

KANATLILARDA STRES

(Derleme)

E. Ebru ONBAŞILAR¹

Stress in poultry (A review)

SUMMARY

Stress is the interaction between stress factors and protective reactions of organism. Stress can be determined by the parameters of health, production, behaviour and physiology. In commercial production, poultry must be away from stressors in order to be healthy and productive.

KEY WORDS: Poultry, stress, stressors, determination of stress

ÖZET

Stres, stres etmenleri ile organizmanın savunma reaksiyonları arasındaki karşılıklı etkileşimdir. Stres; sağlık, verim, davranış ve fizyolojik parametreler ile belirlenebilir. Ticari üretimde tavukların sağlıklı ve verimli olmaları için onların stres koşullarından uzak tutulması gerekmektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Kanatlı, stres, stres etmenleri, stresin belirlenmesi

GİRİŞ

Sanayi devrimi, yirminci yüzyılın ikinci yarısında, gelişmiş ülkelerde her üretim alanında üretimin ve ürün kalitesinin artması ile sonuçlanmıştır. Hayvansal üretim ve özellikle de tavukçuluk, bu gelişmelerden etkilenerek entansif bir yapı kazanmıştır.

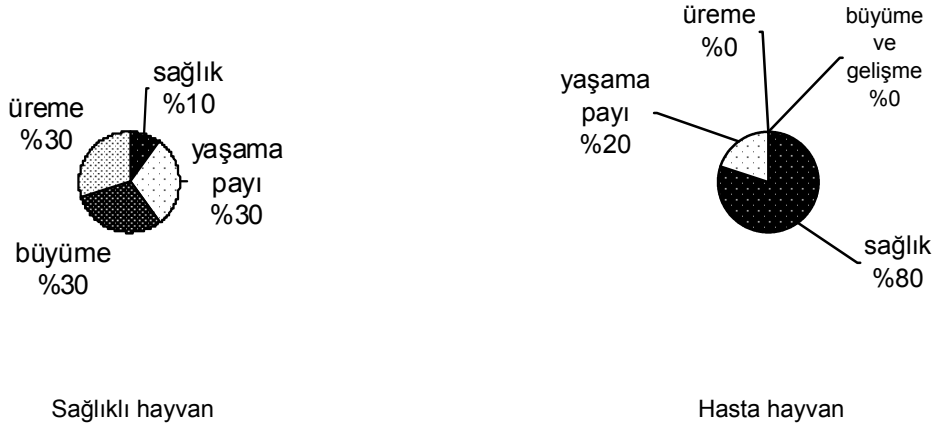
Geçen yüzyılda hayvansal üretim teknikleri sürekli olarak geliştirilmiş, hayvan ıslahı, bakım ve besleme, sağlık koruma, ürünlerin işlenip pazarlanması gibi konularda pek çok yenilik uygulama alanına konulmuştur.

Son yıllarda "entansif hayvancılık" modeli "sürdürülebilir hayvancılık" modeline dönüşmeye başlamıştır. Sürdürülebilir üretim şekli; toprak, su, bitki ve hayvan gen kaynaklarının korunduğu, çevre ile dost, teknik olarak yeterli, ekonomik olarak yürütülebilir ve sosyal olarak kabul edilebilir bir üretim şeklidir (Zwart ve ark. 2003).

Sürdürülebilir hayvancılıkta hayvan hakları ve hayvan refahı da önem kazanmıştır. Bunun bir nedeni günümüz insanların hayvan haklarına ve türlerin korunmasına gösterdikleri saygının artması diğer bir nedeni ise günümüzde kullanılan üstün verimli ve birörnek ticari hayvan sürülerinin stres faktörlerine karşı duyarlılıklarının artmış olmasıdır. Islah çalışmalarının sonucunda üstün verimli hayvanlar elde edilmiş fakat bunların çevre

koşullarına duyarlılıkları da artmıştır. Sürülerde ekonomik verimleri kontrol eden genlerin frekansları devamlı olarak artırılırken bazı faydalı genlerin gözden kaçtığı veya negatif genetik korelasyonlar gibi başka nedenlerle sürülerde frekanslarının azaldığı söylenebilir. Kötü çevre koşulları bu sürülerde daha kolay ve daha çabuk stres oluşturabilmektedir. Stres sonucunda kanatlı vücudunda önce hızlı ve geçici, daha sonra kalıcı ve geri dönüşümü olmayan bazı değişiklikler oluşmaktadır. Bunun sonucunda verim düşüklükleri ve hastalıklara karşı direncin azalması kaçınılmazdır. Hayvan vücudunda besin maddelerinin paylaşımı bakımından yaşama payı, büyüme, üreme ve sağlık gibi vücut fonksiyonları arasında daima bir yarış vardır. Sağlıklı bir hayvan besin madde tüketiminin %10' unu sağlığını devam ettirmek, geri kalanını da 3 eşit parçaya üreme, büyüme ve yaşamını devam ettirmek için kullanır (Şekil 1). Hasta hayvanda büyüme ve üreme durur, yaşama payı azalır ve hayvan sağlığını korumak için mücadele eder. Hasta hayvan tükettiği besin maddelerini öncelikle sağlığını düzeltmek ve stresi yenmek için kullanır (Zulkifli ve Siegel, 1995; Gross ve Siegel, 1997; Siegel ve Gross, 2000). Stres etmeni, hayvanların bağıışıklık gücünü baskılayarak hastalık etkenlerine karşı korunmasız hale gelmelerine yol açar (Neumann, 1998).

1: Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootehni A.B.D. ANKARA
E-posta: obasilar@veterinary.ankara.edu.tr



Şekil 1. Sağlıklı ve hasta hayvanda besin madde kaynaklarının kullanımı (Siegel ve Gross, 2000).

STRESİN TANIMI VE MEKANİZMASI

Organizma birçok düzenleyici kontrol sistemlerine ve değişebilen davranış programlarına sahiptir. Bunlar sayesinde çeşitli etkilere karşı koyabilir veya gerektiğinde uyum sağlayabilir. Bu olaylar organizmanın adaptasyon mekanizması ile sağlanır. Adaptasyonu sağlamakla görevli olan mekanizmalar her zaman fizyolojik dengeyi koruyamaz (Akçapınar ve Özbeyaz, 1999). Stres, stres etmenleri ile organizmanın savunma reaksiyonları arasındaki karşılıklı etkileşim olarak tanımlanmaktadır (Freeman, 1987).

Strese cevap, homeostasisi tehlikeye sokan stres etmeninin merkezi sinir sistemi tarafından algılanmasıyla başlar. Bu cevap; alarm, adaptasyon ve tükenme devresi olmak üzere 3 bölümde incelenir (Siegel, 1971; 1985).

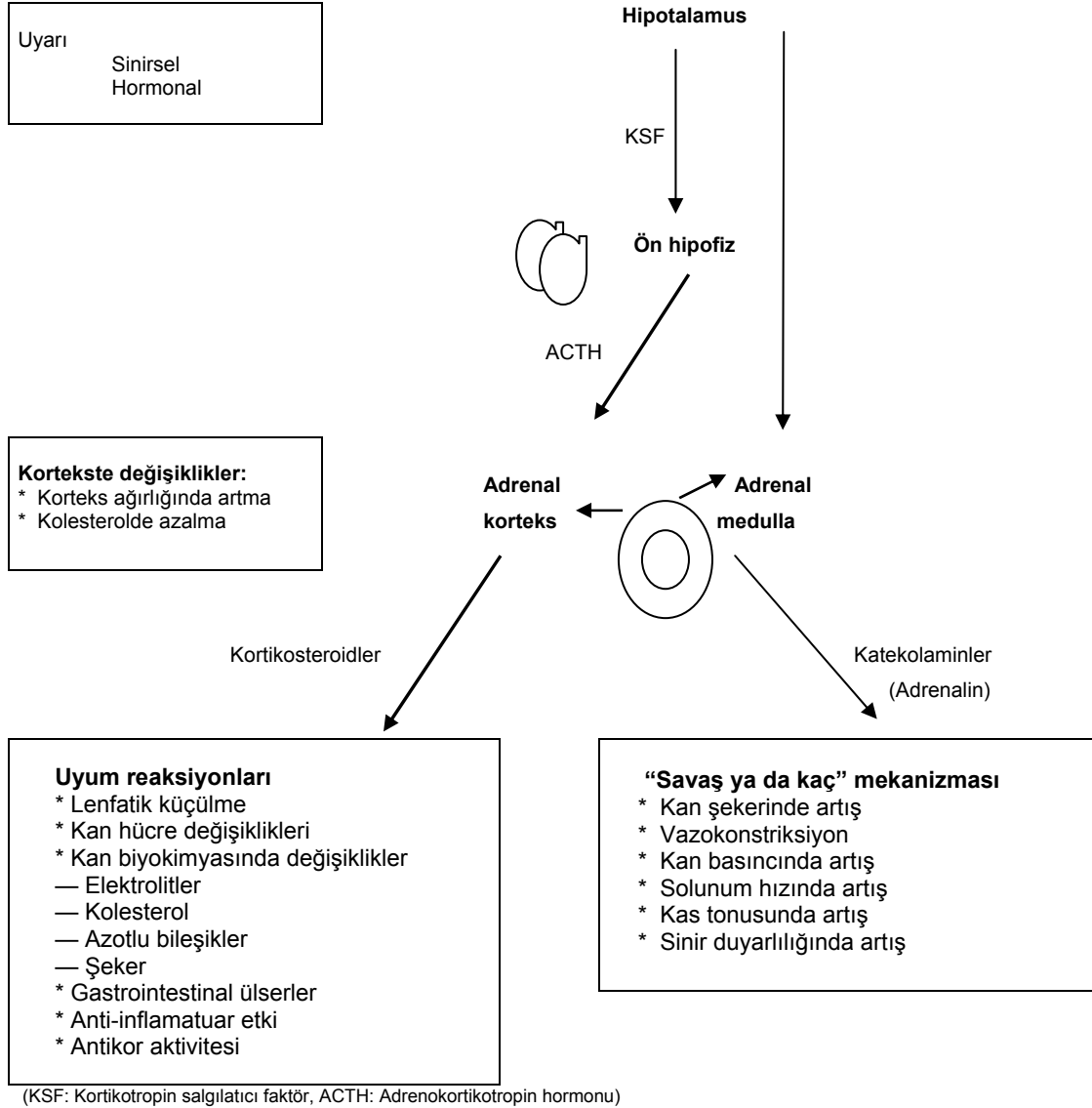
Alarm safhasında merkezi sinir sistemi ile adrenal medulla önemli rol oynar. Stres etmeni organizmada ilk olarak sinirsel-hormonal olaylar serisini başlatır. Bu sinirsel uyarı hipotalamusa ulaşmakta ve sinirsel-hormonal faktöre çevrilmiştir (Şekil 2). Hipotalamusdan salgılanan kortikotropin salgılatıcı faktör (CRF), hipofizeal portal damar sistemi aracılığı ile ön hipofizi uyarmakta, buradan adrenokortikotropin (ACTH) hormonu salgılanmaktadır. ACTH, kan dolaşımı ile adrenal bezlere ulaşır ve glikokortikoidlerin salgılanmasını artırır. Bu basamakların yeterli düzeye gelmesi belirli bir süre gerektirdiğinden çevredeki stres etmenleri ile karşılaşıldığında vücuttaki ilk cevap, uyumdan ziyade savaşmak şeklinde olmaktadır. Bu durum bazı araştırmacılar tarafından 'savaş yada kaç' mekanizması olarak adlandırılmaktadır. Bu cevap adrenal medulladan adrenalin veya noradrenalinin ani salınımı ile düzenlenmekte ve enerji üretiminde artma ile sonuçlanmaktadır. Sinir sisteminin uyarılara cevap verebilmesi için enerji üretiminin artırılması gerekmektedir. Nörojenik aminler enerji

reaksiyonlarında etkili olan hepatik adenilsiklaz enzimini aktive ederek, karaciğerde glikojenin glikoza dönüşmesini sağlarlar (Siegel, 1971; 1985).

Stresin alarm devresinde hipokloremi oluşmakta ve kan yoğunluğu artmaktadır. Adrenal medulladan salınan adrenalin ve sempatik sinir uçlarından salınan noradrenalin aracılığı ile kalp atım hızı, kan basıncı ve solunum hızı artmakta, kan şekerinde ise ani bir yükselme görülmektedir (Hill, 1983).

Alarm reaksiyonlarını ortaya çıkaran stres etmeninin etkisi uzun sürerse organizma adaptasyon devresine girer. ACTH'nın hipofiz ön lobundan salınımı ile kanatlılarda önemli bir steroid olan kortikosteronun üretimi artar, timus, dalak ve periferik lenf düğümleri küçülür, hipofiz lobu büyür ve adrenal bezlerin ağırlıkları artar. Dolaşımda lenfositlerin sayısı azalırken heterofillerin sayısı artar (Siegel, 1985).

Adrenal korteks dokusunda oluşan glikokortikoidler; adrenal medullaya geçerek feniletolamin-N-metil transferaz enzimini aktive edip noradrenalinin adrenaline dönüşümünü düzenlerler (Hill, 1983). Adrenal korteksin sürekli uyarılması kortikosteroidlerin dolaşımda sürekli yüksek konsantrasyonda kalmasına yol açarak kardiyovasküler ve gastrointestinal hastalıklar ile hiperkolesterolemi, metabolik bozukluklar ve immunolojik fonksiyonlarda değişikliklere neden olup yangısal olayları baskılamakta ve lenfositlere bağlı savunma reaksiyonlarını yavaşlatmakta ve antikor üretimini engellemektedir. Bağışıklık gücündeki etkiler, genetik faktörler ile yemden büyük oranda etkilenir (Siegel, 1985). Glikokortikoidlerin sürekli salınması organizmanın kondüsyonunu bozar. Bu durum protein yıkımı, yağlanmanın artması ve hiperglisemi gibi metabolik bozukluklar şeklinde ortaya çıkar. Hastalıklara karşı duyarlılığın artması entansif kümes sistemlerinde oldukça önemlidir. Stres etmeninin etkisi devam ederse organizma son devre olan tükenme devresine girer ve ölüm şekillenir.



Şekil 2. Stresin mekanizması (Siegel, 1971).

Stresi ölçmede en büyük sorun strese karşı oluşan cevaptaki hayvanlar arası varyasyondur (Moberg, 1985). Strese karşı oluşan cevap, daha önceki deneyim (Moberg, 1985; Mason ve ark. 1991), genetik faktörler (Marple ve ark. 1972), yaş (Blecha ve ark. 1983), sosyal ilişki (Henry, 1992) ve insan- hayvan etkileşimi (Hemsworth ve ark. 1981) olmak üzere pek çok faktör tarafından etkilenir. Eğer kanatlı aynı stres etmeniyle daha sonra tekrar karşılaşırsa uyum oluşur ve fizyolojik cevaplar meydana gelir. Örneğin tavukların akut ısı stresine civciv döneminde maruz kalmaları onların daha sonraki yaşamlarında ısıya karşı tolerans geliştirmelerine neden olabilir. Popülasyon içinde bireyler farklı genetik kapasiteye sahiptirler ve o yüzden aynı stres etmenlerine farklı cevap

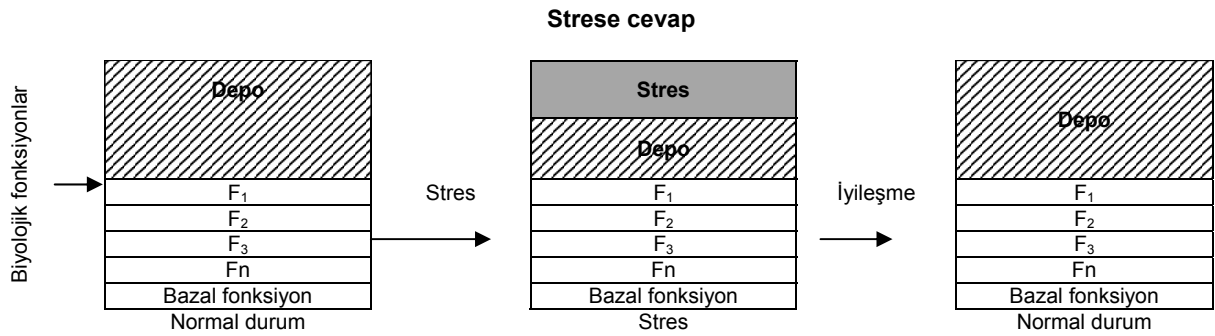
verebilirler. Yetiştiricilikte stres etmenlerine karşı düşük cevap veren hatlar seçilebilir (Gross ve Siegel, 1985; Jones ve Satterlee, 1996).

Organizmada oluşan değişikliklerin stres etmenini ortadan kaldırıp kaldıramayacağı önemli değildir. Oluşan değişiklikler stresten önce oluşan biyolojik aktivitelerin yönlerini değiştirir. Örneğin enerji, normal olarak büyüme ya da üreme için kullanılırken bu durumda stres etmenini yenmek için kullanılır. Stres boyunca biyolojik fonksiyonlardaki değişiklikler stresin biyolojik maliyetidir. Pek çok stres etmeni için biyolojik maliyet stres kısa süreli olduğunda önemli değildir. Stresin uzun sürdüğü veya ciddi olduğu durumlarda biyolojik maliyet önem taşır (Moberg, 2000).

Biyolojik fonksiyonlardaki değişiklik bağımsızlık gücünü baskılar. Hastalık, uzun dönemli stresin sadece patolojik bir sonucudur. Stres büyüme ve üremeyi baskılar. Hayvanlar yaşamlarında kısa dönemli stresin üstesinden gelebilecek mekanizmaları geliştirebilir, ya stres etmeninden kaçır ya da yenik düşebilir. Hayvan için önemli olan stresin bedeli değil, yaşamını devam ettirebilmesidir. Biyolojik maliyet vücut depolarından karşılandığında diğer biyolojik fonksiyonları etkilemez. Örneğin stres boyunca vücut glikojen depolarından kullanır. Stres altında salgılanan katekolaminler glikojeni hazır kullanılabilir glikoza ya da glikoneogenezis için gerekli diğer metabolik ürünlere dönüştürür. Stres etmeninin üstesinden gelindiğinde glikojen depoları

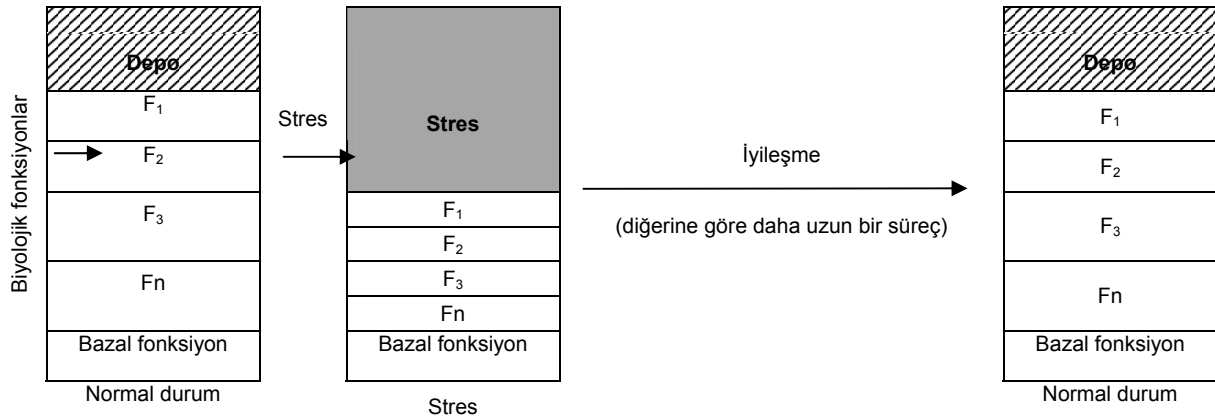
çabucak glikoneogenezis tarafından stres öncesi düzeyine döndürülür. Orta dereceli stresin biyolojik fonksiyonlara etkisi Şekil 3'de gösterilmektedir (Moberg, 2000).

Daha ciddi bir stres etmeniyle karşılaşıldığında ve biyolojik depolar yetersiz kaldığında kaynaklar diğer biyolojik fonksiyonlara kaydırılır. Örneğin büyüme ve üreme faaliyetleri minimum düzeye indirilir. Bu durumda hayvan patolojik hastadır. Stres sonlandığında ise hayvan biyolojik fonksiyonlarını düzeltir. Fakat iyileşme dönemi daha uzun sürer (Şekil 4). Akut stres genellikle tek stres etmenine maruz kalınması sonucu oluşur, kısa olmasına rağmen stres etmeninin biyolojik maliyeti biyolojik fonksiyonları değiştirmeye yeterlidir (Moberg, 2000).



F₁ - F_n çeşitli biyolojik fonksiyonlardır. Bu stresde sadece depolar stres etmenini yenmede yeterli olmakta ve iyileşme ile bu depolar tekrar yenilenmektedir

Şekil 3. Orta dereceli stresin biyolojik fonksiyonlara etki şeması. (Moberg, 2000).



F₁ - F_n çeşitli biyolojik fonksiyonlardır. Bu durumda iyileşme dönemi daha uzun sürmektedir

Şekil 4. Ciddi bir stres etmeninin diğer biyolojik fonksiyonları etkilemesi. (Moberg, 2000).

STRES OLUŞTURAN FAKTÖRLER VE STRES PARAMETRELERİ

Hayvan sağlığı doğrudan halk sağlığını ve gıdaların güvenilirliğini etkilemektedir. Stres altında bulunan hayvanlar daha kolay hastalanmakta ve hasta hayvanın sağlığını düzeltmek için daha fazla ilaç kullanılmaktadır. Buna bağlı olarak hayvansal

ürünlerde ilaç kalıntıları artmakta ve bu durum halk sağlığını tehdit etmektedir. Hayvan sağlığı ve gıda güvenliğinin anahtar faktörü olarak "sürü sağlık denetim hizmetleri" içerisinde "sürü refahı" önemli bir unsurdur. Bu nedenle hayvanlarda oluşan stres faktörleri dikkatle incelenmelidir.

Organizma çeşitli iç ve dış faktörlerin (açlık, korku, sıcaklık değişimi, gürültü, sıkışıklık,

enfeksiyonlar vb.) etkisi altındadır. Organizmada savunma uyandırıcı etkilere stres faktörleri denir (Akçapınar ve Özbeyaz, 1999). Aşırı sıcak ve soğuk koşullar, yemle alınan çeşitli toksinler (özellikle mikotoksinler), kötü bakım koşulları (damızlıkların sağlığı, birim alana düşen hayvan sayısı, kötü kuluçka koşulları, taşıma sırasındaki hatalar, beslenme vb), bazı enfeksiyonlar ve kimyasal maddeler önemli stres faktörleri olarak bilinmektedir. Ticari üretimde hayvanların sağlıklı ve verimli olmaları için onların stres koşullarından uzak tutulması gerekmektedir. Stresli ortamlarda barındırılan tavuklarda yumurta veriminin daha düşük olduğu gözlenmiştir (Mench ve ark. 1986; El-Lethey ve ark. 2000).

Stres pek çok faktörden etkilendiğinden belirlenmesi oldukça zordur. Stresi belirlemede sağlık, verim, davranış ve fizyoloji olmak üzere dört parametre kullanılır (Mench, 1992). Fizyolojik cevap sonucunda; kalp atım hızı, kortikosteron ve katekolamin sentezi artar, başışıklık baskılanır, büyüme yavaşlar ve üreme hormonlarının düzeyinde değişiklikler meydana gelir (Freeman, 1976).

Odihambo Mumma ve ark. (2006) stres durumunda etlik piliçlerde besin madde sindirilebilirliğinin yumurta tavuklarında ise besin madde emiliminin azaldığını bildirmişlerdir.

Kortikosteron salınımındaki bireysel farklılıklar pek çok iç ve dış faktörlerdeki değişimlerden (cinsiyet, yaş, ırk, ovulasyon, günlük fotoperiyot, mevsim, tüy değiştirme, yemleme, sosyal durum ve analiz tekniği) etkilenebilir (Jones ve ark. 1988; 1994). Kortikosteronun sabahki düzeyi; akşamki düzeyinden daha yüksek çıkmaktadır. Yumurta veriminin en yüksek olduğu 29–33. haftalarda akşam kortikosteron düzeyindeki artış, artan ovulasyon oranı ile ilgili olarak artan steroid üretiminden (Beuving, 1981) veya yumurtlama öncesi aktiviteden kaynaklanabilir (Cunningham ve ark. 1988).

Stresin immun sistem üzerine önemli etkileri bulunduğu bildirilmiştir (Guyton, 1986). Bazı araştırmacılar (Gross ve Siegel, 1983; Beuving ve ark. 1989; Maxwell 1993), kanda heterofil lenfosit (H-L) oranındaki artışın, kanatlılarda kronik stres belirleyicisi olduğunu vurgulamaktadırlar. Onbaşılar ve Aksoy (2005) yumurta tavuklarında kafes sıklığının birden beşe artmasıyla H-L oranının 0.62'den 0.95'e yükseldiğini bildirmişlerdir. Bu farklılık, dolaşımda artan kortikosteron düzeyinin dolaşımdaki heterofil sayısını artırırken lenfosit sayısını azaltmasıyla açıklanabilir.

Kolesterol, glikoz ve trigliserid düzeyleri kanatlılarda stres parametreleri olarak kullanılmaktadır. Glikokortikoidlerin kan glikoz düzeyini artırması nedeniyle (Simon, 1984) kan glikoz düzeyindeki artış, stresin önemli bir göstergesi olarak nitelendirilmiştir. Tavuklarda yapılan bir çalışmada, ACTH enjekte edilen hayvanların kan glikoz düzeyi 287 mg/dl olarak belirlenirken, kontrol grubunun kan glikoz düzeyi 260 mg/dl olarak kaydedilmiştir (Emre ve ark. 1994). Odihambo

Mumma ve ark. (2006) 7 gün boyunca yumurta tavuklarına 8 IU ACTH/kg canlı ağırlık verilmesinin kortikosteron düzeyini 4470 ng/ml'den 10280 ng/ml'ye, glikoz düzeyini 202 mg/dl'den 554 mg/dl'ye ve kolesterol düzeyinin 121 mg/dl'den 202 mg/dl'ye yükselttiğini bildirmişlerdir. Etlik piliçler ve yumurtacı tavuklarda kan parametreleri yönünden strese verilen cevaptaki tek farklılık trigliserid düzeyidir. Stres sonucunda trigliserid düzeyi yumurtacı tavuklarda azalırken etlik piliçlerde artmaktadır (Odihambo Mumma ve ark. 2006).

Dış görünüş farklılıkları da (tüylenme durumu, deri yaralanmaları) stres belirteci olarak kullanılabilir (Quart ve Adams, 1982; Craig ve ark. 1986; Ramos ve ark. 1986). Davami ve ark. (1987), kafes sıklığı arttıkça (tavuk başına düşen alan 420 cm²'ye düşürülünce) tüylenme durumu ve ayak sağlığında bozulma olduğunu bildirmişler (P<0.05) fakat boyun yaralanmalarında ve tırnak uzunluğunda önemli bir fark saptamamışlardır. Hill (1975), kafes yoğunluğu arttıkça ayak sağlığının bozulduğunu bildirmiştir. Tauson (1980)'a göre; ayak yaralanmaları; büyük oranda bireysel tavuk davranışı, kafes dizaynı ve materyalinden etkilenmektedir. Hughes ve Black (1974) ise tavuk sıklığı arttıkça gagalama olayının da arttığını gözlemişlerdir.

SONUÇ

Sonuç olarak, sürdürülebilir bir hayvansal üretim uygulamasında tavuklarda stres oluşturan faktörlerin bilinmesi önemlidir. Stres belirtilerinden faydalanarak tavuklar için gerekli olan optimum yaşam koşulları hakkında daha fazla bilgi edinilebilmektedir.

KAYNAKLAR

- Akçapınar H, Özbeyaz C (1999). Hayvan Yetiştiriciliği Genel Bilgileri. Ankara: Kariyer Matbaacılık.
- Beuving G (1981). The influence of ovulation and oviposition and corticosterone levels of laying hens. *Gen Comp Endocrinol*, 44: 382–388.
- Beuving G, Jones RB, Blokhuis H.J (1989). Adrenocortical and heterophil/lymphocyte responses to challenge in hens showing short or long tonic immobility reactions. *Br Poult Sci*. 30: 175–184.
- Blecha F, Pollmann DS, Nichols DA (1983). Weaning pigs at an early age decreases cellular immunity. *J Anim Sci*, 56: 396–400.
- Craig JV, Vargas Vargas J, Milliken GA (1986). Fearful and associated responses of White Leghorn hens: effects of cage environments and genetic stocks. *Poult Sci*, 65: 2199–2207.
- Cunningham DL, Van Tienhoven A, Gvaryahu G (1988). Population size, cage area, and dominance rank effects on productivity and well-being of laying hens. *Poult Sci*, 67: 399.
- Davami A, Wineland MJ, Jones WT, Ilardi RL, Peterson RA (1987). Effects of population size, floor space, and feeder space upon productive performance, external appearance, and plasma corticosterone concentration of laying hens. *Poult Sci*, 66: 251–257.

- El-Lethey H, Aerni V, Jungi TW, Wechsler B (2000). Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. *Br Poult Sci*, 41: 22-28.
- Emre B, Sulu N, Hatipoğlu Ş, Çınar A (1994). C vitamini uygulanan ve uygulanmayan tavuklarda ACTH'nın glikoz ve insülin düzeylerine etkisi. *AÜ Vet Fak Derg*, 41: 10-17.
- Freeman BM (1976). Stress and the domestic fowl: a physiological reappraisal. *World's Poult Sci J*, 32: 249-256.
- Freeman BM (1987). The stress syndrome. *World's Poult Sci J*, 43: 15-19.
- Gross WB, Siegel HS (1983). Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Dis*, 27: 972-979.
- Gross WB, Siegel PB (1985). Selective breeding of chickens for corticosterone response to social stress. *Poult Sci*, 64: 2230-2233.
- Gross WB, Siegel PB. (1997). Why some get sick. *J Appl Poult Sci*, 6: 453-460
- Guyton AC (1986). *Textbook of Medical Physiology*, 7th Ed., Philadelphia: W.B. Saunders Co.
- Henry JP (1992). Biological basis of the stress response. *Integrative Physiol. Behav Sci*, 27: 66-83.
- Hemsworth PH., Barnett JL, Hansen C (1981). The influence of handling by humans on the behaviour, growth and corticosteroids in the juvenile female pig. *Hormones and Behavior*, 15: 396-403.
- Hill AT (1975). Foot sore incidence among de-clawed Leghorn-type layers, as affected by strain, density and birds per cage. *Can J Anim Sci*, 55: 165-166.
- Hill JA (1983). Indicators of stress in poultry. *World's Poult Sci J*, 39: 24-32.
- Hughes BO, Black AJ (1974). The effect of environmental factors on activity, selective behavior patterns and fear of fowls in cages and pens. *Br Poult Sci*, 16: 375-380.
- Jones RB, Beuving G, Blokhuis HJ (1988). Tonic immobility and heterophil/lymphocyte responses of the domestic fowl to corticosterone infusion. *Physiol Behav*, 42: 249-253.
- Jones RB., Satterlee DG, Ryder FH (1994). Fear of humans in Japanese quail selected for low or high adrenocortical response. *Physiol Behav*, 56: 379-383.
- Jones RB, Satterlee DG (1996). Threat-induced behavioral inhibition in Japanese quail genetically selected for contrasting adrenocortical response to mechanical restraint. *Br Poult Sci*, 37: 465-470.
- Marple DN, Aberle ED, Forrest JC, Blake WH, Judge MD (1972). Endocrine responses of stress susceptible and stress resistant swine to environmental stressors. *J Anim Sci*, 35: 576-579.
- Mason WA, Mendoza SP, Moberg GP (1991). Persistent effects of early social experience on physiological responsiveness. In: *Primate Today*, Ed.: A. Ehara, T. Kimura, D. Takenaka, M. Iwamoto, Elsevier Sciences Publishers, Amsterdam, p.: 469-471.
- Maxwell MH (1993). Avian blood leucocyte responses to stress. *World's Poult Sci J*, 49: 34-43.
- Mench JA (1992). The welfare of poultry in modern production systems. *Poult Sci Rev*, 4: 107-128.
- Mench JA, Van Tienhoven A, Marsh JA, McCormick CC, Cunningham DL, Baker RC (1986). Effects of cage and floor pen management on behavior, production, and physiological stress responses of laying hens. *Poult Sci*, 65: 1058-1069.
- Moberg GP (1985). Biological response to stress: key to assessment of animal well-being? In: *Animal Stress*, Ed.: G.P. Moberg, Bethesda, Maryland: American Physiological Society, p.: 27-49.
- Moberg GP (2000). Biological Response to Stress: Implications for Animal Welfare. In: *The Biology of Animal Stress. Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. Ed.: G.P. Moberg, J.A. Mench, New York: CABI Publishing, p.: 1-21.
- Neumann U (1998). The avian immune system and immunosuppression. In: *Kanatlılarda Bağışıklık Sistemi ve Bağışıklığın Baskılanması*. Ed: A. Özkul, Ankara: Veteriner Tavukçuluk Derneği.
- Odihambo Mumma J, Thaxton JP, Vizzier-Thaxton Y, Dodson WL (2006). Physiological stress in laying hens. *Poult Sci*, 85:761-769.
- Onbaşıl EE, Aksoy T (2005). Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions. *Livest Prod Sci*, 95: 255-263.
- Quart MD, Adams AW (1982). Effects of cage design and bird density on layers. 1. Productivity, feathering and nervousness. *Poult Sci*, 61: 1606-1613.
- Ramos NC, Anderson KE, Adams AW (1986). Effects of type of cage partition, cage shape and bird density on productivity and well-being of layers. *Poult Sci*, 65: 2023-2028.
- Siegel HS (1971). Adrenals, stress and the environment. *World's Poult Sci J*, 27: 327-349.
- Siegel HS (1985). Immunological responses as indicators of stress. *World's Poult Sci J*, 41: 36-44.
- Siegel PB, Gross WB (2000). *Livestock Handling and Transport*. CAB International. In: *General Principles of Stress and Well-being*, Ed.: T. Grandin, 2nd Ed., p.: 27-41.
- Simon J (1984). Effects of daily corticosterone injection upon plasma glucose, insulin, uric acid and electrolytes and food intake pattern in the chicken. *Diabetes and Metabolism*, 10, pp. 211-217.
- Tauson R (1980). Reactions of laying hens to different technical environments. In: *Swedish Univ Of Agric Sci Rep 77*, Uppsala: p.: 1-46.
- Zülkifli I, Siegel PB (1995). Is there a positive side to stress? *World's Poult Sci J*, 51: 63-76.
- Zwart D, Van Keulen H, Udo H, Noordhuizen J (2003). *Veterinary Science in the Context of sustainable livestock production*. Erişim: <http://www.zod.wau.nl/aps/papers.html>. Erişim Tarihi: 10.06.2003.