptir. Geleneksel şifalı otlar, doğal özellikleri, büyümeyi teşvik edici ve anti-oksidatif etkileri nedeniyle antibiyotik büyüme destekleyicilerine olası alternatifler olarak kabul edilebilmektedir (5). Son yıllarda tüketiciler, temel olarak doğal bileşiklerin güvenli olduğu genel algısı nedeniyle, doğal ilaçlara ve ilkelere çok daha fazla önem vermektedir. Öte yandan, geleneksel tıpta kullanılan ve gıdalara, nutrasötiklere, kozmetiklere ve hatta ilaçlara dahil edilebilecek bitkiler için endüstri tarafından artan bir talep vardır. *Glycyrrhiza glabra* Linn. Fabaceae familyasına aittir ve antik çağlardan beri etnofarmakolojik değerleri ile tanınmaktadır. Bu bitki, çeşitli farmakolojik aktiviteler sergileyen glisirizin, 18β-glisiretinik asit, glabrin A ve B ve izoflavonlar gibi farklı fito bileşikleri içerir. Farmakolojik deneyler, bu türden farklı ekstraktların ve saf bileşiklerin, antibakteriyel, antiinflamatuvar, antiviral, antioksidan ve antidiyabetik aktiviteler dahil olmak üzere geniş bir biyolojik özellikler yelpazesi sergilediğini göstermiştir (6). Yapılan bir çalışmada, etlik piliçlerin içme suyuna katılan meyan kökü ekstraktının (0.1, 0.2 ve 0.3 g/L) karkas kalitesi ve kan biyokimyasal değerleri üzerinde pozitif etkileri olduğu bildirilmektedir (7). Dosoky ve ark. (8) sıcaklık stresindeki yumurtacı bıldırcınlarda diyet katılan 500 ve 1000 mg/kg dozunda meyan kökü tozunun bazal yemle beslenen gruplara göre yumurta verim performansı, bazı kan hematolojik, antioksidan ve biyokimyasal indeksler üzerine olumlu etkiler yaptığını bildirmiştir.

Meyan kökü tozunun sıcaklık stresi altında bulunan erkek damızlık bıldırcınlarda etkilerinin araştırıldığı çalışmalara literatürlerde rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile literatürlerde belirtilen özelliklerine dayanarak diyet katılan 500 mg/kg dozundaki meyan kökü tozunun sıcaklık stresi altındaki erkek damızlık bıldırcınların bazı antioksidan parametreler ve organ ağırlıkları üzerine etkilerini araştırmak amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Araştırma ve Yayın Etiği: Denemenin etik kurul izin belgesi Balıkesir Üniversitesi Deney Hayvanları Üretim, Bakım Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin 2022/7-4 nolu (29.09.2022) kararı ile alınmıştır.

Hayvan Materyali: Araştırmanın hayvan materyalini Balıkesir Üniversitesi Hayvancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Çiftliği Bıldırcın Yetiştirme Ünitesinden temin edilmiş 120 adet erkek bıldırcın (*Coturnix coturnix japonica*) oluşturmuştur. Bıldırcınlar 2 termonötral (TN) gruba ve 2 sıcaklık stresi (SS) grubuna ayrılmıştır ve her grup 3 alt gruba (her alt grupta 10 hayvan) ayrılmıştır. Denemenin başlangıcında canlı ağırlıkları benzer hayvanlar tartılarak başlangıç canlı ağırlıkları belirlenmiştir.

Yem Materyali: Hayvanlara NRC 1994 (9)'de belirtilen besin maddelerini kapsayan %22 ham protein, 2902 kcal/kg metabolik enerji içeren rasyon verilmiştir. Meyan kökü tozu katılacak gruplar için; meyan kökü tozu Egeden isimli firmadan temin edilmiştir ve diyetlere 500 mg/kg dozunda katılmıştır. Çalışma gruplarında kullanılan meyan dozu daha önce yapılmış çalışmalar baz alınarak belirlenmiştir (8). Deneme sürecinde TN gruplar 22°C'de ve nispi nemin %58 olduğu odada barındırılmıştır. SS grubu ise 09:00/17:00 saatleri arasında nispi nemin %50 olduğu odada 8 saat 34°C'de yüksek sıcakta maruz bırakılmıştır. Her 2 odada 16 saat aydınlık / 8 saat karanlık uygulaması yapılmıştır. Yem ve su ad-libitum olarak verilmiştir. Denemede kullanılan rasyonun içeriği Tablo 1'de sunulmuştur.

Laboratuvar Analizleri: Denemenin bitiminde her gruptan 6 hayvandan dekapitasyon yöntemiyle kan örnekleri alınmıştır. 3000 rpm ile 10 dakika boyunca santrifüj edildikten sonra serumlar ayrılıp ependorf tüplere alınmış ve -80°C'de analizleri yapılmaya kadar saklanmıştır.

Total Antioksidan Seviyeleri (TAS): TAS seviyeleri ticari olarak temin edilebilen kitler (Relassay, Türkiye) kullanılarak ölçülmüştür. Yeni otomatik yöntem, daha kararlı bir ABTS 2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) radikal katyonunun karakteristik renginin antioksidanlar tarafından ağartılmasına dayanmaktadır ve %3'ten daha düşük olan mükemmel hassasiyet değerleri sunmaktadır. Sonuçlar mmol Trolox eşdeğeri/L olarak ifade edilmiştir (10).

Total Oksidan Seviyeleri (TOS): TOS seviyeleri, ticari olarak temin edilebilen kitler (Relassay, Türkiye) kullanılarak ölçülmüştür. Yeni yöntemde, numunede bulunan oksidanlar, ferröz iyon-o-dianisidin kompleksini ferrik iyon oksitlemektedir. Oksidasyon reaksiyonu, reaksiyon ortamında bol miktarda bulunan gliserol Molekülleri ile güçlendirilmiştir. Ferrik iyon, asidik bir ortamda ksilenol oranj ile renkli bir kompleks oluşturmuştur. Spektrofotometrik olarak ölçülebilen renk yoğunluğu, numunede bulunan toplam oksidan molekül ilişkili olmuştur. Analiz hidrojen peroksit ile kalibre edilecektir ve sonuçlar, litre başına mikromolar hidrojen peroksit eşdeğeri cinsinden (µmol H₂O₂ eşdeğeri/L) ifade edilmiştir (10).

Tablo 1. Denemede kullanılan rasyonun besin madde içerikleri

Yem Maddeleri	Miktar (%)
Bitkisel Yağ	2.80
Mısır, Sarı	47.15
Mısır Gluteni, %43 HP	8.00
Buğday Kepeği	4.00
Soya Küspesi (%48 HP)	15.90
Ayçiçeği Küspesi (%28 HP)	9.70
Pamuk Tohumu Küspesi (%41 HP)	9.00
Dikalsiyum Fosfat	1.00
Kireç Taşı	2.00
Tuz	0.25
Vitamin Premix*	0.1
Mineral Premix**	0.1
Besin Maddeleri	
Kuru Madde, %	90.40
Ham Protein, %	22.00
Ham Yağ, %	4.75
Ham Selüloz, %	5.72
Ham Kül, %	6.69
ME, kcal/kg***	2902

*: **Vitamin karması:** Her 2 kg'lık karışımda; A vitamini 10.000.000 IU; D₃ vitamini 2.500.000 IU; E vitamini 40.000 mg; K₃ vitamini 4.000 mg; B₁ vitamini 3.000 mg; B₂ vitamini 6.000 mg; Niasin 25.000 mg; Kalsiyum D-pantotenat 10.000 mg; B₆ vitamini 6.000 mg; B₁₂ vitamini 20 mg; Folik Asit 1000 mg; D-Biotin 50 mg bulunmaktadır.

****: Mineral karması:** Her 1 kg'lık karışımda; mangan 80.000 mg; demir 60.000 mg; çinko 60.000 mg; bakır 5.000 mg; kobalt 250 mg; iyot 1.000 mg; selenyum 100 mg bulunmaktadır.

***Hesaplanma yoluyla tespit edilmiştir.

Oksidatif Stres İndeksi (OSI): TOS'un TAS'a bölünmesiyle OSI elde edilir. Hesaplama için, ortaya çıkan TAS birimi $\mu\text{mol/L}$ 'ye dönüştürülmüş ve OSI değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (11-13).

$$\text{OSI} = \text{TOS} (\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ eşdeğeri/L}) / \text{TAS} (\mu\text{mol Trolox eşdeğeri/L})$$

Serum Kortizol Seviyesinin Ölçümü: Ticari kit kullanılarak ELISA testi ile kit (Chicken, BT-LAB. Cat No. EA0017Ch, Çin) prosedürüne göre yapılmıştır. Bir monoklonal antikor ile önceden kaplanmış kuyucuklara numune ve daha sonra kuyucuklara biotin-konjuge hedef antijen eklenmiştir. Standartlardaki veya numunedeki antijenler, yakalama antikoruna bağlanmak ve inkübe etmek için biyotin konjuge antijen ile rekabet etmektedir. Bağlanmamış antijen, bir yıkama adımı sırasında yıkanmış ve sonra bir avidin-HRP eklenip ve ardından inkübe edilmiştir. Bağlanmamış avidin-HRP yıkanıp bir yıkama adımı sırasında uzaklaştırılmıştır ve sonra TMB substrate eklenip ve renk değişimi gözlenmiştir. Asidik stop solüsyonu eklenip reaksiyon durdurulmuştur ve renk 450 nm'de ölçülebilen sarıya dönmüştür. Rengin

yoğunluğu numunedeki kortizol konsantrasyonu ile ters orantılı olarak gelişmektedir. Daha sonra numunelerin OD'si standart eğri ile karşılaştırılarak numunedeki kortizol konsantrasyonu belirlenmiştir.

Serum Malondialdehit (MDA) Seviyesinin Ölçümü: Kalorimetrik yöntem ile Otto Scientific marka kit ile Rel Biochem-Rel Assay cihazında ELISA testi ile kit prosedürüne göre yapılmıştır (14).

Serum Tümör Nekroz Faktörü- α (TNF- α) Ölçümü: BT-Lab marka kit (Chicken, Cat.No. EA0010Ch, Çin) ile ELISA yöntemiyle mikroplate okuyucu (BIO-TEK ELX800, ABD) ve yıkayıcı (BIO-TEK EL X 50, ABD) cihazlarıyla yapılmıştır.

İstatistiksel Analizler: Bildiriciler, çevre sıcaklığı (TN, SS) ve meyan kökü dozu (0, 500) olmak üzere 2x2 faktöriyel deneme düzenine göre rastgele 4 gruba ayrılmıştır. Denemeye ait tüm veriler, SPSS paket programı (15) ile değerlendirilmiş ve verilerin analizinde Genel Linear Model (GLM) kullanılmış ve önemlilik seviyesi $P < 0.05$ olarak kabul edilmiştir. Veriler ortalama ve SEM (ortalamanın standart hatası) olarak sunulmuştur.

Bulgular

Serum TNF- α , kortizol, MDA, TAS, TOS ve OSI değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde, sıcaklık stresinin serum TNF- α , kortizol, MDA, TAS, TOS ve OSI düzeyi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). TAS düzeyi TN0, TN500, SS0, SS500 gruplarında sırası ile 2.18, 2.64, 2.14 ve 2.41 olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Rasyona meyan kökü (500 mg/kg) ilavesinin serum TAS düzeyi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). SS0 grubunda TN0, TN500 ve SS500 grubuna göre TNF- α , kortizol, MDA, TOS ve OSI değerleri istatistiksel olarak önemli olmasa da yüksek tespit edilmiştir. SS0 grubunun TAS değeri diğer gruplara göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur. Çevre sıcaklığı ve meyan kökü katkısının, bu parametreler üzerine herhangi bir interaksyonu elde edilmemiştir ($P > 0.05$).

Bildiricilerde çevre sıcaklığı ve yem katkı maddesinin kalp, karaciğer ve testis ağırlıkları üzerine etkileri Tablo 3'te gösterilmektedir. Karaciğer ve testis ağırlıkları bakımından gruplar arasında rakamsal olarak farklılıklar görülmesine rağmen önemlilik bulunmamıştır ($P > 0.05$). Meyan kökü katkısının kalp, karaciğer ve testis ağırlıkları üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$). Tablo 3'te kalp ağırlığına çevre sıcaklığının etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). SS0 grubunun kalp ağırlığının diğer gruplara göre düşük olduğu ve aralarındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ($P < 0.05$). Çevre sıcaklığı ve meyan kökü katkısı arasında kalp, karaciğer ve testis ağırlığı üzerine herhangi bir interaksyon elde edilmemiştir ($P > 0.05$).

Tablo 2. Yem katkısı ve çevre sıcaklığının TNF- α , kortizol, MDA, TAS, TOS ve OSI üzerine etkileri

Deneme Grupları	TNF- α (ng/L)	Kortizol (ng/mL)	MDA (nmol/L)	TAS (mmol/L)	TOS (μ mol/L)	OSI	
TN	0	22.01	43.19	5.84	2.18	8.23	0.39
	500	17.92	34.45	9.72	2.64	11.9	0.46
SS	0	25.03	54.1	21.54	2.14	13.53	0.62
	500	18.88	35.6	20.95	2.41	12.07	0.49
SEM		3.04	7.34	8.01	0.11	1.69	0.07
P							
ÇS		0.520	0.421	0.108	0.242	0.121	0.091
YK		0.107	0.078	0.783	0.003	0.521	0.698
ÇSxYK		0.738	0.514	0.840	0.390	0.145	0.173

TN: Termonötral, SS: Sıcaklık stresi, ÇS: Çevre sıcaklığı, YK: Yem katkısı (Meyan kökü-0, 500 mg/kg), TNF- α : Tümör nekroz faktörü- α , MDA: Malondialdehit, TAS: Total antioksidan seviyeleri, TOS: Total oksidan seviyeleri, OSI: Oksidatif stres indeksi, SEM: Ortalamanın standart hatası. Veriler ortalama ve SEM olarak sunulmuştur.

Tablo 3. Yem katkısı ve çevre sıcaklığının kalp, karaciğer ve testis ağırlıkları üzerine etkileri

Deneme Grupları	Kalp	Karaciğer	Testis	
TN	0	2.10	2.72	2.77
	500	1.93	3.10	2.57
SS	0	1.62	2.53	2.48
	500	1.82	3.00	2.70
SEM		0.13	0.27	0.24
P				
ÇS		0.030	0.607	0.748
YK		0.900	0.134	0.971
ÇSxYK		0.159	0.880	0.396

TN: Termonötral, SS: Sıcaklık stresi, ÇS: Çevre sıcaklığı, YK: Yem katkısı (Meyan kökü-0, 500 mg/kg). İç organ ağırlıkları g/100 g karkas ağırlığı olarak ifade edilmiştir. Veriler ortalama ve SEM olarak sunulmuştur.

Tartışma

Oksidatif stres, kanatlılar yüksek sıcaklığa maruz kaldığında devreye giren ve hücre bozulmasına neden olan reaktif oksijen türlerinin oluşumuyla ilişkilendirilen bir durumdur. Sıcaklık stresinin zararlı etkilerinin üstesinden gelmek için araştırmacılar tarafından çeşitli stratejiler önerilmektedir. Diyet takviyesi, üretim performanslarını iyileştirmek için sıklıkla uygulanan en uygun yaklaşımdır (1). Sıcaklık stresinin etkilerinin üstesinden gelmek için vitaminler, mineraller, probiyotikler ve bitkisel ürünler gibi çeşitli katkı maddeleri sürekli olarak kullanılmaktadır (1, 16-18). Bu çalışmada ise meyan kökü tozunun sıcaklık stresindeki etkileri araştırılmıştır. Meyanın tatlandırıcı olarak ve tıbbi olarak antibakteriyel, anti-tümör, anti-viral, fungisidal, anti-inflamatuar, antistres, anti-diyabetik, antioksidan ajan olarak ve adrenal yetmezlik ve mide ve bağırsak problemleri için kullanıldığı bildirilmektedir. Aktif bileşenlerden biri olan glisirizin, adrenal steroid hormonlarına benzer bir yapıya sahiptir. Bu bileşik vücudun stres faktörlerine karşı direncini iyileştirmedeki potansiyel rolünü açıklayabilir. Meyanın inflamasyonu azalttığı ve vücudun stres ile mücadele eden adrenal

hormonlarından başlıcası olan kortizol gibi adrenal hormonların parçalanmasını önleyerek bu hormonları vücut için kullanılabilir hale getirdiği bildirilmektedir (19). Bu çalışmada meyan kökü tozu kullanılan gruplarda rakamsal olarak kortizol düzeyinde düşmeler görülmüştür fakat istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Serum kortizol konsantrasyonu strese cevabın önemli bir unsuru olarak bilinmektedir (20). Vücut stresle karşı karşıya geldiğinde HSP70 ve kortizol seviyeleri önemli ölçüde yükselme eğilimindedir ve bu seviyeler sıcaklık stresinin belirteçleri olarak kullanılabilir (21). Bu çalışmada sıcaklık stresi, SS0 grubunda sayısal olarak kortizol seviyesini artırmış ancak farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Sazan balıklarının yerleşim sıklıklarının artırılarak stres oluşturulduğu bir çalışmada kalabalığa bağlı olarak bütün gruplarda kortizol seviyesinin arttığı ve diyet katılan ve 0, 10, 20 ve 30 g/kg dozunda meyan kökü tozunun 20 ve 30 gr/kg kullanılan gruplarda önemli ölçüde kolesterolü azalttığı bildirilmiştir. Strese bağlı olarak artan kortizol seviyesini meyan kökü tozu azaltmıştır ve bu nedenle, meyan kökü tozunun anti-stres etkilerinin olduğu 20-30 g/kg seviyelerinde, yavru sazanlarda stres tepkisini azaltabileceği ve kalabalık stresine karşı direnci artırabileceği bildirilmiştir (22).

Proinflamasyon sitokinleri (TNF- α , interferon gama ve IL-1), bağışıklığın temel proteinleridir ve yüksek ortam sıcaklığının neden olduğu inflamatuvar cevaba karşı hücrel savunma sistemine aracılık eden endojen sinyal molekülleri olarak bilinirler (23). Yapılan bir çalışmada (24), sıcaklık stresinin piliçlerin karaciğerlerinde TNF- α ve IL-6 protein seviyelerini yükselttiği ve bu nedenle NF- κ B sinyal yolunu aktive ettiği ve inflamasyon faktörleri TNF- α ve IL-6'nın salgılanmasını teşvik ederek piliçlerin karaciğerinde inflamasyonun oluşmasına yol açtığı ve TNF- α değerinin sıcaklık stresinde arttığı bildirilmektedir. Bu çalışmada ise sıcaklık stresi TNF- α değerini SS0 grubunda diğer gruplara göre rakamsal olarak artırmış olsa da istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur.

TOS ve TAS genellikle oksidatif stresin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (25). TAS genel antioksidan durumunu tahmin etmek için kullanılmaktadır. Aynı şekilde, genel oksidasyon durumunu belirlemek için TOS ölçülmektedir. TOS'un TAS'a oranı olarak hesaplanan OSI ise TAS ve TOS'un kapsamlı bir ölçümü olduğu için dokudaki oksidatif stresin daha doğru bir indeksi olarak kabul edilebilmektedir (26). Yapılan bir çalışmada Sarıca ve ark. (27) sıcaklık stresine maruz kalan bıldırcınlarda termonötral ortamla kıyaslandığında karaciğer TAS değerinin azaldığı TOS ve OSI değerinin arttığını bildirmiştir. Bu çalışmada ölçülen TAS, TOS ve OSI değerleri incelendiğinde sıcaklık stresine maruz kalan grubun (SS0) TAS değeri diğer gruplara göre daha düşük olup farklılık önemli bulunmakla birlikte TOS ve OSI değerleri de rakamsal olarak yüksek fakat istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuştur ve Sarıca ve ark. (27)'nin bulguları ile benzer bulunmuştur. Meyan kökü tozunun yumurtacı tavuklarda total antioksidan ve oksidan parametreleri (TAS, TOS, OSI) üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (28) %0, 0.5, 1.0 ve 2.0 dozunda diyetle katılan meyan kökü tozunun artan miktarlarıyla orantılı olarak plazma TAS değerini önemli oranda artırdığı bildirilmiştir. Reda ve ark. (29) japon bıldırcınlarının diyetlerine kattıkları 4 farklı dozdaki (250, 500, 750 ve 1000 mg/kg) meyan kökü tozunun TAS değerini 750 ve 1000 mg dozunda kullanıldığında önemli oranda artırdığını bildirmiştir ve bu çalışmanın verilerini destekler niteliktedir.

Sıcaklık stresi Japon bıldırcınlarının refahını ve sağlığını olumsuz etkileyen bir durumdur. Mikroskopik bulgular karaciğer, böbrek, beyin, testis, ovaryum, dalak, hipofiz bez gibi hayati öneme sahip organlarda hücre ölümünü (nekroz) de içerebilen ve organların normal fonksiyonlarının olumsuz etkilenebileceğini göstermektedir (30). Testis sıcaklığının artışı spermatogeneze zarar verebilmekte ve sonuç olarak kısırılığa neden olabilmektedir (31-33). Testis, sıcaklık stresi durumunda strese yanıt olarak ısı şoku, oksidatif stres ve apoptoz dahil olmak üzere bir dizi değişiklik gösterir (33). Yüksek sıcaklığa maruz kalmanın testislerin ağırlığını azalttığı bildirilmektedir (33-36). Yüksek sıcaklığa bağlı olarak testis ağırlığındaki azalmanın germ hücre apoptozundan ve pakiten spermatozoidleri ile yuvarlak spermatozoidlerin kaybına bağlı olabileceği bildirilmektedir (33, 37). Sıcaklık stresinin spermatozoa apoptozunu artırdığından dolayı testis ve epididimis ağırlıklarında azalmaya yol açtığı da bildirilmektedir (33, 35). Bahsedilen literatürlerle uyumlu olarak bu çalışmada da sıcaklık stresi testis ağırlığını rakamsal olarak azaltmıştır. Meyan kökü tozu katkısının

ise testis ağırlığı üzerinde rakamsal olarak olumlu etki gösterdiği görülmektedir fakat istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. Yapılan bir çalışmada (38) meyan kökü ekstraktının bir fungusit olan karbendazimin ratlarda sebep olduğu testiküler hasar üzerine iyileştirici etkileri olduğu bildirilmiştir. Ayrıca meyan kökü ekstraktı karbendazim uygulamasına bağlı azalan testis ağırlığını önemli ölçüde artırmıştır. Bu etkisinin meyan kökünün aktif bileşenlerinden (liquiritigenin, liquiritin, isoliquiritigenin, liquiritin apioside ve glycyrrhizini içeren pentasiklik triterpen saponinler ve flavonoidler) ve aktioksidatif aktivitesinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir.

Yaz aylarında hayvanlar sürekli bir sıcaklık stresine maruz kalabilmektedir (39, 40). Etlik piliçlerde, yem tüketiminin azalması nedeniyle ısı stresinin karaciğer ağırlığını önemli ölçüde azaltabileceği bildirilmektedir (40). Chen ve ark. (41) kuş türlerinin sıcaklık stresine çok duyarlı olduğunu ve özellikle karaciğerin en çok etkilenen organ olduğunu bildirmektedir. Tang ve ark. (42) yaptıkları bir çalışmada sıcaklık stresine maruz bırakılmış etlik piliçlerde sıcaklığın 2 haftalık süreçte karaciğerde hasara sebep olarak büyümesini olumsuz etkilediğini ve ağırlığında azalmaya sebep olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada da sıcaklığın organ ağırlıkları üzerine etkili olduğu görülmektedir. Benzer durum testis ağırlığında da görülmekle birlikte kalp ağırlığındaki farklılıklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Zhang ve ark. (43) sıcaklık stresine maruz kalan etlik piliçlerde stresinin kalp hücre siklus aktivitesi üzerinde önemli derecede inhibe edici etkiye sahip olabileceğini ve sıcaklık stresinin kalp ağırlığını azaltabileceğini bildirmiştir ve bu çalışmayı destekler niteliktedir. Meyan hem in vitro hem de in vivo olarak yüksek bir antioksidan kapasiteye sahip olduğu bildirilmektedir (44). Meyan kökünün sıcaklık stresine maruz kalan kanatlılarda kalp ağırlığı üzerine etkisini gösteren bir çalışma bulunmamakla birlikte meyan kökü ekstraktının sıcaklık stresine maruz kalmış etlik piliçlerde içme suyu ile 450 mg/litre dozunda verildiğinde fizyolojik durum üzerindeki olumsuz etkileri baskılayabileceği bildirilmektedir (19).

Sonuç olarak, sıcaklık stresine maruz kalmış erkek damızlık bıldırcınlarda sıcaklık TAS ve kalp ağırlık değerini önemli ölçüde etkilemiştir. Etkisi araştırılan meyan kökü tozu ise bahsedilen parametrelerde sıcaklığın etkisini rakamsal olarak azaltabilmiş fakat istatistiksel olarak bu etki önemli bulunmamıştır. Yapılacak çalışmalarda meyan kökü tozunun farklı dozlarda kullanılarak etkisinin araştırılması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Goel, A. Heat stress management in poultry. *J Anim Physiol Anim Nutr* 2021; 105: 1136-1145.
- Wasti S, Sah N, Mishra. Impact of heat stress on poultry health and performances, and potential mitigation strategies. *Animals* 2020; 10: 1266.
- Hu R, He Y, Arowolo MA, et al. Polyphenols as potential attenuators of heat stress in poultry production. *Antioxidants* 2019; 8: 1-11.
- Abo Ghanima MM, Abd El-Hack ME, Othman SI, et al. Impact of different rearing systems on growth, carcass traits, oxidative stress biomarkers, and humoral immunity

- of broilers exposed to heat stress. *Poultry Science* 2020; 99: 3070-3078.
5. Moula N, Sadoudi A, Touazi L, et al. Effects of stinging nettle (*Urtica dioica*) powder on laying performance, egg quality, and serum biochemical parameters of Japanese quails. *Animal Nutrition* 2019; 5: 410-415.
 6. Patorino G, Cornara L, Soares S, et al. Licorice (*Glycyrrhiza glabra*): A phytochemical and pharmacological review. *Phytotherapy Research* 2018; 32: 2323-2339.
 7. Naser M, Shahab G, Mahmood H. Drinking water supplementation of licorice (*Glycyrrhiza glabra* L. root) extract as an alternative to in-feed antibiotic growth promoter in broiler chickens. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences* 2017; 01: 020-028.
 8. Dosoky WM, Zeweil HS, Ahmed MH, et al. The influences of Tylosine and licorice dietary supplementation in terms of the productive performance, serum parameters, egg yolk lipid profile, antioxidant and immunity status of laying Japanese quail under heat stress condition. *Journal of Thermal Biology* 2021; 99: 103015.
 9. NRC. Nutrient requirements of poultry. In: National Research Council. Washington, DC, USA: National Academy Press, 1994: 44-45.
 10. Erel O. A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radicalcation. *Clin Biochem* 2004; 37: 277-285.
 11. Harma M, Harma M, Erel O. Increased oxidative stress in patient with hydatidiform mole. *Swiss Med Wkly* 2003; 133: 536563.
 12. Kösecik M, Erol O, Sevinç E, et al. Increased oxidative stress in children exposed to passive smoking. *Int J Cardiol* 2005; 100: 61-64.
 13. Yumru M, Savaş HA, Kalenderoğlu A, et al. Oxidative imbalance in bipolar disorder subtypes: A comparative study. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 2009; 33: 1070-1074.
 14. Janero, DR. Malondialdehyde and thiobarbituric acid-reactivity as diagnostic indices of lipid peroxidation and peroxidative tissue injury, *Free Rad Biol Med* 9: 515-540; 1990.
 15. IBM SPSS, IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: USA.
 16. Sahin K, Onderci M, Sahin N, et al. Responses of quail to dietary vitamin E and zinc picolinate at different environmental temperatures. *Animal Feed Science and Technology* 2006; 129: 39-48.
 17. Sohail MU, Rahman ZU, Ijaz A, et al. Single or combined effects of mannan-oligosaccharides and probiotic supplements on the total oxidants, total antioxidants, enzymatic antioxidants, liver enzymes, and serum trace minerals in cyclic heat-stressed broilers. *Poultry Science* 2011; 90: 2573-2577.
 18. Tang S, Yin B, Xu J, et al. Rosemary reduces heat stress by inducing CRYAB and HSP70 expression in broiler chickens. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2018; 7014126.
 19. Al Daraji HJ. Influence of drinking water supplementation with licorice extract on certain blood traits of broiler chickens during heat stress. *Pharmacognosy Communications* 2012; 2: 29-33.
 20. Chen XL, Zeng YB, Liu LX. Effects of dietary chromium propionate on laying performance, egg quality, serum biochemical parameters and antioxidant status of laying ducks under heat stress. *Animal* 2021; 15: 100081.
 21. Dayou S, Lin B, Qian Q, et al. Impact of gut microbiota structure in heat-stressed broilers. *Poultry Science* 2019; 98: 2405-2413.
 22. Adineh H, Naderi M, Yousefi M, et al. Dietary licorice (*Glycyrrhiza glabra*) improves growth, lipid metabolism, antioxidant and immune responses, and resistance to crowding stress in common carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture Nutrition* 2021; 27: 417-426.
 23. Zhang S, Ou J, Luo Z, et al. Effect of dietary b-1,3-glucan supplementation and heat stress on growth performance, nutrient digestibility, meat quality, organ weight, ileum microbiota, and immunity in broilers. *Poultry Science* 2020; 99: 4969-4977.
 24. Liu YL, Ding KN, Shen XL, et al. Chronic heat stress promotes liver inflammation in broilers via enhancing NF-κB and NLRP3 signaling pathway. *BMC Veterinary Research* 2022; 18: 289.
 25. Gokce E, Akat F, Dursun AD, et al. Effects of eccentric exercise on different slopes. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2019; 19: 412-421.
 26. Ozler A, Turgut A, Görük NY, et al. Evaluation of the protective effects of CoQ 10 on ovarian I/R injury: An experimental study. *Gynecol Obstet Invest* 2013; 76: 100-106.
 27. Sarica S, Aydın H, Ciftci G. Effects of dietary supplementation of some antioxidants on liver antioxidant status and plasma biochemistry parameters of heatstressed quail. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 2017; 5: 773-779.
 28. Canogullari Dogan S, Baylan M, Erdoğan Z, et al. The effects of licorice (*Glycyrrhiza glabra*) root on performance, some serum parameters and antioxidant capacity of laying hens. *Brazilian Journal of Poultry Science* 2018; 20: 699-706.
 29. Reda FM, El-Saadony MT, El-Rayes TK, et al. Dietary effect of licorice (*Glycyrrhiza glabra*) on quail performance, carcass, blood metabolites and intestinal microbiota. *Poultry Science* 2021; 100: 101266.
 30. Abdulkadir A, Reddy D. A scoping review of the impact of heat stress on the organs of the Japanese quail (*Coturnix japonica*). *The Journal of Basic and Applied Zoology* 2023; 84: 8.
 31. Lin C, Shin DG, Park SG, et al. Curcumin dose-dependently improves spermatogenic disorders induced by scrotal heat stress in mice. *Food Funct* 2015; 6: 3770-3777.
 32. Shadmehr S, Tabatabaei SRF, Hosseinfar S, et al. Attenuation of heat stress-induced spermatogenesis complications by betaine in mice. *Theriogenol* 2018; 106: 117-126.
 33. Abd El-Emam MM, Ray MN, Ozone M. Heat stress disrupts spermatogenesis via modulation of sperm-specific calcium channels in rats. *Journal of Thermal Biology* 2023; 112: 103465.

34. Paul C, Murray AA, Spears N, et al. A single, mild, transient scrotal heat stress causes DNA damage, subfertility and impairs formation of blastocysts in mice. *Reproduction* 2008; 136: 73.
35. Rasooli A, Jalali MT, Nouri M, et al. Effects of chronic heat stress on testicular structures, serum testosterone and cortisol concentrations in developing lambs. *Anim Reprod Sci* 2010; 117: 55-59.
36. Ziaeiipour S, Rezaei F, Piryaei A, et al. Hyperthermia versus busulfan: Finding the effective method in animal model of azoospermia induction. *Andrologia* 2019; 51: e13438.
37. Aldahhan RA, Stanton PG, Ludlow H, et al. Acute heat-treatment disrupts inhibin-related protein production and gene expression in the adult rat testis. *Mol Cell Endocrinol* 2019; 498: 110546.
38. Sakr SA, Shalaby SY. Carbendazim-induced testicular damage and oxidative stress in albino rats: Ameliorative effect of licorice aqueous extract. *Toxicol Ind Health* 2014; 30: 259-267.
39. Bhusari S, Hearne LB, Spiers DE, et al. Transcriptional profiling of mouse liver in response to chronic heat stress. *J Therm Biol* 2008; 33: 157-167.
40. Malyar RM, Tanha J, Ziauddin Z, et al. Amelioration of heat stress-induced hepatic injury in wistar rats by zinc-enriched probiotics: Role of hepatic antioxidant status and serum enzymes activity. *Pure Appl Biol* 2021; 10: 1494-1503.
41. Chen Y, Cheng Y, Wen C, et al. Protective effects of dietary mannan oligosaccharide on heat stress-induced hepatic damage in broilers. *Environmental Science and Pollution Research* 2020; 27: 29000-29008.
42. Tang LP, Liu YL, Zhang JX, et al. Heat stress in broilers of liver injury effects of heat stress on oxidative stress and autophagy in liver of broilers. *Poultry Science* 2022; 101: 102085.
43. Zhang J, Schmidt CJ, Lamont SJ. Transcriptome analysis reveals potential mechanisms underlying differential heart development in fast- and slow-growing broilers under heat stress. *BMC Genomics* 2017; 18: 295.
44. Reigada I, Moliner C, Valero MS, et al. Antioxidant and Antiaging effects of licorice on the *Caenorhabditis elegans* Model. *J Med Food* 2020; 23: 72-78.