1.DİŞİ ÜREME SİSTEMİ

Dişi üreme sistemi, Şekil 1'de de gösterildiği üzere iki yumurtalık ve dişi kanal sisteminden meydana gelmektedir. Kanal sistemi oviduktları, uterus, serviks, vajina ve vulva'dan meydana gelmektedir. Embriyonik gelişimde yumurtalıklar ikincil seks karakterleridir. Embriyoda ilk olarak böbrekler yakınında birer çıkıntı şeklinde ortaya çıkarlar. Kanal sistemi ise embriyonik gelişim süresince ortaya çıkan birçift kanal olan Müllerian kanallarından gelişir. Tablo 1'de dişi üreme sisteminde yer alan organlara genel bir bakış yapılmış ve bazı temel fonksiyonları sıralanmıştır.

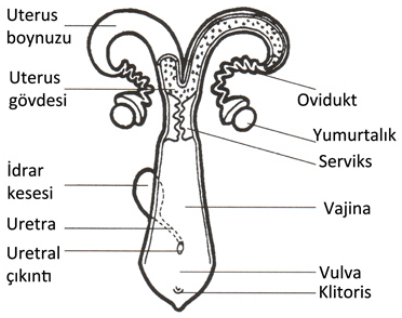
1.1.Yumurtalıklar (Ovaryumlar)

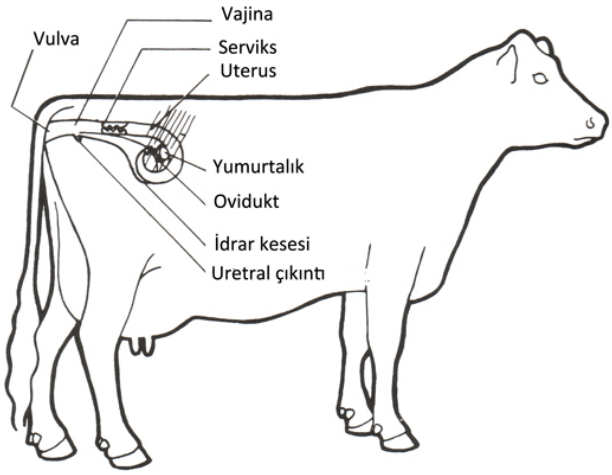
Yumurtalıklar dişi gametlerini (ovum-yumurta) ve dişi üreme hormonlarını (estrojen ve progestinler) üretmeleri bakımından dişide birincil üreme organlarıdır. İnek, kısrak ve koyun gebelik başına bir yavru veren hayvanlardır. Bu açıdan her kızgınlıkta bir yumurta hücresi serbest kalmaktadır. Oysa domuz kızgınılık başına 10-25 tane yumurta üretebilir.

İneklerde ovaryum badem şeklinde olarak tanımlanabilir fakat büyüyen foliküllerin veya gelişen corpora lutea etkisiyle şekli değişebilir.

Yumurtalığın boyutları ineklerde ortalama 35 mm x 25 mm x 15 mm civarındadır. Hayvandan hayvana büyüklük bakımından farklılıklar görülebildiği gibi, aktif yumurtalıklar inaktif olanlardan daha büyüktür. Koyun ve keçilerde de yumurtalıkların şekli badem şeklindedir fakat büyüklük olarak ineklerin yarısı kadardır. Kısraklarda ise yumurtalıklar böbrek şeklinde olup büyüklükleri ineklerdekinden 2-3 kat daha fazladır. Domuzlarda yumurtalıklar koyunlardan biraz daha büyük olmakla birlikte görüntüsü folikül ve corpora lutea gelişimine bağlı olarak üzüm salkımına benzemektedir.

Yumurtalık medulla ve korteks'ten oluşmaktadır. Medulla temel olarak kan damarları, sinirler ve bağ dokudan ibarettir. Korteks ise yumurta hücresi ve hormon üretimi ile ilişkili olan hücre ve doku katmanlarını içerir. Korteksin en dış katmanı yüzey epitelyumudur. Yüzey epitelyumu bir kat kübik epitelyum hücresinden meydana gelmektedir. Yüzey epitelyumunun hemen altında yoğun bir bağ doku katmanı olan *tunica albuginea ovarii*, o'nun hemen altında ise, yumurtalık foliküllerinin ve yumurtalık hormonlarının üreten hücrelerin bulunduğu fonksiyonel katman olarak ta bilinen, *parenkima* yer alır.





Şekil 1. İnekte üreme sistemi ve üriner sistem ile ilişkisi

Dişi bireyin hayatı boyunca üretebileceği primer folikül miktarı prenatal (doğum öncesi) dönem içerisinde yumurtalıklarda şekillenmektedir. *Primer foliküller* bir sıra granulosa hücresi ile çevrelenmiş olan üreme hücreleridir. Parenkima içerisinde yerleşmiş durumdadırlar. Genç bir buzağının yumurtalıklarında yaklaşık olarak 75 000 adet primer folikül bulunduğu tahmin edilmektedir. Yaşlı bir inek, üretken hayatı süresince devam eden foliküler büyüme ve olgunlaşma süresince yalnızca 2 500 kadar potansiyel yumurta üretebilir. Bu yumurtalardan bazıları tam olarak olgunluğa erişerek kanal sistemine salınıverir. Birçoğu ise gelişimin henüz başlarında dejenere olurlar.

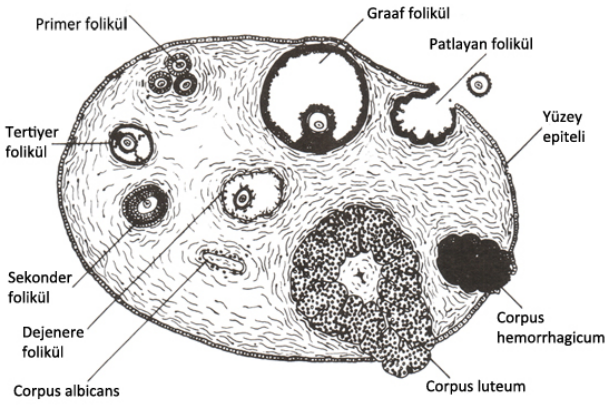
Foliküllerin büyüme ve olgunlaşmaları sürekli değişken yapıdadır.

Tablo 1. Dişi üreme organlarının başlıca görevleri

Organ	Fonksiyon
Yumurtalık	Oosit üretir, Estrojenleri üretir, Progestinleri üretir
Ovidukt	Gametlerin taşınması, Döllenmenin sağlanması
Uterus	Embriyo ve fötusun içine alır
Serviks	Uterusu mikrobiyal kontaminasyonlardan korur, Semeni depolar ve spermatozoa taşınmasını sağlar, Doğal aşımda semeni depolar (domuz, kısrak)
Vajina	Çiftleşme organıdır, Doğal aşımda semeni depolar (inek, koyun ve keçi), Doğum kanalıdır
Vulva	Üreme kanalının dışa açılan kısmı

İki veya daha fazla granulosa katmanı ile çevrelenmiş ovuma *sekonder folikül* adı verilir. Gelişimin ilerleyen dönemlerinde, granulosa hücrelerinin arasındaki sıvı *antrum* şekillenmesini sağlar. Antrum şekillenmesini takiben folikül *tertiyer folikül* adını alır. Olgun tertiyer

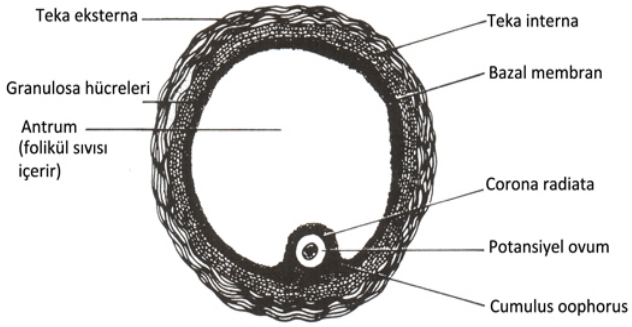
folikül aynı zamanda *Graaf folikül* olarak ta anılmaktadır. Tertiyer foliküllerin antrum içerisinde yer alan sıvı *folikül sıvısı* olarak adlandırılır. Bu sıvı steroidlerce zengin olan vizkoz bir sıvıdır. Graaf foliküller fonksiyonel öneme sahip birkaç katmandan oluşmaktadır (Şekil 3 ve 4). En dışta fibröz hücre katmanı *teka externa* yer alır.



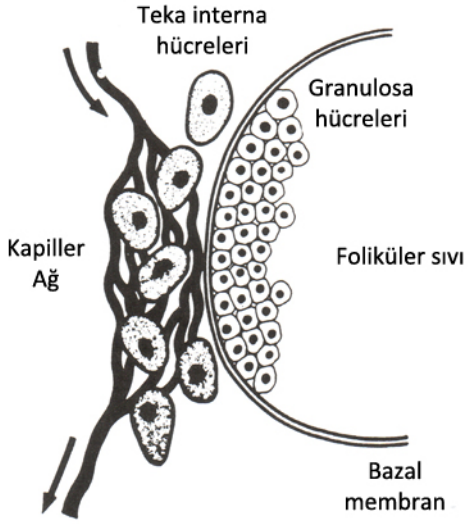
Şekil 2. Etkin üreme düzenine sahip dişide yumurtalığın dikine kesiti ve üzerindeki yapılar

Bu iki hücre katmanı dolaşım sistemi tarafından desteklenmektedir ve mikroskop altında histolojik olarak birbirinden ayrılabilir. Bir bazal membran teka interna ile diğer hücre katmanlarını birbirinden ayırır ve vasküler sistemin bu hücrelere girişini engeller (Şekil 5). Antrum ise granulosa hücreleri tarafından çevrelenmiştir. Buna ilaveten, granulosa hücrelerinden oluşan bir öbek olan *cumulus oophorus* antrumun bir kenarında yerleşmiş durumdadır. Potansiyel ovumu çevreleyen granulosa hücreleri *corona radiata* olarak adlandırılır. Teka interne ve granulosa hücreleri estrojen üretiminde rol oynamaktadırlar. Kabul gören yaygın teoriye göre teka interna hücreleri tarafından üretilen androjenler bazal membrandan difüze olarak granulosa hücrelerinde aromataz enzimi aracılığıyla estorjen dönüşümünün gerçekleşmesini sağlarlar. Bununla birlikte, granulosa hücreleri, corpus luteum tarafından progesteron üretimini sağladıkları gibi, yumurtalık fonksiyonlarının düzenlenmesine yardımcı olan ve foliküler sıvı içerisinde yer alan diğer bileşenlerin de salgılanmasına katkı sağlarlar. Ovulasyonun gerçekleşmesi ile birlikte folikül yırtılır ve foliküler sıvı ile birlikte bir miktar granulosa hücresi ve oosit ovidukta taşınır. Bu çıkışla birlikte corona radiata ve granulosa (kümülüs) hücrelerini içeren yapışkan diğer bir katmanla çevrili olan oosit ovidukt tarafından alınarak aşağıya doğru taşınır. Bazı türlerde corona radiata fertilizasyon sırasında mevcut olurken, bazı türlerde ise fertilizasyon sırasında bulunmaz ve sonradan hızlı bir biçimde şekillenir.

Folikülün yırtılması ile kanama meydana gelir ve ovulasyonun gerçekleştiği bölgede kan pıhtısı oluşur. Yırtılan folikül ve kan dolu boşluğuna *corpus hemorrhagicum* adı verilir. Bu yapı ise yerini teka ve granulosa hücrelerinden hızlı bir biçimde şekillenen *corpus luteum (corpora lutea*, çoğul)'a bırakır (Şekil 2). Corpus luteum sığır ve kısraklarda sarımsı, domuz ve koyunlarda ise grimsi renktedir. Corpus luteum içerisinde belirgin iki tip hücre bulunmaktadır. Bunlar teka orjinli küçük luteal hücreler ve granulosa orjinli büyük luteal hücrelerdir. Granulosa hücreleri genişleme sırasında progesteron sentezinde rol oynayan ekstra mitokondri ve diğer hücre içi yapıları edinir.



Şekil 3. Graaf folikülün önemli işlevsel kısımları

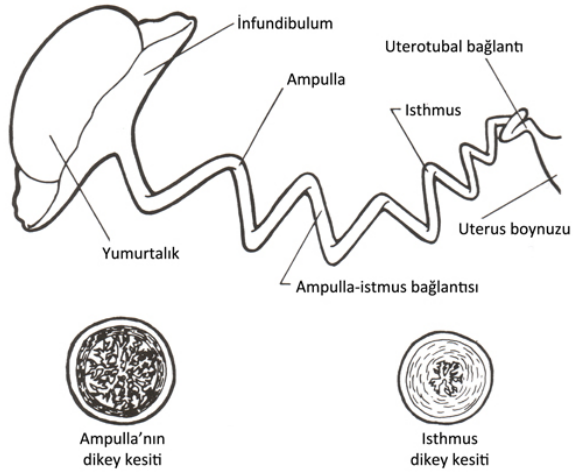


Şekil 4. Graaf folikül hücre duvarının yapısı

Corpus luteum kan damarları bakımından oldukça zengindir ve yumurtalıklar tarafından salgılanan progesteron ve diğer progestinlerin tek kaynağıdır. Holstein düvelerde döngünün 1-4 günlerinde corpus luteum çağı ortalama 8 mm kadar iken, 5-9 günler arasında 15 mm büyüklüğe erişir. Gebe olmayan düvelerde maksimum büyüklüğü olan 20.5 mm'ye ise 15-16 günlerde ulaşır. Büyüklükteki bu artışın temel sebebi hücrelerdeki genişlemedir. Devam eden siklusla birlikte 18-21 günlerde ortalama 12,5 mm çapa kadar tekrar küçülür. Bu küçülme ile birlikte corpus luteum artık progestinleri üretemez hale gelir. Bu noktadan sonra rengini kaybetmeye başlar ve yumurtalık yüzeyinde yara şeklinde bir görünümdedir. Bu yapıya *corpus albicans (corpora albicantia*¸çoğul) adı verilir. Eğer gebe temin edilmişse, çoğu türde corpus luteum gebelik sonlarına kadar varlığını devam ettirir, fakat bazı istinai türler de mevcuttur.

1.2.Oviduktlar

Oviduktlar (Fallopi tüpleri) yumurtalıkların hemen altından başlayan ve uterus boynuzlarına bağlanan bir çift sarmal kıvrımlı kanaldır. Fonksiyonları arasında, her ikisi farklı yönlerde hareket etmekte olan yumurta ve spermatozoa'nın taşınması yer almaktadır. Ayrıca fertilizasyon ve hücre bölünmesinin erken aşamaları da burada gerçekleşmektedir. Histolojik olarak 3 hücre katmanından meydana gelmektedir. Temel olarak baş dokudan ibaret olan en dış katman *tunica serosa* olarak adlandırılır. Bu katmanın hemen altında yer alan orta katman, kas liflerinden oluşan *tunica muscularis*'tir. En içte ise, üzerinde kirpiksi yapı ve salgı epitelleri bulunan *tunica mucosa* yer almaktadır. Dişi üreme kanalının geri kalan kısmı da aynı temel histolojik dizilişten oluşmakla birlikte içteki iki katmanda bazı küçük farklılıklar mevcuttur.



Şekil 5. Oviduktun anatomik yapısı

Çiftlik hayvanlarında yaklaşık 20-30 cm uzunluğa sahip olan ovidukt 3 segmentten oluşmaktadır. Yumurtalıklara yakın huni şeklindeki kısmı *infundibulum* ovulasyonun ardından yumurtanın yakalanmasını sağlamaktadır. Bazı türlerde (kedi, tavşan vb) infundibulum yumurtalığı çevreleyen bir kese yapısındadır. İnek, koyun, keçi, domuz ve kısraklarda ise yumurtalıklardan ayrı bir yapısı vardır. Orta segment olan *ampulla* 3-5 mm çapa sahiptir ve oviduktun toplam uzunluğunun yaklaşık yarısını teşkil etmektedir. Ampulla mukozası içerisinde yer alan hücrelerin büyük kısmı kirpiklidir fakat salgı hücreleri de mevcuttur. Kirpiklerin görevi yumurtanın ampullada ilerlemesini sağlamaktır. Ampulla, üçüncü segment olan *isthmus*'a bağlanır. Bu bağlantı noktasının anatomik olarak yerinin tam olarak belirlenmesi oldukça zordur ve yumurtanın taşınmasını birkaç saat geciktiren fizyolojik bir daralma olarak tanımlanır. Fertilizasyon işte tam olarak bu bağlantı noktasında gerçekleşmektedir. İsthmus 0.5-1 mm çapı ile ampulla'dan daha küçük bir yapıdadır. İsthmus oldukça yüksek oranda içerdiği salgı hücreleri ile karakterize olur. Görevi hareketli spermleri fertilizasyonun gerçekleşeceği bölgeye taşımak ve bununla birlikte ölü spermleri ayıklamaktır. İsthmus *uterotubal bağlantı* noktası aracılığı ile uterusa bağlanır. Genel olarak, ovidukt kontraksiyonları estrojenler tarafından uyarılmakta ve progestinler tarafından ise inhibe edilmektedir.

1.3. Uterus

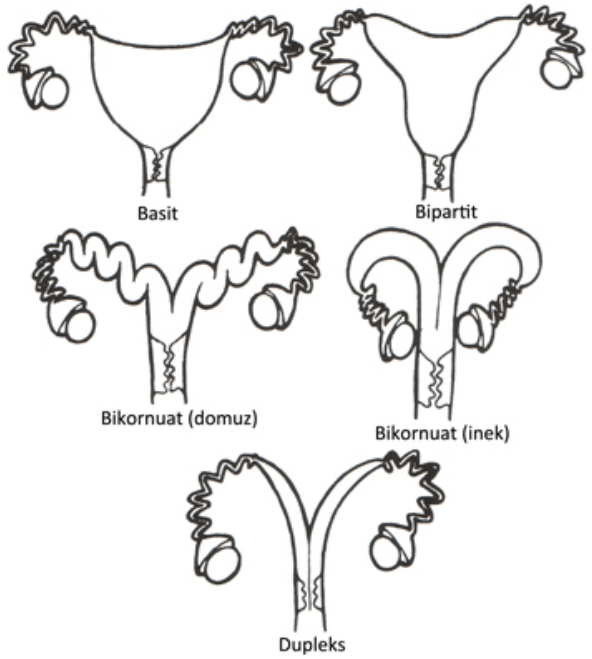
Uterotubal bağlantıdan servikse kadar uzanan yapıya verilen addır. İnek, domuz ve kısrakta toplam uzunluğu 35-60 cm'dir. Domuz, keçi, koyun ve inekte uterus boynuzları toplam uzunluğun %80-90'ını, kısrakta ise %50'sini oluşturmaktadır. Keçi ve koyunlarda uteri büyüklüğü bahsi geçen diğer türlerin yarısı kadardır. Uterus'un başlıca görevi embriyo ve fötüsün beslenmesi ve muhafazasıdır. Embriyo uterus duvarına tutunmadan önce besleme görevini yumurtanın sarısı veya mukoza katmanında yer alan bezler tarafından salgılanan uterus sütü yerine getirir. Uterusa tutunmanın ardından, besinler ve atıkların ebeveyn ile fötüs arasındaki alışverişi plasenta yolu ile olmaktadır.

Hayvanlarda 4 temel uterus tipi mevcuttur (Şekil 6). Bunlarda sadece iki tanesi çiftlik hayvanlarında bulunmaktadır. *Bikornuat uterus (gövdesiz)* domuz, inek, keçi ve koyunlarda mevcuttur. Serviks kanalının hemen girişinde yer alan küçük uterus gövdesi ve iki uzun uterus boynuzu ile karakterize olmuştur (Şekil 1). İnek ve koynlarda boynuzların, uterus gövdesi yakınında birleşmesi ile oluşan görüntü uterus gövdesinin olduğundan daha uzun görünmesine, hatta bazı durumlarda bipartit (boynuzsuz) olarak sınıflandırılmasına neden olabilmektedir. Domuzlarda uterus boynuzları ineklere oranla biraz daha uzun ve hafif kıvrımlıdır. Kısraklar *bipartit uterus (boynuzsuz)* yapısına sahiptirler. Belirgin bir uterus gövdesine ve bikornuat yapıdaki kadar olmasa da iki adet uterus boynuzuna sahiptir. Kısraklarda gebelik süresince, fötüs her iki boynuza doğru uzayabilmekte iken tek yavru doğuran bikornuat uterus yapısına sahip türlerde fötus uterus gövdesini işgal etmemektedir.her biri ayrı serviks kanalına ve oradan da vajinaya açılan iki uterus boynuzundan meydana gelen *dupleks uterus (çift)* rat, tavşan gibi küçük hayvanlarda yer alan uterus tipidir.

Armut şekilli, boynuzları olmayan uterus yapısı, *Basit uterus* insanlarda ve diğer primatlarda görülmektedir.

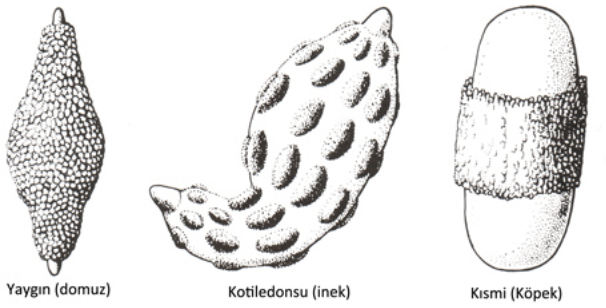
Oviduktta olduğu gibi, uterusun da en dış katmanı tunica serosa'dır. Uterusun kaslı orta katmanı olan *myometrium* iki ince düz kas katmanı arasında kalın dairesel bir katmandan oluşmaktadır. Estrojenler myometriumun yumuşaklığını artırarak diri ve şişkin bir yapı kazanmasını sağlarlar. Progestinler ise yumuşaklığı azaltarak yumuşak yapının kaybolmasına neden olurlar. Uterusun mukozal astarı olan *endometriyum* kanal sisteminin diğer kısımlarına göre daha karmaşık yapıya sahiptir ve basit salgı bezleri içermektedir. Estrojenler damarlanmayı artırarak endometriyumun kalınlaşmasına neden olurlar. Ayrıca estrojenler, endometriyum salgı bezlerinin büyümesini de uyarır. Progestinler endometriyum salgı bezlerinin kıvrımlanmasına ve dallanmasına neden olarak uterus sütü salgısını uyarırlar.

Estrojen ve progestinlerin endometriyum üzerine yaptıkları bu sinerjik etki uterusun gebeliğe hazırlanmasını sağlamaktadır.

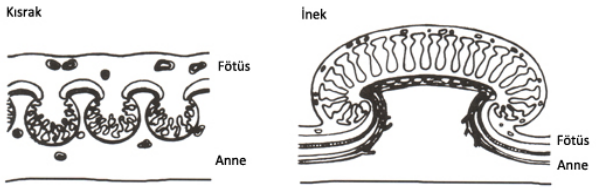


Şekil 6. Memelilerde bulunan temel uterus tipleri

Endometriyum embriyonik membranların tutunmasında rol oynamaktadır. Bu birleşme plasentanın şekillenmesine yol açar ve bu işlem ise *plasentasyon* olarak adlandırılır. Plasentanın şekillenmesi ile anneden yavruya kan yoluyla besin aktarımı sağlandığı gibi yavrudan anneye da artık ürünler aktarılarak dışarı atılmaları sağlanır. Plansental tutunmanın doğası türler arasında farklılık gösterebilmektedir (Şekil 7 ve 8). İnek, keçi ve koyunlar *kotiledonsu* plasental tutunmaya sahiptirler. Embriyonik membran üzerindeki *koryonik villi,* endometriyum üzerinde düğmeye benzer yapıdaki karünküller içerisine girer. Koryonik villi ve karünkül arasındaki bu birleşme *plasentom (kotiledon)* olarak adlandırılır. Gebeliğin ilerleyen dönemlerindeki bir inekte bu kotiledonlardan 70-120 adet bulunabilmektedir. Koyun ve keçilerde ise bu sayı 88-96 civarındadır ve büyüklükleri ise ineklerdekilerden biraz daha küçüktür. Domuz ve kısraklarda plasental tutunma *yaygın (yüzeysel, dağınık)* olarak adlandırılır ve inek, koyun ve keçilere oranla çok daha kırılgandır.



Şekil 7. Plasenta üzerindeki şekillerine göre koryonik villi yapıları

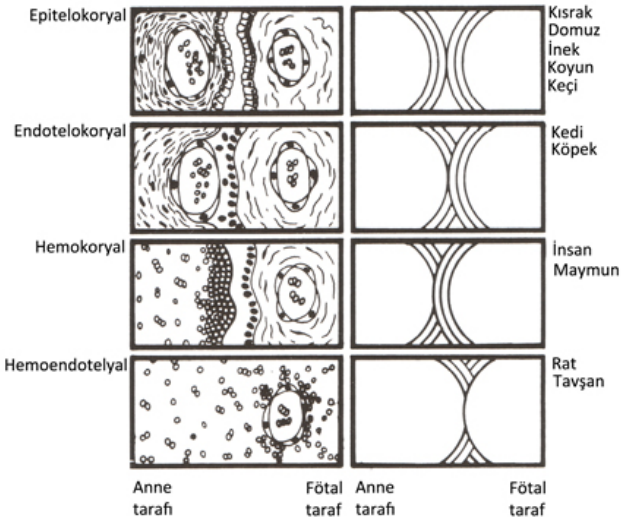


Şekil 8. Yaygın ve kotiledonsu tutunma

Plasental tutunmalar, bağlanma derecelerine göre de sınıflandırılmaktadır. Bu bağlanmalar sonrası anne ve fötusta kanlarının birbirinden ayrılmasını sağlayan 6'ya kadar katman şekillenebilmektedir (Şekil 9).

Bu katmanlar anne de uterin vazküler endotelyum, bağ doku ve epitelyum, fötusta ise allanto-koryon epiteli, bağ doku ve vasküler epitelyumdur. Kısrak, inek, koyun, keçide plasental tutunmalar epitelokoryal olup 6 katmanın tamamı plasentasyon sonrasında mevcuttur.

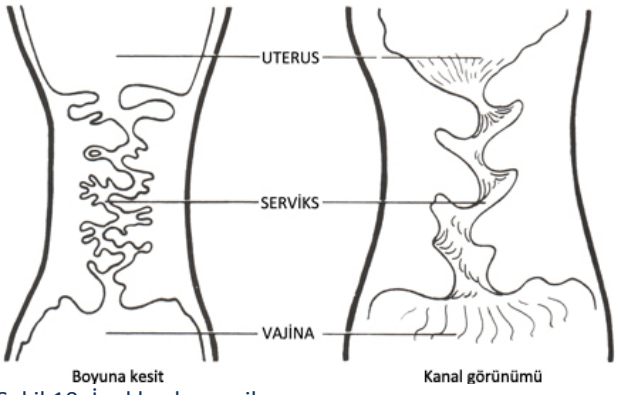
Epitelokoryal dizilim anneden fötüsa immoglobunler gibi büyük moleküllerin geçişine izin vermemektedir. Bu nedenle bu yapıya sahip türlerde yavru dünyaya geldiğinde anneden geçen immoglobunlere sahip değildir.



Şekil 9. Anne ve fötüs arasındaki hücresel engellere göre farklı türlerde görülen plasenta tipleri

1.4.Serviks

Teknik olarak uterusun bir parçası olarak görünse de, serviks konumuz içerisinde ayrı bir organ olarak değerlendirilecektir. Kalın bir duvara ve elastik olmayan bir yapıya sahip olan serviksin bir ucu uterus gövdesi ile deva etmekte diğer ucu ise vajinaya çıkıntı yapmaktadır. Çiftlik hayvanlarının birçok türünde uzunluğu 5-10 cm, dıştan dışa çapı ise 2-5 cm civarındadır. Uterusa açılan bir kanala sahiptir. Serviksin temel görevi uterusu mikrobiyal kontaminasyonlardan korunmaktır. İnek, koyun ve keçilerde çiftleşme sonrası sperm rezervuarı gibi görev yapmakta, ölü spermlerin dışarı atılmasını ve hareketli spermlerin ise serviks mukozası aracılığı ile uterusa aktarılmasını sağlamaktadır. Domuz ve kısraklarda semen doğal aşım esnasında servikste depolanmaktadır.



Şekil 10. İneklerde serviks yapısı

İnek, koyun ve keçilerde servikal kanal iç içe geçmiş ve birbirine kenetlenmiş çıkıntılar şeklindedir ve bu yapısıyla uterusu kontaminasyonlardan koruyan bir mühür özelliği taşımaktadır. Domuzlarda serviks huni şeklindedir, içerisindeki çıkıntılar erkeğin penis şekline uygun olacak biçimde tirbüşon görünümündedir. Kısraklar serviks kanalı, diğer çiftlik hayvanlarına oranla daha açıktır fakat kanal içerisindeki mukosa katmanları kontaminasyonlara karşı muhafaza görevi görür.

Histolojik olarak serviksin en dış katmanı tunica serosadır. Orta katman düz kaslar arasına serpiştirilmiş bağ doku yapısındadır ve servikse düzgün ve elastiki olmayan yapıyı verir. İç katman olan mukoza, çoğunlukla salgı epitel hücrelerinden meydana gelmektedir fakat bir miktar kirpikli epitel hücre de ihtiva etmektedir. Kızgınlık süresince yüksek miktarlardaki östrojen konsantrasyonları serviks kanalının açılmasına neden olmaktadır. Yükselen östrojen ve relaksin arasındaki sinerjitik etki dolayısıyla çiftleşmenin hemen öncesinde açılma düzeyi maksimum olmaktadır. Kanaldaki bu açılma utarusu istilacı mikroorganizmaları karşı korumasız hale getiriyor gibi görünse de, epitel hücreler östrojenin etkisiyle antibiyotik özelliğe sahip mukus salgısını başlatarak uterusun korunmasını sağlarlar.

Gebelik süresince mukus kalınlaşarak jelimsi bir yapı alır ve bu yapı uterusun korunmasını sağlar. Bu mukoz yapının alınması halinde yavru atma gerçekleşmektedir.

1.5. Vajina

Vajina yapısal olarak tüp şeklinde, ince duvarlı ve oldukça elastiktir. İnek ve kısraklarda 25-30 cm; domuz, koyun ve keçilerde ise 10-15 cm uzunluğa sahiptir. İnek, keçi ve koyunlarda, doğal aşım esnasında, semen vajinanın hemen ağzında, servikse açılan kısmına bırakılır. Vajina dişi çiftleşme organıdır.

Dış katman olan tunica serosa, hem boylamsal ve hem de dairesel lifler içeren bir düz kas katmanı ile örtülüdür. Çoğu türde mukozal katman çok katlı yassı epitel hücrelerden oluşmaktadır (inekler hariç).

1.6. Vulva

Üreme organının dışa açılan kısmı olan *vulva*, *vestibül* (giriş) ve *labia* (dudak) kısımlarından oluşmaktadır. Vestibül, dişi üreme kanalının hem üreme ve hem de üriner kısımlarını içeren kısmıdır. İnek ve kısraklarda 10-12 cm; domuzlarda bunun yarısı kadar; koyun ve keçilerde ise ¼'ü kadardır. Vestibül vajinaya dış uretral açıklık ile bağlanır. Bu noktada mevcut olan zar koyun ve kısraklarda açıkça gözlenirken, sığır ve domuzlarda daha az belirgindir. Vulva'nın labia kısmı ise *labia minora* (iç dudaklar) ve *labia majora* (dış dudaklar) olmak üzere iki kısımda incelenebilir. Labia minora erkek bireylerdeki kılıfın karşılığıdır ve çiftlik hayvanlarında dışarıdan bakıldığında görülemez. Labia majora ise skrotumun karşılığı olarak erkek bireylerde yer almaktadır ve bakıldığında gözle görülebilir. İneklerde labia majora ince kıllarla kaplanmıştır. Dişilerde *klitoris*, erkeklerdeki penis başının karşılığıdır ve labia'nın 1 cm içerisinde, ventralinde yerleşmiştir. Erektil doku içerir ve duyusal sinirler bakımından zengindir. Kızgınlık süresince erekte durumdadır. Gizli geçen kızgınlıklarda çoğu türde kızgınlığın belirlenmesinde kullanılabilir. Vestibülün arkasında yer alan *vestibüler bezler* kızgınlık süresince aktiftirler ve yağlayıcı etkiye sahip bir mukus salgılarlar. Bu faaliyet nedeniyle ineklerde kızgınlık süresince vulva nemli bir görüntüye sahiptir.

1.7. Destek yapıları, sinirler ve kan temini

Her ne kadar düşü üreme kanalı tamamıyla pelvis tabanından destek alıyor gibi görünse de, *geniş ligament* temel destek yapısını teşkil etmektedir. Bu ligament yumurtalıklar, oviduktlar ve uterusun, pelvis dorsal duvarına tutunmasını sağlar. Kan damarları ve sinirler dişi üreme sistemine bu ligament aracılığı ile girerler. Dişi üreme sistemi temel olarak otonom sinirler tarafından desteklenmektedir. Fakat vulva, özellikle de klitoral bölgede duyusal sinirler de yer almaktadır.

Bu yumurtalık arterleri *uterus-yumurtalık arterleri (atardamarları)* olarak adlandırılırlar ve yumurtalık, ovidukt ve uterus boynuzlarına kan geçişini sağlarlar. Bu arterler, inekler gibi sadece tek yumurtalığında aktif corpus luteum (CL) bulunduran hayvanlarda, CL taşıyan yumurtalık tarafındaki boynuzda daha gelişmiştir. Boynuzların kalan kısmına ve uterus gövdesine kan akışını *orta uterus arterleri* sağlar. Orta ve ilerleyen gebelik döneminde genişleyip büyümesi nedeniyle inek ve kısraklarda gebeliğin elle tayininde yardımcı kriter olarak kullanılabilir. Serviks, vajina ve vulvaya olan kan akışı ise *karın iç arteri* vasıtasıyla sağlanır.

2. ERKEK ÜREME SİSTEMİ

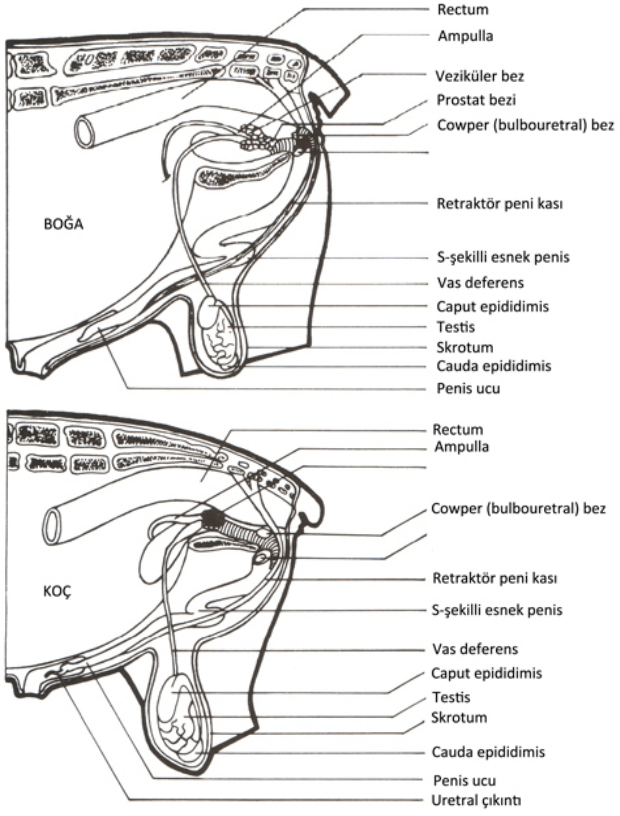
Erkek üreme sistemi skrotum, spermatik kordon, testisler, aksesuar bezleri, penis, uç derisi ve erkek üreme kanalından oluşmaktadır. Kanal sistemi epididimis boyunca testiste yer alan vas eferentia, vas deferens ve testislerin dışında uretra'dan meydana gelmektedir.

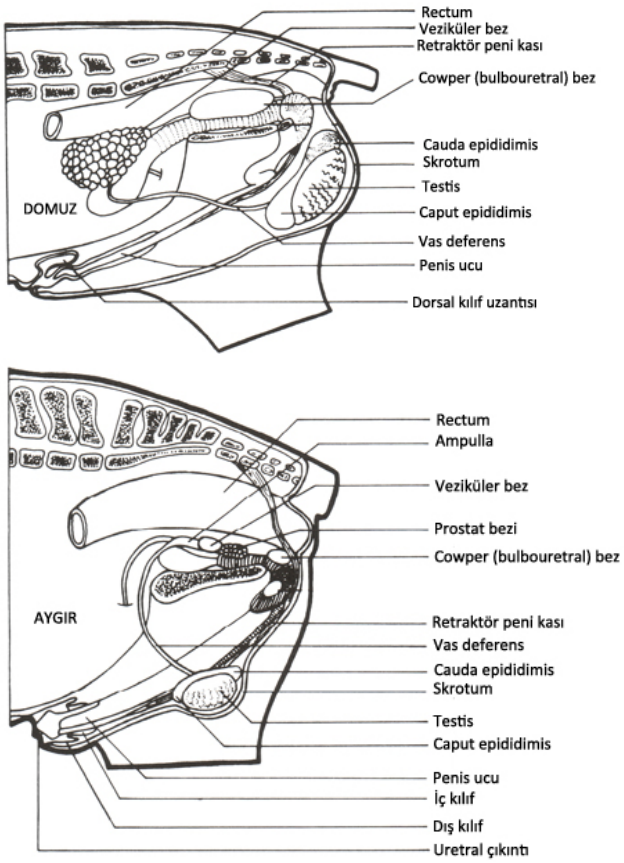
2.1. Testisler

Dişilerde üremenin temel organı yumurtalıklar olduğu gibi, erkeklerde de bu görevi testisler görmektedir. Başlıca üreme organı olmalarının nedeni erkek gametleri olan spermatozoaları ve üreme hormonları olan androjenleri üretmeleridir. Testisleri, dişilerdeki karşılığı olan yumurtalıklardan ayıran husus ise, üretebilecekleri tüm potansiyel gametleri doğumla birlikte ihtiva etmemeleridir. Seminifer tüpcüklerinde yer alan

gametler erkeklerde normal devam eden üreme hayatı süresince, sürekli bölünerek spermatozoaları meydana getirirler.

Testisleri yumurtalıklardan ayıran diğer bir özellik ise, vücut boşluğu içerisinde yer almamalarıdır. Testisin aşağı inmesi *gubernaculum*'daki kısalma dolayısıyla gerçekleşmektedir. Esasen gubernaculumdaki kısalma ise vücut duvarı kadar hızlı büyüyememesinden kaynaklanmaktadır. Androjenler ve diğer testikal faktörler testislerin aşağı inmesine yardımcı olmaktadır. Testislerin bu inmesi boğa ve koçlarda gebelik ortalarında, domuzlarda gebelik sonunda ve aygırlarda ise doğumdan hemen sonra gerçekleşmektedir. Bazı istisnai durumlarda testislerden biri veya her ikisi, gelişme bozukluklarından dolayı skrotuma inmeyebilir. Bu durum yaygın olarak aygırlarda görülmekle birlikte diğer çiftlik hayvanlarında da gözlenebilmektedir. Eğer testislerin her ikisi de skrotuma inmezse, bu hayvanlar *bilateral kriptorşid* olarak adlandırılırlar. Bilateral kriptorşid hayvanlar sterildirler. Eğer testislerden bir tanesi sktoruma inmemişse, bu tür hayvanlar da *unilateral kriptorşid* olarak isimlendirilirler. Unilateral kriptorşid hayvanlar, inen testis vasıtasıyla fertildirler. Kriptoşidizm cerrahi müdahele ile düzeltilebilir fakat çiftlik hayvanlarında uygulanmaz. Bu durum kalıtsaldır, bu yüzden cerrahi müdahele istenmeyen bu özelliğin yeni generasyonlara aktarılmasına neden olmaktadır.





Şekil 11. Boğa, koç, domuz ve aygıra ait üreme sistemi

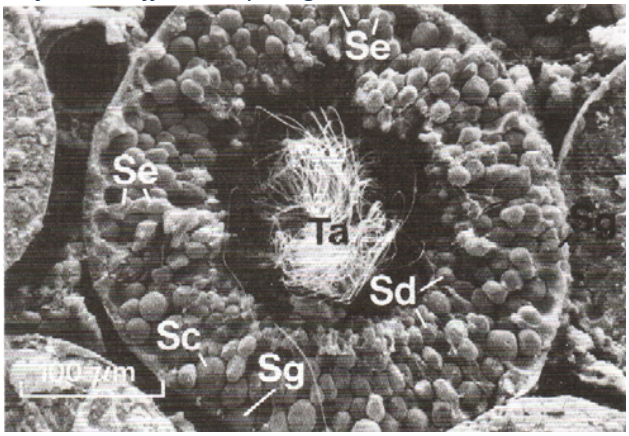
Tablo. Erkek üreme organları ve başlıca görevleri

Organ	Fonksiyon
Testis	Spermatozoa üretimi Androjenleri üretimi
Skrotum	Testisleri destekler Testis ısı kontrolü Testislerin korunması
Spermatik kordon	Testisleri destekler Testis ısı kontrolü
Epididimis	Spermatozoa konsantrasyonu Spermatozoa depolanması Spermatozoa olgunlaşması Spermatozoa taşınması
Vas deferens	Spermatozoa taşınması
Uretra	Semenin nakli
Vesiküler bez	Semene sıvı, enerji substratı ve tampon sıvı eklenmesi
Prostat bezi	Semene sıvı ve inorganik iyon takviyesi
Bulbouretral bez	İdrarın atılması
Penis	Erkek çiftleşme organı
Uç deri	Penis ucunun kapatılması

2.1.1. Fonksiyonel morfoloji

Boğalarda testislerin uzunluğu 10-13 cm, genişliği 5-6,5 cm ve ağırlığı ise yaklaşık olarak 300-400 g kadardır. Testis büyüklüğü domuzlarda boğaya yakın, koç, teke ve aygırlarda ise daha küçüktür.

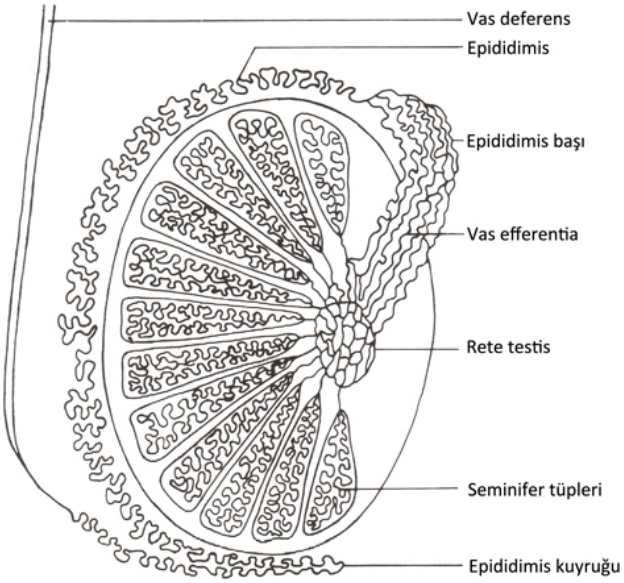
Tüm türlerde testisler seroz bir doku olan ve periton (karın zarı)'un bir uzantısı şeklindeki *tunica vaginalis* ile çevrelenmiştir. Testislerin en dış katmanı olan *tunica albuginea testis* elastik bağ dokunun ince beyaz bir membranıdır. Bu katmanın hemen altında testisin fonksiyonel katmanı olan *parenkima* yer almaktadır. Parenkima sarımsı renktedir ve segmentlere ayrılır. Bu parenkima segmentleri arasında ise *seminifer tüpleri* yer almaktadır. Seminifer tüpleri primer seks karakterlerindendir, spermatogonia ve sertoli hücrelerini ihtiva ederler. Sertoli hücreleri spermatogonia'lara oranla sayıdı daha azdır ve daha büyüktürler. Bazal membranda yaptıkları bağlantı kan-testis bariyeri olarak adlandırılır. Sertoli hücreleri FSH etkisiyle androjen bağlayıcı protein ve inhibin üretirler. Spermatozoa üretimi seminifer tüplerinde gerçekleşmektedir. Yaklaşık 200 µ çapa sahip, kıvrımlı ve küçük tüplerdir. **Boğada bir çift testiste yer alan seminifer tüplerinin, uçtan uca toplam uzunluğu yaklaşık 3-5 km uzunluktadır.** Boğa ve koçlarda toplam testis ağırlığının %85'i, aygır ve domuzlarda ise biraz daha azını teşkil etmektedir. Seminifer tüpleri, tüplerden meydana gelen bir ağ olan *rete testis*'e bağlanır, bu yapı ise epididimisin başı ile birleşen ve 12-15 küçük kanaldan oluşan *vasa efferentia*'ya bağlanmaktadır.



Şekil 12. Seminifer tüpleri dikey kesitinin elektron mikroskopta görünümü.
Ta : Lumen içerisindeki bir tutam spermatozoa kuyruğu
Se : Sertoli hücreleri
Sg : Spermatogonium
Sc : Spermatozit
Sd : Spermatid

Seminifer tüpleri arasındaki parenkima dokusunda *Leydig hücreleri* yer almaktadır. LH etkisi altında bu hücreler testosteron vebir miktar da diğer androjenlerden üretirler.

İkincil cinsiyet karakterlerinin gelişimi ve normal çiftleşme davranışının şekillenmesi açısından testosterone ihtiyaç duyulmaktadır. Bu görevlerinin yanında testosteron, aksesuar bezlerinin faaliyet göstermesinde, spermatozoa üretiminde ve erkek üreme sisteminin devamlılığı için gereklidir. Testosteron erkek bireyde sayılın etkileri yoluyla spermatogenesisin şekillenmesine katkı sağlarken, dişi üreme kanalı içerisinde de spermatozoanın taşınması ve depolanmasına yardımcı olur. Normal vücut ısısı Leydig hücrelerinin faaliyetleri üzerine etki yapmamaktadır. Bu durumu özetlemek gerekirse bilateral kriptorşid bireyler ikincil cinsiyet karakterlerini geliştirirler, normal bir cinsel güce sahiptirler ve spermatozoa üretimi dışında tüm üreme faaliyetlerini gerçekleştirebilirler.



Şekil 13. Testisin sajital kesiti

2.2. Skrotum ve Spermatik Kordon

Skrotum testisleri çevreleyen 2 loblu bir kesedir. Birçok türde kasık bölgesinde, arka bacaklar arasında yer almaktadır. Skrotum, dişilerdeki labia majora ile aynı embriyonik orijinden gelmektedir. En dış katmanı ter ve yağ bezlerini içeren kalın bir tabakasıdır. Bu dış katman *tunica dartos* olarak adlandırılan ve bağ doku katmanları arasında yer alan düz kaslardan oluşan bir katman tarafından ikiye ayrılmaktadır. Bu yapı her bir bölümün alt kısmında tunica vaginalise bağlanır.

Testisler sinir ağları, toplar ve atardamarlara *spermatik kordon* vasıtasıyla bağlanmaktadır. Bu kordon kas lifleri, bağ doku ve vas deferansın bir kısmından oluşmaktadır. Spermatik kordon ve skrotum birlikte testislere fiziki destek sağladıkları gibi testis sıcaklığının düzenlenmesinde de görev alırlar.

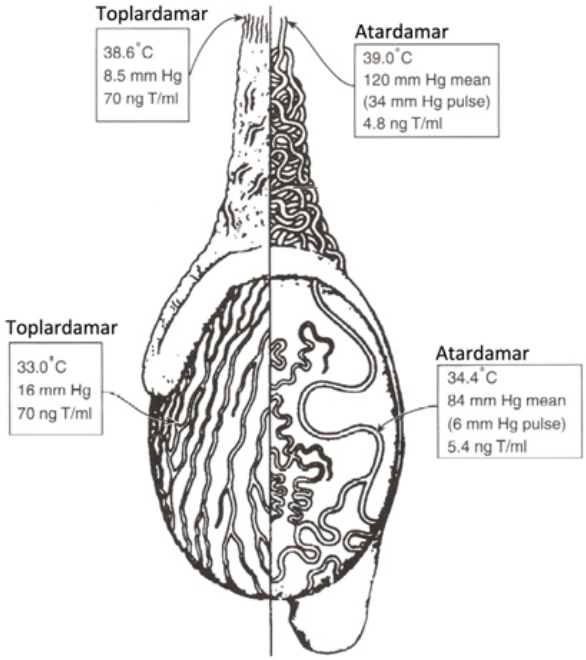
2.2.1. Sıcaklık kontrolü

Testislerde sıcaklığın kontrolünün önemini belirtmek açısından çok sayıda örnek verilebilir. Eğer bir koçun testisleri izole edilecek ya da karın kısmına bağlanacak olursa, sterilite ortaya çıkacaktır. Yüksek sıcaklıklar seminifer tüplerinin duvarında sıralanmış olan hücrelerin dejenerasyonuna neden olmaktadır. Fakat testisler dejenerasyondan önceki doğal haline tekrar döndürülecek olursa fertilite de devam eder, ancak bu

normale dönüş yeni semenin üretilmesi için geçecek zamandan dolayı birkaç haftayı bulabilmektedir.

Çiftlik hayvanlarının bazı türlerinde yaz aylarında, testislerin serinletme mekanizması yeterli gelmediğinden düşük fertiliteye sahip semen üretilebilmektedir. Sığırlarda çevre sıcaklığı 5-25ºC arasında iken testislerdeki sıcaklık vücut sıcaklığının (38,6ºC) 4ºC altındadır. Çevre sıcaklığının 38ºC 'ye yükselmesi ile birlikte testislerin iç sıcaklığı da artmakta ve vücut sıcaklığı ile arasındaki fark yarı yarıya azalarak 2ºC'ye düşmektedir. Testis iç sıcaklığındaki artış spermatogenesinin durması bakımından yeterlidir. Düşük sıcaklıkların fertilite üzerine olumsuz etkileri ile ilgili herhangi bir bulgu mevcut değildir.

Skrotum ve spermatik kordon, soğuk havalarda testisleri vücuda yaklaştırarak ve sıcak havalarda ise aşağıya doğru sarkıtarak, sıcaklığın ayarlanmasını görevini yerine getirmektedir. Bu işlev 2 kas tarafından yerine getirilmektedir. Bu iki kas, *tunica dartos* (skrotumu ikiye ayıran düz kas) ve *external cremaster* (spermatik kordonu çevreleyen çizgili kas) sıcağa karşı duyarlıdırlar. Soğuk havalarda tunica dartos kasılmalar sonucu testisleri vücuda daha yakın bir konuma yükseltmektedir. Bu kasılma ile external cremaster kısalarak spermatik kordonun testisleri vücuda yakın tutmasına yardım eder. Sıcak havalarda ise bu kaslar gevşeyerek skrotumun ve spermatik kordonun uzamasına izin verir. Böylece testis aşağıya, vücuttan uzağa çekilmiş olur. Tunica dartos, hayvan ergenliğe ulaşana, yani testosteron salgısı artıp bu düz kasları hassas hale getirene kadar çevre sıcaklıklarına karşı tepki göstermez.



Şekil 14. Dolaşım sistemi yoluyla testislerde ısı değişimi

Testislerin serinletilmesi esasen iki mekanizma yolu ile gerçekleşmektedir. Skrotum üzerindeki ter ve yağ bezleri sıcak havalarda oldukça aktiftirler. Bu bezlerden evaporasyon yolu ile gerçekleşen ısı kaybı testislerin serinletilmesini sağlamaktadır. Dış skrotumdaki sıcaklık testis içerisinden 2-5ºC daha düşüktür. Sıcak havalarda testislerin vücuttan uzağa sarkması ile birlikte, evaporasyon yolu ile serinleme için kullanılan yüzey genişlemektedir. Evaporasyon yolu ile serinlemeye ilaveten dolaşım sistemi aracılığı ile ısı değişimi yoluyla da önemli miktarda serinletme sağlanabilmektedir.

2.3. Epididimis

Testislerden çıkan ilk kanal olan epididimis, boylu boyunca testis yüzeyine bağlanmış durumdadır. Epididimis başı (caput epididimis) testisin en uç noktasında, 12-15 kanaldan oluşan Vas efferentianın tek bir kanal halinde birleşerek, düzleşmiş olan kısmıdır. Epididimis gövdesi (corpus) ise testis boyunca uzanan ve tek kanaldan oluşan yapıdır, kuyruk kısmı (cauda) ile son bulur. Bu kıvrımlı kanalın toplam uzunluğu boğalarda 34 m.; koç, aygır ve domuzlarda ise biraz daha uzundur. Kuyruktaki lümen gövdedekinden daha geniştir. Epididimis ve diğer kanalların (vas deferens ve uretra) yapısal özellikleri dişi üreme sistemindeki tüpsü kısım ile benzerdir. Dış katman olan tunica serosa düz kaslardan oluşan orta katman ile ve en içte de epitel katman ile devam eder.

2.3.1. Taşınma

Testislerden spermatozoaların taşınması epididmis aracılığı ile olmaktadır. Bu süre cinsel olarak aktif domuzlarda 9-14 gün, koçlarda 13-15 gün ve boğalarda ise 9-11 gün sürmektedir. Sık ejekülasyonun taşınmayı %10-20 artırabileceği de bazı çalışmalarda belirtilmiştir.

Spermatozoaların epididimis içerisindeki hareketi birkaç faktöre bağlıdır. Bu faktörlerden birincisi spermatozoa üretiminden kaynaklanan basınçtır. Seminifer tüplerinde spermatozoa üretimi devam ettiği sürece rete testis ve vas efferentiadan epididimise doğru itilirler. Cinsel olarak aktif olmayan erkek bireylerde, er ya da geç epididimis içine doğru bir itme kuvveti söz konusudur. Bu etkiye dışarıdan testislere masaj yapmak yoluyla da katkıda bulunulabilir. Epididimisin iç yüzeyinde kirpikli epitel hücreleri yer almaktadır fakat bu hücrelerin spermatozoa hareketindeki katkısı tam olarak belirlenememiştir. Spermatozoaların bu hareketine en iyi katkı ejekülasyon ile olmaktadır. Ejekülasyon süresince, epididimisin düz kas katmanı da dahil olmak üzere, gerçekleşen peristaltik (sağınımlı) kasılmalar ve aktif spermatozoa hareketinden dolayı vas deferens ve uretrada gerçekleşen negatif basınç spermatozoaların epididimisten vas deferans ve uretraya doğru hareket etmelerine sebep olmaktadır.

2.3.2. Konsantrasyon

Epididimisin ikinci görevi spermatozoa konsantrasyonunun ayarlanmasıdır. Boğa, koç ve domuzlarda, testislerde üretilen kısmen sulandırılmış spermatozoa (yaklaşık 100 milyon spermatozoa / ml) epididimise girmektedir. Epididimiste konsantrasyon yaklaşık $4x10^9$ spermatozoa/ml olarak gerçekleşir. Konsantrasyondaki bu artış, spermatozoayı testiste süspansiyon halinde tutan sıvıların, epididimisteki epitel

hücreler tarafından absorbe edilmesi ile gerçekleşir. Sıvıların absorbsiyonu temel olarak gövdenin son kısmında ve kuyrukta gerçekleşmektedir.

2.3.3. Depolama

Epididimisin üçüncü görevi spermatozoların depolanmasıdır. Spermatozoanın büyük kısmı epididimisin baş kısmındaki geniş lümenlerde depolanmaktadır. Ergin bir boğanın epididimisi 50-74 milyar sperm depolayabilir. Diğer türlerde depolama kapasitesi ile ilgili bir bilgi mevcut değildir. Baş kısmındaki koşullar, spermatozoaların uzun süreler boyunca canlılığını korumasına yetecek düzeydedir. Düşük pH, yüksek vizkozite, yüksek CO_2 konsantrasyonu, yüksek K / Na oranı, testosteron etkisi gibi birkaç faktör bir araya gelerek düşük metabolik oran ve uzayan canlılığa katkı sağlamaktadır. Aynı koşulların epididimis dışında sağlanması mümkün değildir. Epididimis bağlanarak yeni spermatozoaların girişi ve eskilerin ise dışarı atılması engellense bile içerideki spermatozoa 60 gün boyunca fertil kalabilmektedir. Diğer taraftan, uzun bir cinsel dinlenmenin ardından ilk birkaç ejekülat, fertil olmayan spermatozoa oranı bakımından zengin olabilmektedir.

2.3.4. Olgunlaşma

Epididimisin dördüncü görevi spermatozoların olgunlaştırılmasıdır. Yeni şekillenen spermatozoa vas efferentiadan, epididimisin kuyruk kısmına girdiği anda hareket ya da dölleme yeteneğine sahip değildir. Epididimis boyunca devam eden seyahatleri esnasında bu yetenekleri kazanırlar. Kuyruk kısmı her iki ucundan bağlanacak olursa, gövdeye daha yakın olan uçtaki spermatozoalar 25 güne kadar fertil kalabilirken vas deferense yakın olan uçtakiler bu yeteneklerini kaybadfeceklerdir. Kuyruk kısmında olgunlaşan spermatozoa kullanılmayacak olursa yaşlanır ve kalitesi düşmeye başlar. Asıl fertilite spermatozoanın dişi üreme kanalı içerisinde ikinci kez olgunlaşmaya maruz kalması ile gerçekleşmektedir.

Epididimis içerisindeyken, spermatogenez esnasında her spermatozoanın ense kısmında şekillenen sitoplazmik damla kaybolur. Bu damlanın fizyolojik önemi tam olarak bilinmemektedir fakat, spermatozoanın epididimiste yeterli olgunluğa erişmesinde indikatör görevi görmektedir. Yeni ejeküle olmuş semen içerisinde yüksek oranda sitoplazmik damlacığa sahip spermatozoa bulunması, fertilizasyon kabiliyetinin de düşük olması sonucunu doğurmaktadır.

2.4. Vas Deferans ve Uretra

Vas deferans her bir epididimisin kuyruk kısmından bağlaran bir çift kanaldır. Tüm spermatik kordon boyunca uzanarak idrar kesesi yakınlarında uretra ile birleşirler. Vas deferansın uretra yakınında genişleyen kısmı *ampulla* olarak adlandırılır. Vas deferans duvarı kalın bir düz kas katmanı ile kaplıdır ve spermatozoaların taşınmasında rol oynar. Bazı araştırmacılara göre ampulla semenin kısa süreli olarak depolanmasında da rol oynamaktadır. Ama bu durum daha çok ejekülasyon esnasında spermatozoaların bir havuzda toplanması gibidir.

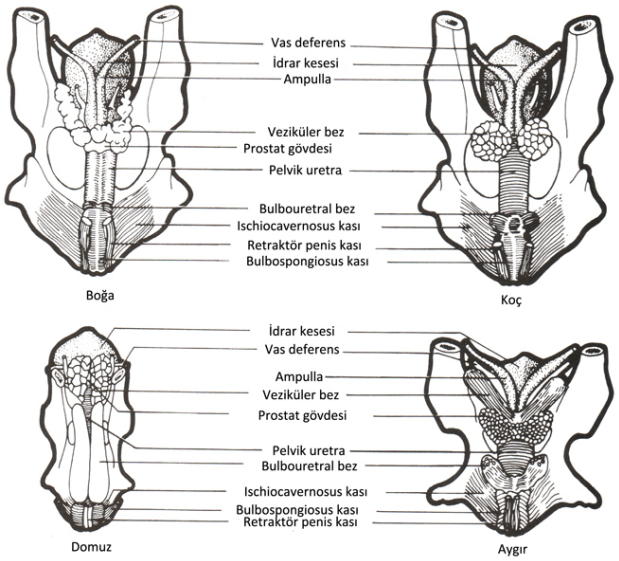
Uretra, ampullanın bittiği yerden başlayarak penis sonuna kadar devam etmektedir. İdrar ve semen için ortak bir çıkış noktası olarak işlev görmektedir. Boğa ve koçlarda ejekülasyon süresince, vas deferans ve epididimislerden gelen spermatozoa ile uretranın pelvik kısmındaki aksesuar bezlerinden gelen sıvılar tam olarak birbirine karışarak semeni oluşturur. Aygır ve domuzlarda bu karışım tam değildir bu yüzden ejekülat spermece zengin veya fakir olabilmektedir.

2.5. Aksesuar Bezleri

Aksesuar bezleri uretranın pelvis kısmı boyunca yerleşmişlerdir ve salgılarını uretraya aktaran kanallara sahiptirler. Bu bezler *veziküler bezler, prostat bezi* ve *bulbouretral bez*'dir. Semenin sıvı hacmine oldukça önemli katkı yaparlar. Ayrıca salgıları tampon solüsyon, besin maddeleri ve optimum hareketlilik ve fertilite için ihtiyaç duyulan diğer substratları da içermektedir.

2.5.1. Veziküler Bezler

Veziküler bezler (seminal veziküler) yumurulu yapıları nedeniyle kolaylıkla tanımlanabilen loblu yapıdaki bir çift bezdir. Üzüm salkımı gibi bir görünüme sahiptirler. Boğa, domuz ve aygırlarda uzunlukları hemen hemen aynı (13-15 cm) olmakla birlikte genişlik ve kalınlık olarak boğalarda, domuz ve aygırların yarısı kadardır. Koç ve tekelerde uzunluğu 4 cm civarındadır. Veziküler bezlerin salgı açıklıkları, uretra ile ampullanın birleşim noktası yakınına açılmaktadır. Boğalarda semenin toplam sıvı içeriğinin yarısı veziküler bezlerden gelmektedir. Bu bezlerin salgıları içerisinde yer alan birçok organik bileşen vücutta başka bir yerde bulunmamaktadır. Bu komponentlerden iki tanesi olan fruktoz ve sorbitol boğa ve koç spermatozoalarının başlıca enerji kaynağıdır fakar domuz ve aygır semeninde daha düşük konsantrasyonlarda yer alırlar. Bu salgılar içerisinde hem fosfat ve hem de karbonat tamponlar yer almaktadır ve bunlar semeni ani pH değişikliklerine karşı korurlar. pH'da gerçekleşebilecek bu tür değişimler spermlerin kalitesinin düşmesine ve fertilizasyon yeteneklerinin kaybolmasına neden olabilmektedir.



Şekil 15. Bazı türlerde aksesuar bezleri ve ampulla ve uretra ile ilişkileri

2.5.2. Prostat bezi

Prostat bezi veziküler bezlerin hemen arkasında uretra boyunca, çevresine yerleşmiş olan tek bir bezdir. Boğa ve aygırlarda elle muayenede hissedilebilir. Koçlarda uretral kaslar içerisine gömülüdür. Semenin sıvı içeriği üzerine katkısı sınırlıdır. Bunula birlikte prostat bezinin domuzlardaki katkısı, veziküler bezlere oranla daha önemlidir. Domuzlarda prostatın büyüklüğü boğalardan daha fazladır. Prostat salgısı sodyum, klor, kalsiyum ve magnezyum inorganik iyonları bakımından zengindir.

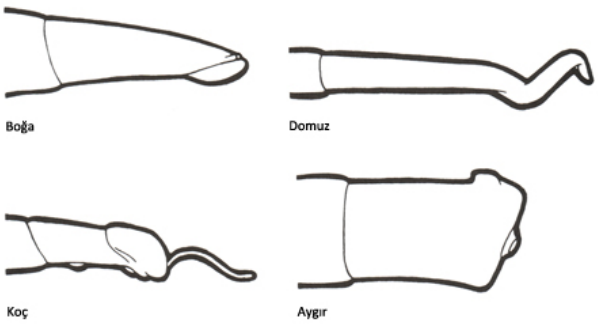
2.5.3. Bulbouretral (Cowper) bezler

Bulbouretral bezler uretranın pelvisten ayrıldığı noktadan itibaren uretra boyunca yerleşmiş olan bir çift bezdir. Büyüklük ve şekil olarak boğalarda cevize benzerler fakat domuzlarda daha büyüktür. Semenin sıvı içeriğine katkıları çok azdır. Salgıları boğalarda, ejekülasyondan hemen önce, uretradaki idrar kalıntılarının temizlenmesini sağlar. Bu salgılar cinsel birleşmenin hemen öncesinde penis uç derisi üzerinde damlacıklar şeklinde görülür. Domuzlarda bu salgı semenin jölemsi kısmına katkı yapmaktadır. Bu kısım suni tohumlamada semenden ayrılmaktadır. Domuzlarda doğal aşım esnasında bu jölemsi pıhtılaşma dişi üreme kanalına, servikse bırakılan semenin tekrar vajinaya akmasına engel olmaktadır.

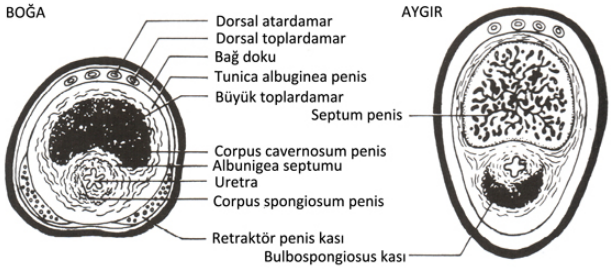
2.6. Penis

Penis erkeklerde cinsel birleşme organıdır. Boğa, domuz ve koçlarda *s-şekilli kas* sayesinde penis tamamen vücut boşluğu içerisine alınmaktadır. Bu 3 türde ve aygırlarda penisin dışarı çıkması ve tekrar içeriye alınmasını sağlayan bir çift düz kastan meydana gelmiş olan *penis retraktör kası* bulunmaktadır. Penisin serbest ucu olan g*lans penis* algılayıcı sinirler bakımından zengindir ve dişilerdeki klitorisin benzeridir. Türler arasında glans penis bakımından farklılıklar mevcuttur. Boğada uretra glans penis içinde kıvrımlı bir oyuk şeklini almaktadır. Domuzlarda glans penis tirbüşon gibi kıvrımlıdır. Aygırlarda ise düzleşmiş yapıdadır. Çoğu türde penis bir miktar erektil doku içeren fibroelastik bir yapıya sahiptir. Aygırlarda penis daha damarlıdır ve boğa, domuz, teke ve koçlara oranla daha fazla erektil doku içermektedir.

Erektil doku süngerimsi yapıdadır ve peniste iki bölge üzerinde yerleşmiştir. Uretra çevresindeki kısmı *corpus spongiosum penis* olarak adlandırılır. Bu kısmın dorsalinde yer alan geniş süngerimsi dokuya sahip alan ise *corpus cavernosum penis* olarak adlandırılır. Bu süngerimsi yapılar seksüel arzunun arttığı zamanlarda kan akışının geçici olarak tıkanmasına neden olarak penisin erekte olmasına ejekülasyona katkı sağlar.



Şekil 16. Bazı türlerde glans penis'in yapısı



Şekil 17. Penisin dikine kesiti

2.7. Uç deri

Uç deri penis ucunu tamamıyla kapatan bir kılıftır. Dişilerdeki labia minora ile aynı embriyonik orijine sahiptir. İç ve dış kısım olmak üzere ikiye ayrılabilir. Domuzlarda uç deri açıklığının hemen dorsalinde bir kese yer alır. Burada biriken salgılar domuza özgü kokuya katkı sağlar. Uç deri ağzı uzun ve kaba kıllarla çevrilidir.

3. ÜREMENİN ENDOKRİN VE NÖROENDOKRİN KONTROLÜ

Üremenin iyi bir biçimde anlaşılabilmesi için öncelikle doğal üreme işlemlerini düzenleyen fizyolojik sistemlerin bilinmesi gerekmektedir. Nöroendokrin sistem ürettiği hormonlar aracılığı ile bu düzenlemenin büyük kısmından sorumludur. Üreme refleksleri olarak bilinen sinirsel refleksler bile hormonlara ihtiyaç duymaktadır.

Endokrin bezler kanal sistemine sahip olmayan iç salgı bezleridir. Doğrudan dolaşım sistemi aracılığı ile salgılarını salgılarlar. Hormonlar, fizyolojik etki gösterecekleri hedef organlara veya hücrelere kan hücreleri aracılığı ile iletilirler. Yani, klasik bir tanımla hormonlar etkilerini üretildikleri bez haricinde göstermektedirler. Bununla birlikte lokal etkiye sahip hormonlar da mevcuttur. Bu etki *otokrin* (salgılandığı hücreyi etkileyen) veya *parakrin* (salgılandığı organdaki diğer hücreleri etkileyen) şeklinde olabilir. Bu etkiler endokrin etkilerden farklı olarak dolaşım sistemi ile taşınmadan, doğrudan salgılandıkları yerde gözlenirler.

Spesifik bir hormona tepki gösteren hücre, bu hormonu bağlayacak reseptörlere sahiptir. Reseptörler belirli hormonlarla yüksek oranda ilişkili olan tanımlayıcı hücrelerdir. Hedef organdaki reseptör yoğunluğu hayvanın endokrin durumuna bağlı olarak artar ya da azalır.

Üremede bahsi geçen hormonlar kimyasal yapılarına göre *peptin* ve *protein yapıda olanlar* olmak üzere 2 ana

sınıfa ayrılmaktadır. Bu hormonlar aminoasitlerin bağlanmasına bağlı olarak şekillenir ve molekül ağırlıklarına göre bu iki sınıftan birine atfedilirler. Peptid ve protein yapıdaki hormonlar suda çözünürler. Güçlü asitler, güçlü bazlar veya ısının etkisiyle fizyolojik olarak inaktif hale geçer ve denature olurlar. Fizyolojik olarak daha etkili olabilmeleri için oral yol yerine sistematik uygulamalar tercih edilmelidir.

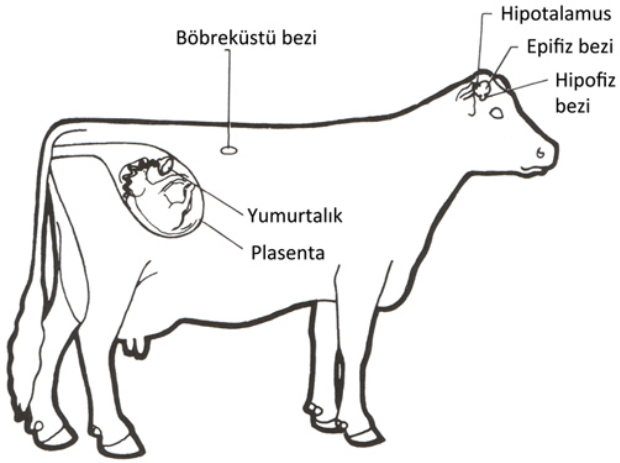
İkinci sınıf üreme hormonları steroidlerdir. Steroidler tetrasiklik konfigurasyona sahip özel lipidlerdir. Tüm steroid hormonların yapıtaşı kolesteroldür. Suda çözünmezler, eter veya diğer solventlerde çözünürler. Bazı steroidler sindirim sistemi tarafından absorbe edilebilseler de genellikle sistemik uygulamalar, oral uygulamalara oranla daha etkili olmaktadır. Oral yollarla alınan sentetik steroidler de mevcuttur.

İşlevselliğine bağlı olarak hormonlar *birincil* ve *ikincil üreme hormonları* olarak sınıflandırılabilirler. Birincil hormonlar üreme aktivitesini doğrudan etkileyen hormonlardır. İkincil hormonlar ise diğer fizyolojik sistemleri etkileyen ya da üreme üzerine dolaylı olarak etki yapan hormonlardır.

3.1. Hipofiz salgı bezinden salgılanan birincil üreme hormonları

Beynin tabanında, hipotalamusun altında çıkıntı şeklinde uzanır ve ergin hayvanlarda ön ve arka olmak üzere iki ayrı bez şeklindedir. Arka hipofiz lobu embriyonik beyin dokusu üzerinde şekillenmektedir. Bu özelliği ile nöroendokrin bez olarak adlandırılır çünkü endokrin foınksiyon gösteren nöral yapıya sahiptir.ön hipofiz üreme için elzem olan başlıca 3 hormonu üretir. Bu protein yapıdaki hormonlar FSH, LF ve prolaktindir. FSH ve LH gonadları (gamet üreten organlar) uyardıkları için *gonadotropin* olarak bilinirler. Erkekte LH hormonu ICSH (Doku içi hücre uyarıcı hormon) olarak adlandırılır.

Dişide FSH folikül büyümesini ve ovaryum foliküllerinin granulosa hücreleri tarafından östrojen üretimini teşvik etmektedir. Aynı zamanda FSH, granulosa hücreleri tarafından inhibin salgısını da artırmaktadır.



Şekil 18. İnekte üremeyi düzenleyen hormonların salgılandığı endokrin bezlerin yaklaşık konumları

Protein yapıda olan inhibin erkeklerde sertoli hücreleri tarafından salgılanır fakat foliküler sıvı bu hormonun salgısı bakımından daha zengin bir kaynaktır. Granulosa hücreleri tarafından salgılanan protein yapıdaki diğer hormonlar *aktivin* ve *follistatin*'dir. Follistatin salgısı FSH tarafından düzenlenmektedir. Aktivin hakkında ise çok fazla bilgi mevcut değildir. LH etkisi ile teka interna hücrelerinin uyarılması sonucu üretilen testosteron bazal membrandan emilir ve granulosa hücreleri tarafından, FSH'ın da etkisiyle östrojenlere çevrilir. LH oosit olgunlaşmasını ve ovulasyonu, ayrıca luteinleşmeyi sağlayan hormondur. Yani corpus luteum oluşumunu ve progesteron üretimini teşvik eder. Prolaktin bazı türlerde corpus luteum üzerindeki LH reseptörlerinin artmasını sağlayarak LH ile dolaylı bir etkileşim sağlar. Aynı zamanda meme gelişimi ve süt üretimini de uyarır. Ön hipofizden salgılanan protein yapıdaki ACTH (Adrenokortikotropik hormon), böbrek üstü bezlerinden glukokortikoidlerin salgısını uyarır. Glukokortikoidler doğum ve süt sentezinde rol oynamaktadırlar.

Erkeklerde FSH, Sertoli hücreleri üzerinde etki göstererek seminifer tüplerinde spermatozoa üretimini sağlamaktadır. FSH etkisi ile uyarılan Sertoli hücreleri inhibin ve *androjen bağlayıcı protein* üretirler. Androjen bağlayıcı protein ise seminifer tüplerinin lümenleri üzerinde etki göstererek testosteron için taşıyıcı bir aracı görevi görmektedir. Testis dokusu içerisinde yerleşmiş olan Leydig hücreleri, LH uyarısının etkisi ile birlikte, testosteron ve diğer androjenlerin üretimine başlar. Prolaktin ise testisler üzerindeki LH reseptör sayısının artmasını sağlamaktadır.

Peptid hormon olan ve hipofiz arka lobundan salgılanan *oksitosin*, ovidukt ve uterustaki düz kasların kontarsiyonlarını uyarmaktadır. Bu özelliği nedeniyle oksitosinin dişi üreme kanalı içerisinde hem sperm ve ovumun taşınmasında ve hem de doğum esnasında uterus kaslarının kasılmalarına yardımcı olduğu kabul edilmektedir. Aynı zamanda oksitosin meme dokusundaki myoepitel hücreleri uyararak sütün indirilmesini sağlamaktadır.

Salgı yeri	Hormon	Kimyasal Sınıf	Temel fonksiyonları
Hipotalamus	GnRH	Peptid	(1) FSH ve LH salgısı
	PIF	Peptid	(1) Prolaktin salgısının inhibasyonu
	PRF	Peptid	(1) Prolaktin salgısı
	CRH	Peptid	(1) ACTH salgısı
Ön hipofiz	FSH	Protein	(1) Folikül büyümesi (2) Östrojen salgısı (3) Spermatogenez
	LH	Protein	(1) Ovulasyon (2) CL oluşumu ve fonksiyonları (3) Testosteron salgısı
	Prolaktin	Protein	(1) Süt sentezi
	ACTH	Polipeptid	(1) Glukokortikoid salgısı
Arka hipofiz	Oksitosin	Peptid	(1) Doğumun başlatılması (2) Sütün indirilmesi
Yumurtalıklar	Östrojenler (Estradiol)	Steroid	(1) Çiftleşme isteği gösterilmesi (2) İkincil cinsiyet özelliklerinin gelişimi (3) Dişi üreme sisteminin korunması (4) Meme büyümesi
	Progestinler (Progesteron)	Steroid	(1) Gebeliğin devamlılığı (2) Meme büyümesi
	Relaksin	Polipeptid	(1) Pelvisin genişlemesi (2) Serviksin açılması
	İnhibin	Protein	(1) FSH salgısının engellenmesi
Testisler	Androjenler (Testosteron)	Steroid	(1) Erkekte çiftleşme isteği (2) Spermatogenez (3) Erkek üreme sisteminin korunması (4) Aksesuar bezlerinin fonksiyonları
	İnhibin	Protein	(1) FSH salgısının engellenmesi
Böbreküstü bezleri	Glukokortikoidler (Kortizol)	Steroid	(1) Doğum (2) Süt sentezi
Plasenta	hCG	Protein	(1) LH-benzeri
	PMSG	Protein	(1) FSH-benzeri (2) Kısraklarda ekstra CL oluşumu
	Östrojenler Progestinler Relaksin	BKZ :	YUMURTALIKLAR
Uterus	$PGF_2\alpha$	Lipid	(1) Corpus luteumun yıkımı (2) Doğum

GnRH : Gonadotropin-salgılayıcı hormon; PIF : Prolaktin inhibe edici hormon; PRF : Prolaktin salgılayıcı hormon; CRH : Kortikotropin salgılayıcı hormon; FSH : Folikül uyarıcı hormon; LH : Luteinleştirici hormon; ACTH : Adrenokortikotropik hormon; hCG : İnsan koryonik gonadotropin; PMSG : Gebe kısrak hormonu

Tablo . Üremede rol oynayan hormonlar, kimyasal yapıları ve fonksiyonları

3.2. Hipofiz Salgı Bezinin Nöroendokrin Kontrolü

Hipofiz bezinden hormonların salgılanması beyin tarafından üretilen nörosalgı maddeleri tarafından kontrol edilmektedir. Bunlar; hipotalamustan salgılanan salgılayıcı hormonları ve engelleyici faktörleri, hipotamaus ve çevresindeki dokular tarafından salgılanan endojen opioidleri ve epifiz bezi tarafından salgılanan melatonin hormonunu içermektedir.

3.2.1. Hipotalamus

Hipotalamus, beyin tabanı ve lateral duvarı boyunca uzanan nöroendokrin dokudur. Hipofiz ile bağlantılıdır. Hipotalamus hormonları aksonların (sinir lifleri) uç birimlerinden ön hipofize giden kan damarları içerisine salınır. Arka hipofiz hipotalamusun uzantısı şeklindedir. Hipotalamustaki nörosalgı bezlerinin aksonları arka hipofize doğru uzantı yapmaktadır.

Ön hipofiz lobundan gonadotropik hormonların salgısı, hipotalamusta yer alan nörosalgı bezleri tarafından üretilen peptid salgılayıcı hormonun kontrolü altındadır. Bu peptid hormon *gonadotrpin salgılayıcı hormon (GnRH)*'dur. GnRH salgısı FSH ve LH salgısını uyarmaktadır. Sistik yumurtalıkların tedavisinde LH yerine GnRH uygulaması kullanılabilmektedir. *Prolaktin salgılayıcı hormon (PRF) ve prolaktin engelleyici hormon (PIF)* ön hipofiz tarafından prolaktin salgısının başlatılmasını ya da durdurulmasını kontrol etmektedir. *Kortikotropin salgılayıcı hormon (CRH)* ACTH salgısını, *büyüme hormonu salgılayıcı hormon (GHRH) büyüme hormonu (GH)* salgısını ve TRH ise *tiroid uyarıcı hormon (TSH)* salgısını uyarmaktadır.

Arka hipofiz lobundan salgılanan oksitosin, hipotalamusun nörosalgı hücreleri tarafından üretilmektedir. Sentezin ardından oksitosin, salgı damlacıkları şeklinde nörofinler (taşıyıcı proteinler) vasıtasıyla arka hipofize uzanan sinirler boyunca taşınır. Memelerdeki veya serviksteki sinirlerin uyarılması arka hipofizde yer alan sinir uçlarından oksitosin salgılanmasına neden olur.

3.2.2. Endojen Opioidler (Morfin benzerleri)

Beyin dokusu üzerinde morfin gibi sentetik uyuşturucuların bağlandığı spesifik bölgelerin keşfedilmesi ile birlikte, bir miktar *endojen opioid peptid*'lerin varlığı da kanıtlanmıştır. Bunlardan bir tanesi olan *ß-endorfin* hipotalamus ve hipofozal dolaşım içerisinde yüksek konsantrasyonlarda bulunmakta ve kızgınlık vb gibi üreme işlemleri süresince konsantrasyonu değişmektedir. Opioid peptidlerin enjeksiyonu FSH ve LH salınımını engellemekte fakat prolaktin salınımını uyarmaktadır. Opioid engelleyici *nalokson* enjeksiyonu gonadotropik hormonların salgılanmasını uyarır.

3.2.3. Epifiz Bezi

Epifiz bezi hipotalamusun arkasında iki beyin lobunun arasında yerleşmiştir. Amfibi canlılarda epifiz bezi ışık reseptörleri ihtiva etmekte fakat bu yapı memelilerde yer almamaktadır. Bununla birlikte, epifiz bezi çevresel ışık farklılıklarına ve fotoperiyodda gözlenen değişikliklere tepki verebilmektedir (gün uzunluğu).

Memelilerde fotoperiyod değişikliğinin algılanması işlemi gözler tarafından gerçekleştirilmektedir.

Epifiz bezinin en iyi karakteriz olmuş hormonu *melatonin*'dir. Karanlık ortamlar melatonin salgısının artmasına neden olmaktadır. Hem mevsime bağlı olarak ve hem de mevsime bağlı olmayan kızgınlık gösteren hayvanlarda melatonin salgısı geceleri artmakta ve gündüzleri ise azalmaktadır. Bununla birlikte, yalnızca mevsimsel kızgınlık gösteren hayvanlarda melatonin, üreme üzerine belirgin etki yapmaktadır. Gonad fonksiyonlarını düzenleyerek üreme üzerine regülatör görevi görmektedir. Kısa fotoperiyod süresince (uzun geceler) uzun süreli yüksek melatonin konsantrasyonları koyun ve keçi gibi kısa günlerde üreyen hayvanlarda gonad fonksiyonlarını aktif hale getirmekte, hamster gibi uzun günlerde üreyenlerde ise gonadları inaktif hale getirmektedir. Melatoninin en belirgin etki şekli hipotalamus üzerinden GnRH salgısını düzenlenmesi şeklindedir.

3.3. Gonadal Hormonlar

Gonadlar tarafından üretilen başlıca hormonlar aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Sınıf	Hormon
Östrojenler	Östradiol-17ß Östriol Östron
Progestinler	Progesteron 17-Hidroksiprogesteron 20ß-dihidroprogesteron
Androjenler	Testosteron Androstenedion Dihidrotestosteron

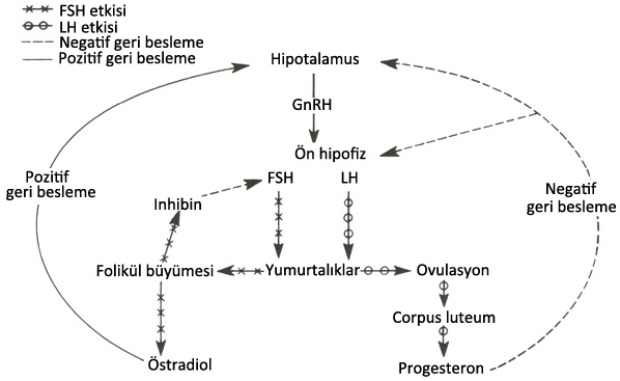
3.3.1. Dişide

Yumurtalıklar tarafından üretilen hormonlar östrojenler ve progestinlerdir. Kimyasal olarak steroidler olarak sınıflandırılırlar ve her ikisinin de yapıtaşı kolesteroldür.

Benzer fizyolojik aktiviteye sahip steroidler sınıfında yer alan östrojenler Graaf foliküllerde yer alan özel hücreler tarafından üretilmektedirler. Folikül içerisinde yer alan teka hücreleri LH'ın etkisiyle uyarılarak androjenleri üretirler ve bazal membrandan difüze olan androjenler ise granulosa hücrelerindeki aromataz aktivitesi sonucu östrojenlere çevrilir. Östrojenler içerisinde en önemlisi *östradiol*'dür. Östradiolü takiben östriol ve östron gelmektedir. Östrojenlerin temel işlevleri; (1)Kızgınlık süresince çiftleşme davranışlarının gösterilmesi; (2)Dişi üreme kanalındaki siklik değişiklikler; (3)Meme dokusunda kanalların gelişimi; ve (4)dişilerde ikincil cinsiyet özelliklerinin gelişimi üzerine yaptıkları etkidir. Östrojenler "dişi cinsiyet hormonu" olarak ta adlandırılırlar. Östrojenler inek ve koyunlarda *luteolitik*

(CL'in yıkımına neden olan) etki gösterirken, domuzlarda *luteotropik (CL fonksiyonlarını destekleyen)* etki yaparlar.

Bir diğer benzer fizyolojik etkiye sahip hormonlar sınıfı progestinlerdir ve bunlar içerisinde en önemlisi *progesteron*'dur. Corpus luteum tarafından salgılanmaktadırlar. En önemli görevleri (1) seksüel davranışların bastırılması; (2) uterus kasılmalarının bastırılması ve endometriumda glandula gelişiminin sağlanması yolu ile gebeliğin devamlılığının sağlanması; ve (3) meme bezlerinde alveol gelişiminin sağlanmasıdır. Östrojenler ve progestinler uterusun gebeliğe hazırlanması ve meme bezlerinin laktasyona hazırlanmasında karşılıklı etkileşim içerisinde görev yaparlar.



Şekil 19. Hipotalamus hormonları ile gonadotropinler ve yumurtalık hormonları arasındaki ilişki.

Östrojen ve progestinler, hipotalamus ve ön hipofiz üzerinden etki göstererek gonadotropin salgısının düzenlenmesine yardımcı olmaktadırlar. Yüksek konsantrasyonlardaki progestinler GnRH, FSH ve LH salgısını engellemektedir, buna negatif geri besleme denir. Endojen opioidler de bu negatif etkinin bir parçasıdırlar. Östrojenlerin düşük konsantrasyonları GnRH, FSH, LF ve prolaktin salgısını engelleyici etki yaparken yüksek konsantrasyonları ise uyarıcı etki yapmaktadır. Bu etkiye ise pozitif geri besleme denmektedir. Bu pozitif etki progesteron konsantrasyonunun düşük olduğu ovulasyon zamanına yakın zamanlarda görülmektedir.

Yumurtalık foliküllerindeki granulosa hücreleri tarafından salgılanan protein hormonlar olan inhibin ve follistatin, ön hipofizden FSH salgısını baskı altına almakta fakat LH üzerine belirgin bir etkisi bulunmamaktadır. Follistatinin FSH üzerine etkisi inhibinden daha zayıftır fakat bu iki etki eklemeli etkidir. Granulosa hücreleri tarafından üretilen diğer bir protein hormon olan aktivin, FSH salgısını artırır fakat foliküler sıvı içerisindeki konsantrasyonu inhibinden daha düşüktür.

Polipeptid hormon olan relaksin corpus luteum ve plasenta tarafından salgılanmaktadır. Gebelik sırasında bu hormonun kandaki konsantrasyonu yükselmektedir. Gebelik süresince gelişen fötusa yeterli alanın sağlanabilmesi açısından pelvik ligamentlerde ve uterus kaslarının bağ dokularında genişlemeye neden olmaktadır. Doğum esnasında östrojen ile birlikte etki yaparak pelvisin biraz daha açılmasını ve serviksteki bağ dokunun yumuşamasını sağlamaktadır.

Oksitosin de corpus luteum tarafından salgılanan bir hormondur. Bazı türlerde corpus luteumdaki konsantrasyonu arka hipofizdeki kadar yüksektir. $PGF_2\alpha$ enjeksiyonu luteal oksitosin salgısını başlatmaktadır. Bu özelliği ile luteal oksitosin corpus luteumun yıkımı süresince $PGF_2\alpha$ etkisini artırıcı etki yapabilmektedir.

3.3.1.1. Foliküler Sıvı

Foliküler sıvı tertiyer foliküllerin antrumunu dolduran sıvıdır. Kan ile foliküler sıvı arasındaki bileşen ve sıvı geçişi bazal membran vasıtasıyla sağlanmaktadır. Büyük plazma proteinleri bu membrandan geçemedikleri için foliküler sıvı içerisinde yer almamaktadırlar. Foliküler sıvı testosteron, östradiol ve progesteron gibi steroid hormonlar bakımından zengindir. Bu steroidlerin konsantasyonu foliküler sıvıda kana oranla daha yüksektir. Teka hücreleri tarafından üretilen testosteron, granulosa hücreleri aracılığı ile östradiole çevrildiğinden bu durum çok ta şaşırtıcı değildir. Folikül olgunlaştıkça, azalan testosteron konsantrasyonu nedeniyle artan granulosa hücrelerinin sayısı östradiol konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır.

Hipofiz hormonları olan FSHi LH ve prolaktin foliküler sıvıda bulunmamaktadır. FSH ile karşılaştırıldığında LH konsantrasyonlarının daha düşük olmasının nedeni, granulosa hücrelerinde FSH ve LH reseptörleri yer almakta iken, bazal membran dışındaki teka hücrelerinde sadece LH reseptörlerinin bulunmasıdır. Granulosa hücreleri tarafından progesteron üretimi LH tarafından uyarılmakta iken, yine granulosa hücreleri tarafından testosteronun östradiole dönüşümü de FSH tarafından başlatılmaktadır. Prolaktin granulosa hücreleri tarafından progesteron sentezini engellemekte (in vitro), ve foliküler sıvıda en yüksek progesteron konsantrasyonlarına prolaktin düşük olduğu zamanlarda rastlanmaktadır. Ovulasyonun gerçekleşmesine yakın Graaf foliküllerin foliküler sıvısı içerisinde Prostaglandinlere de ($PGF_2\alpha$ ve PGE_2) rastlanmaktadır.

Son yıllarda foliküler sıvı içerisinde bazı peptidlerin de yer aldığı belirlenmiştir. Bunlar inhibin, aktivin ve follistatindir. Bu hormonlar hem endokrin ve hem de lokal etkiye sahiptirler. Endokrin etkilkerini, hipofiz ön lobundan FSH salgısının başlatılması şeklinde gösterirler. İnhibinin lokal etkisi ise granulosa hücreleri tarafından östradiol üretiminin baskılanması ve teka hücreleri tarafından androjen üretiminin başlatılmasıdır. Aktivinin otokrin fonksiyonu granulosa hücreleri tarafından FSH etkisi ile başlatılan progesteron salgısını artırmasıdır. Parakrin etkisi ise teka hücreleri tarafından LH etkisi ile başlatılan androjen üretimini baskı altına almasıdır. Follistatin, otokrin etkisini FSH etkisi ile başlatılan inhibin salgısı ve aromataz aktivitesini baskı altına alarak göstermektedir. Ayrıca follistatin foliküler sıvı içerisinde aktivin bağlayıcı protein olarak ta görev yapmaktadır.

Foliküler sıvı içerisinde GnRH vb substratların bulunduğu bildirilmektedir. Östradiol ve progesteron

üretimi GnRH tarafından baskı altına alınmakta, böylece ovulasyona ve corpus luteum oluşumuna engel olmaktadır. Hipotalamus kaynaklı GnRH'ın dolaşım sistemindeki konsantrasyonu yumurtalık fonksiyonları üzerinde bu baskılayıcı etkileri gösterecek düzeyde değildir.

Bir pankreas hormonu olan *insülin* ve *insülin benzeri büyüme faktörü* granulosa hücreleri tarafından salgılanmakta ve foliküler sıvıda bulunmaktadır. Granulosa hücrelerinin her ikisi için de farklı reseptörleri mevcuttur. İnsülinin endokrin etkileri tertiyer foliküllerde azalan atrezi ve özellikle domuzlarda artan ovulasyon oranıdır.

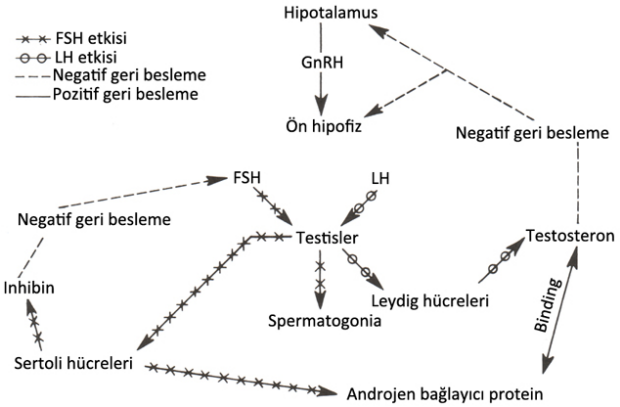
3.3.2. Erkekte

LH tarafından uyarılmaları ile birlikte, testislerde yer alan Leydig hücreleri, steroid hormonlar olan androjenleri üretmeye başlarlar. Androjenler içerisinde en önemli olanı, erkek cinsiyet hormonu olarak ta bilinen, *testosteron*'dur. Testosteronun fonksiyonları arasında; (1) ikincil cinsiyet özelliklerinin ortaya çıkmasını sağlaması, (2) erkeklerde kanal sisteminin gelişini ve devamlılığını sağlaması, (3) cinsel isteğin (libido) şekillenmesi, (4) aksesuar bezlerinin fonksiyonlarının sağlanması, (5) skrotumdaki tunica dartos kasının fonksiyon göstermesinin sağlanması, (6) spermatogenez yer almaktadır. Hipotalamus ve godanlar tarafından hormon salgısının düzenlenmesi üzerine testosteronun etkisi, dişilerde progesteronun etkileriyle hemen hemen aynıdır. Yüksek testosteron konsantrasyonları GnRH, FSH ve LH salgılarını engellemektedir. Bu etkiye negatif geri besleme denmektedir. Bu durumun tersine testosteron konsantrasyonu düşük olduğunda GnRH, FSH ve LH konsantrasyonları artmaktadır. Testosteronun bu çift yönlü etkisi, erkeklerde normal üreme faaliyetlerinin devamlılığı bakımından gereklidir. İnhibin ve androjen bağlayıcı proteinler FSH etkisi altında Sertoli hücreleri tarafından üretilmektedir. Dişilerde de olduğu gibi inhibin FSH salgısını engellerken LH salgısı üzerine olumsuz etki yapmamaktadır. Androjen bağlayıcı protein, spermatozoa üretimi için gerekli olan testosteron'u bağlamaktadır. Sertoli hücreleri testosteronu östradiole dçnüştürmektedir dakat erkek üremesinde östradiolun rolü tam olarak bilinmemektedir. Aktivin ve diğer proteinler de Sertoli hücreleri tarafından salgılanmaktadır.

3.4. Böbreküstü bezleri tarafından salgılanan başlıca üreme hormonları

Böbreküstü bezleri mineral metabolizması (mineralokortikoidler) ve karbonhidrat metabolizması (glukokortikoidler) ile ilişkili olarak iki farklı sınıf steroid hormonu üretmektedirler. Glukokortikoidler antistres hormonları olarak ta bilinirler. En yaygın olarak bilineni *kortizol*'dür. Progestinler, östrojenler ve androjenler böbreküstü bezlerinden izole edilmelerine rağmen üreme işlemlerini etkileyecek kadar fazla miktarlarda değildirler. Glukokortikoidler stresin yoğun olduğu dönemlerde yüksek miktarlarda salgılanarak üreme faaliyetlerini baskı altına almaktadır.

Koyunlarda glukokortikoidlerin doğumu başlattığına dair bulgular mevcuttur. Dahası, bu işlemde yer alan glukokortikoidler fötus orjinlidir. Ayrıca süt sentezinde de rol oynamaktadırlar.



Şekil 20. Erkekte üremeyi düzenleyen hormonlar arasındaki ilişki

3.5. Uterus ve Plasentanın endokrin fonksiyonu

Plasenta tam olarak *endokrin bez* tanımına uymasa da gebelik süresince endokrin fonksiyonları yerine getirebilmektedir. Belli bazı türlerde plasenta östrojenler, progestinler ve relaksinin üretildiği yer olmakla birlikte ilave olarak yumurtalıklarda da bu hormonlar üretilmektedir.

3.6. Prostaglandinlerin üremedeki rolü

Prostaglandinler biyolojik olarak aktif olan bir grup lipiddir ve yapıtaşları ise 20 karbonlu doymamış bir yağ asididir. Prostaglandinler hormon gibi faaliyet gösterseler de aslında hormon tanımına tam olarak uymamaktadırlar. Belirli bir doku veya bez tarafından üretilmemektedirler. Çoğu durumda üretildikleri bölge üzerinde yerel etkiye sahiptirler fakat bazı durumlarda başka bölge ya da organlarda da etki gösterebilirler. Kimyasal yapılarındaki farklılıklara göre farklı sınıflandırılabilmektedirler. Biyolojik olarak en çok öneme sahip olan sınıflar PGE ve PGF sınıfı prostaglandinlerdir. Üreme ile yakından ilişkili olan prostaglandinler ise PGE_2 ve $PGF_2\alpha$'dır.

$PGF_2\alpha$ corpus luteumun yıkımında ve düz kasların uyarılmasında görev almaktadır.

PGE_2 ise özellikle erken gebelikte $PGF_2\alpha$ etkisini engelleyerek gebeliğin devamlılığının sağlanmasına katkı yapmaktadır.

4. Kızgınlık Siklusu (Döngüsü)

Kızgınlık döngüsü iki kızgınlık arasında geçen süreyi ifade etmektedir. Çiftlik hayvanlarında kızgınlık döngüsünün uzunluğu birbirine benzer olmakla birlikte, koyunlarda biraz daha kısadır. Bu süre koyunlarda ortalama 17 gün; inek, manda ve keçilerde 21 gün; kısrakta 22 gün ve domuzlarda ise 20 gündür. Her tür içerisinde kızgınlık siklusunun uzunluğu bakımından bireysel farklılıklar mevcut olsa da, ter bir bireyin döngü

sürelerinin birbirinden farklı olması anormal bir durum olarak kabul edilir. İki kızgınlık arası süre ineklerde normal olarak 17-24 gün, mandada 17-26 gün ve kısraklarda ise 19-25 gün arasında değişmektedir.

4.1. Pubertas (Ergenlik)

Pubertas dişilerde ilk kez ovulasyon ve çiftleşme isteğinin şekillendiği yaş olarak tanımlanmaktadır. Pubertasa yeni ulaşmışken doğum yapan hayvanların büyük bir kısmında doğum güçlükleri gözlenmektedir. Birçok koyun ırkı ergin canlı ağırlığının %40-50'sine ulaştıklarında pubertasa erişirler fakat ergin canlı ağırlığının %65'ine ulaşmadan çiftleştirilmeleri önerilmemektedir. Süt inekleri ise ergin canlı ağırlıklarının %35-45'inde pubertasa erişirken ilk çiftleştirilmeleri ergin canlı ağırlıklarının %55'ini geçtikten sonra yapılmalıdır. Pubertasın şekillenmesi; folikül büyümesi, oosit olgunlaşması ve ovulasyonu tetikleyecek kadar yeterli miktarlarda gonadotropinin üretilmesine bağlıdır.

Foliküllerdeki büyüme pubertastan aylar öncesinde gerçekleşmektedir. Pubertasın yaklaşması ile, aralıklı GnRH salgısının artması sonucu gonadotropin salgısı da artarak yumurtalıkları uyarır. İlk başlarda foliküler dalgalar atrezi ile sonuçlanmaktadır. Fakat gonadotropin pulslarının genişlik ve sıklığı yetişkin düzeye ulaştığında oosit olgunlaşması ve ovulasyon gerçekleşir.

GnRH pulslarının pubertas zamanında daha da sıklaşarak artması kısmen de olsa ovaryum steroidlerinin hipotalamus üzerine negatif geri besleme etkisinin azalmasından kaynaklanmaktadır.

Pubertas yaşı hem genetik be hem de çevresel faktörlerden etkilenirken, pubertas ağırlığı büyük oranda genetik faktörler tarafından kontrol edilmektedir. Bu genetik faktörler türlerin veya türler içerisinde ırkların karşılaştırılması yoluyla gözlemlenebilir. Ortalama pubertas yaşı domuzlarda ve keçilerde 5-7 ay, koyunlarda 6-9 ay, Avrupa ırkı süt sığırlarında 8-11 ay, Avrupa ırkı et sığırlarında 10-15 ay, Zebu sığırlarında 17-27 ay, mandalarda 15-36 ay ve kısraklarda ise 15-24 aydır. Türlerin çiftleştirme canlı ağırlıkları ise ergin canlı ağırlıklarına bağlı olarak değişmektedir. Jersey ırkı sığırlar pubertasa 8 ay ve 160 kg canlı ağırlıkta ulaşırken aynı değerler Holsteinlerde sırasıyla 11 ay ve 270 kg'dır.

Belirli bazı faktörler pubertas yaşı üzerine etki etmektedirler. Genel olarak, büyüme oranını yavaşlatan her faktör genetik potansiyeli de düşüreceğinden dolaylı olarak pubertası geciktirmektedir. Yapılan bir çalışmada gerekli düzeyde beslenen bir Holstein sığırı 11 aylık yaşta pubertasa ulaşırken, ihtiyacının %62'si ile beslenen düve 20 aylık yaşta ulaşmıştır. Yüksek çevre sıcaklıkları pubertasın gecikmesine neden olmaktadır. Örneğin etçi düveler 10ºC sıcaklıkta 10.5 ayda, 27ºC sıcaklıkta ise 13 ayda pubertasa ulaşmaktadırlar.

	Yaş (ay)	Ağırlık (kg)
Keçi	5-7	10-30
Domuz	5-7	68-90
Koyun	7-10	27-34
Kısrak	15-24	Irka göre değişir
Süt sığırı	8-13	160-270
Jersey	8	160
Guernsey	11	200
Holstein	11	270
Ayrshire	13	240
Avrupa Et	10-15	---
Zebu	17-27	---
Manda	15-36	---

Tablo . Bazı ırk ve türlere göre pubertas yaş ve canlı ağırlıkları

Koyun ve keçilerde pubertas yaşı doğum ayından da etkilenmektedir çünkü doğum mevsimi çiftleştirme yaşı üzerine etkilidir. Örneğin Ocak ayında doğan koyunlar pubertasa ulaştıklarında Martta doğan hayvanlardan daha yaşlı olmaktadırlar.

Pubertası etkileyen diğer çevresel faktörler ise tesislerde temizlik ve hijyenin yeterli düzeyde olmamasından dolayı sağlığın olumsuz etkilenmesidir. Çevre şartları pubertas yaşını geciktirip hayvanın ergin canlı ağırlığını düşürürken, pubertas ağırlığı üzerine de fazla bir etkisi bulunmamaktadır.

Gereken düzeyin üzerinde besleme yapılması pubertas yaşını erkene alabilmektedir. Bu durumda karşılaşılan problemler ise hayvanın aşırı kondisyonlu olması ve rasyon için harcanan ekstra masraf olmaktadır.

Elbetteki pubertasa ulaşma yaşını etkileyen çevresel faktörlerden bir diğeri de pubertas öncesi düvelere, üreme yönünden aktif erkeklerin sunulmasıdır. Domuzlar ve koyunlar da dahil birçok türde bu durum erken pubertası teşvik etmekte, hatta birkaç hafta öne alabilmektedir.

4.2. Kızgınlık döngüsünün aşamaları

Bu aşamalar genellikle Foliküler faz (proestrus ve estrus) ve Luteal faz (metestrus ve diestrus) olarak ta adlandırılan *estrus, metestrus, diestrus ve proestrus*'tan meydana gelmektedir. Siklik düzene sahip hayvanlarda şekillenen bu devreler koyun, keçi gibi mevsimsel kızgınlık gösteren hayvanların anöstrus dönemleri, gebelik nedeniyle şekillenen anöstrus ve tüm türlerde doğum sonrası ilk dönemler haricinde gerçekleşmektedir.

	İnek	Koyun	Domuz	Kısrak	Keçi
Kızgınlık süresi (gün)	21	17	20	22	21
Metestrus (gün)	3-4	2-3	2-3	2-3	2-3
Diestrus (gün)	10-14	10-12	11-13	10-12	13-15
Proestrus	3-4	2-3	3-4	2-3	2-3
Estrus	12-18 saat	24-36 saat	48-72 saat	4-8 gün	30-40 saat
Ovulasyon	Östrustan 10-12 saat sonra	Östrus sonunda	Östrus ortalarında	Östrus bitiminden 1-2 gün önce	Östrustan birkaç saat sonra

Tablo. Kızgınlık döngüsü karakteristikleri bakımından türlerin karşılaştırılması

4.2.1. Estrus

Estrus dişinin, erkek bireyi çiftleşme için kabul ettiği periyoddur ve kızgınlık olarak adlandırılır. Kızgınlık süresi türler arasında farklılık göstermektedir. İneklerde kızgınlık 12-18 saat içerisinde sonlanmaktadır. İki kızgınlık arası sürede olduğu gibi kızgınlık süresinde de bireyler arasında farklılıklar gözlenebilmektedir. Sıcak çevre şartlarında barındırılan ineklerde kızgınlık süresi serin iklimde barındırılanlara oranla daha kısadır (10-12 saat). Kızgınlık süresi mandalarda 5-27 saat, koyunlarda 24-36 saat, keçilerde 30-40 saat, domuzda 40-72 saat ve kısrakta 4-8 gün civarındadır. Ovulasyon kızgınlık ile ilişkilidir, ineklerde kızgınlığın bitiminden 10-12 saat sonra, mandalarda 14 saat sonra, keçilerde birkaç saat içinde, koyunlarda kızgınlık ortalarında ve sonlarına doğru, kısraklarda ise kızgınlığın bitiminden 1-2 gün önce gerçekleşir.

4.2.2. Metestrus

Metestrus devresi kızgınlığa kısa bir ara verilmesi ile başlar ve yaklaşık 3 gün devam eder. temel olarak corpus luteum'un şekillendiği devredir (çoklu ovulasyonda corpora lutea). Bununla birlikte, ineklerde, mandalarda ve keçilerde ovulasyon bu devrede gerçekleşir. Geç proestrus ve estrus süresince, yüksek östrojen nedeniyle endometrium (uterus iç katmanı) yoğun damarlı bir hal alır ve bu yapı kızgınlıktan 1 gün sonra pik yapar. Azalan östrojen konstantrasyonları, muhtemelen bazı kılcal damarlardaki çatlamalar sonucu bir miktar kan akmasına neden olmaktadır. Kızgınlığın bitiminden yaklaşık 35-45 saat sonra kuyruk sokumunda bir kan lekesi görülebilir. Bu durum gebelik belirtisi ya da gebeliğin şekillenmemesi şeklinde değerlendirilmemelidir. Ayrıca bu durum insanlardaki menstruel kanamayla karıştırılmamalıdır.

4.2.3.Diestrus

Diestrus devresi sorpus luteumun tam olarak fonksiyonel hale gelmesi ile karakteriz olmaktadır. İneklerde döngünün yaklaşık 5. gününde başlar, kan progesteron konsantrasyonlarında artışa neden olur ve döngünün 16-17. günlerinde sorpus luteumun yıkımı ile sona erer. Domuz ve koyunlarda 4. günden 13-14-15. günlere kadar sürebilir.

4.2.4. Proestrus

Proestrus, corpus luteumun yıkımı ve progesteron konsantrasyonundaki ani düşüş ile şekillenir ve yeni kızgınlığın başlangıcına kadar devam eder. Proestrusun temel belirtisi hızlı folikül büyümesinin gerçekleşmesidir. Bu devrenin sonlarına doğru östrojenin kanal sistemi üzerindeki etkileri nedeniyle yaklaşan kızgınlığın davranışsal belirtileri ortaya çıkmaya başlamaktadır.

Dönem	Gün (ler)	Temel Özellikler
Estrus	1	Kızgınlık davranışları
Metestrus	2-4	Ovulasyon, CL şekillenmesi
Diestrus	5-16	CL fonksiyonel
Proestrus	17-21	Hızlı folikül büyümesi

Tablo. İnekte kızgınlık döngüsü devrelerinin temel karakteristikleri

4.3. Kızgınlık Döngüsünün Hormonal Mekanizması

Kızgınlık döngüsünün düzenlenmesi, üreme hormonları ve hipotalamus, ön hipofiz ve yumurtalıkların karşılıklı interaksiyonunu gerektirmektedir. Uterus ve yumurtalıklar arasında bir interaksiyon da söz konusudur. Bu interaksiyon corpus luteum'un yıkımını sağlayan $PGF_2\alpha$ hormonunun uterustan salgılanması ve progesteron üretiminin durması ile gerçekleşmektedir.

Birçok türde kızgınlık döngüsü süresince gonadotropinlerin ve yumurtalık steroidlerinin konsantrasyonları belirlenmiştir. Türler karşılaştırıldıklarında farklılıklardan çok benzerlikler dikkat çekmektedir. Diestrus süresince progesteron yüksektir ve progesterondaki düşüş ise proestrusun başlangıcına işarettir. FSH, LH ve östradiol konsantrasyonlarında proestrus süresince gerçekleşen artış, kızgınlığın başlaması ile birlikte çok hızlı biçimde düşer. Daha sonra metestrus ve diestrus ortalarında FSH ve östradiol düzeylerinde küçük salınımlar gerçekleşir.

Kızgınlık siklusunun düzenlenmesinde progesteron dominant etkiye sahiptir. Diestrus süresince fonksiyonel bir corpus luteum, yüksek miktarlarda progesteron salgılayarak FSH ve LH salgısını baskı altına almakta ve kızgınlık davranışlarının şekillenmesini de engellemektedir. Benzer biçimde, gebelik süresince, yüksek progesteron konsantrasyonları gonadotropik hormonların salgılanmasını engeller. Diestrus süresince LH konsantrasyonlarındaki küçük kısmi artışlar corpus

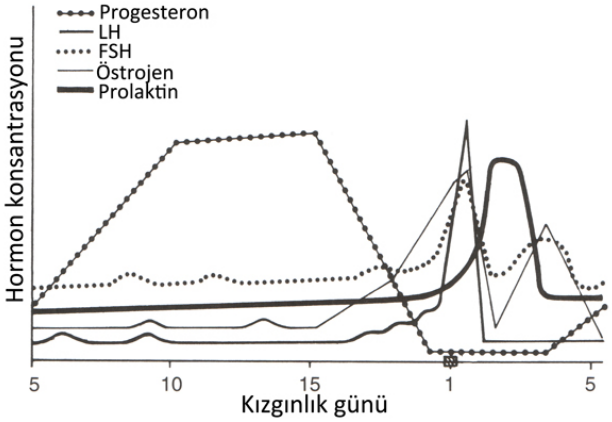
luteum'un devamlılığının sürdürülebilmesi için gereklidir. Eğer kızgınlığı takiben hayvan gebe kalmamışsa, uterustan salgılanan $PGF_2\alpha$, corpus luteumun yıkımını sağlar.

Progesteron konsantrasyonundaki ani düşüş hipotalamus üzerindeki negatif geri beslemeyi kaldırarak daha geniş ve sık aralıklarla GnRH, FSH ve LH salınımını sağlar. Artan FSH salgısı folikül gelişimini uyarır ve östradiol sekresyonunu artırır. Luteal regresyon devresindeki dominant folikül, ovule olacak olan foliküldür. GnRH'ın artan pulsları ön hipofizdeki GnRH reseptörlerinin daha duyarlı hale gelmesine neden olmaktadır. Benzer biçimde artan FSH ve östradiol konsantrasyonları yumurtalıklardaki FSH ve LH reseptörlerinin artmasına neden olur. Artan FSH ve LH doğrudan granulosa ve teka hücrelerine bağlandıklarından, dolaşım sistemi içerisinde doğrudan gözlemlenmeyebilir.

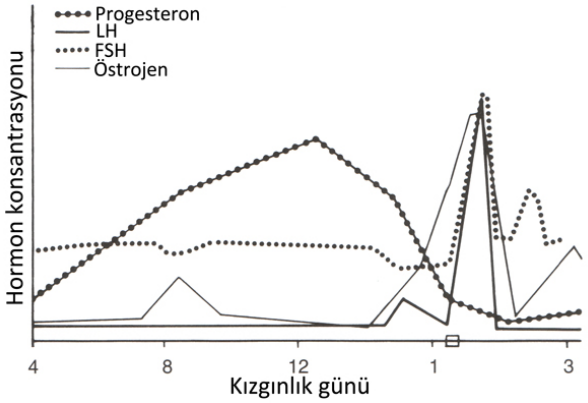
Progesterondaki ani düşüşü izleyen 2-3 gün içerisinde, östradiol eşik düzeye ulaşarak ovulasyon öncesi GnRH, FSH ve LH konsantrasyonlarına erişimi uyarmaktadır. Ovulasyon öncesi FSH konsantrasyonundaki bu son artış foliküllerin daha hızlı gelişmesini ve östradiol salgısının artmasını sağlar. Artan östradiol ise kızgınlık davranışlarının şekillenmesini sağlar. İnhibin salgısı kızgınlık süresince FSH salınımını düzenleyerek yumurtalıklarda fazladan folikül gelişimini engellemektedir. LH düzeyinde gerçekleşen artış ise yumurta hücresinin son olgunlaşması için ve ovulasyon için gereklidir. Bu LH dalgası kızgınlık başlarında gerçekleşir ve 6-10 saat içinde sona erer.

Ovulasyonu takiben, ovulasyonun gerçekleştiği bölgede çok hızlı bir biçimde corpus luteum şekillenir. Ovulasyondan 2-4 gün sonra progesteron düzeyindeki belirgin artış diestrusu tetikler. Corpus luteum'un şekil ve fonksiyonunu kontrol eden en önemli faktör LH'tır.

Kızgınlığın sonun doğru salgılanan prolaktin, granulosa hücrelerinin LH reseptörlerinin devamlılığını sağlamaktadır.



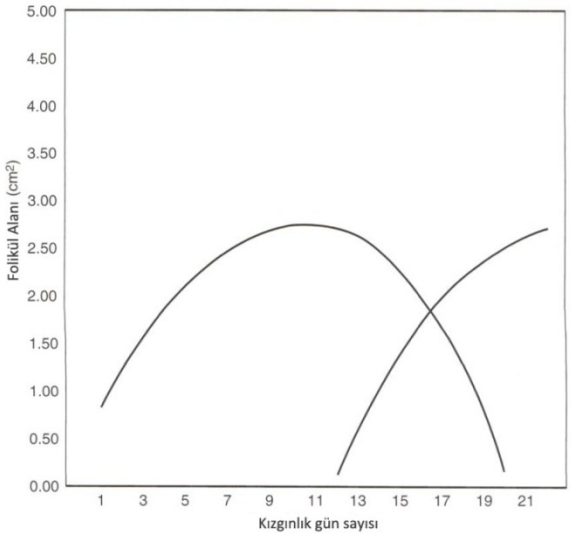
Şekil 21. İneklerde kızgınlık süresince periferal plazmadaki hormonal değişimler



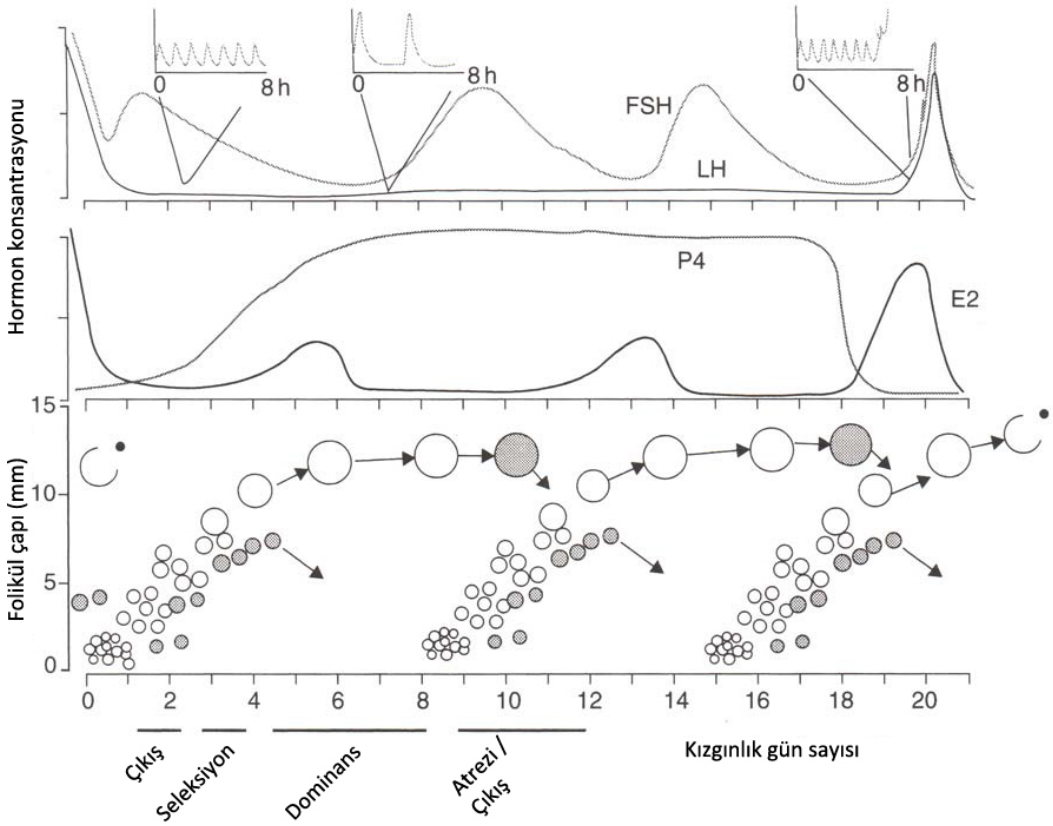
Şekil 22. Koyunlarda kızgınlık süresince periferal plazmadaki hormonal değişimler

4.4. Foliküler Dinamikler

Sığır ve koyunlarda, yumurtalıklarda folikül gelişimi, her siklusta tekrar eden 2 veya 3 dalgadan oluşmaktadır. Genel olarak ineklerde 2 dalga sık olarak gerçekleşmekte, fakat uzun sikluslarda 3 dalga da gözlenebilmektedir. Her dalgada bir grup folikül gelişmeye başlar. Bu foliküllerden bir tanesi dominant folikül olarak büyümeye devam eder. Siklusun son dalgasında dominant folikül ovule olur. Ovule olan folikül sayısı koyunlarda genellikle 2'dir. Iki dalga siklus gösteren sığırlarda (Şekil 23) ilk dalga erken *metestrus* ile başlar, *diestrus* ortalarında pik yapar ve daha sonar atrezik dominant folikül oluşur. Atrezik çekilmenin hemen ardından ovulasyon dalgası başlar ve *diestrus* sonlarına doğru foliküler dalga, ilk dalganın üzerine çıkar. Ovulasyon dalgasının alanı *estrus* sonunda pik yapar ve ovulasyon ile birlikte ikinci dalga başlar.



Şekil 23. İki foliküler dalgalı normal bir kızgınlık döngüsündeki ineğin folikül alanı



Şekil 24. FSH, LH, Progesteron (P4) ve östradiol (E2) salgısı, ve ineklerde östrus siklusu boyunca folikül gelişiminin şematik gösterimi. FSH konsantrasyonundaki her artışı, bir foliküler dalga izlemektedir. Sağlıklı foliküller açık renk, atrezik olanlar ise koyu renkli olarak gösterilmiştir. En üstte yer alan panelde 8 saatlik LH pulsları salgısı; erken luteal dönemde (yüksek sıklık, düşük salınım), orta luteal dönemde (düşük sıklık, düşük salınım) ve foliküler dönemde (yüksek sıklık) gösterilmiştir.

Normal bir siklusta ilk dalganın dominant folikülü, östrus senkronizasyonu amacıyla erken *diestrus* evresinde yapılacak $PGF_2\alpha$ enjeksiyonu ile ovule olabilmektedir. Superovulasyon protokolünde FSH enjeksiyonu normalde atrezik olan çok sayıda folikülün büyümesini teşvik etmekte ve sonuçta tek folikül yerine çok sayıda folikül ovule olabilmektedir.

4.5. Çiftleşme Davranışı

Östrus, dişi bireyin erkeği, çiftleşmek üzere Kabul ettiği dönemdir. Bu sebepten dolayı da davranışsal bir olgu olarak değerlendirilmektedir. Çiftleşme için erkeği Kabul etmenin dışında, östrusun davranışsal bazı belirtileri de mevcuttur. Gerek doğal aşım ve gerekse de suni tohumlamada yetiştiricinin östrus belirtilerini ayırt edebilecek deneyime sahip olması gerekmektedir. Hayvanlarda östrus belirtileri bazen çok belirgin gözlenemediğinden, sürü yönetimi açısından östrusun fizyolojik belirtilerinin de bilinmesi önemlidir. Özellikle yüksek östojen konsantrasyonları, östrusun davranışsal belirtileri ile yakından ilişkilidir ve yüksek öneme sahiptir. Fakat östrojenlerin, belirgin davranışların oluşması noktasında interaksiyona neden olduğuna dair de belirtiler bulunmaktadır. Koku ve işitme duyuları domuzlarda önem arz etmektedir. Erkek bireyin sesi ve özellikle uç deri salgı bezlerinden elde edilen feromonlar ve koku, dişilerde östrus davranışının açığa çıkmasına neden olmaktadır. Feromonlar, karşı cinsi cezbetmek amacıyla salgılanan kimyasal bileşiklerdir. Domuzlarda erken pubertas üzerine erkek feromonların etkisi vardır.

Koyunlar, koçlarla bir arada bulundurulmadıklarında östrus davranışlarını sergilememektedirler. Koçların kıl köklerinden salgılanan feromon koyunlarda ovulasyonu ve dolayısıyla östrusu teşvik etmektedir. Hatta feromonlar, koçun kendisinden ve hatta sesinden bile daha etkilidir. Benzer biçimde keçilerde, tekelerle bir arada olmadıklarında güçlü östrus belirtileri sergilememektedirler. Tekelerde boynuzun dorsalinde ve ortalarında yer alan koku bezleri tarafından bu feromonlar salgılanmaktadır. Koku bezlerine sahip tekeler, koku bezleri alınmış olanlara oranla, belirgin biçimde daha fazla tercih edilmektedirler. Bir bez parçası alınarak tekenin başına sürtülse ve daha sonar keçinin burnuna yaklaştırılacak olsa, keçilerde östrus davranışı şekillenmeye başlayacaktır. Boğa idrarı ve ineklerin serviks mukozasında yer alan feromonlar da düvelerde östrus davranışının artmasına neden olmaktadır. Tüm türlerde toslama, yalanma, ısırma ve sürtünme gibi temas gerektiren hareketler esasen cinsel birleşme öncesi birer kur davranışıdır.

Genel olarak dişiler östrus zamanında daha hassas,

asabi ve uyarılabilir durumdadırlar. Bunlara ilaveten dağıma ve erkek bireye olan ilgi, o türe ait erkeğin civarda olması ile şekillenen davranışlardır. Bu tür belirtiler ilk olarak *proestrus* evresinde gözlenmektedir. Fakat dişi bu evre boyunca digger dişilerin ya da erkek bireyin üstüne çıkmasına izin vermemektedir. Östrus belirtilerinin ceya yaklaşan östrusun anlaşılabilmesi açısından hayvanların tanınması da önemlidir. Bununla birlikte, hayvanların sakin oldukları dönemde kızgınlıkların izlenmesinin de yardımı olacaktır. Özellikle hayvanların izlendiklerini fak etmedikleri sabahın erken saatleri ve akşam üzerleri bu açıdan oldukça uygun zamanlardır.

Yemleme saatleri yaklaştığında ya da çevrede insanların ve gürültünün bulunduğu hallerde hayvanlar heyecanlanacak ve östrus tespiti güçleşecektir. Farklı türlerde, farklı davranışsal veya fizyolojik yapılarda gözlenebilmektedir.

Inekler, ortamda boğa bulunmaması durumunda sergiledikleri güçlü eşcinsel davranış nedeniyle digger türlerden ayrılmaktadır. Östrustaki inekler, digger ineklerin üzerine atlar ve kendi üzerlerine çıkılmasına da izin verirler. Östrusta olmayan ineklerde, östrus gösterenlerin üzerine çıkabilmektedirler. Fakat tek bir bireye oranla, birden fazla inek östrusta ise bu atlama davranışı daha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Özellikle yaz aylarında bu atlama davranışının sıklığı geceleridaha fazla olmaktadır. Muhtemelen bu sebepten dolayı östrus yaklaştığında atlama davranışı sabahın erken saatlerinde çok daha güçlenmektedir. Östrustaki inekler diğer evrelere oranla *estrus* evresinde daha çok gezinir, daha az dinlenir ve yem yerler. Diğer ineklerin vulvasını koklarlar. Genellikle kuyruklarını kaldırırlar ve boğa arayışı ile sürüden ayrılırlar. Vulva şişkindir ve şeffaf mukoza akıntısı gözlenir. Kızgınlığın diğer evrelerindeki inekler üzerlerine atlanmasına izin vermezler. Bu yüzden ineğin üzerine çıkılmasına izin vermesi, başlı başına en güçlü kızgınlık belirtisidir.

Sığırların aksine koyunlarda, koçun bulunmadığı ortamda kızgınlık belirtileri sergilenmemektedir. Koyun, koçun boynuna ve vücuduna sürtünür. Koçun etrafında dolaşır, genital organını koklar ve kuyruğunu sert biçimde sallar. Koyunlarda vulvada şişkinlik oluşmaz ve mukoz akıntı görülmez.

Keçilerde, sınırlı da olsa atlama davranışı gözlenmektedir, fakat eşcinsel davranış pek gözlenmez. Kızgınken erkek bireyi ararlar. Diğer belirtiler kuyruk sallama, bağırma, tekenin yakınına idrar çıkarmaktır. Vulvada hafif şişkinlik ve mukoz akıntı da gözlenebilir. Sakin geçen kızgınlıklarda bu belirtilerden sadece kuyruk sallama ve erkeği Kabul etme davranışları gözlenmektedir. Erkek ve dişinin bir arada tutulması, kızgınlık belirtilerinin artmasına neden olmaktadır.

Nehir mandalarında eşcinsel aktivite ineklere oranla çok daha az olmaktadır. Bu yüzden kızgınlık tespiti için boğaya ihtiyaç duyulabilir. Vulvada şişme ve mukoz akıntı gözlenmektedir.

Domuzlarda, dişinin bel kısmına yapılacak baskı, dişinin çiftleşme pozisyonu almasını sağlamaktadır. Böylece suni tohumlama dahi uygulansa, bu refleks sayesinde dişinin zapt-ı raptı kolaylaşmaktadır. Östrus süresince mukoz akıntı görülmez fakat vulvada şişlik ve kızarıklık görülebilir. Bazı ilaçlarda vulvada şişkinliğe neden olabilmektedir. Bu açıdan şişkinlik ve kızarıklık tek başlarına kızgınlık belirtisi olarak değerlendirilmemelidir.

Kısraklar, aygırın koklamasına ve ısırmasına izin vermektedirler. Dişi, arka bacaklarını açar, kuyruğunu yana alır ve sağrısını alçaltır. Vulva kızarık ve şiştir, labia kısmen dışa çıkmıştır. Labiada gerçekleşen kontraksiyonlar klitorisin ereksiyonuna neden olmaktadır. Kızgınlığın doğru teşhisiaçısından kısrağın aygır tarafından uyarılması gerekmektedir. Kısrağın, aygırla kavga etmesi, kızgın olmadığını gösterir bir davranıştır.

Doğru ve zamanında yapılamayan kızgınlık tespiti, çiftlik hayvanlarının en önde gelen üreme problemlerindendir.

4.6. Mevsime Bağlı Üreme

Çoğu yabani türde üreme mevsimi, yavruların doğumda en iyi yaşamsal koşullara sahip olmasını sağlayacak dönemlerde gerçekleşmektedir. Bu yapı, nesiller boyu devam eden doğal seleksiyon sonucunda şekillenmiştir. Mevsime bağlı kızgınlık bazı türlerde yılın belirli bir döneminde kızgınlık gösterenlerden (monoöstrus), bir period boyunca peşpeşe kızgınlık gösterenlere (mevsime bağlı poliöstrus) kadar farklılık göstermektedir.

Evcilleştirilmiş tüm türler, evcilleştirmeden once büyük ihtimalle mevsime bağlı kızgınlık göstermekteydiler. Fakat uzun yıllar deva eden iyi bakım-besleme koşulları ve seleksiyon, bu durumu değiştirmiştir. Sığır ve domuzlarda üremede gözlenen mevsime bağlı değişimler, çevre koşullarına bağlı olarak yıldan yıla değişebilir. Nehir mandaları poliöstik hayvanlar olmalarına ragmen nem, sıcaklık ve yemleme gibi çevresel koşullara bağlı olarak mevsimsel farklılıklar sergileyebilmektedirler. Gerçek mevsime bağlı üreme yapısı koyun, keçi ve atlarda kalıtsaldır.

4.6.1. Koyun ve Keçi

Koyun ve keçi ırklarının büyük kısmı mevsime bağlı olarak üremektedirler. Istisna olarak tropic bölgelerin ırkları yıl boyu östrus siklusuna sahiptirler. Sıcak bölgelerden kutuplara doğru gidildikçe üreme mevsimlerinin süresi de kısalmaktadır.

Koyunlar, kısa günlerde ya da sonbaharda üremektedirler. Üreme mevsimleri gece-gündüz oranının azalması ile başlar ve günlerin uzamaya başlaması ile birlikte gece-gündüz eşitliğinin sağlanmasıyla son bulur. Sakin kızgınlıklar daha çok üreme mevsimi başlangıcında ve sonunda görülmektedir. Anöstrustan östrusa geçişte (yaz sonu, sonbahar başlangıcı) koçların sürüye yakın tutulması ilk çiftleştirmede senkronizasyon oranının artmasını sağlamakta ve dişilerin erkeğe sunulması ile 15-20. günlerde kızgınlık pik yapmaktadır.

Koyunlar gibi keçiler de günlerin kısa ve gecelerin uzun olduğu dönemde üremektedirler. Haziran sonu ile Nisan başı arasında siklik olarak aktiftirler. Üreme etkinlikleri Eylül-Ocak ayları arasında azalmaktadır. Üreme mevsimi başlangıcında tekelerin keçilerle bir arada tutulması kızgınlığı uyarmakta ve iyi bir senkronizasyonun elde edilmesini sağlamta, böylece ilk kızgınlıklar 5-10 gün kadar öne çekilebilmektedir.

Koçlar ve tekeler fotoperiyoddan etkilenmemektedirler. Sonbahar mevsiminde en yüksek üreme etkinliğine ve fertiliteye sahiptirler. Azalan sperm üretimi, anormal spermatozoa oranındaki artış ve azalan fertilite, her iki türde de fotoperiyod süresinin uzaması (ilkbahar veya yaz başlangıcı) ile gözlenen karakteristiklerdir. Eğer bu erkek bireyler yazın sıcaklık stresine de maruz kalacak olurlarsa, semen kalitesindeki bozulma daha belirgin bir hal alacaktır. Koçlarda ilkbahar ve yaz mevsiminde seksüel etkinlik mevcut iken, tekeler bu period süresince inaktiftirler.

Güneşlenme süresinin yapısı, üreme mevsiminin başlaması ve sonlanması üzerinde control mekanizması görevini üstlenmektedir. Eğer koyun ve keçiler kızey yarımküreden güney yarımküreye taşınacak olurlarsa, üreme mevsimi tersine dönecektir. Benzer bir etki doğal ışıklanmanın tamamiyle elemine edildiği, yapay ışıklandırma odalarında da sağlanabilir. Birkaç hafta süresince günlük 8 saat aydınlık ve 16 saat karanlık sağlann hayvanlarda inaktif dönem içerisinde de üreme etkinliği elde edilebilmektedir. Yüksek verimlilik bakımından erkek ve dişi bireylerin aynı yapay ışıklandırma rejimine tabi tutulmaları gerekmektedir. Çevre ısısının kontrolü tek başına koyun ve keçilerde kızgınlığın uyarılması için yeterli değildir. Fakat yüksek çevre sıcaklıkları, ışıklandırmadan bağımsız olarak semen kalitesini, dolayısıyla da döl tutmayı olumsuz yönde etkilemektedir.

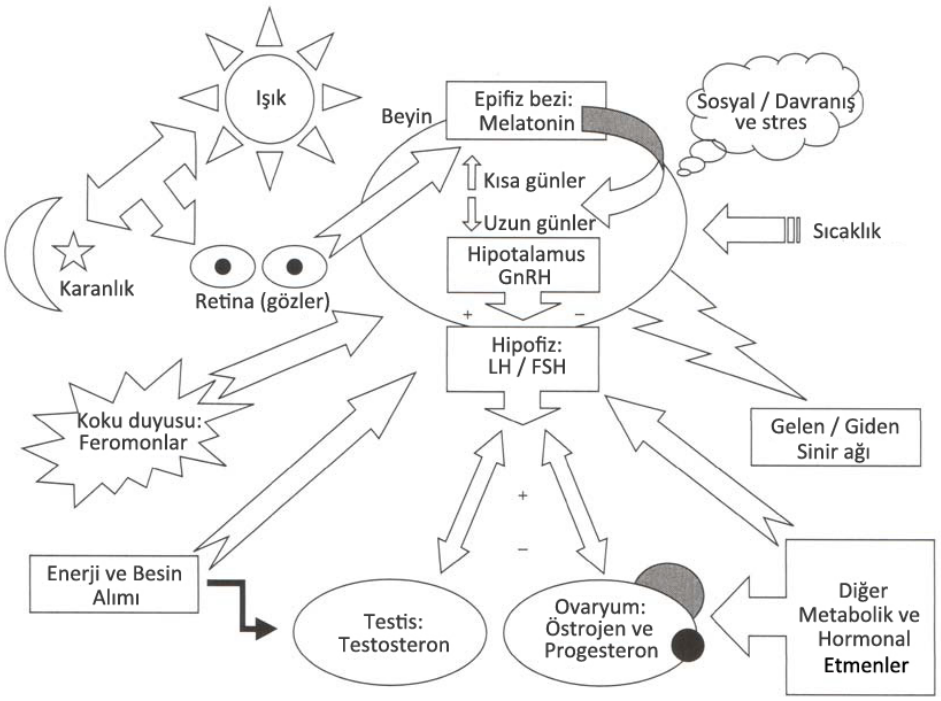
4.6.2. Atlar

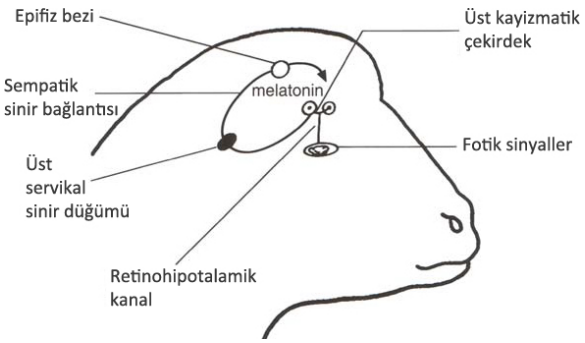
Kısraklar, güneşlenme süresinin yüksek olduğu mevsimlerde cinsel olarak aktiftirler, günlerin kısalması ile birlikte bu aktiviteleri azalmaktadır. Ortalama dönem midilliler için Mayıs-Ekim arası, atlar için ise Şubat-Kasım arasındadır. En yüksek fertilite kısraklarda, Mayıs-Temmuz ayları arasında elde edilebilmektedir. Güneşlenme süresinin düşük olduğu dönemde (Ocak-Nisan) kızgınlıklar genellikle bir ovulasyon ile sonuçlanmayabilir. Koyunlarda olduğu gibi, kısraklarda üreme mevsimi üzerinde etkili en önemli control mekanizması güneşlenme süresinin yapısıdır. Yapay ışıklandırma ile üreme sezonunun henüz başlarında, kısrakların üreme etkinlikleri artırılabilmektedir. 16 saat ışık ve 8 saat karanlık uygulaması kısraklarda anöstrusu sonlandırmaktadır.

Aygırlarda kesin bir üreme periyodu söz konusu değildir. Fertil semen yılboyu elde edilebilmektedir. Fakat kısa fotoperiyodun gerçekleştiği aylarda seksüel aktivite ve semen üretimi azalmaktadır.

Üreme mevsiminin yaklaşması ile birlikte, aralıklı LH sörjlerinin genişlik ve sıklığı da artmaktadır. Pinealektomi (epifiz bezinin alınması) koçlarda LH salgısı üzerine değişen fotoperiyod etkisini azaltmaktadır. Göz retinası bu sinyallerin retinohipotalamik kanal aracılığı ile üst kayizmatik çekirdeğe iletilmesinde ışık sensörü görevi yapmaktadır.

Şekil 25. Üremenin kontrolü üzerine ışıklanmanın etkileri





Şekil 26. Epifiz salgı bezinden melatonin salgısının düzenlenmesi

Üst kayizmatik çekirdek tarafından üretilen günlük sinyaller, once üst servikal sinir düğümüne ve oradan da sempatik sinirler aracılığı ile epifiz bezine iletilirler.

Karanlıkta melatonin sentezi için gerekli olan enzimin aktivitesi, artan sempatik aktiviteye bağlı olarak yükselir. Epifiz bezinin melatonin salgısı sinirsel sinyaller ile endokrin system arasında aracı görevi üstlenmektedir. Sonuç olarak gerek doğrudan ve gerekse de dolaylı olarak melatonin, hipotalamus üzerindeki etkisi sebebiyle mevsimsel üreme üzerine etki yapmaktadır.

5. SPERMATOGENEZ VE SPERMATOZOA OLUŞUMU

Spermatogenez, spermatozoaların şekillenmesi işlemine verilen addır. Bu işlem seminifer tüplerinde gerçekleşmektedir. Günlük üretilen spermatozoa miktarı boğalar için 6-8 milyon, koçlarda 8-12 milyon, aygırlarda 5 milyon ve domuzlar için ise 15-20 milyon kadardır. Gerçek spermatozoa miktarı ise %50-100 daha fazla olabilmektedir çünkü, üretilen miktarın tamamı toplanamamaktadır. Seminifer tüplerinde şekillenen sprematozoalar, fertilizasyon yeteneği kazandıkları ve depolandırkları yer olan epididimise doğru, rete testis ve vasa efferentia boyunca itilirler.

Pubertası takiben, erkek bireylerde spermatogenez, tüm yaşam boyunca devam eder. Tüm türlerde çevresel etkenlere bağlı olarak (çevre sıcaklığı vb) üretilen spermatozoa miktarında farklılıklar gözlenebilir. Ayrıca koç ve tekelerde fotoperiyodun da, bu üretim üzerine etkisi vardır. Spermatogenezin devamlılığı açısından FSH, LH, ve testosteron'un karşılıklı etkileşimi gereklidir.

5.1. Pubertas

Pubertasın erkek bireylerdeki tanımı, dişilere oranla çok daha basittir. Eğer fertil spermatozoanın ejekülasyonu pubertas olarak tanımlanacak olursa bu yaş sığırlarda 10-12 ay, tekelerde 3-5 ay, koçlarda 4-6 ay, domuzlarda 4-8 ay, aygırlarda 13-18 ay ve nehir mandası boğalarında ise 24-30 aydır. Bununla birlikte, ejekülattaki ilk fertil spermatozoalar, aslında seminifer tüplerinde haftalar öncesinde üretilmişlerdir. Seminifer tüplerinde spermatozoanın üretilmesi ile fertil spermatozoanın ejekülasyonu arasında geçen süre boğalar için 10 hafta kadardır.

Ejekülatta fertil spermatozoa görülmesinden haftalar öncesinden başlayarak, erkek bireylerde bazı değişimler gözlenmeye başlar. Bu değişiklikler vücut konformasyonundaki değişimi, artan agresif davranışı ve cinsel isteği, penis ve testislerdeki hızlı büyümeyi ve penisin uç deriden ayrılmasını kapsamaktadır. Bu olayların zamanlaması türler arasında farklılık göstermektedir (Şekil 27).

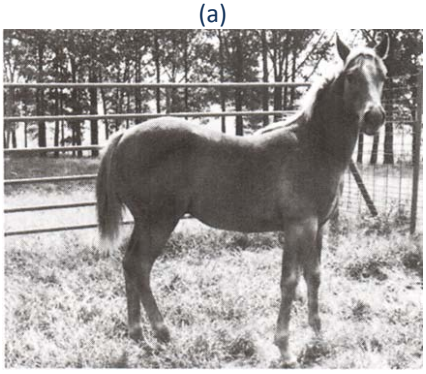
Pubertasın yaklaştığını gösteren başlıca değişim, testis fonksiyonlarındaki gelişimdir. Bu gelişim endokrin sistem tarafından düzenlenmektedir. Pubertastan birkaç ay once, aralıklı LH salgılarının başlaması, Leydig hücrelerinde farklılaşmaya neden olmaktadır. Leydig hücreleri ilk başlarda androjen ve androstenediyon salgılamaktadırlar. Değişimin devam etmesi ile LH, artan testosteron konsantrasyonuna neden olmakta ve böylece de yaklaşan pubertas ile ilişkili olarak diğer bazı değişimler gerçekleşmektedir. Testosteron ve FSH'ın birlikte etkisi Sertoli hücrelerinin gelişimini, androjen-bağlayıcı protein üretimini ve seminifer tüplerinin spermatozoa üretimi için hazırlanmasını teşvik etmektedir.

Erkeklerde pubertas ile yalnızca seksüel olgunluk ifade edilmemektedir. Domuz ve koçlar 6 aylık yaştan önce de etkin bir biçimde damızlıkta kullanılabilmektedir. Fakat testis büyüklüğü ve toplam spermatozoa üretimi 18 aylık yaştan sonra artmaktadır. Boğa ve aygırlarda en az 3 yaştan sonra spermatozoa üretimi artmaktadır. Aygırların, 3-4 yaşa ulaşmadan yoğun bir biçimde damızlıkta kullanılmamaları gerekmektedir. Testis büyüklüğü ile toplam spermatozoa üretimi de birbirleri ile yakından ilişkilidir.

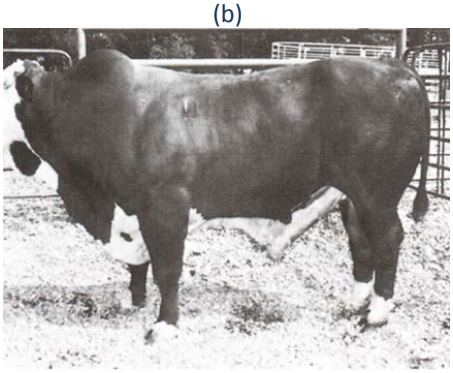
Dişilerde pubertas yaşı üzerine etkili olan tüm etkenler, erkekler üzerinde de aynı etkiyi yapmaktadır. Büyüme üzerine olumsuz etkisi olan çevresel etmenler, pubertasın da gecikmesine neden olmaktadır. Örneğin, düşük düzeyde beslenen erkek kuzular 12 aylık yaştan once pubertasa erişemezler.



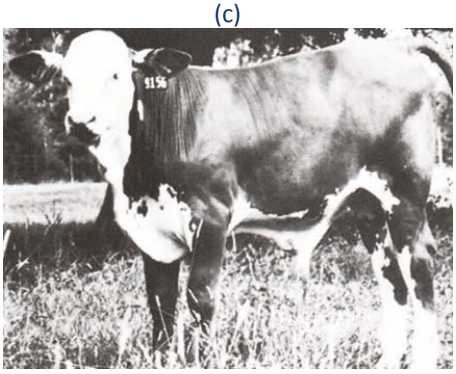
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 27. Pubertası takiben gelişen sekonder cinsiyet özellikleri *(a)* Aygır. Güçlü omuzlar ve kalınlaşan boyun; *(b)* 6-aylık yavru; *(c)* Boğa. Hörgüç, güçlü ön kısım, gerdan kısmı gelişmiş; *(d)* 6-aylık buzağı

5.1. Spermatogenez

Spermatogenez 3 aşamada değerlendirilebilir. Bunlarda ilki spermatogonialardan primer spermatositlerin şekillendiği bir seri mitoz bölünmeden ibaret olan *SPERMATOSİTOGENEZ*'dir. Ikinci aşama primer spermatositlerin indirgenmeleri sonucu haploid çekirdeğe sahip dairesel spermatidleri oluşturduğu *MAYOZ BÖLÜNME* aşamasıdır. Üçüncü aşama ise spermatidlerin metamorfoz sonucu spermatozoalara dönüştüğü *SPERMİOGENEZ*'dir. Tüm bu işlemler için gereken süre koçlarda 46-49 gün, domuzlarda 36-40 gün, aygırlarda 55-59 gün ve boğalarda ise 56-63 gündür. Sürekli devam eden spermatogenez ile birlikte seminifer tüplerinin taban membranında gelişen gametler, lümene doğru hareket ederler. Tüm spermatogenez için harcanan süre,her 3 aşamaya eşit şekilde bölünmektedir.

5.2.1. Spermatositogenez

Seminifer tüplerinin taban membranı boyunca iki farklı tipte hücre yer almaktadır. Bunlardan daha büyük ve sayıca az olanlar '*sertoli hücreleri*' olarak adlandırılırlar ve spermatogenez süresince destekleyici rol oynamaktadırlar. Bir diğer hücre tipi ise küçük, dairesel şekle sahip ve sayıca fazla olan '*spermatogonia*' lardır. Bu ikinci tip hücreler aynı zamanda potansiyel gametlerdir.

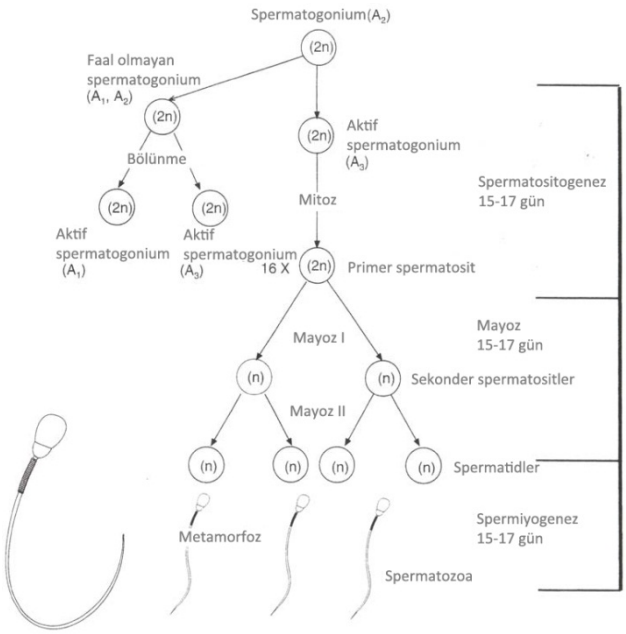
Embriyonik testise geçiş ile birlikte primordial üreme hücreleri gonositleri oluşturmadan önce bir dizi mitoz bölünme geçirirler. Pubertastan once bu gonositler tüm spermatogoniaları oluşturan kök hücreler olan, A_0 spermatogonialara dönüşmektedirler.

A_0, A_1 ve A_2 spermatogonialar, seminifer tüplerinin taban membran boyunca yerleşmişlerdir. A_2 spermatogonium bölünerek faal olmayan (A_1) ve faal (A_3) spermatogoniumları oluşturur. Boğa ve koçlarda, 4 mitoz bölünme sonucunda, A_3 spermatogoniumlardan 16 adet primer spermatosit meydana gelir. Koçlarda, bu mayoz bölünme 15-17 günde tamamlanmaktadır.

5.2.2. Mayoz Bölünme

Mayoz, iki aşamalı bir işlemdir. Her bir primer spermatosit mayoz bölünme sonucu 2 adet sekonder spermatosit oluşturmaktadır. Bu bölünme ile çekirdekte yer alan kromozom sayısı yarıya iner, yani sekonder spermatositler eşlenmemiş (n) haploid kromozoma sahiptirler. Bu aşama koçlarda yaklaşık 15 gün sürmektedir. Sekonder spermatositler şekillendikten sonra birkaç saat içerisinde tekrar bölünerek iki adet spermatidi meydana getirirler. Böylece, boğa ve koçlarda, her bir primer spermatozitten **4** adet spermatid ya da her A_3 spermatogoniumdan **64** adet spermatid şekillenmektedir.

Koçlarda mayoz 15-17 gün sürmektedir. A_1 spermatogoniaların mitozla bölünmesi ve A_2 spermatogoniaların oluşması esnasında çok sayıda spermatid zayi olmaktadır. Bu zayiatta en büyük etkiyi spermatogenez ve mayoz esnasında spermatogoniaların dejenerasyonu yapmaktadır. Dejenere gametler sertoli hücreleri tarafından fagositoz ile değerlendirilmektedir.



Şekil 28. Koçlarda spermatogenez aşamaları ve süreleri

a) A_2 spermatogonium mitoz ile bölünerek A_3 ve A_1 spermatognoiumları meydana getirir.

b) A_3 4 mitoz bölünme sonucunda 16 adet primer spermatositi oluşturur.

c) Her bir primer spermatosit iki mayoz bölünme sonucu 4 spermatid meydana getirir.

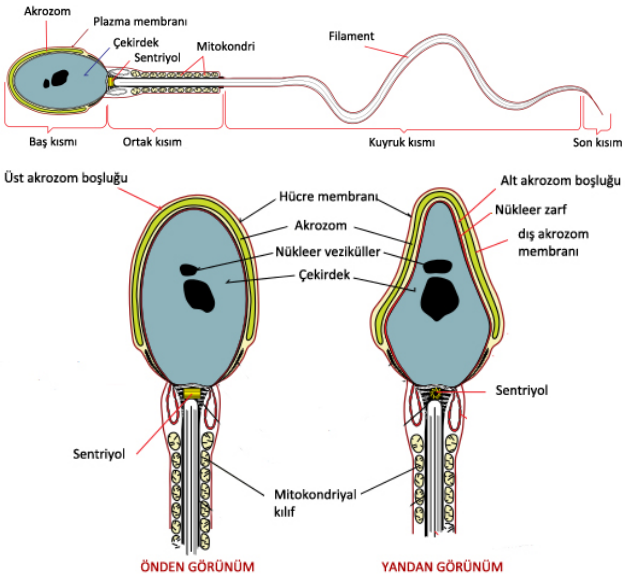
d) A_1 spermatogonium mitoz ile bölünerek A_2 spermatogoniumu ve A_2 de mitoz ile A_3 ve A_1'leri meydana getirir.

e) Her bir spermatid metamorfoz ile spermatozoonlara dönüşür.

5.2.3. Spermiyogenez

Spermiyogenez süresince spermatidler, sertoli hücrelerine bağlanmış durumdadırlar. Her bir spermatid, metamorfoz ile spermatozoalara dönüşmektedir (Şekil 29). Bu metamorfoz esnasında nükleer materyal hücrenin bir tarafında toplanarak spermatozoanın baş kısmını oluşturur. Hücrenin kalan kısmı uzayarak kuyruğu oluşturur. Spermatozoanın baş kısmını çevreleyen bir kılıf görünümündeki akrozom, spermatidin golgi cisimciğinden başkalaşarak oluşmaktadır.

Spermatid sitoplazması da kuyruğun şekillenmesi esnasında sıyrılarak spermatozoanın boyun kısmındaki sitoplazmik damlacığı meydana getirir. Spermatidin mitolondrisi, spiral bir yapıya bürünerek mitokondrial kılıfı oluşturur. Yeni şekillenmiş olan spermatozoa spermiyasyon işlemi adı verilen bir işlem sonucu sertoli hücrelerinden ayrılarak seminifer tüplerinin lümeni boyunca rete testise doğru itilirler. Spermatozoalar sitoplazmalarının bulunmayışı ve olgunlaşmadan sonra artan motiliteleri ile benzersizdirler. Spermiyogenez işlemi koçlarda 15-17 günde tamamlanmaktadır.



Şekil 29. Sığır spermatozosının yapısal özellikleri

5.2.4. Spermatogenezin devamlılığı

Birkaç hafta devam eden dinlenme durumunun ardından A_1 spermatogonialar bölünerek A_2 spermatogoniuaları ve onlarda A_3 ve yani A_1 spermatogoniuaları oluştururlar. A_0 spermatogonialar (rezerv kök hücreler) ara ara bölünerek yeni A_2 veA_1 spermatogoniaları oluştursalar da, A_2 spermatogonialardan faal olmayan spermatogoniaların oluşması spermatogenezin devamlılığı bakımından çok önemlidir. Bu yolla testislerdeki potansiyel gamet sayısı azalmaz.

5.2.4. Spermatogenezin Hormonal Kontrolü

Boğa ve koçlarda günlük 3-7 LH sörjü ve takiben yine benzer biçimde testosteron sörjü gerçekleşmektedir. LH, spermatogenez işleminde Leydig hücrelerini uyararak testosteron salgısını artırmak suretiyle dolaylı etki yapmaktadır. Testosteron ve FSH seminifer tüplerindeki hücreler üzerine etki yaparak spermatogenezi başlatırlar. Seminifer tüpleri içerisindeki sıvının ihtiva ettiği testosteron konsantrasyonunun yüksek olması, spermatogenezin normal seyri açısından çok önemlidir (dolaşımdaki plazmanın 100-300 katı). Bu kadar yüksek konsantrasyon, androjen bağlayıcı proteinlere testosteron bağlanması yoluyla sağlanmaktadır. Androjen bağlayıcı protein FSH'ın da etkisiyle sertoli hücreleri tarafından salgılanmakta ve epididimis tarafından absorbe edilmektedir. Sertoli hücreleri tarafından inhibin, estradiol ve androjen bağlayıcı protein salgısının sağlanması bakımından FSH önemlidir. Birçok türde normal spermatozoa üretimi için FSH gereklidir.

Yüksek testosteron konsantrasyonları GnRH, FSH ve LH salgılarının azalmasına neden olurken, azalan testosteron konsantrasyonu ise salgılanmalarını sağlamaktadır.

5.3. Spermatozoanın Kapasitasyonu

Spermatozoa hücrelerinin seminifer tüplerinde üretilmesini takiben fertilizasyonda kullanılabilmeleri için iki olgunlaşma aşamasından geçmeleri gerekmektedir. Bu olgunlaşma aşamalarından ilki epididimiste gerçekleşmektedir. Bu aşamda spermatozoa (1) motilite yeteneği kazanır, (2) fertilite yeteneği kazanır, (3) sitoplazmik damlacığı kaybolur. Fakat spermatozoa hücresi, dişi üreme sistemi içerisinde gerçekleşen ikinci olgunlaşma aşamasını geçirmeden tam olarak fertil olamamaktadır. Bu olgunlaşma aşamasına *KAPASİTASYON* adı verilmektedir.

İneklerde estrus aşamasının ortalarından sonlarına kadar olan zamanda yapılan tohumlarda en iyi gebelik oranları sağlanabilmektedir. Ovulasyon zamanına yaklaşıldıkça fertilite belirgin miktarda düşmektedir.

Çizelge. Tohumlama ve ovulasyon zamanının ineklerde fertilite üzerine etkileri

Tohumlama zamanı	İnek sayısı	Tek tohumlamada döl tutanlar (%)
Estrus başı	25	44,0
Estrus ortası	40	82,5
Estrus sonu	40	75,0
Estrustan sonra		
6 saat	40	63,4
12 saat	25	32,0
18 saat	25	28,0
24 saat	25	12,0
36 saat	25	8,0
48 saat	25	0,0
Rutin tohumlama	194	63,4

Tahmini *in vivo* kapasitasyon süresi inekler için 5-6 saat ve domuzlar için ise 2-3 saattir. Estrus sonunda tohumlanan hayvanlarda elde edilen yüksek fertilite büyük oranda hem dişi ve hem de erkek gametlerinin taze olması ile ilişkilidir. Eğer tohumlama/aşım çok erken yapılacak olursa, spermatozoa kapasite olduktan sonra yaşlanmaya başlayacaktır. Eğer tohumlama/aşım geç gerçekleşecek olursa, spermatozoa kapasite olup ampulla-ishtmus bağlantısına gelene kadar yumurta yaşlanacaktır.

Kapazitasyon spermatozoanın dişi üreme sistemi içerisinde geçirdiği bir kısım hücresel değişimler olarak tanımlanabilir.