

10. ÜREME SİSTEMİ

Üreme sistemi, eşem hücrelerini oluşturmak ve türün devamını sağlamak görevini yüklenmiştir. Kısacası üremeyi sağlayan organları içeren sistemdir.

Üreme organları 3 yapı halinde incelenebilir:

1. Primer üreme organları: Gonadlar (ovaryum ve testisler); Gametleri veya germ hücrelerini verir.

2. Yardımcı organlar: Bir cinse ait eşem hücrelerinin, diğer cinse ait eşem hücresiyle temasını sağlayan yapılardır; Genital kanallar, bunlara bağlı bezler ve kopulasyon organları da içerir.

3. Segonder yapılar veya segonder cinsiyet karakterleri: Bunlar eşeylerin tanınması ve birbirinden ayrılmasında rol oynayan karakterler (tüylenme, güçlülük, boy, ses, renk, koku bezleri v.b.)' dir.

Bir grubun segonder cinsiyet yapıları başka bir grubun cinsiyet yapıları ile homolog olmayabilir. Bunlar üreme sisteminin bir kısmını oluşturmadıkları için bu bölümde incelenmeyeceklerdir.

Üreme sisteminin evriminin büyük bir kısmı, boşaltım sisteminin evrimi ile ilişkilidir. Bu durum özellikle erkek üreme sistemi için geçerlidir. Çünkü her iki sistemde de aynı kanallar hem boşaltım kanalları hem de yardımcı eşey organları olarak iş görür, yani eşem hücrelerinin taşınmasında rol oynarlar.

Primer Üreme Organları

Embriyonik gonadlar, bir çift **gonadal** veya **genital kabartı** halinde belirir. Bu kabartılar mesonefrik böbreklerin hemen ortalarında sölomik epitelde yer alırlar ve olgunlaştıklarında ergin gonadlarından daha uzundurlar. Gonadal kabartılar çift olmalarına karşın birkaç ergin omurgalıda iki kabartının ortada birleşmesi sonucu (çoğu siklostomat ve balıklardan Levrek'te) veya juvenil gonadlardan birinin farklılaşması veya kaybolması (Myxinae, bazı elasmobranş, timsahlar, bazı kertenkeleler veya bazı kuşlar) sonucu tek olarak kalırlar. Gonadlar eşeyssel olgunluğa ulaştıklarında genişlerler ve erkeklerde **mesorchium** dışıde **mesovaryum'** a tutunurlar.

Dışilerde primer üreme organları ovaryumlar, erkeklerde ise testislerdir.

Ovaryumlar

Omurgalı ovaryumlarının iki fonksiyonu vardır:

1. Sitogenetik fonksiyon; Yumurta hücrelerini oluşturmak,
2. Endokrin fonksiyonu; Belirli eşey hormonlarını üretmek.

Yumurta hücresi (ovum) germinal epitelden oluşur. Germinal epitel, ovaryumun dış yüzeyindeki ince bir hücre tabakasıdır. Her bir yumurta hücresi geliştiğinde ovarian folikül veya graf folikülü adı verilen bir epitel hücre kılıfı ile sarılır. Yumurta hücresi olgunlaştığında folikül hücre sırası yarılr ve yumurta hücresi ovaryumu terk ederek sölom'a oradan da yumurta kanalına geçer.

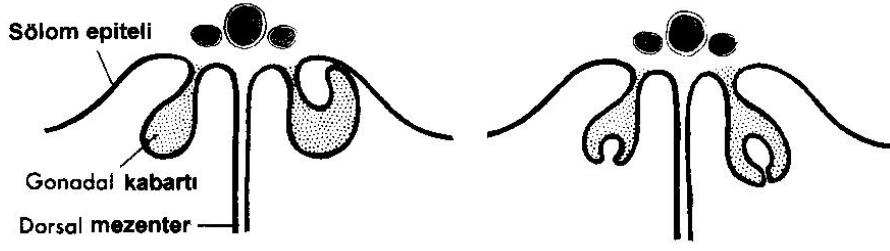
Primer Üreme Organlarının Karşılaştırmalı Anatomisi

Agnatha: Siklostomat'larda iki durum görülür: Petromyzontia'da larval devrede iki ovaryum vardır. Her biri dorsal mezenterin bir yanında yer alır. Hayvan olgunlaşınca dorsal mezenter yırtılır ve larval ovaryumlar orta hat boyunca birleşir ve tek ovaryum haline geçer. Böylece ergin dişide tek ovaryum halinde vücut boşluğu boyunca uzanır ve orta dorsal vücut duvarına periton zarı (mesovarium) ile asılı durur.

Myxinoid'lerde tek median gonad vardır. Fakat bu yapı basit bir ovaryum olacak yerde anterior kısmı ovaryum, posteriör kısmı testis olarak iş görür. Böylece myxinoid'ler hermafrodittirler. Ergin myxinoid'lerde primer eşey organlarından biri daima diğerine göre baskındır. Tüm siklostomat'larda, olgun yumurtalar doğrudan doğruya söloma bırakılır.

Chondrichthyes: Kıkırdaklı balıklarda, vücut boşluğunun anteriör kısmına yerleşmiş çift halde ovaryumlar vardır. Genellikle her iki ovaryum da fonksiyoneldir. Ancak birkaç elasmobranş'da sağdaki ovaryum tam gelişme gösterir. Yumurtalar vücut boşluğuna bırakılır.

Osteichthyes: Teleost balıklarda ve amfibi'lerde oyuk kese şeklindedir, oyuk olmasının nedeni bazı teleost'larda sölomik boşluğun küçük bir kısmının ovaryum içinde kalmasıdır (Şekil 10 - 1). Bu durum özellikle yavru balığın ovaryum içinde geliştiği vivipar teleost'larda görülür. Ovaryum boşluğu bu türlerde germinal (sölomik) epitel ile astarlıdır ve yumurtalar bu boşluğa bırakılır. Diğer teleost'larda ise sölomun bir kısmı ovaryum içinde kalmaz. Bunun yerine ovulasyon esnasında ovaryumun içindeki merkezi boşluk dışında bir boşluk oluşur. Yumurtalar bu boşluğa bırakılır (bu boşluk sölom değildir ve germinal epitel ile astarlı değildir). Teleost ovaryumlarındaki



Şekil10 - 1. Teleost' larda sölomun kese şeklindeki ovaryumları oluşturması. Gonad kabartıları enine kesitte gösterilmiştir.

bu boşluklar ovidukt kanalı ile devam eder (Şekil 10 -5). Diğer balıkların ovaryumları ise kese şeklinde değildir.

Primitif Actinopterygii (Chondrostei - Holostei) ve birkaç teleost'ta ovaryumlar vardır ve yumurtalarını Chondrichthyes' te olduğu gibi doğrudan doğruya sölom'a bırakırlar.

Amphibia: Amfibilerde kese şeklinde ovaryumlar vardır, fakat boşlukları basit aralıklar halindedir ve bu boşluklar medulla dışındaki segonder boşluklar olarak gelişir. Gonadların yapısı kemikli balıklarinkinden farklıdır. Amfibi ovaryumlarının şekli bir dereceye kadar düzensizdir, bu düzensizlik özellikle olgun yumurtalarla dolu olduğu zaman daha belirgindir. Olgun yumurtalı ovaryumlar vücut boşluğunun büyük bir kısmını doldurur. Yumurtalar ovaryum boşluğuna değil, ovaryum dış duvarından doğrudan doğruya sölom'a atılır.

Ovaryumlara besin sağlayan yağ cisimleri ovaryumla yakın ilişki içindedirler. Erkek *Bufo*'larda görülen **Bidder organları**, bazı koşullarda gerçek bir sitogenik ovaryum olarak iş görürler.

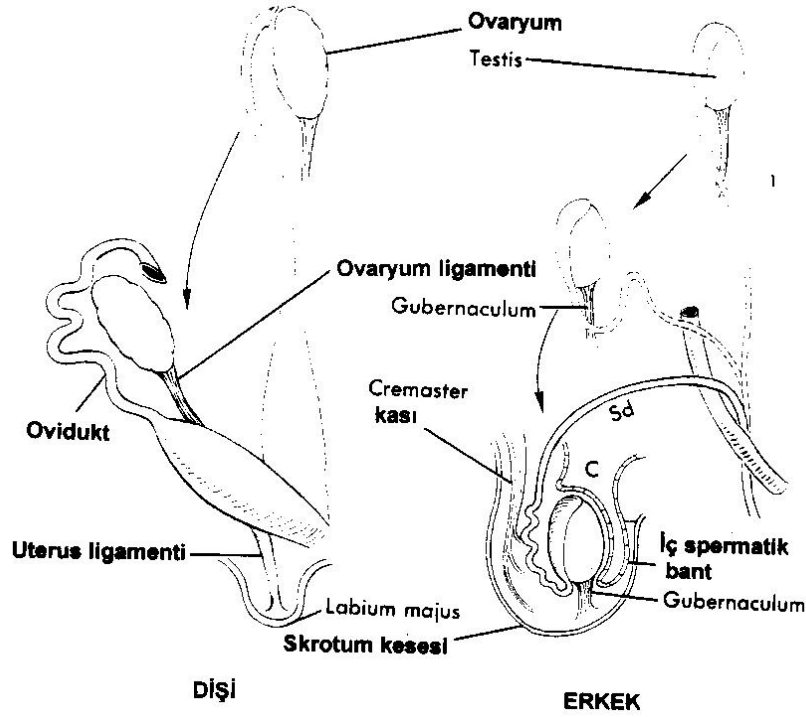
Reptilia: Kertenkele ve yılanların amfibilerde olduğu gibi kese şeklinde ovaryumları vardır. Oysa kaplumbağa ve krokodillerde az çok tıkız (boşluk içermeyen) ovaryumlar vardır. Genellikle yılan ve kertenkelelerin ovaryumları diğer reptillerinkinden daha uzundur. Yılanlarda konumları simetrik değildirler. Sağ ovaryum soldakinden daha öndedir. Kaplumbağa ve krokodillerin ovaryumları ise daha tıkız bir yapıdadır ve simetrik konumludur. Amfibi'lerde olduğu gibi olgunlaşmış yumurtalar ovaryumun dış duvarından çıkarak doğruca vücut boşluğuna geçerler. Ovaryumlar sadece gametleri (yumurtaları) ve içlerinde depo edilen besin maddelerini (vitellus) oluştururlar. Albümin ve kabuk gibi yumurtanın tüm ilave materyali ovidukt tarafından salgılanır.

Aves: Kuş ovaryumları tıkız yapılardır ve embriyonik olarak çift haldedirler. Çoğu kuşun gelişmesi esnasında sağ ovaryum dejenere olur ve sol ovaryum fonksiyonel ergin ovaryumu olarak kalır. Yapılan deneylerde tavuklarda eğer

fonksiyonel olan sol ovaryum çıkarılırsa dejenere olmuş sağ ovaryum testis benzeri bir yapıya dönüşür.

Kuşlarda eşey dönüşümü vardır. Tavukların yumurtlamayı durdurdukları horoz gibi ötmeye başladıkları ve horoz benzeri diğer özellikler geliştirdikleri bilinmektedir. Bu durum tek olan sol ovaryumun atrofiye olması ve rudimenter sağ gonadın gelişerek erkek hormon salgılamaya başlamasıyla ortaya çıkar.

Kuşlarda iki fonksiyonel ovaryumdan tek ovaryuma indirgenme, ağırlığın azaltılması dolayısıyla uçma davranışı ile ilişkilidir.



Şekil 10 - 2. Memeli gonadlarının kaudal bölgedeki yerleşimi. Ovaryum ve uterus ligamentleri erkek gubernaculum'u ile homologturlar. Oklar sol gonadların yer değiştirmelerini göstermektedir (ventral görünüş). C. Söloomun skrotum oyuntuları, Sd, Ureter üzerinde yay oluşturan spermatic kanal.

Mammalia: Memelilerin ovaryumları vücuttaki diğer organlarla karşılaştırıldıklarında nispeten küçük, tıkHz yapıda ve çifttirler. Yumurtlayan memelilerden monotremat'larda sol ovaryum sağdakinden daha iyi gelişmiştir ve bazı araştırmacılara göre fonksiyonel olan bu sol ovaryumdur. Diğer Tetrapodlarda olduğu gibi memeli yumurtaları ovaryumun dış duvarından söloom'a atılır. Fakat çoğu memelilerde ovidukt açıklığı ovaryuma çok yakındır. Yumurta buraya doğrudan doğruya geçer. Bazı memelilerde de ovaryum çevresi bir kapsül ile kuşatılır. Ovidukt bu kapsülün devamıdır.

Her embriyonik ovaryumun kaudal kutbu fibröz bir ligament vasıtasıyla sölom tabanına tutunur. Embriyonik ovaryum ligamentlerinin tutunduğu evaginasyonlar yüzeyseldirler ve vulvanın iki **labium majus**'unu oluştururlar (Şekil 10 - 2).

Testisler

Ovaryumlarda olduğu gibi testislerin de iki fonksiyonu vardır: Bu fonksiyonlar erkek eşem hücrelerini veya spermleri üretmedeki sitogenik fonksiyon ile eşem hormonlarını üretmedeki endokrin fonksiyondur.

Omurgalıların olgun testisleri genelde ovaryumlardan küçüktür. Çünkü spermler çok sayıda olmalarına karşın yumurtalardan çok daha küçüktürler. Memeli testisleri bu duruma zıt olarak ovaryumlardan daha büyüktürler. Çünkü memeli yumurtaları belli bir zamanda az sayıda olgunlaşırlar.

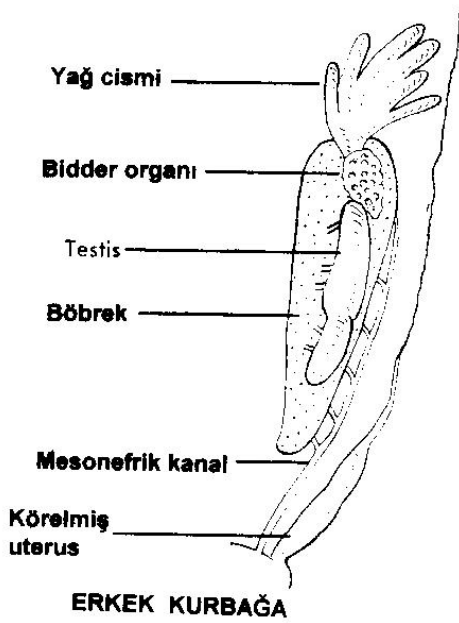
Tipik şekliyle testisler nispeten tıkız organlar olup farklı omurgalı gruplar arasında değişik şekiller gösterirler. Aşağı organizasyonlu birkaç form dışında tüm diğer omurgalılarda testisler, **seminifer tubül yumağı** halinde olup kanallar yoluyla dışarı açılırlar. Testisler bağ dokusu kılıfı ile (**Tunica albuginea**) çevrilmişlerdir. Bu kılıf testis içine doğru bölmeler oluşturur. Seminifer tubüller bu bölmeler arasında yer alır. Seminifer tubül duvarındaki hücreler spermatozoon'ları verir. Çoğu omurgalıların testisleri çifttir. Embriyonik gelişme esnasında vücut boşluğunun dorsoline konumlanırlar. Ancak memelilerin çoğunda sonradan kasık bölgesinde özel kese şeklindeki yapılara (skrotum keseleri) yerleşirler.

Agnatha: Siklostomat'larda testisler de ovaryumlar gibi embriyonal halde çift olarak gelişirler. Petromyzontia testisleri, görünüm bakımından ovaryumlardan çok az farklıdırlar. Vücut duvarının orta hattında dorsalde yer alan tek halde yapılar halindedir. Median ovaryum gibi birbiriyle birleşmiş iki embriyonik yapıyı temsil ederler. Spermiler, testislerin dış duvarından direkt olarak sölom'a dökülürler. Myxinoidea'da önceden belirtildiği gibi tek bir gonad vardır. Ön tarafı ovaryum, arka tarafı testis olarak gelişir, dolayısıyla hermafroditler.

Chondrichthyes: Kıkırdaklı balıkların testisleri çifttir. Az çok simetrik yapılar olup vücut boşluğunun ön tarafında yer alırlar. Değişken şekillidirler, daha çok oval ya da uzundurlar. Üreme mevsimlerinde boyca büyürler, diğer zamanlarda daha küçüktürler.

Osteichthyes: Kemikli balıkların testisleri kıkırdaklı balıklarınkine benzer, ancak daha uzundurlar ve loblu bir görünümüleri vardır. Bazı ticari balıkların testisleri "beyaz havyar" olarak yenir. Kemikli balıklarda hermafroditlik de görülür.

Amphibia: Amfibi testislerinin şekli vücut şekli ile yakın ilişkilidir. Apoda'da uzun ve boncuk dizisi şeklindedirler. Semenderlerde (Urodela) testisler daha kısa ve daha düzensiz şekillidirler. Anura'da testisler nispeten tıkız, fasulye şeklinde yapılardır. Yağ cismi, ovaryumlarda olduğu gibi testislerle de yakın ilişkidir. Anura'nın embriyonik testisleri bir anterior kısım (bidder organı) ile ergin testisi verecek olan kaudal kısma ayrılır. Bidder organı ergin erkek kurbağada testisin sefalik kutbunda küçük bir cisim olarak kalır ve olgun olmayan yumurta hücrelerine benzer büyük hücreler içerir (Şekil 10 - 3). Eğer testisler deneysel olarak çıkartılacak olursa bidder organı fonksiyonel ovaryumlara dönüşecek ve vestigial olan dişi kanal sistemi artan dişi hormonal sistem etkisiyle gelişecektir.



Şekil 10 - 3. Erkek Bufo'da Bidder organı ve rudimenter dişi üreme kanalları (ventral görünüş). Sadece sol organlar gösterilmiştir.

Reptilia: Reptil testisleri tıkız yapılar halindedir. Timsahlarda ve kaplumbağalarda simetrik olarak yer alırlar, fakat yılanlarda ve kertenkelelerde bir testis diğerine oranla daha önde yer alır. Timsahlarda ve bazı kertenkelerde sağ ovaryum gelişir.

Aves: Kuşlarda çift haldeki testislerin yapısı birbirine benzerdir. Oval veya yuvarlak şekildedirler. Kümes hayvanları gibi bazı kuşların testisleri boy bakımından mevsimsel varyasyon gösterirken, diğer kuşlarda testisteki varyasyon üreme mevsimi ile ilişkilidir. Üreme mevsiminde oldukça gelişirler ve büyüklükleri artar.

Mammalia: Memeli testisleri, **Tunica albuginea** adı verilen, sağlam ve fibröz yapıdaki bir kılıfla çevrili, kıvrımlı seminifer kütleli halindedirler. Testisler küçük olmakla beraber tubüller çok sayıdadır, sıkı bir şekilde dizilirdirler ve toplam uzunlukları birkaç km. boya ulaşır. Testislerin kaudal ucu sölom tabanındaki siğ bir evaginasyona, fibröz bir ligamentle tutunur. Bu ligament **gubernaculum** adını alır.

Monotremat'ların testisleri vücut boşluğunun anterioründe uzanır. Tüm diğer memelilerde pelvik bölgeye inerler. Ya sürekli olarak orada kalırlar ya da vücut duvarının dışı doğru evaginasyonla oluşturduğu keselere yerleşirler. Bu keseler **skrotum keseleri** adını alırlar. Keseler parietal periton'la astarlıdır. Testisleri

astarlayan periton ise **internal spermatic fascia** adını alır (Şekil 10 - 2). Fillerde, deniz memelilerinde ve balinalarda testisler sürekli olarak karın boşluğunda kalır. Yarasalarda ve kemiricilerin çoğunda ve diğer bazı memelilerde üreme zamanında testisler abdomenden skrotum keselerine iner, sonra tekrar karın boşluğuna çıkarlar. Karnivorlar, tek ve çift toynaklılar ve primatlarda ise skrotum keselerine inerler ve sürekli olarak orada kalırlar. Testisleri karın boşluğundan skrotum keselerine inen memelilerde bazen testislerin biri veya her ikisi skrotum keselerine inmez ve anormal bir şekilde karın boşluğunda kalırlar. Bu tür testisler **Cryptorchid**, olayda **Cryptorchidism** olarak adlandırılır. Eğer kriptorhidisim unilateral yani tek yanlı ise, skrotum kesesinde tek testis normal fonksiyon görür yani fertildir. Eğer kriptorhidisim bilateral yani iki yanlı ise testisler sterildir.

Yardımcı Üreme Organlarının Karşılaştırmalı Anatomisi

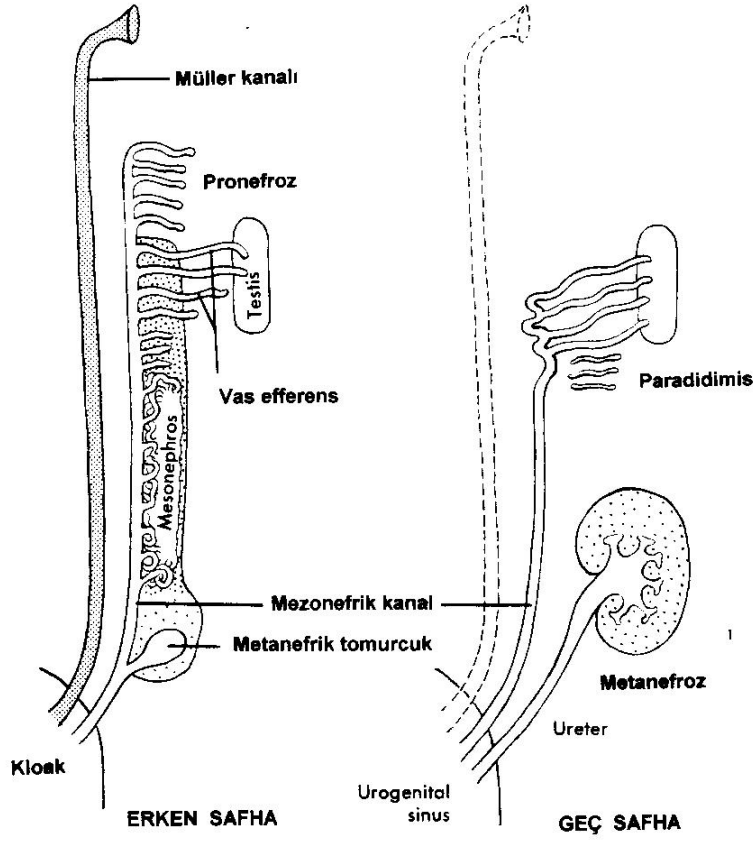
Omurgalılarda üreme ile ilgili yardımcı yapılar basit abdominal porlardan oldukça karışık, tüp şeklindeki yapılara ve gayet iyi gelişmiş kapulasyon organlarına kadar değişir. Bazı omurgalılarda, özellikle amfibi ve reptillerde bir eşeye ait yardımcı yapılar diğer eşeyde de oldukça iyi görülebilir. Örneğin tipik olan dışideki Müller kanalları bazı erkek kurbağa ve kertenkelelerde de görülür. Avrupa duvar kertenkelesindeki müller kanalları dışide olduğu kadar erkekte de iyi gelişmiştir.

Dişi Yardımcı Organlar

Siklostomat'lardan daha üst düzeydeki omurgalıların hepsinde embriyonal safhada boyuna uzanan ve anteriörde söloma, posteriörde kloaka açılan dişi yumurta kanalları (**Müller kanalları**) vardır. Müller kanalları erkekte ya rudimenter olarak kalır veya kaybolurlar. Fakat dışide gelişerek üreme kanalı halini alırlar (Şekil 9-9, 10-4).

Agnatha: Siklostomat'larda müller kanalları yoktur. Yumurtalar sölomdan genital porla urogenital sinus'a, buradan da urogenital papilla ucundaki açıklıkla dışarı atılır. Siklostomat'larda döllenme dışta olur.

Chondrichthyes: Kıkırdaklı balıkların oviduktu tipik müller kanalından farklıdır. Orjinal pronefrik kanalın bir bölümünden oluştuğu zannedilir. Oysa yüksek

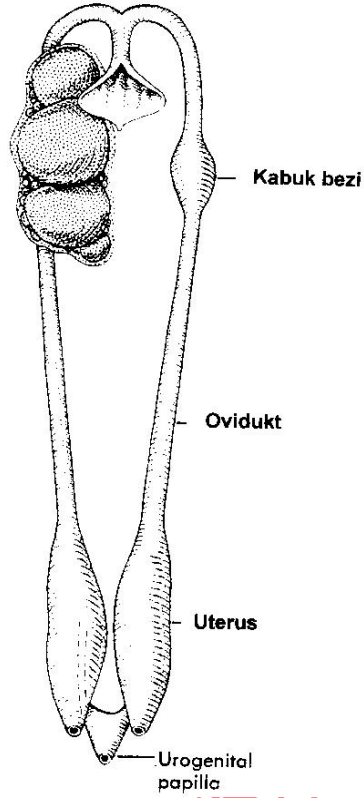


Şekil 10 - 4. Amniot'ların erkeklerinde urogenital sistemin gelişimi. Erken evrede (sol) bazı böbrek tubülleri vas efferensleri oluşturmak üzere testislere uzanırlar. Daha ileri evrede (sağ) mesonefroz, paradidimis kalıntıları dışarda geriler. Müller kanalı geriler fakat mesonefrik kanal, sperm kanalı olarak kalır.

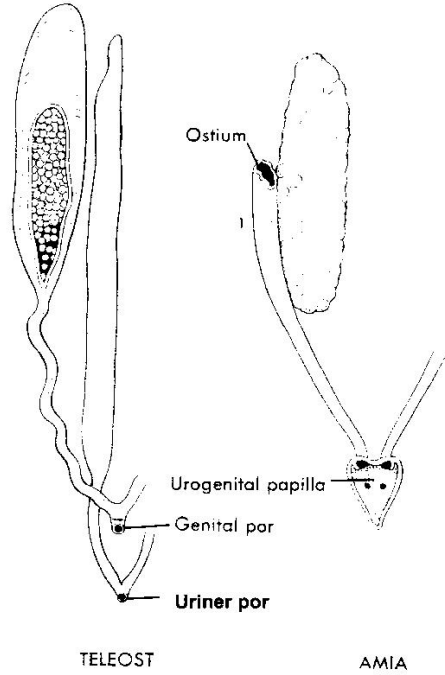
omurgalıların Müller kanalı, Wolf kanalı'na (mesonefrik kanal) bitişik periton'dan (sölm epiteli) oluşur. Kıkırdaklı balıklarda müller kanalları anterior kısımlarında birleşirler ve sölm'a açılan tek açıklık (**ostium tubae**) ları vardır. Elasmobrans'larda kanallarda kabuk bezleri (nidamental bezler) bulunur. Kabuk bezinin posteriörü yani oviduktun son kısmı genişleyerek uterusu yapar. Uterus kloak'a açılır (Şekil 10 - 5). Ovipar türlerde uterus daha kısadır. Uteruslar bazı türlerde kloak'a açılmadan önce birleşirler dolayısıyla genital açıklıkları tektir. Elasmobrans'ların bazılarında kabuk geçici bir yapı olarak gelişir ve sonra parçalanır. Vivipar türlerde uterus oldukça genişliyebilir. Gelişme uterus içinde olur ve genç birey canlı olarak doğar.

Osteichthyes: Kemikli balıklarda diş kanalları yapısal olarak dikkate değer farklılık gösterir. Dipnoi (akciğerli balıklar)'de oviduktlar uzun, kıvrımlı ve çift haldeki yapılar olup gerçek müller kanallarıdır. Primitif gruplar (Chondrostei, Holostei ve bazı Teleostei) da kese şeklindeki ovaryumların kısa oviduktları vardır. Bu yapılar gonadların uzantısı halinde olup gerçek müller kanalları değildirler (Şekil 10 - 6). Bazılarında iki ovidukt posteriörde birleşir ve tek bir kanal halinde genital por

aracılığıyla dışarı açılır. Ovaryumları tıkız olan ve yumurtalarını sölom'a döken teleost'larda dışarı açılan kısa, huni şeklindeki oviduktların gerçek anlamda müller kanallarını temsil edip etmedikleri şüphelidir.

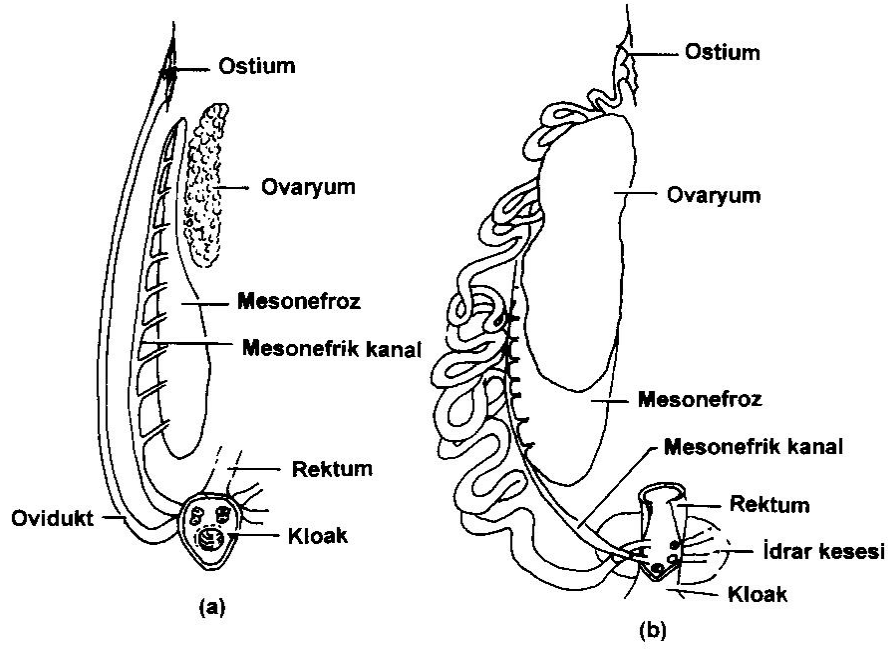


Şekil 10-5. Erkek *Squalus*'ta dişi üreme sistemi. Sol ovaryum gösterilmemiştir.

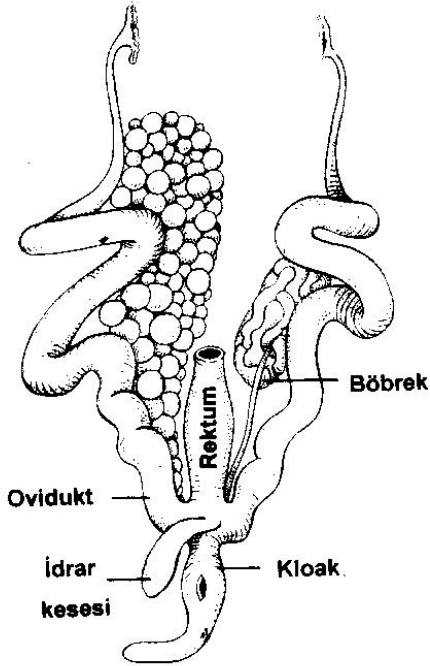


Şekil 10-6. İki kemikli balıkta dişi üreme sistemi. Teleost'ta yumurta hücresi ovaryum boşluğuna dökülmüştür.

Amphibia: Amfibi'lerin tümünde oviduktlar oldukça benzer bir yapı gösterirler. Kaudal kısımları uterusu oluşturmak üzere genişleyebilir (Şekil 10 - 7). Amfibi uterusları birkaç ovovivipar urodel hariç yumurtaların dışarı bırakılacağı zaman sadece bir depo görevi yapar. Bunlar her zaman gerçek müller kanallarıdır. *Bufo*'larda oviduktlar tek ve ortak bir kanal oluşturmak üzere posteriyörde birleşirler fakat diğer amfibi'lerde birleşmezler ve çift halde kalıp ayrı ayrı kloak'a açılırlar. Amfibi'lerin müller kanalları bezlidir. Bu bezlerden yumurtanın etrafında jelatinimsi bir madde salgılanır ve yumurtalar bu şekilde dışarı bırakılırlar.



Şekil 10 - 7. Amfibi'lerde urogenital sistem. (a) Urodela, (b) Anura.



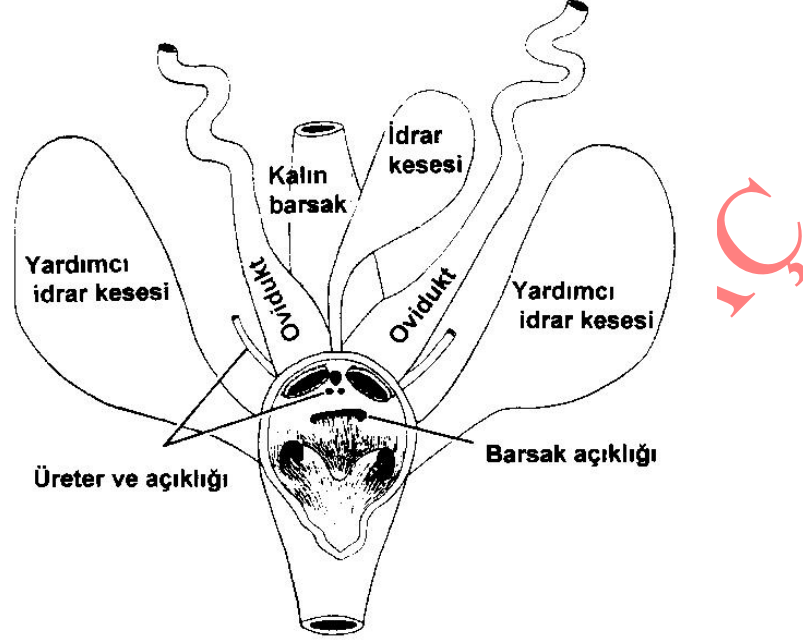
Şekil 10 - 8. Dişi kaplumbağa (*Trionyx euphraticus*) da urogenital sistemden ventral görünüş. Sol ovaryum kaldırılmıştır.

formların çoğunda kabuk, parşomen benzeri yumuşak tabiattadır. Fakat kertenkelelerin bazılarında ve timsahlarda kabuk, kuş yumurtalarında olduğu gibi

Reptilia : Reptillerde oviduktlar gerçek müller kanallarıdır ve gayet belirgin bölümler halinde farklılaşmışlardır. Vücut boşluğuna yarık şeklindeki bir ostium'la açılırlar ve boylu boyunca çift haldedirler.

Timsahlarda ve bazı kertenkelelerde ovaryum tek olduğu için kanal da tektir. Diğer kanal rudimenterdir. Kaplumbağalarda, timsahlarda ve *Sphenodon*'da kanalların anterioründe albümin bezleri vardır. Yılan ve kertenkelelerde yumurtanın etrafına albümin salgılanmadığından albümin bezleri iyi gelişmemiştir. Müller kanalları albümin bezlerinin arka tarafında ise kalın duvarlı kabuk bezleri içerir. Ovipar

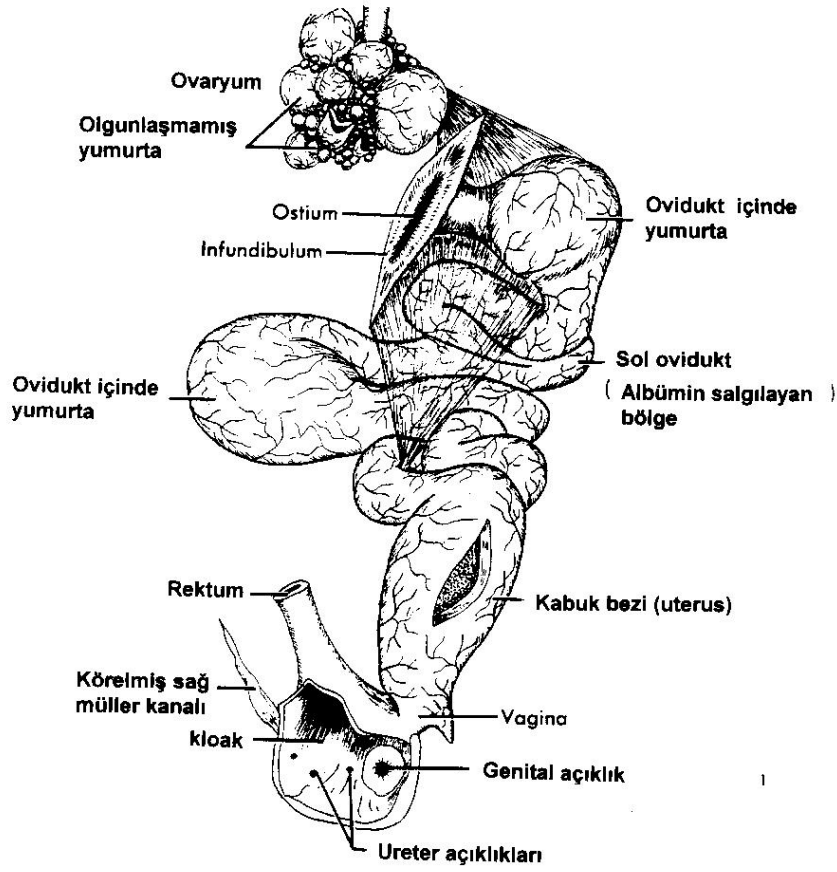
nispeten sert ve kalkerli bir yapıdadır. Kanalların kısa, kaslı terminal segmenti **vagina** olarak da adlandırılır ve kloak'a ayrı ayrı açılırlar (Şekil 10 - 8, 9). Hepsinde iç dölleme vardır.



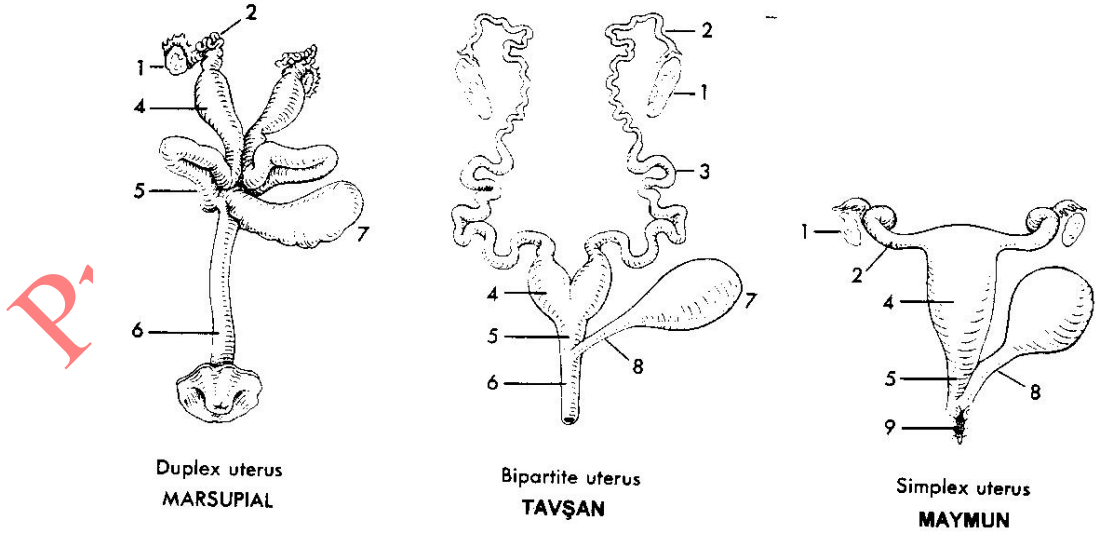
Şekil 10 - 9. Dişi kaplumbağada kloakın ventralden görünüşü.

Aves: Çoğu kuşun fonksiyonel olarak sadece tek ovaryumu ve tek kanal halinde sol oviduktu vardır. Sağdaki dejenere olmuştur. Sol ovidukt uzun ve kıvrımlı olup reptil'lerde olduğu gibi belli bölgeler içerir. Yumurta ovidukta geldiğinde çeşitli albümin maddesi, kabuk zarı ve kabuk tarafından sarılır. Kabuklu yumurta bırakan tüm hayvanlarda olduğu gibi dölleme içte olur. Ovidukt kloaka açılır. Kanalın son uçtaki kısa ve kaslı bir bölgesi vagina olarak ta adlandırılır (Şekil 10 - 10).

Mammalia: Memelilerin müller kanalları anteriordeki dar ve kıvrımlı olan **fallop kanalı**, posterörde genişlemiş ve düz haldeki **uterus** ve **vagina**'ya ayrılır. Embriyonik müller kanalı kaudal kısmında daima birleşir, bu birleşme sonucu uterus anteriorde çift halde, posterörde tek haldedir ve vagina da tektir. Fallop kanalı nispeten kısa, dar çaplı ve kıvrıntılıdır. Ostium daima saçaklı bir huni şeklindedir. Monotremat'larda ve marsupial'lerin çoğunda müller kanalları birleşmezler, o nedenle uterusları çifttir (**dublex uterus**) (Şekil 10 - 11). Plasentalı memelilerde müller kanalının arka ucunda çeşitli derecelerde birleşmeler vardır. Bu birleşmeler sonucu iki uterus boynuzu ile tek uterus gövdesi meydana gelir (Şekil 10 - 12). Uterusun gövde kısmında iki tam lümenin bulunması halinde bu tip uterusu **bipartite uterus**

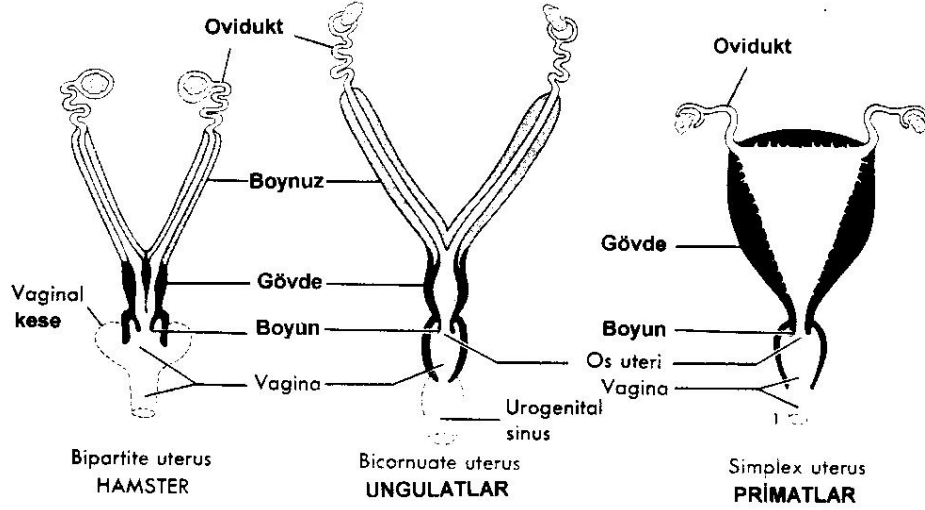


Şekil 10 - 10. Tavukta üreme kanalları. İki yumurtanın birden ovidukt'da bulunması normal bir durum değildir.



Şekil 10 - 11. Üç dişi memelinin üreme kanalları. 1, Ovaryum; 2, ovidukt; 3, uterus boynuzu; 4, uterus gövdesi; 5, vagina; 6, urogenital sinüs; 7, idrar kesesi; 8, uretra; 9, primat vestibülü. Primatlarda (resus maymunu) uretra bağımsız olarak vaginanın dışarı olan açıklığının tam önünde vestibüle açılır.

denir. Uterusun gövdesinde tek lümen varsa ve iki boynuz içeriyorsa bu tip uterusu **bicornuate uterus** denir. Birçok türün de uterusu bipartite ve bicornuate türleri arasında geçit oluşturabilecek şekildedir. Uterus boynuzlarının bulunması halinde yumurta gelişimi boynuzlarda olur. Bazı memelilerde bir boynuz çok daha büyük olur ve yumurta gelişimi daima bu büyük boynuzda olur. Böyle olmakla beraber her iki ovaryumda da yumurta üretimi vardır.

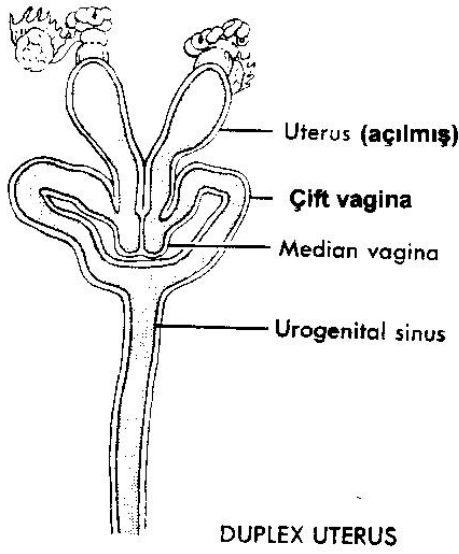


Şekil 10 - 12. Memelilerde uterus tipleri. Şekil 10-13'e de bakınız. Siyah bölgeler müller kanallarının kaudal uçlarını, kesik çizgiler kloak veya kloak türevlerini temsil etmektedir.

Maymunlarda, insanda, bazı balinalarda ve *Armadillo*' da uterus boynuzları gelişmez ve fallop kanalları müller kanal sistemini temsil ederler (Şekil 10 - 12). Doğrudan doğruya uterusun gövde kısmına açılırlar (**simpleks uterus**). Uterusun gövde kısmı **cervix** (boyun) bölgesini oluşturmak üzere daralır ve bu daralmanın alt ucu serviks dudakları olarak vaginaya uzanır. Dudaklar uterustan vaginaya uzanan açıklığı (**os uteri**) çevrelerler. Serviks, yavrunun çıkışını sağlamak üzere genişlemek zorundadır. Döllenmeden sonra spermier yumurtayı dölleyecek yer olan fallop kanalının üst kısmına giderken os uteri'den geçerler. Uterus astarı olan **endometrium** hormonların uyarıcı etkisi sonucu oldukça damarlı bir yapıdadır. Uterus duvarının kaslı tabakası ise **myometrium**'dur. Bu tabaka doğum esnasında yavrunun itilmesinde yardımcı olur. Bu görev de hormonal kontrol altında gerçekleştirilir.

Vagina

Tipik olarak vagina, müller kanallarının birleşerek oluşturdukları ve urogenital sinüse açılan son kısmıdır (Şekil 10 - 12, toynaklılar). Çoğu kemiricide ve primat'larda doğrudan doğruya dışarı açılacak şekilde uzanır (Şekil 10 - 12, primat'lar). Müller kanalının diğer türevleri gibi vaginanın da kaslı duvarları vardır. İç yüzeyi erkek kopulasyon organını içine almak üzere özelleşmiştir. Monotremat'larda vagina bulunmadığı için uteruslar doğrudan doğruya kloaka açılırlar.



Şekil 10 - 13. *Opossum (Marsupialia) da dişi üreme sistemi kanallarında internal geçitler. Şekil 10-12 deki eksternal görünüm ile karşılaştırınız.*

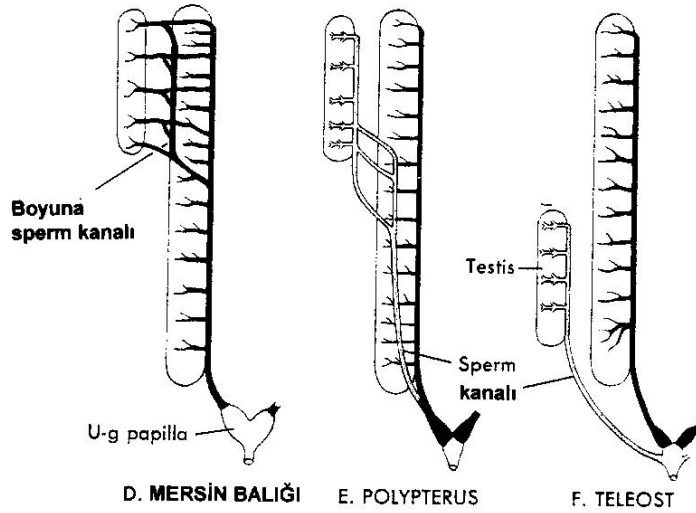
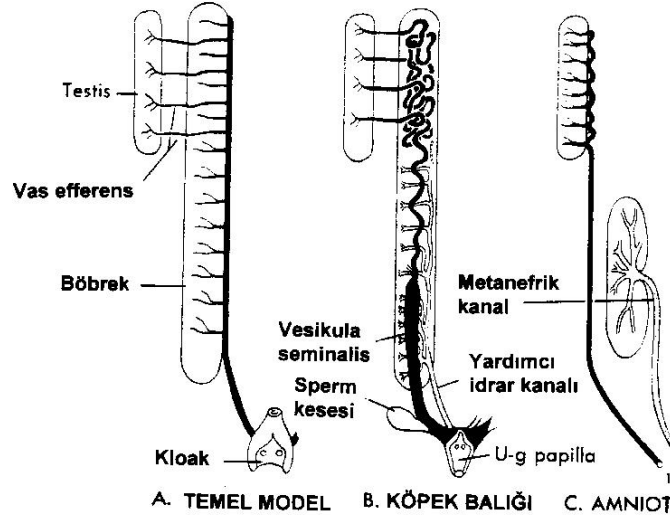
olarak kullanılabilir. Median vagina ile urogenital sinüs arasındaki açıklık bir defa delindi mi yaşam boyu kalır oysa *Opossum*'larda geçici bir geçit (pseudovagina) oluşur ve bu geçit doğumdan sonra kapanır. *Opossum*'larda lateral vaginaların esas görevi spermlerin yumurtaya ulaşmasında geçit oluşturmaktır. Çift vaginaya bir adaptasyon olarak erkek penisi uç kısmında çatallanmıştır ve çatılın her bir ucu bir lateral vaginaya girer ve sperm boşaltılmış olur.

Erkek Yardımcı Organlar

Erkek yardımcı organları, genital kanallar ile birçok türde görülen özel kapulasyon organlarıdır.

Marsupial'lerde vagina alışılmadık şekilde dışındadır. Uterusların biraz ilerisinde iki müller kanalı median vaginayı oluşturmak üzere birleşirler. Bu yapı içte de devam edebilir veya etmeyebilir (Şekil 10 - 13). Median vaginanın da biraz ötesinde iki müller kanalı urogenital sinüse çift (lateral) vaginalar halinde devam eder. Kese şeklindeki median vagina uca doğru uzanır ve urogenital sinüsün karşısında yer alır. Doğum esnasında fetüs bölmeler boyunca doğrudan doğruya urogenital sinüse açılır. Böylece lateral vaginalar by-pass edilmiş olurlar. Kangurular da her iki yolda doğum kanalı

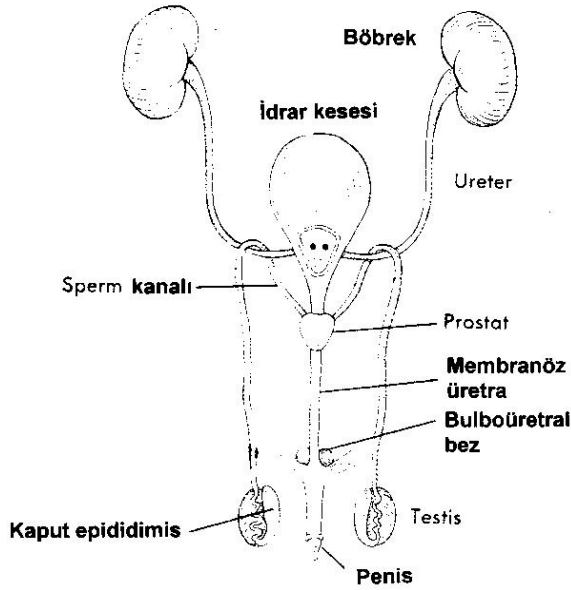
Omurgalı erkeklerinde genital kanalları genellikle arkinefrik kanaldan türerler. Bu kanal pronefrik böbrek kanalı olarak, daha sonra da mesonefroz veya opisthonefroz böbreklerin mesonefrik veya wolf kanalı olarak iş görür.



Şekil 10 - 14. Sperm ve idrar taşıyıcısı olarak mesonefrik kanal (siyah renkte). **A**, Temel plan'da hem sperm hem de idrar taşıyıcı, **B**, Esas olarak spermatik kanal fakat az da olsa idrar taşıyıcı, **C**, Sadece sperm taşıyıcı. **D -F** Aynı bir sperm kanalı olma yönünde eğilimin artması ve mesonefrik kanalın sadece idrar taşıyıcı olarak görev yapması. **U - g**, Urogenital papilla.

Agnatha: Siklostomat erkekleri, dişilerde olduğu gibi genital kanallar içermez. Testisler aracılığıyla vücut boşluğuna bırakılan spermeler genital porlarla dışarı atılır. Myxinoid'lerde porlar tek haldeki genital sinüse açılırlar. Petromyzontia'da porlar urogenital papillaya açılırlar.

Çeneli Balıklar ve Amfibi'ler: Temel planda mesonefrik kanal hem sperm hem de idrar taşır (Şekil 10 -14). Bu özelliği ile wolf kanalı olarak ta adlandırılır. Mesonefroz ile testisler arasındaki bağlantı embriyonik yaşamın erken safhalarında meydana gelir (Şekil 10 - 4). Anteriördeki mesonefrik tubüllerin bir kısmı -türe bağlı olarak birkaç adetten 2 veya daha fazla düzineye kadar- testis içinde ağ şeklindeki bir kanal sistemi (**retetestis**) ne açılır. Değişikliğe uğramış bu mesonefrik kanallar **vas efferens** adını alırlar ve mesonefrik kanala sperm taşırlar. Testislerden spermleri taşıyan efferent kanallar, mesonefrik kanal veya wolf kanalına açıldığında wolf kanalı artık **vas deferens (ductus deferens)** olarak bilinir. Duktus deferensin testislere yakın ucu fazla kıvrıntılı bir yapıdadır ve **epididimis**' i oluşturur. Bazı balıklarda da mesonefrik kanal esas olarak veya sadece sperm taşımada kullanılır. Diğer bazı balıklarda mesonefrik kanal böbrek ile olan bağlantısını korur ve ayrı bir sperm kanalı gelişir (Şekil 10 - 14, *Polypterus*). Bu sperm kanalı mesonefrik kanalda veya urogenital sinüste sonlanır veyahutta dışarıya bağımsız olarak açılır (Şekil 9 - 12).



Şekil 10 - 15. Erkek kedide urogenital sistem. Ventralden görünüş.

Memelilerde sperm kanalının durumu embriyonik kloakın urogenital sinüs ve rektuma ayrılması yanında testislerin kaudale göçü ile ilişkilidir. Embriyonik kloakın ayrılması sonucu sperm kanalı sonuçta urogenital sinüse boşalacaktır. Burası da uretradır (Şekil 10 - 15). Testislerin aşağıya inmesi sonucu da sperm kanalları uretraya giden yolda ureterler üzerinde kıvrılarak asılı halde yer alırlar (Şekil 10 - 2). Sperm kanalları ile uretranın birleşme yerinde sperm sıvısının bazı bileşenlerini üreten bir ya da daha

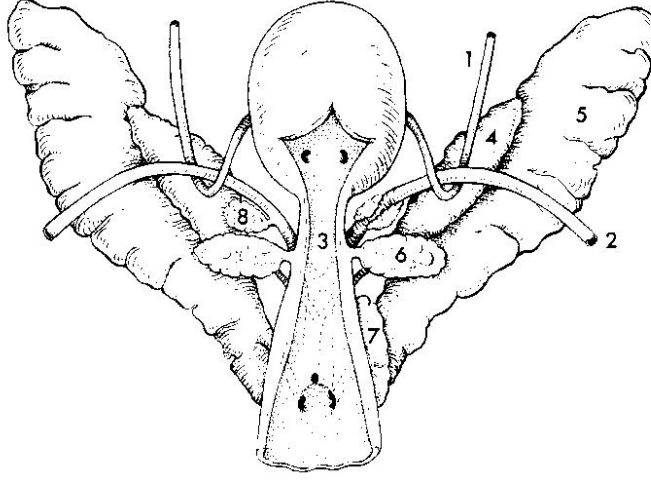
Temel plandaki değişiklikler mesonefrik kanalın sadece sperm ya da idrar taşımada şeklinde belirebilir ve bunlardan birini taşımak üzere de yeni bir kanal gelişebilir (Şekil 10 - 14).

Reptilia, Aves, Mammalia

(Amniota):

Amniotlarda mesonefrik böbrek embriyonik gelişme esnasında kaybolur. Erkek mesonefrik kanalı, spermatik kanal olarak görev yapmak üzere kalır ve kloaka ya da kloak türevlerine boşalır.

çok yardımcı eşey bezi vardır (Şekil 10 - 16). Memelilerde uretra bazen üç bölgeye ayrılır: 1. Prostat bezi ile ilişkili prostatik uretra; 2. Prostattan penise uzanan membransı uretra; 3. Penis içindeki süngerimsi uretra.



Şekil 10 - 16. Erkek hamster'de yardımcı eşey organlarının, ventralden görünüşü. Kanalların giriş yerlerinin gösterilebilmesi için idrar kesesi ve uretra açılmıştır. 1, Ureter; 2, sperm kanalı; 3, uretra; 4, koagülasyon bezi; 5, vesikula seminalis; 6, kranial (dorsal) prostat; 7, Kaudal (ventral) prostat; 8, ampullar bez.

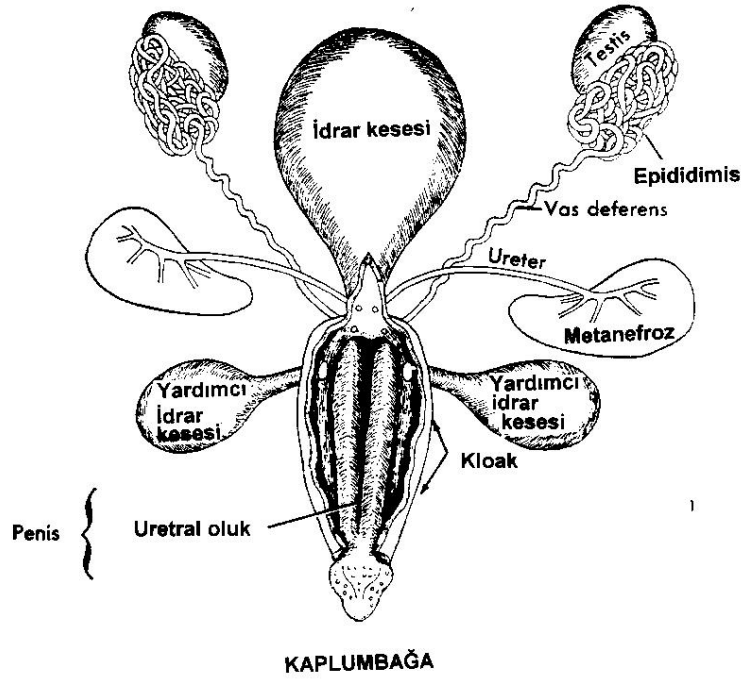
Erkek Kopulasyon Organı

Döllenme içte olduğu zaman erkek omurgalılarda daima spermleri dişinin üreme kanallarına bırakmak üzere kopulasyon organı gelişir. Kopulasyon organı özellikle reptil ve memeliler için karakteristiktir. Balıkların çoğunda ve tüm amfibi'lerde döllenme dışta olduğu için veya spermatofor oldukları için kopulasyon organı bulundurmazlar. Buna benzer şekilde birkaç kuş hariç, kuşların hemen tümünde de bulunmaz.

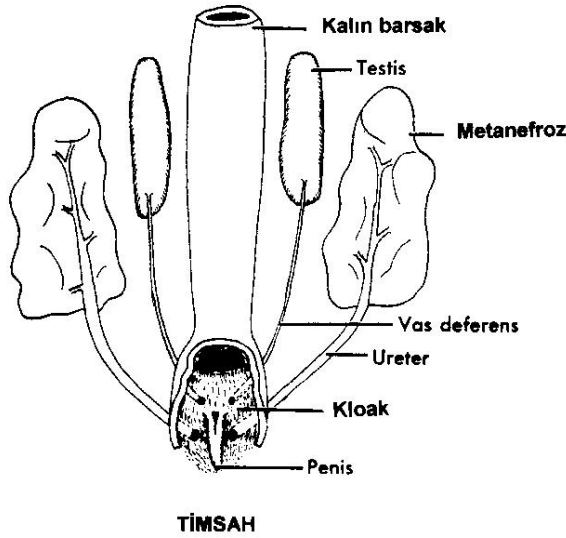
Elasmobras'ların kopulasyon organları pelvik yüzgeçlerin modifikasyonları sonucu oluşur ve **clasper** adını alır. Bu yapılar, oyuk ve parmak benzeri iki çıkıntı şeklindedirler, dişinin kloakına uzatılırlar. Köpekbalıkları ve akrabalarında klasperin kaide kısmında yüzgece gömülü kaslı sifon şeklinde bir kese yer alır. Kese deniz suyu ile dolu olabilir ve spermlerin oyuk boyunca dışi kloakına akıtılmasında kullanılır. Teleostların çoğunda anal yüzgeçler sperm transferi için değişikliğe uğramıştır ve gonopodium halini almıştır.

Amniotların kopulasyon organı iki tiptir: 1. Çift penis; 2. Tek penis.

Erkek yılanlarda ve kertenkelelerde kloakın yanında deri altındaki bir cep içinde bir çift küt ve oluk içeren **hemipenis** vardır. Bu yapılar dışi kloakına girmek üzere uzatılabilirler ve sperm transferinden sonra vücut duvarı kaslarının modifikasyonu sonucu geri çekilirler.



Şekil 10 - 17. Erkek kaplumbağada urogenital sistem ve kloak. Kloağın tavan bölgesi kesilmiş ve penis uzanmış halde gösterilmiştir. İdrar kesesinin dorsalinden kloaka açılan rektum gösterilmemiştir. Vas deferens eski mesonefrik kanaldır.



Şekil 10 - 18. Eşeyssel olgunluğa ulaşmamış erkek timsahta urogenital sistem.

Erkek kaplumbağa' da krokodillerde, birkaç kuşta (ördek, kaz, devekuşu) ve memelilerde tek halde erektil **penis** vardır. En basit şekli ile (Şekil 10 -17,18, reptil'lerde) penis, kloak tabanının bir kalınlaşması şeklindedir. Esas olarak kan sinüsleri içeren erektil bir doku kitlesi (**corpus spongiosum**) halindedir. Sinüsler kan ile gerildiklerinde penis

yuvarlaklaşır ve sertleşir. Reptil penislerinin yüzeyi sperm geçişi için bir oluk içerir. Dişilerde **klitoris** olarak adlandırılan rudimenter bir penis gelişir.

Memelilerde embriyonik penis oluşu, uretra ile devam eden tüp şeklindeki penis halini alır. Üretranın penis içindeki kısmı süngerimsi uretra adını alır. Monotrematlarda penis, kloağın içinde yer alır. Yüksek memelilerde gelişme

esnasında kloak kaybolur ve penis eksternal olarak gelişir. Penisin bezsi olan uç kısmı (**glans penis**) çok miktardaki duysal sinir uçları ile donanmıştır ve gevşek bir deri (**prepuce**) ile örtülüdür (ereksiyon durumu hariç) (**os penis** iskelet bölümünde tanımlanmıştır).

Erkek ve dişi memeli embriyolarında skrotal keselerin ve labium majus'un evaginasyonları arasında genital bir çıkıntı gelişir. Bu çıkıntı erkeklerde önce oluk şeklindedir sonra tüp şeklini alır ve penisi oluşturur. Dişilerde tüp gelişmez ve çıkıntı klitorisi oluşturur. Klitoris dişi üreme kanalının bu kısmındaki duvarında gömülü halde kalır ve penisi içine alır. Penis gibi dönüşümlü olarak erektildir.

Kloak

Kloak, çoğu omurgalıda sindirim, boşaltım ve üreme kanallarının sonlandığı odacık olması bakımından bu üç sistem için de odak özelliği göstermektedir. Birkaç ergin omurgalı kloak içermez. Agnatha'da, ışın yüzgeçli balıklarda, marsupial'lerde ve plasentalı memeliler'de yok sayılacak kadar sığ bir yapıdadır. Bu istisnalar ile omurgalılarda esas olarak değişmez bir yapıdır ve hatta insan embriyosunda bile primitif şekilde görülür.

Kloak, genellikle arka barsağın genişlemiş terminal segmenti olarak tanımlanır ve arka barsağı proktodeumdan ayıran kloak membranı yırtıldığı zaman dışarıya açılır. Bu durum embriyonik endodermle tamamen astarlı olan memeli kloakının orijini ile ilgili uygun bir açıklama tarzıdır. Amfibiler'de ise ergin kloakın büyük bir kısmı proktodeumdan orijinlenmiştir ve ektodermal astarlıdır. Çoğu embriyolarda kloak levhası bir kez yırtıldı mı endodermal bölgenin nerede bitip proktodeal bölgenin nerede başladığını tanımlamak zordur. Omurgalılarda kloak bir bölme ile iki odacığa ayrılır. Bu odacıklar **coprodeum** ve **urodeum**'dur. Ancak arka barsağın genişlemiş kısmı olarak tanımlanan terminal segment bölünmeden kalır. Bu durumda çoğu elasmobranş, bazı reptil, kuş, monotremat ve marsupial'de kalın barsak koprodeum'a açılır. Oysa boşaltım ve üreme kanalları ürodeuma açılır. Ergin plasentalılarda, bölünme (urorektal katlanma) kloak membranında devam eder. Böylece kloak tamamen iki odaya ayrılır ve dışarıya iki açıklıkla açılmış olur.

Balık ve Amfibilerde kloak gelişimi: Balık ve amfibi'lerin kloakına kalın barsak ile mesonefrik kanallar açılır. Mesonefrik kanallar bağımsız olarak veya bir papilla yoluyla açılırlar. Dişi kloakına aynı zamanda müller kanalları da açılır. İdrar kesesinin bulunması halinde kloakın dorsal duvarına (dipnoi'lerde) veya ventral duvarına (amfibi'lerde) açılır. Kloak dışarıya bir delikle açılır. Erkek urodel'lerde kloak bezleri,

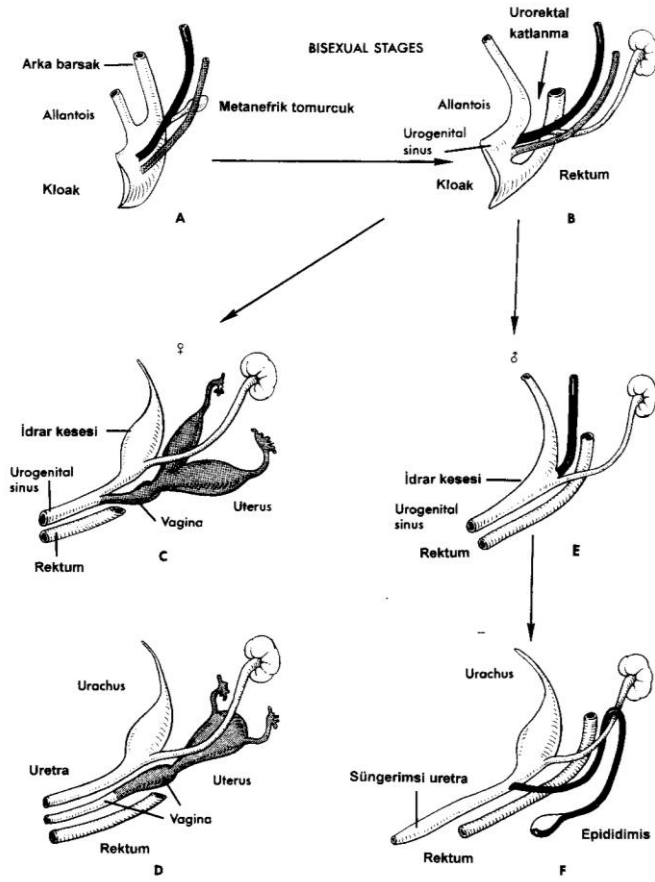
koku içeren ve spermatoforların peltemsi kısmını oluşturan bir takım salgılarda bulunurlar.

Reptil, Kuş ve Monotremat'larda kloak gelişimi: Bu amniotlarda kloaka amfibi'lerdeki benzer yapılar - kalın barsak, mesonefrik kanal (erkeklerde sadece sperm taşır), dişilerde müller kanalları ve bulunması halinde idrar kesesi - açılır. Bunlara ilave olarak ureterin embriyonik bağlantısını mesonefrik kanal ile devam ettiren birkaç erkek reptil hariç ureterler kloaka açılır. Penis veya klitoris, kaplumbağa, timsah, birkaç kuş ve monotremat'ta kloak tabanına gömülü haldedir.

Plasentalı Memelilerde kloakın gelişim: Plasentalı memeliler embriyonik gelişimlerinin erken safhasında koprodeum ve urodeuma ayrılmış tipik bir kloak içerirler. Embriyonik urodeum memelilerde daha çok urogenital sinüs olarak bilinir (Şekil 10 - 19, B) ve buraya tamamen aşağı omurgalılarda olduğu gibi mesonefrik kanal, müller kanalları (bu safhada her iki cinsiyette de temsil edilir) ve allantois (idrar kesesini oluşturacak) açılır. Gelişmenin ileri safhalarında kloak elimine olur. Urorektal katlanma bazı marsupial'ler hariç daha ileri doğru uca kadar devam eder ve sonuçta kloak membranına ulaşır. Bu gelişme sonucu plasentalı memelilerin kloakı dorsalde rektum ve ventralde urogenital sinüse tamamen bölünür (Şekil 10-19, C ve E). Kloak membranı iki noktada yarılr ve anüs ile urogenital açıklığın oluşumunu sağlar.

Erkekte gelişme ilerlerken müller kanalı kaybolur (Şekil 10-19, E) ve urogenital sinüs penis içinde bağımsız olarak gelişmiş süngerimsi uretra ile devam eder (Şekil 10-19, F). Ureterler idrar kesesine açılmak üzere yeniden yönlendirken mesonefrik kanal (artık sperm kanalı) urogenital sinüs (uretra)'e açılmak üzere devam eder. Böylece uretra süngerimsi kısmı hariç kloaktan orijinlenmiştir. Sperm sıvısının oluşturulması ile ilgili çeşitli bezler de uretrayı cepler şeklinde çevrelerler (Şekil 10 - 16).

Dişide, gelişme ilerlediğinde mesonefrik kanallar kaybolur ve müller kanalları uterus gövdesi ve vaginayı oluşturmak üzere kaudal uçlarında birleşirler (Şekil 10 - 19, C). Vagina dorsal olarak urogenital sinüse açılır. Urogenital sinüsün allantois (daha sonra idrar kesesini verecek) ve vaginanın açıldığı kısmı uretra olarak gelişir.



Şekil 10 - 19. Memeli kloaki, müller kanalları (gri renkte) ve mesonefrik kanal (siyah renkte) in akibeti. **A ve B,** Biseksüel safhalar. Sadece sol müller ve mesonefrik kanal gösterilmiştir. **B** de kloak, urorektal katlanma ile ventralde urogenital sinüs, dorsalde rektuma bölünür. **C,** Tipik ergin dişi memeli. **D,** Dişi primat. **C ve D** de, sağ ve sol müller kanallarının konumu gösterilmiştir. **E,** Gelişen erkekte mesonefrik ve metanefrik kanalın yeniden oryantasyonu. **F,** ergin erkek.

Bu değişiklikler sonucu çoğu dişi memelide urogenital sinüse uretra ve vagina açılır. Böylece kloak, urogenital katlanmanın ventralinde, urogenital sinüs ve uretra ; dorsalinde ise rektuma dönüşür.

Dişi primatlarda (insan dahil) ve bazı kemiricilerde, urogenital sinüs dorsal ve ventral geçitleri oluşturur. Ventral geçit uretra olarak bilinir ve idrar kesesinden dışa açılan yolu oluşturur. Dorsal geçit ise vaginanın dışa olan açıklığının devamı niteliğindedir. Bu değişiklikler sonucu kemirici ve memelilerin embriyonik kloakı üç geçide bölünmüş olur. 1. Ventralde retra; 2. Vaginanın terminal kısmı; 3. Dorsalde rektum. Her geçit dışa kendi açıklığı ile açılır. Böylece ilk kez boşaltım yolu, üreme yolundan tamamen ayrılmış olur. Bu bakımdan dişi kemirici veya maymun türü, erkeğine göre çok daha ileri düzeyde özelleşmiştir.