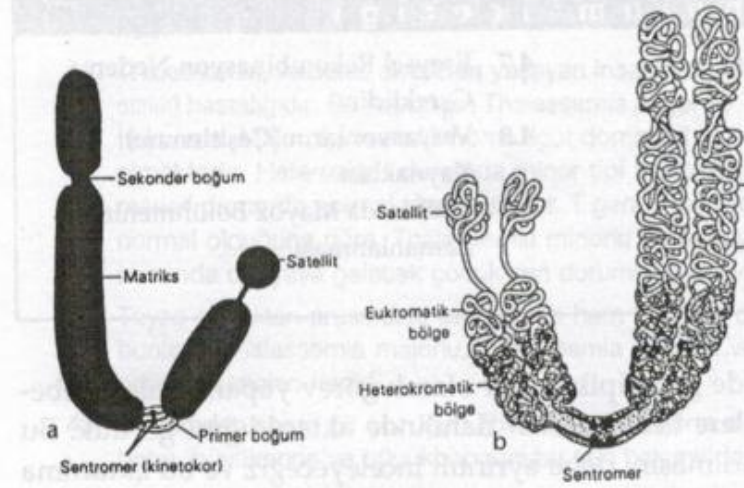


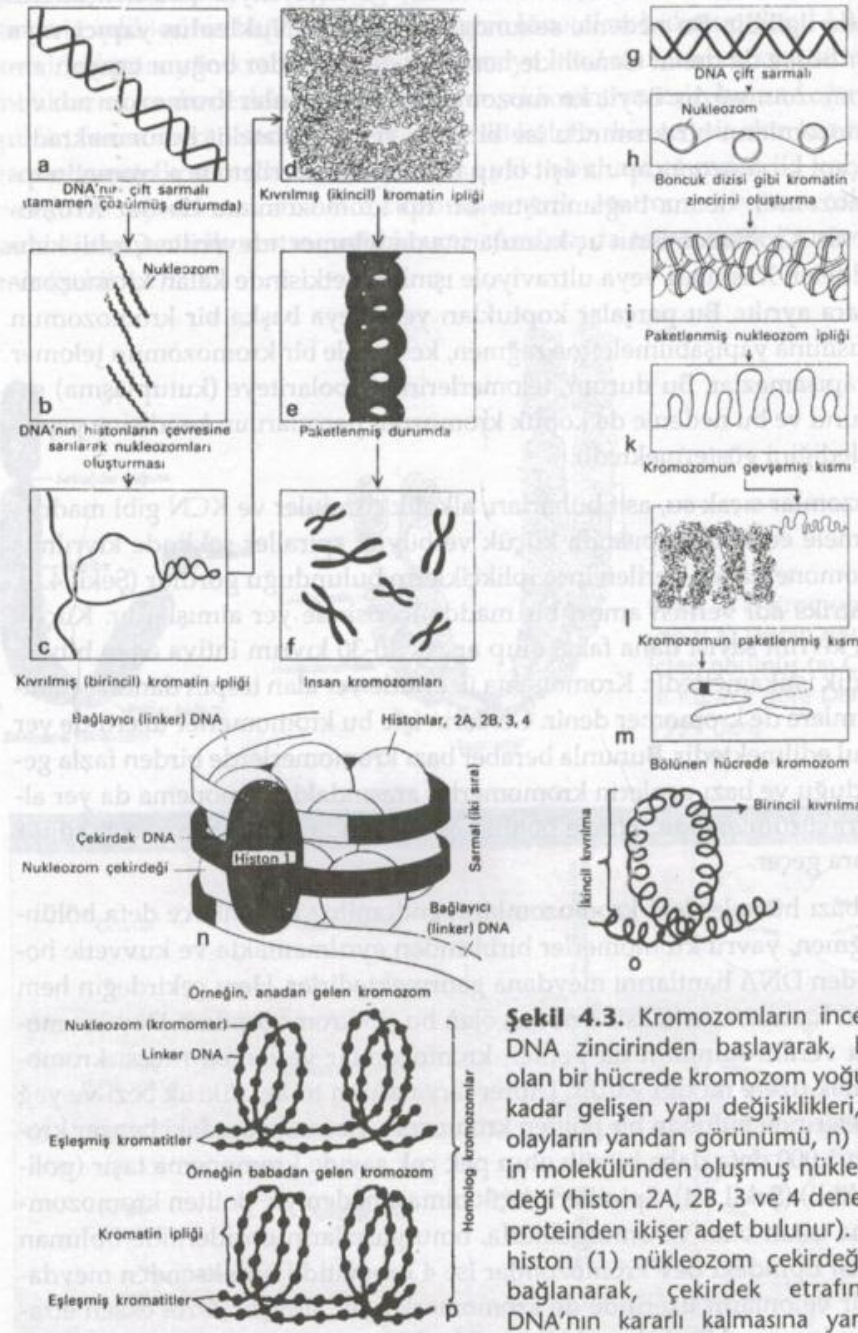
KALITIMIN BİYOLOJİK ESASLARI VE HÜCRE BÖLÜNMESİ



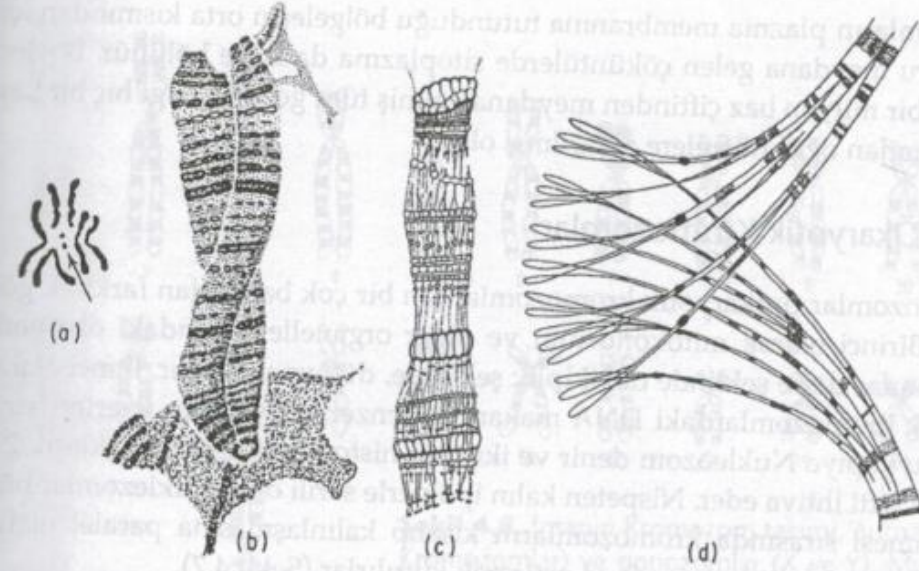
Şekil 4.1. Kromozomların yapısı a) Dıştan görünüş b) İçten görünüş (a: Cireli'ye b: Kühn'e göre Demirsoy, 1999'dan)

Sentromerin yeri	Kromozom tipi	Metafazdaki şekli	Anafazdaki şekli
Ortada	Metasentrik		
Bir uca daha yakın	Submetasentrik		
Bir uca çok yakın	Akrosentrik		
Uçta	Telosentrik		

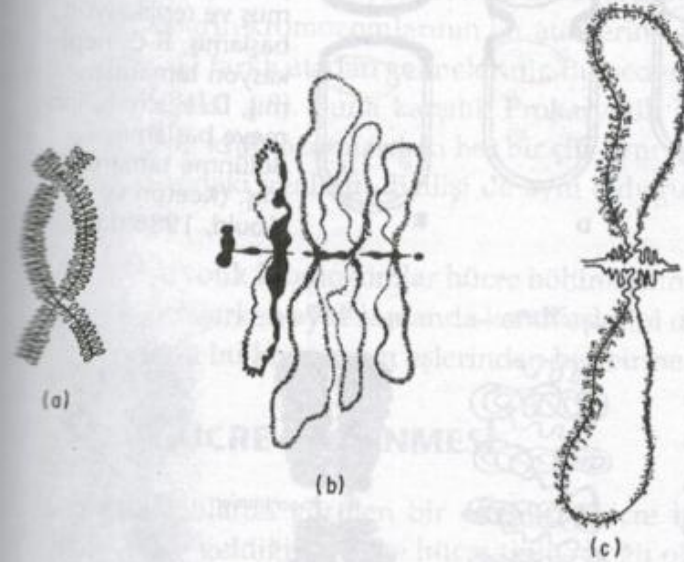
Şekil 4.2. Sentromerin yerine göre Kromozom tipleri (Klug ve Cummings, 1994'ten)



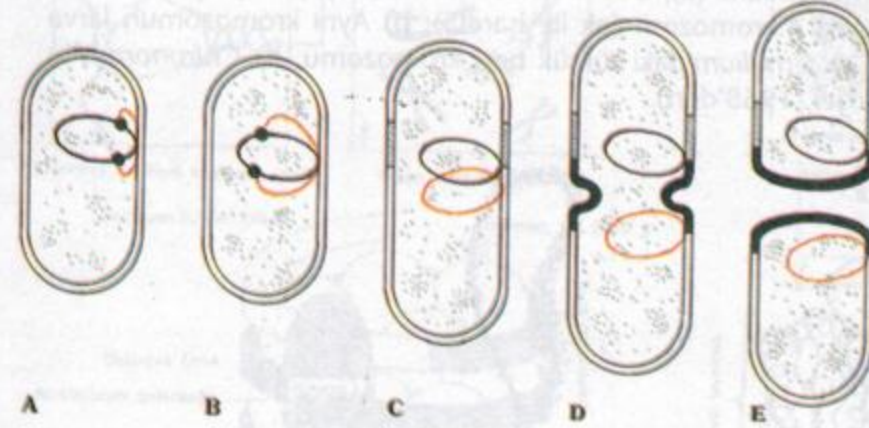
Şekil 4.3. Kromozomların ince yapısı a-f) DNA zincirinden başlayarak, bölünmekte olan bir hücrede kromozom yoğunlaşmasına kadar gelişen yapı değişiklikleri, g-m) Aynı olayların yandan görünümü, n) Sekiz protein molekülünden oluşmuş nukleozom çekirdeği (histon 2A, 2B, 3 ve 4 denen dört çeşit proteinden ikiye adet bulunur). Beşinci çeşit histon (1) nukleozom çekirdeğinin üzerine bağlanarak, çekirdek etrafına sarılmış DNA'nın kararlı kalmasına yardımcı olur.



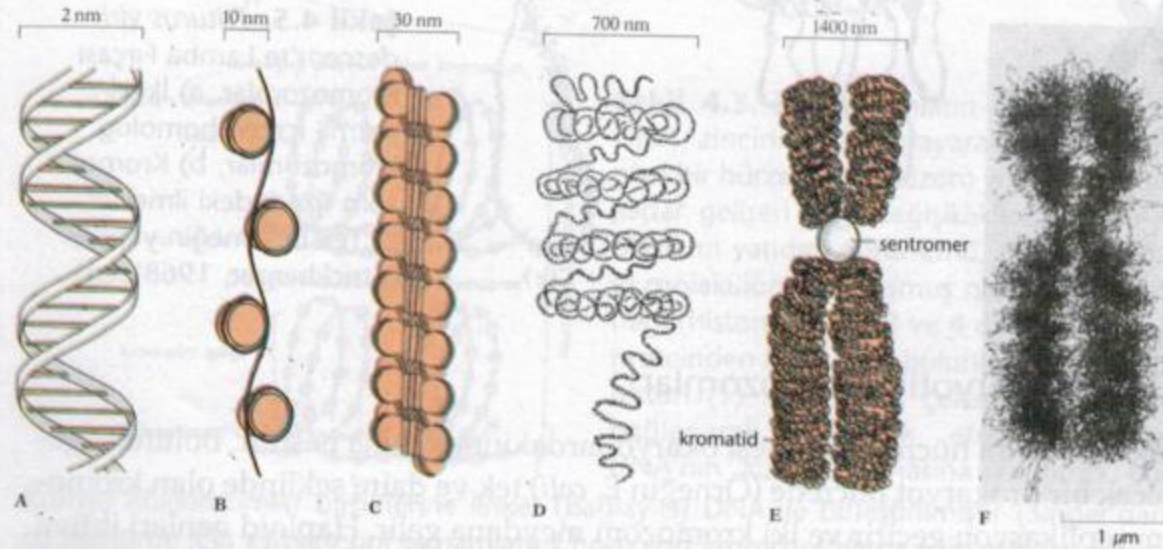
Şekil 4.4. Mitoz'daki Kromozomlarla (a), Dev kromozomların (b,c,d) karşılaştırılması. a) *Drosophila melanogaster*'deki 4.kromozom (ok ile işaretli), b) Aynı kromozomun larva tükrük bezindeki durumu, c) *Simulium*'daki tükrük bezi kromozomu, d) *Chironomus*'ta puf yapmış kısım (Strickberger, 1968'den).



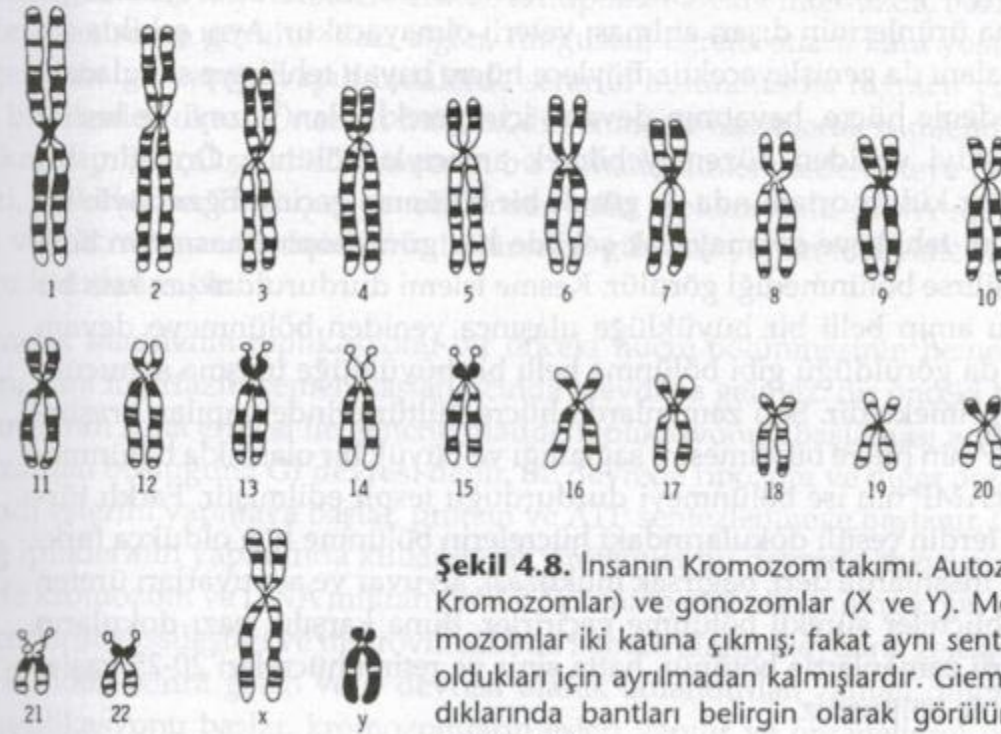
Şekil 4.5. *Triturus viridescens*'te Lambda Fırçası Kromozomlar. a) İki ki-yazma içeren homolog kromozomlar, b) Kromo-zom üzerindeki ilmekler, c) Tek bir ilmeğin yapısı (Strickberger, 1968'den).



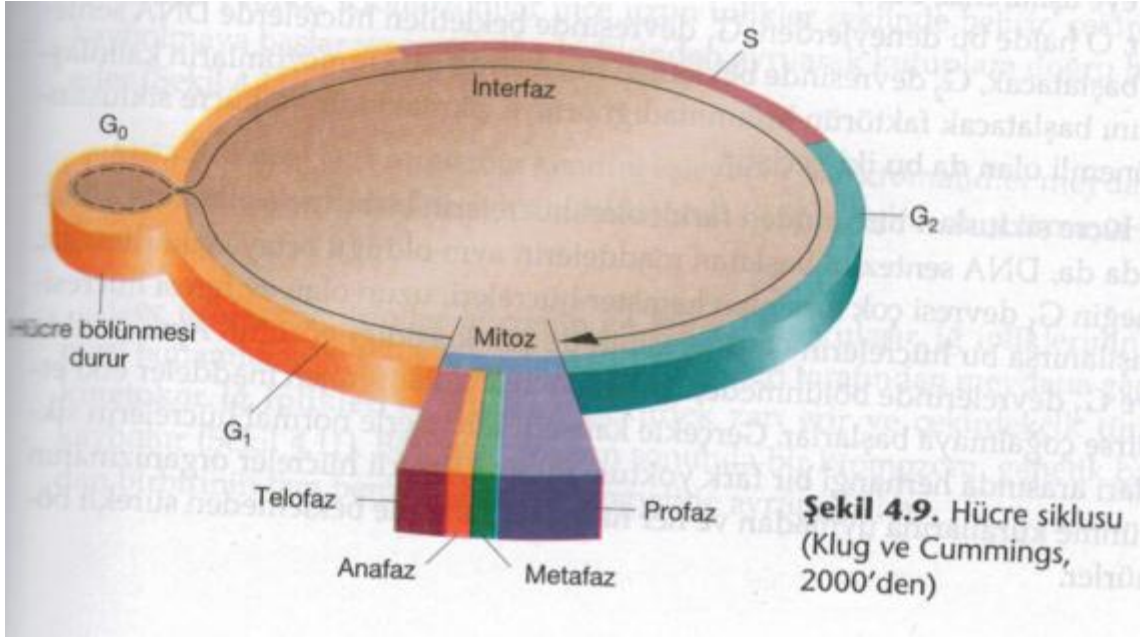
Şekil 4.6. Prokaryot hücre bölünmesi. A. Hücrenin dairesel kromozomu plazma zarına tutunmuş ve replikasyon başlamış, B-C. Replikasyon tamamlanmış, D. Hücre bölünmeye başlamış, E. Bölünme tamamlanmış. (Keeton ve Gould, 1986'dan).



Şekil 4.7. Ökaryotlardaki çekirdek kromozomu. A. Çift sarmallı DNA, B ve C Nukleozom oluşumu, D. Kromatidlerdeki ilmeklerin görünümü, E. Kromatidler, F. Elektron mikroskopta fotoğrafı çekilmiş bir insan kromozomu (Keeton ve Gould, 1986'dan)



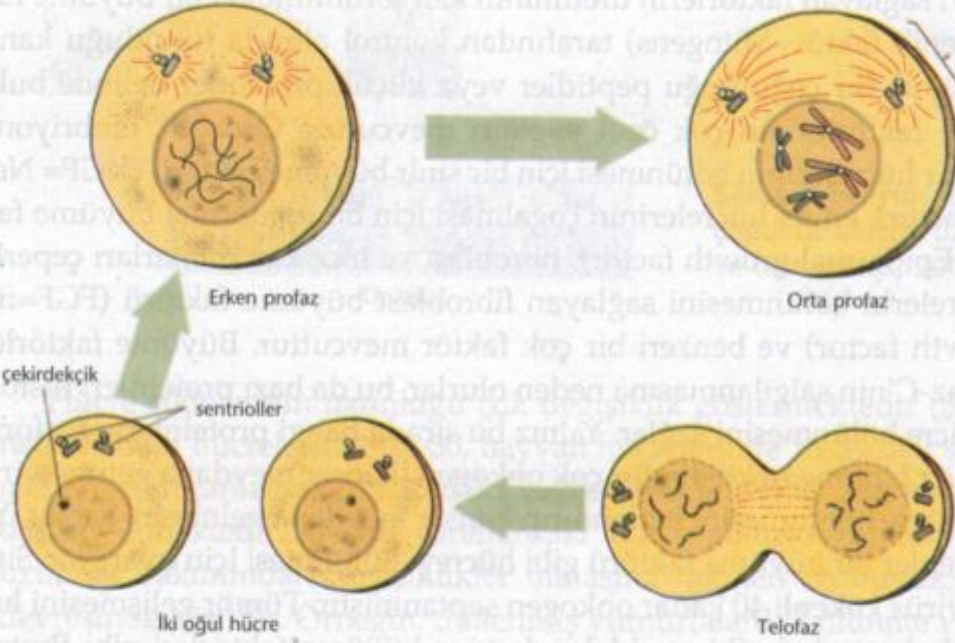
Şekil 4.8. İnsanın Kromozom takımı. Autozomlar (1-22. Kromozomlar) ve gonozomlar (X ve Y). Metafazda kromozomlar iki katına çıkmış; fakat aynı sentromere bağlı oldukları için ayrılmadan kalmışlardır. Giemsa ile boyandıklarında bantları belirgin olarak görülür (Demirsoy, 1999'dan)



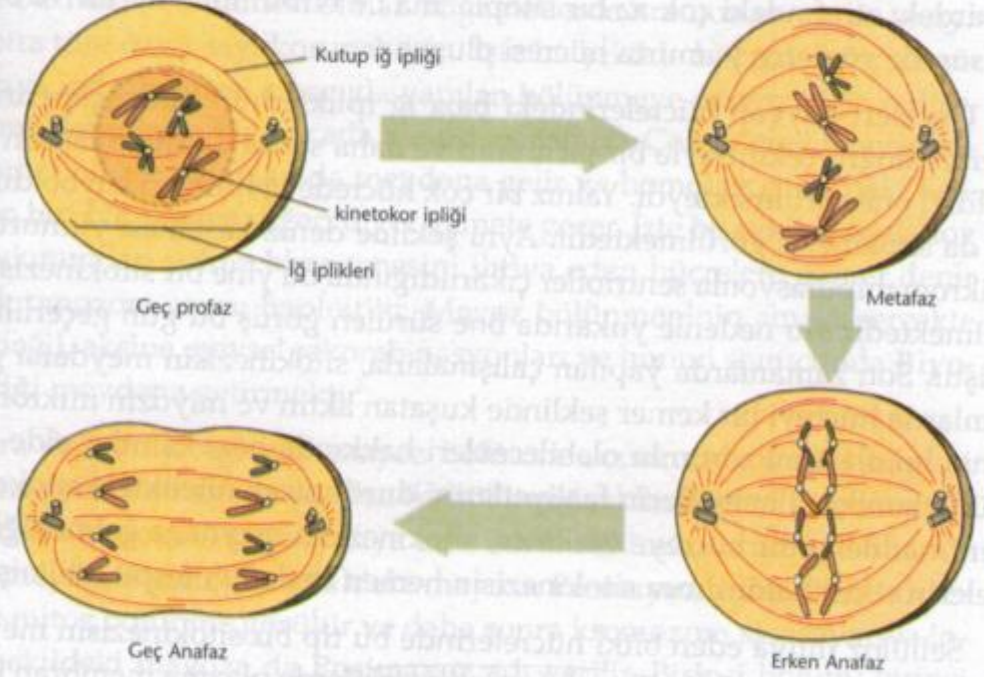
Şekil 4.9. Hücre siklusu (Klug ve Cummings, 2000'den)

Interfaz			Mitoz
G ₁	S	G ₂	M
5	7	3	1
Saat			
Pro	Met	Ana	Tel
36	3	3	18
Dakika			

Şekil 4.10. Hücre siklusundaki çeşitli devrelerin uzunlukları (Klug ve Cummings, 2000'den)



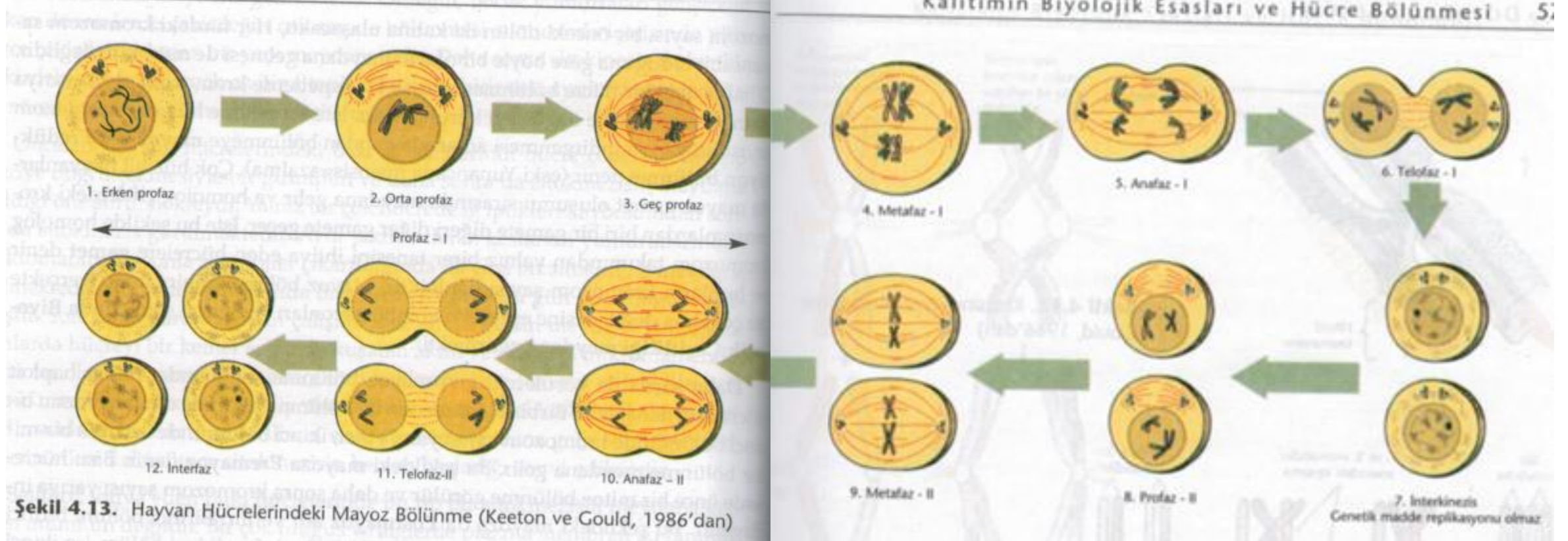
Şekil 4.11. Hayvan Hücrelerinde Mitoz Bölünme (Keeton ve Gould, 1986'dan)

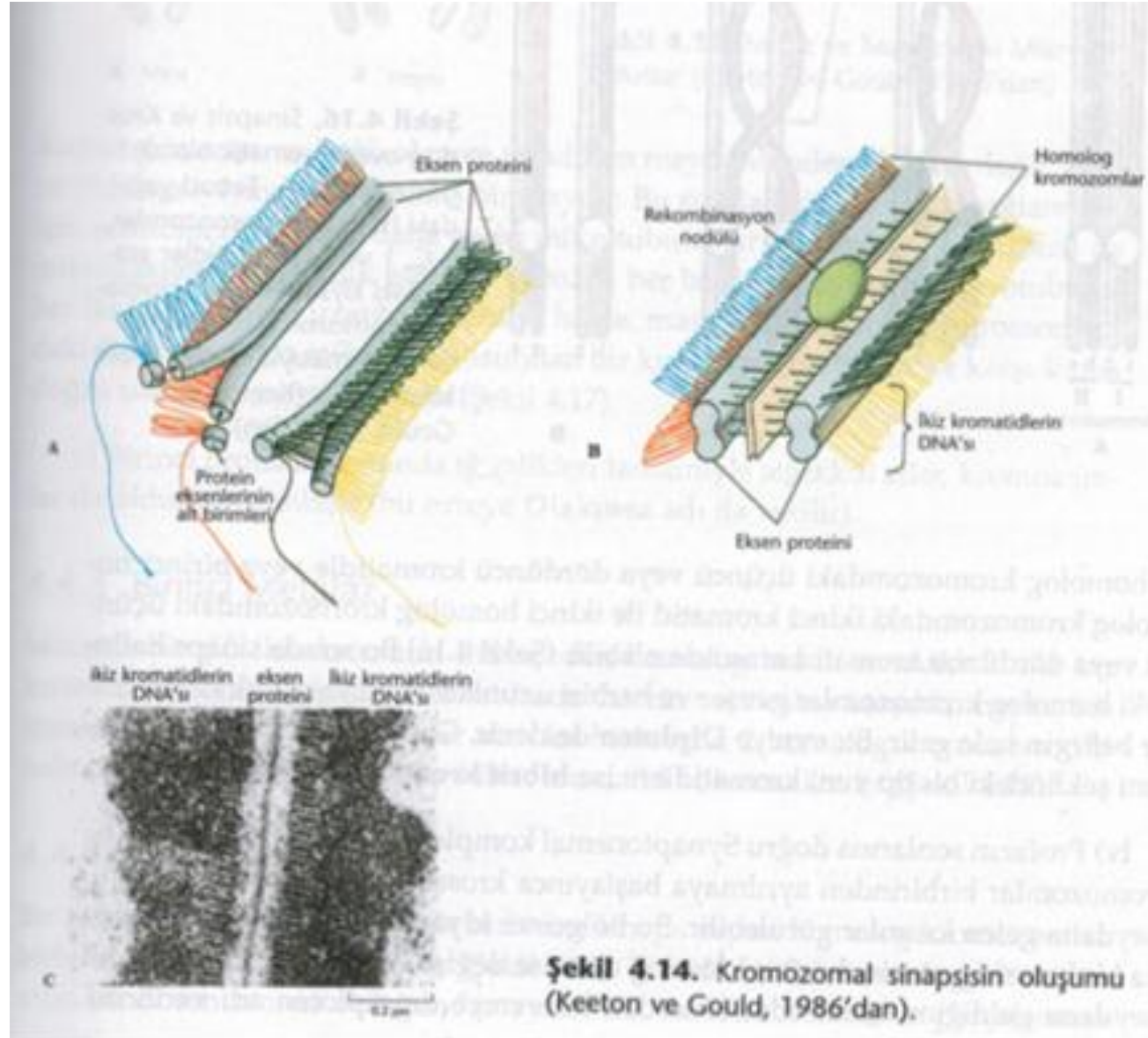


Şekil 4.11. (devamı)

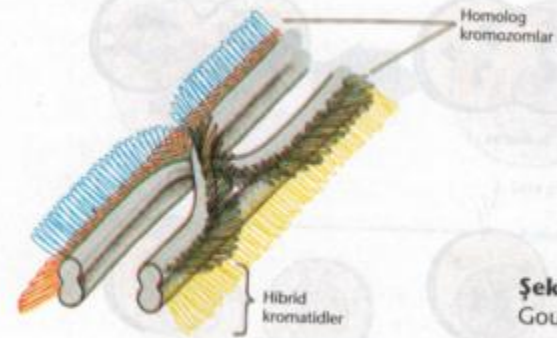


Şekil 4.12. Hayvan ve Bitki Hücrelerindeki Sitokinezis tipleri. a. Hayvan hücresi, b. Alg hücresi, c. Yüksek bitkilerdeki hücre (Keeton ve Gould, 1986'dan)

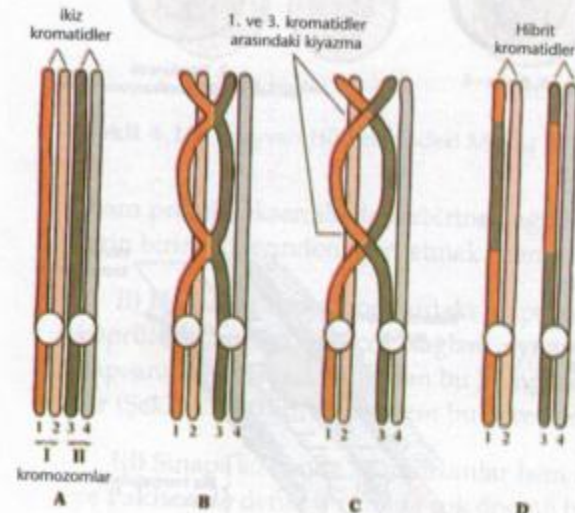




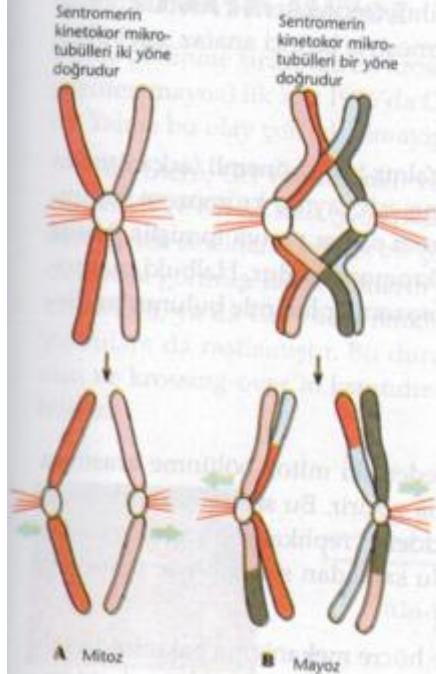
Şekil 4.14. Kromozomal sinapsisin oluşumu
(Keeton ve Gould, 1986'dan).



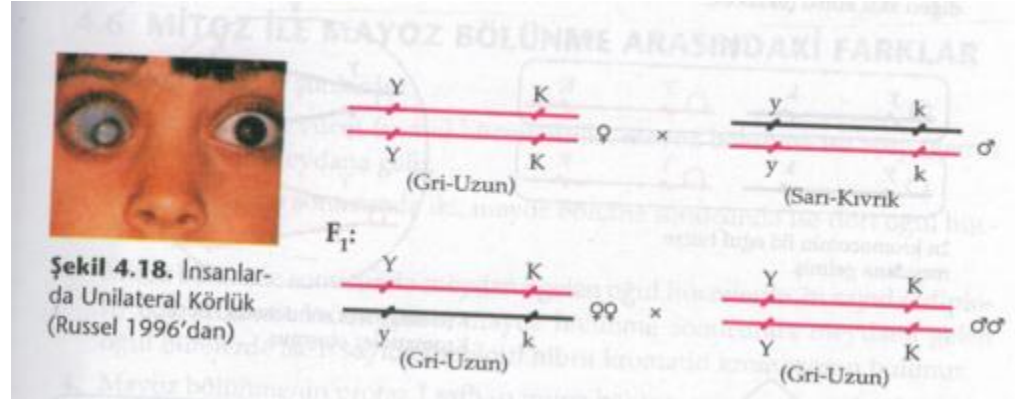
Şekil 4.15. Krossing-over (Keeton ve Gould, 1986'dan)



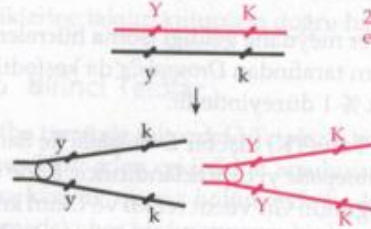
Şekil 4.16. Sinapsis ve Krossing-overin şematik olarak gösterilmesi. A. Tetrade yapısındaki homolog kromozomlar, B-C. 1 ve 3. kromatidler arasındaki kiyazmalar, D. Homolog kromozomların birbirinden ayrılmasıyla oluşan Hibrit kromatidler (Keeton ve Gould, 1986'dan)



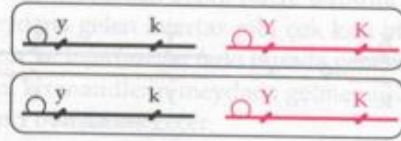
Şekil 4.17. Mitoz ve Mayoz'daki Mikrotubuluslar (Keeton ve Gould, 1986'dan)



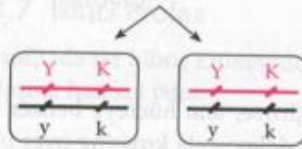
NORMAL MITOZ



Kromozomlar replikasyon yapmış, her bir ikiz kromatid'ten biri bir kutba diğeri aksi kutba çekilecek.

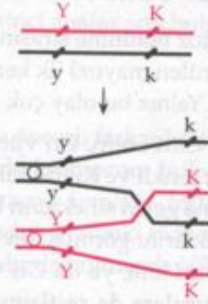


2n kromozomlu iki oğul hücre meydana gelmiş.

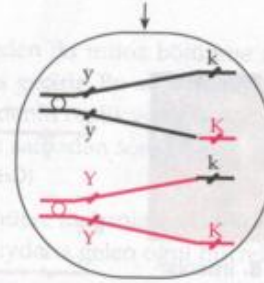


Oğul hücreler ana hücrenin tamamıyla aynıdır.

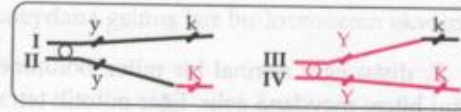
SOMATİK MAYOZ



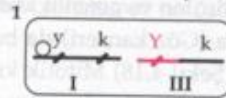
Mitotik tetrad oluşmuş ve Crossing-over meydana gelmiş.



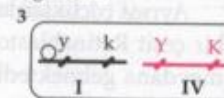
Krossing-over sonucunda Hibrit Kromatidler oluşmuş.



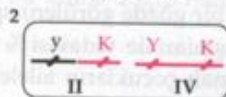
Bu kromozomların çeşitli kombinasyonlarda kutuplara çekilmeleri sonucunda dört çeşit fenotip meydana gelebilir.



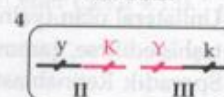
Gri-Kıvrık



Gri-Uzun

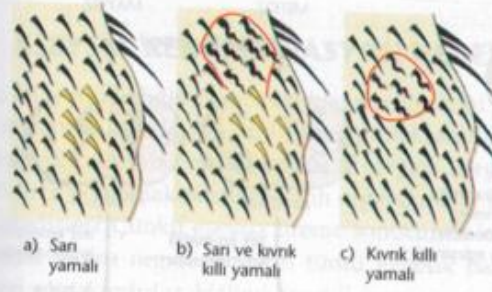


Gri-Uzun



Gri-Uzun

Buradaki 1 numaralı birey Gri renkli olup, kıvrık kılıardan oluşan yama şeklinde kısımlar taşır (Bkz. Şekil 4.19c).



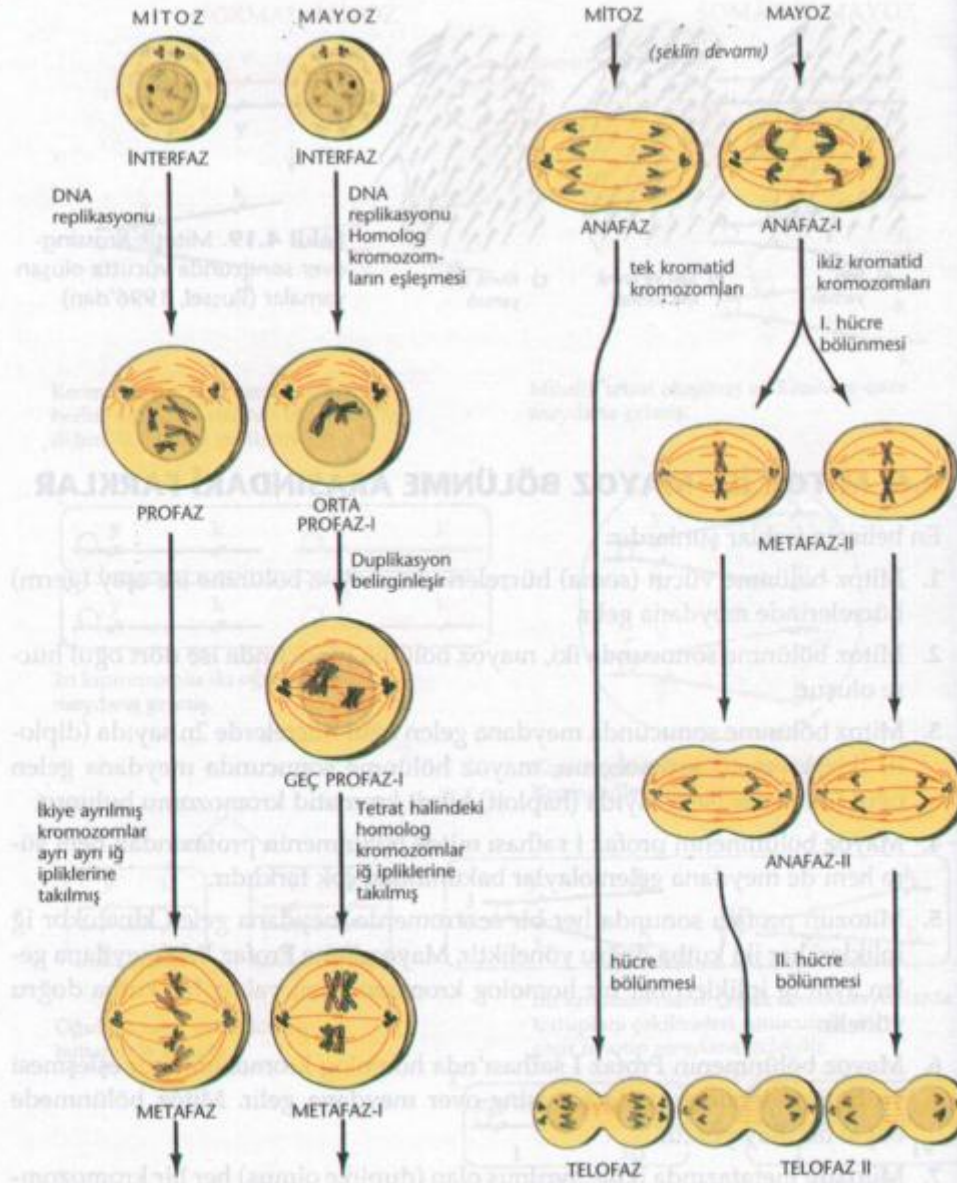
Şekil 4.19. Mitotik Krossing-over sonucunda vücutta oluşan yamalar (Russel, 1996'dan)

4.6 MİTOZ İLE MAYOZ BÖLÜNME ARASINDAKİ FARKLAR

En belirgin farklar şunlardır:

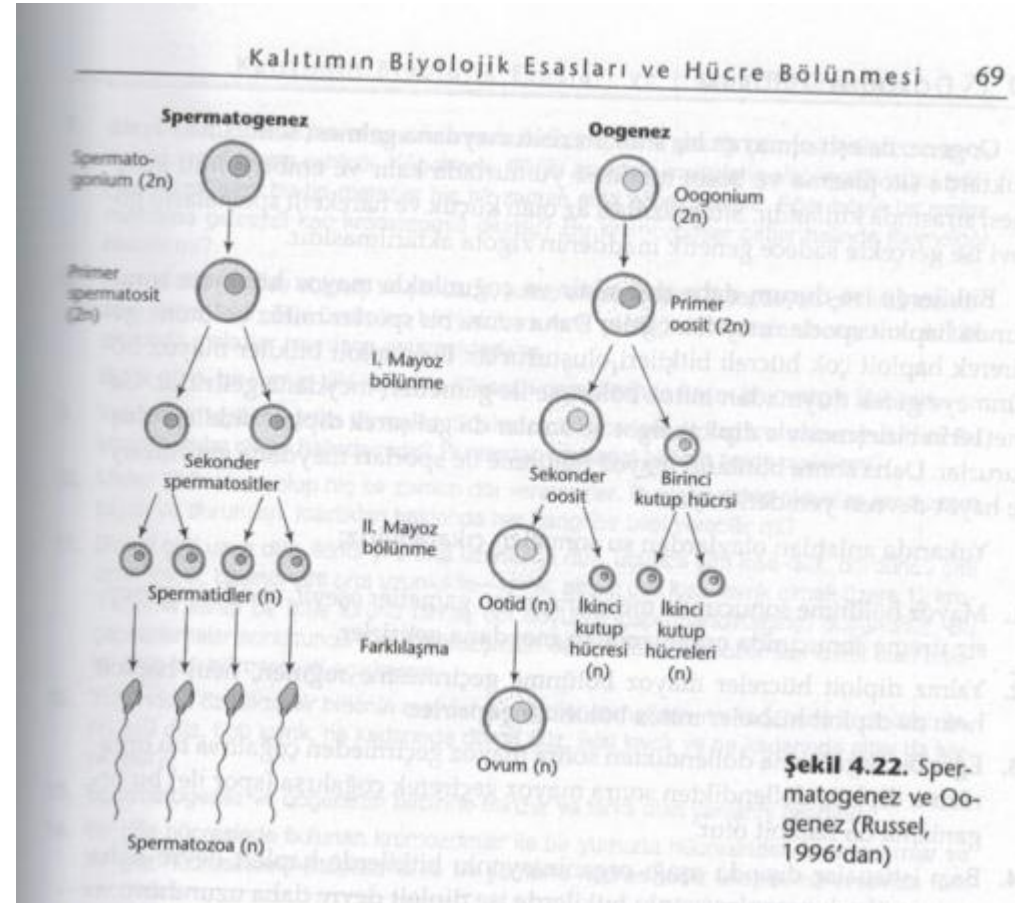
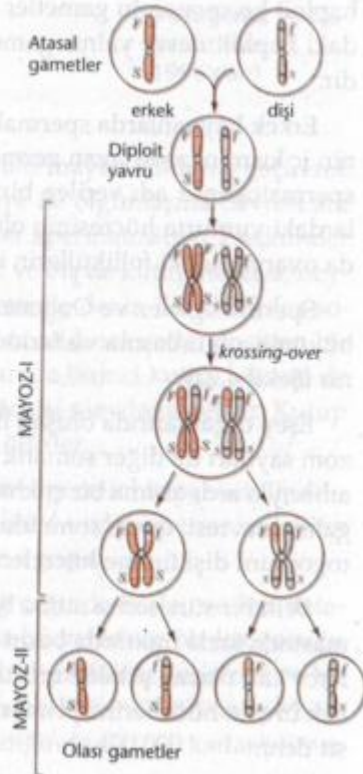
1. Mitoz bölünme vücut (soma) hücrelerinde, mayoz bölünme ise eşey (germ) hücrelerinde meydana gelir.
2. Mitoz bölünme sonucunda iki, mayoz bölünme sonucunda ise dört oğul hücre oluşur.
3. Mitoz bölünme sonucunda meydana gelen oğul hücrelerde $2n$ sayıda (diploit) ikiz kromatit kromozomu, mayoz bölünme sonucunda meydana gelen oğul hücrelerde ise n sayıda (haploit) hibrit kromatid kromozomu bulunur.
4. Mayoz bölünmenin profaz I safhası mitoz bölünmenin profazından hem süre hem de meydana gelen olaylar bakımından çok farklıdır.
5. Mitozun profazı sonunda her bir sentromerde meydana gelen kinetokor iğ iplikleri her iki kutba doğru yöneliktir. Mayozda ise Profaz I'de meydana gelen aynı iğ iplikleri her bir homolog kromozomdan yalnız bir kutba doğru yönelir.
6. Mayoz bölünmenin Profaz I safhası'nda homolog kromozomların eşleşmesi ve bunun sonucunda da Krossing-over meydana gelir. Mitoz bölünmede böyle bir olay yoktur.
7. Mitozun metafazında ikiye ayrılmış olan (duplike olmuş) her bir kromozomdaki iki kromatid kromozomundan her biri ayrı ayrı kutupsal iğ ipliklerine takılır. Mayozun metafaz I safhasında ise yanyana gelerek tetrat yapmış homolog kromozomların her biri ayrı ayrı olarak kutupsal iğ ipliklerine takılır.
8. Mitozun anafazında kutuplara giden kromozomlar tek kromatid kromozomları halinde, mayozun anafaz I'inde ise hibrit ikiz kromatid kromozomları halindedir.

Bunların yanındaki diğer farklar Şekil 4.20'de gösterilmiştir.



Şekil 4.20. Mitoz ile Mayoz Arasındaki Farklar (Keeton ve Gould, 1986'dan)

Şekil 4.21. Krossing-over ile Gametlerde Meydana Gelen Varyasyonlar (Keeton ve Gould, 1986'dan)



Şekil 4.22. Spermatogenez ve Oogenez (Russel, 1996'dan)