

# **HAYVANSAL ÜRETİM FİZYOLOJİSİ**

**10. Hafta**

**Prof. Dr. Gürsel DELLAL**

# SÜT ÜRETİM FİZYOLOJİSİ

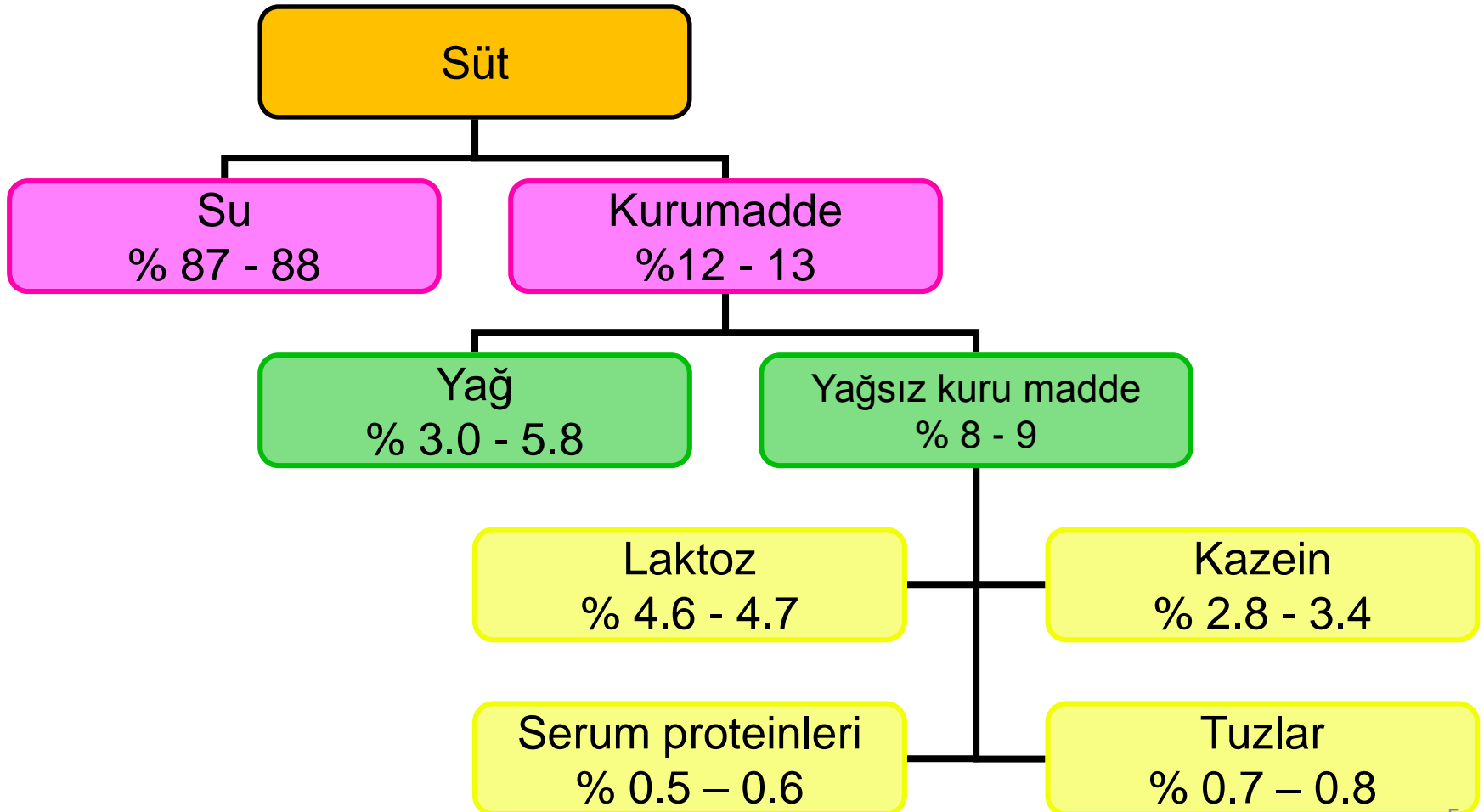
- **Önemi**
- Süt büyüme ve gelişme için gerekli olan protein, karbonhidrat, yağ, vitamin ve mineralleri içerisinde bulundurmaktadır. Sütte bulunan besin maddelerinin (biyokimyasal bileşenlerin) büyük bir kısmı meme bezinde sentezlenmesine karşın, bazıları özel taşıma mekanizmaları ile annenin kan sisteminden meme bezine ve dolayısıyla da süte taşınmaktadır.
- Meme bezinde sentezlenen süt yağı, laktoz, kazeinler,  $\alpha$ -laktalbuminler ve  $\beta$ -laktoglobulinler doğada sadece sütte bulunmaktadır.

- **Endüstriyel süt üretimi**
- Neden endüstriyel süt üretimi ?
- Süt üretimi=Sentez+Sağım
- Süt üretimini artırmaya yönelik uygulamalar genetik ve çevresel olmak üzere iki grup altında toplanmaktadır
- Çevresel uygulamalar genel olarak şunlardır:
  - Işık uygulamaları
  - Besleme uygulamaları
  - Eksogen hormon uygulamaları (GH)
  - Sütün tam olarak indirilmesine yönelik uygulamalar (dokunma ve meme uyarımı, eksogen hormon, vagal refleks uyarımı)
  - Laktasyon persistensine yönelik hormonal müdahaleler
  - Sağım sayısını artırmak

- **Süt üretimi ile ilgili bazı terimler**
- **-Mamogenesisiz:** Meme bezinin büyümesi ve gelişmesi sürecidir.
- **-Laktogenesisiz:** Memenin farklılaşmasıdır ve laktogenesisiz 1 ve 2 olmak üzere ikiye ayrılır.
- **-Galaktopoesiz:** Sütün meydana gelişi, memede sütün oluşması.
- **-Sütün indirilmesi:** Sütün serbest bırakılması, indirilmesi
- **-Laktasyon:** Sağım ve emme ile gerçekleşen süt üretim dönemidir.
- **-Süt üretimi:** Mamogenesisiz + laktogenesisiz+laktasyon+sütün indirilmesi süreçlerini içerir
- **-Kolostrum:** Doğumdan sonra memeden ilk gelen az kazeinli ve çok albüminli süt.

# Sütün yapısı

Şekil 8.1. Sütün bileşimi (Sezgin ve ark. 2007. Süt Teknolojisi. A.Ü.Z.F. Yayın No:1560, Ders Kitabı:513. Editör Prof.Dr.Atilla Yetişmeyen)



# Farklı hayvan türlerinde süt bileşiminin değişimi

Tablo 8.1. Çeşitli tür sütlerin ortalama bileşimleri (%)

(Sezgin ve ark. 2007. Süt Teknolojisi. A.Ü.Z.F. Yayın No:1560, Ders Kitabı:513.  
Editör Prof. Dr. Atilla Yetişmeyen)

Tür	Kurumadde	Yağ	Toplam Protein	Kazein	Serum Proteini	Laktoz	Mineral Madde
Kadın	12.4	3.8	1.0	0.4	0.6	7.0	0.2
İnek	12.6	3.7	3.4	2.8	0.6	4.7	0.7
Koyun	18.8	7.5	5.6	4.6	1.0	4.6	1.0
Keçi	13.2	4.5	3.6	3.0	0.6	4.3	0.8
Manda	17.5	7.5	4.3	3.6	0.7	4.8	0.8
Deve	13.4	4.5	3.6	2.7	0.9	4.5	0.8
Kısrak	11.2	1.9	2.5	1.3	1.2	6.2	0.5
Eşek	10.8	1.5	2.0	1.0	1.0	6.7	0.5
Lama	16.2	2.4	7.3	6.2	1.1	6.0	-
Tibet sığırı	17.7	6.7	5.5	-	-	4.6	0.9
Ren geyiği	32.6	18.0	10.5	8.5	2.0	2.6	1.5
Balina	37.5	22.0	12.0	-	-	1.8	1.7

- Farklı türlerin sütleri arasında bu bileşenlerin miktar ve kalite özellikleri bakımından bir değişim söz konusudur.
- Bu değişimin esas nedeni ise meme bezindeki süt salgı hücrelerinde (alveol epitel hücreleri= AEH =meme bezi epitel hücreleri =MEH) süt besin maddesi bileşenlerinin biyosentezi ve alveol lümenine taşınma oranlarındaki genetik ve endokrin farklılıklardır.

- **Süt proteinleri:** Sütün en önemli bileşenidirler ve sütteki kuru maddenin yaklaşık % 27'sini oluştururlar.
- Yapılarında vücut tarafından sentezlenemeyen temel (esansiyel) amino asitlerin hepsini bulundurlar.
- **Süt proteinleri;** homojen olmayıp farklı nitelikte 30'dan fazla fraksiyonu içermektedirler. Kazein ve serum proteinleri olmak üzere 2 grup altında toplanırlar.
- Süt proteinleri ancak elektron mikroskobu ile görülebilir.
- **Kaynak:** Sezgin ve ark. 2007. Süt Teknolojisi. A.U.Z.F. Yayın No: 1560, Ders Kitabı:513. Editör Prof. Dr. Atilla Yetişmeyen



Tablo 8.2. Süt proteinlerinin bazı özellikleri (Sezgin ve ark. 2007. Süt Teknolojisi. A.Ü.Z.F. Yayın No:1560, Ders Kitabı:513. Editör Prof. Dr. Atilla Yetişmeyen)

Protein fraksiyonları	Süt proteinindeki oranı (%)	İzoelektrik noktası (pH)	Molekül ağırlığı (Dalton)
Kazeinler	79	4.6	2-18x10 <sup>8</sup>
$\alpha_s$ -kazein*	45-55	5.1	22500
$\beta$ -kazein	23-35	5.3	24000
K-kazein	8-15	4.1-4.5	19000
Y-kazein	3-7	5.8-6.4	11-20x10 <sup>3</sup>
Serum Proteinleri			
$\beta$ -laktoglobülin	7-12	5.2	18300
$\alpha$ -laktalbümin	2-5	5.1	14000
Serum albümini	0.7-1.3	4.8	69000
Proteoz-peptonlar	1.9-3.3	4.6-6.0	15-100x10 <sup>4</sup>
	2.6	3.7	4-40x10 <sup>3</sup>

\*Ca-iyonlarına karşı duyarlıdır

- **Kazein:** Doğada yalnızca sütte bulunur ve süt proteinlerinin yaklaşık olarak % 80'ni oluşturur
- **Serum proteinleri:**Kazeinin yağsız süttten uzaklaştırılmasından sonra geriye kalan kısım süt serumu ismini almakta ve içinde yaklaşık % 0.7 düzeyinde serum proteinleri yer almaktadır.Toplam süt proteinlerinin yaklaşık %20'ni oluşturan bu proteinlere peynir altı suyu proteinleri de denmektedir.
- **Kaynak:** Sezgin ve ark. 2007.Süt Teknolojisi. A.Ü.Z.F. Yayın No:1560, Ders Kitabı:513.Editör Prof. Dr. Atilla Yetişmeyen

- **Süt üretiminin fizyolojisi:**

a) Mamogenesisiz

b) Galaktopoesiz

c) Laktogenesisiz

d) Sütün indirilmesi

Laktasyon: mamogenesisiz + laktogenesisiz

- Gen → Hormonlar
  - → Büyüme faktörleri
  - → Enzimler
  - → Karbonhidratlar
  - → Proteinler
  - → Yağ asitleri
  - → Minerallerler
- → → → Meme gelişimi, süt sentezi ve sütün boşaltılması

- Süt üretimini esas olarak aşağıdaki dönemler belirlemektedir;
- Fötal ve ergenlik dönemi,
- Gebelik dönemi,
- Laktasyonun başlangıcındaki meme bezi gelişimi,
- Laktasyon dönemi

Kaynak: Svennersten-Sjaunja, K. and Olsson, K. 2005. Endocrinology of milk production. Domestic Animal Endocrinology, 29; 241-258.

- **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

**Kaynak: (Lawrence, T.L.J. and Fowler, V.R.2002. Growth of Farm Animals, Chp. 5. CABI (2'nd Edition); 103-118. USA).**

- 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
- Memeli çiftlik hayvanları türleri arasında meme bezinin yapısı ve fizyolojisi bakımından farklılık söz konusudur. Aşağıda esas olarak sığır meme bezine ait yapısal özellikler anlatılacaktır.

**Kaynak: Lawrence, T.L.J. and Fowler, V.R.2002. Growth of Farm Animals, Chp. 5. CABI (2<sup>nd</sup> Edition); 103-118. USA.**

- **Sığır meme bezinin anotomik 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

Kaynak: 1) Lawrence, T.L.J. and Fowler, V.R.2002. Growth of Farm Animals, Chp. 5. CABI (2<sup>nd</sup> Edition); 103-118. USA

2) Hurley, W.L. 2006. Lactation Biology. <http://classes.aces.uiuc.edu/AnSci/308/> Erişim tarihi: 15.04.2007).

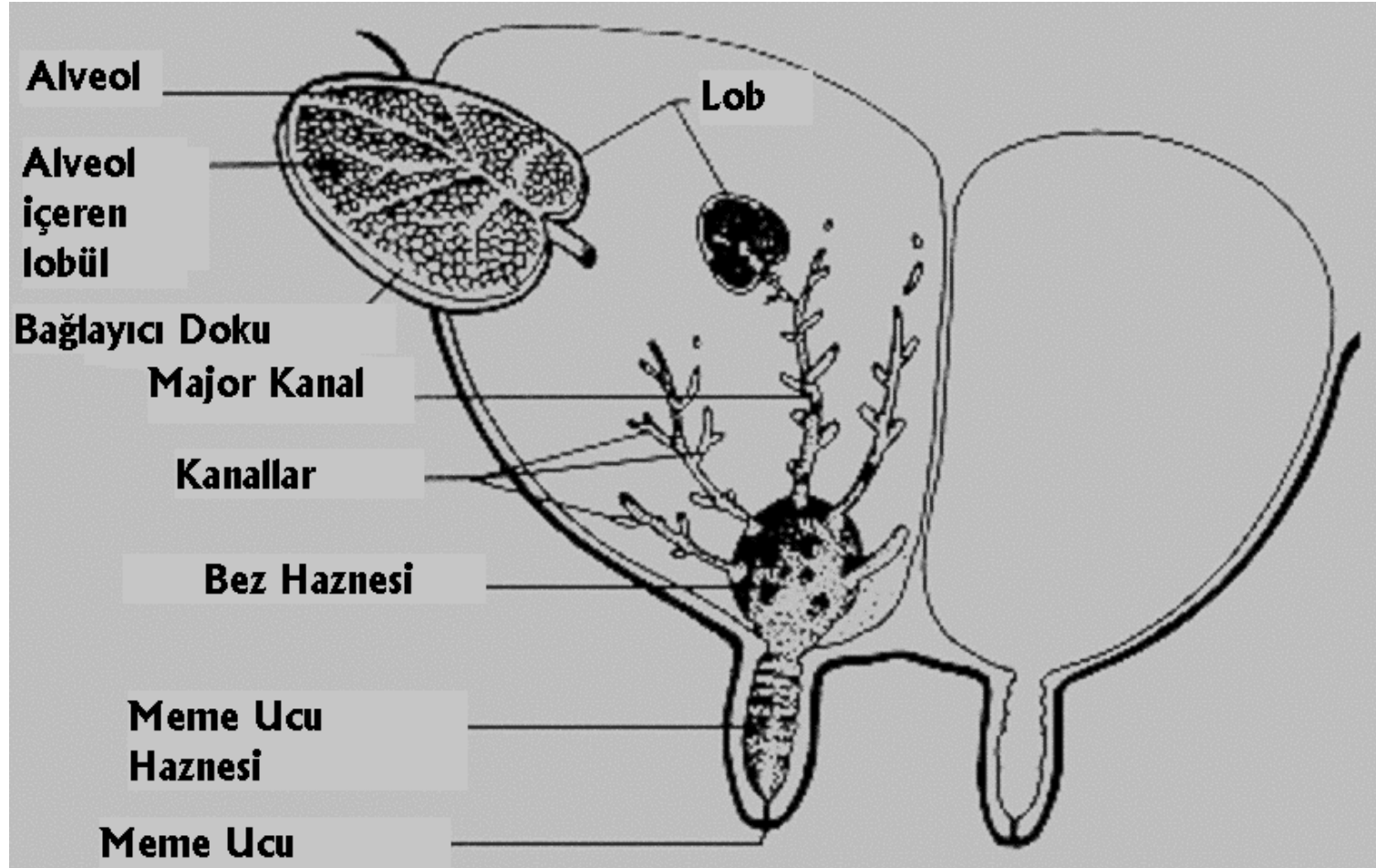


- Loblarda bulunan her bir lobcukta ise mikroskopik düzeydeki yaklaşık 150-220 adet alveol keseler bulunmakta ve süt sentezi esas olarak bu birimlerdeki salgı hücreleri tarafından gerçekleştirilmektedir.
- Her bir ana lobda genellikle 12-50 adet ana kanal bulunmakta ve dır. Bu kanallar, loblar ve dolayısıyla 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.

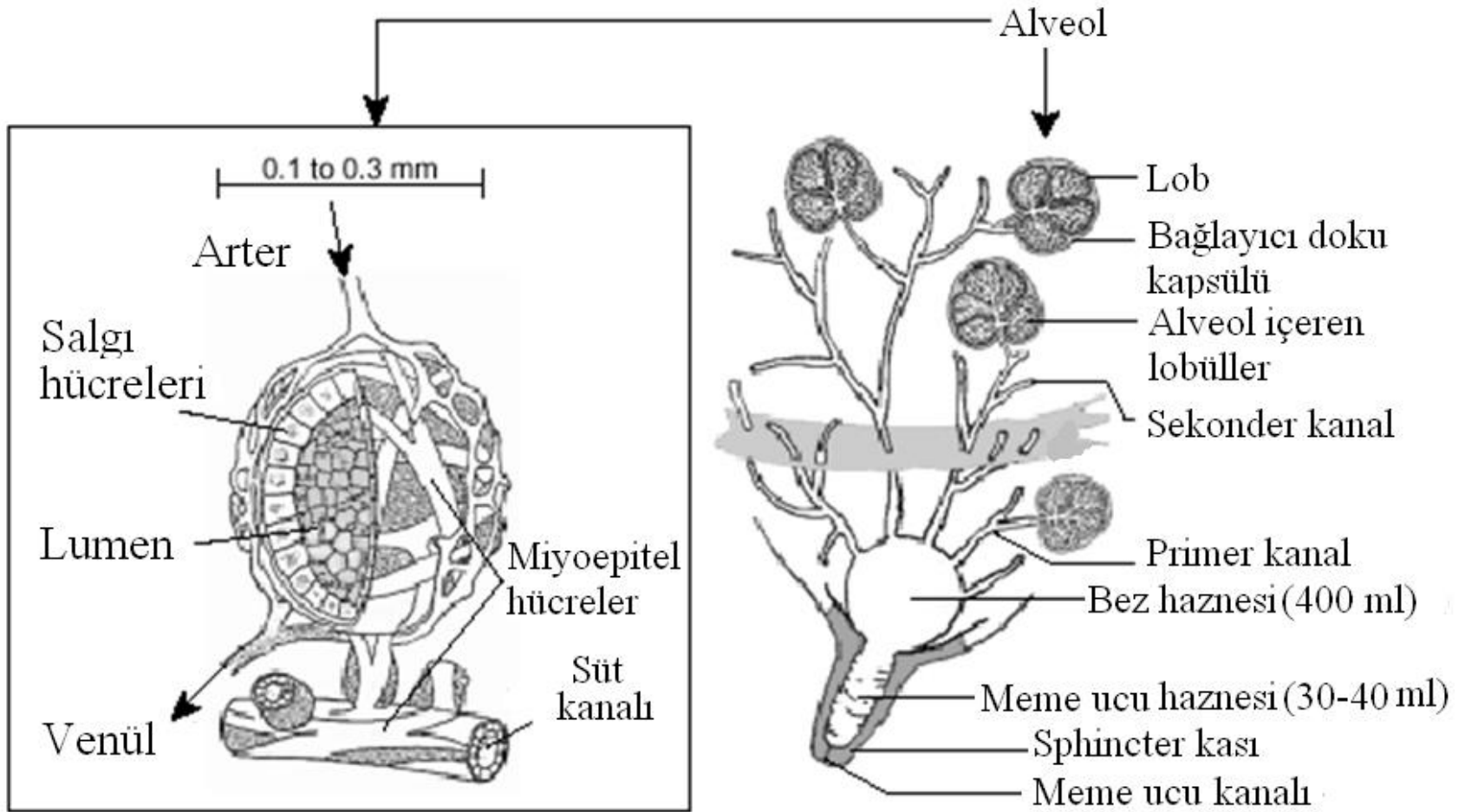
Kaynak: 1) Lawrence, T.L.J. and Fowler, V.R.2002. Growth of Farm Animals, Chp. 5. CABI (2<sup>nd</sup> Edition); 103-118. USA

2) Hurley, W.L. 2006. Lactation Biology. <http://classes.aces.uiuc.edu/AnSci/308/> Erişim tarihi: 15.04.2007).<sup>17</sup>

Şekil 8.2. Sığır meme bezinin genel dokusal görünümü  
(<http://nongae.gsnu.ac.kr/~cspark/teaching/chap10.html>)



Şekil 8.3. Süt salgılama sisteminde alveol ve kanal yapıları  
([http://babcock.cals.wisc.edu/.../de\\_html/ch20.en.html](http://babcock.cals.wisc.edu/.../de_html/ch20.en.html))



- Şekil 8.2'den görülebileceği gibi, süt sentezi epitel yapıdaki salgı hücrelerinde de gerçekleşmektedir.
- Sentezlenen süt alveol lumenine(boşluğuna) verilmekte ve ilk olarak burada depolanmaktadır.
- Sağım ve emme esnasında alveollerin etrafında bulunan miyoepitel hücrelerin kasılması ile süt primer kanala girerek, sekonder süt kanalları aracılığı ile, alveolden meme bezi haznesine aktarılmaktadır

Kaynak: 1) Tucker, H.A. 2000. Hormones, mammary growth and lactation: a 41-year perspective. J. Dairy Sci. 83;874-884.

2) Lawrence, T.L.J. and Fowler, V.R.2002. Growth of Farm Animals, Chp. 5. CABI (2<sup>nd</sup> Edition); 103-118. USA.

- Meme bezi gelişimi ve hormonal kontrolü
- Süt üretiminin istenilen düzeylerde gerçekleşebilmesi için;
  - Normal meme bezi gelişiminin olması,
  - Bez içerisinde yer alan parankim ve stroma dokusunun oluşması gerekmektedir.
- Meme bezi yapısının gelişimi mamogenesis olarak adlandırılmaktadır

Kaynak: Lawrence, T.L.J. and Fowler, V.R.2002. Growth of Farm Animals, Chp. 5. CABI (2<sup>nd</sup> Edition); 103-118. USA).

- **Mamogenesisiz** 6 dönem içerisinde incelenmektedir. Bu dönemler sırasıyla;
  1. Fötal dönem,
  2. Prepubertal dönem,
  3. Postpubertal dönem,
  4. Gebelik dönemi,
  5. Postpartum dönemi,
  6. Laktasyon dönemidir

Bu dönemler esnasında meme gelişiminin hormonal kontrolünde bir çok hormon görev yapmakta ve bunlar bu etkileri nedeniyle **mamogenik(=mamotropik)** hormonlar olarak adlandırılmaktadırlar. Birçok mamogenik hormonun stroma kökenli büyüme faktörlerinden köken aldığı düşünülmektedir

**Kaynak: Hurley, W.L.2006. Lactation Biology.**

<http://classes.aces.uiuc.edu/AnSci/308/> Erişim tarihi: 15.04.2007.

## Fötal dönemde meme gelişiminin hormonal kontrolü;

- Bu dönemde esas olarak plasental laktojen (PL), büyüme hormonu (GH), estrogen (E), testosteron (T) ve prolaktin (PRL) hormonları görev almaktadırlar.
- PL ve E: Tüm türlerde etkili iken BH, esas olarak farelerde etki göstermektedir.
- T: dişi fötusta meme kılıfı oluşumunu engellemektedir (maskulizasyon). Bu etki ergin dönemde görülmemektedir.
- PRL: Memeli çiftlik hayvanlarında fötal dönemdeki meme gelişiminde çok düşük veya yok denecek düzeyde etkilidir.

**Doğumdan pubertasa kadar olan dönemde meme gelişiminin hormonal kontrolü:** Bu dönemde esas olarak plasental laktojen (PL), progesteron (P), büyüme hormonu (GH), estrogen (E), ve prolaktin (PRL) hormonları görev almaktadırlar.

**E ve P :** Dominant etkilidirler ve ovaryum kaynaklıdır.

**PL:** Sığırlarda kısmi etkisi saptanmıştır.

**PRL:** Yalnızca dişi düvelerde etkili olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, PRL sütçü ruminantlardan sığır ve keçide gebe hayvanın kendi memesinin gelişiminde etki göstermemektedir.



**Gebelik ve laktasyon döneminde meme gelişimi ve süt üretiminin hormonal kontrolü:** Bu dönemlerde üreme hormonlarından estrogen, progesteron, prolaktin, plasental laktojen ve oksitosin, metabolik hormonlarda da büyüme hormonu, glikokortikoidler, tiroid Hormonları (T3 ve T4) ve insülin hormonu etki göstermektedir.

•Dikkat= PRL'nin sütçü ruminantlardan yalnızca sığırdaki, meme gelişimi üzerinde etki yapmamaktadır. Sığır ve keçide laktasyonun devamlılığında esas etkili hormon ise esas olarak GH'dir. PRL, bu iki türde laktasyonun devamlılığında etki göstermemekte ve/veya çok düşük düzeyde göstermektedir.

- **Sütün indirilmesinin hormonal kontrolü:**Sütün meme bezi haznesinden indirilmesi için gerekli olan nörohumoral refleks esas olarak oksitosin hormonu tarafından yaratılmaktadır.
- **Meme involüsyonunun hormonal kontrolü:**
- Laktasyonun durmasından sonra meme bezinin morfolojik ve enzimatik olarak normal halini kazandığı süreç olan bu dönemde esas olarak PRL , GH,E, P ve glikokortikoidler etkili olmaktadır.

## Kolostrogenesiz'in hormonal kontrolü:

Kolostrum sütünün salgılanmasının devamlılığı **kolostrogenesiz** olarak tanımlanmaktadır. Bu dönemin kontrolünde ise esas olarak estrogen, progesteron ve prolaktin hormonları etkili olmaktadır.

# 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)

## 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.

Kaynaklar:1) Knight et al. 1994. Nutrient metabolism and utilization in the mammary gland. Livest. Prod. Sci. 39: 12-137. 2)Thompson et al. 1991. Mammary gland blood flow and plasma concentrations of 6-keto-prostaglandin F1 alpha in the goat.Comp. Biochem. Physiol. 98A:211-212. 3) Prosser et al. 1990. Increase in milk secretion and mammary blood flow by intra-arterial infusion of insulin-like growth factor-1 into the mammary gland of the goat. J. Endocr. 126:437-443)

## Bu yöntemler şunlardır;

- 1) Fick prensibine dayanan dolaylı ölçüm yöntemleri;
  - 2) Thermodilution yöntemi
  - 3) Trans time ultrasonagraf
  - 4) Elektromanyetik akış problemleri
- Lazer Doppler flowmetre

Kaynaklar:1) Knight et al. 1994. Nutrient metabolism and utilization in the mammary gland. Livest. Prod. Sci. 39: 12-137. 2)Thompson et al. 1991. Mammary gland blood flow and plasma concentrations of 6-keto-prostaglandin F1 alpha in the goat.Comp. Biochem. Physiol. 98A:211-212. 3) Prosser et al. 1990. Increase in milk secretion and mammary blood flow by intra-arterial infusion of insulin-like growth factor-1 into the mammary gland of the goat. J. Endocr. 126:437-443)

- Çiftlik hayvanlarında laktasyon devresine bağlı olarak memeye olan kan akışında ortaya çıkan değişiklikler genel olarak bilinmektedir

### Keçilerde:

- Meme 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.
- Kan akışı bir sonraki gebelik süresince dereceli olarak artış göstermekte ve doğumdan hemen önce 200ml/dak'ya ulaşmaktadır.
- Doğumdan sonra önemli bir artış göstererek 1lt/dak. olacak şekilde geçici bir pik yapmakta ve daha sonra laktasyonun pik dönemindeki 500ml/dak civarındaki sabit seviyesine ulaşmaktadır.

Kaynaklar:1) Knight et al. 1994. Nutrient metabolism and utilization in the mammary gland. Livest. Prod. Sci. 39: 12-137. 2)Thompson et al. 1991. Mammary gland blood flow and plasma concentrations of 6-keto-prostaglandin F1 alpha in the goat.Comp. Biochem. Physiol. 98A:211-212. 3) Prosser et al. 1990. Increase in milk secretion and mammary blood flow by intra-arterial infusion of insulin-like growth factor-1 into the mammary gland of the goat. J. Endocr. 126:437-443)

## 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

Kaynak: Gorewit 1989; Davis 1988; Knight et al. 1994. Nutrient metabolism and utilization in the mammary gland. Livest. Prod. Sci. 39: 12-137).



## Memeye olan kan akışı birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir

- Oksitosin hormonu enjeksiyonu
- Relaksin hormonu (gebe keçilerde)
- PGI<sub>2</sub> (Prostacyclin)
- Paratiroid hormon benzeri protein (PTHrP)
- Sağım ( yaklaşık %30)
- Büyüme hormonu (GH)
- İnsülün Benzeri Büyüme Faktörü 1 (IGF-1)
- Açlık
- Oksijen basıncı

Kaynaklar:1) Knight et al. 1994. Nutrient metabolism and utilization in the mammary gland. Livest. Prod. Sci. 39: 12-137. 2)Thompson et al. 1991. Mammary gland blood flow and plasma concentrations of 6-keto-prostaglandin F1 alpha in the goat.Comp. Biochem. Physiol. 98A:211-212. 3) Prosser et al. 1990. Increase in milk secretion and mammary blood flow by intra-arterial infusion of insulin-like growth factor-1 into the mammary gland of the goat. J. Endocr. 126:437-443)