

Derleme/Review

Keçilerin Üreme Aktivitesinde Hormonal ve Metabolik Etkileşimler

Dilek KOR^{1*}, Murat DEMİREL¹

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, VAN
*e-posta: dkor@yyu.edu.tr, Tel: +90 (432) 2251024/ 2621(Dahili)

Özet: Ekonomik verimlilik, döl veriminin artırılması veya kontrol altına alınmasıyla yakından ilişkilidir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, aç bırakılan veya marjinal düzeyde beslenen keçilerde canlı ağırlık değişimleri, bazı kan metabolitleri ve hormon konsantrasyonları ile döl verimi arasındaki ilişkiler tartışılmaktadır. Ruminantlarda, insülin büyüme faktörleri (IGF) I ve II ile onları bağlayan proteinlerin yumurta hücresinin kalitesini ve embriyo gelişimini etkiledikleri, kanla taşınan enerji substratlarının GnRH (Gonadotropin salgılatıcı hormon) salınımı için besin üzerinde bilgi taşıyan metabolik sinyaller olarak rol oynayabileceği vurgulanmaktadır. Kısıtlı beslenen ya da aç bırakılan keçilerde canlı ağırlık kaybına paralel olarak kandaki katabolik substrat düzeylerinin yükseldiği ve GnRH aktivitesinin baskılandığı; kısa süreli yüksek düzeyde yapılan şok besleme uygulamalarında ise hormonal düzeyin değişimi ve ovaryum aktivitesinin etkinliğinde çelişkili sonuçların elde edildiği ifade edilmektedir. Bu çalışmada, keçilerde üremenin hormonal ve metabolik kontrolüne ilişkin bazı güncel araştırmalar özetlenmektedir.

Anahtar kelimeler: Hormon, Keçi, Kısıtlı ve şok besleme, Metabolik ürün, Ovaryum aktivitesi

Hormonal and Metabolic Interactions on Reproductive Activity of Goats

Abstract: Economical productivity is connected closely with increasing or controlling reproduction. In the recent studies, the relationships among reproductivity and live weight changes, some blood metabolites, blood hormone concentrations in fasted or marginally fed goats are being discussed. It has been emphasized in the investigations on ruminants that Insulin Growth Factor (IGF) I and II and their binding proteins affect quality of oocyte and embriyo growth. It has also been emphasized that energy substrats transported via blood may play metabolic signalling role that carries information on nutrition for GnRH secretion. It has been signified that in goats subjected to fasting or restricted feeding, catabolic substrate levels in the blood increased in parallel with body weight losses and GnRH activity is suppressed. Conflicting results regarding to changes in hormonal concentrations and ovarian activity in studies applying shock feeding with high level nutritions in the short-time have been reported. In this article, current some researches related to hormonal and metabolic control of reproduction in goats are summarized.

Key words: Goat, Hormone, Metabolic products, Ovarium activity, Restricted and shock feeding

Giriş

Kuzey yarım kürede çoğu keçi ırklarında, kızgınlık olarak tanımlanan çiftleşme isteği sonbaharda gerçekleşmektedir. Gün uzunluğunun azalması ve eşeyssel davranışlar gibi uyarımların hipotalamusa gelmesiyle başlayan döngüde, endokrin sistem ve sinir sistemi kontrolünde bir dizi fizyolojik olay yönetilmektedir. Dişilerde ovulasyon ile başlayan bu süreç, gebelik oluşması durumunda dölütün yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi için gerekli ortamın sağlanması ve korunması ile ilişkilidir. Gebelik oluşmadığı veya doğal aşım mevsimi devam ettiği sürece ovulasyon ve kızgınlık aktivitesi düzenli aralıklarla tekrarlanmaktadır. Keçilerde kızgınlık döngüsü (bir kızgınlığın başından onu izleyen ikinci kızgınlığa kadar geçen süre) uzunluğu ortalama 21 gündür ve yumurtlama, kızgınlık çıkışından 30-36 saat sonra meydana gelir (Dellal ve Cedden 2002; Kaymakçı 2002).

Çiftlik hayvanlarında yapılan çalışmalarda; ovulasyon öncesi tüm fazlarda IGF-I 'in, ovulasyon ile lüteinizasyonda ise IGF-II'nin önemli bir role sahip olduğu belirtilmiştir (Hunter ve ark. 2004).

Farmakolojik etki ile kan glikoz düzeyi değiştirilen keçilerde oluşan hipogliseminin GnRH salınımını baskıladığı, eş zamanlı belirlenen verilere göre kan glikoz konsantrasyonundaki değişikliğin anında GnRH salınım merkezine iletildiği bildirilmekte ve bu durum araştırmacılar tarafından glikozun metabolik bir faktör olarak hassas bir ayar görevi üstlendiği şeklinde yorumlanmaktadır (Ohkura ve ark. 2004). Rasyon besin madde düzeyinin artırıldığı çalışmalarda ise elde edilen sonuçlar uygulamanın süresi ve üreme döngüsünün hangi fazında yapıldığına bağlı olarak değerlendirilmektedir.

Aç Bırakma ve Kısıtlı Besleme Uygulamaları

Yemleme periyodundaki keçilerde LH (Lutein hormon) salınım sıklığı bakımından canlı ağırlık farklılığının etkisinin önemli olmadığı, buna karşılık üç günlük aç bırakma sürecinde düşük vücut ağırlıklı keçilerde LH salınımının ve kan glikoz düzeylerinin önemli ölçüde azaldığı belirtilmiştir. Kan insülin seviyesinin ise hem düşük hem de yüksek canlı ağırlıktaki keçilerde aç bırakma periyodunda önemli düzeyde düştüğü bildirilmiştir (Çizelge 1, Çizelge 2, Şekil 1). Aynı çalışmada, bir ay süresince gereksinimlerinin % 30'u ile beslendikten sonra üç gün aç bırakılan bir başka grup keçide LH salımları ile canlı ağırlık arasında önemli düzeyde korelasyon ($r = 0.70$) bulunduğu ifade edilmiştir (Tanaka ve ark. 2002).

Çizelge 1. Canlı ağırlığı 24 kg'dan az ve fazla olan keçilerde dört saatlik süreçte kaydedilen LH salınım sıklığı (Tanaka ve ark. 2002)

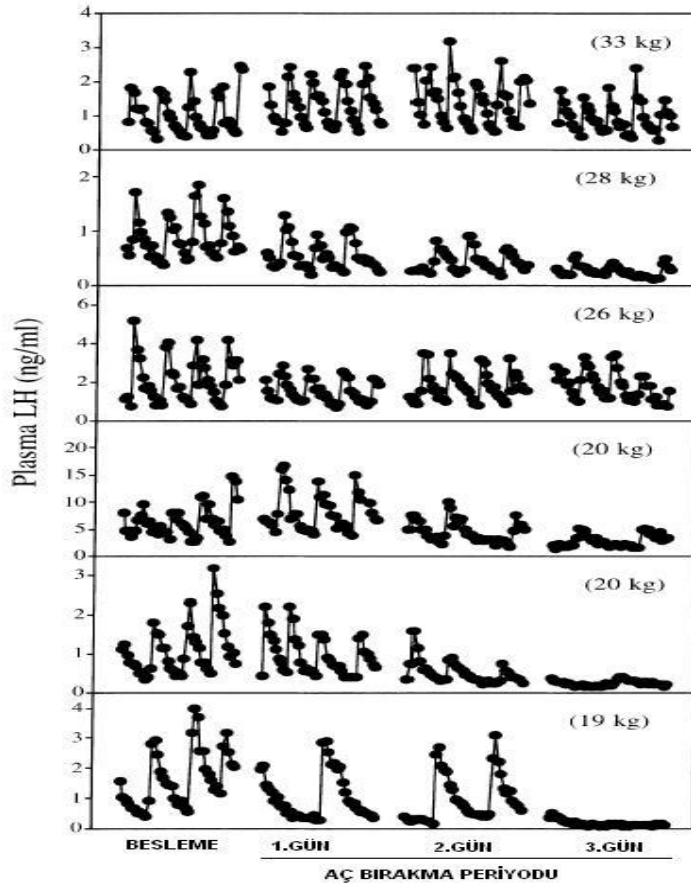
	n	CA (kg)	Yemleme günü	Aç bırakılan		
				1.gün	2.gün	3.gün
CA≥24 kg	4	30.5	4.5	4.0	4.3	4.3
CA<24 kg	4	21.0	4.8	3.8	3.3*	2.3**

Aç bırakma periyodundaki her gün ile yemleme günü arasındaki farklılık önemlidir. *P<0.05, **P<0.01

Çizelge 2. Canlı ağırlığı 24 kg'dan az ve fazla olan keçilerde belirlenen kan glikoz ve insülin konsantrasyonları (Tanaka ve ark. 2002)

Kan glikoz konsantrasyonları (mg/dl)		
	CA ≥ 24 kg	CA < 24 kg
Yemleme-0.gün	54.80	50.00 ^a
Aç bırakılan		
1.gün	49.50	44.00 ^b
2.gün	49.50	42.90 ^b
3.gün	50.20	44.10 ^b
Kan insülin konsantrasyonları (μU/ml)		
Yemleme-0.gün	10.00 ^a	9.80 ^a
Aç bırakılan		
1.gün	5.00	5.50
2.gün	3.50 ^b	3.50 ^b
3.gün	3.60 ^b	3.10 ^b

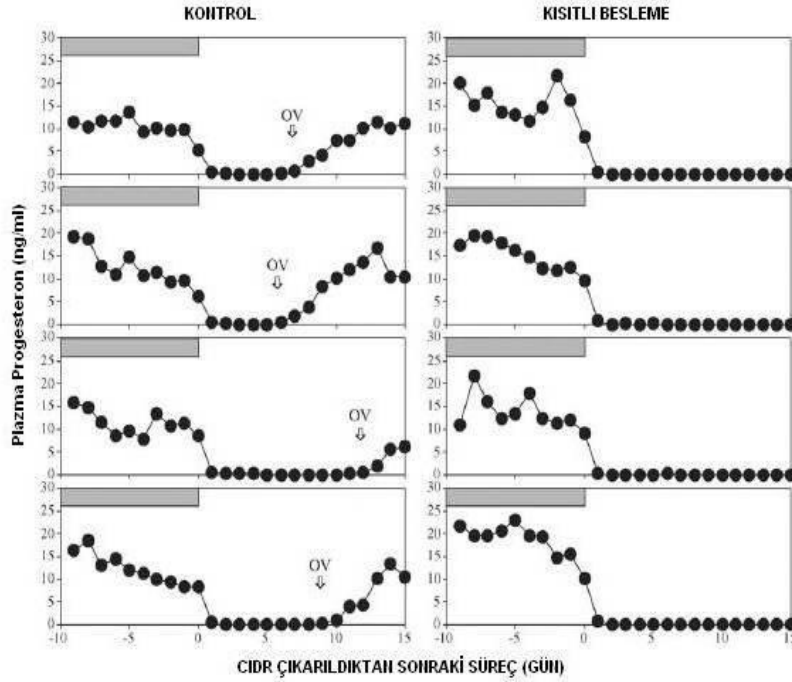
a, b: Aç bırakılan gün ile yemleme günü arasındaki farklılıklar önemlidir. P<0.05



Şekil 1. Canlı ağırlıkları farklı olan keçilerde yemleme ve aç bırakma periyotları boyunca oluşan LH salgılanması (Tanaka ve ark. 2002)

Canlı ağırlık bakımından ağır, orta ve hafif olarak gruplandırılan keçilerin kızgınlık dönemi boyunca enerji gereksinimlerinin % 70'inin kısıtlanması sonucunda, en fazla canlı ağırlık kaybının (% 42.6) en ağır hayvanlarda olmasına karşın diğer gruplardaki keçilerden daha uzun süre (136 gün) kızgınlık gösterdikleri bildirilmektedir. Keçilerde belirlenen progesteron ve östradiol konsantrasyonlarının da kısıtlı besleme başlamadan önceki değerlere göre önemli düzeyde düşük bulunduğu ifade edilmektedir (Tanaka ve ark. 2003).

Yetersiz beslenen (gereksinimin % 30'u) keçilerde altı haftalık süreç sonunda canlı ağırlığın % 25'inin kaybedilmesi ($P < 0.05$) ile LH salgılanmasında azalma olduğu bildirilmiştir. Aynı hayvanlarda CIDR-G (progesteron içeren vagina içi kontrollü ilaç salıverici) çıkarıldıktan sonra 15 gün boyunca kızgınlık gözlenmemesi ve ovulasyon olmaması (Şekil 3), uygulamanın (CIDR-G) fayda sağlayamadığı şeklinde yorumlanmıştır. Plazma insülin ve östradiol konsantrasyonlarının önemli düzeyde düşerken, NEFA (esterleşmemiş yağ asitleri) seviyesinin oldukça yükseldiği, glikoz ve progesteron konsantrasyonu bakımından ise yetersiz beslenmenin etkisinin gözlenmediği ifade edilmiştir (Tanaka ve ark. 2004).



Şekil 3. Keçilerde kısıtlı beslemenin plazma progesteron düzeyine ve ovulasyon zamanına etkisi (Tanaka ve ark. 2004).

Akut enerji eksikliğinin etkilerini incelemek üzere yapılan bir araştırmada (Al-Azraqi 2007), bir grup keçinin tüm besin madde gereksinimleri karşılanırken; diğer grubun arka arkaya iki östrus siklusunda da 10. günden itibaren 4 gün süresince iki kez aç bırakıldığı belirtilmiştir. Çalışmada, her iki grubun da ilk siklusta kızgınlık gösterirken, ikinci siklusta yeterli beslenenlerde kızgınlığın tekrar ettiği, ancak aç bırakılan gruptan sadece bir keçinin kızgınlık gösterdiği ($P<0.05$) bildirilmiş ve aç bırakma uygulanan grupta ikinci siklusta belirlenen progesteron ve leptin düzeylerinin düşük olduğu ($P<0.05$) ifade edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Keçilerde aç bırakma uygulamasının östrus ile plazma progesteron ve leptin düzeyleri üzerindeki etkisi (Al-Azraqi 2007)

Östrus siklusu	Grup 1 (kontrol) (n = 8)		Grup 2 (aç bırakılan) (n = 8)	
	Progesteron (ng/ml)	Leptin (ng/ml)	Progesteron (ng/ml)	Leptin (ng/ml)
0	Östrus senkronizasyonu + (8/8)		Östrus senkronizasyonu + (8/8)	
5	3.80	3.10	4.10	3.16
10	4.60	3.15	4.70	3.10
Aç bırakma	yok		var	
15	3.40	3.13	3.10	3.00
20	Östrus + (8/8)		Östrus + (8/8)	
5	4.10	3.20	1.60*	1.60*
10	4.80	3.15	1.90*	1.80*
Aç bırakma	yok		var	
15	3.50	3.10	0.80**	1.65*
20	Östrus + (8/8)		Östrus + (1/8)	

Parantez içindeki rakamlar östrus gösteren keçi sayısını, (+) östrus gösterildiğini ifade etmektedir.

* $P<0.05$, ** $P<0.01$

Aç Bırakma ya da Kısıtlı Beslemeden Sonra Yeniden Besleme Uygulamaları

Bazı araştırmacılar (Mori ve ark. 1991; Nishihara ve ark. 1999; Matsuyama ve ark. 2004) tarafından keçilerde kullanılan bir teknikte (MUA= Multiple-Unit Activity), hipotalamusun arkuat nukleusuna bilateral olarak anestezi altında implante edilen elektrotlar vasıtasıyla GnRH puls üretimine ait elektriksel aktivite monitör ile izlenmekte ve ritmik sinyaller kaydedilmektedir. Bu sinyaller LH pulsları ile eşzamanlı olduğu için MUA'daki her sinyal GnRH üretim aktivitesinin elektrofizyolojik bir görüntüsü olarak tanımlanabilir.

Yemleme periyodu ile başlatılan, sonra 4 günlük aç bırakma ve arkasından yeniden yemleme uygulanan keçilerde aç bırakma süresince MUA sinyalleri arasındaki sürenin uzadığı, plazma NEFA ve keton düzeylerinin artarken asetik asit ve insülin düzeylerinin azaldığı; buna karşılık yeniden yemleme geçildikten sonra sinyaller arasındaki sürenin giderek azaldığı ve söz konusu metabolitlerin aç bırakma öncesi seviyesine ulaştığı bildirilmiştir. Plazma glikoz düzeyinin ise deneme boyunca sabit kaldığı ve aç bırakma sonunda canlı ağırlık değerlerinin önemli düzeyde düştüğü ifade edilmiştir (Matsuyama ve ark. 2004).

Altı ay boyunca gereksinimlerinin % 30'u kısıtlanarak beslenen keçilerin süreç sonunda; bir grubu 6 hafta daha aynı düzeyde beslemeye devam edilirken diğerlerinin gereksinimlerinin 1.5 katı düzeyinde beslendiği ve her periyodun sonunda tüm keçilere östrus senkronizasyonu için vajinal sünger, eCG (gebe kısrak serumu), kloprostenol (bir PGF_{2α}) uygulandığı belirtilmiştir (Paula ve ark. 2005). Altı ay sonunda keçilerin ağırlıklarının % 18.62'sini kaybettikleri, daha sonra yüksek düzeyde beslenenlerin ağırlıklarının % 90.63'ünü geri kazandıkları bildirilmiştir. Aynı çalışmada, plazma NEFA seviyelerinin yetersiz beslenmeye devam edenlerde önemli düzeyde yüksek çıkmasına ve hormon uygulamasına rağmen bu gruptaki keçilerin yarısında kızgınlık ve ovulasyon gözlenmemesine dikkat çekilmiştir. Ayrıca ovulasyon oranı ile östradiol konsantrasyonu arasında ($r = 0.99$) ve ovulasyon oranı ile canlı ağırlık kaybı arasında ($r = 0.70$) önemli düzeyde korelasyon saptandığı; ovulasyon oranı bakımından gruplar arasındaki farklılığın önemli bulunduğu ifade edilmiştir.

Bir başka araştırmada hafif ve ağır olarak gruplandırılan keçilerin 15 gün bazal besin madde gereksiniminin karşılanmasını takiben 35'er günlük periyotlarda önce gereksinimin 0.5 katı, sonra 1.44 katı ile beslenmelerinin üre, glikoz ve progesteron düzeyleri üzerindeki etkisinin önemsiz bulunduğu bildirilmiştir (Aboelmaaty ve ark. 2008).

Gereksinimin Üzerinde Besleme Uygulamaları

Ovulasyon öncesi 40 gün süresince yonca kuru otuna ek olarak 120 g/gün/baş kan unu alan yüksek ve düşük kondüsyonlu keçilerde yapılan bir çalışmada (Meza-Herrera ve ark. 2004), protein katkılı beslemenin her iki grupta da folikül sayısını etkilemediği, ancak korpus luteum sayısının kondüsyonu yüksek olanlarda daha fazla bulunduğu ($P < 0.05$) ifade edilmiştir. Protein katkısı verilen ve verilmeyen keçiler karşılaştırıldığında; katkı alan keçilerde toplam ovaryum aktivitesinin daha yüksek olduğu, serum insülin düzeyleri ile korpus luteum sayısı ($r = 0.46$; $P = 0.06$) ve folikül sayısı ($r = 0.38$; $P = 0.10$) arasında pozitif bir korelasyon gözlemlendiği vurgulanmıştır.

Dokuz hafta süresince yaşama payı gereksinimlerinin 2.09 katı ve 0.54 katı enerji almaları sağlanan keçilerde beslemenin canlı ağırlıklar üzerindeki etkisinin önemli olduğu; östrus siklusu boyunca ölçülen progesteron düzeylerinin düşük enerji içeren rasyonlarla beslenen keçilerde sıfır seviyesinde seyrederken diğer gruptaki keçilerde 0. gün 0.0 ng ml⁻¹, 4. gün 1.2 ng ml⁻¹, 8. gün 8.0 ng ml⁻¹, 12. gün 9.2 ng ml⁻¹, 16. gün 10.0 ng ml⁻¹ ve 20. gün 1.2 ng ml⁻¹ olarak saptandığı bildirilmiştir (Rondina ve ark. 2005).

Ovulasyondan sonra 7. günden başlayarak 13. güne kadar olan sürede yaşama payı gereksiniminin 2.5 katı düzeyinde beslenen keçilerde kan progesteron düzeyi üzerinde beslemenin etkisinin görülmemiş olmasına rağmen, söz konusu etkinin FSH ve LH salgılanması üzerinde olumlu yönde olduğu ($P < 0.05$) bildirilmektedir (Çizelge 4; Haruna ve ark. 2009). Kan glikoz ve insülin konsantrasyonlarının ise besleme sürecinin başlangıcında canlı ağırlık artışına paralel olarak hızlı bir yükseliş gösterdiği ($P < 0.05$), fakat besleme programının devam etmesine karşın bu yükselişin yaklaşık 3 günlük bir süre sonunda düşüşe geçtiği ve besleme etkisinin ortadan kalktığı ifade edilmiştir. Bu durum, kan glikoz ve insülin düzeyindeki akut artışın hipotalamik GnRH nörosekresyonunu uyarması ile ilişkilendirilmiştir; ancak FSH

ve LH salınımlarındaki bu artışa karşın, uygulanan kısa süreli yüksek şok beslemenin ovaryum aktivitesini etkilemediği bildirilmiştir (Çizelge 5; Haruna ve ark. 2009).

Çizelge 4. Ovulasyon sonrasında keçilere yaşama payı (YP) gereksiniminin üzerinde uygulanan şok beslemenin FSH ve LH hormon profili üzerindeki etkisi (Ovulasyon, 0. gün olarak kabul edilmiştir) (Haruna ve ark. 2009)

Gruplar (Rasyon düzeyi)	FSH salınımlarında belirlenen pik değerler arasındaki süre (gün)		Altı saatlik süre boyunca belirlenen LH salınım sıklığı		Ortalama plazma LH konsantrasyonu (ng/ml)	
	Birinci ovulasyondan ikinci ovulasyona kadar	İkinci ovulasyondan üçüncü ovulasyona kadar	9. gün	11. gün	9.gün	11. gün
YP	6.2	5.0	1.0	3.3	0.3	1.4
YP x 2.5	4.3*	5.3	1.0	4.5*	0.3	1.2

* P<0.05 Aynı özellik bakımından aynı sütunda yer alan farklılıklar önemlidir.

Çizelge 5. Ovulasyon sonrasında yaşama payı (YP) ve yaşama payının üzerinde (YP x 2.5) beslenen keçilerde belirlenen ovaryum aktivitesi (Haruna ve ark. 2009)

Gruplar (Rasyon düzeyi)	Dominant	İkinci ovulasyon		Üçüncü ovulasyon			
	foliküllerin büyüme oranı (7-14. gün) (mm/gün)	Ovule olacak folikülün maksimum çapı (mm)	Ovulasyon oranı	Birinci ve ikinci ovulasyon arasındaki süre	Ovule olacak folikülün maksimum çapı (mm)	Ovulasyon oranı	Birinci ve ikinci ovulasyon arasındaki süre
YP	0.7	5.8	2.8	18.0	5.6	3.0	23.8
YP x 2.5	0.6	5.7	2.5	14.8	5.6	3.5	19.3

Yüksek düzeyde kesikli ve kısa süreli yapılan şok beslemenin etkilerini incelemek üzere yapılan bir diğer çalışmada, keçilere östrus siklusunun 12-15. günlerinde (4 gün) ve 18-21. günlerinde (4 gün) olmak üzere iki kez yaşama payının 2.5 katı düzeyinde enerji içeren besleme uygulanarak iki ovulasyondaki veriler değerlendirilmiştir (Zabuli ve ark. 2010). Yapılan uygulamanın 12-20. günler arasında belirlenen plazma glikoz ve insülin düzeylerini önemli düzeyde yükselttiği; iki ovulasyon arasındaki süre, foliküler gelişim ve korpus luteum çapı üzerinde etkili olmadığı; ikinci kez uygulanan şok beslemenin folikül sayısını artırdığı (P<0.05); buna karşılık plazma progesteron, östradiol ve FSH salınımını etkilemediği belirtilmiştir. Ovulasyon oranı bakımından çalışmada hem yüksek ve düşük enerji ile beslenen keçilerin hem de bu keçilerin iki ovulasyonunun karşılaştırıldığı dikkat çekmektedir. Araştırmacılar, birinci ovulasyonda şok beslemenin etkisinin görülmediğini, ancak şok besleme uygulanan keçilerde ikinci ovulasyonda belirlenen oranın hem birinci ovulasyondaki değerlerinden yüksek olduğunu hem de her iki ovulasyonda da düşük enerji alan keçilerden yüksek bulunduğunu ifade etmişlerdir (P<0.05).

Aşım döneminde 40 gün süresince gereksinim üzerinde (yaşama payı enerji ve protein ihtiyacının 1.25, 1.50 ve 1.75 katı) besleme uygulanan Kıl keçilerde döl verimi ile birlikte besleme sürecinde eş zamanlı olarak belirlenen canlı ağırlık ve kan değerlerinin ele alındığı bir çalışmada (Kor 2011); gereksinimin 1.75 katı ile beslenen keçilerde canlı ağırlığın arttığı (P<0.05), östrojen düzeyinin düşük (P<0.05) ve progesteron düzeyi ile ikizlik oranının diğer gruplara göre daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir. Enerji ve protein alımındaki azalmanın kan üre azotu değerini yükselttiği (P<0.05), kan glikoz değerini ise düşürdüğü belirtilmiştir.

Sonuç

Aç bırakma ya da kısıtlı besleme uygulamaları, keçilerin üreme aktivitesinde canlı ağırlığın önemli bir faktör olduğunu ve performansını artırmak için yapılan hormon uygulamalarının bu koşullarda etkisinin yetersiz kaldığını göstermektedir. Gereksinim fazlası yapılan şok besleme uygulamalarının sonuçları ise çelişkili görünmektedir. Bu nedenle keçilerin üreme özelliklerinde metabolik faktörler ile hormonal

mekanizma arasındaki ilişkinin tartışmalı bir konu olarak gündemde yer aldığı göze çarpmaktadır. Bu bağlamda, canlı ağırlıkları farklı hayvanlar kullanılarak rasyon içeriğindeki enerji ya da protein düzeylerinin özellikle marjinal boyutlarda tutulması, farklı yem kaynakları üzerinde durulması, besleme uygulamasının üreme döngüsündeki farklı aşamalarda tekrarlanması ve bu uygulamalarla eş zamanlı olarak ovaryum aktivitesinin izlenmesiyle çelişkili konuları giderecek araştırmalara gereksinim duyulduğu anlaşılmaktadır.

Kaynaklar

- Aboelmaaty AM, Mansou MM, Ezzo OH, Hamam AM (2008). Some productive and metabolic responses to food restriction and re-feeding in Egyptian native goats. *Global Veterinaria* 2(5): 225-232.
- Al-Azraqi AA (2007). Effect of fasting on luteal function, leptin and steroids concentration during oestrus cycle of the goat in natural photo-status. *Animal Reproduction Science* 98: 343-349.
- Dellal G, Cedden F (2002). Koyun ve keçi üremenin mevsime bağlılığı ve üreme ve fotoperiyot ilişkileri. *Hayvansal Üretim* 43(1): 64-73.
- Haruna S, Kuroiwa T, Lu W, Zabuli J, Tanaka T, Kamomae H (2009). The effects of short-term nutritional stimulus before and after the luteolysis on metabolic status, reproductive hormones and ovarian activity in goats. *Journal of Reproduction and Development* 55: 39-44.
- Hunter MG, Robinson RS, Mann GE, Webb R (2004). Endocrine and paracrine control of follicular development and ovulation rate in farm species. *Animal Reproduction Science* 82-83: 461-477.
- Kaymakçı M (2002). Üreme Biyolojisi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:503, İzmir.
- Kor D (2011). Teke katım döneminde keçilerin farklı miktarlarda protein ve enerji tüketmelerinin bazı kan parametreleri ile döl verimi üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Van.*
- Matsuyama S, Ohkura S, Ichimaru T, Sakurai K, Tsukamura H, Maeda K, Okamura H (2004). Simultaneous observation of the GnRH pulse generator activity and plasma concentrations of metabolites and insulin during fasting and subsequent refeeding periods in Shiba goats. *Journal of Reproduction and Development* 50: 697-704.
- Meza-Herrera CA, Sanchez JM, Chavez-Perches JG, Salinas H, Mellado M (2004). Protein supplementation, body condition and ovarian activity in goats- Pre-ovulatory serum profile of insulin. *South African Journal of Animal Science* 34(Supplement 1): 223-226.
- Mori Y, Nishihara M, Tanaka T, Shimizu T, Yamaguchi M, Takeuchi Y, Hoshino K (1991). Chronic recording of electrophysiological manifestation of the hypothalamic gonadotropin-releasing hormone pulse generator in goats. *Neuroendocrinology* 53: 392-395.
- Nishihara M, Takeuchi T, Tanaka T, Mori Y (1999). Electrophysiological correlates of pulsatile and surge gonadotrophin secretion. *Rev. Reprod.* 4 : 110-116.
- Ohkura S, Ichimaru T, Itoh F, Matsuyama S, Okamura H (2004). Further evidence for the role of glucose as a metabolic regulator of hypothalamic gonadotropin-releasing hormone pulse generator activity in goats. *Endocrinology* 145: 3239-3246.
- Paula NRO, Galeati G, Teixeira DIA, Lopes Junior ES, Freitas VJF, Rondina D (2005). Responsiveness to progesterone-eCG-cloprostenol treatment in goat food restricted for long period and refed. *Reprod. Dom. Anim.* 40: 108-110.
- Rondina D, Freitas VJF, Spinaci M, Galeati G (2005). Effect of nutrition on plasma progesterone levels, metabolic parameters and small follicles development in unstimulated goats reared under constant photoperiod regimen. *Reprod. Dom. Anim.* 40: 548-552.
- Tanaka T, Akaboshi N, Inoue Y, Kamomae H, Kaneda Y (2002). Fasting-induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goats. *Animal Reproduction Science* 72: 185-196.
- Tanaka T, Yamaguchi T, Kamomae H, Kaneda Y (2003). Nutritionally induced body weight loss and ovarian quiescence in Shiba goats. *Journal of Reproduction and Development* 49: 113-119.
- Tanaka T, Fujiwara K, Kim S, Kamomae H, Kaneda Y (2004). Ovarian and hormonal responses to a progesterone-releasing controlled internal drug releasing treatment in dietary-restricted goats. *Animal Reproduction Science* 84: 135-146.
- Zabuli J, Tanaka T, Lu W, Kamomae H (2010). Intermittent nutritional stimulus by short-term treatment of high-energy diet promotes ovarian performance together with increases in blood levels of glucose and insulin in cycling goats. *Animal Reproduction Science* DOI:10.1016/j.anireprosci. 2010.09.05.