

MİTOZ HÜCRE BÖLÜNMESİ

biyolojim.net

Hücre bölünmesinin canlılar için önemi

Hücre Döngüsü

Murat Arıtan
Biyoloji öğretmeni

MİTOZ

*Mitoz ile 2 hücre oluşur.

*Mitoz ile kromozom sayısı değişmez.

*Oluşan hücreler genetik olarak aynıdır.

*Mitoz ile büyüme, onarım, vb. gerçekleşir.

İnterfaz

Profaz

Metafaz

Anafaz

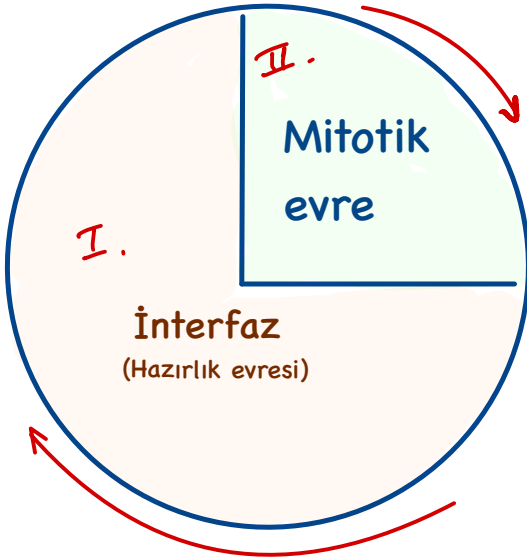
Telofaz

Sitokinez

Mitoz



Hücre Döngüsü



1

İnterfaz

(Bölünmeye hazırlık evresi)

2

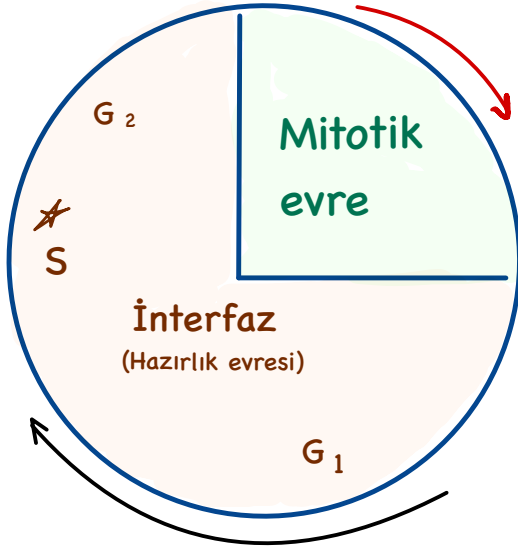
Mitoz

(Çekirdek bölünmesi)

1. Profaz
2. Metafaz
3. Anafaz
4. Telofaz

3

Sitoplazma bölünmesi



Profaz

Metafaz

Anafaz

Telofaz

Sitoplazma bölünmesi
(Sitokinez)

Mitoz
(Çekirdek bölünmesi)
(Karyokinez)

Mitotik evre

Mitoz
(Karyokinez)
(Çekirdek bölünmesi)

Sitoplazma bölünmesi
(Sitokinez)

G_1 S G_2
İnterfaz

Profaz

Metafaz

Anafaz

Telofaz

Sitokinez
(Sitoplazma bölünmesi)

Mitoz

(Karyokinez)

(Çekirdek bölünmesi)

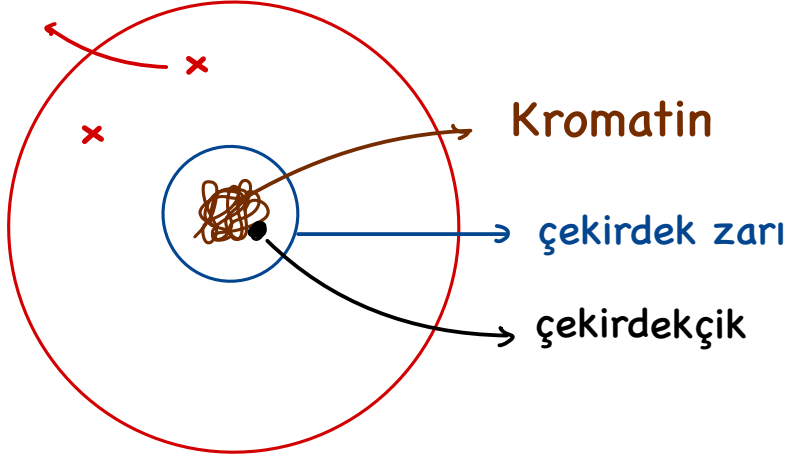
Mitotik evre

Hücre Döngüsü

İnterfaz

(Hazırlık evresi)

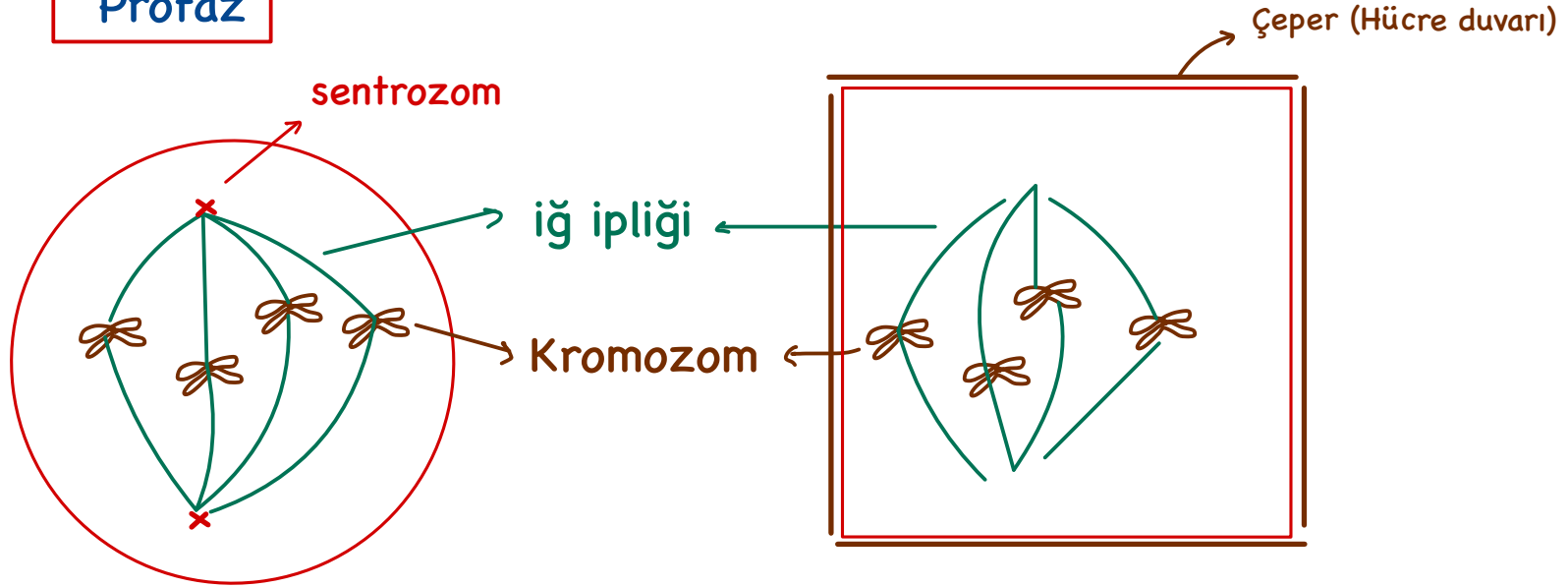
sentrozom



*Kromatin (DNA) miktarı iki katına çıkar.

*(Hayvan hücrelerinde, sentrozom iki tane olur.)

Profaz



*Kromatin iplikler, (kardeş kromatitli) kromozomlara dönüşür.

*İğ iplikleri, kromozomlara (kinetokor bölgelerinden) bağlanır.

*Çekirdek zarı erir.

*Çekirdekçik kaybolur.

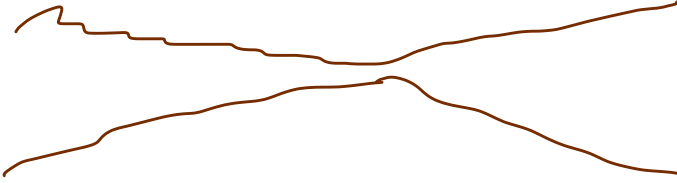
Not:



interfaz
evresi



Profaz
evresi

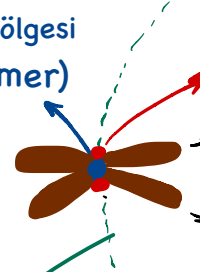


Kromatin
(Eşlenmiş kromatin)



Kısalıp kalınlaşır

Boğum bölgesi
(Sentromer)



Kinetokor protein

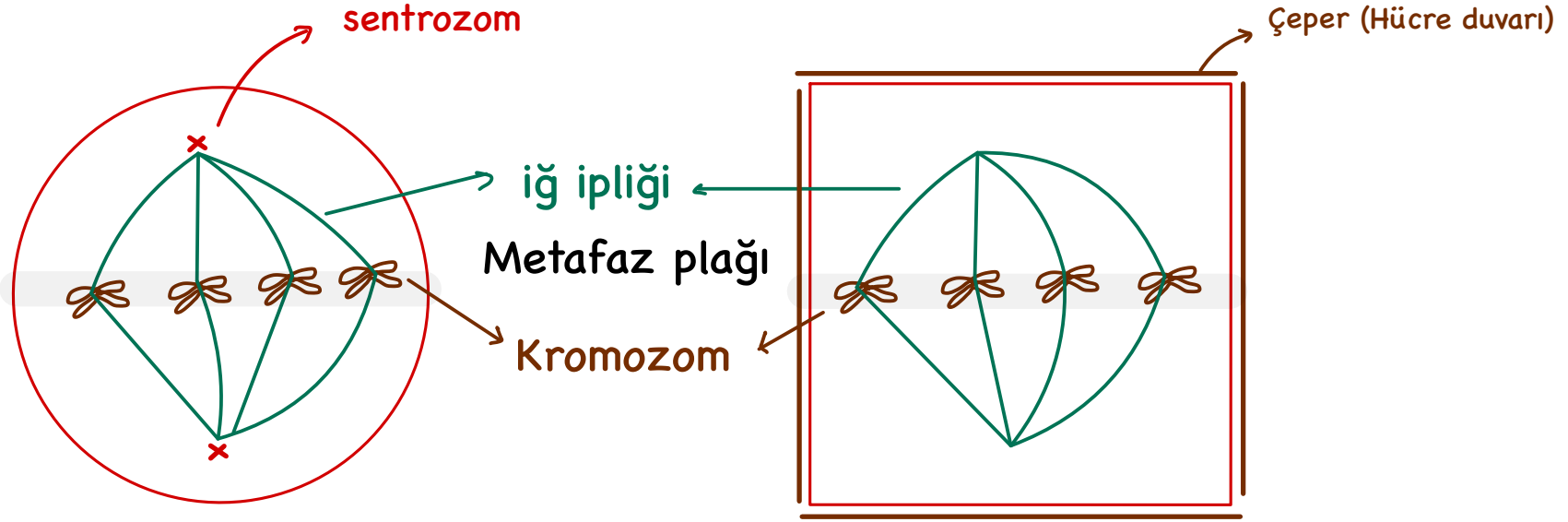
Kromatit (Kardeş
kromatitler)

Kromozom
(Kardeş kromatitli
kromozom)

İğ ipliği

(mikrotübül protein)

Metafaz



*Kromozomlar, hücrenin orta düzleminde (metafaz plağı) tek sıra halinde dizilir.

*Kardeş kromatitler, ayrılmaya hazır hale gelir.

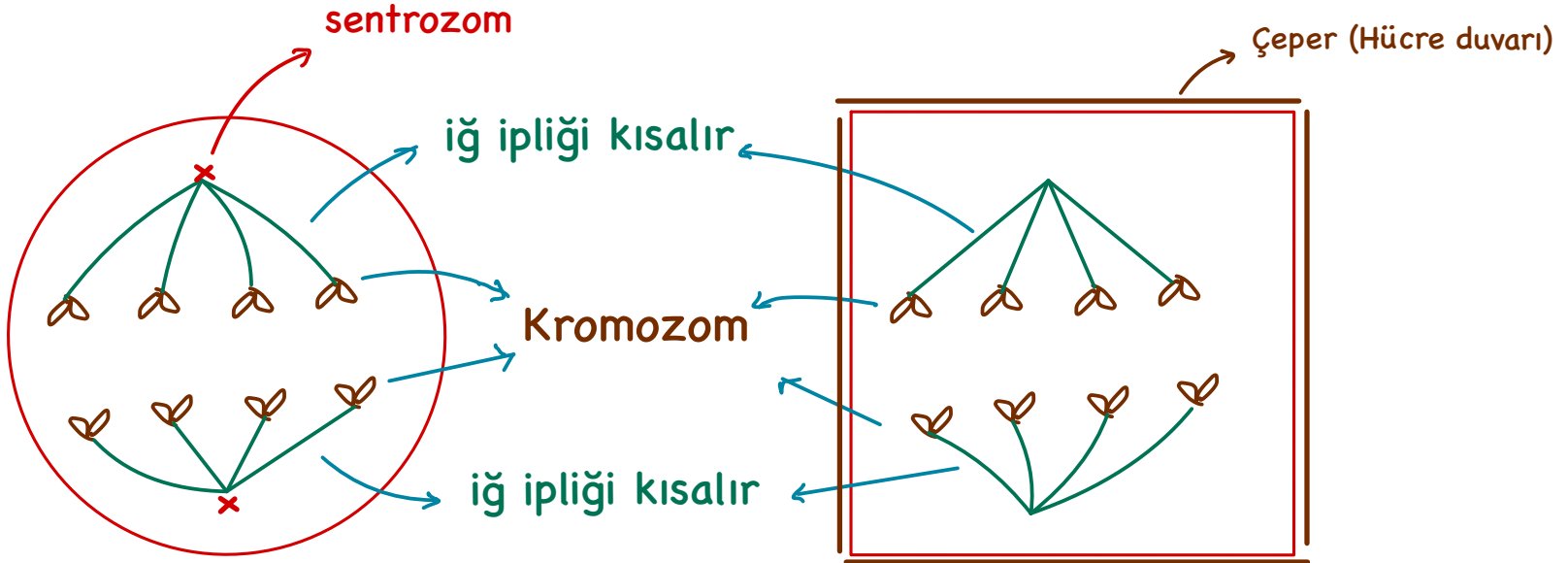
*Metafaz da KARYOTİP (kromozom haritası) analizi yapılır.

2 Sentrozom

4 Kromozom

8 Kromatit

Anafaz



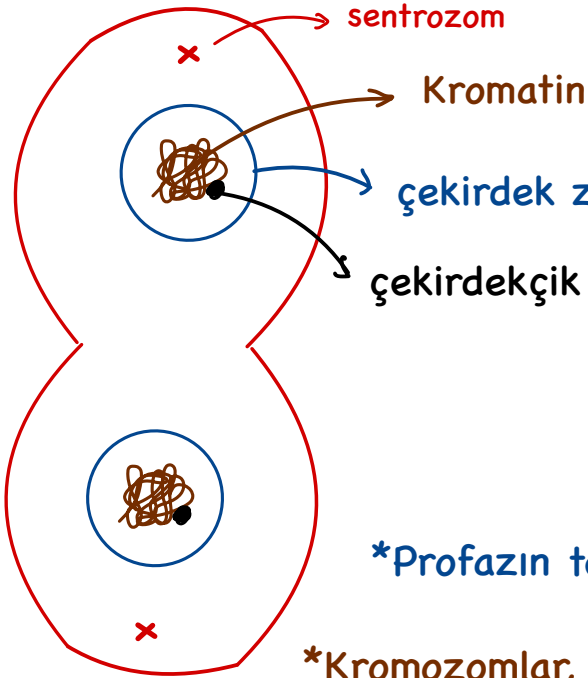
*Metafazda bulunan kardeş kromititler, anafazda ayrılır.

*Anafaz, ayrılık safhasıdır.

*Kromozom sayısı iki katına çıkar.

Hücrede 8 Kromozom var.

Telofaz



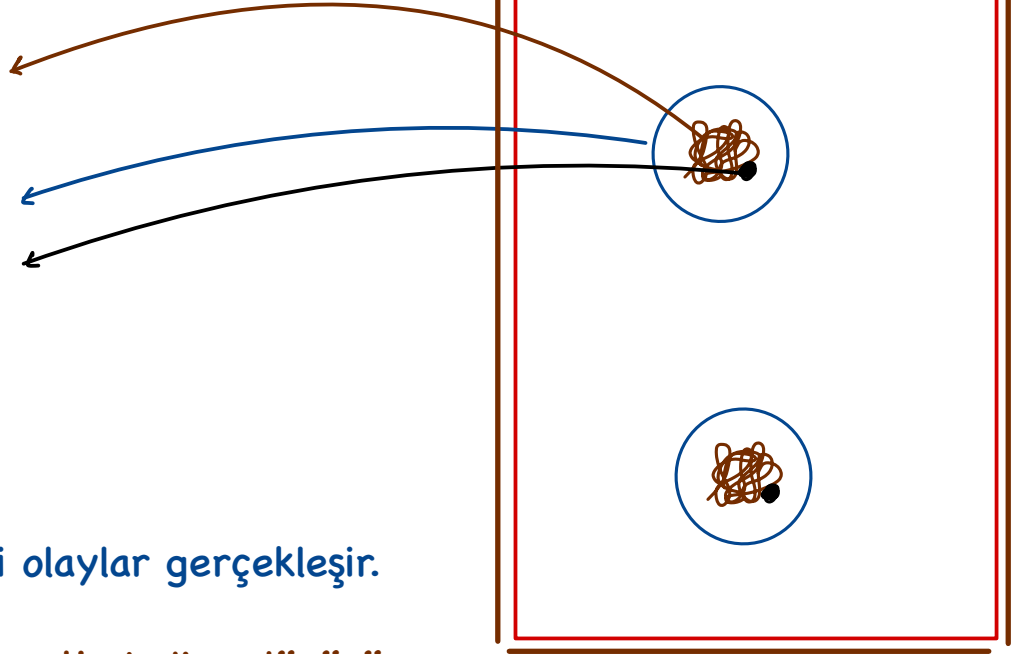
*Profazın tersi olaylar gerçekleşir.

*Kromozomlar, kromatin haline dönüşür.

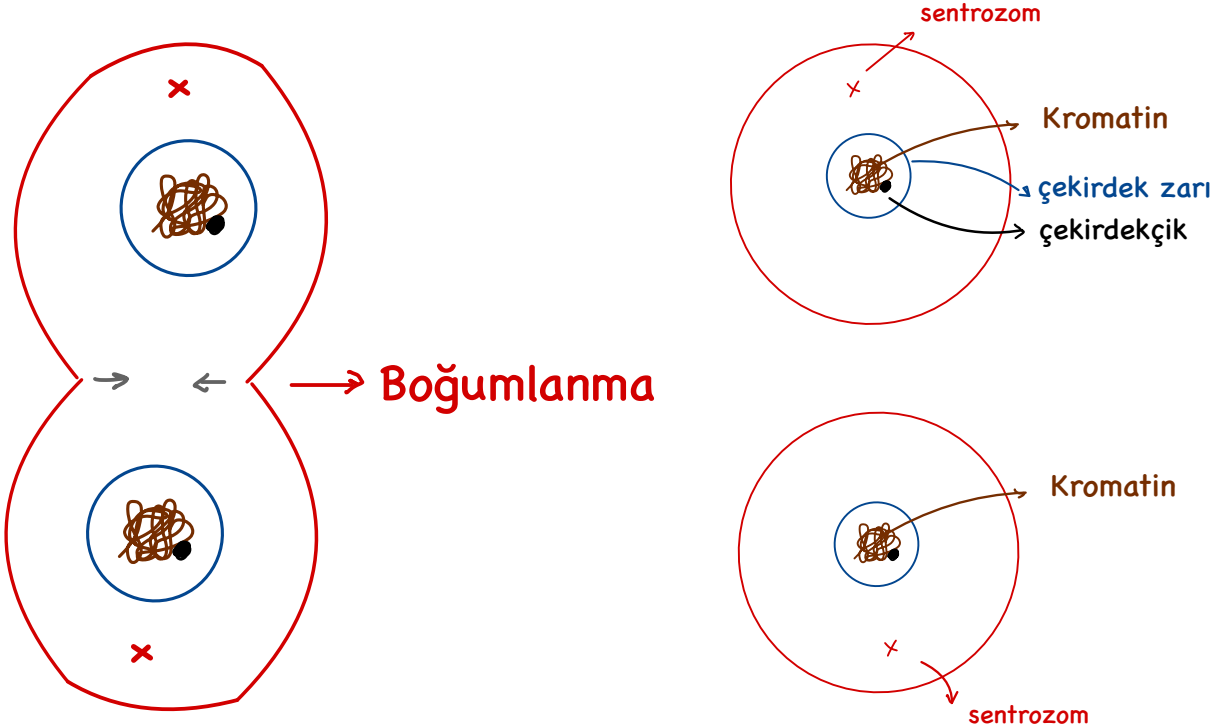
*İğ iplikleri kaybolur.

*Çekirdek zarı yeniden oluşur.

*Çekirdekçik yeniden görünür hale gelir.

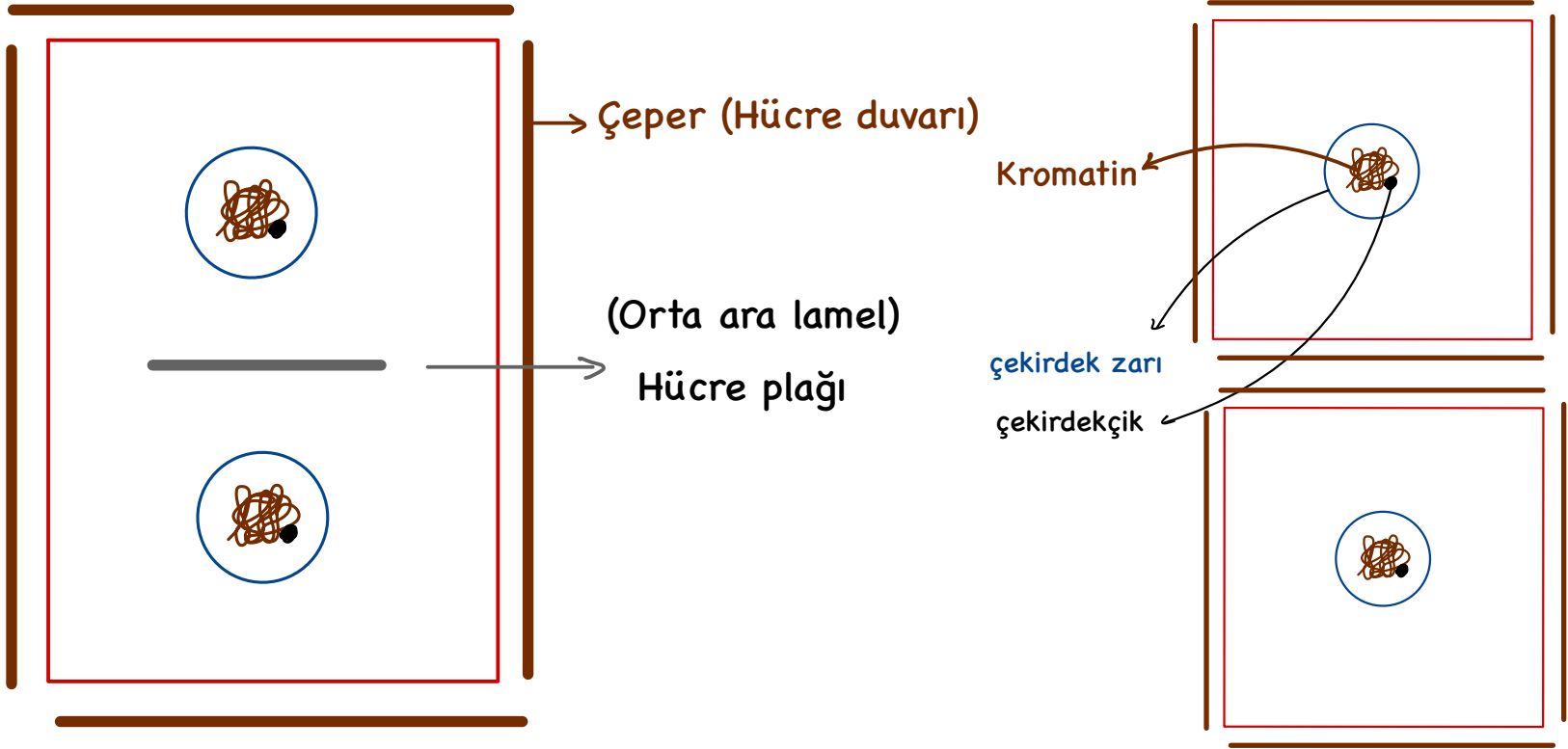


Hayvan Hücrelerinde Sitoplazma Bölünmesi (Sitokinez)



*Sitoplazma bölünmesi, hayvan hücrelerinde, boğumlanma ile gerçekleşir.

Bitki Hücrelerinde Sitoplazma Bölünmesi (Sitokinez)

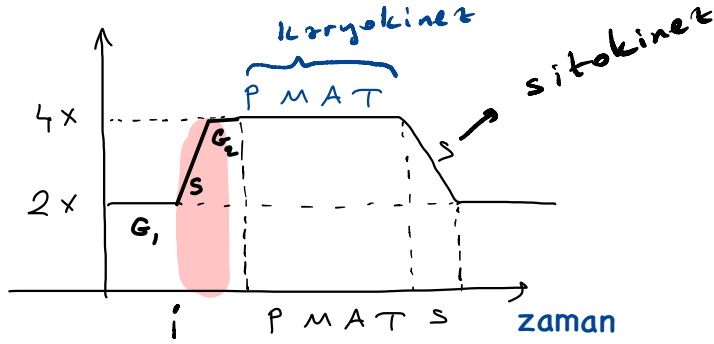


*Sitoplazma bölünmesi, bitki hücrelerinde, hücre plağı (orta ara lamel) ile gerçekleşir.

Not:

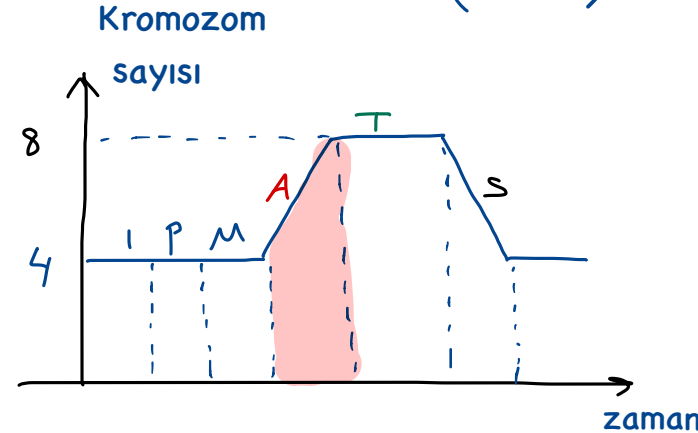


*DNA miktarı interfaz da iki katına çıkar.



*Kromozom sayısı anafaz da iki katına çıkar.

$$(2n = 4)$$

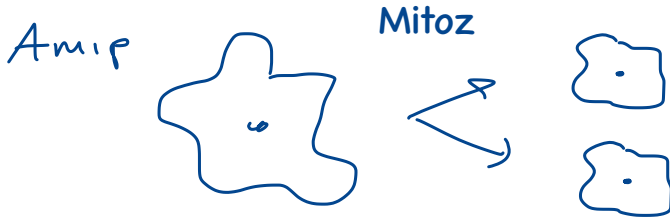


Mitoz Hücre Bölünmesi

*Çok hücreli canlılarda; hücre bölünmesi ile; büyüme, gelişme, onarım vb. gerçekleşir. (Mitoz)



*Tek hücreli canlılarda; hücre bölünmesi ile; üreme (çoğalma) gerçekleşir.





Hücre Neden bölünür?

* $\frac{\text{Hacim}}{\text{Yüzey}}$ oranının bozulması (artması)

→ Hacim, yüzeye göre daha fazla artar.

Yüzey alanı yetersiz kalır.



Hücre bölünmek zorunda kalır.

* $\frac{\text{Yüzey}}{\text{Hacim}}$ oranının bozulması (azalması)

hücre bölünmesini tetikler.

Sitoplazma oranının bozulması (artması)

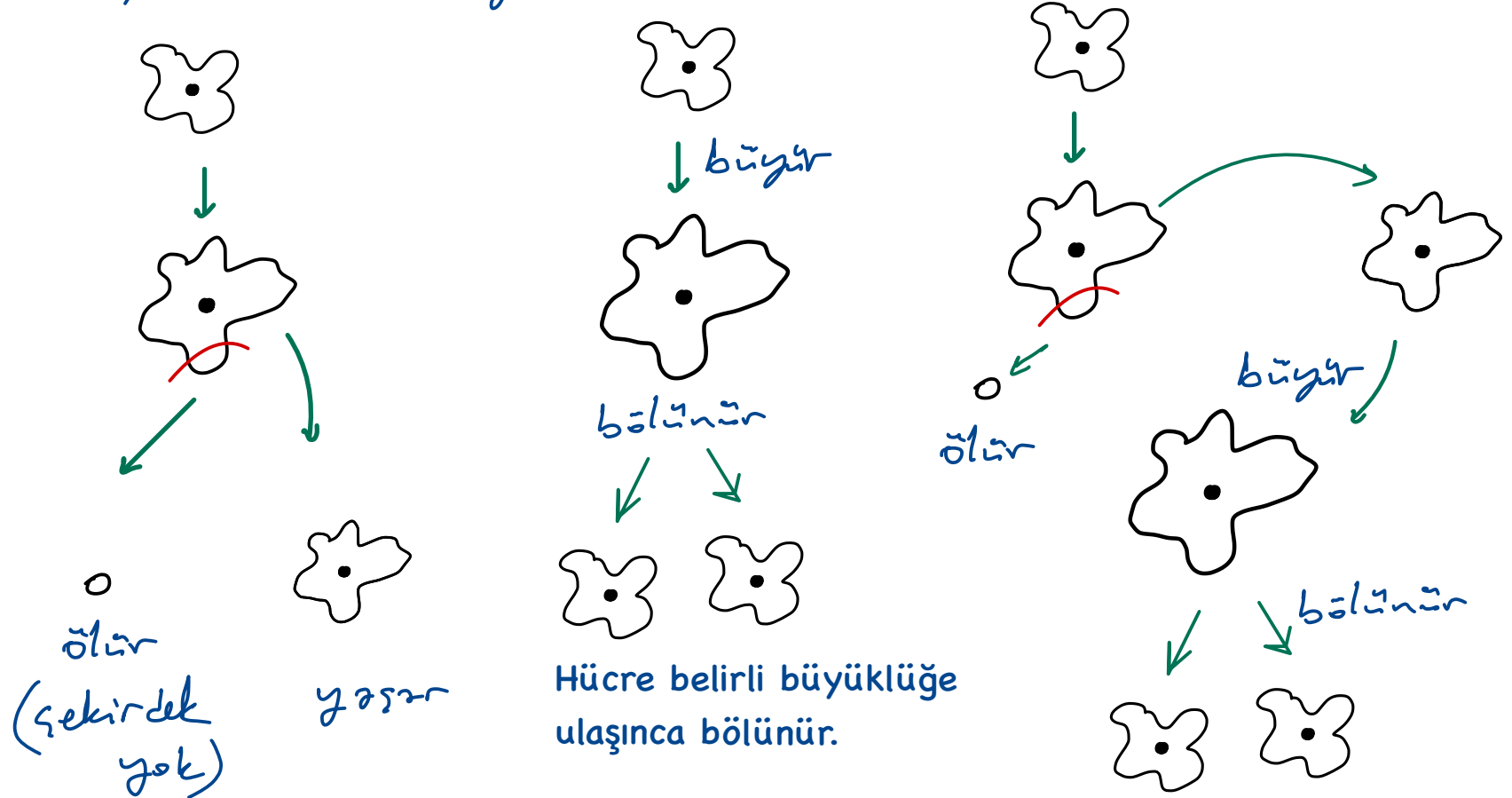
→ Çekirdek Hücre büyüdükçe çekirdek, hücre metabolizmasını yönetmekte zorlanır.

Hücre bölünmek zorunda kalır.

$\frac{\text{çekirdek}}{\text{sitoplazma}}$ oranının azalması h.b. tetikler.

Hücre bölünmesi, çekirdek kontrolünde gerçekleşir.

ör/ Amip deneyi



İnterfaz

Bölünmeye hazırlık evresi.

G₁

S

G₂

Hücrenin büyümesi
gerçekleşir.



DNA eşlenir.
(Replikasyon)

Bölünmeye son hazırlık

Hücrenin normal faaliyetleri
gerçekleşir.

*Hayvan hücrelerinde
Sentrozom iki
kete çıkar.

* Kontrol
noktası

* Kontrol
noktası

G₀ ⇌

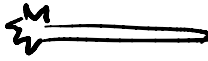
Bölünme
yok

Sinir
hücreleri

*Sinir hücreleri
bölünme yeteneğini
kaybetmiş.

$G_0 \rightarrow$ Bölünmeyen hücre işi kullanan safhadır.

Bölünme döngüsünde olmayan hücredir.

ör/ Sinir hücresi 

iskelet kas hücresi

Göz retina hücreleri

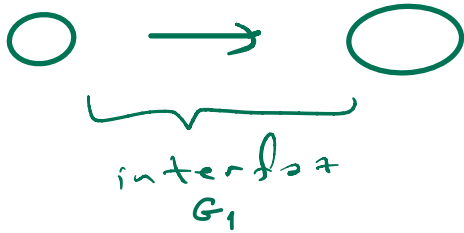
* $G_0 \rightarrow G_1$ Karaciğer hücresi (ihtiyaç durumunda karaciğer hücresi mitoz bölünme yapar)

* $G_1 \rightarrow G_0$ Sinir hücresi (Sinir hücresinde mitoz bölünme görülmez)

İnterfaz

- ① * Hücrenin, bölünmeden önceki büyüme sürecidir. Hücrenin büyümesi

Ek bilgi



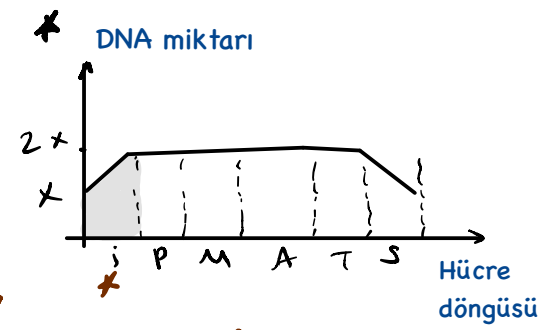
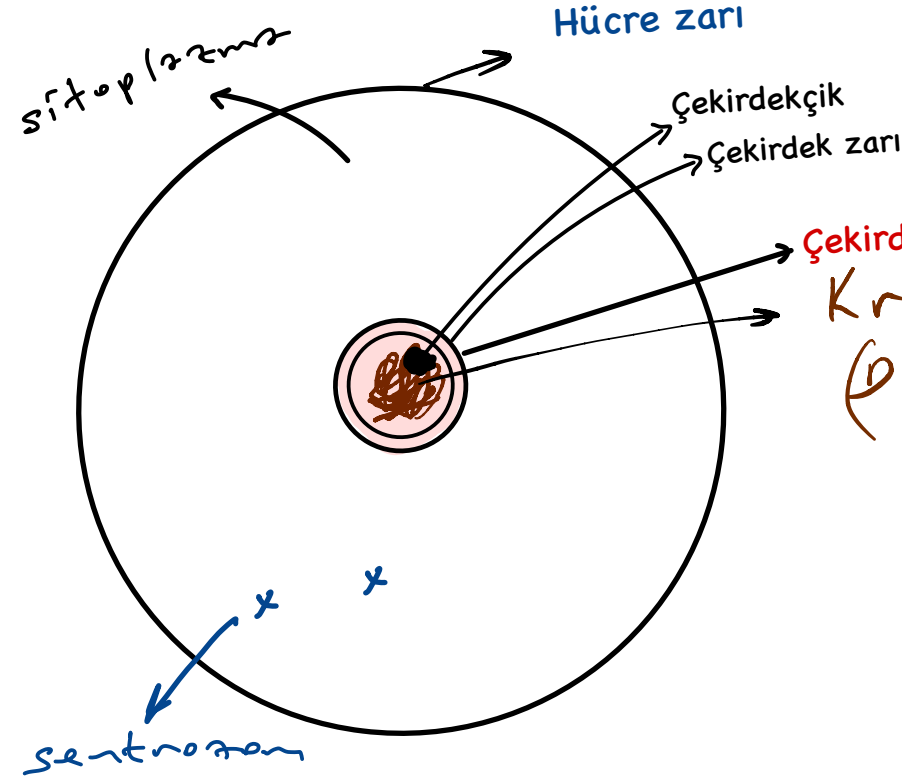
* Zigottan hemen sonra gerçekleşen mitoz hücre bölünmelerinde, büyüme olmadan interfazin S evresine geçilir.



- ② * Hücrenin normal faaliyetlerini sürdürmesidir. Ör/Karaciğer hücresi

- ③ * Bölünme için hazırlık evresidir. ihtiyaç duyulan proteinler, enzimler ... üretilir.

İnterfaz

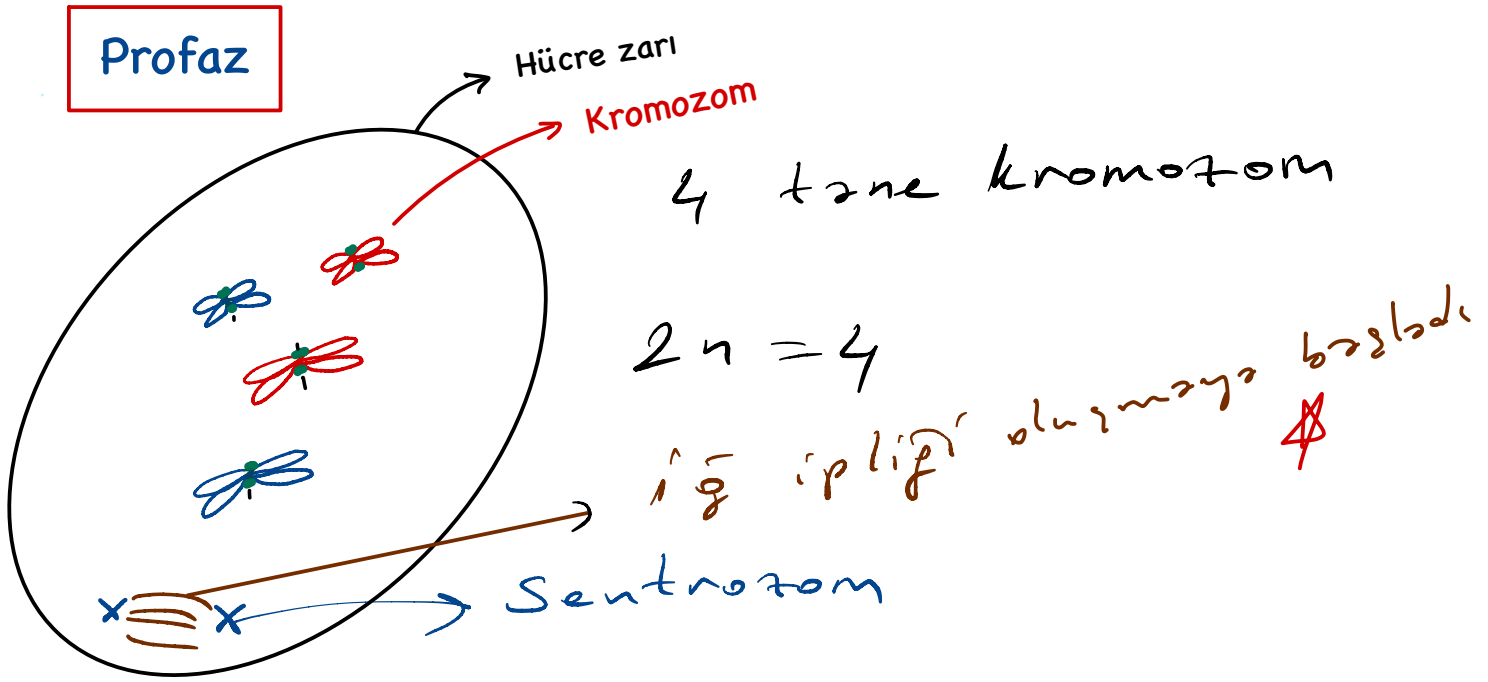


*Kalıtım materyali, interfaz evresinde KROMATİN olarak adlandırılır.

*İnterfaz evresinde; kromatin (DNA) miktarı iki katına çıkar.

*Hayvan hücrelerinde sentrozom (sentriller) kendini eşler.

Profaz



*Kromatinler, (kardeş kromatitli) kromozomlara dönüşür.

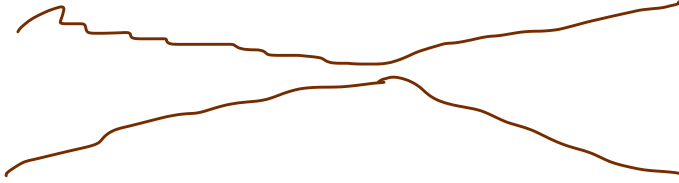
*İğ iplikleri oluşur ve kromozomlara (kinetokor bölgelerinden) bağlanır.

*Çekirdek zarı erir. Çekirdeksik kaybolur.

interfaz
evresi



Profaz
evresi



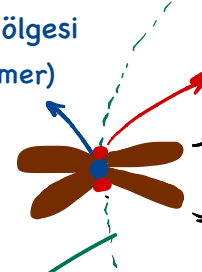
Kromatin
(Eşlenmiş kromatin)



Kısalıp kalınlaşır

Boğum bölgesi
(Sentromer)

Kinetokor protein



Kromatit (Kardeş
kromatitler)

Kromatit

Kromozom

(Kardeş kromatitli
kromozom)

iğ ipliği

(mikrotübül protein)

Metafaz

⊕ Eşlenmiş kromozomlar hücrenin ekuator düzleminde tek sıra halinde dizilir.

* Kromozomların en net sayılabilirdiği evredir.

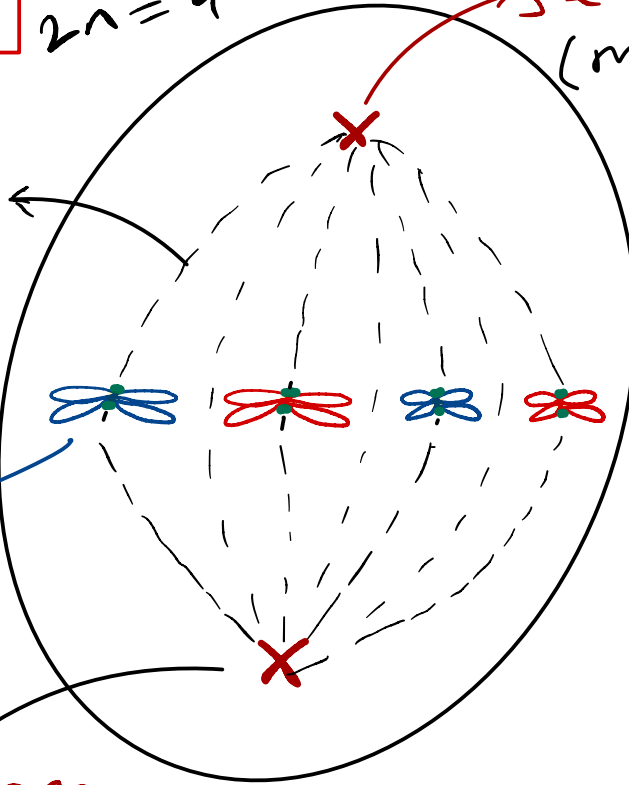
* Metafaz'da, kontrol noktası var.

(Kontrol Noktası = $\underbrace{G_1 \ G_2 \ M}_i$ ~~*~~)

Metafaz

$$2n = 4$$

İğ ipliği
(mikrotübül)
(hücre iskeleti)
Kromatidli
kromozomlar



Sentrozom
(sentrifoller)

Ek bilgi

* Homolog kromozomlar yan yana dizilmiştir.

Sentrozom
(mikrotübül)

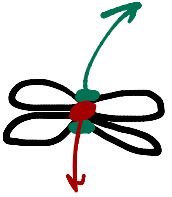
4 tane kromozom
8 tane kromatit
4 tane sentromer
(bağum bölgesi)

8 tane kinetokor

2 tane sentrozom

4 tane sentriol

kinetokor

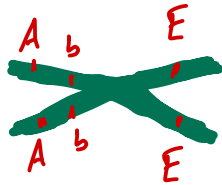


Sentromer bölgesi
(kromozomun boğum bölgesi)

Ek bilgi

* Aynı kromozomda bulunan iki kardeş kromatit
birbirinin aynisidir.*

* Kardeş kromatit, aynı genleri bulundurur.



1 kromozom

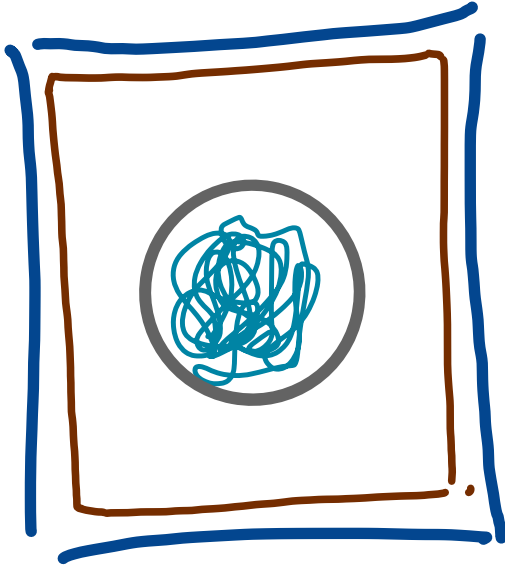
2 kromatit

1 sentromer

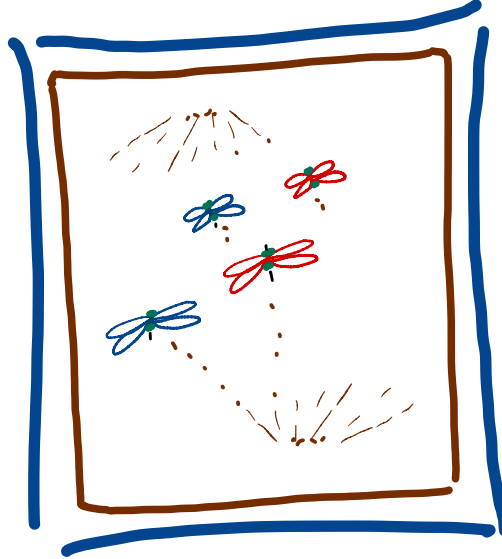
2 kinetokor

Bitki hücrelerinde;

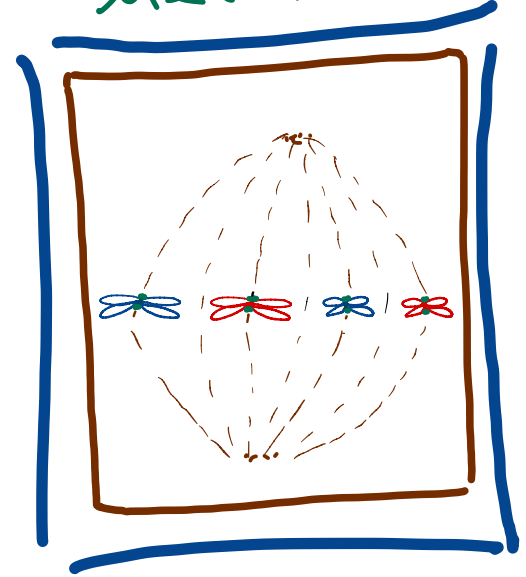
interfaz



profa



metafa

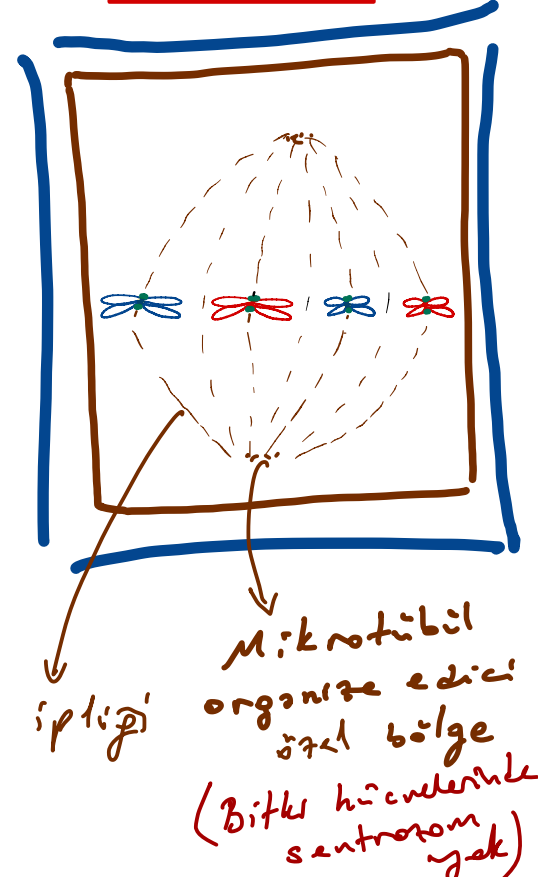
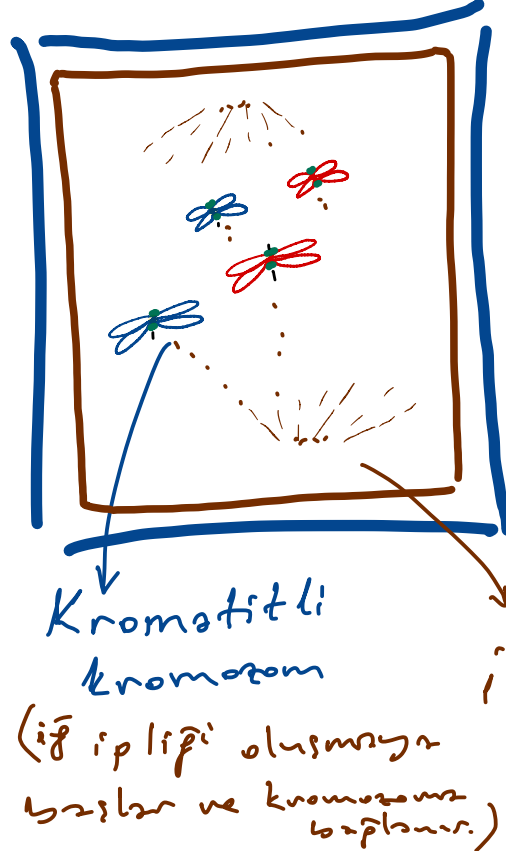
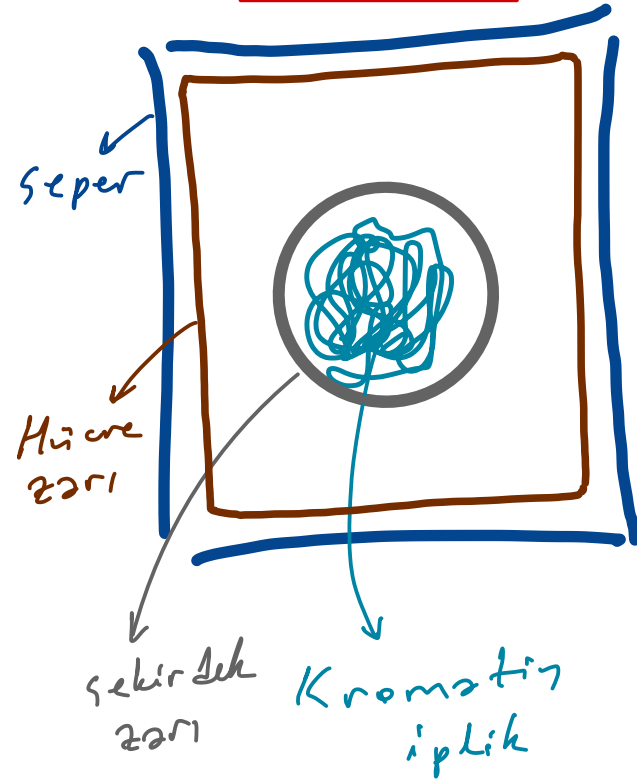


Bitki hücresinde;

İnterfaz

Profaz

Metafaz



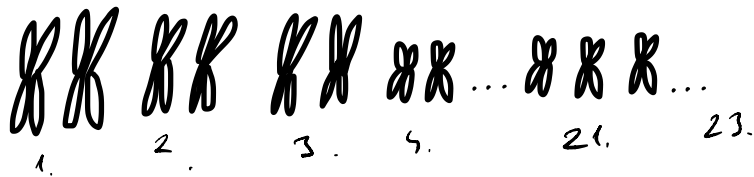


Karyotip

(Kromozom haritası)

* Kromozomların, sentromer yerleri ve büyüklüklerine göre tek sıra halinde sıralanmasıdır.

Metastaz evresinde elde edilen veriler ile karyotip belirlenir.



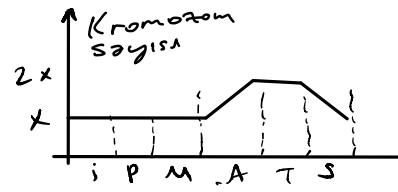
* Karyotip analizi,

Özellikle gebelikte, bebeğin kromozom haritası, ihtiyas durumunda incelenebilir.

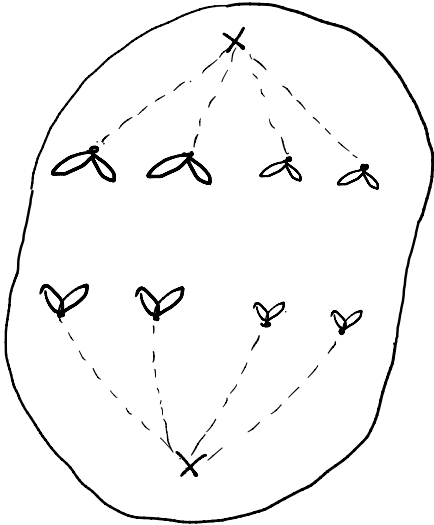
* Amniyosentez, hamileliğin 15.-20. haftalarında yapılır.

ö/ Down (mongolizm) tespiti için yapılır.

Anafaz



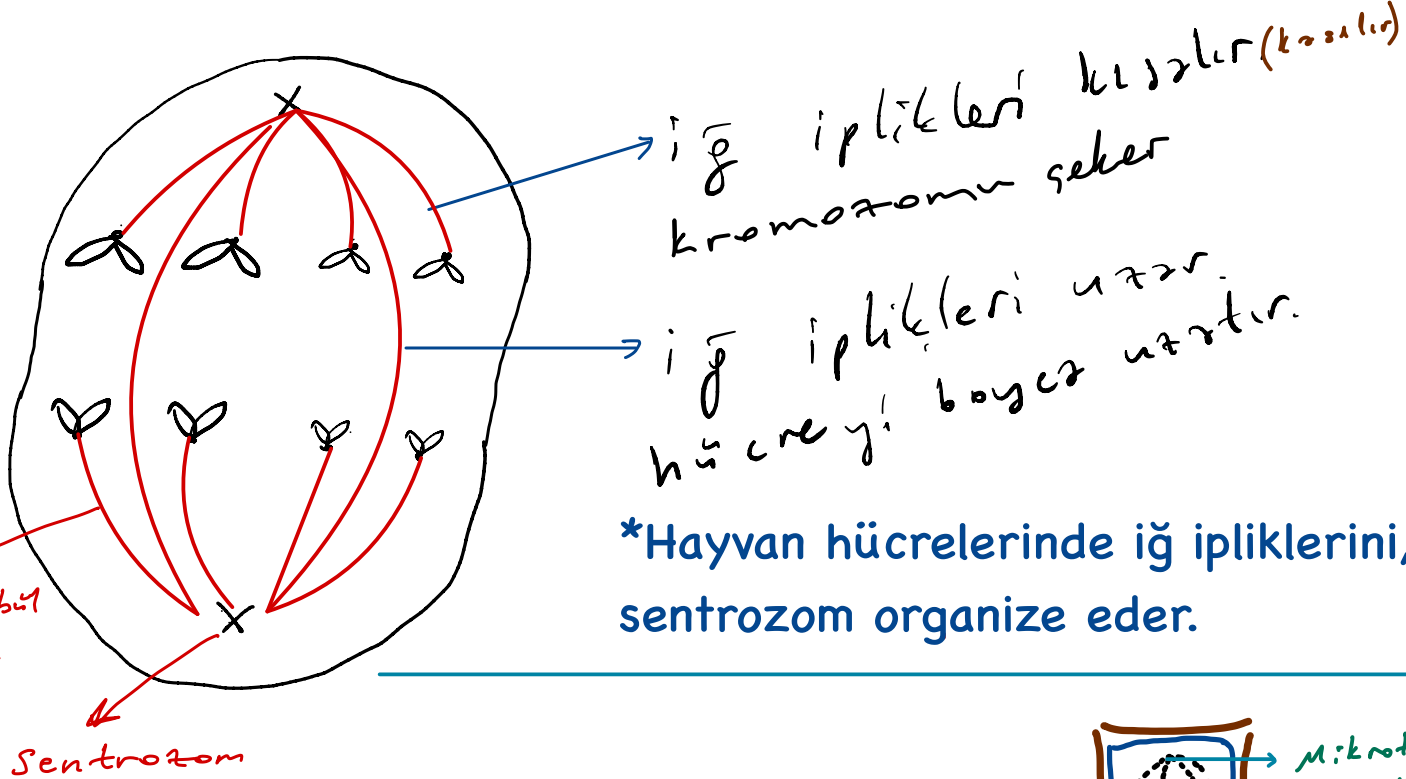
- * Ayrılık evresidir
- * Kardeş kromatitler, birbirinden ayrılır.
- * Ayrılık sonrası her biri, kromozom adını alır.
- * Anafazda, kromozom sayısı iki katına çıkar.



- 8 tane kromozom
- 8 tane sentromer
- 8 tane kinetokor
- 2 tane sentrozom
- 4 tane sentriol

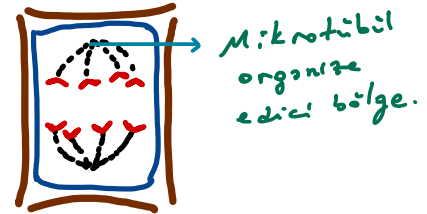
* Gıcıkı olarak kromozom sayısı iki katına çıkar.

*İğ ipliklerinin bazıları kromozomlara, bazıları ise karşı bölgedeki iğ ipliklerine bağlanmıştır.



*Hayvan hücrelerinde iğ ipliklerini, sentrozom organize eder.

*Bitki hücrelerinde iğ ipliklerini, sitoplazmik proteinler organize eder.



Telofaz

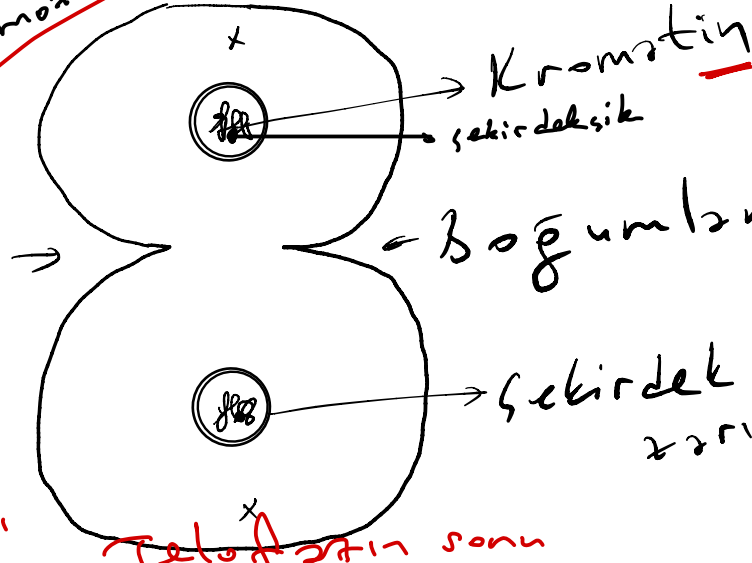
* Profazın tersi olaylar gerçekleşir.

→ iç iplikleri kaybolur.

→ Şekirdek zarı oluşur. Şekirdeksiik oluşur.

→ Kromozomlar, inceliip uzayarak, kromatinlere dönüşür.

* Telofaz evresinde, sitokinez olayları da ilerler.

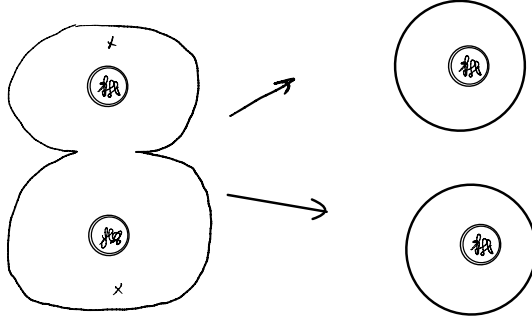


- Boğumlanma

(mikrodizament
hücre
iskeleti)

Sitoplazma Bölünmesi (Sitokinez)

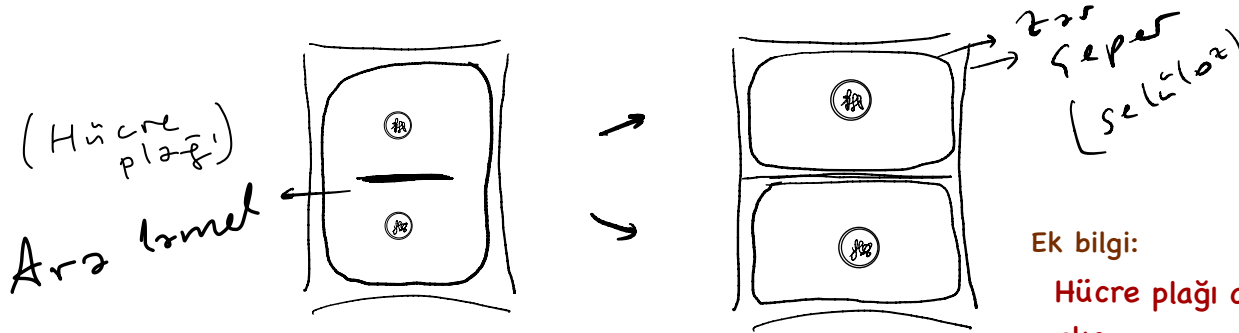
*Sitoplazma bölünmesi, hayvan hücrelerinde, boğumlanma ile gerçekleşir.



Ek bilgi:

Boğumlanmada mikrofilament hücre iskeleti rol alır.

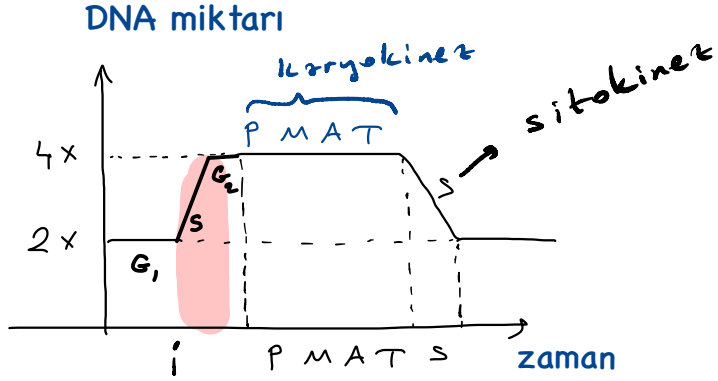
*Sitoplazma bölünmesi, bitki hücrelerinde, hücre plağı (orta ara lamel) ile gerçekleşir.



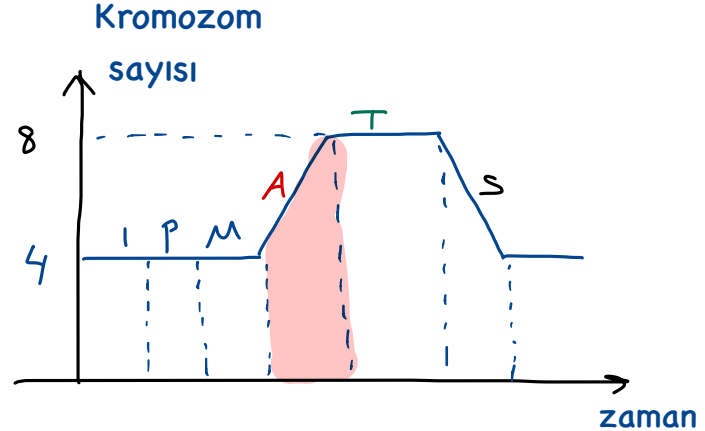
Ek bilgi:

Hücre plağı oluşumunda golgi organeli rol alır.

*DNA miktarı interfaz da iki katına çıkar.



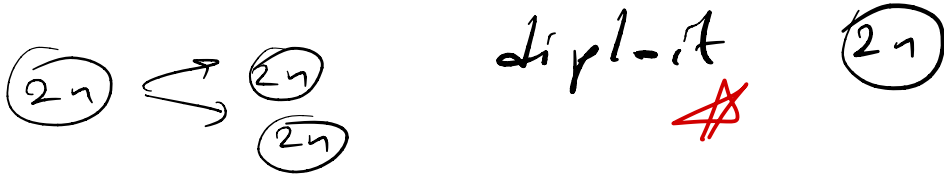
*Kromozom sayısı anafaz da iki katına çıkar.



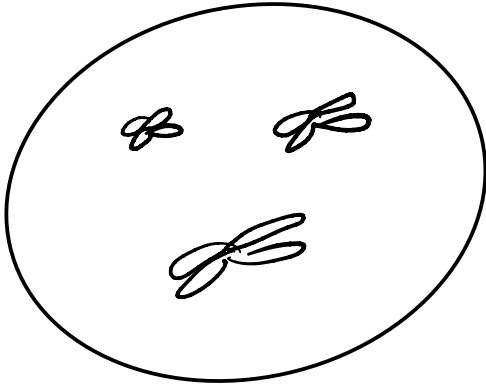
$$(2n=4)$$

*Mitoz bölünme ile oluşan her iki hücre; kromozom sayısı olarak ve DNA içeriği olarak birbiri ile (ve ana hücre ile) aynıdır. (Mutasyon yok ise)

*Mitoz; haploit (n), diploit ($2n$) ve triploit ($3n$) hücrelerde gerçekleşebilir.



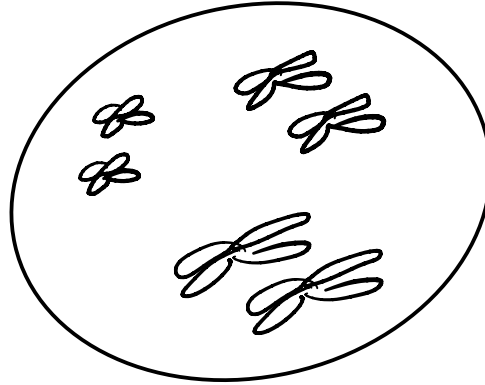
ör/Bazı bitkilerin tohumlarında.



$$n = 3$$

monokaryot hücre
(haploit)

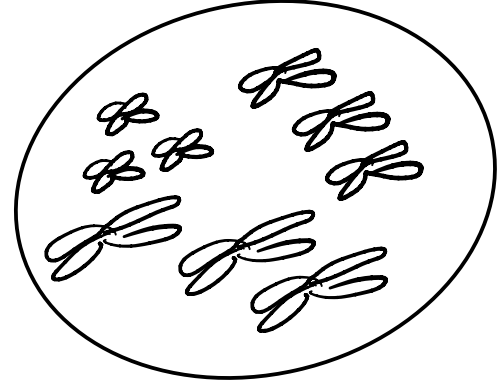
ör/ üreme hücresi
(gamet hücresi)



$$2n = 6$$

diploid hücre

ör/ Vücut hücreleri
Kardiyer "
Deri (epitel) "



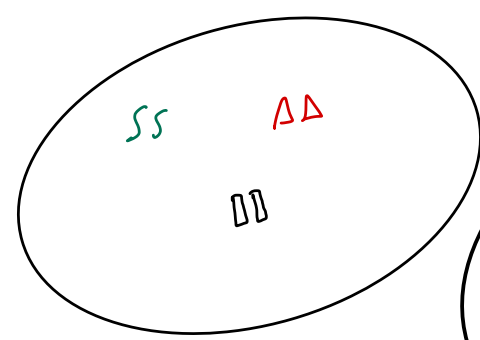
$$3n = 9$$

triploid hücre

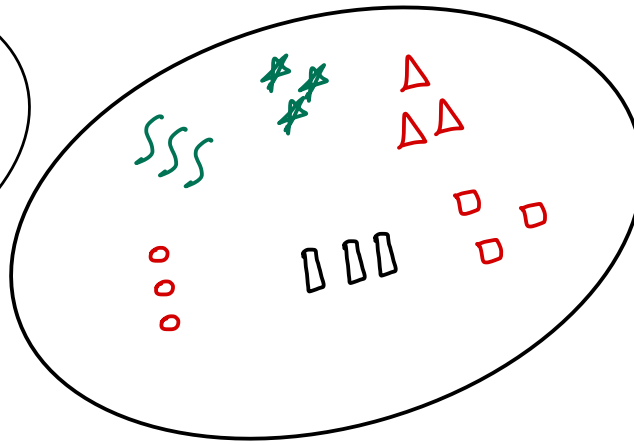
ör/ tohumun
endosperm
hücresi

* içinde gamet hücresi, mitoz geçirmez.

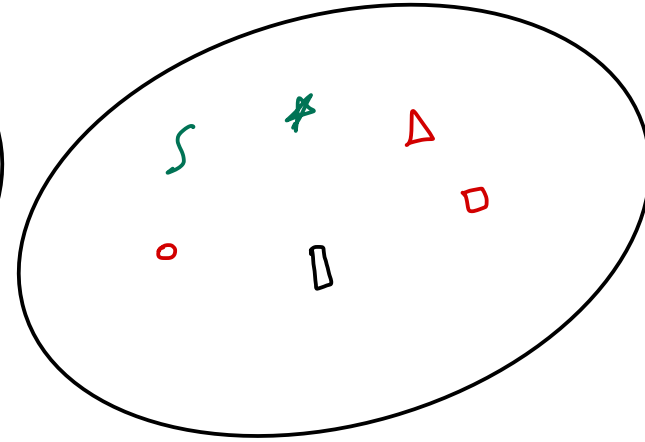
zigot,
mitoz geçirir.



diploid
 $2n = 6$



triploid
 $3n = 18$

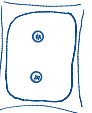


Haploid
monoploid
 $n = 6$

Endomitoz

Çekirdek bölünmesinden (karyokinez) sonra sitoplazma bölünmesi (sitokinez) gerçekleşmez ise, aynı kalıtıma sahip iki çekirdekli bir hücre oluşur.

ör/Bitkilerde polen oluşumunda-



Ör/ $2n = 46$ olan bir hücre 3 kez mitoz geçirir ise;

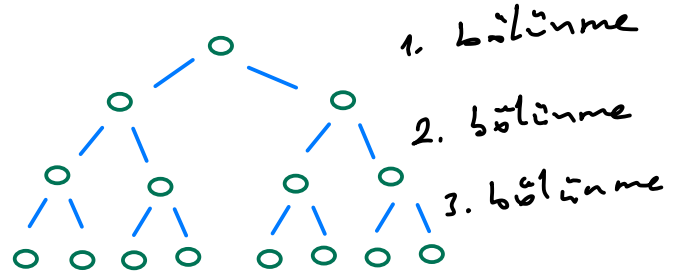
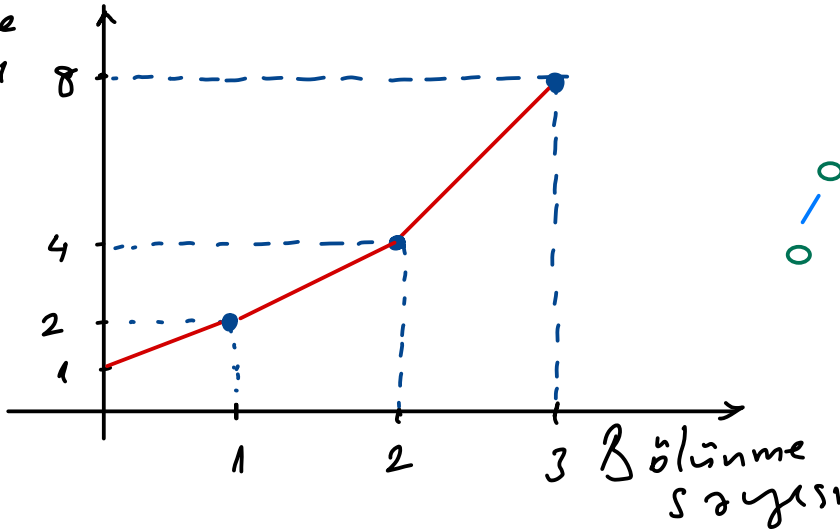
a) Oluşan hücre sayısı?

b) Oluşan hücrenin kromozom sayısı kaçtır?

a)

$2^3 \rightarrow \text{mitoz sayısı} \Rightarrow 8 \text{ hücre}$

Hücre sayısı



b) Kromozom sayısı değişmez.
 $2n = 46$

Hücre Bölünmesinde Kontrol Noktaları

* Hücre bölünmesi görel proteinler yardımıyla dur veya devam et sinyalleri verilerek kontrol edilir.

G1 Kontrol Noktası

Hücre bölünmeye hazır mı?

↓
Evet

↓
Devam et

G2 Kontrol Noktası

DNA doğru eşlenmiş mi?

Hayır
Dur ✗

M Kontrol Noktası

Kromozomlar, ekvator düzleminde iğ ipliklerine düzgün bağlanmış mı?

Hayır
Dur ✗



Kontrol noktaları, bir sonraki evreye geçilip geçilmeyeceğini belirler.

Hücre büyümesi ve bölünmesi için yeterli besin ve diğer faktörlerin olması.

DNA da hazır olmaması önemli.

interfaz
→
→

(metakaz)
mitoz

Kanser

(Kötü Huylu Tümör)

- * Kontrol noktalarının salınamazlığıdır. ✖
ör/ Dröz sok epitel doku gibi mitot geçiren hücrelerde görülebilir. (Hücre döngüsünde kontrol noktalarının bozulması ile)
- * Cilt kanseri, meme kanseri, prostat kanseri, akciğer kanseri, kalin bağırsak kolon kanseri, ... gibi birçok yerde görülebilir.
- * Kontrolsüz hücre bölünmesi ile kötü huylu tümör oluşur. → Sıfır kötü huylu tümörler vücutta (kan ve lenf ile) yayılır (metastaz) ✖
Kanser ilerledikçe başka doku ve organlara yayılır.
Metastaz = Kanser hücrelerinin; kan ve lenf damarlar yoluyla, başka bölgelere giderek yeni tümörlerin oluşmasıdır.
Kötü huylu tümörlerde metastaz olur.

* Kanserli hücrelerden oluşan tümör (kr) sürekli büyür ve metastaz yapar.

Lenfoma, lenf bezlerinde gereğinden fazla kötü huylu lenfosit hücrelerinin artmasıdır.

Tedavi için hastanelerde "onkoloji" bölümü ilgilenir.
(Araştırma hastanelerinde)

1. Radyoterapi (Radyasyon) Işın tedavisi

kr.

~~1~~ 2. Kemoterapi (İlaç ile yapılan tedavi)

*İlaçlar, iğ ipliklerine (mikrotübül protein) etki eder

~~1~~

3. Cerrahi müdahale (Ameliyat)

*Tümör ve etrafı ameliyat ile alınır.

Kansere neden olabilen bazı faktörler

- Radyasyon, ultraviyole ışınlar (uv.)
- Bazı kimyasalların vücut içine girme
- Sigara, bazı ilaçlar, bazı boyalar, ...
- Mutasyonlar. ör/ Somatik (vücut) hücrelerdeki.
mutasyonlar. (belirli organlarda kanser görülebilir.)
mitoz fazları hücreler
- Sağlıksız beslenme (kötü maddeler...)
- Genetiksel yatkınlık (Bazı ailelerde fazla olabilir)
- Bazı virüsler (Ehlim ağzı kanseri)
- Hormonal dengesizlikler ör/ Diyetten fazla alınan ilaçlarla
- Yaşlı bireylerde kanser daha fazla görülür.

Kanserin Evreleri

T → Tümörün büyüklüğü

1. , 2. , 3. evre

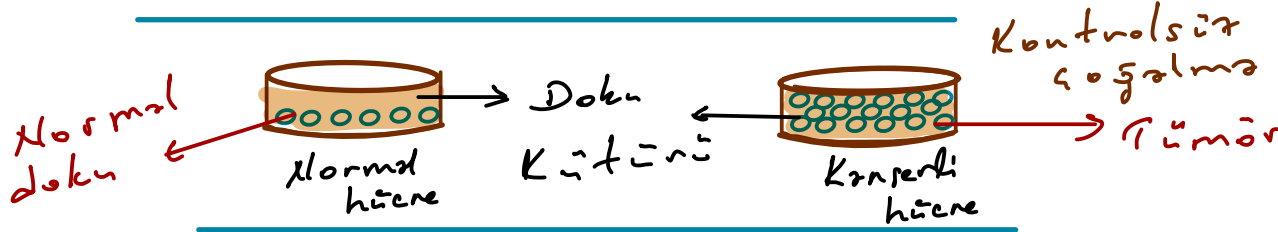
N → Lenf damarlarına sığraması (Bağışıklığı etkiler)

4. evre

M → Uzak dokulara metastaz (yeni kanserler)

5. evre

son evre



İyi Huylu Tümör

İyi huylu tümör, metastaz yapmaz.

*Yavaş ve sınırlı büyür.

*Ameliyat ile tedavi edilir. (ihtiyaç var ise)

ör/ Kalın bağırsak (mukoza tabakadaki bazı kistler) polipleri