

EŞEYLİ ÜREME

Diploit ($2n$) kromozomlu **üreme ana hücrelerinden**, haploit (n) kromozomlu **üreme hücrelerinin** oluşumunu sağlayan hücre bölünmesidir.

Mayoz hücre bölünmesi;

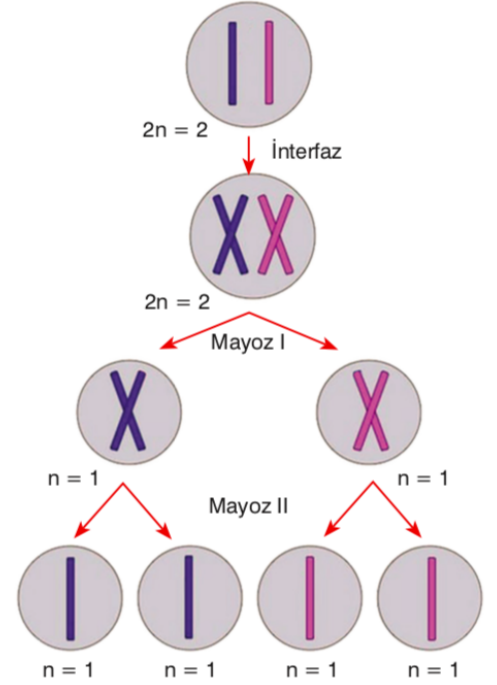
- 1- Sadece diploit kromozomlu hücrelerde görülür.
- 2- Sadece üreme ana hücrelerinde gerçekleşir.
- 3- Sonuçta dört yeni hücre oluşur.
- 4- Kromozom ve DNA sayısı yarıya iner.
- 5- Kalıtsal çeşitliliğe neden olur.
- 6- Kromozomların niteliği ve niceliği değişir.

EŞEYLİ ÜREME

- Dişi eşeylerin oluşturduğu yumurta hücresi ile erkek eşeylerin oluşturduğu sperm hücresinin döllenmesine bağlı olarak yeni bireylerin oluşturulması olayına **eşeyli üreme** denir.
- Eşeyli üremede genel olarak yumurta hücresi oluşturan dişi bir birey ile sperm hücresi oluşturan erkek birey bulunur.
- Eşeyli üreme üç temel süreç içerir. Bunlar; gametlerin oluşturulması (gametogenez), döllenme ve **gelişme**dir.

Gametlerin Oluşturulması

- Üreme erişkinliğine ulaşmış dişi ve erkek bireylerde gözlenir. **Gametogenez** olarak isimlendirilir.
- Gametlerin oluşturulması sürecinde gerçekleşen temel olay **mayoz** hücre bölünmesidir. Mayoz bölünme diploit ana hücrelerden haploit gametlerin oluşmasını sağlar.
- Kromozom sayısının yarıya inmesi, döllenme süreci sonrasında türün normal kromozom sayısına sahip olmasını sağlar. Bu da bir türün kromozom sayısının nesiller boyunca **sabit kalmasını** açıklayan durumdur.
- Gametler oluşurken mayoz görülmesi, oluşan yavru hücrelerin birbirinden ve ata hücreden farklı kalıtsal yapıda olmasını sağlar. Eşeyli üreme sürecinde kalıtsal yapısı birbirinden farklı olan gametlerin kullanılması **genetik varyasyon** oluşturur.



Mayoz üst üste iki bölünmeden oluşur.

Mayoz bölünme sonunda oluşan hücreler arasında kalıtsal varyasyon oluşmasının temel nedenleri;

- ▶ crossing over,
- ▶ homolog kromozomların bağımsız ve rastgele dizilmesi,
- ▶ homolog kromozomların bağımsız ve rastgele ayrılması olaylarıdır.

- Dişi bireylerde yumurta hücresinin oluşturulması süreci **oogenez** olarak isimlendirilir. Oogenez dişi bireylerin **yumurtalık (ovaryum)** adı verilen organlarında gerçekleşir. Bu süreçte yumurta ana hücresinden yumurta hücresi oluşturulur.

Oogenezde bir yumurta ana hücresi mayoz bölünme geçirerek 4 hücre oluşturur.

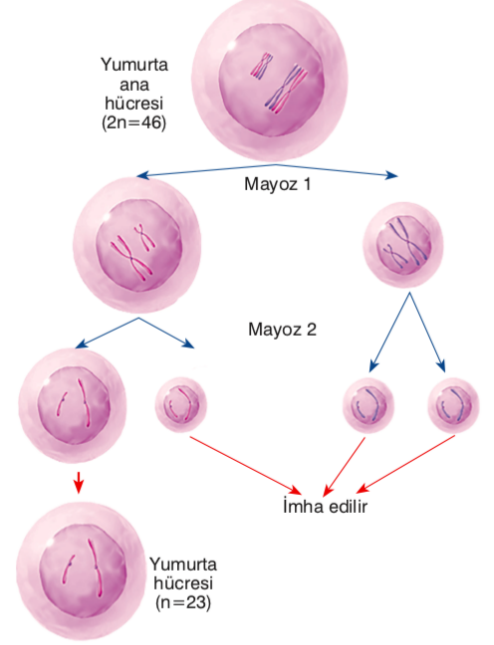
Oluşan hücrelerin biri yumurta hücresi diğer üç hücre ise kutup hücresidir.

Kutup hücreleri üremede görev almaz. Bu nedenle yumurta ana hücresinden mayoz sonucu işlevsel olgunlukta bir yumurta hücresi oluşur.

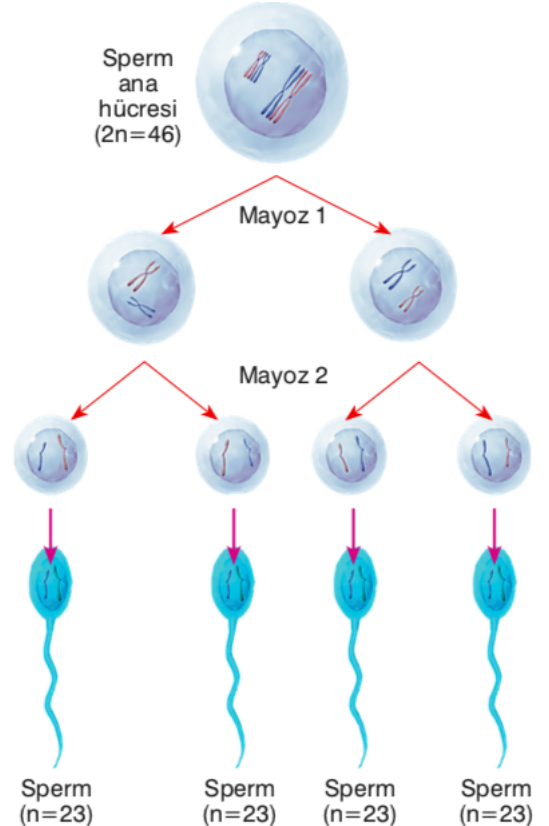
Erkek bireylerde sperm hücresinin oluşturulması süreci **spermatogenez** olarak isimlendirilir.

Spermatogenez erkeklerin **testis** adı verilen organlarında gerçekleşir. Bu süreçte sperm ana hücresinden sperm hücreleri oluşturulur.

Spermatogenezde bir sperm ana hücresi mayoz bölünme geçirir ve dört hücre oluşur. Oluşan dört hücre de gelişerek işlevsel olgunlukta sperm hücrelerini oluşturur.



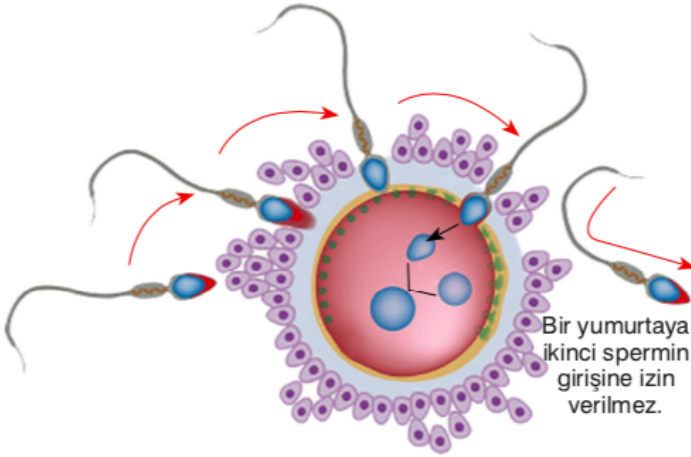
Yumurta hücresi mayoz bölünme sonucu oluşur.



Bir sperm ana hücresinden dört sperm hücresi oluşur.

Döllenme

- Sperm ve yumurta hücrelerinin birleşmesi olayına döllenme denir. Haploit kromozom sayısına sahip gametler birleşince diploit kromozom sayısına sahip **zigot** hücresi oluşur.
- Bir yumurta hücreğini sadece bir sperm hücresi döller. İkinci spermin yumurta hücreğine girişine izin verilmez.
- Döllenme olayında, sperm hücresinin baş kısmında bulunan çekirdek ve sentrozomu oluşturacak olan yapı yumurta içine girer. Sperm çekirdeği ile yumurta çekirdeği birleşince diploit kromozom sayısına sahip zigot oluşur.
- Eşeyli üremede kalıtsal varyasyon oluşturan iki temel olay mayoz bölünme ve döllenmedir. Döllenme sürecinde kalıtsal yapıları farklı gametler rastgele döllenir. Bundan dolayı her döllenme olayı sonrası oluşan zigot hücresinin genetik yapısı diğer zigot hücrelerinden farklı olur.



Döllenme zigot hücresini oluşturur.

- Döllenme sonucu oluşan zigot hücresinin kromozomlarının yarısı sperm, diğer yarısı yumurta kökenlidir. Zigot hücresindeki sentrozomun kaynağı sperm iken mitokondrilerin kaynağı yumurtadır.

Gelişme

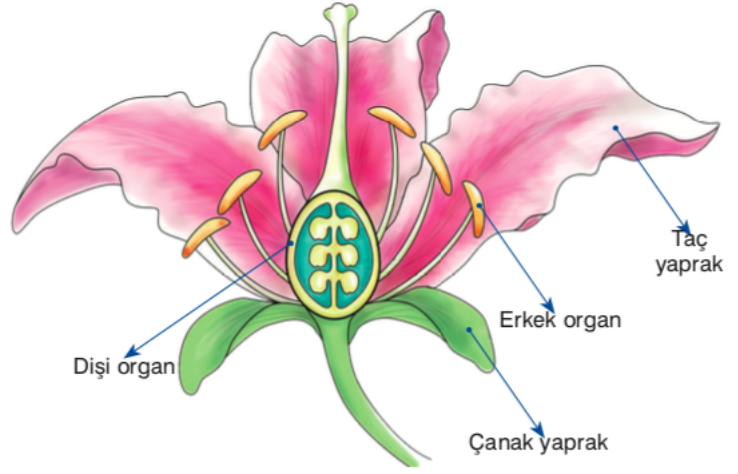
- Döllenme sonucu oluşan zigot hücresinden yeni bir bireyin oluşması sürecidir. Hayvansal organizmaların gelişme sürecinde genellikle zigottan embriyo, embriyodan fetüs, fetüsten de bebek oluşur.
- Gelişme sürecinde mitoz hücre bölünmeleri, hücre göçleri ve hücre farklılaşmaları olayları görülür.
- Hücre farklılaşmaları sürecinde özelleşmemiş hücrelerden, birbirinden farklı yapı, biçim ve işleve sahip hücreler oluşur. Hücre farklılaşması sürecini belirli bir düzene göre aktifleşen genler yönetir.
- Gelişme sürecinde hücre sayısını artıran bölünme olayı mitoz bölünme olduğu için, zigot hücresinden gelişen ve trilyonlarca hücreden oluşan bir organizmanın her vücut hücresi aynı genetik yapıya sahiptir.

Döllenme olayı bazı hayvanlarda vücut dışında gerçekleşir. Vücut dışında gerçekleşen döllenme genellikle su ortamında olur. Bazı hayvanlarda ise döllenme olayı vücut içinde olur. Vücut içindeki döllenme genellikle dişi bireylerin üreme kanallarında gerçekleşir.

Eşeyli Üremenin Görüldüğü Canlılar

- Eşeyli üreme birçok canlı türünde görülür. Prokaryotik canlılarda eşeyli üreme görülmezken ökaryotik canlıların birçoğu eşeyli olarak üreyebilir.
- Bitkiler aleminin tohumlu bitkiler şubesinde bulunan bitkiler genellikle eşeyli üreme ile çoğalırlar. Bu bitkilerde üreme sürecinde tohumlar oluşturulur.
- Açık tohumlu bitkilerde tohum oluşturan organ genellikle **koza-lak**tır. Kapalı tohumlu bitkilerde ise tohumlar çiçeklerde oluşturulur.

Bazı bitki çiçekleri tek çeşit üreme oranı taşır. Çiçek erkek organ taşıyorsa erkek çiçek, dişi organ taşıyorsa dişi çiçek olarak adlandırılır. Bu çiçekler tek eşeylidir. ÖRN: Ceviz, begonya, incir, dut, kavak....



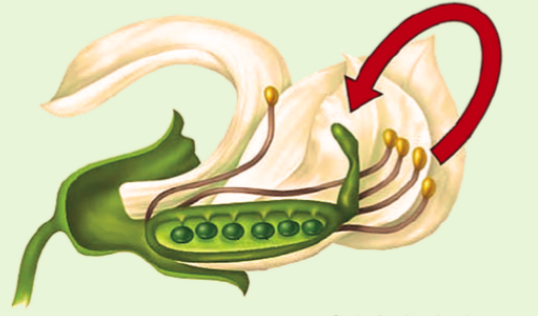
- Gelişen polenler erkek organın ilgili kısmı yırtılınca serbest kalır. Serbest kalan polenlerin dişi organın tepesiğine ulaşması **tozlaşma** olarak bilinir.
- Tozlaşma sürecinde rüzgar ve su gibi cansız faktörler kullanılabilir. Arı, sinek, güve, kelebek, kuş ve yaras gibi canlılar da kullanılabilir.

- Eşeyli üreme sürecinde genellikle yumurta hücrelerini dişi bireyler, sperm hücrelerini ise erkek bireyler oluşturur. Yumurta ve sperm hücrelerinin ayrı bireyler tarafından oluşturulması durumuna **ayrı eşeylilik** denir.
- Eşeyli üreyen bazı türlerde yumurta ve sperm hücrelerini tek birey oluşturabilir. Hem erkek hem de dişi gametlerini üretebilen canlılara **hermafrodit (erselik) canlı** denir.
- Bazı hermafrodit canlıların ürettiği gametler birbirini dölleyebilir (kendi kendine dölleme).

- Birçok hermafrodit canlı kendi kendini döllemeyi engelleyen adaptasyonlara sahiptir. Bu canlılar hermafrodit olmalarına rağmen ancak farklı bireylerin gametleri ile döllenebilmektedirler (çapraz dölleme).



Toprak solucanları çapraz dölleme gerçekleştiren hermafrodit canlılardır.



Bezelye, kendi kendini dölleme özelliği olan hermafrodit bir bitkidir.

- Hermafrodit bireylerin kendi kendine döllemesi sonucu gelişen bireyler arasında da kalıtsal varyasyon bulunur. Çünkü bu üreme sürecinde hem mayoz bölünme hem de dölleme olayları görülür.
- Çapraz dölleme sonucu oluşan kalıtsal varyasyon, kendi kendine dölleme sonucu oluşan kalıtsal varyasyondan fazladır.

- Eşeyli üreme protista alemindeki çoğu canlıda görülür. Yine mantarlar aleminde hayvanlar alemindeki canlılar genellikle eşeyli üreme ile çoğalırlar.
- Hayvanlar aleminin memeliler sınıfındaki tüm türler eşeyli üreme ile yeni bireyler oluştururlar.

Eşeyli Üreme Çeşitlilik Oluşturur

- Eşeyli üreme sonucunda oluşan bireylerin kalıtsal yapıları kendilerine özeldir.
- Bu durum eşeyli üreyen popülasyonlarda kalıtsal çeşitlilik (varyasyon) oluşturur.
- Eşeyli üremede kalıtsal varyasyonun iki temel sebebi bu üremede görülen mayoz bölünme ve döllenmedir.
- Bir popülasyonda görülen kalıtsal varyasyon, popülasyonun **adaptasyon** yeteneğini artırır.
- Böylece popülasyon ortam koşullarındaki değişikliklere daha dayanıklı hale gelmiş olur.

Eşeyli Üreme ile Eşeysiz Üremenin Karşılaştırması	
Eşeysiz Üreme	Eşeyli Üreme
Üreme için tek ata canlı yeterlidir.	Üreme için genellikle iki ata canlı gerekir. (Hermafrodit olup kendi kendini döleyen türlerde tek ata birey yeterli olur.)
Üremenin temelini mitoz hücre bölünmesi oluşturur.	Üremenin temelini mayoz hücre bölünmesi ve döllenme oluşturur.
Döllenme olayı görülmez.	Döllenme olayı görülür.
Üreme hızlı gerçekleşir. Kısa sürede çok sayıda yavru birey oluşturulabilir.	Üreme yavaş gerçekleşir. Belirli bir süreçte az sayıda yavru birey oluşturulabilir.
Ata birey, mevcut genlerinin tümünün kopyalarını, gamet birleşmesi olmaksızın yavrusuna aktarır.	Ata bireylerden her biri, mevcut genlerinin karışımının yarısını yavrusuna aktarır.
Genel kural olarak üreme sonucu oluşan yavru bireylerin kalıtsal yapısı hem birbirleri ile hem de ata birey ile aynıdır.	Üreme sonucu oluşan yavru bireylerin kalıtsal yapısı hem birbirlerinden hem de ata bireylerden farklıdır.
Kararlı bir çevrede, ortam koşullarına uyumlu popülasyonlar için avantaj sağlar. Çünkü yeni oluşacak bireylerdeki uyum yeteneği aynı olur.	Kararlı bir çevrede, ortam koşullarına uyumlu popülasyonlar için avantaj sağlamaz. Çünkü yeni oluşacak bireylerin uyum yeteneği değişir.
Değişken ortam koşullarının olduğu bir çevrede popülasyonlar için avantaj sağlayamaz. Çünkü uyum yeteneği farklı olan bireyler oluşturamaz.	Değişken ortam koşullarının olduğu bir çevrede popülasyonlar için avantaj sağlar. Çünkü uyum yeteneği farklı olan bireyler oluşturur.

Örnek

Omurgalı hayvanların eşeyli üremesi sürecinde görülen;

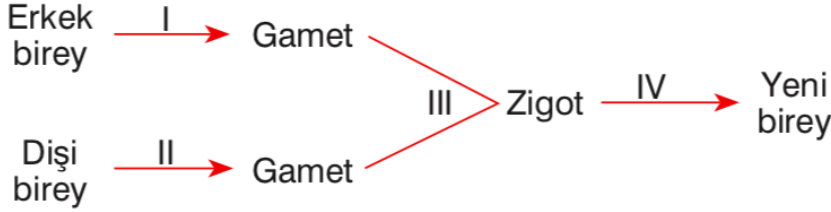
- I. mayoz hücre bölünmesi,
- II. mitoz hücre bölünmesi,
- III. döllenme,
- IV. hücre farklılaşması

olaylarından hücrede kromozom sayısını azaltan (X) ve artıranlar (Y) aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

	X	Y
A)	Yalnız I	Yalnız III
B)	Yalnız I	III ve IV
C)	I ve II	Yalnız IV
D)	II ve IV	I ve III
E)	Yalnız IV	II ve III

Örnek

Eşeyli üreme süreci aşağıda şematize edilmiştir.



Şemada numaralandırılmış olaylardan hangileri sonucu oluşan hücreler, kendilerini oluşturan hücrelerden farklı genetik yapıya sahip olabilir?

- A) Yalnız III
- B) I ve IV
- C) I, II ve III
- D) I, II ve IV
- E) II, III ve IV

Örnek

Canlılarda üreme süreçlerinde gerçekleşen;

- I. hermafrodit bir bitki olan bezelyenin kendi kendine döllenmesi ile tohumlar oluşması
- II. hermafrodit olan toprak solucanlarının çapraz döllenmesi ile yeni solucanlar oluşması,
- III. bir hidranın tomurcuklanması ile yeni bireyler oluşması,
- IV. bir bitkiden alınan hücrelerin kültürde klonlanarak çoğaltılması

olaylarında elde edilen bireyler arasında oluşabilecek genetik varyasyon sıralamasının aşağıdakilerden hangisindeki gibi olması beklenir? (İlgili canlılarda aynı sayıda karakter çeşidi olduğu varsayılmıştır.)

- A) I>II>III>IV B) II>I>III=IV C) III>I>II>IV
D) IV>III>I=II E) III=IV>II>I

Örnek

Hermafrodit canlılar ile ilgili;

- I. Eşeyli üreme ile çoğalırlar.
- II. Hem erkek hem de dişi eşeye ait gamet hücrelerini üretebilirler.
- III. Kendi kendine döllenme yapan bireylerde sperm ve yumurta hücreleri farklı zamanlarda olgunlaşır.

bilgilerinden hangileri doğrudur?

- A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

İnsanlarda görülen eşeyli üremede;

- I. gametler,
- II. yeni birey,
- III. zigot,
- IV. embriyo

yapılarının oluşma sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) I, III, IV, II
- B) I, IV, III, II
- C) II, III, IV, I
- D) II, IV, I, III
- E) III, I, II, VI

Örnek

- I. Bakteriler
- II. Hayvanlar
- III. Protista
- IV. Mantarlar

Yukarıda verilen alemlerin hangilerinde bulunan canlılar arasında hem eşeyli hem de eşeysiz üreme ile üreyen bireyler bulunabilir?

- A) I ve II
- B) III ve IV
- C) I, II ve III
- D) I, III ve IV
- E) II, III ve IV