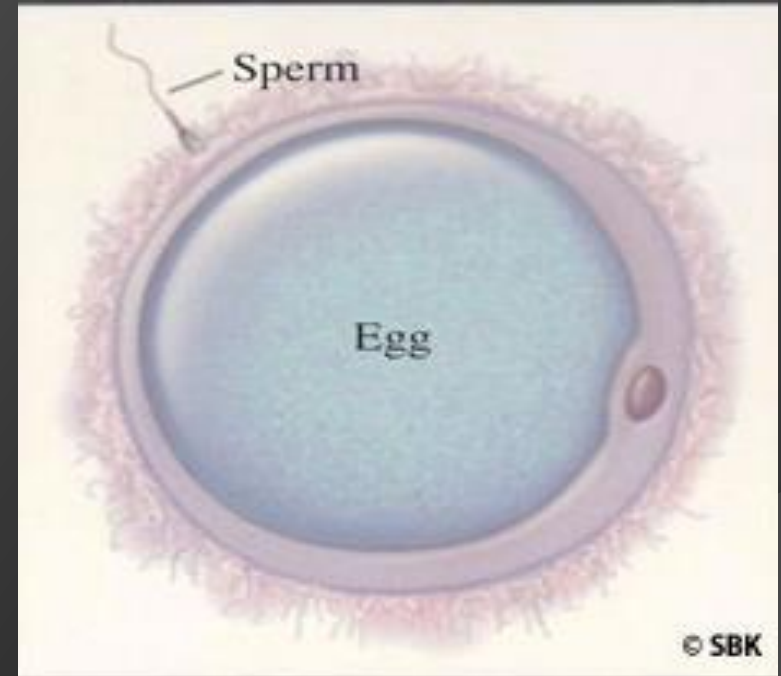


# GAMETOGENESIS



# Germ Hücrelerinin Erkek ve Dişi Gametlere Dönüşmesi

- Memeli gelişiminin erken aşamasında, embriyo dışında vitellus kesesi içinde primordiyal cinsiyet hücreleri topluluğu belirir.
- Bu hücreler göç ederek embriyonik gonadlara (testis ve ovaryumlara) gelirler, orada üreyerek gametlerin (spermatozoon ve ovum) oluşmasını sağlarlar.

- ◉ Gametler ve onların oluşmasına neden olan hücreler canlının **germ hücreleri** ya da **germ plazması**,
- ◉ Gametlerin üretilmesinde direkt etkisi olmayan vücudun diğer hücreleri ise **soma hücreleri** ya da **somatoplazma** olarak adlandırılırlar.

# Gametogenezis

\* Germ hücresinin, döllenmede birleşen ve yeni bir canlıyı oluşturma yeteneğine sahip olan hücrelere dönüşüm sürecini tanımlayan genel bir kavramdır.

⦿ Erkeklerde **spermatogenezis**,

⦿ Dişide **ovogenezis**

# Gametogenezis 4 safhadan oluşur;

1. **İlk safha**, germ hücrelerinin kökenini ve onların gonadlara göçünü içerir.
2. **İkinci safha**, germ hücrelerinin mitoz bölünme ile çoğalma sürecidir.
3. **Üçüncü safha**, mayoz bölünme gerçekleşir, kromozom sayısı yarıya iner.
4. **Dördüncü safha**, gametler olgunlaşmalarının son aşamasını geçirerek, dölleme ya da döllenme yeteneğinde olan spermatozoon ya da ovuma farklılaşırlar.

# 1. Primordiyal germ hücrelerinin kökeni (orijini) ve gonadlara göçü;

- Primordiyal germ hücreleri gonad taslakları içinde gelişmez, başka bir yerde oluştuktan sonra gonad kabul edilen organ taslaklarına göç ederler.

# 2. Germ hücrelerinin mitozla bölünmesi;

- Embriyonik gonadlar başlangıçta az sayıda göç etmiş primordiyal hücre popülasyonuna sahiptirler. Germ hücreleri, gonadlara yerleşir yerleşmez bir çoğalma evresine girmektedirler.
- Mitotik olarak aktif olan bu hücreler dişilerde **ovogonyum**, erkeklerde ise **spermatogonyum** olarak bilinmektedir.

- Germ hücrelerinin gonadlardaki mitotik aktivitelerinin düzeni erkeklerle dişiler arasında farklılıklar gösterir.
- Dişilerde (insanda) gebeliğin ikinci ile beşinci ayları arasındaki yoğun mitotik aktivite, ovogonyumların sayısının 7 milyona kadar ulaşmasını sağlar.
- Daha sonra ovositlerin sayısında atreziye bağlı şiddetli bir düşüş olur ve yedinci ay civarında ovositlerin çoğu mayoz bölünmenin birinci aşamasının profazına girer.
- Bu da dişilerde gametogenezezin çoğalma evresinin sonunu getirir.

- İnsanların aksine, çoğu aşağı sınıf omurgalılarda ovogonyumlar, üregen hayat siklusu boyunca bölünebilme yeteneğindedirler.
- Erkeklerde germ hücrelerinin mitotik üremesi dişilerinkinden önemli farklılıklar gösterir.
- Mitoz bölünme erken embriyonun gonadlarında başlar ve erkekte yaşam boyu devam eder.
- Testisler sürekli olarak doğurucu spermatogonyumlara sahiptirler. Bu aktivite, erkekte üreme yeteneği bulunduğu sürece devam eder.



### 3) Mayoz bölünme;

- Mayoz bölünme, genetik materyalde redüksiyona neden olan ve germ hücrelerinde (spermatozoon ve ovum) görülen bir hücre bölünmesi türüdür.
- Amaç, bir nesilden diğerine aktarılacak olan kromozom sayısının korunmasını sağlamaktır.
- Gametlerdeki kromozom komplementinin diploid'den ( $2n$ ) haploid hale ( $n$ ) indirgenmesiyle tamamlanır.
- Genetik açıdan mayoz bölünme erkeklerde ve dişilerde aynıdır. Mayoz bölünmede 2 başarılı çekirdek bölünmesi sadece bir DNA replikasyonu ile gerçekleşmektedir. Her bir çekirdek bölünmesinde 4 aşama tanımlanabilir.

## ● Mayozda ilk bölünme (Mayoz I)

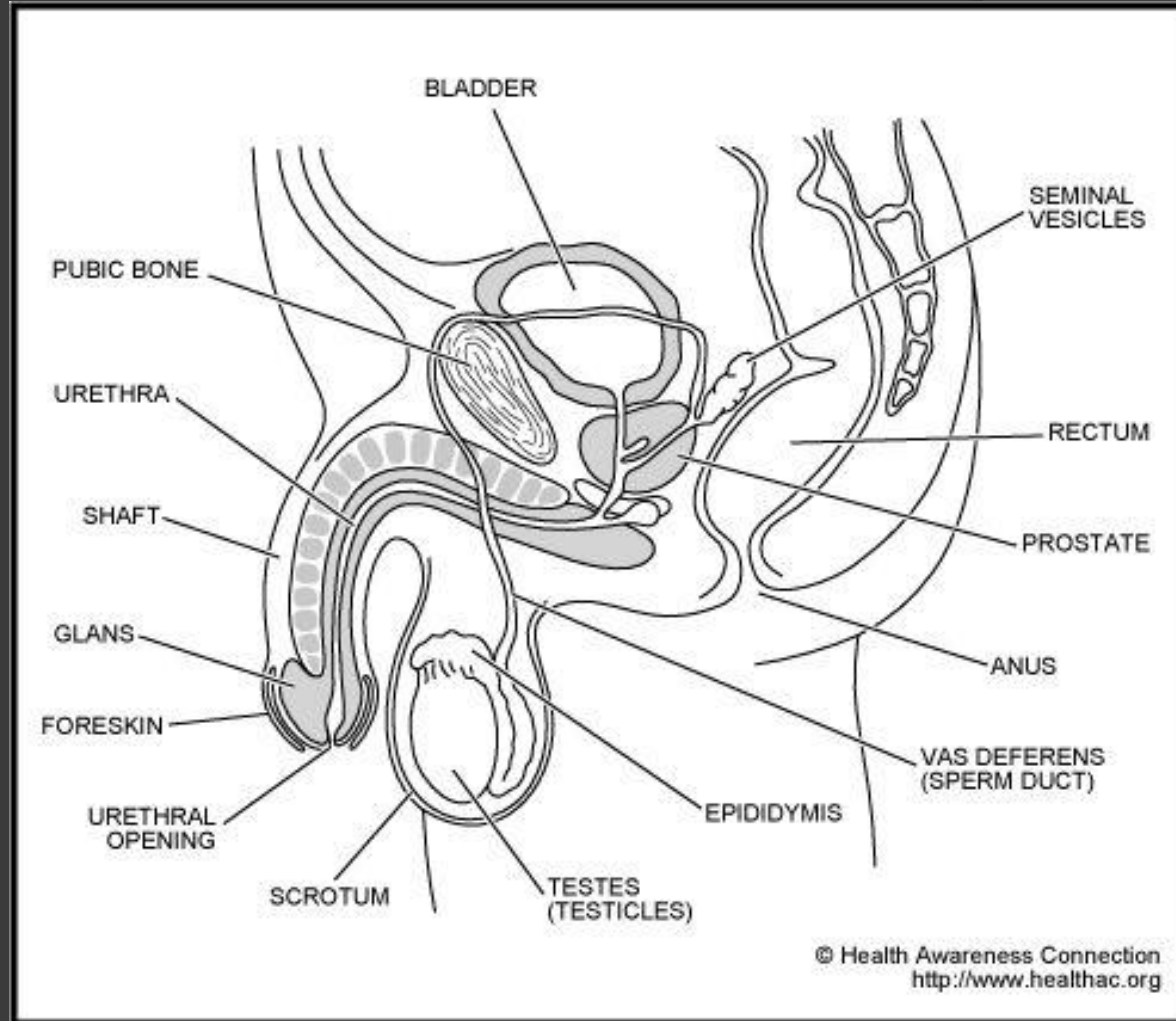
- \* Profaz I: Leptoten, zigoten, pakiten, diploten ve diyakinez
- \* Metafaz I
- \* Anafaz I
- \* Telofaz I
- \* İnterfaz

## ● Mayozda ikinci bölünme (Mayoz II)

# Erkek Genital Sisteminin Histofizyolojisi

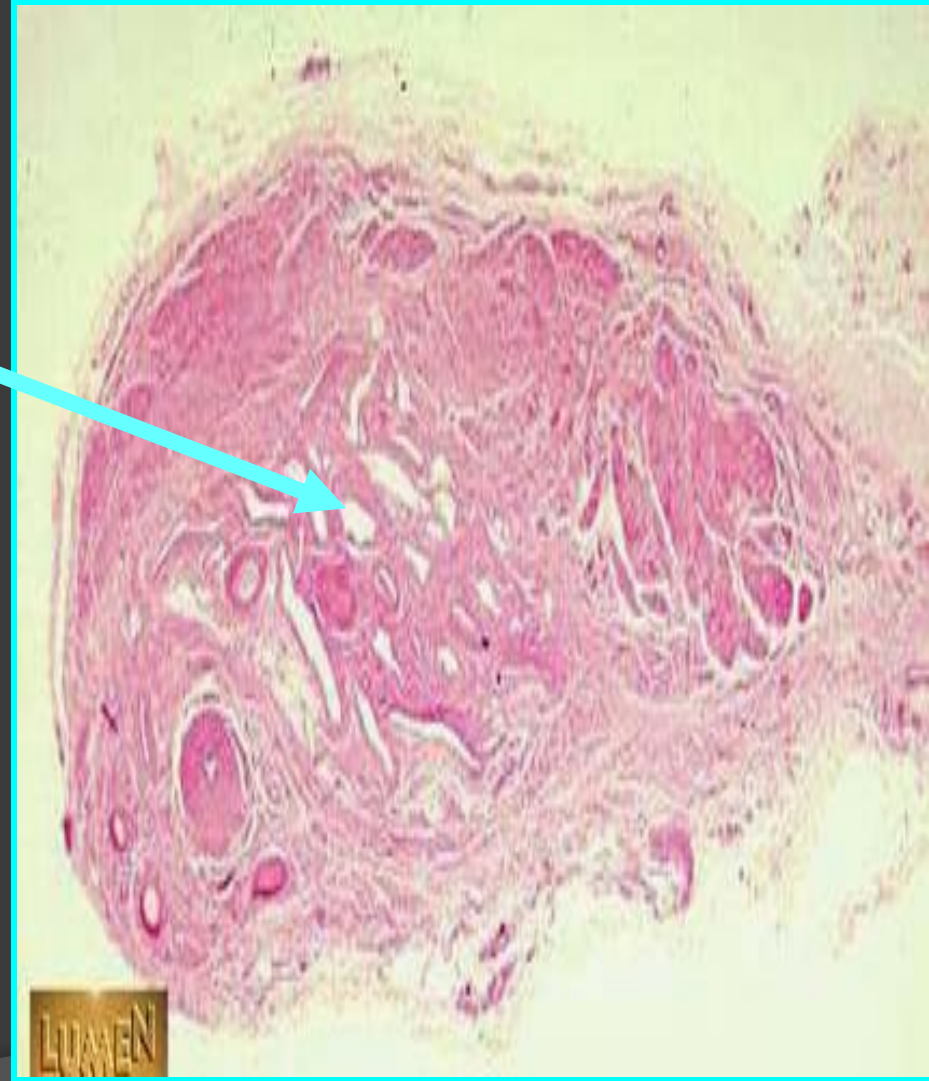
# Erkek genital sistemi,

- Testisler ,
- Akıtıcı kanallar,
- Eklenti bezleri
- Skrotum ve
- Penisten oluşmaktadır.



# Testislerin Morfolojisi

- **Inguinal kanal**, vücut içi ile skrotum arasındaki bağlantıyı sağlar.
- **Spermatik kordon**, vücut boşluğundan testisler içine giden arter, ven, lenf damarı, sinir telleri ve bağ dokunun tümüne verilen isimdir.
- **Pleksus pampiniformis** ise spermatik kordon içinde yer alan ve ısı değişiminde görev yapan bir oluşumdur, testisleri serin tutmakla görevlidir.



- Testisler, kasık bölgesinde **skrotum** adı verilen kesemsi bir torba içinde asılmışlardır.
- Skrotum içindeki yerleşimleri ve damar ağının düzenlenmesi nedeniyle testislerin ısısı karın boşluğu içindeki ısıdan birkaç derece daha düşüktür (spermatogenezis 36 C°'nin üzerinde gerçekleşmemektedir).
- Kanatlılarda testisler karın boşluğu içinde yer alır ve testislerin ısısı hava keselerinin yardımıyla düşürülür.



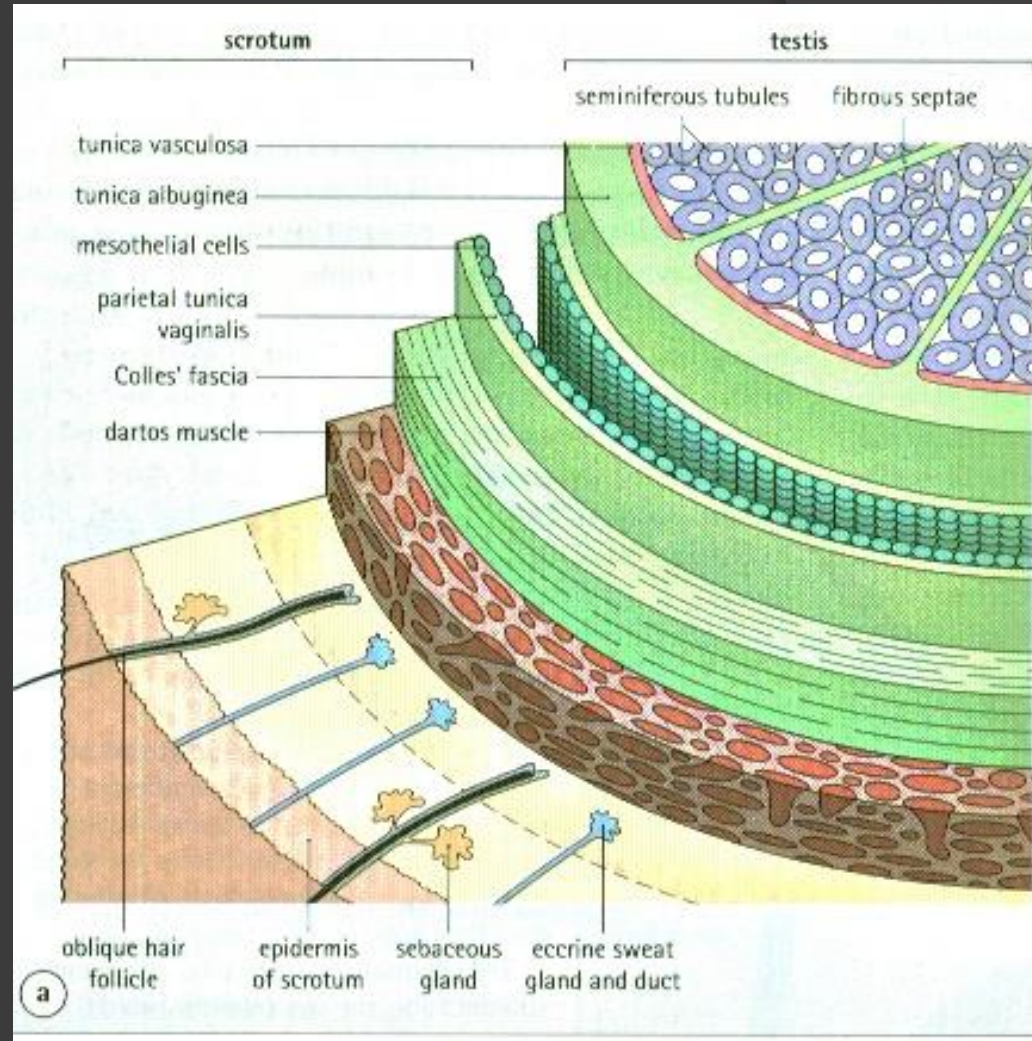
Skrotumun hemen altında  
yer alan katmanlar:

## 1) Tunica vaginalis

## 2) Tunika albuginea

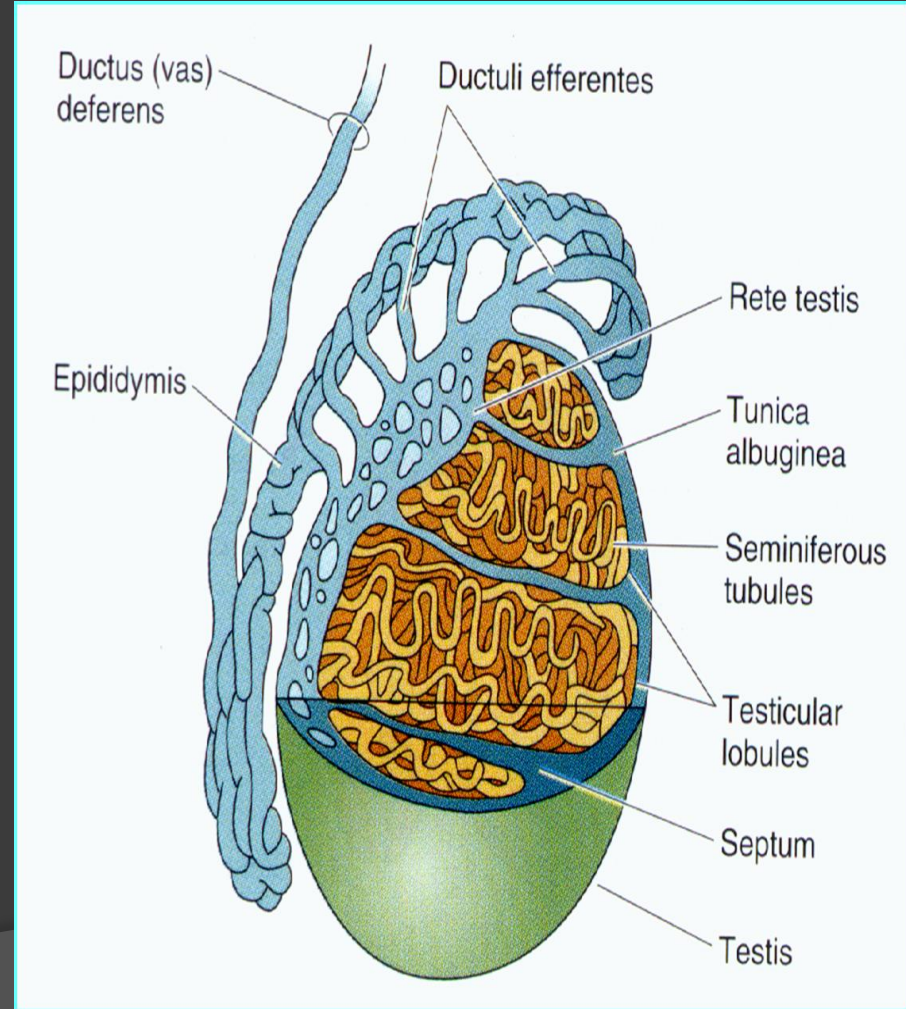
Düzensiz kompakt  
(fibröz) bağ  
dokusundan oluşmuş  
dayanıklı bir kapsüldür.

- Kapsül bağ dokusu testis  
içine girer (**mediastinum  
testis**)



- Tunika albuginea'nın kompakt bağ dokusu testis paranzimi içine gevşek bağ doku bölmeleri **-septula testis-** tarzında girer ve testisi yaklaşık 300 adet lopçuğa **-lobuli testis-** ayırır.

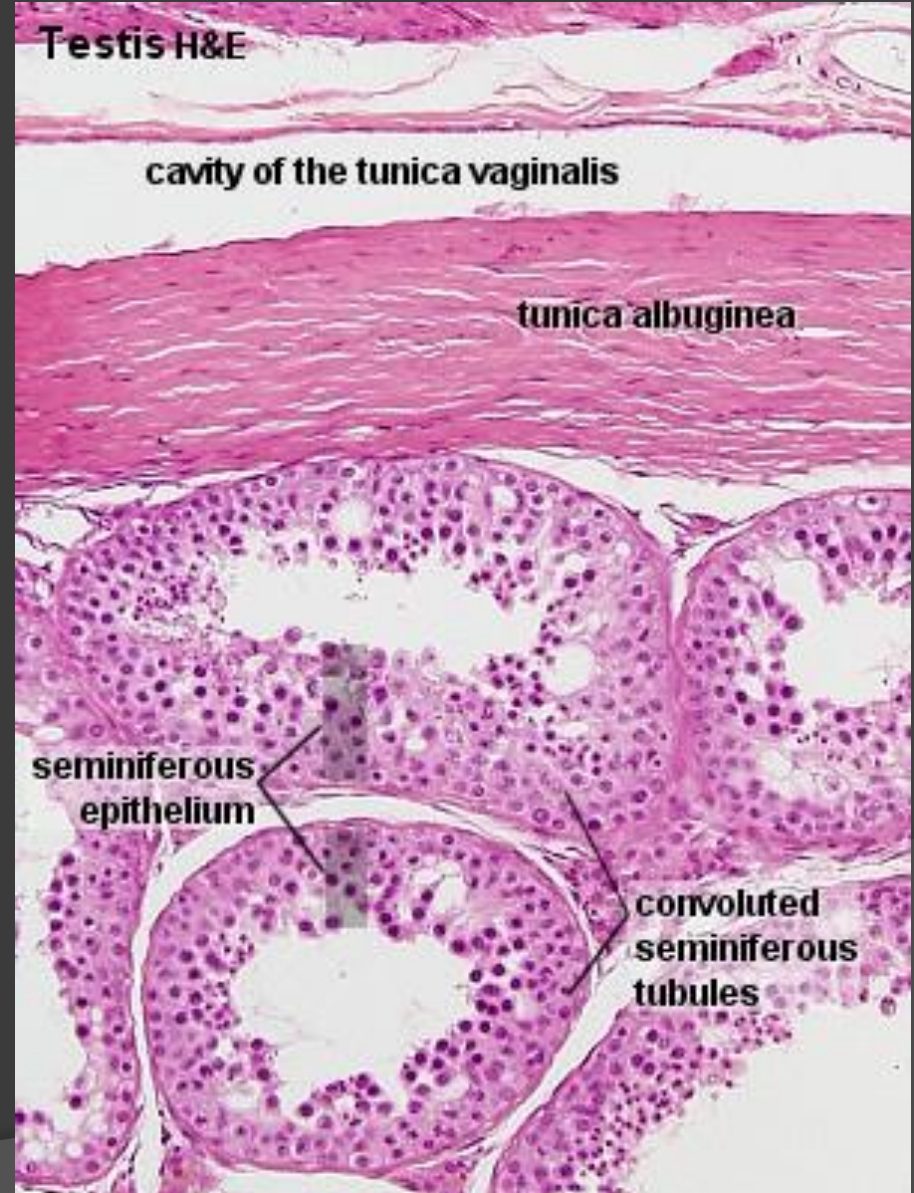
- Her bir lopçuk içinde yaklaşık 1-4 adet **seminifer tubül-tubulus seminiferus contortus** bulunmaktadır ve tubüller etraflarından gevşek bağ doku **-interstisyum-** ile sarılıdır. İnterstisyum içinde **-Leydig hücreleri-** bulunmaktadır.



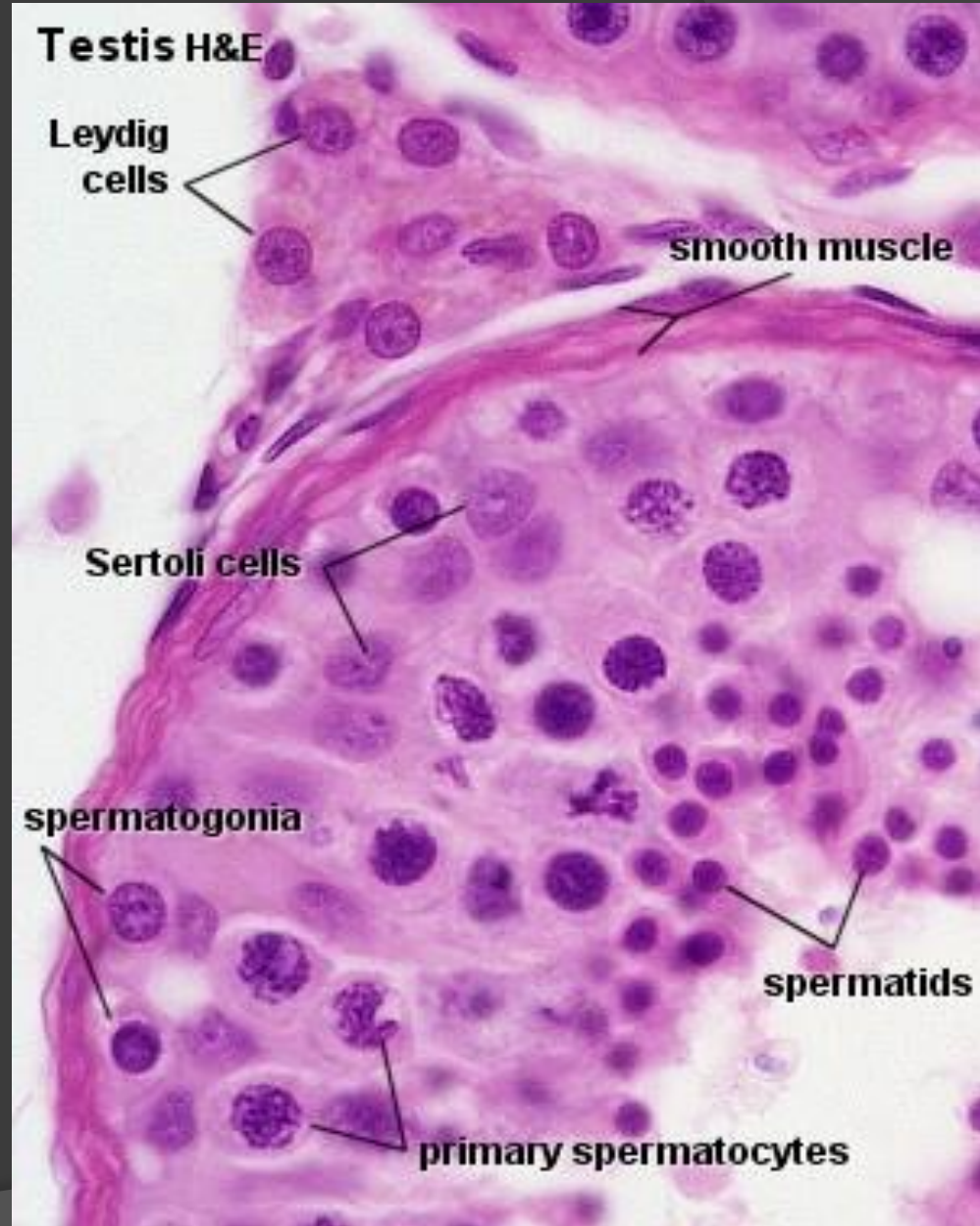


# İnterstisyel Hücreler (Leydig Hücreleri);

- Seminifer tubüllerin arasındaki boşluklarda gevşek bağ dokusu, kan ve lenf damarları ve **interstisyel hücreler (Leydig hücreleri)** bulunur.
- İnterstisyel hücreler, testiküler androjenler ile domuzda çok miktarda östrojen de salgırlar.



- Kordonlar ya da kümeler şeklinde bulunurlar ve her hücre bir kılcal damar ile mutlaka yakın temasta değildir.
- Yuvarlak çekirdekli büyük polimorf şekilli hücrelerdir.
- Organizmadaki androjenlerin (>%90) çoğu testisler tarafından üretilir.



# Leydig hücrelerinin hormonu - testosteronun başlıca fonksiyonları;

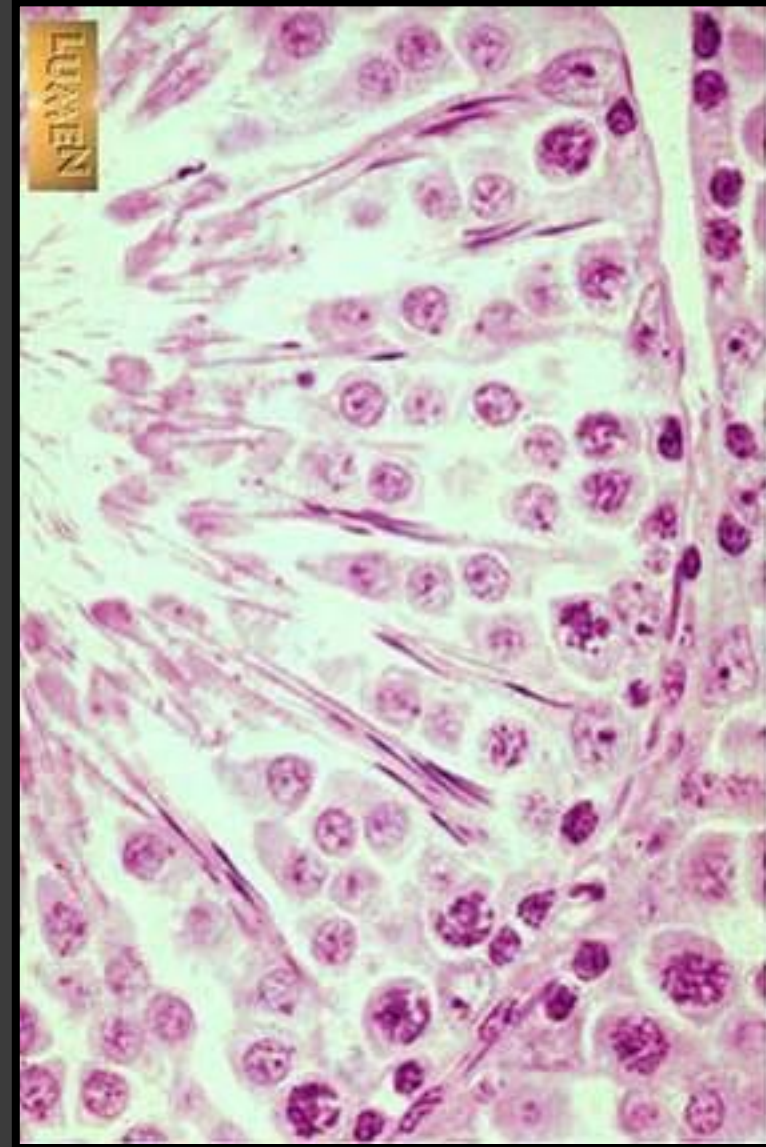
- ⦿ Normal seksüel davranışların sergilenmesi (**Libido**),
- ⦿ Penis, eklenti bezleri ve sekunder erkeklik karakterlerinin gelişmeleri ve fonksiyonlarının başlatılması ve sürdürülmesi,
- ⦿ Spermatogenezezin kontrolü (FSH ile birlikte),
- ⦿ Hipofiz ve hipotalamusa negatif feedback etkisi,
- ⦿ Genel anabolik etkiler,
- ⦿ Doğumdan önce Wolff kanalının varlığını koruma ve duktus deferens ile epididimise farklılaşması olarak sıralanabilir.



# Tubulus Seminiferus Kontortus

Histolojik olarak seminifer tubüllerin duvarını,

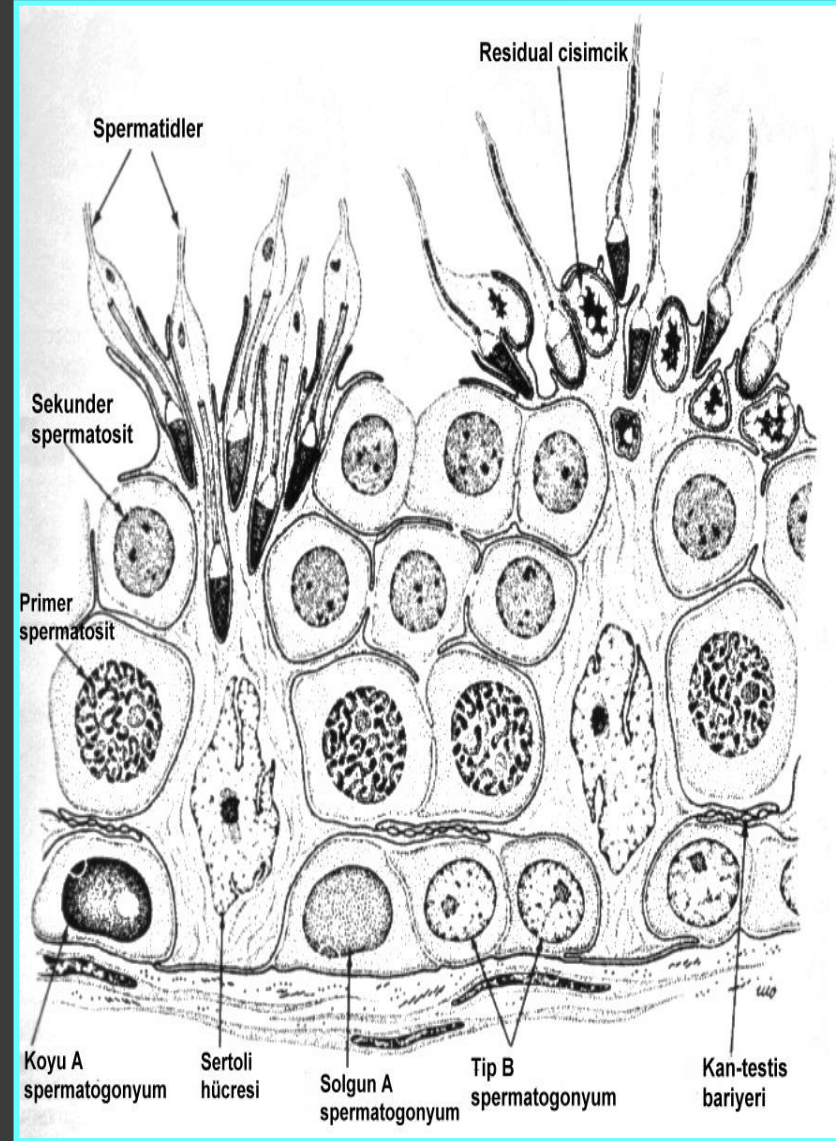
- lamina propriya,
- destek hücreleri (somatik hücreler ya da Sertoli hücreleri) ve
- spermatogenik hücreler oluşturmaktadır.



# Sertoli Hücreleri

- Hücrenin geniş olan taban kısmı bazal membran üzerine oturur ve apikal sitoplazma tubülün lumenine doğru uzar.
- Sertoli hücrelerinin lateral ve apikal uzantıları komşu spermatogenik hücrelerin aralarındaki boşlukları doldurur.
- Oval ya da armut biçimli ve derin kıvrımlara sahip çekirdek, hücrenin geniş olan bazal kısmında yer alır ve büyük bir çekirdekçik içerir.

- Komşu **Sertoli hücreleri** birbirlerine, aktin filamanları ve tight junction'lar ile bağlanırlar. Bu bağlantılar **kan testis bariyeri** olarak bilinen bir diffüzyon bariyeri şekillendirir.
- Spermatogenik hücrelerin yenilenmesi
- Spermatogonyumların çoğalması, bazal kompartmanda gerçekleşir.



## Sertoli hücreleri

- ◉ Spermatogenik hücreler için beslenme, korunma ve destek görevlerini üstlenmişlerdir.
- ◉ Dejenere spermatogenik hücrelerle spermatidlerden ayrılan residüel cisimcikleri fagosite ederler.
- ◉ Spermatozoonları seminifer tubüllerin lumenine salarlar.
- ◉ FSH ve testosteron'un germ hücreleri üzerindeki etkilerini ayarlarlar,
- ◉ Spermatogenik olayların senkronizasyonuna katılır, androjen-bağlayıcı protein'i (androgen-binding protein-ABP) üretirler , transferrin ve inhibin gibi intratübüler sıvı ögelerini salgırlarlar.

# İnhibin

- Hipofizin FSH salgısı üzerinde negatif feedback etkisi yapar.
- Sağlıklı destek hücrelerinin çok az düzeyde steroidojenik etkileri olmasına rağmen, Sertoli hücresi tümörleri, organizmanın feminizasyonuna yol açabilecek çok miktarlarda östrojen üretebilirler.



# Spermatogenik Hücreler

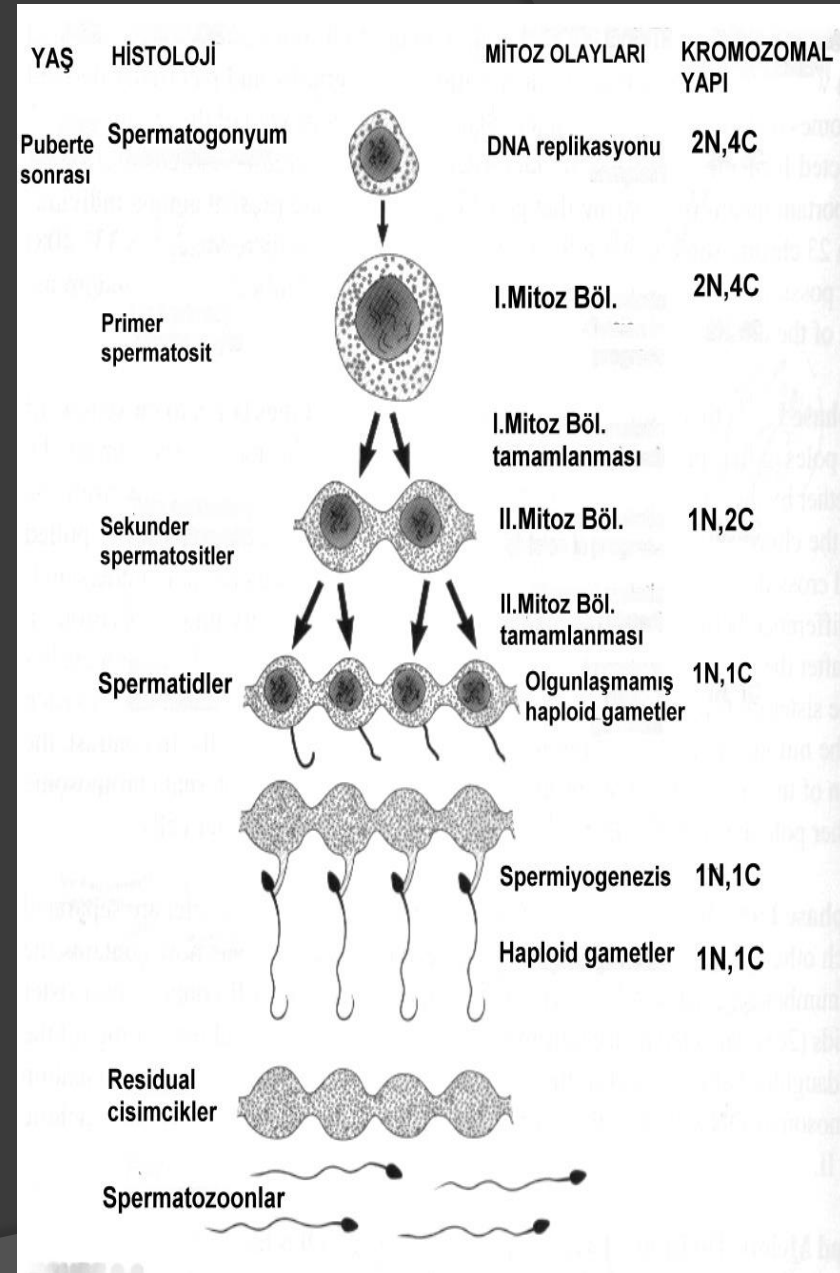
- Spermatozoonun gelişme ve farklılaşma aşamalarındaki farklı spermatogenik hücreler, Sertoli hücrelerinin aralarında ya da üst tarafında yer alırlar.
- Spermatogonyumlardan spermatozoon gelişinceye kadar geçen olaylar dizisi **spermatogenezis** olarak adlandırılır ve 3 safhada gerçekleşir.
  - \* spermatositogenezis
  - \* mayoz bölünme
  - \* spermiyogenezis
- Spermatogenezis insanda yaklaşık 74, boğa, koç ve aygırda 50 gün sürer.

# 1.Spermatositogenezis

- Spermatogenezis esnasında **spermatogonyumlar** mitozla **çoğalırlar** ve sonuçta;
  - spermatogonyumlar A, (kaynak hücresi olarak kalır)
  - spermatogonyumlar I, (intermediyet),
  - spermatogonyum B \* Büyüyerek\* **primer spermatositler** oluşur.
- Primer spermatositler bu aşamadan sonra mitozla bölünmezler, germ hücrelerinin sayısını dört katına çıkaran 2 mayoz bölünme geçirirler.

## 2.Mayoz bölünme

- **Olgunlaşma evresi.** Mayoz esnasında, 1 primer spermatositten 4 adet haploid yapıda spermatid'in oluştuğu peş peşe iki çekirdek bölünmesi gerçekleşir.
- 1. mitoz bölünme sonucunda **sekonder spermatositler** şekillenir.
- Tubül epitelleri içinde en büyük spermatogenik hücreler, primer spermatositlerdir ve spermatogonyumlarla spermatidler arasında yerleşim gösterirler.



- Bu aşamalar esnasında homolog kromozomlar her birinde kromozom sayısının yarısı kadar kromozoma sahip ve her bir kromozomda iki kromatid içeren **sekunder spermatositleri** oluşturmak üzere hücrenin aksi kutuplarına doğru hareket ederler.
- Genetik materyalde hiçbir duplikasyonun olmadığı çok kısa bir interfazdan sonra, sekunder spermatositler ikinci olgunlaşma bölünmesine girerler.

- ⦿ Mitoz bölünmeye benzer şekilde kısa bir profazı, metafaz, anafaz ve telofaz izler.
- ⦿ Bu bölünme sırasında sentromerler bölünür, sekonder spermatositlerin kardeş kromatidleri birbirinden ayrılır ve bölünme sonucunda oluşacak olan spermatidlere dağılırlar.

\* Bu nedenle bu hücreler **haploid** sayıda kromozoma sahiptirler.

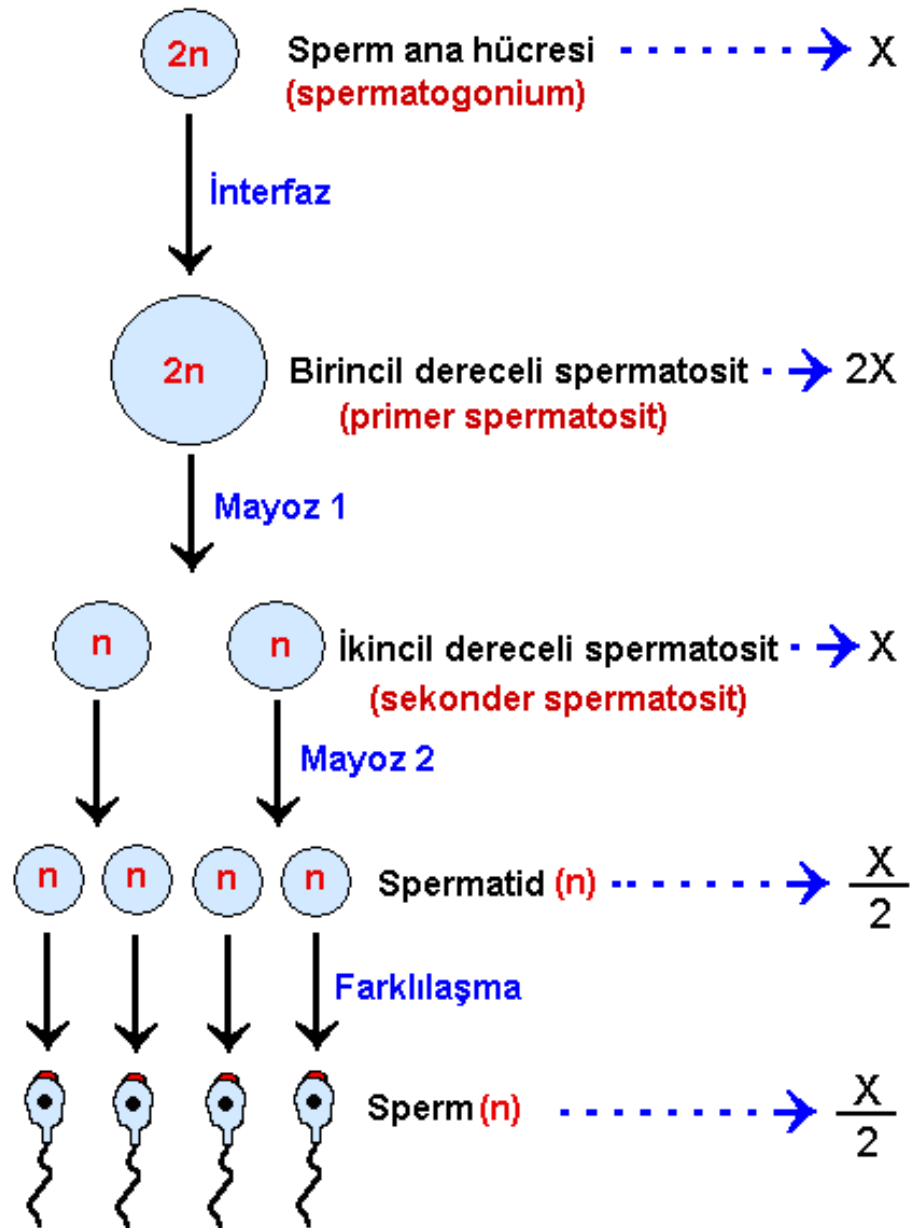


- ⦿ 2. mitoz bölünme sonunda spermatidler şekillenir.

- ◎ Spermatogonium
- ◎ spermatogonyumlar A
- ◎ spermatogonyumlar B
- ◎ **Primer spermatositler** (olgunlaşma)
- ◎ **Mayoz**
- ◎ **1. mitoz bölünme sonucunda**
- ◎ **Sekonder spermatositler**
- ◎ **2. mitoz bölünme**
- ◎ Sonucunda **Spermatidler**

## Kromozom sayısı

## DNA miktarı



- ◎ **Oogonium**

- **Primer oosit**

- ◎ **Mayoz (iki mitoz)**

- ◎ **Birinci olgunlaşma bölünmesi (Mayoz I)**  
(ovulasyondan az önce veya ovulasyonda)

- **Sekonder oosit** + birinci kutup hücresi polocyte I

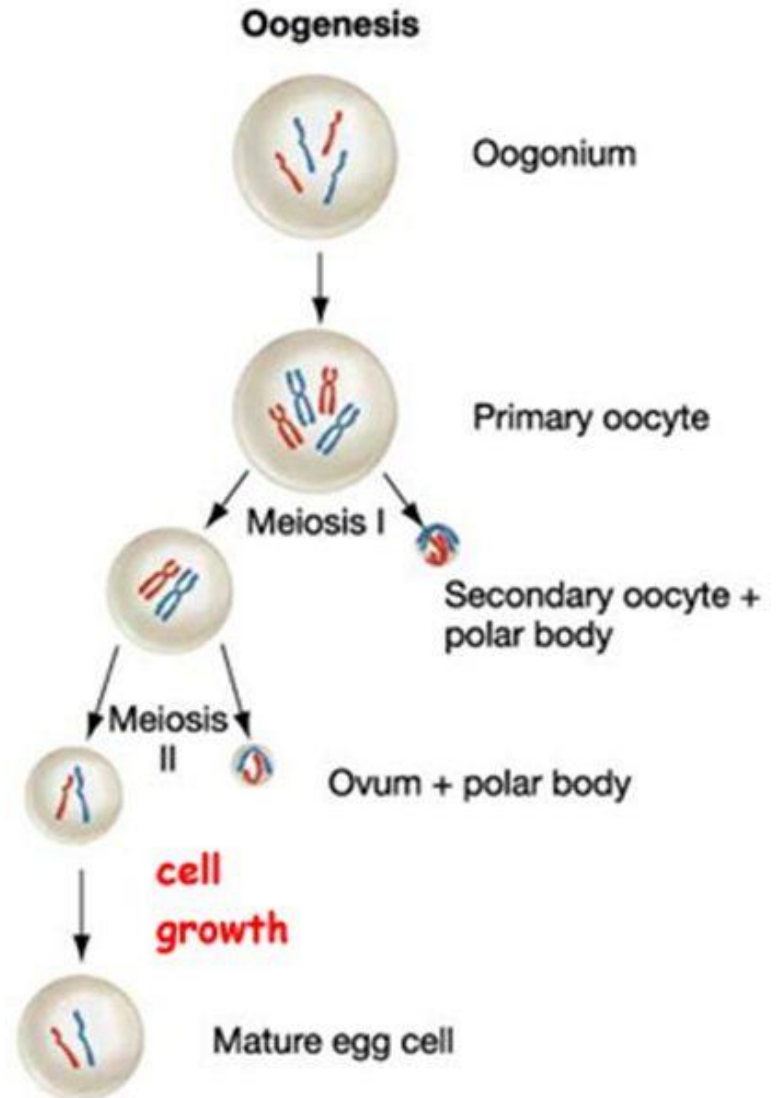
- ◎ **İkinci olgunlaşma bölünmesi (Mayoz II)** (tuba  
uterina spermatozoon oosit II ye girdiğinde)

- **Ovum** (haploid kromozomlu) + ikinci kutup hücresi  
polocyte II (3 tane)



# OOGENEZİS

- Oogonium
- Primer oosit
- Sekonder oosit
- Ovum

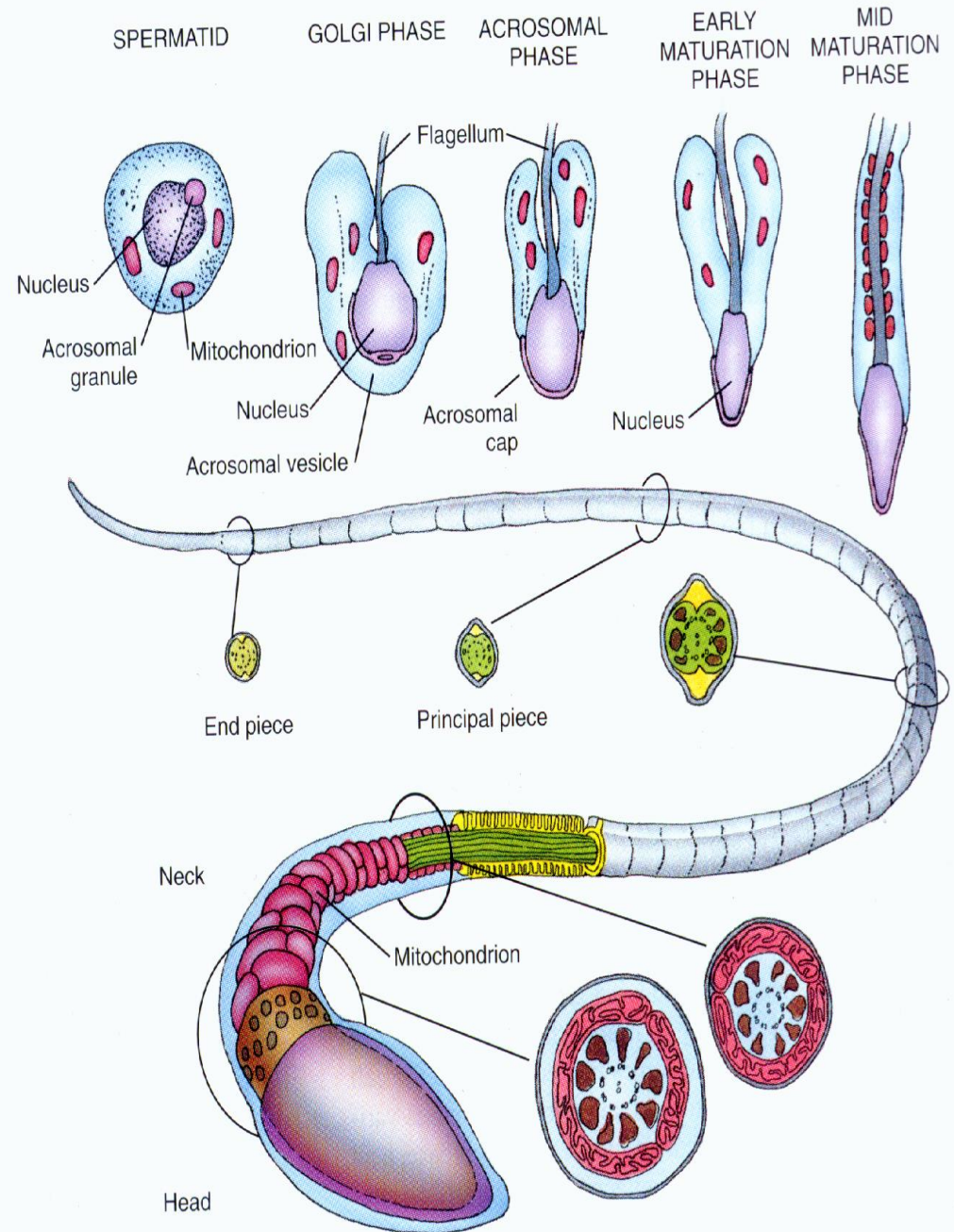


### 3.Spermiyogenezis

- Yeni oluşmuş spermatidlerin ayrı ayrı bireysel spermatozoonlara farklılaşmaları **spermiyogenezis** olarak adlandırılır.
- Spermiyogenezis** sırasında ortaya çıkan en önemli morfolojik değişiklikler;
  - \* akrozomun oluşması,*
  - \* çekirdek kromatininin yoğunlaşması,*
  - \* hareketli bir kuyruğun büyüyerek gelişmesi*
  - \* spermatid materyalinden (sitoplazma, su, organeller), daha sonra oluşacak olan spermatozoon için gerekli olmayan fazla kısımlarının kaybıdır.*

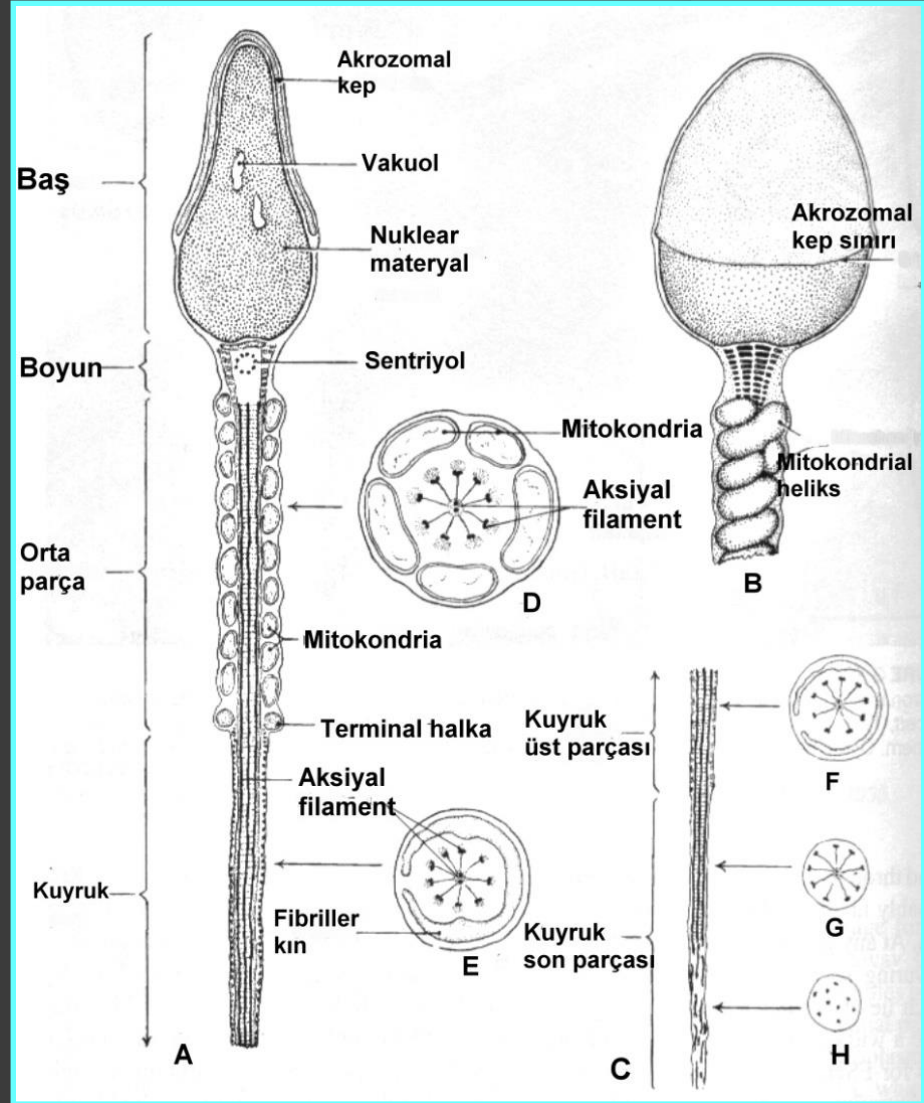
# Spermiyogenezis

- Golgi safhası
- Kep safhası
- Akrozomal safha
- Olgunlaşma safha



# Spermatozoon:

- Işık mikroskopta baş ve kuyruk olmak üzere iki kısımdan oluştuğu, elektron mikroskopta ise kuyruğun boyun, orta parça, esas parça ve son parça gibi kısımlara ayrıldığı görülmektedir.

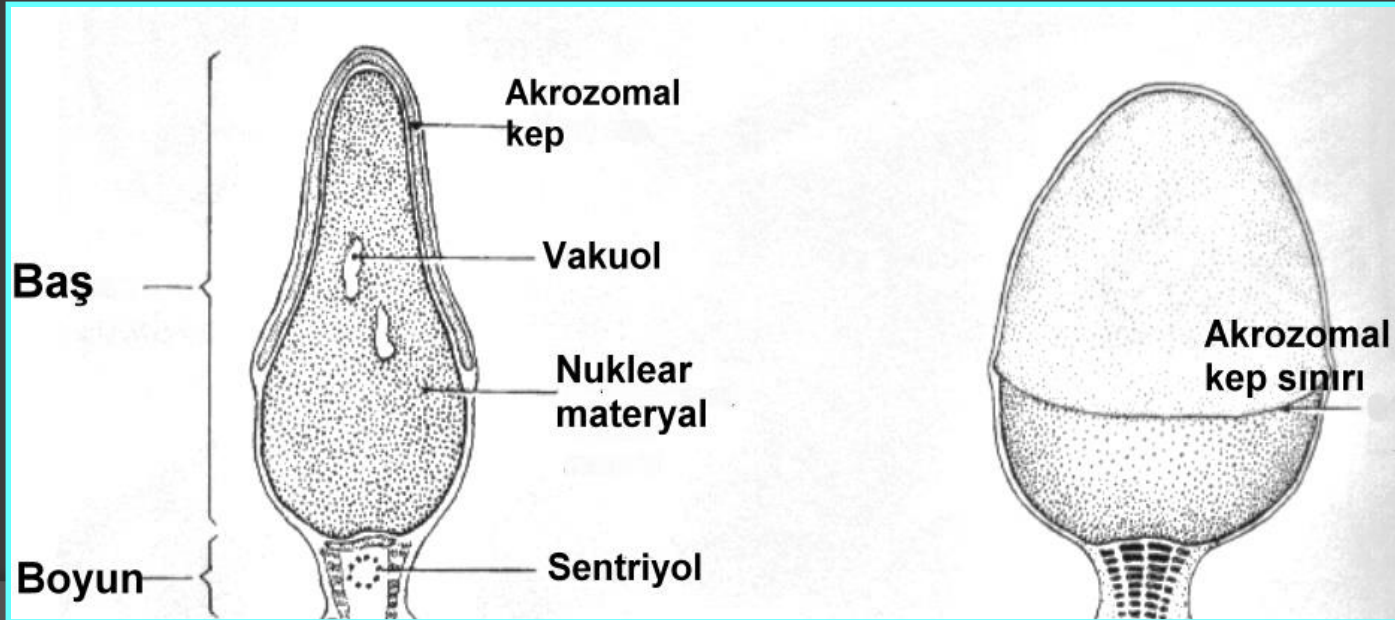


# Baş:

- Türe özgü olan ve buna bağlı olarak da türler arasında farklılıklar gösteren spermatozoon başının şeklini, çekirdeğin şekli belirler.
- Çekirdeğin ön kısmı akrozomal kep ile sarılıdır ve bu yapının iç ve dış akrozomal membranları arka uçta birleşir.
- Akrozomal kep çok sayıda *hidrolitik* ve *proteolitik* (akrozin) *enzimler* (uterusta kapasite olan spermatozoonun akrozom reaksiyonu esnasında ortaya çıkardığı) içerir.
- Akrozomal enzimler, fertilizasyon (döllenme) esnasında zona pellusida'nın delinmesi için gereklidir.

## Boyun:

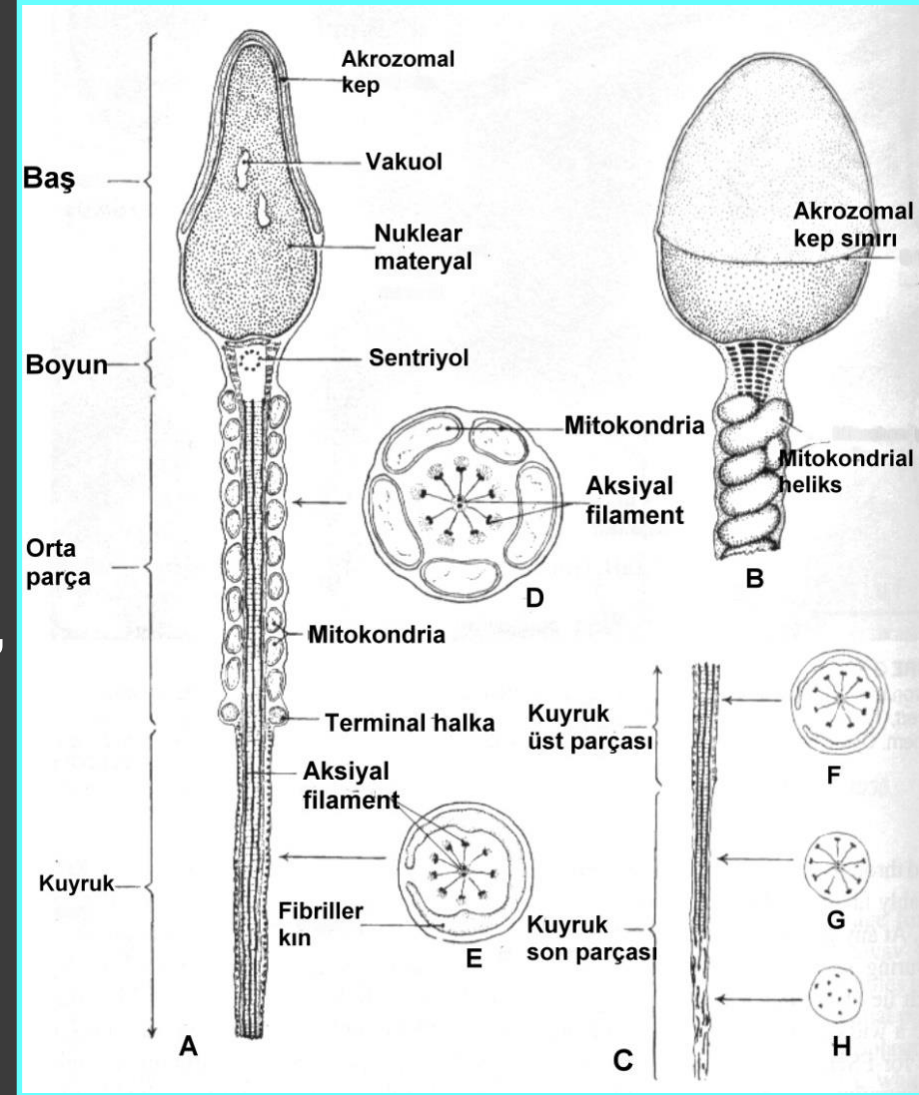
- Baş ile orta parça (bağlayıcı parça) arasında yer alan kısa ve dar bir oluşumdur.
- Merkezi yerleşimli bir sentriyol ile 9 adet periferde ve uzunlamasına yerleşimli ve orta parçanın dış fibrilleriyle devam eden kalın fibrillerden oluşmaktadır.





## Orta parça:

- Orta parçanın esası, karakteristik flagellum yapısındadır: 1 çift merkezi, 9 çift dış mikrotübül, aksiyal filament kompleksini oluşturur.
- Bu oluşumlar, etraflarından 9 adet uzunlamasına yerleşimli, gittikçe incelen dış fibrillerle sarılmışlardır.
- Bunlar da etraflarından heliks tarzında yerleşmiş mitokondriyonlarla sarılmışlardır.



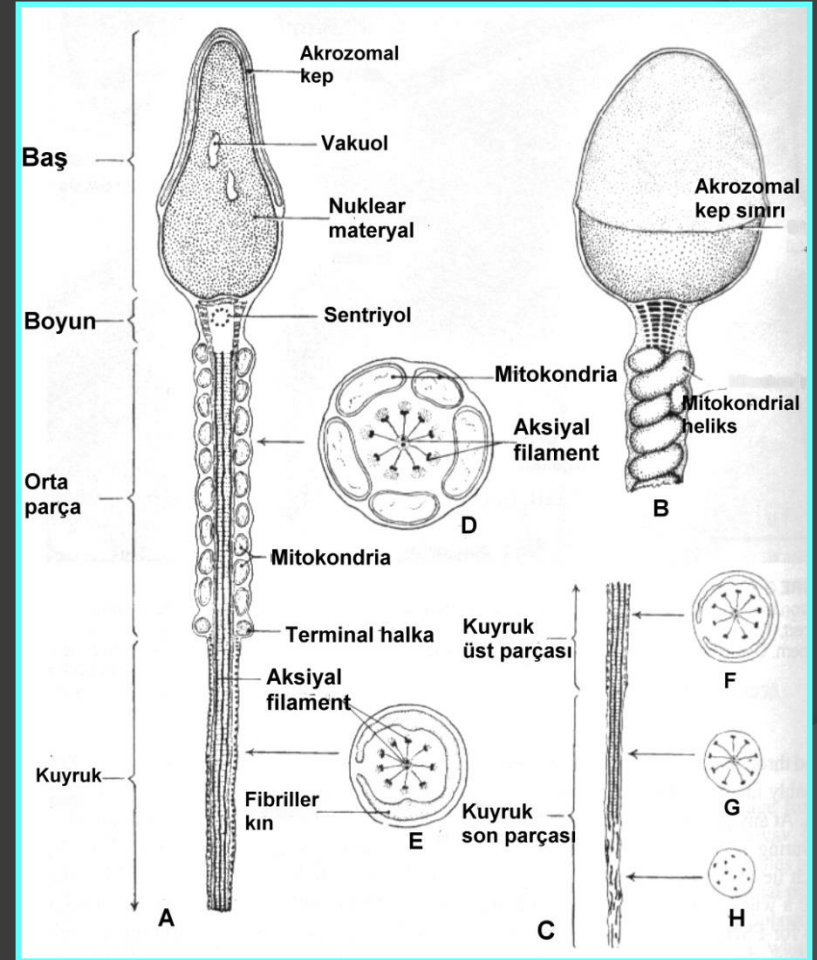
## Esas parça:

● Spermatozoonun en uzun parçasıdır.

● Fibriller büyüklük ve  ekil yönünden ara sıra değişikliklere maruz kalır ve esas parçanın sonuna doğru gittikçe inceler.

## Son parça:

- Sadece aksiyal filament kompleksini içeren fibröz kılıfın son kısmı, son parçanın başlangıcını belirler.

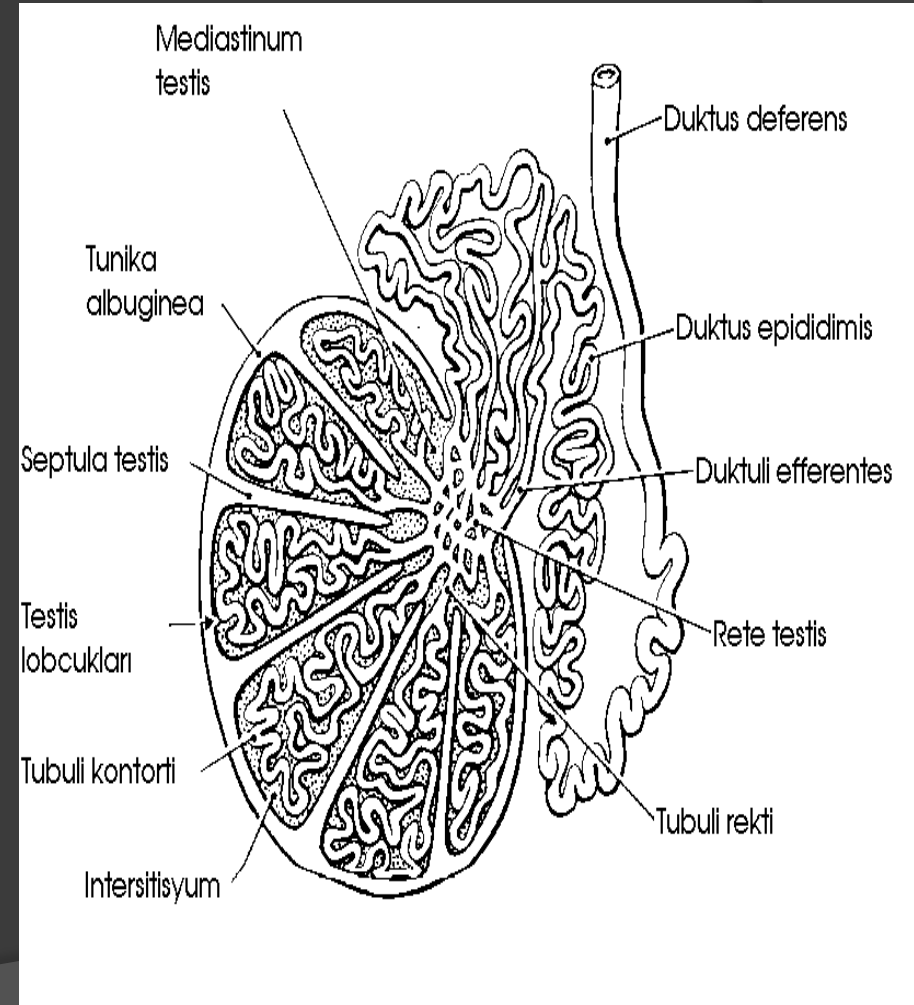




## Spermatozoonlar, dışarıya;

- **Tubulus rektus'lar,**
- **Rete testis,**
- **Duktuli eferentes,**
- **Duktus epididimis,**
- **Duktus deferens,**
- **Duktus ejakülatoryus,**

aracılığı ile boşaltılırlar.



## **Tubulus rektus'lar;**

- Tubulus rektus'lar, tek katlı yassıdan, prizmatiğe değişen bir epitel ile örtülüdür.
- Bu epitel çok sayıda makrofaj ile lenfosit içerir ve dejenere spermatozoonları fagosite edebilir.

## **Rete testis;**

- Tek katlı yassıdan prizmatiğe değişen bir epitel ile örtülüdür.
- Epitelin altında elastik fibriller ve kontraktıl hücreler bulunur.

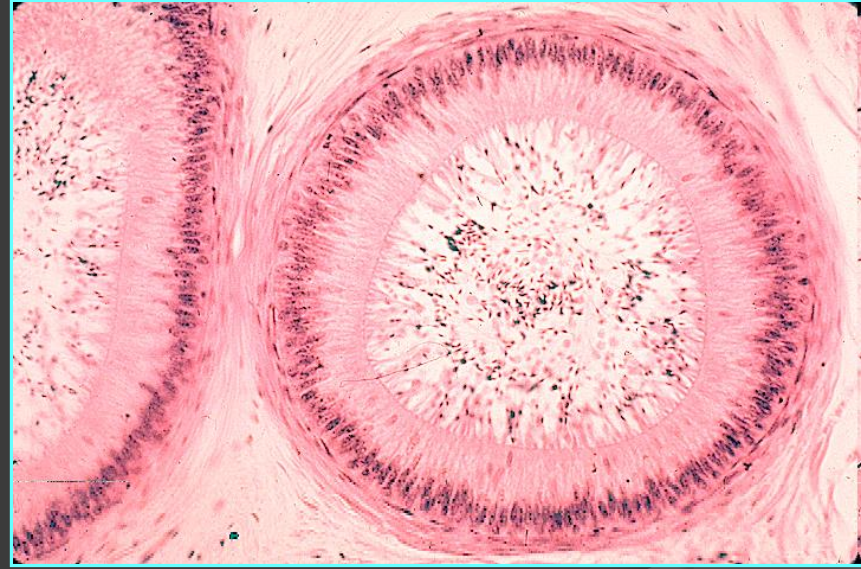
# Duktuli eferentes

- 8-25 duktus eferentes rete testisi duktus epididimidisine bağlar.
- Duvarları, silyumlu ve silyumsuz tek katlı prizmatik epitel ile döşelidir.
- Silyumlu hücreler (çekirdekleri apikalde olanlar) spermatozoonların duktus epididimidisine doğru hareket etmelerine yardımcı olurlar.



# Epididimidis

- 8 ile 25 duktus eferentes ile uzun, kıvrımlı bir kanal olan duktus epididimisten oluşmaktadır.
- Epididimis makroskopik olarak **baş**, **gövde** ve **kuyruk** olarak bölümlenir.



# Duktus epididymis

- Çok kıvrımlı bir kanaldır. Kanalın uzunluğu türlere göre değişir. (Domuz ve boğalarda 40 m, aygırlarda 70 m'dir.)
- Çoğu memeli türlerinde spermin epididymis'ten geçişi 10-15 gün sürer.
- Etraflarından az miktarda gevşek bağ dokusu ve sayısı epididymisin kuyruğuna doğru gittikçe artan sirküler seyirli düz kas fibrilleriyle çevrelenmiş yalancı çok katlı prizmatik epitel ile döşenmişlerdir.



- Kanalın proksimal segmenti (baş ve gövde), genellikle spermatozoonların olgunlaşma işleminde görevlidir. Kauda epididimidis, spermatozoonların depo edildiği ana depo olarak görev yapar (sığırlarda %45).

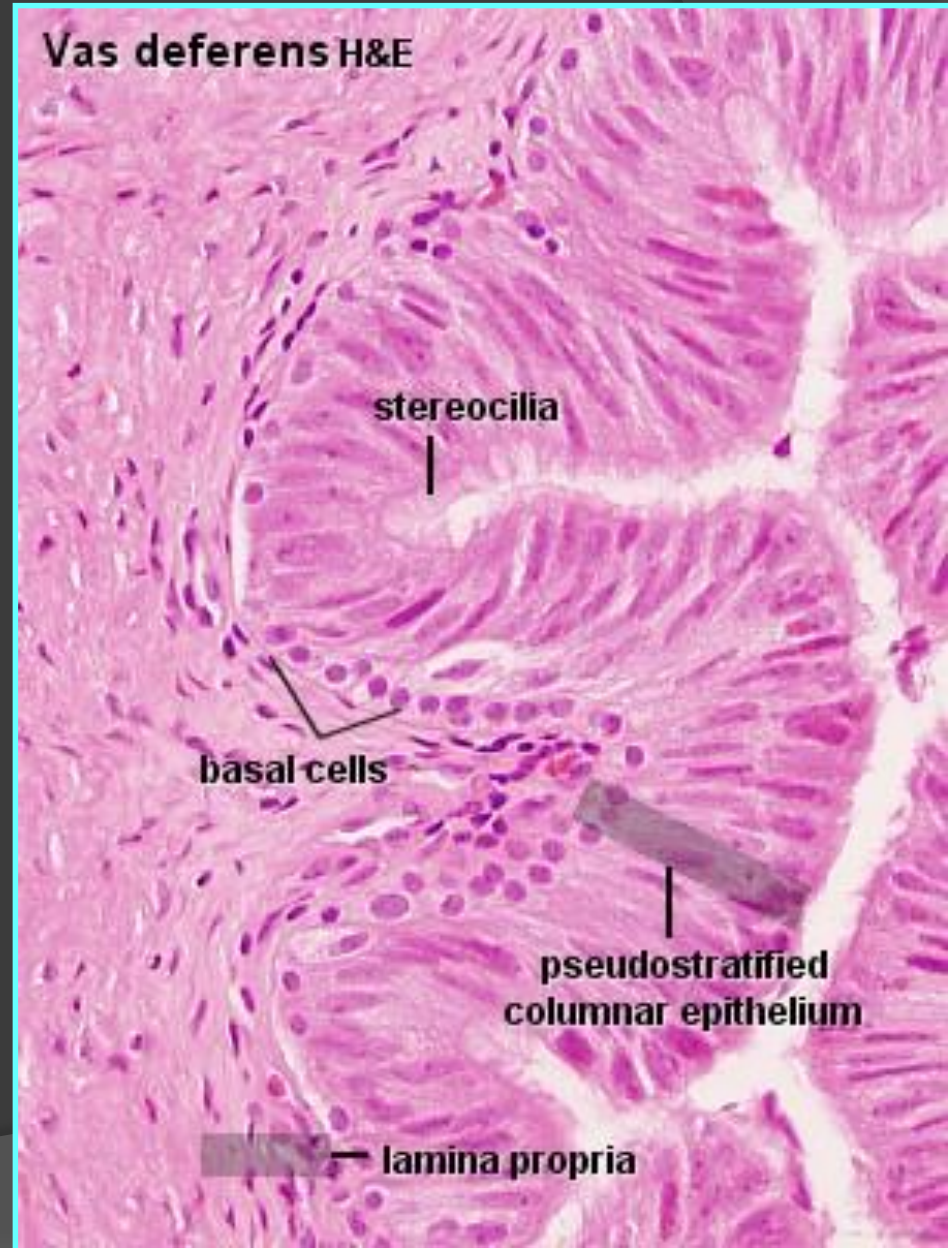


- Testisi terk eden spermatozoonlar hareketsiz ve infertil iken, epididimisten ayrılanlar hem hareketli hem de fertildirler.
- Spermatozoonlar duktus epididimidisten geçişleri sırasında bir dizi morfolojik ve fonksiyonel değişiklik geçirirler.
- Bu değişiklikler onların kauda epididimide vardıklarında tam kapasiteyle dölleme özelliği kazanmalarını sağlar.



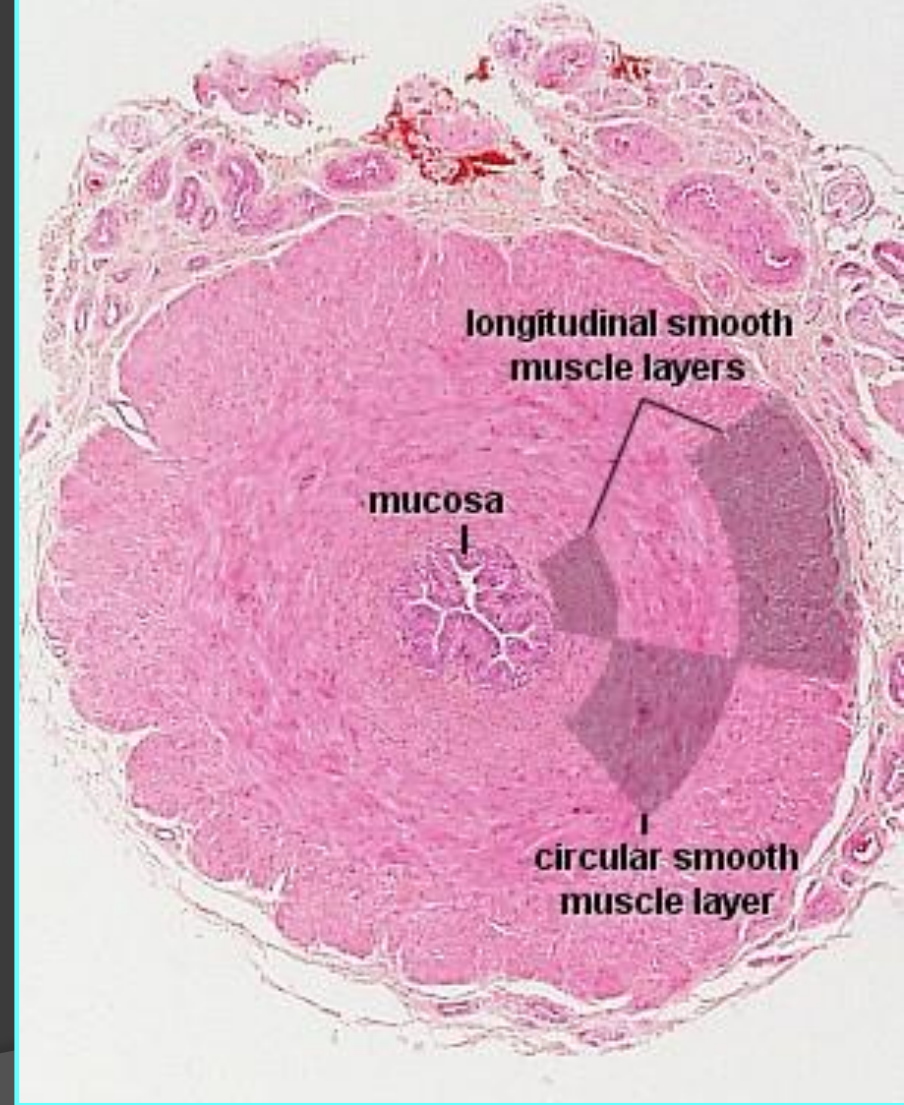
# Duktus deferens

- Kıvrımlı mukozası yalancı çok katlı prizmatik epitel ile döşelidir ve kanalın sonlarına doğru epitel hücreleri tek katlı prizmatiğe dönüşebilir.
- Epididimis yakınlarında prizmatik hücreler kısa, dallanmış mikrovilluslar içerirler.



- Aygırlarda, boğalarda ve domuzda tunika muskularis birbiri içine geçmiş dairesel, uzunlamasına ve oblik kas hücreleri katmanlarından oluşmuştur;
- Küçük geviş getirenlerde ve etçillerde bir iç bir de dış uzunlamasına katman bulunur.

**Vas deferens H&E**



# Erkek Eklenti Bezleri

- ⦿ Duktus deferens'in bezli bölümü,
- ⦿ Gl. vezikula seminalis,
- ⦿ Prostat,
- ⦿ Bulbouretral bez (gl. bulbouretralis)'dir.

# Ejekülat (semen)

- Spermatozoonlar ve epididimis salgısı ile, erkek eklenti bezlerinin salgılarından oluşan seminal plazmadan ibarettir.





# Glandula vesikula seminalis

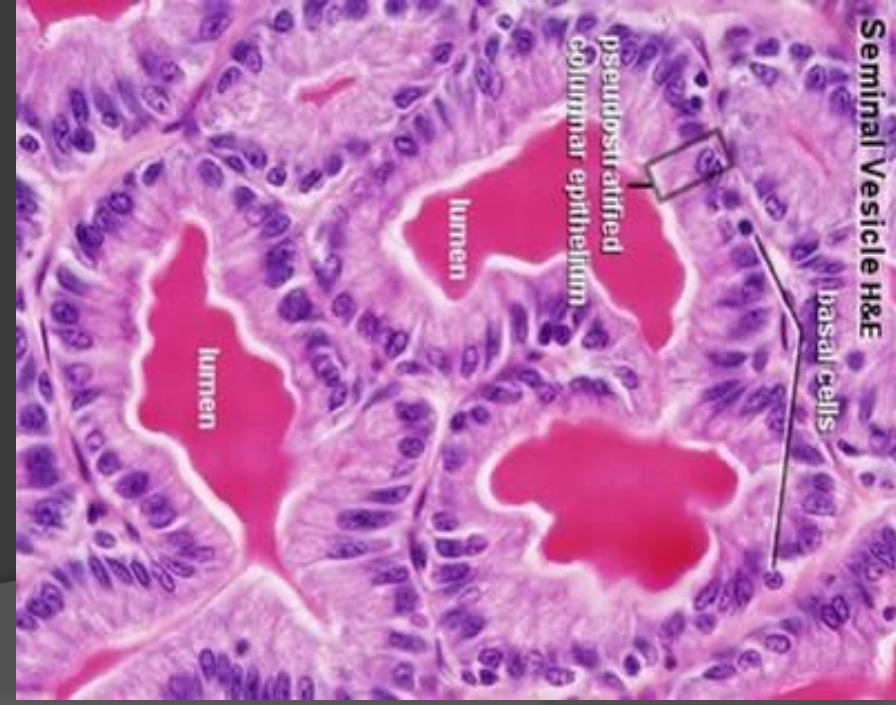
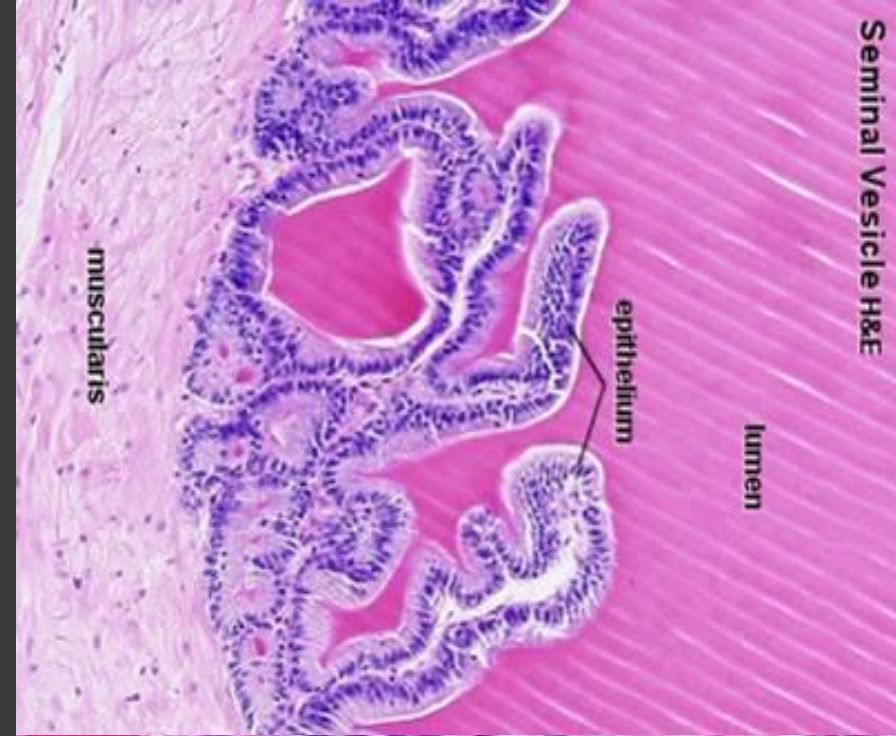
- Duktus deferensin alt ucunda yer alan tubuler ya da tubulo alveoler yapıda bir çift bezdir.

- Hayvan türlerine göre yapısal farklılıklar gösterir.

- Etçillerde bulunmaz.

- Bezin beyaz ya da sarımsı beyaz renkli, jelatinimsi salgısı, fruktozdan zengindir.

Ejekülasyonla atılan spermatozoonlar için iyi bir enerji kaynağıdır.



# Prostat

- Pelvik uretra epitelinden köken almış değişik sayılardaki tubulo alveoler yapıda bezlerden oluşmaktadır.

## Salgının fonksiyonları:

- Metabolik karbondioksit ve laktat birikimi nedeniyle asitleşen seminal plazmayı nötralize etmek,
- Ejekülasyonla atılan spermatozoonların aktif hareketlerini başlatmaktır.

## Bulbouretral bez (Gl. bulbourethralis-Cowper bezi)

- Uretranın spongiyöz kısmının dorsolateralinde, penisin dip kısmında yer alan, bazı türlerde bileşik tubuler, bazı türlerde de tubulo-alveoler yapıda bezlerden oluşmuştur.
- Değişik miktarlarda çizgili kas içeren fibroelastik yapıda bir kapsülle kuşatılmıştır.
- Köpeklerde bulunmaz.



- Uretra ortamını nötralize eder ve uretra ile vaginayı kayganlaştırır.
- Domuzda, serviksin uyarılmasını sağlayarak sperm kaybının önlenmesi işlevine katılır.
- Veziküler bezin olmadığı **kedigillerde** seminal fruktozun kaynağı bulbouretral bez salgısı olabilir ve **spermatozoon metabolizması için enerji sağlayabilir.**

# Litre Bezleri

- ⦿ Urethranın mukozasında yer alırlar,
- ⦿ Bu bezler seksüel heyecan sırasında aktifleşen ve kopulasyonu (cinsel birleşmeyi) kolaylaştıran kayganlaştırıcı bir sıvı üretirler,
- ⦿ Çiftleşme esnasında spermatozoonlar ejakülasyon kanalları aracılığıyla uretraya boşaltılırlar.

- Uretraya aynı anda seminal keselerden, prostat ve bulbouretral bezler'den (Cowper bezleri), spermatozoonların aktif bir şekilde hareketli olmasını sağlayan sıvı boşaltılır.
- İçinde spermatozoonları bulunduran bu salgı karışımı (semen) ejakülasyonla sonuçlanan ritmik kas kontraksiyonları ile hareket eder.

## ● Teşekkürler