

1. ÜNİTE : HÜCRE BÖLÜNCELERİ

Mitoz ve Eşeysiz Üreme

Mitoz Bölünme Nedir?

Mitoz ya da mitoz bölünme, ana hücrenin bölünerek iki yeni hücre oluşturmaya denir. Mitoz yalnızca ökaryotik hücrelerde görülür ve çok hücreli canlılarda büyüme gelişme ve yaraların onarılmasını sağlar.

Hücre Döngüsü ve Mitoz Evreleri

Hücrelerin belirli bir yaşam süreleri vardır. Bölünme sonucu oluşmuş bir hücrenin, bölünme geçireceği döneme kadar ki hayatına hücre döngüsü denir.

Hücre döngüsü sitoplazmada mevcut bazı kimyasal sinyaller tarafından yürütülür ve çeşitli kontrol noktaları vardır. Hücreyi bölünmeye zorlayan faktör, hacim / yüzey oranının giderek artmasıdır. Bu durum madde alış verişini ve çekirdeğin kontrolünü zorlaştırır. Hücre bölünerek yüzey / hacim oranını artırır.

Hücrenin bölünebilmesi için hücre çekirdeğinden “ bölünme emri ” verilmesi gerekir, bu emir verildikten sonra hücre bölünür.

Hücre bölünmesi hücre döngüsünün bir parçasıdır. Hücre döngüsü uzun bir interfaz evresi ile kısa bir mitotik evreden oluşur.

İnterfaz

Mitoz evresi hücre döngüsünün görece çok kısa bir parçasıdır. Döngünün büyük kısmını oluşturan evre, hücrenin kendisini bölünmeye hazırladığı interfaz evresidir.

İnterfaz G1, S ve G2 olmak üzere üç evreye ayrılır. G1 evresinde ATP sentezi, organel sayısı ve protein sentezi artar. S evresinde DNA eşlenmesi tamamlanır. G2 evresinde hücre, bölünme hazırlığını tamamlar. Hızlı çoğalan bir insan hücresinde hücre döngüsü 24 saatte tamamlanırken embriyo hücresinde 30 dakikadan az, maya hücresinde 90 dakika, bakteri hücresinde 20 dakika gibi kısa sürede tamamlanabilir.

Karyokinez

Profaz

İnterfazda eşlenmiş durumdaki kromatinler kısalıp kalınlaşarak kromozoma dönüşürler. Çekirdek zarı, çekirdekçik ve organeller eriyerek tamamen kaybolur. Kromozomlar ekvatorial bölgeye hareket etmeye başlarlar.

Metafaz

Kardeş kromatitler ekvatorial düzlemde bir çember gibi, bazen de karışık olarak ekvatorial düzlem üzerinde dizilirler ve sentrozomlar interfazda oluşturmuş olduğu iğ ipliklerini kromozomlara doğru göndermeye başlar. Hücrenin ortasında hafif boğumlanma olur. İğ iplikleri kardeş kromatitlere tutunur. Kromozomların en net görüldüğü safhadır.

Anafaz

Kromozomlardaki sentromerlerin aynı anda ikiye bölünmesiyle kardeş kromatitler tam olarak birbirinden ayrılır. Kardeş kromatitler sentromerleriyle iğ ipliklerine tutunarak zıt kutuplara doğru çekilir. Anafaz evresi kardeş kromatitlerin zıt kutuplara ulaşmasıyla tamamlanır.

Telofaz

Profaz evresinde eriyen çekirdek zarı, çekirdekçik ve organeller yeniden oluşmaya başlar. Kutuplara çekilen kromatitler çekirdek zarının içine girerler. Kısaca bu evrede Profazda olan her şeyin tam tersi olur. Bu evreden sonra sitoplazma bölünmesi gerçekleşir.

Sitokinez (Sitoplazma bölünmesi)

Hücrede sitoplazma bölünmesi anafaz evresiyle başlar. Çekirdek ve sitoplazma bölünmesi eş zamanlı gerçekleşir. Protein yapılı mikofilamentler hayvan hücrelerinin bölünmesinde sitoplazmanın boğumlanmasında görev alır.

Mitoz bölünmede oluşan hücre sayısı $2n$ formülü ile bulunur. (n) bölünme sayısıdır.

Bazı durumlarda çekirdek bölündükten sonra sitoplazma bölünmesi olmaz. Böylece çok çekirdekli hücreler oluşur. Buna **endomitoz** denir.

Hayvan ve bitki hücrelerinde mitoz bölünme farklılıkları

- Hayvan hücrelerinde sitoplazma boğumlanarak bölündüğü halde bitki hücresinde orta lamel (ara lamel) oluşumuyla gerçekleşir.
- Bitki hücresinde iğ ipliklerini sitoplazma hazırlarken hayvan hücrelerinde bunu sentrozomlar yapar.

Eşeyssiz Üreme

Eşeyssiz üreme tek bir organizmadan yalnızca bu organizmanın genlerini alarak yeni bir canlı üremesidir. Bu üreme yönteminde ploitlik görülmez. Otomiksis durumu dışında eşeyssiz üreme sonucu oluşan organizma, ana organizmanın birebir genetik kopyasıdır. Daha dar bir tanımlama gametlerin birleşmesi dışında oluşan üreme yöntemi demek olan agamogenez terimidir. Eşeyssiz üreme arkea, bakteri ve protistler gibi tek hücreli organizmalar için ana üreme yoludur. Birçok bitki ve mantar da eşeyssiz ürer.

Eşeyssiz Üreme Çeşitleri

- *Tek hücrelilerde bölünerek üreme*
- *Rejenerasyonla üreme*
- *Tomurcuklanarak üreme*
- *Vejetatif üreme*
- *Sporla üreme olarak*
- *Partenogenez 6'ya ayrılır.*

Tek Hücrelilerde Bölünerek Üreme

Tek hücreliler bölünerek ürerler. Hücre hacim olarak belirli bir büyüklüğe ulaştıktan sonra bölünerek yeni hücreler oluşturur. Bu yeni hücreler genotip bakımından ana hücrenin aynısıdır. Temeli mitoz bölünmeye dayanan en basit üreme şeklidir. Tek hücreliler ve bazı ökaryotlar bölünerek ürerler.

Rejenerasyonla Üreme

Bazı canlıların kopan vücut kısımlarının kendilerini tamamlayarak yeni bireylere dönüşmesidir.

Rejenerasyon ile üremeye en güzel örnek, bir cins yassı solucan olan planaryalarda görülür. Yenilenme yeteneği çok fazla olan planaryalarda bölünen her parça, baş bölgesine olan uzaklıkla orantılı olarak eksilen kısımlarını yeniler. Böylece her parçadan yeni bir planarya oluşur.

Denizyıldızının bazı türleri kopan kolunu yenilerken bazılarında da kopan her bir kol kendini tamamlayarak yeni bir deniz yıldızı meydana getirir. Böylece eşeyssiz üremeyle yeni bireyler oluşur.

Genel olarak canlının gelişmişlik düzeyi ile yenilenme yeteneği arasında ters orantı vardır. Gelişmişlik düzeyi arttıkça yenilenme yeteneği azalır.

Kuş ve memelilerde rejenerasyon doku düzeyindedir. Üremeyi sağlamaz.

Tomurcuklanarak Üreme

Canlının üzerinde bir çıkıntı oluşmasıyla ortaya çıkan ana canlının benzeri bir döl oluşturmaları ile oluşan üreme şeklidir. Hidralar, bira mayaları, mercanlar ve medüzlerde görülen üreme şeklidir. Oluşan bu canlı tomurcuklanma ayrılarak tek başına yaşayabilir ya da üzerinde bulunduğu canlı ile de yaşamını sürdürür. Gözyaşı bitkisi ile ciğer otları da yapraklarıyla üreyerek tomurcukla üreme yapabilirler. Tomurcuklanmanın olmasında aynı canlı üzerinde yaşam sürdürmesine koloni halinde yaşama adı verilmektedir.

Vejetatif Üreme

Üremeden sorumlu olmayan vücut organlarının çeşitli yöntemlerle yeni bireyler oluşturmalarıdır. Özellikle kültür bitkilerinde uygulanır. Temelinde mitoz bölünme bulunduğundan bir tek ana bireyden birbirinin genetik kopyası olan çok sayıda bitki elde edilir.

Vegatif üremede kendi arasında 7'ye ayrılır. Bunlar;

Sürünücü Gövde (Stolon) ile Üreme: Sürünücü gövdenin toprağa değdiği yerlerden yeni kökler çıkarak yeni birey gelişir. Örnek; Çilek

Yumru Gövde ile Üreme: Patates, yer elması gibi bitkilerin yumru gövdeleri üzerindeki gözlerde (nodyum) gelişen sürgünler yeni bitkileri oluşturur.

Yassı Gövde ile Üreme: Soğan, sarımsak, lale gibi bitkilerin gövdelerindeki gözler gelişerek yavru bitkileri oluşturur.

Rizom (Toprak Altı) Gövde ile Üreme: Ayrık otu, zencefil gibi bitkilerin rizomları üzerindeki gözlerden gelişen yeni sürgünler yavru bitkileri oluşturur.

Çelik ile Üreme: Bitkinin kesilen veya kopan dal, yaprak, gövde gibi kısımları köklendirilerek, yeni bir bitki üretilir. Örnek; Meyve ağaçları, bazı saksı bitkileri, Afrika Menekşesi.

Aşılama ile Üreme: Bitkiden alınan özel bir kısım, aynı türün farklı çeşitlerine veya akraba türleri üzerine birleştirilerek geliştirilir. Böylece farklı türlerin ya da çeşitlerin en iyi özellikleri bir bitkide birleştirilmiş olur. Örnek; Şeftali, erik, kayısı ağaçları aşılanabilir.

Daldırma Yöntemi ile Üreme: Ana bitkinin bir dalı, ana bitkiden ayrılmadan yalnız uçları hava ve ışık alacak şekilde bükülüp toprağa gömülür. Gömülen kısım köklenince ana bitkiden ayrılarak yeni bir bitki elde edilir. Örnek; Portakal, fındık, böğürtlen.

Doku Kültürü ile Üreme: Steril şartlarda yapay bir besin ortamında bitkinin hücre, doku veya organ gibi kısımlarından yeni doku, bitki ya da bitkisel ürünlerin üretilmesidir. Örnek; Orkide, zambak, manolya, bitkilerinin çoğaltılması.

Vejetatif üreme tohumla üremeye göre daha kısa sürede gerçekleşen üretim şeklidir. Tohumla Üretilmesi çok güç veya tohum oluşum süresi çok uzun olan bitkilerde üretim bu yolla yapılır.

Sporla Üreme

Mantarlarda, bir hücreli canlılardan plazmodyumda (sıtma hastalığına neden olan protista türü) ve tohumuz bitkilerde görülen eşeysiz üreme çeşididir. Olumsuz şartlara karşı dayanıklı, sağlam bir örtü ile kaplı ve spor denilen özel hücreler ile üreme sağlanır. Sporlar uygun ortamlarda gelişerek yeni canlının oluşmasını sağlar.

Partenogenez

Dölllenmemiş yumurta hücresinden yeni bireyin meydana gelmesidir. Eklem bacaklılardan arılarda, su pirelerinde, karıncalarda, yaprak bitlerinde ve bazı kelebeklerde görülen üreme şeklidir. Eklem bacaklıların dışında bazı balık türlerinde, kurbağalarda, sürüngenlerde ve bazı kuşlarda da partenogenezle eşeysiz üreme görülebilir.

Arılarda Partenogenez :

Bal arılarında dişi arılar eşeyli üremeye, erkek arılar eşeysiz üremeye (partenogenez) oluşur. Partenogenezde döllenme olmadı için eşeysiz üretilir ancak yumurta mayozla oluştuğu için çeşitlilik görülür.

Bal arılarında cinsiyeti belirleyen kromozom sayısıdır (2n) kromozomlu olanlar dişi (kraliçe ve işçi arı), (n) kromozomlu olanlar ise erkek arılardır. İşçi arılar kısır olup bal üretimi, kovanın temizlenmesi gibi işleri yapar. Erkek arı ve kraliçe arı üreme olayına katılır. Kraliçe arının mayozla oluşturduğu yumurtalar döllenmeden gelişirse (n) kromozomlu erkek arılar oluşur. Yumurta döllenirse (2n) kromozomlu zigot oluşur. Zigottan oluşan larva bal özüyle beslenirse işçi arı oluşur, arı sütüyle beslenirse kraliçe arı oluşur. Erkek arılar mayoz sonucu oluşan yumurtalardan oluştukları için kalıtsal yapıları bir birinden farklıdır. Ayrıca erkek arılar (n) kromozomlu oldukları için mitoz bölünmeyle spermleri oluşturur.

Omurgalılarda Partenogenez:

Omurgalıların olan kamçı kuyruklu kertenkelelerin bazı türlerinde sadece partenogenezle üreme görülür. Bu türlerde yalnız dişi bireyler vardır. Üreme mevsiminde bazı dişiler, erkek rolü üstlenerek çiftleşme taklidi yapar. Bu sayede dişi bireyin yumurtlaması sağlanır. Yumurta hücreleri meydana gelirken mayoz II'de oluşan n kromozomlu yumurta hücresi ile yok olması beklenen n kromozomlu kutup hücresi yan yana gelir. Yumurta hücresinin kromozomu ile kutup hücresinin kromozomları kaynaşır. Böylece yumurta döllenmeden gelişerek 2n kromozomlu bireyleri oluşturur. Ergin bireyin hücreleri 2n kromozomludur. Ergin bireyler 2n kromozomlu oldukları için bu partenogeneze diploit partenogenez adı verilmektedir. Dölllenmemiş hindi yumurtalarının %30-40'ı partenogenezle belirli embriyonik evrelere kadar gelişebilir. Tavuk yumurtalarının ortalama 1/10 000'inde döllenmeden partenogenezle gelişme sonucu horoz meydana geldiği görülmüştür.

Mayoz ve Eşeyli Üreme

Mayoz Bölünme Nedir

Mayoz bölünme eşeyli üreyen canlıların eşey ana (üreme) hücrelerinde görülür. Mayoz bölünme sonucu genetik olarak birbirinden farklı 4 tane n kromozomlu üreme hücreleri oluşur. Üreme hücrelerine **gamet** denir. Gametler; sperm (erkek üreme hücresi) ve yumurta (dişi üreme hücresi) olmak üzere ikiye ayrılır.

– Mayoz bölünme interfaz aşamasının ardından iki bölünmenin meydana gelmesiyle oluşur.

– Mayozun birinci bölünmesine “mayoz 1”, ikinci bölünmesine ise “mayoz 2” adı verilir.

– Mayoz sonucunda dört tane haploit (n kromozomlu) hücre oluşur.

– Oluşan n kromozomlu hücreler farklılaşarak (örneğin spermlerde kuyruk gelişimi gözlemlenir) gamet hücrelerini oluşturur.

- Farklı eşeylerin gamet hücreleri birleşerek (döllenenek) mitoz bölünme özelliğine sahip yeni bir birey oluşturur.
- Mayoz bölünme her türde farklı zaman aralığında gözlemlenir.
- Mayoz bölünme sayesinde kalıtsal çeşitlilik sağlanır.
- Eşey organlarına gonad denir. Genel olarak erkek eşey organına erbezi (testis), dişi eşey organına ise **yumurtalık (ovaryum)** denir.

Mayoz Bölünmenin Evreleri

MAYOZ I

Oluşacak hücrelerin ge dizilişi ve kromozom sayısı bakımından değişikliğe uğraması bu bölünmede olur. Bölünme başlamadan önceki interfaz evresi mitozdaki gibi gerçekleşir.

Profaz I

DNA ipliklerinin kısalıp kalınlaşmaya başlaması ile başlar. Bu evre sınırları kesin olmayan 5 evreye ayrılıp incelenir. Bu evreler;

Leptoten: Kromozomların mikroskopla seçilebildikleri andan itibaren başlar. İki eş kromatit birbirine sarılı halde bulunur. Ayrıca kromatinler üzerinde kromomer denilen ve koyu boyanan bölgeler fark edilir.

Zigoten: Biri anneden diğeri babadan gelen ve birbirlerine benzeyen homolog kromozomlar yan yana gelerek eşleşmeye başlarlar. Bu eşleşme bir uçtan diğeri uca doğru devam eder. Bu evrede her biri iki kromatit taşıyan iki kromozomun yan yana durmasıyla sanki canlı n sayıda kromozom taşıyormuş gibi görülür. Görülen bu yapıya **tetrat** denir.

Pakiten: Homolog kromozomların eşleşmesi tamamlanır ancak kromozomlar kısaltmaya devam eder. Ayrıca bu evrede mitozdan farklı olarak tetratlar arasında genetik madde alışverişi olur. Buna **krossing-over** denir. Bu olay homolog kromozomların birbiri üzerine çakışan (kiyazma “chiasma”) kısmında gerçekleşir.

Diploten: Kromozomların sentromerleri ayrılmamıştır. Dört kromatit için iki sentromer vardır. Tetrat’taki homolog kromozomlar birbirinden ayrılmaya başlar. Ancak kiyazma bölgelerinde ayrılma olmaz ve kiyazmalar uca doğru kaymaya başlar.

Diakinez: Kromozomlar son halini alır. Çekirdekçik kaybolur. Çekirdek zarı parçalanır.

Metafaz I

Bu safha mitozdaki metafazdan biraz farklıdır. Mitozda eşlenmiş kromozomlar bir sıra halinde, ekvator bölgesinde dizilirlerdi. Burada ise iki sıra halinde dizilirler. Homolog kromozomlar sıralanırken karşı karşıya gelirler.

Anafaz I

Bu safhada mitozda bölünmede olduğu gibi kromatid ayrılması olmaz. Mitozun anafazında kardeş kromotidler ayrılırdı. Burada ise homolog kromozomlar (eşlenmiş haliyle) biri bir hücreye, diğeri öbür hücreye gidecek şekilde ayrılır. Yani homolog kromozom ayrılması gerçekleşir.

Mayoz bölünme sonucunda kalıtsal yapısı farklı hücrelerin oluşmasını sağlayan esas olay budur. Bir mayozda krossing-over olmasa da kalıtsal çeşitlilik sağlanır.

Telofaz I

Mitozdakinden farklı değildir. Çekirdek zarları ve çekirdekçik oluşarak, sitoplazma bölünür. Burada oluşan kik hücre haploid (n)dir. Çünkü başlangıçtaki hücrenin homolog kromozomlarından birer tanesinin bulundurulur. Ancak kromozomlar eşlenmiş olduğu için iki kromadidli haldedir. Yani DNA miktarı olarak 2n denilebilir. Kısa süren Telofaz I den olarak Mayoz II başlar.

MAYOZ II

Profaz II

Birinci bölünmenin telofazı ile ikinci bölünme arasında bir dinlenme devresi olmadan çekirdek zarı parçalanır. Birinci iç iplikçiklerinin doğrutusuna dik yeni iç iplikçikleri oluşur.

Metafaz II

Her yavru hücrenin haploid (n) kromozomu ekvatorial düzlem üzerinde dizilir, cross over olmaz.

Anafaz II

Mayoz bölünmenin 2. bölümü olan Mayoz 2'nin 3. evresidir. Ara evre olarak da adlandırılır. Bu evre mitozdaki anafaz evresine benzer. Ancak, mitozdaki anafazda kardeş kromatitler düzenli bulunurken bu evrede düzensiz bulunurlar. Bu da Mayoz bölünmede genetik çeşitliliği sağlar.

Telofaz II

Kromozomların helezonları açılır, dolayısıyla görünmez olurlar. Çekirdek zarları oluşur sitoplazma bölünür. Böylece bir hücreden 4 tane haploid hücre meydana gelir.

‘Sitoplazma bölünmesi’

Hayvansal hücrelerde: Çekirdek bölünmesi tamamlandıktan sonra sitoplazma ortadan boğumlanarak ikiye bölünür ve iki ayrı hücre oluşmuş olur.

Bitkisel hücrelerde: Oluşmuş olan iki çekirdekli hücrenin ortasında bir orta lamel (ara lamel) oluşur ve hücre duvarına kadar ulaşır. Dolayısıyla birbirine bitişik iki hücre oluşur.

Mayoz bölünme sonucunda n kromozomlu 4 hücre (gamet) oluşur.

Eşeyli Üreme

Farklı cins iki gametin birleşmesiyle yeni canlının meydana getirilmesine cinsiyetli üreme denir. Gamet, cinsiyet hücresi olarak tanımlanır.

- Dişi bireylerin üreme ana hücrelerinin mayoz bölünme ile oluşturduğu gametlere **yumurta (n)** denir.
- Erkek üreme ana hücrelerinin genellikle mayoz bölünme ile oluşturduğu gametlere **sperm (n)** denir.
- Dişi ve erkek gametin birleşmesi sonucu zigot oluşmasına döllenme adı verilir.
- Zigotun geçirdiği mitozlar sayesinde hücre sayısı artar ve yeni bir birey oluşturulur.

Hermafroditlik: Bir canlıda hem dişi hemde erkek üreme organlarının bulunmasıdır. Dişi organda yumurta, erkek organda sperm üretilir. Bazılarında oluşan yumurta hücresi ile oluşan sperm hücreleri döllenerek yeni canlılar meydana gelir. Kendi kendilerini döllenmiş olurlar. (Planarya ve bazı birkiler) Bazıları ise üreme hücrelerini aynı zamanda oluşturmazlar. Böylece kendi kendilerini dölemezler. Bu olay kalıtsal çeşitliliğin artmasında etkili olur. (Halkalı solucan ve bazı bitkiler)

Bitkilerde Eşeyli Üreme

- Tohumlu bitkilerde metagenez olayı görülür.
- Tohumlu bitkilerde ise üreme ana hücrelerinde mayoz bölünme görülür. Böylece üreme hücreleri oluşur.
- Açık tohumlu bitkilerde üreme yapısı kozalaklıdır. Kozalaklarda dişi ve erkek üreme yapısı bir arada bulunmaz. (Dişi ve erkek kozalak farklıdır.)
- Kapalı tohumlu bitkilerde üreme organı çiçektir. Bazıları dişi çiçek (Dişi üreme organı) ve erkek çiçeği (Erkek üreme organı) bir arada bulundurabilirler: (Hermafrodit) Bazıları ise dişi ve erkek çiçeği bir arada bulundurmazlar.
- Çiçekte hangi organ bulunuyorsa ona göre ismini alır. (Dişi organ varsa dişi çiçek erkek organ varsa erkek çiçek.)
- Hermafrodit olan bitkiler kendi kendilerini dölemeyip dışardan gelen polenleri alabilirler. (Polen=Erkek üreme hücresi). Böylece kalıtsal çeşitlilik artmış olur.

İnsanlarda Eşeyli Üreme

- Erkek üreme ana hücresi olan testislerden (2n kromozumlu) sperm (n kromozumlu) oluşur.
- Dişi üreme ana hücresi olan yumurtalıktan (2n kromozumlu) yumurta (n kromozumlu) oluşur.
- Sperm ve yumurta dişi bireyin yumurta kanalında döllenir. Döllenmiş yumurta zigota dönüşür. Zigot yumurta kanalında birkaç gün bekledikten sonra döl yatağına (Rahim=uterus) geçer. Zigot burada embriyoya dönüşür ve gelişimini burada tamamlar.
- Zigot ve embriyo 2n kromozomludur.
- Eğer döllenme gerçekleşmezse yumurta kanalında bekleyen yumurta döl yatağına geçer. Bozulan yumurta vajinal kanamayla dışarı atılır. (Adet kanaması). Bu olay 28 günde bir tekrarlanır.