

MİTOZ BÖLÜNME

Genel Özellikler ve Biyolojik Önemi

- **Tanım:** Mitoz (Karyokinez); ökaryotik hücrelerde çekirdek ve sitoplazma bölünmesini içeren, kalıtsal devamlılığı sağlayan temel bölünme şeklidir.
- **Amaç (Tek Hücrelilerde):** Ökaryotik tek hücreli canlılarda (Örn: Amip, Paramesyum) eşeysiz üremeyi sağlar.
- **Amaç (Çok Hücrelilerde):** Organizmanın büyümesini, gelişmesini ve yıpranan dokuların onarılmasını/yenilenmesini sağlar.
- **Kalıtsal Yapı:** Ana hücredeki kalıtım maddesi (DNA), yavru hücrelere nicelik ve nitelik bakımından aynen ve eşit şekilde aktarılır.
- **Sonuç:** Bölünme sonucunda oluşan hücrelerin kromozom sayısı ve yapısı değişmez, kalıtsal çeşitlilik (mutasyon yoksa) oluşmaz.
- **Kapsam:** Farklı kromozom takımlarına sahip (n , $2n$, $3n$) hücrelerde gerçekleşebilir.



[DİKKAT KUTUSU]:

Bazı özelleşmiş hücrelerin (Örn: Olgun alyuvarlar, sinir hücreleri, retina hücreleri) **bölünme yeteneği yoktur.** Özellikle memelilerin olgun alyuvarları çekirdeklerini kaybettikleri için mitoz geçiremezler.

HÜCRE DÖNGÜSÜ: Süreç ve Aşamalar

Hücre döngüsü, bir hücrenin bölünmeye başlamasından, onu takip eden diğer bölünmeye kadar geçen süreçtir.

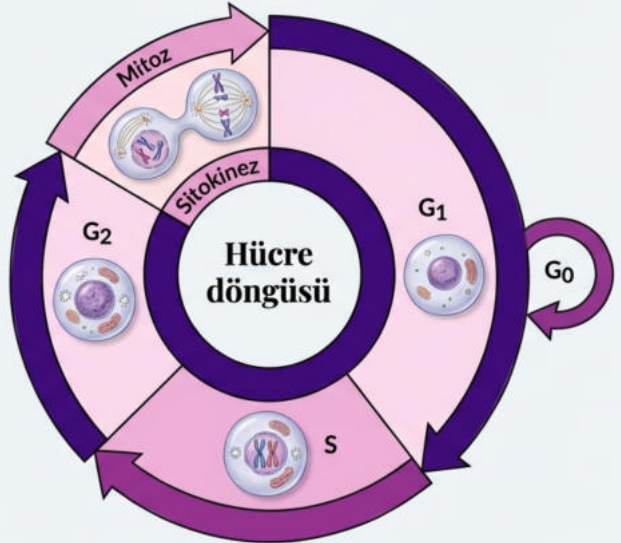
İki ana evreden oluşur:

1. **İnterfaz:** Bölünme öncesi hazırlık evresi (Döngünün en uzun kısmı).
2. **Mitotik Evre:** Bölünmenin gerçekleştiği evre (Mitoz ve Sitokinez).

Mitotik Evre Aşamaları:

- **Karyokinez (Çekirdek Bölünmesi):** Profaz, Metafaz, Anafaz, Telofaz.
- **Sitokinez:** Sitoplazma Bölünmesi.

[DİKKAT KUTUSU]: Prokaryot canlılarda (bakterilerde) zarla çevrili çekirdek ve mikrotübül yapılı hücre iskeleti bulunmadığından, mitoz bölünme ve iğ ipliği oluşumu görülmez. Onlar basitçe ikiye bölünerek çoğalır.



İTERFAZ (Hazırlık Evresi) ve Alt Evreleri

1. G₁ Evresi

Hücre büyür, sitoplazma miktarı artar. Organel sayısı artar, protein ve ATP sentezi hızlanır artar, protein ve ATP sentezi hızlanır.



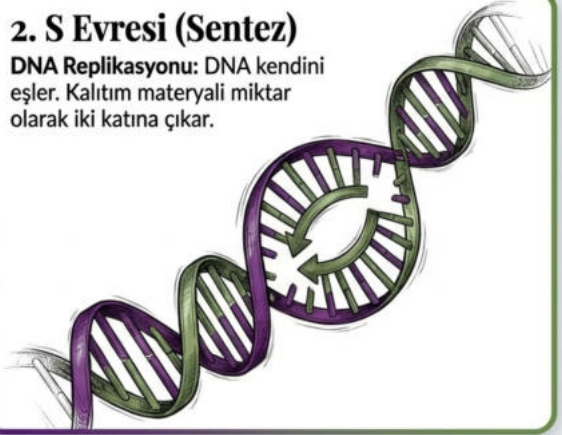
3. G₂ Evresi

- Bölünme için son hazırlıklar yapılır.
- Hayvan hücrelerinde sentrozom (sentriller) eşlenmesi tamamlanır.
- Protein sentezi devam eder.



2. S Evresi (Sentez)

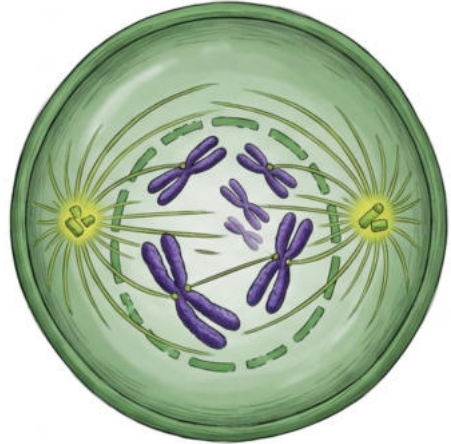
DNA Replikasyonu: DNA kendini eşler. Kalıtım materyali miktar olarak iki katına çıkar.



[DİKKAT KUTUSU]: İnterfazın S evresinde DNA eşlendiği için DNA miktarı iki katına çıkar ($2c \rightarrow 4c$). Ancak kromozom sayısı bu evrede değişmez, kromozomlar 'kardeş kromatitli' hale gelir.

MİTOTİK EVRE 1: PROFAZ

- Mitozun en uzun süren evresidir.
- **Kromatin -> Kromozom:** İnterfazda ip yumağı şeklinde olan kromatin iplikler, kısalıp kalınlaşarak belirgin kromozom halini alır.
- **Kromozom Yapısı:** Her bir kromozom, birbirine sentromer bölgesinden tutunmuş özdeş iki kardeş kromatitten oluşur.
- **Çekirdek Değişimi:** Çekirdek zarı ve endoplazmik retikulum (ER) parçalanarak erir; çekirdekçik kaybolur.
- **İğ İplikleri:** Mikrotübül yapılı iğ iplikleri oluşur ve kromozomların kinetokor bölgelerine bağlanır. Hayvan hücrelerinde sentrozomlar zıt kutuplara çekilerek iğ ipliklerini düzenler.



[DİKKAT KUTUSU]

Bitki hücrelerinde sentrozom yoktur. İğ iplikleri sitoplazmadaki 'mikrotübül organize edici merkezler' tarafından oluşturulur.

MİTOTİK EVRE 2: METAFAZ



Dizilim: İğ ipliklerine kinetokorlarından tutunmuş kromozomlar, hücrenin ekvatorial düzleminde (Metafaz Plağı) yan yana tek sıra halinde dizilirler.

Görünürlük: Kromozomların en belirgin, en net görüldüğü ve en kalın olduğu evredir.

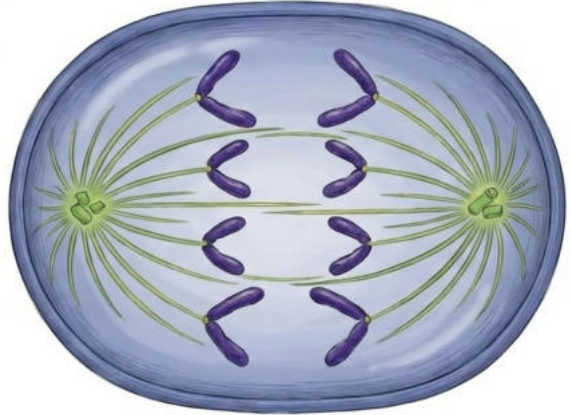
Karyotip Analizi: Kromozomların sayı, şekil ve büyüklüklerinin incelenmesi (Karyotip çıkarma) bu evrede yapılır. Bu analiz ile Down sendromu gibi kromozom anormallikleri ve kalıtsal hastalıklar tespit edilebilir.

[DİKKAT KUTUSU]

Kinetokorlara bağlı olmayan serbest iğ iplikleri, hücrenin boyca uzamasını sağlar.

MİTOTİK EVRE 3: ANAFAZ (Ayrılma Evresi)

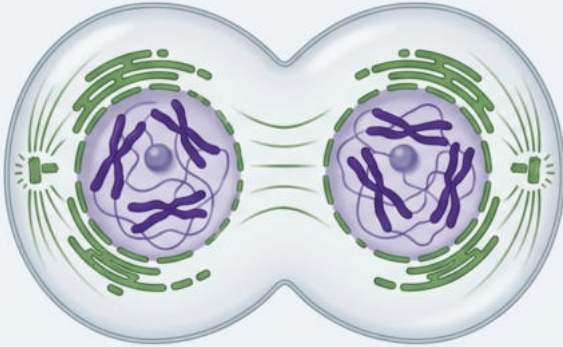
- **Mekanizma:** Kardeş kromatitleri bir arada tutan sentromer bölgesindeki proteinler çözülür.
- **Ayrılma:** İğ ipliklerinin kısılmasıyla kardeş kromatitler birbirinden ayrılarak zıt kutuplara çekilir.
- **İsim Değişikliği:** Zıt kutuplara giden her bir kardeş kromatit, artık bağımsız bir Kromozom olarak adlandırılır.
- Bu olay, mitoz sonucunda oluşan hücrelerin genetik yapısının ve kromozom sayısının ana hücreyle aynı olmasını sağlayan temel mekanizmadır.



[DİKKAT KUTUSU]

Anafaz evresinde kardeş kromatitler ayrıлып bağımsız kromozom sayıldığından, hücrenin kromozom sayısı geçici olarak iki katına çıkar ($2n \rightarrow 4n$).

MİTOTİK EVRE 4: TELOFAZ

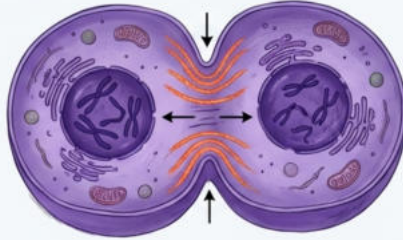


- Olaylar bakımından genel olarak Profazın tersi niteliğindedir.
- **Çekirdek Oluşumu:** Kutuplara çekilen kromozomların etrafında çekirdek zarı ve endoplazmik retikulum yeniden oluşur.
- **Görünüm:** Çekirdekçik tekrar görünür hale gelir. Hücre bu aşamada tek sitoplazma içinde iki çekirdekli bir görünüme sahiptir.
- **Dönüşüm:** Kromozomlar tekrar açılarak, incelik uzar ve kromatin iplik haline (ağ yapısına) döner.
- İğ iplikleri kaybolur.
- Genellikle Telofazın sonuna doğru sitoplazma bölünmesi başlar.

SİTOKİNEZ (Sitoplazma Bölünmesi)

HAYVAN HÜCRESİ

Karyokinez tamamlandıktan sonra sitoplazmanın bölünmesidir. Bitki ve hayvan hücrelerinde yapısal farklılıklardan dolayı farklı gerçekleşir:

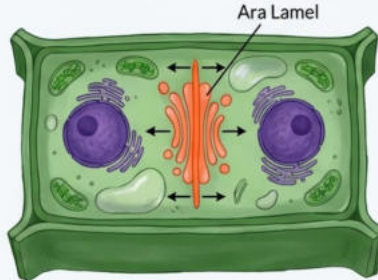


HAYVAN HÜCRESİ

Karyokinez tamamlandıktan sonra sitoplazmanın bölünmesidir. Bitki ve hayvan hücrelerinde yapısal farklılıklardan dolayı farklı gerçekleşir:

Hayvan Hücrelerinde (Boğumlanma)


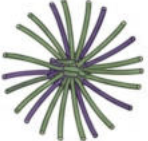

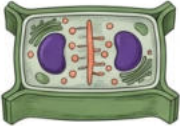
- Hücre zarının altındaki mikrofilamentlerin (aktin ve miyozin) kasılmasıyla gerçekleşir.
- Hücre dıştan içe doğru boğumlanarak ikiye ayrılır.



Bitki Hücrelerinde (Ara Lamel)

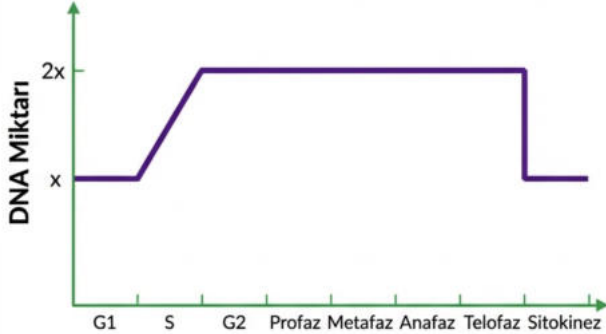
- Sert hücre çeperi olduğu için boğumlanma gerçekleşmez.
- Golgi aygıtından ayrılan keseciklerin hücrenin ortasında birikmesiyle **Orta Lamel (Ara Plak)** oluşur.
- Oluşum merkezden çevreye (zara) doğru ilerler.

KARŞILAŞTIRMA: Bitki ve Hayvan Hücrelerinde Mitoz Farkları

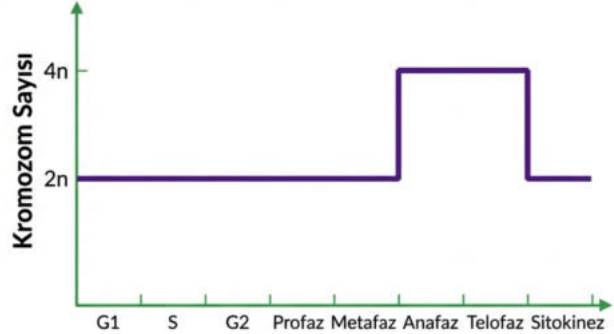
Özellik	Hayvan Hücresi	Bitki Hücresi
İğ İpliklerinin Kaynağı	Sentrozom (Sentrioller) tarafından oluşturulur. 	Sitoplazmadaki mikrotübül organize edici merkezler tarafından oluşturulur. 
Sitokinez Şekli	Hücre zarının dıştan içe boğumlanmasıyla. 	Merkezden çevreye orta lamel (ara plak) oluşumuyla. 
Sentrozom Varlığı	Sentrozom vardır ve interfazda eşlenir.	Gelişmiş bitki hücrelerinde (tohumlu bitkiler) sentrozom bulunmaz.

GRAFİK ANALİZİ: DNA ve Kromozom Sayısı Değişimi

DNA Miktarı Değişimi



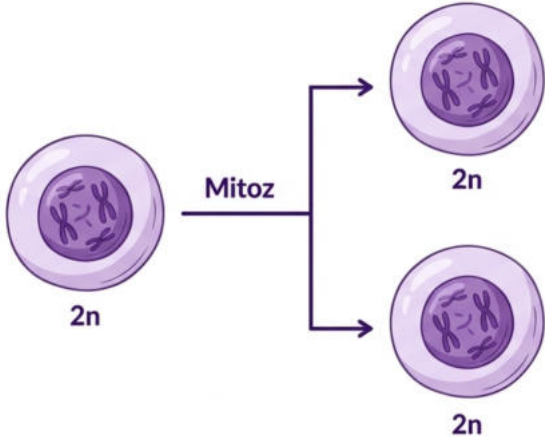
Kromozom Sayısı Değişimi



- **DNA Miktarı:** S evresinde 2 katına çıkar, Sitokineзде yarıya iner.
- **Kromozom Sayısı:** Anafazda kardeş kromatitler ayrılınca 2 katına çıkar, Sitokineзде normale döner.

[DİKKAT KUTUSU]: Grafikli sorularda 'Miktar (mg)' ile 'Sayı (n)' farkına dikkat edilmelidir.
DNA miktarı S evresinde, Kromozom sayısı Anafaz evresinde artar.

SONUÇ VE ÖZET



- Mitoz bölünme sonucunda, **genetik yapısı ve kromozom sayısı** ana hücreyle tıpatıp aynı olan 2 yeni hücre oluşur.
- **Hücre Sayısı Hesabı:**
Mitoz sonucu oluşacak hücre sayısı 2^n formülü ile hesaplanır.
(n = geçirdiği mitoz bölünme sayısı).
Örnek: Bir hücre arka arkaya 3 kez mitoz geçirirse $2^3 = 8$ hücre oluşur.
- Oluşan hücrelerin sitoplazma miktarı ve organel sayıları farklılık gösterebilir, ancak genetik yapı (DNA dizilimi) kesinlikle aynıdır.