

Review
(Derleme)



J. Anim. Prod., 2019, 60 (2): 159-169

DOI: 10.29185/hayuretim.547128

Murat DURMUŞ  0000-0002-4221-7449
Nazan KOLUMAN  0000-0001-9888-1755

¹ Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü,
Sarıçam, Adana

Corresponding author: durmusm@cu.edu.tr

Yüksek Çevre Sıcaklığına Maruz Kalan Ruminant Hayvanlarda Meydana Gelen Hormonal Değişimler

Hormonal Changes in Ruminant Animals Exposed to High Environmental Temperature

Alınış (Received): 30.03.2019

Kabul tarihi (Accepted): 06.08.2019

Anahtar Kelimeler:

Stres hormonları, sıcaklık stresi, verim, refah, keçi, koyun.

Keywords:

Stress hormones, heat stress, yield, welfare, goat, sheep.

ÖZ

Stres, hayvanın karmaşık uyum düzeneğine baskı yapan ve çevreden gelen etkiler ile aldığı normal dışı durumdur. Stres faktörleri (stressörler) geniş kapsamlıdır; soğuk, sıcak, x- ışınları, yetersiz oksijen seviyesi, yüksek ses, korku, koku, yabancı cisimler ve kızgınlık bu kaynaklardan bir kısmıdır. Yüksek sıcaklık hayvanların refahını zorlar ve strese girmesine neden olur. Hayvanlarda oluşan korku ve stres, onlarda refah sorununun ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Böylece, bağışıklık, sinir ve endokrin sistemi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumda, hayvanın sağlık sorunları artar ve hayvanın yaşam süresi, kalitesi, verim düzeyi gibi parametrelerin olumsuz etkilenmesi sonucu ekonomik kayıplar kaçınılmaz olmaktadır. Stres altındaki hayvanlarda, kortizol salınımı, vücut ısısı ve nabız sayısının yükselmesi ile birlikte birçok hormonun etkilendiği fizyolojik bir değişim söz konusudur. Bu kapsamda böbrek üstü bezi hormonları (katekolaminler ve glukokortikoidler), üreme hormonları (ovaryum ve testis hormonları), büyüme hormonu (somatotrop hormon), tiroid hormonları (tiroksin ve triiodotironin) ve pankreas hormonlarının (insülin ve glukagon) salgılanmasında artış ya da azalış gerçekleşir. Yapılan derlemede, ruminant hayvanlarda hormonal değişim üzerine sıcaklık stresinin etkileri tartışılmıştır.

ABSTRACT

Stress is the unusual condition that an animal experiences due to the effects of the environment and pressures the complex adaptation mechanism of animal. Stress factors (stressors) are extensive and some of these sources include cold, heat, x-rays, insufficient oxygen levels, noise, fear, smell, foreign bodies and oestrus. High temperature strains the welfare of animals and causes stress. Fear and stress in animals cause welfare problems affecting their adaptation mechanisms. Thus, immune, nervous and endocrine systems are adversely affected. In this case, health problems of the animal increase and economic losses become inevitable as a result of negative effects of parameters such as life span, life quality and yield level of the animal. With the release of cortisol and the increase in body temperature and pulse rate, a physiological change in which many hormones are affected occur in animals under stress. In this context, there is an increase or a decrease in the secretion of adrenal hormones (catecholamines and glucocorticoids), reproductive hormones (ovarium and testicular hormones), growth hormone, thyroid hormones (thyroxine and triiodothyronine) and pancreas hormones (insulin and glucagon). This review discusses the effects of heat stress on hormonal changes in ruminant animals.

GİRİŞ

İnsanoğlu meydana geldiği günden bugüne nüfus her geçen yıl hızla artmış olmasına karşılık dünya üzerinde var olan doğal kaynakların miktarı hızla azalmaktadır. Bunun bir sonucu olarak günümüzde insanların yeterli ve dengeli beslenmesinde hayvansal gıdaların önemi giderek artmaktadır. Çünkü insanların

doğru bir şekilde beslenmesinin zihinsel ve bedensel gelişime ve de iş verimliliğine olumlu etkileri vardır (Akçay ve Vatansever, 2010). Söz konusu hayvanlar içerisinde ruminant hayvanlardan elde edilen kırmızı et, süt ve süt ürünleri insan beslenmesi için başka kaynaklardan karşılanamayacağı besin maddelerine

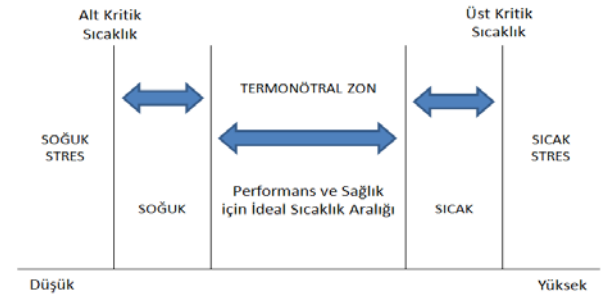


sahiptir. Bu nedenle artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılamak iki farklı yolla sağlanabilir. Birinci yol dünya üzerindeki söz konusu mevcut hayvan sayısını arttırarak ikincisi ise var olan hayvanlardan alınabilecek maksimum verimi sağlamaktır. Nüfusun artmasına paralel olarak artan betonlaşma dünyada hayvan beslemede kullanılan yem hammaddelerinin dünya üzerindeki ekim alanları ve üretim miktarları her geçen yıl azalmakta (Koyuncu ve Akgün, 2018), bunun sonucu olarak hayvansal gıdaların üretim maliyeti artmaktadır. Bu nedenle günümüzde bir hayvandan alınan verimin en üst seviyede olması bir zorunluluk haline gelmiştir. Çiftlik hayvanlarından maksimum verimin alınması için yetiştirilen hayvan türüne göre içinde bulunduğu çevrenin özellikle sıcaklık ve nem değerleri konfor bölge aralıklarında olması çok önemlidir. Sıcaklık ve nemin yüksek oluşu hayvanlarda stres oluşturmakta ve hayvan üzerinde davranışsal, fizyolojik ve metabolik olarak değişimlere neden olmaktadır (Yavuz ve Biricik, 2009; Sucu ve ark, 2015). Meydana gelen bu değişimler ise çiftlik hayvanlarından elde edilen verim miktarlarının düşmesine neden olmaktadır (Yavuz ve Biricik, 2009; Topuzoğlu ve Baştan, 2010; Sucu ve ark, 2015; Alkoyak ve Çetin, 2016). Mevcut derlemenin amacı, yüksek çevre sıcaklığı ve nem altında yetiştirilen ruminant hayvanlarda meydana gelen hormonal değişimlerin ortaya konmasıdır.

Sıcaklık Stresi

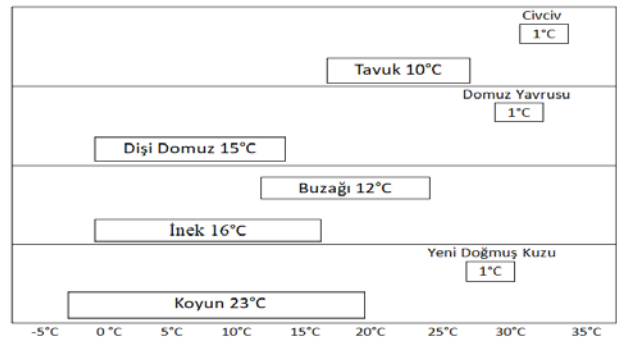
Çiftlik hayvanlarının yetiştirilmesinde ana hedef, en az maliyet ile maksimum kazanç elde ederek ekonomik bir üretim ile hayvancılıkta sürdürülebilirliği sağlamaktır. Çiftlik hayvanlarının yetiştirilmesinde sürdürülebilirlik; hayvanın genotipi, bulunduğu çevre koşulları ve besleme olmak üzere üç ana unsur tarafından etkilenir. Yapılacak olan üretim modeline göre uygun hayvan ırkı seçilirken seçilen ırkın verim miktarına göre de ihtiyaç duyduğu besin maddeleri yem ile sağlanır. Fakat hayvanın içinde bulunduğu çevre koşulları düşünüldüğünde özellikle yetiştirilen tür ve yaşa özel sıcaklık ve nem değerleri uygun değilse sıcaklık stresi kaçınılmaz olacaktır. Sıcaklık stresi ise hayvanlarda yem tüketiminin düşmesine (Ataman ve Çoyan 1997; Gücel, 2008; Çeşmeciöğlü ve Şirin, 2011; Yavuz, 2011; Anonim, 2019a), hayvan refahının olumsuz etkilenmesine (Yorulmaz, 2014; Sucu ve ark, 2015), verim miktarında düşmeye (Yavuz ve Biricik, 2009; Topuzoğlu ve Baştan, 2010; Anonim, 2019b) dolayısıyla ekonomik kayıplara (Arı, 2015; Kirdecı, 2015; Alkoyak ve Çetin, 2016; Koyuncu ve Akgün, 2018) neden olacaktır. Tüm bu nedenlerle yetiştiriciliği yapılan hayvan türü ve ırkının gereksinim duyduğu özellikle sıcaklık ve nem değerlerinin

bilinmesi, hayvanlardan elde edilecek maksimum verimin alınmasında önemli bir kriterdir. Hayvanların yaşadıkları çevre sıcaklıkları ve bağıl neme bağlı olarak Şekil 1'de görüldüğü gibi onların verimlerini etkileyecek üç farklı sıcaklık sınırı oluşmaktadır.



Şekil 1. Çevre Sıcaklığı ve Termal Kuşaklar
Figure 1. Environmental Temperature and Thermal Belts

Hayvanların optimal verim vermelerini destekleyen onlar için gerekli olan çevre şartlarına konfor (termonötral) bölge adı verilir. Bu sıcaklık dilimlerinde hayvanlar ile dış çevre arasında çok az miktarda ısı alışverişi olur ya da hiç olmaz. Çevre sıcaklığı bu bölgenin altına düştüğünde soğuk belli derecenin altına düştüğünde ise soğuk stres yaşanır. Çevre sıcaklığı söz konusu bölgenin üstüne çıktığında ise sıcak belli derecenin üstüne çıktığında ise sıcaklık stres yaşanır. Her tür için konfor bölge sıcaklık değerleri farklı olduğu gibi türler içi yaştaki sıcaklık hassasiyeti Şekil 2'de gösterildiği üzere farklıdır. Yavru hayvanların sıcaklık duyarlılık aralığı 1°C iken aynı türün ergin hayvanlarında bu sıcaklık hassasiyeti azalmaktadır.



Şekil 2. Türlerle Göre İdeal Ortam Sıcaklık Sınırları
Figure 2. Ideal Environment Temperature Limits According To Species

Ruminant hayvanlarda soğuk stresinden çok sıcaklık stresin hayvanlar üzerindeki olumsuz etkilerine odaklanılır. Çünkü soğuk stres durumunda hayvanlar vücut sıcaklığını yem tüketimini arttırarak kendisi dengeleyebilir (Anonim, 2019b). Fakat yükselen vücut

sıcaklığını dengelemede güçlük çekerler. Çiftlik hayvanları artan sıcaklığa ilk tepki olarak vücuda ekstra ısı kazanımını engellemek için yem tüketimini düşürür. Yem tüketiminin düşmesi mevcut olan optimum verimin alınmasına olanak tanımayacağından dolayı sıcaklık stresini bertaraf edici dışarıdan müdahale şarttır. Bu durumda gerek yetiştirme koşulları gerek hayvanlara uygulanan besleme uygulamaları düzenlenerek sıcaklık stresi önlenmeye çalışılır. Sıcaklık stresi, hayvanların bulunduğu ortamdaki sıcaklık ve nem ile ilişkilidir. Hayvanların strese girmesine neden olan en önemli faktör ortamdaki nemdir. Sıcaklık ve bağıl nem ilişkisinin gösterildiği Şekil 3'teki grafik, düşen her birim sıcaklık değeri için ortamın daha yüksek düzeyde bağıl neme sahip olması durumunda hayvanda oluşacak stresin düzeyini göstermektedir. Sıcaklık-bağıl nem tablosunda görüldüğü gibi hayvanların refahını ve verimini etkileyen asıl unsurun sıcaklığın nem ile interaksiyon etkisidir (Anonim, 2019a). Bu bileşkede bağıl nem değeri yükseldikçe daha düşük sıcaklık değerinde hayvanın strese girerek verim kaybı yaşayacağı, eğer önlem alınmaz ise sıcaklık ve bağıl nemin birlikte yüksek olduğu ve şekil üzerinde kırmızı renkle işaretlenmiş sınırlarda ölümlere neden olacağı görülmektedir. Ayrıca şekildeki yeşil renkli sınırlarda sıcaklık stresinin olmadığı, sarı renkli sınırlarda orta şiddetli sıcaklık stresinin olduğu ve turuncu renkli sınırlarda ise şiddetli sıcaklık stresinin yaşanacağı belirtilmektedir (Anonim, 2019c).

Sıcaklık °C	Nispi/Relatif Nem (%)									
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
22	66	66	67	68	69	69	70	71	72	
24	68	69	70	70	71	72	73	74	75	
26	70	71	72	73	74	75	77	78	79	
28	72	73	74	76	77	78	80	81	82	
30	74	75	77	78	80	81	83	84	86	
32	76	77	79	81	83	84	86	88	90	
34	78	80	82	84	85	87	89	91	93	
36	80	82	84	86	88	90	93	95	97	
38	82	84	86	89	91	93	96	98	100	
40	84	86	89	91	94	96	99	101	104	
42	86	89	92	94	97	100	103	105	108	
44	88	91	94	96	99	102	105	108	111	
46	90	93	96	99	102	106	109	112	115	
48	92	95	98	102	105	108	111	115	118	

Şekil 3. Sıcaklık-Bağıl Nem İlişkisi

Figure 3. Temperature-Relative Humidity Relationship

Dış çevrede veya vücudun kendisinde bir değişiklik sonucu hücrede veya doku sıvısında meydana gelen kimyasal veya fiziksel dengesizlik fizyolojik stres olarak tanımlanmaktadır (Kocatürk, 2000). Normal fizyolojik durumdan farklı şartlarda bulunma hayvanlarda stres yaratmaktadır (Cengiz, 2001). Hayvanlar çevredeki sıcaklığın artmasına bağlı olarak vücut sıcaklığını

ayarlamada güçlük çekmekte ve metabolik olarak kendi organizması içinde önlemler almaktadır. Örneğin; evaporasyon yoluyla vücuttan ısı kaybını arttırmak için solunum sayısını artırır (Üstün, 2011). Yüksek sıcaklık altında gözlenen bu fizyolojik değişimler yanında hayvanlarda bir de genel stres reaksiyonu meydana gelir. Şekil 4'te gösterilen bu reaksiyon 3 fazda gerçekleşir. Organizmanın stresi sinirsel yolla tanıdığı 1. faza alarm fazı denmektedir (Gücel, 2008). Bu fazda; kan basıncı, kas ve sinirsel hassasiyet, solunum sayısı ve kan şekeri düzeyi artmaktadır (Altınçekiç ve Koyuncu, 2012). Böylece merkezi sinir sisteminin tanıdığı stres hipotalamusa iletilmekte, hipotalamusun uyarılmasıyla hipofizin ön lobundan adrenokortikotropin (ACTH) salgılanması için kortikotropin salgılatıcı faktör (CRF) hipotalamustan salgılanır. Bu durumda kanda artan ACTH böbrek üstü adrenal bez korteksine bağlanarak kana kortizol ve adrenalin salgılatır. Böylece stres reaksiyonunun 2. fazı olan karşı koyma fazı devreye girer (Gücel, 2008). Kana verilen bu hormonlar nabız, kan basıncı ve solunum hızını artırır, kan şekerinde ise ani bir yükselmeye sebep olur. (Altınçekiç ve Koyuncu, 2012). Bu değişimler strese cevap olarak vücudu uyanık tutmak ve her an harekete geçirmek içindir. Genel stres reaksiyonunun ilk iki fazında ortaya çıkan bu değişimler stresin bertaraf edilmesinde yetersiz kalırsa önce stres uzayacak hipertansiyon ve ülser gibi hastalıkları geliştirecek sonrasında ise stresin üçüncü fazı olan ölüm fazı kaçınılmaz olacaktır (Yorulmaz, 2014).



Şekil 4. Stres Durumunda Hormonların Kontrol Mekanizması

Figure 4. Control Mechanism of Hormones in The Event of Stress

Sıcaklık Stresini Kontrol Etmede Rol Oynayan Hormonlar

Merkezi Sinir Sistemi ve endokrin sistemi, stresin algılanmasında ve bertaraf edilmesinde devreye giren ilk stres tepkileridir. Bu sistemlerin aktivasyonu adaptif enerjiyi Santral Sinir Sistemine ve stresli vücut kısımlarına



yönlendirir. Özellikle kortikotropin salgılatıcı faktör (CRF) hipotalamusta norepinefrin lokus seruleustan salgılanıp, hipofiz ve adrenal bezleri aktif hale getirir (Chrousos ve Gold, 1992). Stres süresince sempatik sinir sistemi aracılığı ile kan akımına adrenal bezin medulla kısmından katekolaminler (Epinefrin, Norepinefrin ve dopamin) karışır. Simültane olarak ön hipofiz glandından prolaktin, büyüme hormonu (GH) ve adrenokortikotropin hormon (ACTH), arka hipofiz glandından da antidiüretik hormon (ADH) salgılanır. Adrenokortikotropin adrenal glandın korteksini uyarır ve kana kortizol salgılatır. Sıcaklık stresi durumunda özellikle tiroid hormonu baskılanır, ayrıca üreme ve büyüme aktivitesi durmuştur. Tüm bu olaylar stres süresince enerjinin korunmasına yardımcı olur (Lawrence ve Vollhardt, 1991). Ruminant hayvanlarda sıcaklık stresine karşı koymada rol oynayan ve bu durumdan olumsuz etkilenen başlıca hormonlar; böbrek üstü bezi hormonları, üremede etkili olan hormonlar, tiroid hormonları ve pankreas hormonlarıdır.

Böbrek üstü bezi hormonları

Her bir böbreğin üst kısmında bulunan böbrek üstü bezleri adrenal bezler olarak da adlandırılır. Bezlerin böbreklerle doğrudan ilişkisi yoktur, böbreklerden bağımsız olarak hipofiz bezi ve sinir sisteminin kontrolünde çalışır. Adrenal bezler; adrenal medulla (öz) ve adrenal korteks (kabuk) olmak üzere iki bölümden oluşur (Ası, 1999).

Adrenal medulla hormonları

Stres anında hayvan vücudunda birçok fizyolojik değişimler meydana gelir. Strese sebep olan bir durum gerçekleştiği anda böbrek üstü bezinin medulla kısmından başlıca iki hormon salgınır. Bunlar norepinefrin (noradrenalin) ve epinefrin (adrenalin)'dir. Ancak norepinefrin miktar olarak epinefrinden oldukça az salgınır. Norepinefrin adrenal bezler tarafından salgılandığında hormon işlevi görmektedir, fakat norepinefrinin asıl görevi beyinde sinirler arasında nörotransmitter olarak sinyal gönderme amacı ile salgılanmasıdır. Ayrıca beyin dikkat ve çevreye yanıt verme ile ilgili bölümlerini etkiler. Adrenal medulladan salgılanan bu hormonlar katekolamin olarak ta isimlendirilmektedir. Bu iki hormon gerek tanım gerekse görev olarak çoğu zaman karıştırılır. Epinefrin ile norepinefrin etki olarak birbirlerine benzer görevlere sahip olsa da, norepinefrinin bazı etkileri epinefrinin etkileri kadar güçlü değildir. Çünkü epinefrin, böbreküstü bezleri tarafından salgılanır ve doğrudan kana karışır bu nedenle de hormon olarak adlandırılır. Norepinefrin ise adrenalinden tek bir karbon atomunun ayrılmasıyla oluşan noradrenalin bir nörotransmitter olup

beyindeki nöronlar tarafından salgılanır ve kana karışmaz. Katekolaminler stres hormonları olup, herhangi bir sıcaklık stres durumunda kardiyovasküler sistem, solunum sistemi, gastrointestinal sistem, karaciğer, salgı bezleri, kas ve yağ dokusu üzerinde etkilere sahip olan hormonlardır. Stres koşullarındaki hayvanlarda katekolaminlerin strese yanıt verme ile ilgili etkileri şu şekilde özetlenebilir;

- 1) Stres durumunda, gastrointestinal sistem fonksiyonlarını azaltarak besinlerin kanal boyunca ilerlemesini yavaşlatır (Anonim, 2019d). Ayrıca enerjinin stresli (beyin) vücut kısımlarına yönlendirilmesi ve etkin bir şekilde kullanılması için büyüme, üreme ve immün fonksiyonları gibi anabolik olayların durdurulmasına yönelik etkide bulunurlar (Altınçekiç ve Koyuncu, 2012).
- 2) Stres durumunda, glikoz ve yağ asitlerinin depolanmasını ve protein sentezini durdurmakta bunun yerine karaciğer ve iskelet kaslarından glikojenin parçalanması ile glikoz, yağ dokusundan serbest yağ asitlerinin mobilizasyonunu artırmaya yönelik katabolik olayların gerçekleşmesi yönünde hareket ederler (Altınçekiç ve Koyuncu, 2012; Anonim, 2019d).
- 3) Stres durumunda, iskelet kaslarında ve akciğer bronşlarında genişlemeye sebebiyet vererek, iskelet kasının tonusunu ve akciğerlerin hava alma kapasitesinin artmasını sağlarlar (Ası, 1999; Anonim, 2019d).
- 4) Stres durumunda, deride kan dolaşımının artmasını ve ter bezlerinin yoğun ter salgılamasını sağlarlar (Ası, 1999).
- 5) Stres durumunda, vücutta kan basıncının artması amacıyla kalbin kasılma gücünü, frekansını ve ileti hızını arttırmaya yönelik hareket ederler (Ası, 1999; Anonim, 2019d).

Adrenal korteks hormonları

Böbrek üstü bezinin korteks bölümünden salgılanan, strese karşı cevabın oluşmasında ve düzenlenmesinde glukokortikoidlerin etkisi büyüktür. Glukokortikoidler stres durumunda karbonhidrat, lipid ve protein metabolizmasını etkileyerek kandaki glikoz düzeyinin artması yönünde etki eden hormonlardır. Adrenal korteksten salgılanan en önemli glukokortikoidler; kortizol, kortikosteron ve kortizon olup bunlar içinde sıcaklık stresi durumunda etkin rol alan hormon kortizoldür. Merkezi sinir sisteminde algılanan stres algısı hipotalamusa iletilmekte hipofizin ön lobundan ACTH salgılanması için CRF hipotalamustan salgılanmaktadır. Hipotalamustan salgılanan CRF'na cevaben hipofiz ön lobundan ACTH

salgılanmakta, kanda artan ACTH böbrek üstü adrenal bez korteksini uyararak kana kortizol verilmesini sağlamaktadır. Hipotalamus, hipofiz ve adrenal bezler arasındaki bu etkileşimin sonucunda plazma kortizol seviyesi artmaktadır (Gücel, 2008; Taşkın ve ark., 2008; Sivakumar ve ark., 2010; Yadav ve ark., 2015). Bu artış, stres şartlarına karşı vücudun adaptasyonu için verilen bir cevaptır. Kortizol salgılanmasının artışı ile hayvanda oluşan sıcaklık stresinin etkisini tolere etmeye çalışan fizyolojik fonksiyonlar uyarılmaktadır. Sıcaklık stresinin etkisiyle kana verilen kortizol katabolik bir hormon olup karbonhidrat dışı kaynaklardan glikoz eldesi için glukoneojenez uyararak vücut dokularına özellikle de beyin hücreleri için gerekli enerji kaynağı glikozu sağlayarak beyni korumaya çalışır. Gerekli glikozu sağladığında yani stres etkileri ortadan kalktığında glukoneojenez durur ve glikozun fazlası tekrar karaciğerde glukojen olarak depolanır (Ası, 1999). Sıcaklık stresi durumunda glikokortikoidlerin etkileri aşağıda sıralanmıştır.

- 1) Karbonhidrat metabolizmasındaki etkileri: Hayvanlar glikoz ihtiyacını tükettiği rasyon içerisinde bulunan karbonhidrat kaynakları ile karşılarken fazlasını karaciğer ve kaslarda depo eder. Karbonhidrat fazlasının vücut rezervi olarak tutulduğu yerlere glikojen depoları adı verilir. Kanda glikozun eksilmesi durumunda kan glikoz seviyesinin dengelenmesi gerekir ki bu durumda hayvan vücut rezervleri içerisinde glikojen depolarını yıkma yoluna gider. Bu nedenle, kan glikoz seviyesini arttırmak için glukoneojenez yoluyla glikojen depoları yıkılarak kan glikoz düzeyi yükseltilmeye çalışılır. Tüm bu olaylar belirli hormonların (Epinefrin, glukagon ve kortizol) kontrolü altında gerçekleşir (Sucu ve ark., 2015). Böbrek üstü bezi hormonları içerisinde stresin tanımlanması ve stres ile mücadelede kortizol çok önemli yere sahiptir.
- 2) Proteinler üzerine etkisi: Glukokortikoidler, iskelet kaslarında ve diğer bazı dokularda proteinin yıkılmasını teşvik eder. Bu etki kortizolün amino asit metabolizması ile ilgili alanin- α -ketoglutarat transaminaz, tirozin transaminaz ve triptofan pirolaz enzimlerinin biyosentezini hızlandırması ile

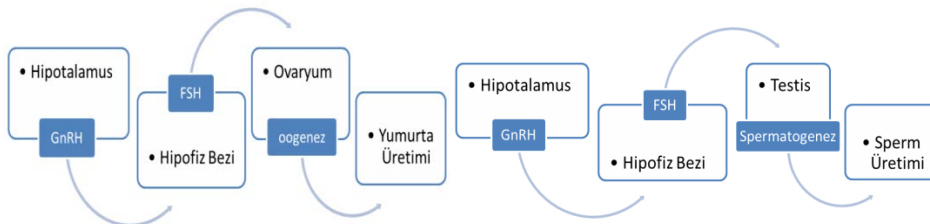
sağlanır (Ası, 1999). Böylece glukoneojenez yoluyla glikoz üretiminde kullanılacak aminoasitler sağlanır (Sucu ve ark., 2015).

- 3) Yağ metabolizmasındaki etkileri: Yağ asitlerinin yağ dokudan mobilizasyonunu arttırmaktadır. Buna bağlı olarak da plazmada artan serbest yağ asitlerinden glukoneojenez yoluyla glikoz üretilir (Sucu ve ark., 2015).
- 4) Sıcaklık stresi durumunda kandaki glikoz düzeyi düşmekte ve buna cevaben beyin korunması amacı ile kana kortizol salgılanarak kan glikoz düzeyi yükseltilmeye çalışılır. Kortizol hormonu bu etkiyi, insülin salınımını inhibe ederek, glukagon hormonu gibi hareket etmesi ile sağlar (Katsuhiko ve ark., 1982).
- 5) Glukokortikoidler, insülin hormonunun tersi etkiye sahip olması dışında büyüme hormonu sentezi üzerine de olumsuz etkiye sahiptir. Bu etki ile büyümeye harcanacak enerji stresli vücut kısımlarına yönlendirilir (Altınçekiç ve Koyuncu., 2012).

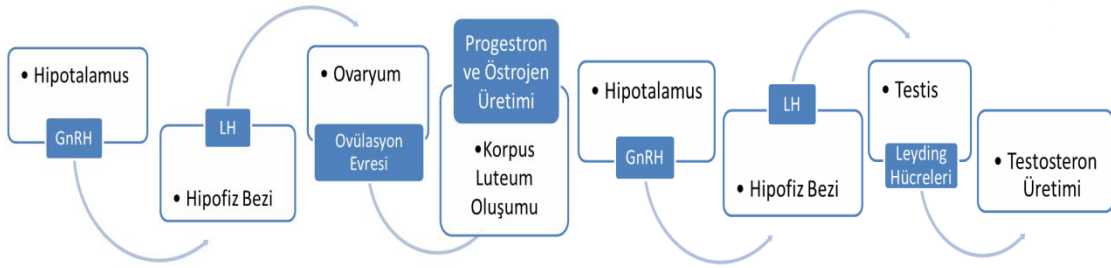
Üremede etkili olan hormonlar

Üremede etkili olan başlıca hormonlar hipofiz bezi hormonları, ovaryum hormonları ve testis hormonlarıdır. Hipofiz bezi, yapı ve fonksiyon bakımından ön lob ve arka lob olmak üzere iki bölüme ayrılır. Her iki lobdan çeşitli hormonlar salgılanır ve salgılanan hormonlar ile diğer endokrin bezlerin faaliyetleri düzenlenir. Ovaryum, dişi hayvanların karın boşluğunun altında bulunan yumru biçimindeki bir çift bezden oluşan, östrojen ve progesteron hormonlarını salgılayan dişi üreme organıdır. Testisler ise erkek üreme organı olan penisin her iki yanında yer alan yapılardır. Özellikle hipofizin ön lobundan salgılanan FSH ve LH, ovaryumdan salgılanan östrojen ve progesteron ve testislerden salgılanan testosteron hormonlarının üreme üzerine olan etkileri hayati derecede önemlidir.

Folikül uyarıcı hormon (FSH): Dişi hayvanlarda FSH hormonu, şekil 5'te görüldüğü gibi yumurtalıktaki foliküllerin (primer, sekonder, tersiyer ve graf folikül) gelişiminden, erkek hayvanlarda ise spermatozoanların olgunlaşması ve üretiminden sorumludur (Kaymakçı, 2006).



Şekil 5. FSH hormonunun Ovaryum ve Testis Üzerine Etkisi
Figure 5. The Effect of FSH Hormone on Ovary and Testis



Şekil 6. LH Hormonunun Ovaryum ve Testis Üzerine Etkisi
Figure 6. The Effect of LH Hormone on Ovary and Testis

Lüteinize edici hormon (LH): Dişi hayvanlarda LH hormonu, Şekil 6'da görüldüğü gibi büyüyen foliküllerin çatlayarak olgunlaşan yumurtanın atılmasını (ovülasyonu) ve çatlayan folikülün korpus luteuma (sarı cisme) dönüşmesini sağlar. Ayrıca korpus luteumdan östrojen ve progesteron salınımını uyarır. Erkeklerde de, testiste bulunan leydig hücrelerinden testosteron hormonunun salgılanmasından sorumludur (Kaymakçı, 2006).

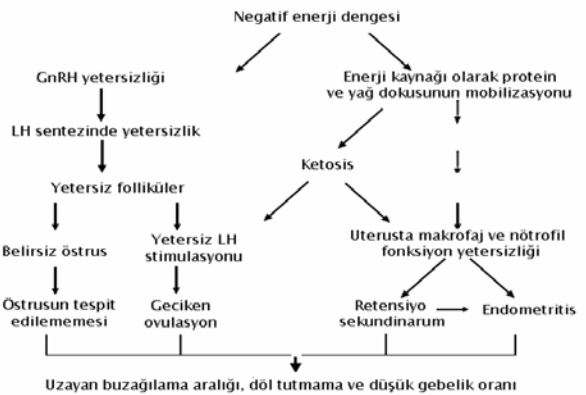
Östrojen: Östrojen hormonunun gebe olmayan memelilerde üretildikleri başlıca yer yumurtalıktaki foliküller olmakla birlikte gebelik sırasında büyük oranda plasenta tarafından da salgılanır. Ayrıca adrenal bezler ve testislerde de az oranda östrojen salgılanır. Östrojen hormonunun memelilerde kızgınlık durumunu ortaya çıkarma, dişilerde ikincil cinsiyet özelliklerini kazandırma ve meme dokusunu geliştirme ve alveolleri süt üretmeye uygun bir duruma getirmeden sorumludur (Kaymakçı, 2006).

Progesteron: progesteron başlıca salgılandığı yer yumurtlamadan sonra yumurtalıktaki graff folikül yerinde oluşan korpus luteumdur. Üretildiği diğer yerler ise testisler, ve adrenal bezlerin korteksleri ve plasentadır. Progesteronun temel işlevleri; uterusun çiftleşme için hazır hale gelmesini sağlamak, yumurta döllendiğinde embriyonun döl yatağına tutunmasını ve gelişmesini sağlamak ve meme bezlerinde alveollerin gelişmesini desteklemektedir (Kaymakçı, 2006). Bu işlevi düşünülürken zaman progesteron hormonu gebelik hormonu olarak da bilinir.

Testesteron: Spermlerin üretilmesi ve erkek hayvanlara özgü bazı fiziksel özelliklerin gelişimini destekleyen, hipofiz bezinden FSH ve LH hormonlarının etkisi ile başlıca testislerin bağ dokusu leydig hücreleri tarafından üretilirler. Bunun dışında adrenal korteks, yumurtalıklar ve plasenta da testesteron üretimi vardır (Kaymakçı, 2006).

Sıcaklık stresi durumunda, bu hormonların salgılanmasında meydana gelen aksaklıklar nedeni ile hayvanlarda üreme problemleri şekillenir. Sıcaklık

stresine maruz kalan hayvanlarda gözlenen ilk tepki yem alımında belirgin bir düşüş olmasıdır. Yem tüketiminin düşmesi ile hayvanların kuru madde alımı azalır. Bu durum Şekil 7'de görüldüğü gibi negatif enerji dengesini tetikleyerek plazma insulin, insülin benzeri büyüme faktörü (IGF-I) ve glikoz konsantrasyonunu olumsuz etkilemektedir (Ronchi ve ark., 2001). Bu enerji dengesizliği plazma insulin, glikoz ve IGF-I konsantrasyonlarında düşüşe ve büyüme hormonu ile doymamış yağ asitleri konsantrasyonunda artışa sebep olur ki bütün bu metabolik faktörler üremeyi etkileyebilmektedir (Hamilton ve ark., 1999). İnsülinin, foliküllerin gelişimi ve oosit kalitesi üzerine olumlu etkileri olup glikoz ve IGF-I folliküler gelişim ile embriyonun implantasyonu için gerekli olan uyarıcı faktörlerdir (De Rensis ve Scaramuzzi 2003). Ayrıca glikozun varlığı LH salınımının düzenlenmesinde direkt etkili olduğu, glikoz yetersizliğinde LH salınımının düştüğü ve ovülasyonun engellendiği bildirilmektedir (Jolly ve ark., 1995). Yaz aylarında kış aylarına göre plazma insülin, IGF-I ve glikoz konsantrasyonları daha düşüktür. Bu durumun yaz aylarındaki yem alımının azalması ve artan negatif enerji dengesine bağlı olduğu düşünülmektedir (Jolly ve ark., 1995; De Rensis ve ark., 2002).

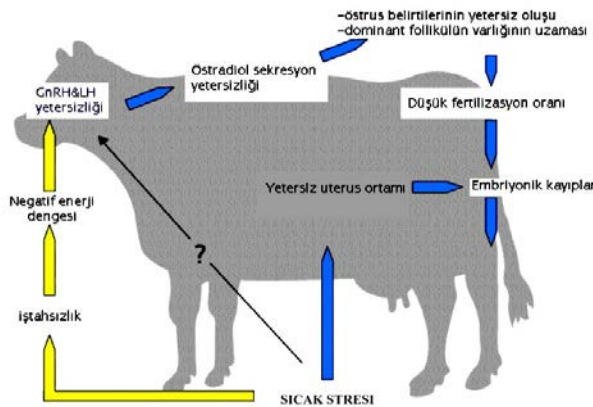


Şekil 7. Yem Alımının Düşmesi ile Tetiklenen Negatif Enerji Dengesinin Üreme Üzerine Olumsuz Etkileri

Figure 7. Adverse Effects of Negative Energy Balance Triggered by The Fall of Feed Intake on Reproduction



Ruminant hayvanlarda sıcaklık stresinin üreme üzerine olumsuz etkileri Şekil 8'de de görüldüğü gibi; erken embriyonik ölümler ve düşük canlı ağırlığa sahip yavrular (De Rensis ve Scaramuzzi 2003), oosit kalitesinde düşme (De Rensis ve Scaramuzzi 2003, Bridges ve ark., 2005; Altınçekiç ve koyuncu, 2012; Kutlu ve Varışlı, 2012), döl tutmada başarısızlık (De Rensis ve Scaramuzzi 2003), östrus siklusunda aksamalar ve östrus tespitinde güçlükler (Altınçekiç ve koyuncu, 2012), uterusun işlevinde ve hormonal fonksiyonlarda aksama (GnRH ve dolayısı ile FSH ve LH'nin salınımlarının düzensizleşmesi ve progesteron ve östrojen hormonlarının sentezindeki bozulmalar) (De Rensis ve Scaramuzzi 2003; Altınçekiç ve koyuncu, 2012; Kutlu ve Varışlı, 2012), ovaryumların etkilenmesi ile folliküler gelişimlerin düzensizleşmesi (Arı, 2015) şeklinde sıralanabilir.



Şekil 8. Ruminant Hayvanlarda Sıcaklık Stresin Üreme Üzerine Olumsuz Etkileri

Figure 8. Effects of Temperature Stress on Reproduction in Ruminant Animals

Ayrıca boğalarda da sıcaklık stresine bağlı olarak sperma kalitesi doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz etkilenmektedir. Sıcaklık stresine giren boğaların yem alımındaki azalmaya bağlı olarak GnRH dolayısı ile FSH ve LH salınımını olumsuz etkilemektedir. Bu durumda da Leydig hücrelerinden, spermatogenezin sağlıklı bir şekilde devamı için gerekli olan, testosteron üretiminin azalmasına neden olduğu düşünülmektedir (Hansen, 2009). Aynı zamanda sıcaklık stresine maruz kalan boğalarda libidoda (cinsel istek) azalma görülmektedir (Altınçekiç ve Koyuncu, 2012). Sıcaklık stresindeki hayvanlarda Gonadotropin Salgılatıcı Hormon (GnRH) ya da bu hormonun sentetik analoglarının uygulanması folliküler gelişimi ve sağlıklı preovulatorik follikülün gelişimini desteklemektedir. De Rensis ve Scaramuzzi (2003) tarafından yapılan çalışmada, sıcaklık stresinin GnRH salınımını inhibe ederek FSH ve LH hormonlarının yetersiz salınımına

neden olduğu bildirilmiştir. Sıcaklık stresi durumunda bu hormonların salınımında meydana gelen yetersizliğin etkisi ile hayvanların üreme gücü ciddi boyutta düşmektedir. Yapılan çalışmalarda, yaz aylarında gebelik oranındaki azalma kış aylarında elde edilen oranlardan %20–30 daha az olduğu tespit edilmiştir (De Rensis ve ark., 2002). Sıcaklık stresindeki süt sığırlarında östrus belirtileri çok belirgin olmadığı için östrus tespiti güçleşmekte ve buna bağlı olarak doğum ile ilk tohumlama arasındaki sürenin de uzadığı görülmektedir (Alnmier ve ark., 2002, De Rensis ve Scaramuzzi 2003). Sıcaklık stresi sığırlarda seksüel siklusların oluşumuna engel olmamakla birlikte (Imtiaz Hussain ve ark., 1992) östrus siklusu üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalardan elde edilen sonuçlarda farklılıklar bulunmaktadır (White ve ark., 2002). Bazı çalışmalarda siklus süresinin korpus luteumun luteolizisinin gecikmesi nedeniyle luteal evrenin uzamasına bağlı olarak arttığı (Wilson ve ark 1998), bazı çalışmalarda ise değişiklik olmadığı bildirilmiştir (Howell ve ark., 1994). Sıcaklık stresi nedeniyle dominant follikül, düşük LH ortamında gelişmekte ve ürettiği oestradiol miktarının düşmesine bağlı olarak östrus süresi ve östrusun belirginliği azalmaktadır (Imtiaz Hussain ve ark., 1992, De Rensis ve Scaramuzzi 2003, Sonmez ve ark., 2005). Aynı zamanda hayvanların aktivitelerinde ve atlama davranışı gibi östrus belirtilerinde de belirgin bir azalma olduğu bildirilmektedir (Gwazdauskas ve ark., 1981; Alnmier ve ark., 2002; White ve ark., 2002; De Rensis ve Scaramuzzi 2003; Altınçekiç ve Koyuncu, 2012). Bu sonuca paralel olarak, ilkbahar ve yaz aylarında östrus gösteren sığırlarda atlama aktivitesinin kış aylarında östrus gösteren sığırlara göre daha az olduğu ve atlamalar arasındaki sürenin de uzadığı gözlemlenmiştir (White ve ark., 2002). Roth ve ark (2001), yaptıkları çalışmada sıcaklık stresinin follikül gelişimini geciktirmekte, folliküler dalgaları uzatmakta ve buna bağlı olarak da oositin kalitesi ile folliküler steroidogenezis üzerine olumsuz etkilere neden olduğunu bildirmişlerdir. Sıcaklık stresi dominant follikülün etkinlik derecesini azaltarak daha çok orta büyüklükte folliküllerin oluşmasına yol açmaktadır. Bu nedenle preovulatorik follikülün dominantlık dönemi yaz aylarında uzamaktadır (Howell ve ark., 1994; Roth ve ark., 2001). Wolfenso ve ark. (1997) yaptıkları çalışmada, sıcaklık stresinin ovaryum üzerine direkt etki ederek ovaryumların gonadotrop hormonlar tarafından uyarılma kabiliyetini azalttığını bildirmişlerdir. Yapılan diğer çalışmalarda, sıcaklık stresinin gebe kalma oranı üzerine olan olumsuz etkisinin, ovaryumda artan yüksek ısının oosit kalitesi üzerine olan direkt etkisine bağlı olabileceği (De Rensis ve



Scaramuzzi 2003; Gendelman, 2012), sıcak mevsimlerde anormal oosit gelişimi ve döllenmemiş oosit oranında artışa bağlı olduğu bildirilmektedir (Sartori ve ark., 2002). Ayrıca sıcaklık stresi sonucu meydana gelen ovulasyon gecikmesi ve folliküler gelişimin uzaması, zayıf kalitede oosite neden olmakta, bu da düşük gebelik oranı ve embriyonik ölümlere yol açmaktadır (Sartori ve ark., 2002; Arı, 2015; Lacerda ve Loureiro, 2015). Wolfenson ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada, sıcaklık stresinin uterus endometriumdan PGF2 α üretimini ve salınımını artırmak suretiyle gebeliğin kabulü ve korpus luteumun varlığını sürdürmesini olumsuz etkilediği, bunun sonucunda ise erken luteolizis ve embriyonik kayıplara yol açtığını tespit etmişlerdir. Sığırlarda düşük progesteron konsantrasyonu, üreme fonksiyonlarının ve gebelik oranının düşmesine yol açmaktadır (Mann ve ark., 2001). Sıcaklık stresinin progesteron hormonu üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Serum progesteron düzeyinin sıcaklık stresinden etkilenmediğini bildiren araştırmacılar olduğu gibi (Guzeloğlu ve ark., 2001), kronik sıcaklık stresine maruz kalmış sığırlarda progesteron üretiminin azaldığını (Wolfenson ve ark., 2002) yine bu bulguları destekleyen ayrı bir çalışmada serin mevsimlerde serum progesteron düzeyinin sıcak mevsimlere göre daha yüksek olduğunu bildiren araştırmacılar da bulunmaktadır (Younas ve ark., 1993). Yaz aylarında yapılan bir çalışmada, kronik sıcaklık stresi altındaki sığırlarda progesteron üretiminin belirgin şekilde düştüğü görülmüş ve elde edilen bulgular, yaz aylarında sığırlarda plazma progesteron konsantrasyonunun %25 daha az olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışma sıcaklık stresi nedeniyle folliküler gelişimin bozulmasının aynı zamanda korpus luteum fonksiyonunun da bozulmasına neden olduğunu ortaya koymuştur (Wolfenson ve ark., 2002).

Tiroid hormonları

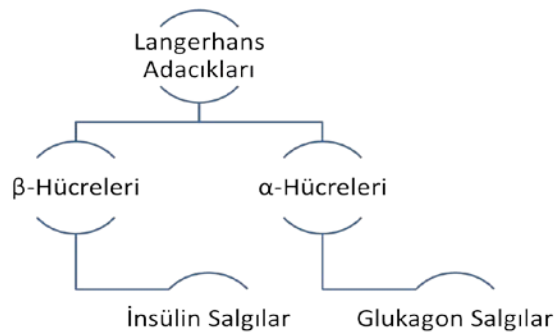
Tiroid bezi, hormon üreten endokrin bezler içerisinde en büyüğü olup sağ ve sol olmak üzere iki lobtan oluşur. Tiroid bezi insanlarda boyunda gırtlığın hemen altında soluk borusunun ön yüzünde, hayvanlarda ise soluk borusunun bir-iki halkası üzerinde bulunur. Bu bez tarafından başlıca tiroksin (T4), triiyodotironin (T3) ve kalsitonin olmak üzere üç hormon salgılanır. Bu hormonların salgılanması ise hipofiz bezinin ön lobundan salgılanan tiroid uyarıcı hormonun (TSH) tiroid bezini uyarması ile gerçekleşmektedir. Herhangi bir sıcaklık stresi durumunda strese cevaben tiroidin metabolik hormonları olan T3 ve T4 hormonları TSH'ın tiroid

bezini uyarması ile salınır. Doğrudan tiroid bezinden salgılanan tiroksin selenoenzim 5-deiyodinaz'ların etkisiyle T3'e dönüşür ve T3 hormonu özellikle biyolojik olarak T4 hormonundan 10 kat daha aktif olan bir hormondur (Ann Becker ve ark., 1997). Bu hormonlar iyotlu tiroid hormonları olup kana geçer ve kan proteinlerine bağlanarak taşınırlar. Ruminant hayvanlarda T4 ve T3 hormonlarının salgılanması ile; bazal metabolizma hızının düzenlenmesi, vücut ısısının düzenlenmesi, protein sentezini uyararak normal büyüme ve gelişmenin sağlanması, üreme performansının sürdürülmesi, yağ metabolizmasının artırılması, dolaşım ve sinir sisteminin harekete geçirilmesi, glikolizis ve glikoneogenezis yoluyla kan şekerinin yükselmesi, kan basıncının düşmesi, kalp atışlarının hızlanması ve karaciğerden glikojen depolarının yıkılması gibi hayati fonksiyonların düzenlenmesi kontrol edilir. Hayvanların içinde buldukları çevre koşulları içerisinde tiroid bezi etkinliğini düzenleyen en önemli çevresel etmen sıcaklık ve nemdir. Çiftlik hayvanlarında ısı üretiminin düzenlenmesinde de tiroid hormonları önemli bir rol oynamaktadır. Koyun ve keçilerde yapılan çalışmalarda kandaki tiroid hormon yoğunluğu ile çevre sıcaklığı arasında ters bir ilişkinin olduğu bildirilmektedir. Havanın soğuk olması durumunda tiroid hormonlarının salınımında artma görülerek iskelet ve kalp kaslarının, karaciğer ve böbreklerin metabolizması hızlanır ve ısı üretimi yükselir. Böylece metabolizma yolu ile vücut ısısı dengelenmiş olur. Buna karşın havanın çok sıcak ve nemli olması tiroid hormonları salınımını azaltarak vücutta ısı üretiminin azalması ve metabolizma hızının düşmesine neden olur. Bunlar yetersiz kalırsa ter bezleri uyarılarak deriden ter salınır ve terin buharlaşması da ısı kaybını artırır. Bütün bu düzenlemeler vücut sıcaklığının sabit tutulması için gerçekleşir. Dış ortamdaki sıcaklık değişimleri ile birlikte kana salınan T4 hormonun düzeyi düzenlenerek vücut sıcaklığı sabit tutulmaya çalışılır. Çiftlik hayvanlarının sıcaklık stresine maruz kalması durumunda yüksek vücut sıcaklığı ve tiroid hormonu düzeyinin azalması ile sonuçlanan tiroid bezi aktivitesinde belirgin bir değişim olmaktadır (Al-Haidary, 2004). Çevre sıcaklığı ve nemin yüksek olduğu ortamlarda hayvanlar sıcaklık stresine maruz kalarak tiroid bezinin yavaş çalışmasına sebep olacak ve kan plazmasındaki T4 ile T3'ün miktarı azalacaktır. Kana salgılanan T4 ile T3 miktarının yetersizliği nedeniyle de büyüme ve gelişmenin durması, üreme organlarındaki gelişmenin inhibisyonu, guatr şekillenmesi, kan glikoz düzeyinin düşmesi ve oksijen tüketiminin azalması gibi hayati önem taşıyan bazı fonksiyonları olumsuz yönde etkileyecektir. Ruminant hayvanların sıcaklık

stresine maruz kalması durumunda kandaki T3 ve T4 hormon düzeyleri düşmekte olup çevre sıcaklığı düştükçe de bu hormonların düzeyi yükselmektedir (Taşkın ve ark., 2008; Eliçin, 2008; Helal ve ark., 2010; Sivakumar ve ark., 2010). Yapılan bir başka çalışmada, karya tokluları kullanılmış yaz aylarında T3 hormon düzeyinin en düşük olduğu kış aylarında ise arttığı görülmüş fakat T4 hormon düzeyinin yaz aylarında yükselirken kış aylarında düştüğü bildirilmiştir (Yorulmaz, 2014). Bir diğer çalışmada sıcaklık stresi altındaki sığırlarda T3 hormon düzeyinde önemli bir değişiklik olmadığı fakat T4 hormon düzeyinin dikkate değer şekilde arttığı görülmüştür (Yadav ve ark., 2015). Al-Haidary (2004) tarafından yapılan çalışmada ise sıcaklık stresine maruz kalan koyunlarda tiroid hormonunun düzeyinde önemli bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalar, tiroid hormonlarının salınımının çevre sıcaklığının artması ile genel olarak azaldığını bu nedenle de artan çevre sıcaklığının hayvanlar üzerinde yarattığı stresin tanımlanmasında kortizol hormonuna ek olarak tiroit hormonlarının (T4 ve T3) kullanılabileceğini ifade etmektedir (Al-Haidary, 2004; Eliçin, 2008; Şireli ve ark., 2017).

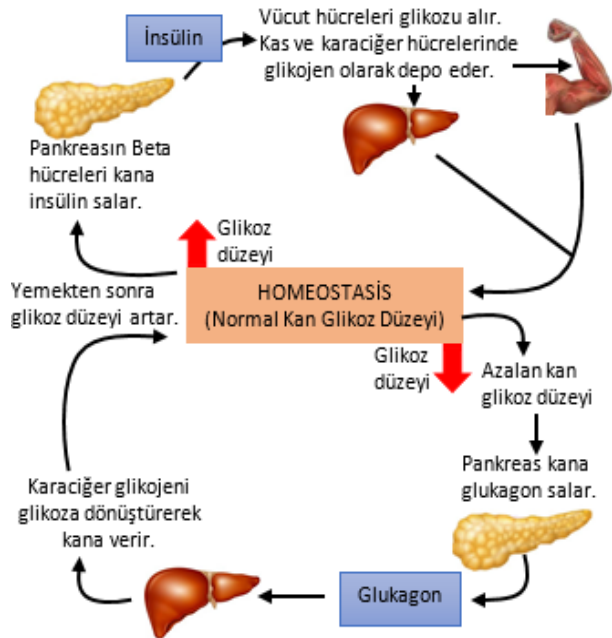
Pankreas hormonları

Pankreas bezi karın boşluğunda midenin arka kısmında, duodenumun kıvrımı içine yerleşmiş dalağa kadar uzanan bezdir. Pankreas hem endokrin hem de ekzokrin salgı yapan bir bez olup endokrin kısmını langerhans adacıkları oluşturur. Langerhans adacıklarını oluşturan hücreler içerdikleri granüllerin şekillerine, özelliklerine ve büyüklüklerine göre sınıflandırılırlar. Her adacıkta fonksiyonları farklı alfa, beta, delta ve F hücreleri olmak üzere dört tip hücre bulunur. Sıcaklık stresi durumunda bu hücrelerden iki tanesi aktif olarak görev alır. Bu hücreler alfa ve beta hücreleridir. Şekil 9'da görüldüğü gibi Langerhans adacıklarının alfa hücrelerinden glukagon beta hücrelerinden ise insülin salgılanır (Ası, 1999).



Şekil 9. Langerhans Adacıklarından Salgılanan Hormonlar
Figure 9. Hormones Secreted from Langerhans Islets

Bu iki hormonun glikoz metabolizmasındaki görevleri Şekil 10'da görüldüğü gibi tamamen ters ilişkilidir. İnsülin hormonu, kandaki glikoz seviyesi yükseldiğinde kandaki miktarı artarak kan glikoz düzeyini düşürür. Bu etkiyi, glikozun fazlasını kas ve adipoz dokulara taşıyıp glikojen şeklinde depo ederek yapar. İnsülinin yetersiz salgılanması durumunda glikoz karaciğerde depo edilemez böylece kanda glikoz seviyesi normalin üstüne çıkabilir ki bu duruma hiperglisemi denir. İnsülinin normalin üstünde salgılandığı durumda da kanda glikoz düzeyi normalin altına düşebilir ki bu duruma da hipoglisemi denir. Beynin tek enerji kaynağı glikoz olduğundan bu durumda en çok beyin etkilenir. Glukagon hormonu ise kandaki glikoz seviyesi düştüğünde kandaki miktarı artırarak kan glikoz düzeyini yükseltir. Bu etkiyi, karaciğer ve kaslarda depo edilen glikojenin, adipoz dokudan yağların glikojenoliz, glukoneojenez ve lipoliz yolu ile glikoza indirgeyip kana vermesi ile yapar. Ayrıca glukagon, aminoasitlerin kaslarda kullanımını engelleyip karaciğerde glikoneojenezde kullanılmasını sağlayarak protein metabolizmasını da dolaylı olarak etkiler. Bu iki hormon, beynin tek enerji kaynağı olan glikozun kanda dengede tutulmasını sağlayarak beynin şok ve ölümlerine karşı koymada hayati görevlere sahiptir.



Şekil 10. İnsülin-Glukagon İlişkisi
Figure 10. Insulin-Glucagon Relationship

Sıcaklık stresine maruz kalmış süt sığırlarının yem tüketiminde görülen düşüş nedeniyle hayvanların



kuru madde alımı düşmektedir. Sıcak koşullar altında yapılan çalışmalarda plazma insülin, insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) ve glikoz konsantrasyonlarının düştüğü ve bu durumun azalan yem alımına ve artan negatif enerji dengesine bağlı olabileceği bildirilmiştir (Jolly ve ark., 1995; De Rensis ve ark., 2002). Ruminant hayvanlarda sıcak koşullar altında kandaki glikoz düzeyinin azalmasına bir yanıt olarak hayvanların pankreas salgılarında değişimler meydana gelir. Bu değişimler, sıcaklık stresine maruz kalmış hayvanların kan dolaşımına salgılanan katekolaminler vasıtasıyla gerçekleşir. Kana salgılanan kortizol kanda azalan şeker miktarını arttırmak ve beyni korumak için glukagon hormonunun salınmasını uyarırken insülinin hormonunun salgılanmasını inhibe eder.

KAYNAKLAR

- Akçay Y, Vatansver Ö. 2010. Kırmızı et tüketimi üzerine bir araştırma: Kocaeli ili kentsel alan örneği. Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 4(1):043-060.
- Al-Haidary AA. 2004. Physiological expenses of Naimy sheep to heat stress challenge under semi-arid environments. International Journal Of Agriculture&Biology 6(2):307-309.
- Alkoyak K, Çetin O. 2016. Süt sığırlarında sıcaklık stresi ve korunma yolları. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi 5(1):40-55.
- Almier M, De Rosa G, Grasso F, Napolitana F, Bordi A. 2002. Effect of climate on the response of three oestrus synchronisation techniques in lactating dairy cows. Animal Reproduction Science 71:157-168.
- Altınçekiç Ş, Koyuncu M. 2012. Çiftlik hayvanları ve stres. Hayvansal Üretim Dergisi 53(1): 27-37.
- Ann Becker B, Klir JJ, Matteri RL, Spiers DE, Ellersiek M, Misfeldt ML. 1997. Endocrine and thermoregulatory responses to acute thermal exposures in 6-month-old pigs reared in different neo-natal environments. Journal of Thermal Biology 22(2):87-93.
- Anonim, 2019a. <http://www.muratgorgulu.com.tr/altekrana.asp?id=31> (07.07.2019).
- Anonim, 2019b. <http://www.ruminantbesleme.com/sicaklikstresibesleme/> (07.07.2019).
- Anonim, 2019c. <https://www.karliisfikirleri.com/buyukbas-hayvan-yetistiriciligi/> (21.03.2013).
- Anonim, 2019d. https://www.acikders.ankara.edu.tr/php/2543/mod_resource/content/1/9.Hafta.pdf (08.07.2019).
- Arı UÇ. 2015. Sığırlarda ısı stresinin fizyolojik ve hormonal olarak üremeye etkisi. Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences 1(1):1-10.
- Ası T. 1999. Tablolarla biyokimya cilt 2. Tayf Ofset, Ankara, s.71-111.
- Ataman MB, Çoyan K. 1997. Stresin reproduktif olaylar üzerine etkisi. The Journal of The Faculty of Veterinary Medicine University of Yuzuncu 8(1-2):118-121.
- Bridges PJ, Brusie MA, Fortune JE. 2005. Elevated (heat stress) in vitro reduces androstenedione and estradiol and increases progesterone secretion by follicular cells from bovine dominant follicles. Domestic Animal Endocrinology 29:508-522.

SONUÇ

Sıcaklık stresi özellikle tropik, subtropik ve kurak iklim kuşağında yürütülen hayvancılık faaliyetlerinde hayvan refahı ve verimlilik üzerinde en büyük etkisi olan çevresel faktörlerdendir. Stres durumunda hayvanın fizyolojisi dış uyarımlara karşı tepkiler verir ve hayvanlar stres koşullarına fizyolojik bazı olaylarla adapte olmaya yönelik mekanizmalar geliştirirler. Çoğunlukla bu mekanizmalar hayvanın refahını belirlemede rol oynamaktadır. Bu mekanizmaların tanımlanması, verimlilikte ve ileri dönemlerde özellikle sıcaklığın hayvanlarda hastalık, kısırılık, verimsizlik vb. sürdürülebilirlik üzerinde negatif etkisi olan faktörleri elimine etmeye yardımcı olmaktadır. Çiftlik hayvanlarında bu mekanizmaların tanımlanması gelecekte yürütülecek çalışmaların başarısını artıracaktır.

- Cengiz F. 2001. Hayvanlarda zorlanım (stres) oluşturan etkenler. Journal of The Faculty of Veterinary Medicine 20:147-153.
- Chrousos CP, Gold PS. 1992. The concepts of stress and stress system disorders: Overview of physical and behavioral homeostasis. Journal of the American Medical Association 267(9):1244-1252.
- Çeşmecioğlu M, Şirin E. 2011. Ruminantlarda sıcaklık stresinin üreme fonksiyonları üzerine etkisi. 7. Ulusal Zootekni Öğrenci Kongresi, 20-22 Mayıs, Aydın, 136-144s.
- De Rensis F, Marconi P, Capelli T, Gatti F, Facciolongo F, Franzini S. 2002. Fertility in postpartum dairy cows in winter or summer following estrous synchronization and fixed time AI after the induction of an LH surge with GnRH or hCG. Theriogenology 58:1675-1687.
- De Rensis F, Scaramuzzi RJ. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow-a review. Theriogenology 60:1139-1151.
- Eliçin MK. 2008. Akkeçilerde tiroid hormonlarının değişimi. Ankara Üniversitesi, Doktora Tezi, Ankara.
- Gendelman M, Roth Z. (2012). Seasonal effect on germinal vesicle-stage bovine oocytes is expressed by alterations in transcript levels in the developing embryos associated with reduced developmental competence. Biology of Reproduction 86(1):1-9.
- Gücel M. 2008. Kıbrıs koyunlarında t3 ve t4 hormon düzeyleri ile bazı kan parametreleri üzerine sıcaklık stresinin etkileri. Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Gwzdauskas FC, Thatcher WW, Wilcox CJ. 1972. Physiological, environmental, and hormonal factors at insemination which may affect conception. Journal of Dairy Science 56(7):873-877.
- Güzeloğlu A, Ambrose JD, Kassa T, Diaz T, Thatcher MJ, Thatcher WW. 2001. Long-term follicular dynamics and biochemical characteristics of dominant follicles in dairy cows subjected to acute heat stress. Animal Reproduction Science 66:15-34.
- Hamilton TD, Vizcarra JA, Wettman RP, Keefer BE, Spicer LJ. 1999. Ovarian function in nutritionally induced anoestrous cows: effect of exogenous gonadotrophin-releasing hormone in vivo and effect of insulin and insulin-like



- growth factor I in vitro. *Journal of Reproduction and Fertility* 117:179-187.
- Hansen PJ. 2009. Effects of heat stress on mammalian reproduction. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 364:3341-3350.
- Helal A, Hashem ALS, Abdel-Fattah MS, El-Shaer HM. 2010. Effects of heat stress on coat characteristics and physiological responses of Balady and Damascus goats in Sinai, Egypt. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science* 7:60-69.
- Howell JL, Fuquay JW, Smith AE. 1994. Corpus luteum growth and function in lactating Holstein cows during spring and summer. *Journal of Dairy Science* 77:735-739.
- Imtiaz Hussain SM, Fuquay JW, Younas M. 1992. Estrous cyclicity in nonlactating and lactating holsteins and jersey's during a Pakistani summer. *Journal of Dairy Science* 75:2968-2975.
- Jolly PD, McDougall S, Fitzpatrick LA, Macmillan KL, Entwistle KW. 1995. Physiological effect of under nutrition on postpartum anoestrous in cows. *Journal of Reproduction and Fertility. Supplement* 49:477-492.
- Katsuhiko D, Ohno T, Kuroshima A. 1982. Role of endocrine pancreas in temperature acclimation. *Life Science Journal* 30:2253-2259.
- Kaymakçı M. 2006. Üreme biyolojisi. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, 278s.
- Kırdecı A. 2015. Sıcaklık stresi altındaki sütçü ineklere uygulanan vitamin c' nin bazı kan parametrelerine ve gebelik oranına etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi, Doktora Tezi, Aydın.
- Kocatürk PA. 2000. Strese Cevap. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 53(1):49-56.
- Koyuncu M, Akgün H. 2018. Çiftlik hayvanları ve küresel iklim değişikliği arasındaki etkileşim. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 32(1):151-164.
- Kutlu B, Varışlı Ö. 2012. Şanlıurfa'da farklı mevsimlerde tohumlanan ineklerde gebelik oranı. Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 1(2):97-102.
- Lacerda TF, Loureiro B. (2015). Selecting Thermotolerant Animals as A Strategy to Improve Fertility in Holstein Cows. *Global Journal of Animal Scientific Research* 3(1):119-127.
- Lawrence T, Vollhardt MA. 1991. Psychoneuroimmunology; A literature review: *American Journal of Orthopsychiatry* 61(1):35-47.
- Lopez-Gatius F. 2003. Is fertility declining in dairy cattle? A retrospective study in northeastern Spain. *Theriogenology* 60:89-99.
- Mann GE, Lamming GE. 2001. Relationship between the maternal endocrine environment, early embryo development and the inhibition of the luteolytic mechanism in the cow. *Reproduction* 121:175-180.
- Ronchi B, Stradaioli G, Verini Supplizi A, Bernabucci U, Lacetera N, Accorsi PA, Nardone A, Seren E. 2000. Influence of heat stress or feed restriction on plasma progesterone, oestradiol-17b, LH, FSH, prolactin and cortisol in Holstein heifers. *Livestock Production Science* 68:231-241.
- Roth Z, Meidan R, Shaham-Albalancy A, Braw-Tal R, Wolfenson D. 2001. Delayed effect of heat stress on steroid production in medium-sized and preovulatory bovine follicles. *Journals of Reproduction and Fertility* 121(5):745-751.
- Sartori R, Sartor-Bergfelt R, Mertens SA, Guenther JN, Parrish JJ, Wiltbank MC. 2002. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *Journal of Dairy Science* 85:2803-2812.
- Sivakumar AVN, Singh G, Varshney VP. 2010. Antioxidants supplementation on acid base balance during heat stress in goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 23:1462-1468.
- Sönmez M, Demirci E, Türk G, Gür S. 2005. Effect of season on some fertility parameters of dairy and beef cows in Elazığ province. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 29:821-828.
- Sucu E, Akbay KC, Filya İ. 2015. Ruminantlarda sıcaklık stresinin metabolizma üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi* 10(2):130-138.
- Şireli HD, Tutkun M, Tatar AM, Tuncer SS. 2017. Heat stress in ruminants. *Journal of Animal Science* LX:257-261.
- Taşkın T, Ataç F, Demirören E. 2008. Sıcaklık stresinin saanen keçilerinde t3 t4 ve kortisol hormon düzeyleri üzerine etkisi. *Hayvansal Üretim Dergisi* 49(2):15-22.
- Üstün Z. 2011. Sıcaklık stresi altındaki süt ineklerinde tohumlama protokolü sonrası epidural grn uygulamasının gebelik oranı üzerine etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- White FJ, Wettemann RP, Looper ML, Prado TM, Morgan GL. 2002. Seasonal effects on estrous behavior and time ovulation in nonlactating beef cows. *Journal of Animal Science* 80:3053-3059.
- Wilson SJ, Marion RS, Spain JN, Spiers DE, Keisler DH, Lucy MC. 1998. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 1. Lactating cows. *Journal of Dairy Science* 81:2124-2131.
- Wolfenson D, Lew BJ, Thatcher WW, Graber Y, Meidan R. 1997. Seasonal and acute heat stress effects on steroid production by dominant follicles in cows. *Animal Reproduction Science* 47:9-19.
- Wolfenson D, Sonogo H, Bloch A, Shaham-Albalancy A, Kaim M, Folman Y, Meidan R. 2002. Seasonal differences in progesterone production by luteinized bovine thecal and granulosa cells. *Domestic Animal Endocrinology* 22:81-90.
- Yadav B, Singh G, Wankar A. 2015. Adaptive capability as indicated by redox status and endocrine responses in crossbred cattle exposed to thermal stress. *Journal of Animal Research* 5(1):67-73.
- Yavuz HM, Biricik H. 2009. Süt sığırlarının sıcak stresinde beslenmesi. *Uludağ University Journal of Research in Veterinary Medicine* 28(1):1-7.
- Yavuz H. 2011. Konjuge linoleik asit üretimi, hayvansal ürünlerdeki önemi ve sağlık üzerine etkileri. 7. Ulusal Zootečni Öğrenci Kongresi, 20-22 Mayıs, Aydın, 115-120s.
- Yorulmaz E. 2014. Koyunlarda Stresle ilgili bazı fizyolojik parametrelerin mevsimsel değişimi. Adnan Menderes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Younas M, Fuquay JW, Smith AE, Moore AB. 1993. Estrous and endocrine responses of lactating Holsteins to forced ventilation during summer. *Journal of Dairy Science* 76:430-434.
- Topuzoğlu B, Baştan A. 2010. Sütçü ineklerde ısı stresinin dölerimi üzerine etkisi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi* 81(2):29-32.

