



FİZYOLOJİ

(Ders Notu*)

(13. Hafta)

Prof. Dr. Gürsel DELLAL

Doç. Dr. Erkan PEHLİVAN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü

Ankara - 2021

** Ders notunun hazırlanmasında kullanılan kaynaklar son sayfada toplu olarak verilmiştir.*

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

Meme bezinin yapısı

- Bütün salgı bezleri ve organlar, hayvanların büyümesi üzerinde önemli fonksiyonlar gerçekleştirmelerine karşın, meme bezi bu bezlerden dokusal ve fonksiyonel olarak daha büyük farklılık göstermektedir.
- Meme bezi esas olarak iki önemli fonksiyon gerçekleştirmektedir Bunlar;
 - ▣ Yavrunun beslenmesini sağlamak,
 - ▣ Yavrunun pasif bağışıklık sisteminin kaynağını oluşturmaktır
- Meme bezi gelişimi ve yapısı, süt üretimi ile yakın ilişki göstermesi nedeniyle, yavru gelişiminde ve dolayısıyla yavrunun ileri dönemlerdeki verimlerinin istenilen seviyelere çıkmasında önemli düzeyde katkıda bulunmaktadır.

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

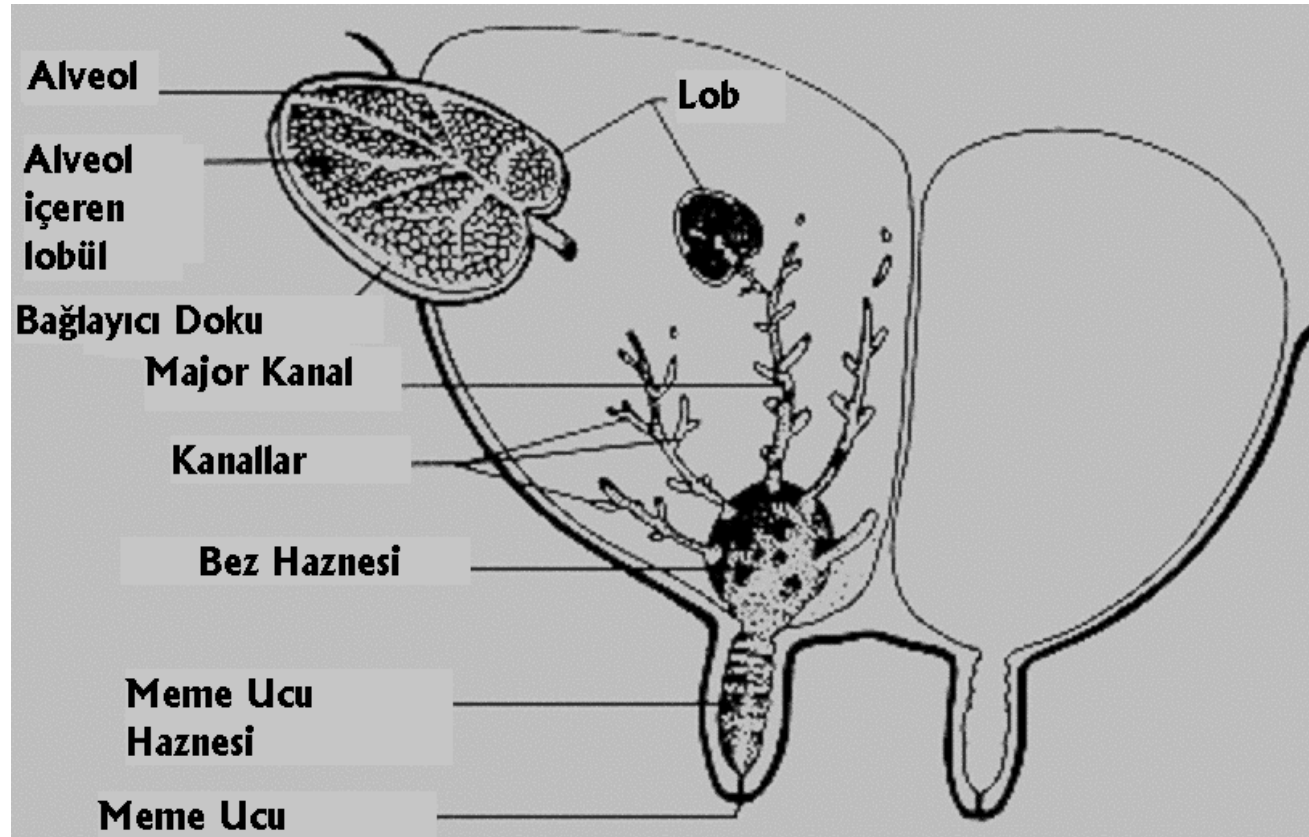
Sığır meme bezinin anatomik ve dokusal yapısı

- Sığırlarda meme bezi 4 büyük ana lobdan oluşmaktadır.
- Her bir lop 6-10 cm uzunluğunda tek bir meme başı içerir.
- Meme salgı dokusu loblar halinde organize olmuştur.
- Her ana lobda çok sayıda alt loblar bulunmakta ve bu loblar da çok sayıda lobcuktan oluşmaktadır. Loblarda bulunan her bir lobcukta ise mikroskopik düzeydeki yaklaşık 150-220 adet alveol keseler bulunmakta ve süt sentezi esas olarak bu birimlerdeki salgı hücreleri tarafından gerçekleştirilmektedir.
- Her bir ana lobda genellikle 12-50 adet ana kanal bulunmaktadır. Bu kanallar, loblar ve dolayısıyla da lobcuklarda bulunan terminal kanalcıklar ile, terminal kanalcıkların her biri de alveol keseleri ile bağlantı halindedir.
- Ana kanallar bez haznesinde birleşmektedirler.
- Bez haznesi meme ucunda yer alan meme ucu haznesine açılmaktadır.

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

4

Sığır meme bezinin genel dokusal görünümü



Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

5

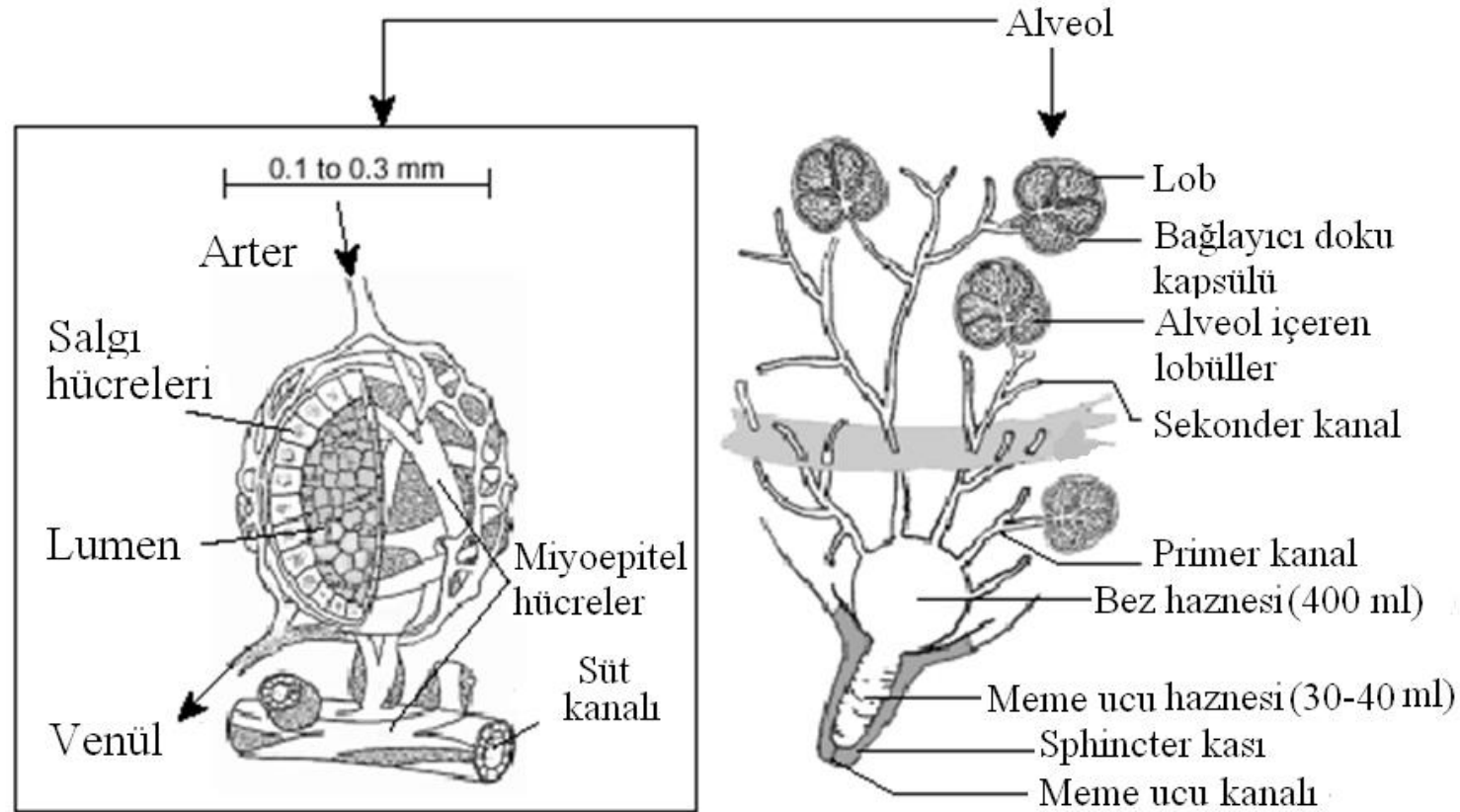
Süt sentezinde bazı fizyolojik/biyolojik süreçler

- Memeye gelen kan akışı
- Taşınan besin maddelerinin çeşitleri ve konsantrasyonları
- Alveollere taşınmaları
- Alveollerde gerçek süt sentez merkezlerine ulaştırılmaları
- Sentezlenen süt besin maddelerinin meme süt kanallarına verilmeleri (eksositozları)

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

6

Süt salgılama sisteminde alveol ve kanal yapıları



Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

7

Meme bezine kan akışı

- Alveollerde sütün sentezlenmesi meme bezine gerekli olan besin maddelerinin bu hücrelere taşınmasına bağlıdır.
- Bu ise açık olarak memeye olan kan akışı ve kandaki besin maddelerinin konsantrasyonları ile ilişkilidir.
- Memeye olan kan akışını ölçmek için çeşitli yöntemler bulunmaktadır.
- Keçilerde memeye olan kan akışı pik laktasyonda meme bezi (tek meme bezi) başına 500 ml/dak, geç laktasyonda 200 ml/dak ve laktasyonun bitiminden sonra 100ml/dak' nın altındadır.
- Sığırlarda meme yarısı başına 8 ve 5 litre /gün süt verime sahip Siyah Alaca ırkı sığırlarda meme yarısı başına olan kan akışı sırasıyla 3.5 ve 1-2 litre/dakika olarak belirlenmiştir.

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

8

Meme bezine besin maddelerinin alınması

- Besin substratlarının meme bezi kılcal damarlarının iç zarı (endotelyum) ve salgı hücrelerinin basolateral zarlarını geçerek salgı hücresi içine alınırlar.
- Bu aşamadan sonra ise besin maddeleri daha fazla hareket ile hücre içindeki esas yararlanılma bölgeleri olan organellerin zarlarına (bu zarlar hücre içi zarlar olarak ta bilinir) taşınmaktadır.

Glikoz alımı

- Süt sığırlarında glikozun alımı ile süt verimi arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır;
- Alveol içerisinde glikoz konsantrasyonu, sütün glikoz konsantrasyonuna eşitken, kan plazma konsantrasyonundan 10 kat daha düşüktür;
- Alveolün bazal membranı glikoz girişi için açık olarak bir bariyer oluşturmaktadır;
- Bu durum, alveole tarafından kontrole dayalı bir taşıma sistemini zorunlu kılmaktadır.

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

- Bugüne kadar memelilerde 7 adet glikoz taşıyıcı sistemin olduğu belirlenmiştir. Bunlar; GLUT (glikoz taşıyıcısı) 1, 2, 3, 4, 5 olarak isimlendirilen transmembranöz proteinler ile birlikte kemirgenlerde belirlenen basit difüzyon (küçük miktarlarda) ve özel kolaylaştırılmış difüzyondur. (büyük miktarlarda)
- Glikoz taşıyıcılarının fonksiyonları hormonal olarak düzenlenmektedir.
- Kan plazma glikoz konsantrasyonlarında görülen orta ve şiddetli azalmalar, süt veriminde sabit olarak gerilemeye neden olurken, düşük düzeydeki azalmalar etki göstermemektedir.
- Örneğin; Sütçü sığırlarda, kan plazma glikoz düzeyi 64 mg/dl'den 59 mg/dl'ye gerilemesi süt verimi üzerinde etkisi göstermemektedir.
- Bunun nedeni, glikoz alımının meme bezi tarafından bu durumda dahi gerçekleştiriliyor olmasıdır

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

10

Amino asit alımı

- Esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitler
- Amino asit taşıyıcıları:
- Alveol içine amino asit alımı da, taşıyıcı süreçler yoluyla meydana gelmekte olup memede bu amaç için özelleşmiş amino asit taşıyıcılarının bulunmaktadır.
- Sığırlarda meme dokusunda nötr amino asitler için 4 adet taşıyıcı sistemin olduğu bildirilmiştir. Bunlar;
- A sistemi (Na bağımlı)
- ASC sistemi (Na bağımlı)
- L sistemi (Na'dan bağımsız)
- Katyonik Y^+ taşıyıcı sistemi' dir.

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

- Bu taşıyıcılar birden fazla sayıda ve farklı tipte amino asit taşıyabilmektedirler.
- Aynı taşıyıcıyı paylaşan amino asitler arasında uyarıcı ve engelleyici interaksyonlar meydana gelebilmektedir
- Buna karşın bir amino asitin plazma düzeyini artırmak için dışarıdan verilmesi veya bu amino asitin analogları ile rekabetin engellenmesi diğer aminoasitlerin alımını da etkilemektedir
- Örneğin eksogen olarak metiyonin uygulanması hücre içi metiyonin konsantrasyonu bakımından fayda sağlarken, taşıyıcı için rekabet nedeniyle başka bir amino asitin alımını kısıtlamakta ve bu kısıtlanan amino asit süt proteinlerinin sentezlenmesi sırasında sınırlayıcı faktör haline gelebilmektedir.

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

12

Meme Bezinde Süt Besin Maddelerinin Sentezlenmesi

Süt Proteinlerinin Sentezlenmesi

- Farklı memeli türlerinin süt proteinlerinin miktarı ve çeşitleri bakımından farklılık söz konusudur.
- Buna karşın tüm memelilerde süt proteinleri kazeinler ve whey proteinleri olmak üzere iki ana gruba ayrılır.
- Örneğin sığır sütünde kazeinler süt proteinlerinin yaklaşık %80'ni oluşturur ve k-kazein, α S1, α S2 ve β - kazein olmak üzere 4 tiptirler. Bunlardan son üçü kalsiyuma duyarlı kazeinler olarak isimlendirilirler. Esas whey proteinleri, α -laktalbumin, β -laktoglobülin (rodentlerde yoktur) ve whey asidik proteindir (WAP, sığır keçi ve koyunda yoktur).

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

13

- Süt proteinlerinden serum albumini ve kan plazma kökenli immünoglobulinler alveol içerisinde sentezlenmemekte ve kan plazmasından doğrudan alınmaktadır.
- Süt proteinlerinin büyük çoğunluğunu oluşturan kazeinler ve whey proteinleri ise alveol içinde sentezlenmektedir.
- Alveol içerisinde protein sentez yeri ER'dur.
- Protein sentezi için gerekli olan amino asitler esas olarak serbest kan plazma havuzundan sağlanırken, düşük miktarlarda da (fakat önemli) eritrositler, kan plazma peptitleri ve alveol içindeki yapısal proteinlerin yıkımından sağlanmaktadır
- Laktasyondaki sığır meme bezinde yeni sentezlenen whey proteinleri ve kazeinlerin salgı keseleri içinde birlikte paketlenmeleri ve apikal bölgeye aynı taşıma yolu ile gittikleri gösterilmiştir

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

14

Laktoz Sentezlenmesi

- Laktoz yalnızca meme bezinde sentezlenmektedir.
- Laktoz sentez yeri ise alveol salgı hücrelerindeki golgi aygıtıdır.
- Laktoz; golgi aygıtı içerisinde glikoz alt birimleri ile galaktoz alt birimlerinin β -glikozidik bağ ile birleşmeleri (bir molekül galaktoz ve bir molekül glikozun) sonucunda sentezlenmektedir. Bu biyokimyasal reaksiyon sonucunda eşit molaritede fosforik asit (H_3PO_4) üretilmektedir.
- Serbest glikozun sentezlenmesinde gerekli olan glikoz 6-fosfataz enzimi meme dokusunda bulunmamaktadır. Bu nedenle meme dokusunda serbest glikoz sentezi olmamaktadır.
- Meme dokusu glikoz kaynağı için kesin olarak kan glikozuna bağımlılık göstermektedir

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

15

- Ruminantlarda meme tarafından kandan alınan glikozun miktarı toplam kan glikoz miktarının yaklaşık %60-%85'i kadardır ve alınan bu glikozun yaklaşık %70'i laktozun sentezinde kullanılmaktadır;
- Golgi içerisinde laktoz sentezinde son basamak sentezin galaktozil transferaz enzimi tarafından katalize edilmesidir;
- Laktoz sentezlendikten sonra önemli miktarlara ulaşacak şekilde golgi içerisinde depolanmaktadır;
- Bu şekilde; laktoz suyun hücre içerisine girişini ve dolayısıyla da süt ozmotik basıncını da (ozmolarite) kontrol etmektedir.

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

16

Süt Yağı Sentezlenmesi

- Tüm yağlar esterlerin önemli kimyasal gruplarından;
- Esterler; gliserin ve yağ asitlerinden oluşur ve bu nedenle gliseritler olarak isimlendirilirler;
- Bir yağ asiti bir hidrokarbon zinciri ile bir karboksil grubundan meydana gelmiştir;
- Süt yağında trigliseritler (triacylglycerol -TAG) asıl bileşeni oluşturmaktadır;
- Her gliserin molekülüne 3 yağ asidi bağlanmıştır ve bu yağ asitleri aynı tipte olmayabilirler;
- Asetat ve 3-hidroksibütrat, ruminantların meme bezinde yağ asiti sentezinin ön maddeleridir;

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

- İlk aşamada kısa zincirli yağ asitleri (asetik asit, formik asit, propiyonik asit, bütirik asit) ve karbonhidratlar meydana gelmektedir. Daha sonra ise orta ve uzun zincirli yağ asitlerinin önemli bir bölümü oluşmaktadır.
- Sentez yolunda önce üç yağ asiti bir gliserin molekülü ile birleşerek gliserit molekülünü oluşturmaktadır;
- Üç gliserit molekülü bir araya gelerek trigliseritleri yani süt yağının asıl bileşenini oluştururlar;
- Sentezlenen süt yağı, daha sonra alveol salgı hücresinin apikal bölgesinden lipit damlaları şeklinde alveol lumeni içerisine salgılanmaktadır;

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

Kolostrum üretimi (Kolostrogenesis)

- Meme bezinde doğumda veya doğuma yakın zamanda ilk sekresyon **kolostrum** olarak adlandırılmaktadır ve kolostrogenesis sırasında doğumdan önce immüoglobülinlerin maternal dolaşımdan meme sekresyonuna taşınması laktasyondan ayrı ve sınırlı bir devredir;
- Kolostrum üretimi, meme bezi gelişiminin farklı bir fizyolojik ve fonksiyonel döneminde meydana gelmekte olup, bezin birincil görevi olan süt üretiminden oldukça farklıdır.
- Kolostrum, kompozisyonu ve fonksiyonu yönünden eşizdir.
- Evcil ruminantlarda kolostrum ve süt arasındaki başlıca farklılık özellikle immüoglobülin G1 (IgG1) olmak üzere kolostral immüoglobülinlerinin (Ig) konsantrasyonlarının yüksekliğidir.
- Kolostrumdaki IgG, toplam kolostral proteinin $> \%90$ 'nını teşkil eden serumdan 5-10 kat daha yoğundur.

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

19

Kolostrumda bulunan ana bileşenlerin miktarlarında zamanla meydana gelen değişimler

	Su	Yağ	Protein	Laktoz	Mineraller
Doğumda (%)	66,4	6.5	23.7	2.1	1.4
12 saat sonra (%)	79.1	2.5	13.7	3.5	1.1
24 saat sonra (%)	84.4	3.6	7.1	4.2	1.0
48 saat sonra (%)	86.0	3.7	4.9	4.4	0.9

Süt Üretim (Laktasyon) Fizyolojisi (devam)

20

- Maternal antikorlar plasentadan geçememekte ve doğumdan sonra yavru immün sisteminin olgunlaşp koruyucu hale gelmesi haftalar - aylar almaktadır.
- Bu nedenle kolostral Ig'lerin zamanında alımı ve absorpsiyonu yeni doğan yavrunun hayatta kalması açısından kritik bir önem taşımaktadır.
- Ig'lerin kolostrum içinde yüksek düzeyde bulunması ve kendine özgü taşıma sistemi nedeniyle kolostrogenesiz meme bezinin eşiz bir fonksiyonu olarak kabul edilmektedir.
- Laktogenesi kontrol eden bazı hormonların kolostrum oluşumunu da etkilediği bilinmektedir

Ig'lerin alveol aracılığı ile taşınmaları

- Evcil ruminantlarda Ig'lerin taşınması doğumdan birkaç hafta önce başlar ve doğumdan hemen önce aniden kesilir. Bu periyot süresince haftada 500 gr dan daha fazla IgG alveol lumenine ve dolayısıyla kolostruma taşınır.

Kaynakça

1. Andaç, O.S., Erinç, E., Kandemir, N., Özen, B., Tan, Ü. 1977. Tıbbi Fizyoloji. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, A-21, Ankara.
2. Anonymous. Monogastrik Digestive System (Erişim tarihi: 23.03.2010)
<http://www.anslab.iastate.edu/Class/AnS319/2%20Digestive%20Physiology/2%20Monogastric%20Digestive%20System.ppt>
3. Anonymous. Ruminant Digestive System (Erişim tarihi: 23.03.2010)
<http://mc050.k12.sd.us/Ruminant%20Digestive%20System.ppt>
4. Anonymous. Digestive Anatomy in Ruminants Erişim tarihi: (23.03.2010)
http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/digestion/herbivores/rumen_anat.html
5. Bostancı, M.M. 2009. Memeli çiftlik hayvanlarında lif üretiminin biyolojisi, A.Ü.F.B.E. Zootekni A.B.D., Doktora semineri.
6. Coffey, R. Digestive Physiology of Farm Animals (Erişim tarihi: 23.03.2010)
[http://www.docstoc.com/docs/451214/Digestive-Physiology-of-Farm-Animals/.](http://www.docstoc.com/docs/451214/Digestive-Physiology-of-Farm-Animals/)
7. Dukes, H. H. 1955. The Physiology of Domestic Animals. Comstock Publishing Associates, Ithaca, New York.

Kaynakça (devam)

8. Ertuğrul, M. (Editör) (1997). Hayvan Yetiştirme (Yetiştiricilik). Ankara: Baran Ofset
9. Gillespie, J.R. 1998. Animal Science. Delmar Publishers. ISBN: 082737797, New York, USA.
10. Hadley, Mac E. 1984. Endocrinology. Prentice-Hall., Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
11. Hurley, W.L. 2006. Lactation Biology. <http://classes.aces.uiuc.edu/AnSci/308/> Erişim tarihi: 15.04.2007).
12. Lawrence, T.L.J., Fowler, V.R. 2002. Growth of Farm Animals. Cabi Publishing, ISBN: 0851994849, New York, USA.
13. Menteş, N. K., Menteş, G. 1976. Fizyolojik kimyaya bakış. Ege Üniversitesi Matbaası Bornova-İzmir.
14. Razzaghzadeh, S. 2011. Hayvansal lif üretiminde uygulanan biyoteknolojik yöntemler, A.Ü.F.B.E. Zootekni A.B.D., Doktora semineri
15. Sezgin ve ark. 2007. Süt Teknolojisi. A.Ü.Z.F. Yayın No:1560, Ders Kitabı:513. Editör Prof.Dr.Atilla Yetişmeyen.
16. Svennersten-Sjaunja, K. and Olsson, K. 2005. Endocrinology of milk production. Domestic Animal Endocrinology, 29; 241-258.

Kaynakça (devam)

17. Turan, B. 2010. Memeli çiftlik hayvanlarında büyüme faktörleri ve lif üretim biyolojisi, A.Ü.F.B.E. Zootekni A.B.D., Yüksek lisans semineri.
18. Yılmaz, B. 1999. Hormonlar ve Üreme Fizyolojisi. Feryal Matbaacılık, Ankara.
19. Yılmaz, B. 2000. Fizyoloji. 2. Baskı, Feryal Matbaacılık, Ankara.