

# Hücre Bölünmesi

\* Çok hücreli canlılarda; hücre bölünmesi ile büyüme gerçekleşir. (Mitoz)

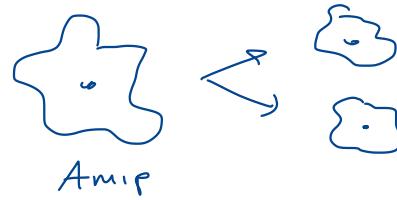
Zigot <sup>Mitoz</sup> → Embriyo <sup>Mitoz</sup> → Bebek <sup>Mitoz</sup> → Çocuk

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

Tek hücreli canlılar =

Bakteri, Arke, Protistanın soğun, mayız mantarı

Amip,  
öğlenç...



④

Hücre neden bölünür?

- Üreme
- Büyüme; (çok hücreli)
- Onarım

\* Hacim/Yüzey oranının bozulması (artması)

→ Hacim, yüzeye göre daha fazla artar.

Yüzey alanı yetersiz kalır.  $\square \rightarrow \square$

Hücre bölünmek zorunda kalır.

\*  $\frac{\text{Yüzey}}{\text{Hacim}}$  oranının azalması hücre bölünmesini tetikler.

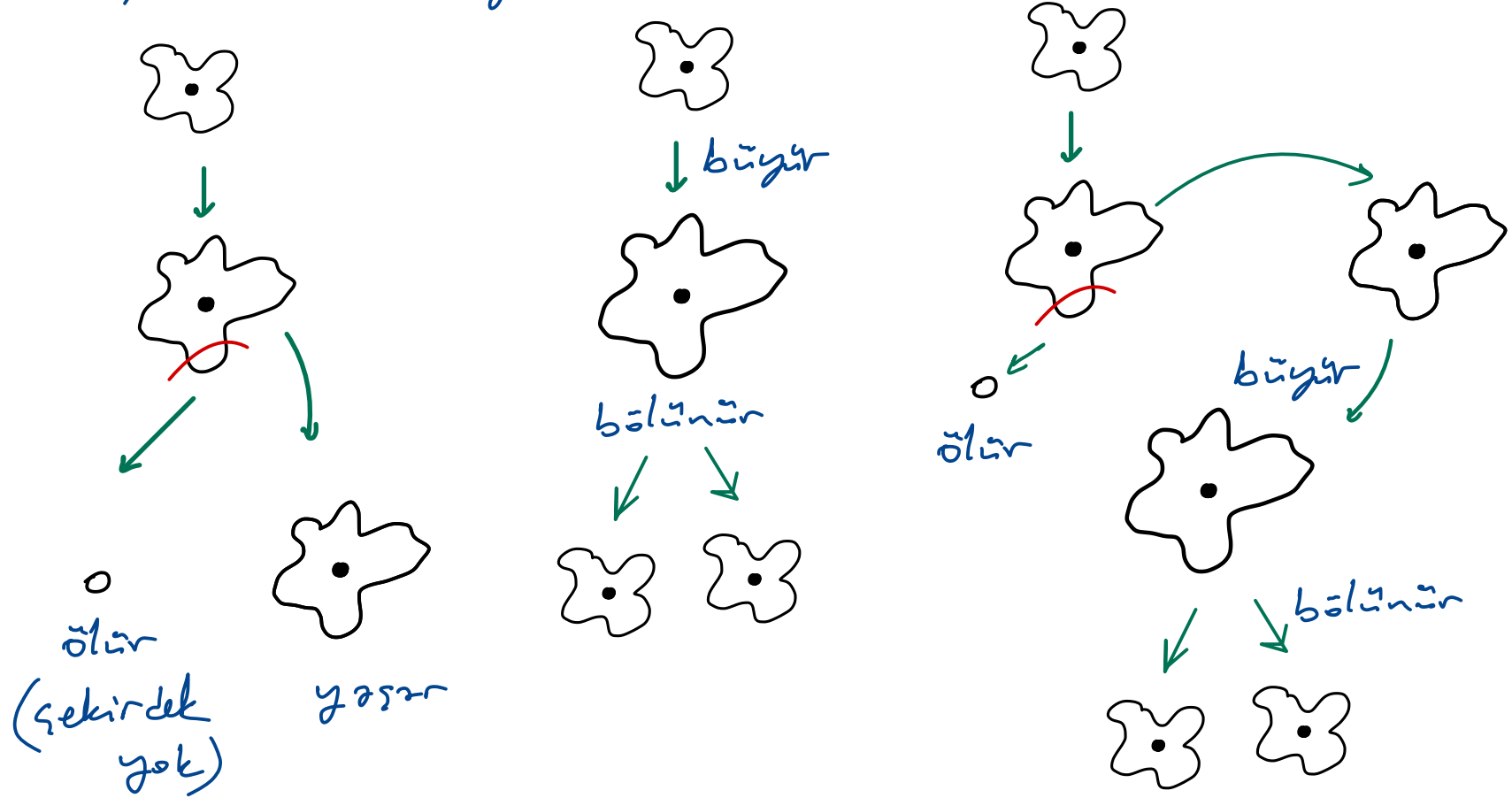
\* Sitoplazma/çekirdek oranının bozulması (artması)

→ 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

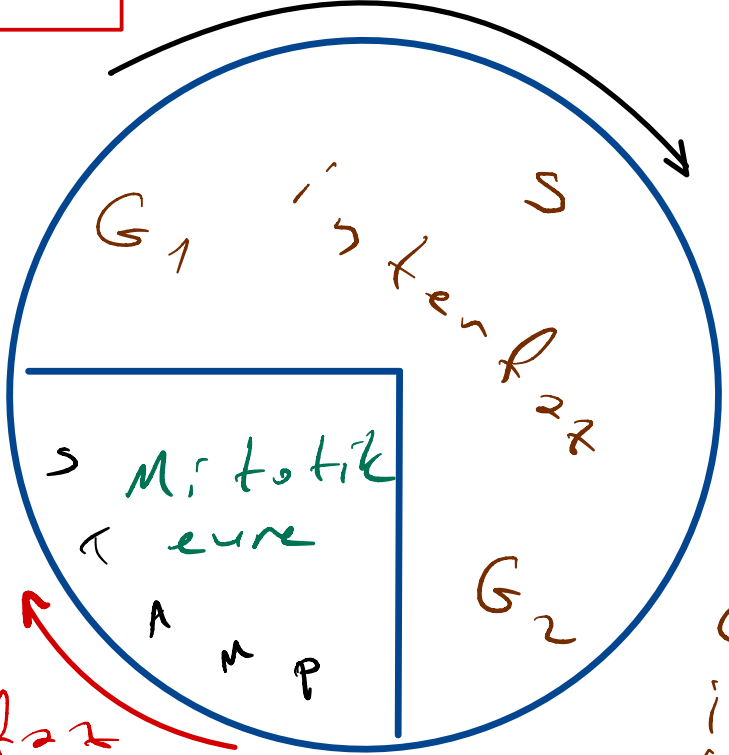


# Hücre döngüsü

Sitoplazma bölünmesi  
(sitokinez)

Karyokinez

Telofaz  
Anafaz  
Metafaz  
Profaz



$\frac{3}{4}$  int.

G<sub>1</sub> S G<sub>2</sub>  
interfazdır  
(Bölünmeye hazır değildir.)

Mitotik evre

(P M A T)  
(Karyokinez)  
**Mitoz**  
çekirdek bölünmesi

**Sitokinez**  
(Sitoplazma  
bölünmesi)

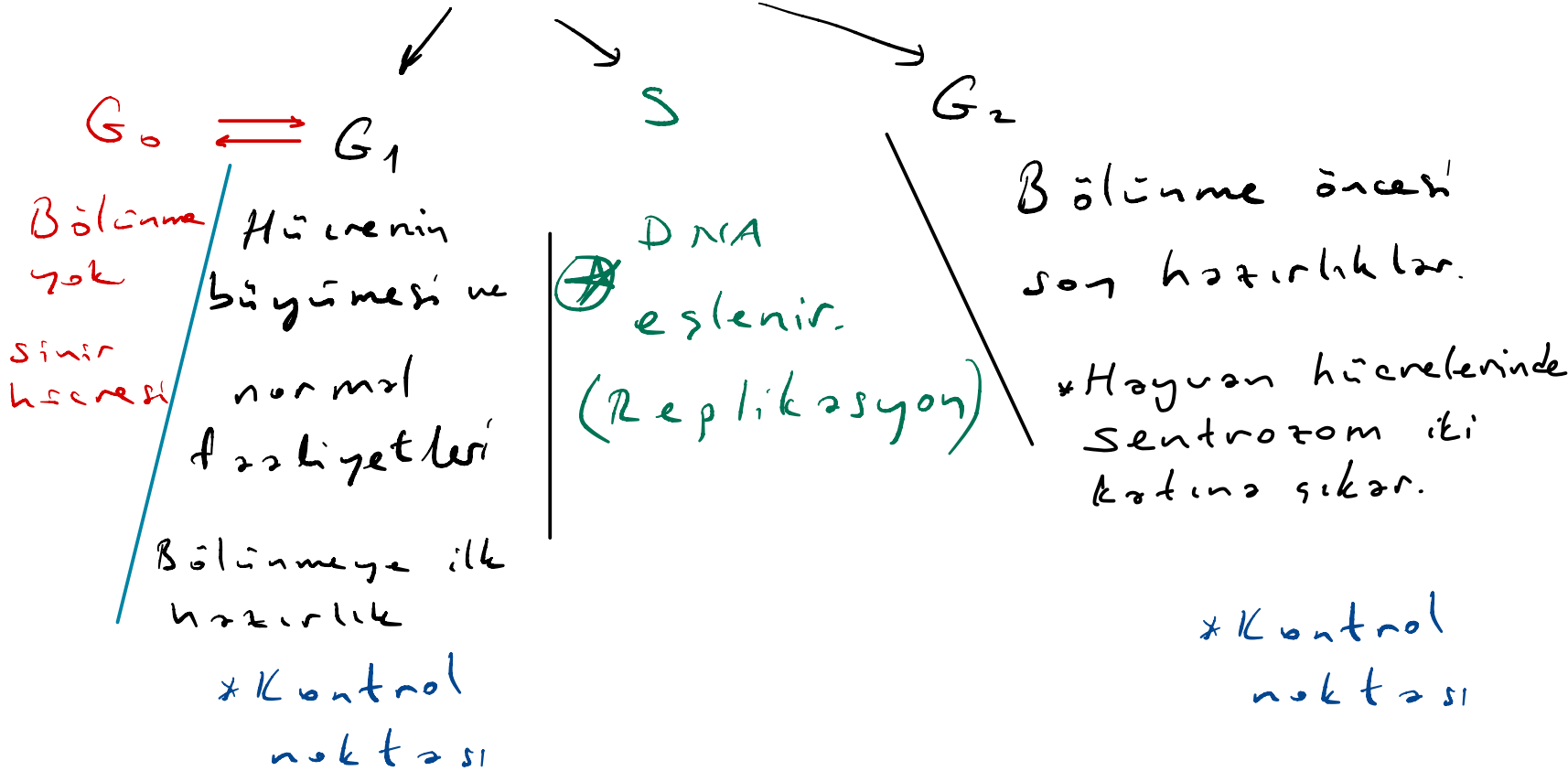
G<sub>1</sub> S G<sub>2</sub>  
interfaz

Profaz Metafaz Anafaz Telofaz Sitokinez  
Karyokinez (Mitoz)

~~\*~~ Mitotik evre

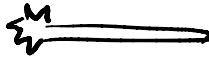
Hücre döngüsü

# İnterfaz



$G_0 \rightarrow$  Bölünmeyen hücre işi kullanan saf haddedir.

Bölünme döngüsünde olmayan hücredir.

ör/ Sinir hücresi 

iskelet kas hücresi

Göz retina hücreleri

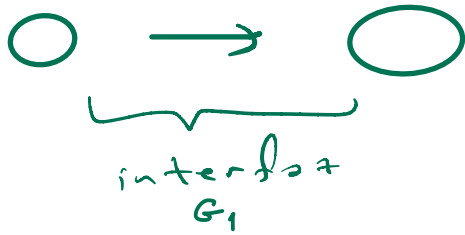
---

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

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

# interfaz G<sub>1</sub>

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



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



- ② \* Hücrenin normal faaliyetlerini sürdürmesidir.

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



# İnterfaz

sitoplazma

Hücre zarı

çekirdek zarı  
çekirdekteki

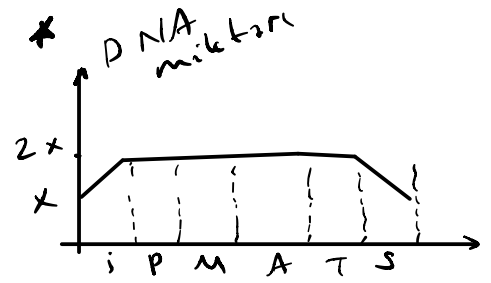
Kromatin \*

(DNA + protein kılıf)

\* Kalıtım materyali

İnterfazda kromatin

olarak adlandırılır.



\*  
sentrozom

E.R.

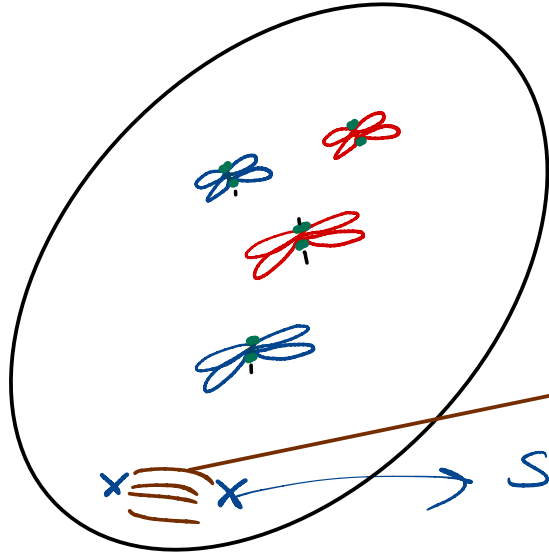
Golgi

mitokondri

\* İnterfazda kromatin miktarı iki katına çıkar.  
\* Hayvan hücrelerinde sentrozom (sentriyoller) kendini eşler.

Mitotik Evre = \* interfaz dan sonra profaz ile mitotik evre başlar. PMATS

## Profaz



4 tane kromozom

$$2n = 4$$

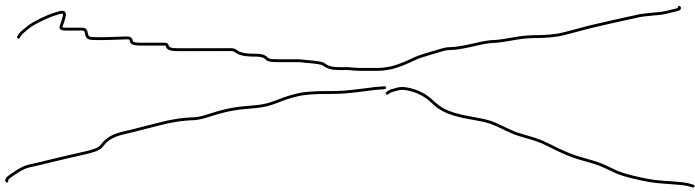
iğ ipliği oluşmaya başladı



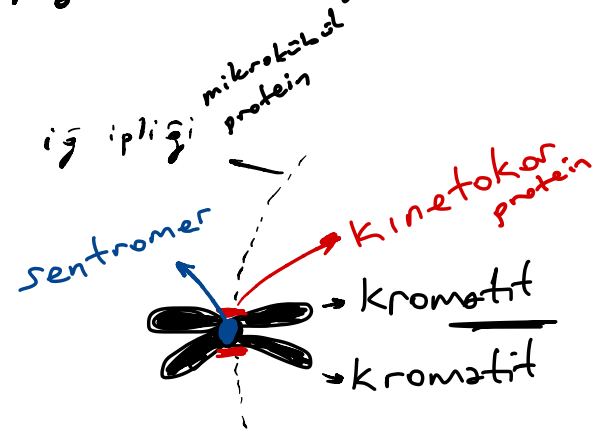
- \* Profazta iğ ipliği oluşmaya başlar.
- \* Çekirdek zarı erir. Çekirdeksik kaybolur.

\* Profazda eşlenmiş kromatidler,  
kromatitli kromozomlara dönüşür.

\* İğ iplikleri, kromozomların  
kinetokor bölgelerine bağlanır.



Eşlenmiş  
kromatid



1 kromozom

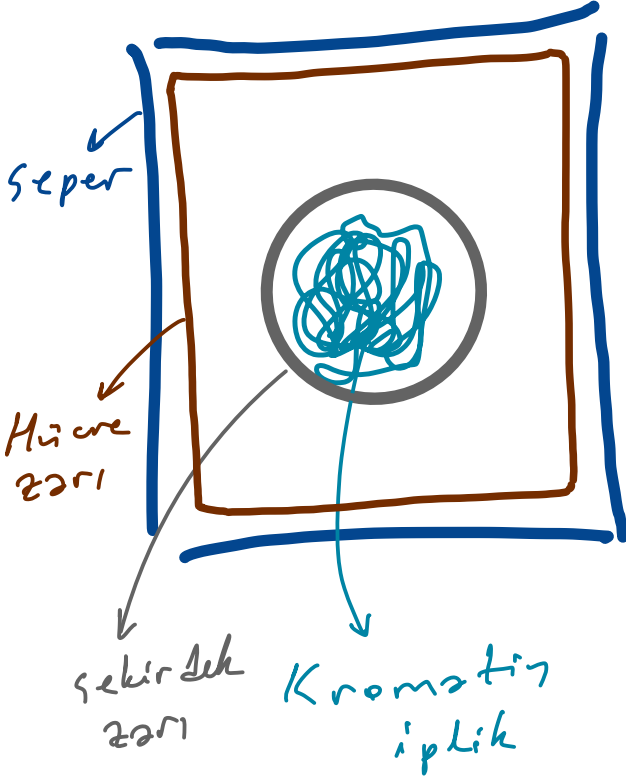
2 kromatit

\* Kromatitli  
kromozom

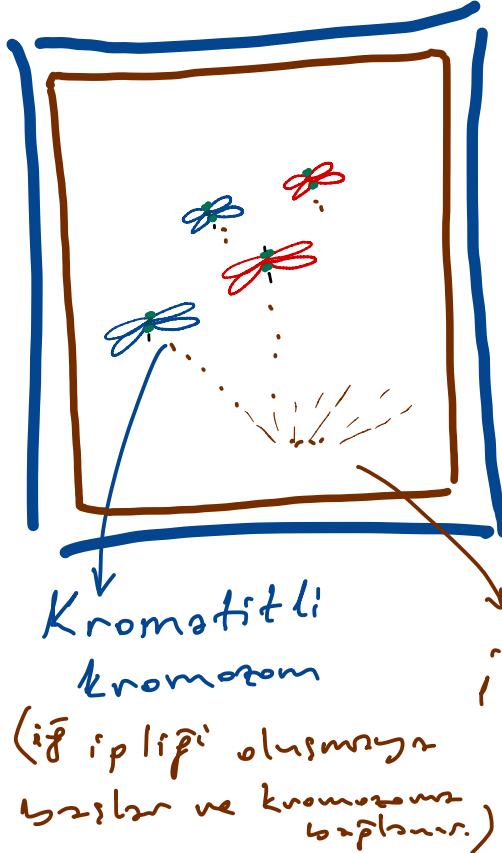
(Eşlenmiş  
kromozom)

# Bitki hücresinde;

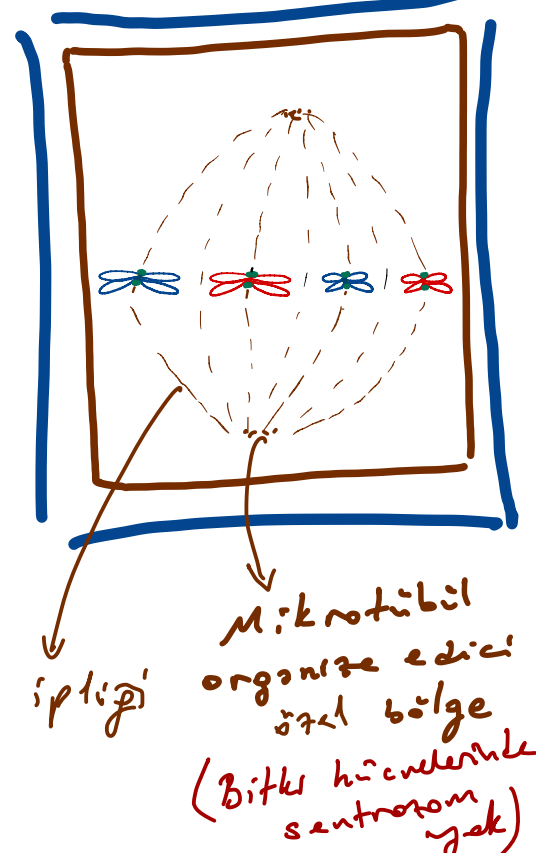
## interfaz



## profa



## metafa



# Metafaz

⊕ Eşlenmiş kromozomlar hücrenin ekvator düzleminde tek sıra halinde dizilir.

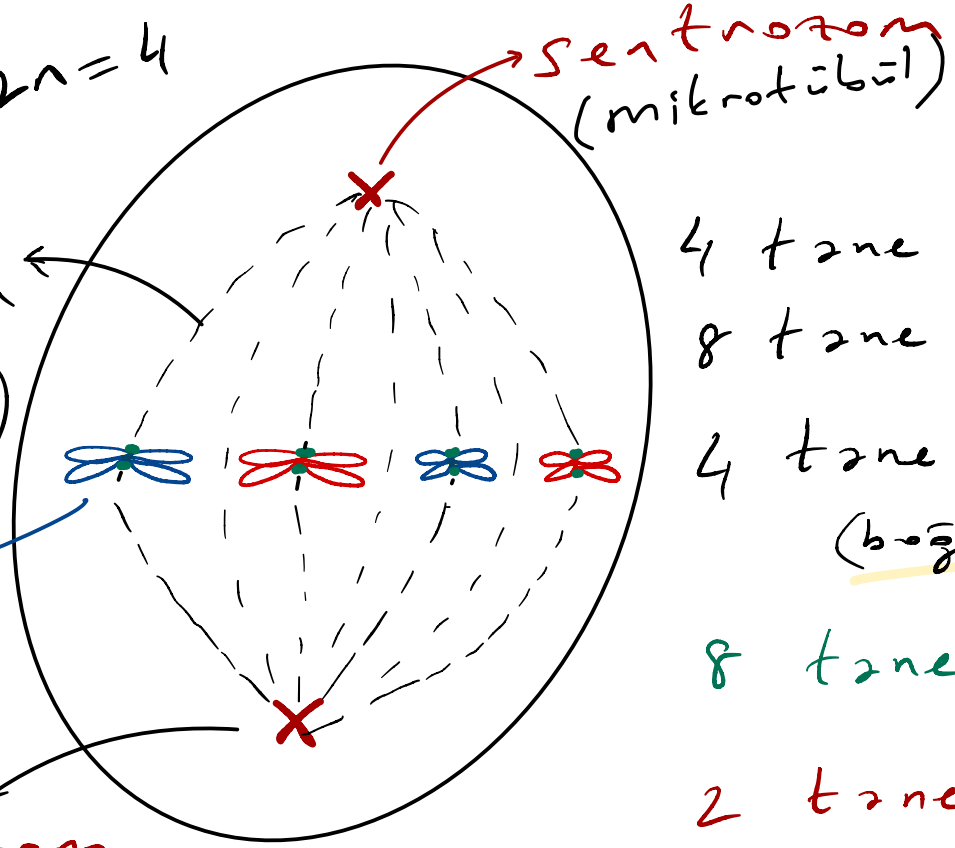
\* Kromozomların en net sayılabilirdiği evredir.

\* Metafaz'da, kontrol noktası var.

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

$$2n = 4$$

İğ ipliği  
(mikrotübül)  
hücre iskeleti  
Kromatidli  
kromozomlar

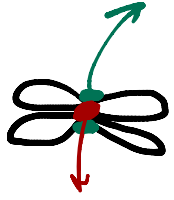


- 4 tane kromozom
- 8 tane kromatit
- 4 tane sentromer  
(boğum bölgesi)
- 8 tane kinetokor
- 2 tane sentrozom
- 4 tane sentriol

Sentrozom  
(sentrifoller)

\* Homolog kromozomlar yan yana dizilmiştir.

kinetokor



Sentrömer bölgesi  
(kromozomun boğum bölgesi)

1 kromozom

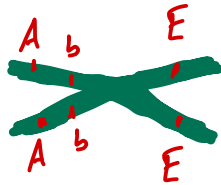
2 kromatit

1 sentrömer

2 kinetokor

\* Aynı kromozomda bulunan iki kardeş kromatit birbirinin aynisidir.\*

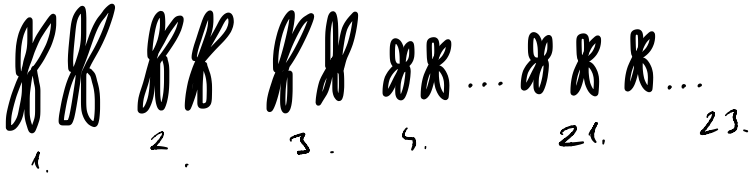
\* Kardeş kromatit, aynı genleri bulundurur.



④ Karyotip = Kromozom haritası

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

Metastaz evresinde elde edilen veriler ile karyotip belirlenir.

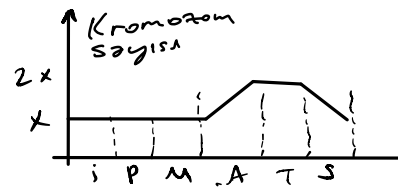


\* Karyotip analizi,  
Özellikle gebelikte, bebeğin kromozom haritası, ihtiyas durumunda incelenebilir.

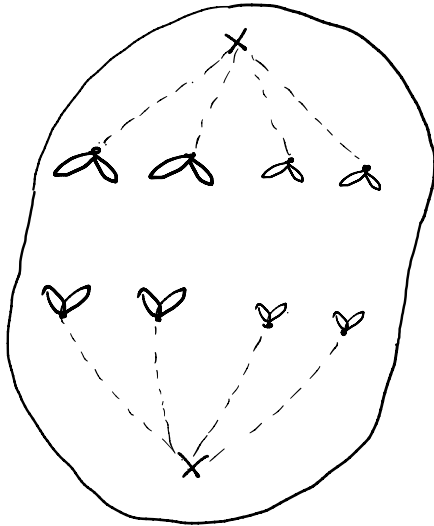
\* Amniyosentez, hamileliğin 15.-20. haftalarında yapılır.  
ö/ Down (mongolizm) tespiti için yapılır.



# Anafaz



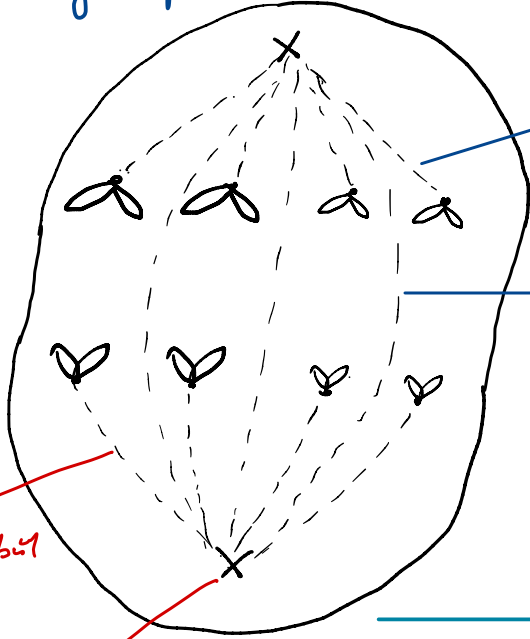
- \* Ayrılık evresidir
- \* Kardeş kromatitler, birbirinden ayrılır.
- \* Ayrılık sonrası her biri, kromozom adını alır.
- \* Anafazda, kromozom sayısı iki katına çıkar.



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

\* Gıcığı olarak kromozom sayısı iki katına çıkar.

- \*  $\bar{i}\bar{g}$  ipliklerinin bazıları kinetokorlara bağlanmıştır.
- \*  $\bar{i}\bar{g}$  ipliklerinin bazıları kinetokorlara bağlanmamıştır.

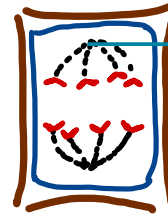


$\bar{i}\bar{g}$  iplikleri kinetokorlara bağlanmıştır (kızılır)

$\bar{i}\bar{g}$  iplikleri uzar hücreyi boyca uzatır.

\* Sentrozom,  $\bar{i}\bar{g}$  ipliklerini organize eder. (Hayv.h.)

\* Bitkilerde ise sitoplazmik proteinler,  $\bar{i}\bar{g}$  ipliklerini organize eder.



Mikrotübül organize edici bölge.

# Telofaz

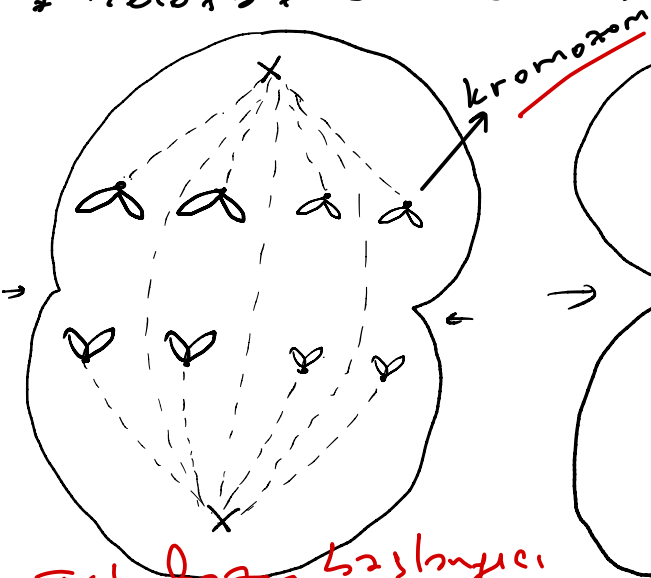
\* Profazın tersi olaylar gerçekleşir.

→ iç iplikleri kaybolur.

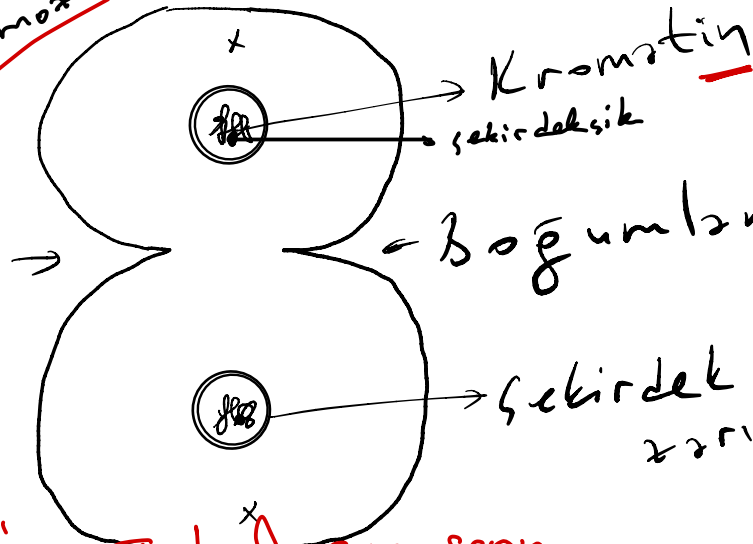
→ Şehirdek zarı oluşur. şehirdeki oluşur.

→ Kromozomlar, inceliip uzayarak, kromatinlere dönüşür.

\* telofaz evresinde, sitokinez olayları da ilerler.



Telofazın başlangıcı

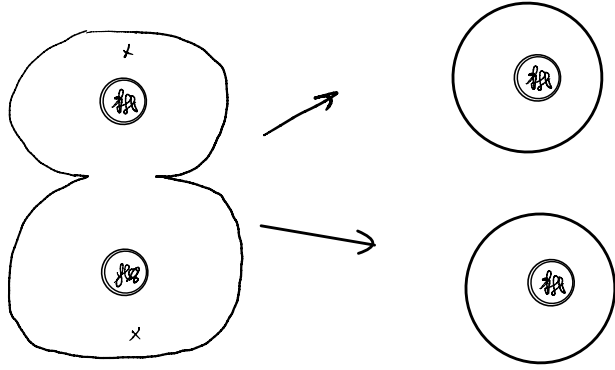


Telofazın sonu

Boğumlanma

(mikrodizament hücre iskeleti)

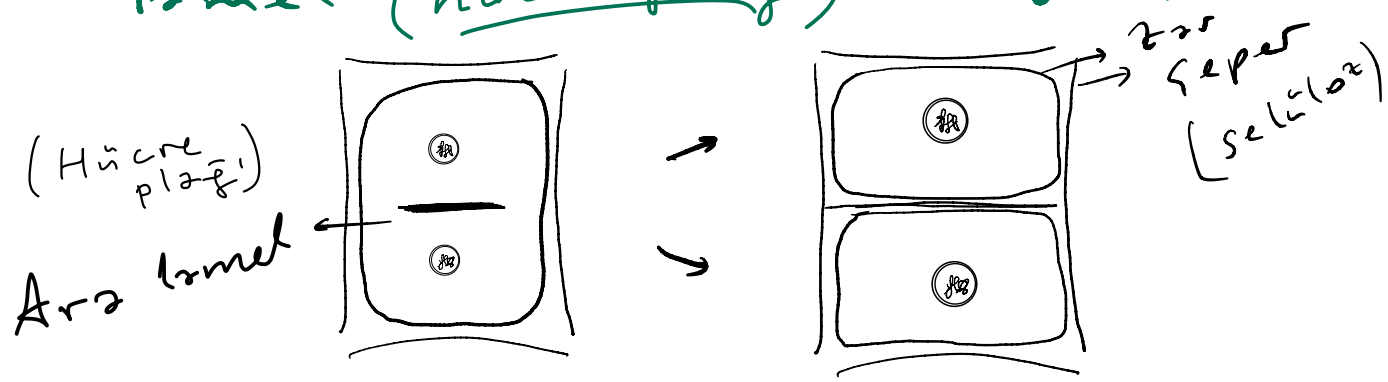
# Sitoplazma Bölünmesi (sitokinez)



\* Sitokinez, hayvan hücrelerinde boğumlanma ile gerçekleşir.

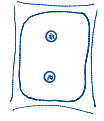
\* Boğumlanmada mikrofilament hücre iskeleti rol alır.

\* Sitokinez, bitki hücrelerinde orta ara lamel (hücre plâzğı) ile gerçekleşir.

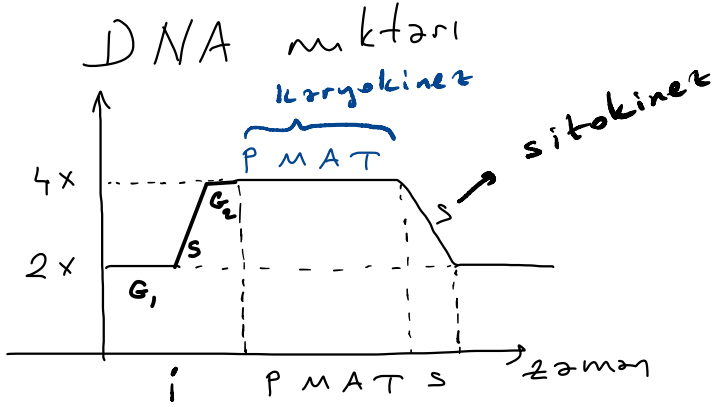


- \* Golgi organeli, ara lamel oluşumunda rol alır.
- \* Sitokinez, telofazda başlar.

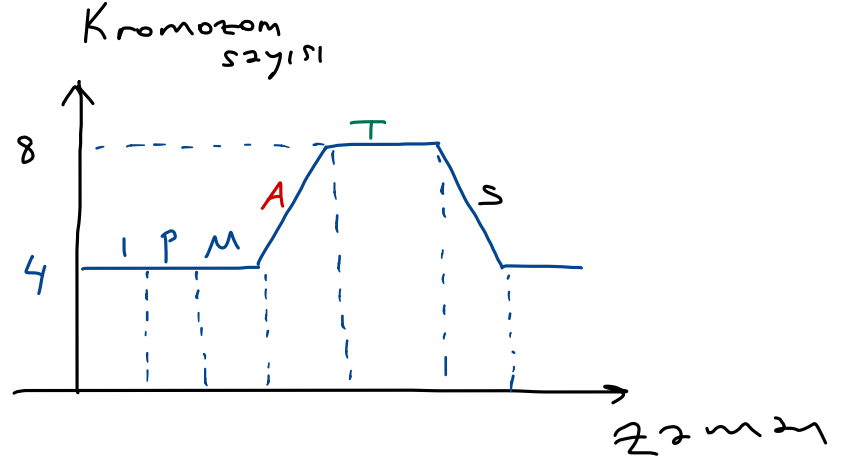
Endomitoz: Karyokinezden sonra sitokinez gerçekleşmez ise, aynı kalıtıma sahip iki çekirdekli bir hücre oluşur. ör/Bitkilerde polen oluşumunda.



\* DNA miktarı interfaz da iki katına çıkar



\* Kromozom sayısı anafaz da iki katına çıkar



\*  $G_2$  evresi olarak kromozom sayısı iki katına çıkar.

$$\begin{aligned} & (2n=4) + (2n=4) \\ & \Rightarrow (4n=8) \\ & (2n=4) \end{aligned}$$

\* Mitoz bölünme ile oluşan her iki hücre,  
birbirinin aynisidir. (DNA olarak) (genetik  
kopya)

\* Mitoz ;

$(n) \rightarrow \begin{matrix} (n) \\ (n) \end{matrix}$  haploit (monoploit)  $(n)$

---

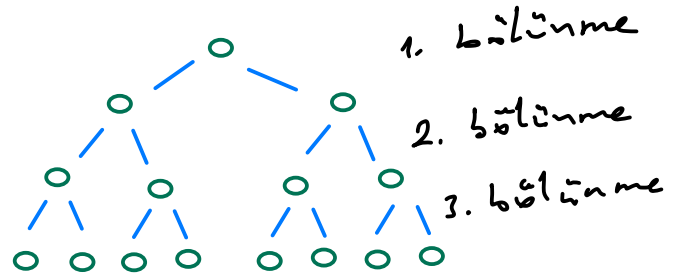
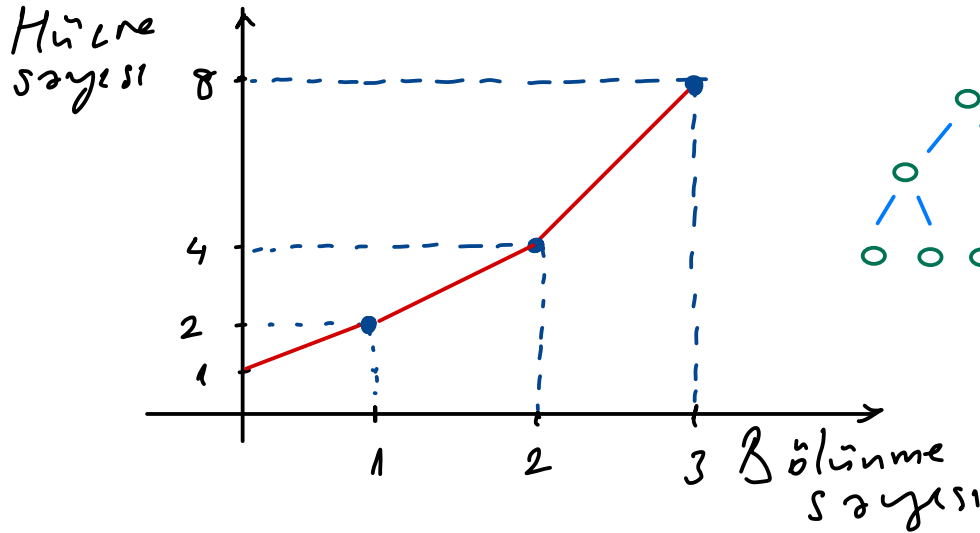
$(2n) \rightarrow \begin{matrix} (2n) \\ (2n) \end{matrix}$  dipl-it ~~★~~  $(2n)$

---

$(3n) \rightarrow \begin{matrix} (3n) \\ (3n) \end{matrix}$  triploit  $(3n)$  hücrelerde  
gerçekleşebilir.  
ör/Bazı bitkilerin tohumlarında.

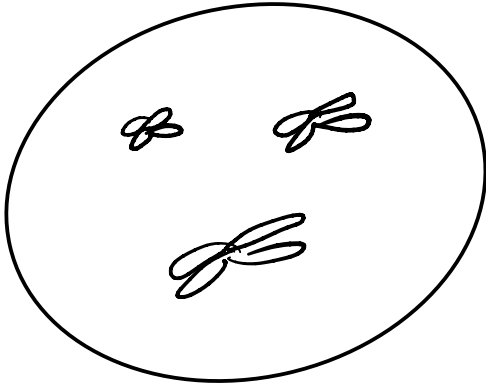
ör/  $2n = 46$  olan bir hücre 3 kez mitoz geçirir ise oluşan hücre sayısına oluşan hücrenin kromozom sayısı kaçtır?

$2n = 46$   $2^3 \rightarrow$  mitoz sayısı  $\Rightarrow$  8 hücre



Kromozom sayısı değişmez.  
 $2n = 46$



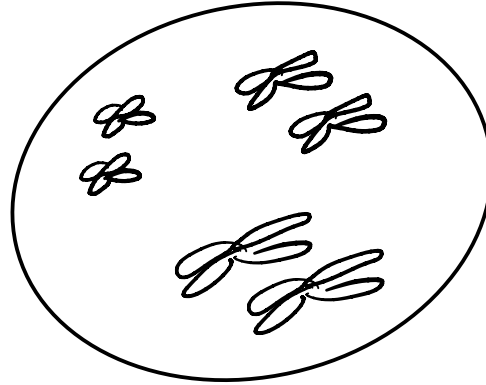


$$n = 3$$

monoploit hücre

(haploit)

ör/ üreme hücresi  
(gamet hücresi)

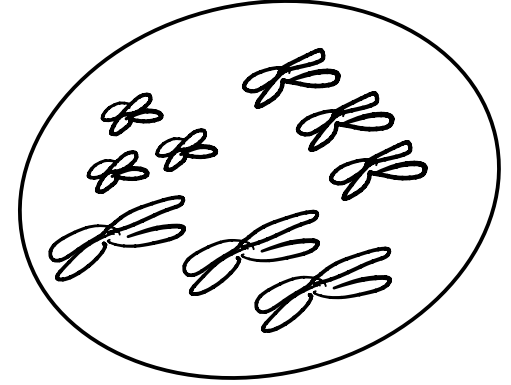


$$2n = 6$$

diploit hücre

ör/ Vücut hücreleri

Kardiyer "  
Deri (epitel) "



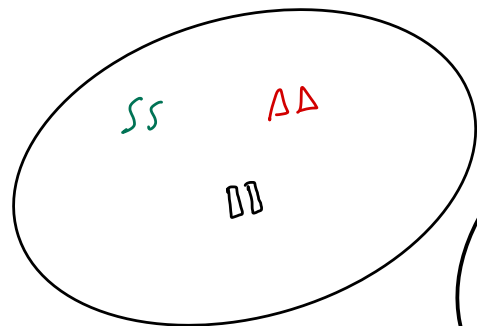
$$3n = 9$$

triploit hücre

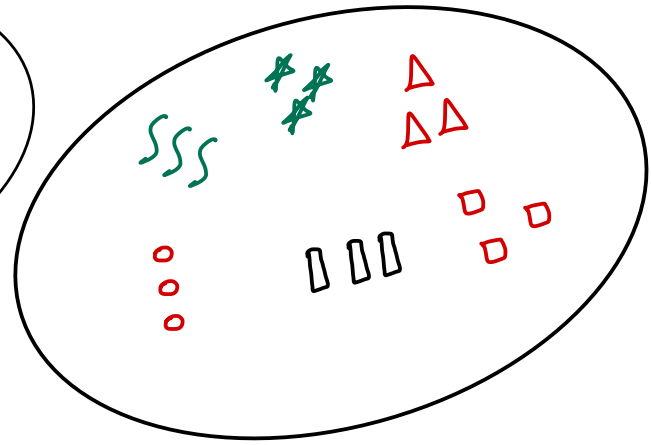
ör/ Tohumun  
endosperm  
hücresi

\* insanda gamet hücresi mitoz geçirmez.

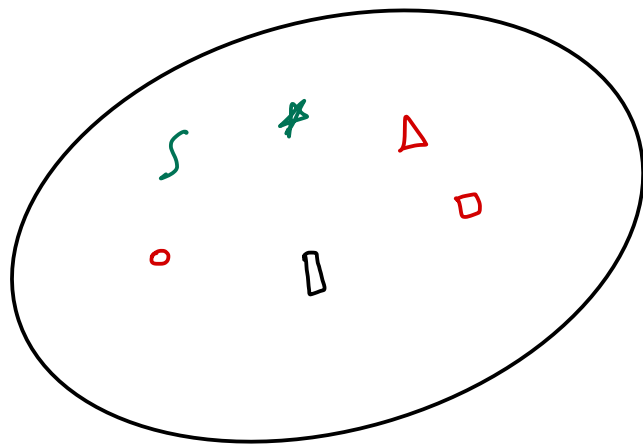
zigot,  
mitoz geçirir.



diploid  
 $2n = 6$



triploid  
 $3n = 18$



Haploid  
 monoploid  
 $n = 6$

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

Kontrol noktaları,

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

G<sub>1</sub> → Hücre bölünmeye hazır mı?

interfaz →

↓ Evet  
Devam et

G<sub>2</sub> → DNA doğru eşlenmiş mi?

DNA da hazır olmaması önemli.

Hayır Dur ✘

(metafaz) Mitoz M

→ Kromozomlar, ekvator düzleminde iğ ipliklerine düzgün bağlanmış mı?

Hayır Dur ✘



Kontrol noktaları, bir sonraki evreye geçilip geçilmeyeceğini belirler.

# Kanser

\* Kontrol noktalarının çalmasıdır. ✱  
ör/ Daha çok epitel dokuları gibi mitoz geçiren hücrelerde  
görülebilir. (Hücre döngüsünde kontrol noktalarının bozulması ile)

\* Cilt kanseri, meme kanseri, prostat kanseri, akciğer kanseri,  
kalın 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) ✱

Metastaz = Kanser hücrelerinin; kan ve lenf damarlar  
vasıtasıyla, başka bölgelere giderek yeni tümörlerin oluşmasıdır.

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

Tedavi için; Onkoloji bölümü ilgilenir.  
(Araştırma hastanelerinde)

→ Radyoterapi (Radyasyon) ışın tedavisi uv.

→ Kemoterapi (ilacı)

\* ilaçlar, ~~ışık~~ iğ ipliklerine (mikrotübül protein) etki eder.

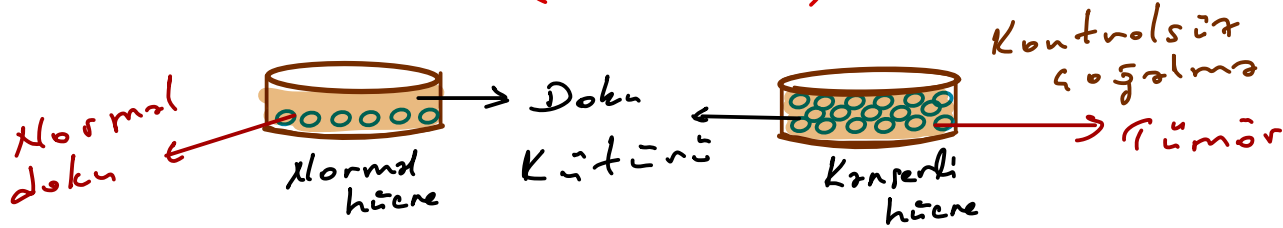
→ Cerrahi müdahale (Ameliyat)  
(tümör ve etrafı ameliyat ile alınır)

# Kanser neden olan faktörler:

- Radyasyon, ultraviyole ışınlar (UV)
- Bazı kimyasalların vücut isine girme
- Sigara, bazı ilaçlar, bazı boyalar, ...
- Mutasyonlar. ör/ Somatik (vücut) hücrelerdeki mutasyonlar. (sejiti organlarda kanser gelişebilir.)  
*mitoz fazları hücreler*
- Sağlıksız beslenme (kötü maddeler...)
- Genetiksel yatkınlık (Bazı ailelerde fazla olabilir)
- Bazı virüsler (Ehlim için kanser)
- 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 sıçraması (Bağımsızlığı etkiler) 4. evre  
M → uzak dokulara metastaz (yeni tümörler) 5. evre son evre



iyi huylu tümör, metastaz yapmaz.

→ Yavaş ve sınırlı büyür.

→ Ameliyat ile tedavi edilir. (ihtiyas var ise)

ör/ Kalın bağırsak (mukoza tabaka) polipleri öT Bazı histler.