

MOLEKÜLER HÜCRE BİYOLOJİSİ

ALTINCI BASKI

Lodish
Berk
Kaiser
Krieger
Scott
Bretscher
Ploegh
Matsudaira

ÇEVİRİ EDITÖRLERİ
Prof. Dr. Hikmet Geckil
Prof. Dr. Murat Özmen
Prof. Dr. Özfer Yeşilada

MOLEKÜLER HÜCRE BİYOLOJİSİ

ALTINCI BASKI

Harvey Lodish
Arnold Berk
Chris A. Kaiser
Monty Krieger
Matthew P. Scott
Anthony Bretscher
Hidde Ploegh
Paul Matsudaira

W. H. Freeman and Company
New York

YAYINCI: Sara Tenney
SORUMLU EDİTÖR: Katherine Ahr
GELİŞİMSEL EDİTÖRLER: Matthew Tontono, Erica Pantages Frost, Elizabeth Rice
YARDIMCI PROJE YÖNETİCİSİ: Hannah Thonet
YARDIMCI EDİTÖR: Nick Tymoczko
YARDIMCI PAZARLAMA MÜDÜRÜ: Debbie Clare
UZMAN PROJE EDİTÖRÜ: Mary Louise Byrd
METİN DİZAYNI: Marsha Cohen
SAYFA DÜZENİ: Aptara, Inc.
KAPAK DİZAYNI: Blake Logan
RESİM KOORDİNATÖRÜ: Susan Timmins
RESİMLER: Network Graphics, Erica Beade, H. Adam Steinberg
FOTO EDİTÖR: Cecila Varas
YAPIM KOORDİNATÖRÜ: Susan Wein
MEDYA VE YARDIMCI MATERYAL EDİTÖRÜ: Hannah Thonet
MEDYA GELİŞİM: Biostudio, Inc., Sumanas, Inc.
KOMPOZİSYON: Aptara, Inc.
ÜRETİM: RR Donnelley & Sons Company

Kapak hakkında: DNA için mavi ve tübülün için yeşil boyamanın yapıldığı geç anafaz mitotik PtK2 hücreleri.
Torsten Wittman'ın izniyle.

Kongre Kütüphanesi Kataloglama Verileri
Molecular cell biology / Harvey Lodish ... [et al.]. -6th ed.
p. cm.

Bibliyografik referans ve dizin içermektedir.

1. Cytology. 2. Molecular biology. I. Lodish, Harvey F.

QH581.2.M655 2007

571.6-dc22

2007006188

ISBN-13: 978-07167-7601-7

ISBN-10: 0-7167-7601-4

© 1986, 1990, 1995, 2000, 2004, 2008 W. H. Freeman and Company tarafından

Her hakkı saklıdır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde basılmıştır.

İkinci basım

W. H. Freeman and Company
41 Madison Avenue, New York, NY 10010
Houndmills, Basingstoke
RG21 6XS, İngiltere

www.whfreeman.com

Kendilerinden öğrenmeye devam ettiğimiz
öğrencilerimize ve öğretmenlerimize ve
destek, teşvik ve sevgileri için ailelerimize

ÖNSÖZ

Moleküler Hücre Biyolojisinin altıncı baskısını yazarken, kısmen yeni deneysel teknikler sayesinde son dört yılda biyomedikal bilimde yaşanan ve pek çok alanda çığır açan göz alıcı gelişmelere yer verdik. Örneğin, DNA'nın yüksek hızlarda dizilenmesi, düzinelerce ökaryotik genomun tam dizisinin çıkarılmasına imkan tanıdı; bunlar da insan genomunun organizasyonu ve gen ifadesinin düzenlenmesi konusunda önemli keşiflere yol açtı ve ayrıca yeni yaşam formlarının evrimi ve çoklu protein ailelerinin her bir üyesinin işlevi konusunda yeni anlayışlar kazandırdı. Yeni görüntüleme teknikleri hücrenin organizasyonu ve hareketi konusunda oldukça önemli bulgular sunarken, yeni moleküler yapılar hücre-hücre sinyali, fotosentez, gen transkripsiyonu ve kromatin yapısı gibi yaşamsal olaylar hakkındaki bilgilerimize önemli katkılar sağladı.

Yeni Yazar Ekibi

Bu heyecan verici yeni gelişmelere yeniden ayrıntılı bir bakış için iki yeni yazarın büyük yardımı oldu. Cornell Üniversitesinden **Anthony Bretscher**, aktin hücre iskeleti ve onun yeni bileşenlerini belirleyip karakterize etme ve bunların hücre polaritesi ve zar trafiği ile ilişkili biyolojik işlevleri konusundaki çalışmaları ile bilinmektedir. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden (MIT) **Hidde Ploegh** özellikle bağışık yanıttan kaçınmak için virüslerin başvurduğu taktikler ve bağışıklık sistemimizin savunma yolları başta olmak üzere, immün sistemin davranışı konusundaki bilgilerimize büyük katkılar sağladı. Her iki yazar da hem çalışmaları ve hem de ders verme teknikleri konusunda iyi tanınmaktadır.

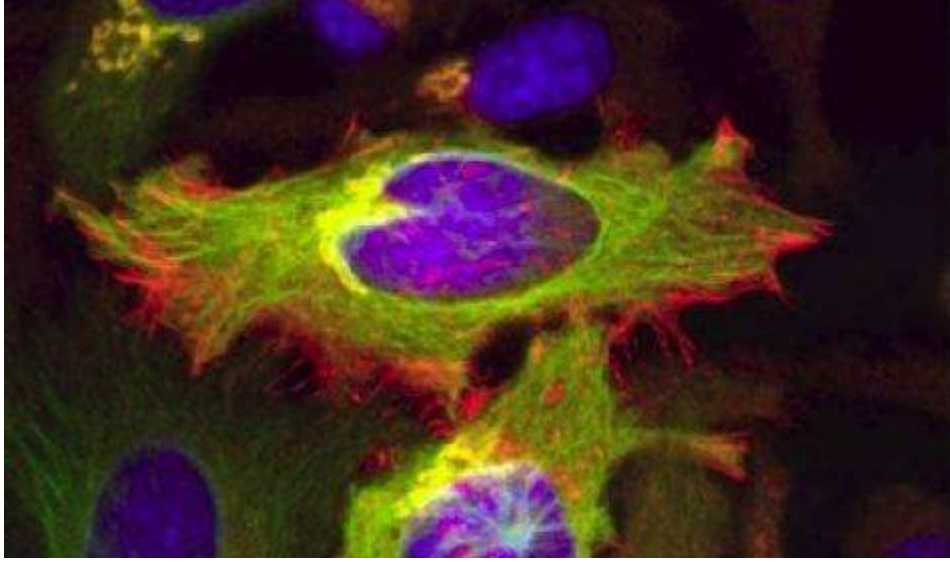
Moleküler Hücre Biyolojisinin daha önceki baskılarında verdikleri olağanüstü katkılardan dolayı Paul Matsudaira, Jim Darnell, Larry Zipursky ve David Baltimore'a minnet borçluyuz. Bu kitabın birçok yerinde onların görüş ve sezgileri görülmektedir.

Deneysel Vurgulama

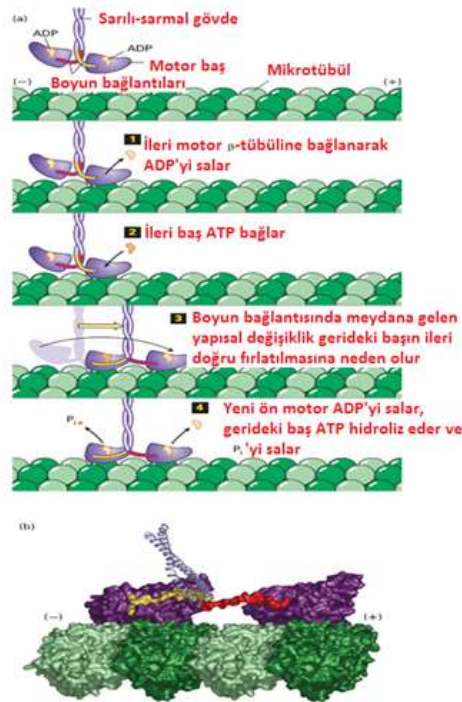
Moleküler Hücre Biyolojisinin ayırt edici özelliği, bildiklerimizi nasıl öğrendiğimizi deneyler kullanarak öğrencilere öğretmektir. Öğrenci, mayadan kurtçuk ve fareye kadar çeşitli deney organizmalarının kullanılarak "düşük seviyeli bir organizma" ile yapılan keşiflerden, insan biyolojisi ve hastalıkları hakkında nasıl yeni bilgiler edinilebileceğini görecektir. Kitapta da görüleceği gibi, bu deneysel yaklaşım kapsamlı biçimde pedagojik bir çerçeveye oturtuldu. Örneğin:

- DeneySEL Şekiller önemli deneysel sonuçların nasıl değerlendirildiği konusunda öğrencilere yardımcı olmaktadır.
- Klasik Deney raporları, tarihsel açıdan önemli ve Nobel Ödülü kazanmış deneylere odaklanmaktadır.

- Her bölümün sonundaki yeni ve gözden geçirilmiş Veri Analizi problemleri, bir seri soruya cevap vermesi için, öğrencinin gerçek deneysel verileri sentezlemesini gerektirir.
- Güncellenmiş olan Gelecek İçin Öngörüler, gelecekteki keşiflerin potansiyel uygulamalarını ve araştırmaların önünde duran henüz cevaplanmamış soruları ortaya koymaktadır.



Aynı hücrede çok sayıda protein ve DNA'nın konumunu gösteren floresan mikroskopisi. [B.N.G. Giepmans ve ark.'dan, 2006, *Science* 312:217.]



Şekil 18-22 Kinezin-1 bir mikrotübül üzerinden aşağı doru “yürümek” için ATP kullanır.

Yeni Keşifler, Yeni Yöntemler

Yöntemlerle ilgili gelişmeler moleküler hücre biyolojisi konusundaki bilgilerimizi genişletip zenginleştirmeye devam etmekte ve yeni bilgiler edinmeyi sağlamaktadır. Aşağıda verilenler bu yeni baskıda bulunan yeni deneysel yöntemler ve son teknoloji bilim hakkında birkaç seçilmiş örneği göstermektedir:

- Organel proteom profilinin çıkarılması ve kütle spektroskopisinde gelişmeler dahil, proteomik konusunun kapsamlı olarak ele alınması (Bölüm 3)
- Hücre kültürü veya bir organizmada ilgilenilen herhangi bir genin susturulması için shRNA'ların kullanılması dahil, RNAi'nin kapsamlı olarak ele alınması (Bölüm 5 ve 8)
- Yapı ve paketlenmesi (Bölüm 6), kromatin modellenmesi ile gen ifadesinin kontrolü (Bölüm 7) ve kromatin modelleyen proteinler ve tümör gelişimi (Bölüm 25) dahil, kromatinle ilgili güncellenmiş konular
- Kromozomlar ve mitokondrinin evrimi (Bölüm 6)
- Ön-başlama kompleksi ve aracı kompleks (Bölüm 7); halkasal fosfolipidler (Bölüm 10); Ca^{+2} ATPaz (Bölüm 11); rodopsin, transdüsün, ve protein kinaz A (Bölüm 15); ve miyozin ATPaz (Bölüm 17) dahil olmak üzere yeni moleküler modeller
- Kriyoelektron tomografisi dahil, ışık ve elektron mikroskopisindeki en son gelişmeler (Bölüm 9)
- Reaktif oksijen türleri (ROS) (Bölüm 12)
- Elektron taşınmasında süperkomplekslerin rolü (Bölüm 12)
- İnsan epidermal büyüme faktörü reseptörleri (HER'ler) ve kanser tedavisi (Bölüm 16)
- Miyozin ATPaz döngüsü (Bölüm 17)
- Kinezin-1 ATPaz döngüsü (Bölüm 18)
- Hücre hattını takip etmek için retrovirüs enfeksiyonunun kullanılması (Bölüm 21)
- Akson rehber molekülleri (Bölüm 23)
- Bağışıklık hücrelerinde somatik gen yeniden-düzenlenmesi (Bölüm 24)
- Kanser kök hücreleri (Bölüm 25)
- Tümör tiplerede DNA mikrodizin analizinin kullanılması (Bölüm 25)

Artan Açıklık ve Erişim

Hem lisans ve hem de lisansüstü öğrenci deneyimimizden, kitabın bu altıncı baskısını yazarken bir adım geriye giderek özellikle öğrenciler için zor olan konuları onlar için nasıl daha anlaşılabilir hale getirebileceğimizi kendimize sorduk. Öğrencilerin temel prensipler konusunda ihtiyacı olan açık ve anlaşılır açıklamalar ve son bilimsel gelişmelerin dengeli bir şekilde kapsanması, hem kavram ve hem de deneylerin daha kolay anlaşılabilmesi için çaba sarf ettik.

Özellikle, her bölümün hemen başında o bölümle ilgili **genel bilgi** kısmını, öğrencilere büyük resmi görmelerini ve sağlam bir temel oluşturarak daha ileriki kısımlarda kendilerini bekleyen konuları anlamalarını sağlamak için geliştirdik. Gereksiz uzatmaları mümkün olduğunca kaldırarak, metin ve başlıkları daha anlaşılır hale getirdik. Kolay okunabilirlik açısından **kavram-odaklı başlıklar** her bölüm için bir yol haritası sunmaktadır.

Yeni Organizasyon

İlişkili materyali bir arada vermek ve birçok dersin organizasyonu ile uyum için Amerika Birleşik Devletleri'nde hücre biyolojisi alanında çalışan 100'den fazla profesörün görüşü alınarak, kitabın içindekiler kısmı revize edilmiştir. Ayrıca, yeni materyalin eklenmesine olanak tanımak için, birkaç bölümü yeniden organize ederek, birçok konu detaylı olarak kapsanmıştır. Her bölüm, çığır açan yeni çalışma ve detaylı derleme makalelerini içeren ve böylece öğrenci ve eğiticileri daha çok ilave bilgiye yönlendiren güncel referanslara sahiptir.



DeneySEL Şekil 9-30 Fare birincil uydu (miyoblast) hücrelerinin kültür ortamında kas hücrelerine farklılaşması. (C. Emerson ve J. Chen'in izniyle, Boston Biomedical Research Institute.)

Yeni Bölümler

Moleküler Hücre Biyolojisinin altıncı baskısı üç yeni bölüm içermektedir:

- “Gelişimin Moleküler Hücre Biyolojisi” (Bölüm 22), özellikle memeli gelişiminin detaylı olarak ele alındığı döllenmeden motif oluşumuna kadar gelişimin temel prensiplerini sunmaktadır.
- “Sinir Hücreleri” (Bölüm 23), aksonal yönelim ve duyuşal algılama konularındaki en son gelişmeler dahil, bu özelleşmiş hücrelerin paylaştığı hücre biyolojisini kapsamaktadır
- “İmmünoloji” (Bölüm 24) moleküler hücre biyolojisi prensiplerini omurgalı bağışıklık sistemine uygulamaktadır.

Tıpla Bağlantısı

Temel hücre biyolojisi ve Moleküler biyolojideki birçok gelişme, kanser ve diğer önemli insan hastalıkları için yeni tedavi olanakları sağlamıştır. Öğrencilere, öğrenmiş oldukları temel bilimin klinik uygulamalara olan katkısını takdir etmeleri için, bu tıbbi örnekler bölümlerde uygun yerlere konmuştur. Bu uygulamaların çoğu hücre hareketini katalizleyen, DNA transkripsiyonunu düzenleyen, metabolizmayı koordine eden ve hücreleri diğer hücreler ve hücre dışı ortamdaki protein ve karbohidratlara bağlayan çoklu protein komplekslerinin detaylı anlaşılmasına dayanmaktadır. Altıncı baskıda bulunan tıbbi örneklerin tam bir listesi arka sayfada yer almaktadır.

KLİNİK UYGULAMALAR



Bu simge, metindeki klinik bir uygulamanın başlangıcını belirtmektedir. İlave daha kısa bağlantılı tartışma, metin içinde uygun yerlerde verilmiştir:

- İlaç tedavisinde stereoizomerler (s. 33)
- Protein yanlış katlanma hastalıkları (s. 84)
- İlaçlar protein aktivitesini inhibe edebilir (s. 84)
- Proteazom inhibitörleri kemoterapide kullanılır (s. 87)
- Kolon kanseri (s. 148)
- Nükleotid kesip ekleme tamir sistemi ve deri kanseri (s. 148)
- HIV ve HPV gibi virüsler hücrelerimize saldırır (s. 159)
- Hemoglobin alelleri, orak-hücre anemisini ve sıtmayı etkiler (s. 167)
- DNA mikrodizininler tıpta güçlü tanısal araçlardır (s. 193)
- Rekombinant DNA teknikleri ile tedavide kullanılan insan proteinleri sentezlenir (s. 194)
- Mutant aleller insan hastalıklarına neden olur (s. 198)
- Nakavt fareler kistik fibrozu çalışmak için kullanılır (s. 208)
- Mikrosatellitler sinir-kas hastalıklarına neden olur (s. 224)
- L1 elementlerinin hareketi pek çok genetik hastalığa neden olur (s. 232)
- Antibiyotiklerin mitokondri ve sitozol ribozomları üzerine farklı etkileri vardır (s. 240)
- mtDNA mutasyonları hastalıklara neden olur (s. 241)
- Nörofibromatoz (s. 243)
- Kanser tedavisinde insan telomerez inhibitörlerinin kullanımı (s.264)
- Genlerde represör aktivitesinin yokluğu kansere neden olur (s. 290)
- Kseroderma pigmentosum ve Cockayne sendromu (s. 298)
- Ekson atlaması ve spinal kas atrofi (s. 333)
- Mikrosatellit bölgeleri ve nörolojik hastalıklar (s. 340)
- Talesemi (s. 346)
- İnsan bağışıklık eksikliği virüsü (HIV) (s. 346)
- mTOR yolağı ve insan kanserleri (s. 355)
- Ateroskleroz ve kolesterol (s. 432)
- Akuaporin, vazopressin ve diyabetes insipidus (s. 445)
- ABC proteinleri ve kistik fibroz (s. 455)
- Na⁺/K⁺ ATPaz ve kalp kası kasılmaları (s. 468)
- Kolera ve su kaybı (s. 471)
- Siyanür hücre solunumunu inhibe eder (s. 498)
- Reaktif oksijen türleri (ROT) yüksek düzeyde toksik olabilir (s. 502)
- ATP/ADP antiporter aktivitesi ve bitkisel ilaçlar (s. 509)
- Amfizem ve protein yanlış katlanması (s. 555)
- Hatalı peroksizom oluşumu kraniyofasiyal anomalilere yol açabilir (s. 568)
- Kistik fibroz (s. 593)
- Lizozomal depolama hastalıkları (s. 602)
- Ailesel hiperkolesterolemi (FH) ve LDL kolesterol (s. 608)

Astım tedavisi (s. 629)
Meme kanseri ve epitel büyüme faktörü (EGF) (s. 631)
Bakteriyel toksinler ve G· proteinleri (s. 639)
Nitrogliserin ve faranjit (s. 556)
Şeker hastalığı (s. 660)
TGF, büyüme inhibisyonu ve insan tümörleri (s. 671)
Granülosit koloni-uyarıcı faktör (G-CSF) ve kanser tedavisi (s. 672)
Eritropoetin ve dayanıklılık sporları (s. 679)
Meme kanseri ve HER2 geninin çoğalması (s. 682)
Memeli Ras proteinleri ve insan kanseri (s. 685)
PTEN geni ve insan kanseri (s. 697)
Hedgehog sinyal mutasyonları doğum hatalarına neden olur (s. 700)
ADAM proteazları kanser ve kalp hastalığını etkiler (s. 706)
Alzheimer hastalığı (s. 706)
Ateroskleroz ve kolesterol (s. 709)
Sferositik anemiler (s. 730)
Duchenne kas distrofisi (s. 731)
Protein mutasyonları hipertrofik kardiyomiyopatilere neden olur (s. 740)
Belli hastalıkların tedavisinde ilaçlar tübülünü etkiler (s. 766)
Primer sil bozuklukları duyu düzensizliklerine neden olur (s. 780)
Tip-A lamin mutasyonları pek çok hastalığa neden olur (s. 795)
Kadherin desmoglein ve deri hastalığı (s. 813)
Paraselüler taşınma ve hastalık (s. 815)
Konneksin genleri en az sekiz hastalığa neden olur (s. 819)
Glomerular-temelli zar hataları böbrek bozukluklara neden olur (s. 822)
İskorbüt ve bağ doku bozuklukları (s. 826)
Kollajen mutasyonları doğumsal kas distrofilerine neden olur (s. 827)
ECM, hücre iskeleti ve Duchenne kas distrofisi (s. 835)
Lökosit-adezyon eksikliği (s. 838)
LMNA mutasyonları çok sayıda hastalığa neden olur (s. 866)
Kalıtsal retinoblastoma (s. 882)
Ayrılmama (non-disjunction), kanser ve gelişim anomalilerine neden olur (s. 887)
Tümör baskılayıcı proteinler (s. 891)
Hücre döngüsü kontrol noktaları ve kanser (s. 899)
Kök hücrelerin tedavide kullanımı (s. 912)
Dentritik epidermal T hücreleri deri yaralarını iyileştirir (s. 915)
Kemik iliği aktarımları ve kök hücreler (s. 920)
Erkeklerde kısırlık ve situs inversus (s. 954)
Multiple skleroz (s. 1014)
Otoimmün hastalıklar periferik miyelini hedefler (s. 1015)
Botulizm ve nörotransmitter ekzositozu (s. 1022)
İlaçlar nörotransmitterleri ve onların taşıyıcılarını hedefler (s. 1023)
Sağırılık (s. 1033)
Bağışıklık baskılanması (s. 1091)
Aşılar (s. 1101)
Kanser kök hücrelerini belirlemede transplantasyon testleri kullanılır (s. 1111)
Kanser tedavilerinde doğal proteinlerin kullanımı (s. 1113)
Mikrodizin analizleri ve lenfomalar (s. 1118)
Gleevec ve diğer kanser tedavileri (s. 1130)
Meme kanseri tedavileri (s. 1132)
Nöroblastoma ve telomeraz aktivitesi (s. 1144)

Öğrenciler İçin

Destekleyici Web Sitesi

www.whfreeman.com/lodish6e

-  **YENİ:** Yazarlar tarafından öykülenen **Sesli Kayıtlar**, öğrencilere metindeki anahtar şekilleri daha derin bir şekilde anlama ve keşif yapmanın büyük heyecanını hissetmelerini sunmaktadır.
- **YENİ:** Kilit hücrel olayların dinamik doğası ve önemli deneysel teknikler konusunda 125'ten fazla animasyon ve araştırma videosunu MP3 veya bilgisayarınızda dinleyip izleyebilirsiniz. Animasyonlar BioStudio, Inc. işbirliği ile ders kitabının yazarları tarafından hikayeleştirilmiş ve Sumanas, Inc. tarafından programlanmıştır.
- **Klasik Deney** örnekleri çığır açan deneylere odaklanmakta ve araştırma süreçlerini ortaya koymaktadır.
- **İnternet Testleri** çoktan-seçmeli ve kısa yanıtlı sorular içermektedir.
- **Öğrenci Çözüm Kitapçığı** (ISBN: 1-4292-0127-4) Virginia Politeknik Enstitüsü ve Devlet Üniversitesinden Brian Storrie, Eric A. Wong, Richard Walker, Glenda Gillaspay ve Jill Sible tarafından yazılmış ve James Madison Üniversitesinden Cindy Klevickis ve Western Ontario Üniversitesinden Greg M. Kelly tarafından güncellenmiş olup, kitaptaki bölüm sonu problemlerin hepsinin çözümlerini içermektedir.
- **YENİ: eKitap** (ISBN: 1-4292-0955-0) Altıncı baskı için yeni olan bu isteğe göre düzenlenebilen eKitap tam-metin arama, not alma, imleme, işaretleme ve daha birçok kullanışlı çalışma aracı ile tüm kitabın içeriğini interaktif bir ortamda sunmaktadır. İnternete bağlı herhangi bir bilgisayardan standart bir web sağlayıcı ile kolayca erişilen eKitap kolay kullanılabilir bir formatta aktif bir öğrenme imkanı sunmaktadır. Daha detaylı bilgi için <http://ebooks.bfwpub.com> adresini ziyaret ediniz.

Eğiticiler İçin

Destekleyici Web Sitesi

www.whfreeman.com/lodish6e

Öğrencilere ait tüm kaynaklar ve:

- Kitaptaki tüm şekiller **jpeg ve PowerPoint** formatında verilmiş olup, eğiticiler tarafından biçimlendirilebilir ve öğrencilerin arka plandaki kavramları takip edebilmesi için kısım kısım gösterilebilirler. Yüksek renk kalitesi, büyütülmüş görüntü ve koyu yazılmış yazıları ile sınıf sunumları için şekiller iyileştirilmiştir.
- Microsoft Word'de biçimlendirilebilir formattaki **Test Bankası** her bölüm için *yeni ve revize edilmiş sorular* içermektedir. Test Bankası Arkansas Üniversitesi Tıbbi Bilimlerden Brian Storrie ve Virginia Politeknik Enstitüsü ve Devlet Üniversitesinden Eric A. Wong, Richard Walker, Glenda Gillaspay ve Jill Sible tarafından yazılmış ve James Madison Üniversitesi'nden Cindy Klevickis ve Western Ontario Üniversitesi'nden Greg M. Kelly tarafından revize edilmiştir.
- İlave **Veri Analizi** problemleri PDF formatında mevcuttur.
- **YENİ:** Ders için hazır Kişisel Yanıt Sistemi "clicker" soruları Microsoft Word dosyası ve Microsoft PowerPoint slaytlar olarak mevcuttur.
- **Eğitici Kaynakları CD-ROM** (ISBN: 1-4292-0126-6) Web sitesinde eğitime ait tüm kaynaklarının yanında, kitaptaki tüm şekil ve çizimleri, animasyonları, videoları, test bankası dosyalarını, clicker sorularını ve çözüm kitapçığı dosyalarını içermektedir.

- **Tepegöz için slayt seti** (ISBN: 1-4292-0477-X) sınıf sunumları için optimize edilmiş kitaptaki 250 anahtar şekli içermektedir.

eKitap

<http://ebooks.bfwpub.com>

YAZARLAR HAKKINDA

HARVEY LODISH Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (MIT) hem Biyoloji Profesörü ve hem de Biyomühendislik Profesörü olup, Whitehead Biyomedikal Araştırma Enstitüsünün de bir üyesidir. Dr. Lodish ayrıca Ulusal Bilimler Akademisi ve Amerikan Bilim ve Sanat Akademisi üyesi olup, Amerikan Hücre Biyolojisi Topluluğunun başkanlığını yapmıştır (2004). Başta birçok hücre-yüzey proteininin biyosentezi olmak üzere, özellikle hücre zarı fizyolojisi ve eritropoietin ve TGF- β reseptörleri gibi birkaç hücre-yüzey reseptör proteininin klonlanması ve fonksiyonel analizi üzerine olan çalışmaları ile bilinmektedir. Dr. Lodish'in laboratuvarı ayrıca hematopoietic kök hücreleri çalışmakta olup, bu hücrelerin çoğalmasını destekleyen yeni proteinler belirlemiştir. Dr. Lodish lisans ve lisansüstü seviyede biyoloji ve biyoteknoloji dersleri vermektedir.

ARNOLD BERK Mikrobiyoloji, İmmünoloji ve Moleküler Genetik Profesörü olup, aynı zamanda Kaliforniya Üniversitesi (Los Angeles) Moleküler Biyoloji Enstitüsünün de bir üyesidir. Dr. Berk, ayrıca, Amerikan Bilim ve Sanat Akademisi üyesidir. RNA splayını ve virüslerde gen kontrol mekanizmalarını ilk keşfedenlerden biridir. Başta onkogenler ve tümör baskılayıcılar tarafından kodlanan transkripsiyon faktörleri olmak üzere, Dr. Berk'in laboratuvarı memeli hücrelerinde transkripsiyonun başlamasını düzenleyen moleküler etkileşimleri çalışmaktadır. Dr. Berk moleküler biyoloji ve viroloji giriş derslerini ve ileri seviyede ise nukleus hücre biyolojisi derslerini okutmaktadır.

CHRIS A. KAISER Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (MIT) Biyoloji Profesörü ve Bölüm Başkanıdır. Dr. Kaiser'in laboratuvarı genetik ve hücre biyolojisi metotlarını kullanarak yeni sentezlenmiş zar ve salgı proteinlerinin salgı yolağı kompartmanlarında nasıl katlandıklarını ve depolandıklarını anlamaya çalışmaktadır. Dr. Kaiser MIT'de ünlü bir lisans eğitimcisi olarak bilinmekte olup, yıllardan beridir burada lisans öğrencilerine genetik öğretmektedir.

MONTH KRIEGER Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) Biyoloji Bölümünde Whitehead Profesörüdür. Lisans seviyesinde biyoloji, insan fizyolojisi ve ayrıca lisansüstü hücre biyolojisi derslerinde izlemiş olduğu yenilikçi ve yaratıcı öğretimden dolayı Dr. Krieger çeşitli ödüllere layık görülmüştür. Dr. Krieger'in laboratuvarı Golgi aygıtı boyunca zar trafiğinin nasıl olduğunu anlamamıza katkıda bulundu ve HDL reseptörü dahil kolesterolün hücreye girişi ve çıkışında önemli reseptör proteinlerini klonlayıp karakterize etti.

MATTHEW P. SCOTT Stanford Üniversitesi Tıp Fakültesinde Gelişim Biyolojisi, Genetik ve Biyomühendislik Profesörü olup aynı zamanda Howard Hughes Tıp Enstitüsünde bir Araştırmacıdır. Dr. Scott Ulusal Bilimler Akademisi ve Amerikan Bilim ve Sanat Akademisinin bir üyesi olup, Gelişim Biyolojisi Topluluğunun geçmişteki başkanıdır. Özellikle hücre-hücre sinyali, homeobox genler ve gelişim regülatörlerinin kanserdeki rollerinin keşfi başta olmak üzere gelişim biyolojisi ve genetik alanlarındaki çalışmaları ile bilinmektedir. Dr. Scott Stanford Üniversitesinde lisans öğrencilerine hücre ve gelişim biyolojisi, tıp öğrencilerine gelişim ve hastalık mekanizmalarını ve lisansüstü öğrencilere gelişim biyolojisi derslerini vermektedir.

ANTHONY BRETSCHER Cornell Üniversitesinde Hücre Biyolojisi Profesörü ve Cornell Hücre ve Moleküler Biyoloji Enstitüsünün Müdür Yardımcısıdır. Dr. Bretscher'in laboratuvarı, aktin

hücre iskeletinin yeni bileşenlerinin belirlenmesi ve karakterize edilmesi ve bu bileşenlerin hücre polaritesi ve zar trafiğı ilişkisinde biyolojik fonksiyonlarının aydınlatılması üzerine çalışmaları ile bilinmektedir. Bu çalışmalar için, Dr. Bretscher'in laboratuvarı iki model sistemde (omurgalı epitel hücreleri ve maya hücreleri) biyokimyasal, genetik ve hücre biyolojisi yaklaşımlarını kullanmaktadır. Dr. Bretscher, Cornell Üniversitesinde lisansüstü öğrencilere hücre biyoloji dersi vermektedir.

HIDDE PLOEGH Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) Biyoloji Bölümünde Profesör olup aynı zamanda Whitehead Biyokimyasal Araştırma Enstitüsünün de bir üyesidir. Bağışıklık sisteminin davranışı konusunda dünyadaki öncülerden biri olan Dr. Ploegh, virüslerin bağışıklık sistemimizi yanıtlamak için başvurdukları taktikleri ve bağışıklık sisteminin düşman ve dostunu nasıl ayırt ettiğı üzerine çalışmaktadır. Dr. Ploegh, Harvard Üniversitesi ve MIT'de lisans öğrencilerine immünoloji dersi vermektedir.

ÇEVİRİ EDITÖRLERİ

Prof. Dr. Hikmet Geçkil

İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Bölümü, Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı

Prof. Dr. Murat Özmen

İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Bölümü, Genel Biyoloji Anabilim Dalı

Prof. Dr. Özfer Yeşilada

İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Biyoloji Bölümü, Genel Biyoloji Anabilim Dalı

ÇEVİRİ KURULU

Prof. Dr. Hikmet Geçkil İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı	BÖLÜM 1 Yaşam Hücrelerle Başlar BÖLÜM 2 Kimyasal Temeller
Prof. Dr. Candan Tamerler Genetically Engineered Materials Science & Engineering Center Materials Science & Engineering, University of Washington, USA	BÖLÜM 3 Proteinlerin Yapı ve İşlevi
Prof. Dr. Özfer Yeşilada İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Genel Biyoloji Anabilim Dalı	BÖLÜM 4 Temel Moleküler Genetik Mekanizmalar
Prof. Dr. Semra Kocabıyık Orta Doğu Teknik Üniversitesi Biyolojik Bilimler Bölümü	BÖLÜM 5 Moleküler Genetik Teknikleri
Doç. Dr. Işık G. Yuluğ Bilkent Üniversitesi, Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü	BÖLÜM 6 Genler, Genomik ve Kromozomlar
Prof. Dr. Feray Köçkar Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı	BÖLÜM 7 Gen İfadesinin Transkripsiyonal Kontrolü
Doç. Dr. Celal Ülger Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı	BÖLÜM 8 Transkripsiyon Sonrası Gen Kontrolü
Prof. Dr. Hatice Güneş Muğla Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü	BÖLÜM 9 Hücrenin Görüntülenmesi, Fraksinasyonu ve Kültürü
Prof. Dr. Murat Özmen İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Genel Biyoloji Anabilim Dalı	BÖLÜM 10 Biyolojik Zarın Yapısı
Prof. Dr. Nazlı Arda İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü	BÖLÜM 11 İyonların ve Küçük Moleküllerin Zar Geçişli (Transmembran) Taşınımı
Prof. Dr. Belma Aslım Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Biyoteknoloji ve Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı	BÖLÜM 12 Hücresel Enerjetik
Doç. Dr. Süleyman Aydın Fırat Üniversitesi, Fırat Üniversitesi Araştırma Hastanesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	BÖLÜM 13 Proteinlerin Zarlara ve Organellere Taşınması
Prof. Dr. Kemal Güven Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü	BÖLÜM 14 Veziküler Trafik, Salgilama ve Endositoz
Prof. Dr. Naci Değerli Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü	BÖLÜM 15 Hücre Sinyal İletimi I: Sinyal İletimi ve Kısa Süreli Hücresel Yanıtlar
Prof. Dr. Ayşegül Topal Sarıkaya ve Dr. Çağatay Tarhan İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü	BÖLÜM 16 Hücre Sinyal İletimi II: Gen Aktivitesini Kontrol Eden Sinyal Yolakları
Prof. Dr. Neşe Atabey Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı	BÖLÜM 17 Hücre Organizasyonu ve Hareketi I: Mikrofilamentler
Prof. Dr. Sibel Sümer Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı	BÖLÜM 18 Hücre Organizasyonu ve Hareketi II: Mikrotübüller ve Ara Filamentler
Prof. Dr. Mahmut Çalışkan Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı	BÖLÜM 19 Hücrelerin Dokulara Dönüşmesi
Prof. Dr. Asuman Sunguroğlu Ankara Üniversitesi, Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı	BÖLÜM 20 Ökaryotik Hücre Döngüsünün Düzenlenmesi
Doç. Dr. Süleyman Aydın ve Dr. Suna Aydın Fırat Üniversitesi, Fırat Üniversitesi Araştırma Hastanesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	BÖLÜM 21 Hücrenin Doğumu, Soyunun Devamı ve Ölümü
Prof. Dr. Elif Yeşilada İnönü Üniversitesi, Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı	BÖLÜM 22 Gelişimin Moleküler Hücre Biyolojisi
Prof. Dr. M. Ali Onur Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Genel Biyoloji Anabilim Dalı	BÖLÜM 23 Sinir Hücreleri
Doç. Dr. Başak Kayhan İnönü Üniversitesi, Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı	BÖLÜM 24 İmmünoloji
Prof. Dr. Kayahan Fışkın Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı	BÖLÜM 25 Kanser

Foreword by Harvey Lodish

Speaking for all of the authors of Molecular Cell Biology, I am delighted that our book has been translated into the Turkish language. Let me personally thank my friend Prof. Hikmet Geckil and the other translators for their hard work and for what must be considered a labor of love of science and country.

The spectacular advances in Biology over the past decades involved scientists from every country and subdiscipline who collaborated on complex research problems and developed new experimental technologies. Our goal has always been to get this book into the hands of all advanced undergraduates, graduate and medical students, and professional scientists in as many countries as possible.

When Jim Darnell, David Baltimore, and I started writing the First Edition of Molecular Cell Biology in 1980, the then new techniques of molecular biology were beginning to unify all experimental biology. The once separate fields of biochemistry, genetics, cell biology, physiology, developmental biology, and even much of neurobiology were become wedded by fundamental experimental approaches at the cellular and molecular levels. Subsequent advances in DNA sequencing technologies, genomics, microscopy, and systems biology have further unified these once disparate experimental approaches; a modern scientist must be able to use multiple experimental approaches to solve most important biological problems.

Our focus continues to be the central dogma of the now integrated science of Molecular Cell Biology -- the hierarchy of genes $\Leftrightarrow$ proteins $\Leftrightarrow$ organelles $\Leftrightarrow$ cells $\Leftrightarrow$ tissues $\Leftrightarrow$ organs $\Leftrightarrow$ organisms. Throughout multiple editions and changing groups of authors we have continued to maintain our emphasis on the fundamental experimental tools and techniques that we regard as the necessary foundation of the integrated science of Molecular Cell Biology. With this translation our book has now appeared in 10 languages. Most often it is young scientists who make the most important scientific breakthroughs, and we hope that many readers of this translation will join in the exciting research that continues to advance the science of Molecular Cell Biology.

Harvey F. Lodish
Cambridge, MA
April 14, 2011

Kitabın Türkçe çevirisi için Harvey Lodish tarafından yapılan SUNUŞ

Moleküler Hücre Biyolojisi'nin tüm yazarları adına, kitabımızın Türkçe'ye çevrildiğini bildirmekten büyük bir mutluluk duyuyorum. Arkadaşım Prof. Hikmet Geçkil'e ve diğer tüm çevirmenlere hem yoğun çalışmaları hem de bilim ve ülke sevgisi uğruna harcadıkları bu emek için şahsım adına teşekkür ederim.

Biyoloji alanında son birkaç on yıl içinde kat edilen göz alıcı ilerlemeler, her ülkeden ve her alt disiplinden bilim adamının bir araya gelip karmaşık problemler üzerinde çalışma ve yeni deneysel teknolojiler geliştirmeleri sayesinde olmuştur. Bu kitabın olabildiğince çok sayıda ülkede lisans ve lisansüstü öğrencisi, tıp öğrencisi ve profesyonel bilim insanının eline geçmesini sağlamak her zaman amacımız olmuştur.

Jim Darnell, David Baltimore ve ben, 1980'de Moleküler Hücre Biyolojisi'nin ilk Baskısını yazmaya başladığımızda, o zamanlar yeni olan moleküler biyoloji teknikleri tüm deneysel biyolojiyi bir araya getirmeye başlıyordu. Bir zamanlar birbirinden ayrı alanlar olan biyokimya, genetik, hücre biyolojisi, gelişim biyolojisi ve hatta nörobiyolojinin büyük bir kısmı, hücresel ve moleküler düzeydeki temel deneysel yaklaşımlarla tanıştılar. Daha sonra DNA dizileme teknolojileri, genomik, mikroskopi ve sistem biyolojisi alanlarındaki gelişmeler, birbirinden uzak olan bu deneysel yaklaşımları daha da bir araya getirdi; modern bir bilim insanı, önemli biyolojik problemleri çözmek için birden çok deneysel yaklaşımı kullanabilmelidir.

Günümüzde bütünleşmiş bir bilim olan Moleküler Hücre Biyolojisinin, genler ⇔ proteinler ⇔ organeller ⇔ hücreler ⇔ dokular ⇔ organlar ⇔ organizmalar hiyerarşisi şeklindeki merkezi dogması odak noktamız olmaya devam etmektedir. Çok sayıda baskısı ve değişen yazar grupları ile, bütünleştirici Moleküler Hücre Biyolojisi bilimi için dayanak olarak gördüğümüz temel deneysel araç ve tekniklere vurgu yapmaya devam ettik. Kitabımızın yayımlandığı dil sayısı, bu çeviri ile birlikte 10'a ulaştı. En önemli bilimsel atılımları yapanlar çoğunlukla genç bilim insanlarıdır ve bu çevirinin pek çok okuyucusunun Moleküler Hücre Biyolojisi bilimini ilerletmeye devam eden heyecan verici araştırmalarda yerlerini alacaklarını umuyoruz.

Harvey F. Lodish
Cambridge, MA
14 Nisan, 2011

Kitabın Türkçe çevirisi için ÖNSÖZ

Günümüzde tümüyle multidisipliner bir yaklaşım gerektiren *Moleküler Hücre Biyolojisi* çalışmaları, işlevsel canlı bir hücre ile sonuçlanan moleküler yapı, işlev ve davranışları anlamayı amaçlamaktadır. Geniş bir yelpazedeki bu konular arasında makromolekül ve moleküler komplekslerin yapısal dinamiklerinden, organel ve hücreyel yolakların entegrasyonuna, yaşamın moleküler ve hücreyel seviyedeki ayrıntıları anlaşılmalı çalışılır. Bu bağlamda, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa’da birçok üniversitede ders kitabı olarak okutulan *Moleküler Hücre Biyolojisi** (Lodish ve arkadaşları, 6. baskı, 2008)’ni özverili bir çeviri ekibi ile birlikte, ülkemiz bilim insanı ve öğrencilerine kendi dillerinde sunmaktan büyük mutluluk duyuyoruz.

Bugüne kadar 6 baskısı yapılan kitabın yazarlarından biri olan Prof. Harvey Lodish tarafından Türkçe baskı için kaleme alınan *Sunuş* yazısında da belirtildiği üzere, Türkçe çevirisi ile beraber bu kitap 10 dile çevrilmiş bulunmaktadır. Kitabın çevirisinde karşılaştığımız önemli bir sorun, bazı terimlerin ya hiç veya yerleşik bir Türkçe karşılığının olmayışı idi. Okuyucunun yanlış anlam çıkarmasını önlemek için, bu çeşit terimlerin karşılıkları orijinallerini çağrıştıracak şekilde kullanıldı. Okuyucuların bu konudaki öneri ve eleştirilerini çeviri editörlerine bildirmesi, kitabın gelecek baskılarında yol gösterici olacaktır.

Kitabın Biyoloji, Tıp, Eczacılık, Veterinerlik ve Ziraat başta olmak üzere tüm yaşam bilimlerinde lisans ve lisansüstü düzeyde okuyuculara ve araştırmacılara yararlı olacağını umuyoruz.

Hikmet Geçkil
Murat Özmen
Özfer Yeşilada

Mayıs 2011

* Bu kitabın çeşitli bölümlerinde atıfta bulunulan interaktif bağlantılara “<http://ebooks.bfwpub.com/lodish6e.php>” adresinden erişilebilir. Bunun için kullanıcı adı (user name) ve şifre (password) olarak “guest” ifadesi kullanılmalıdır.

Kısım I Kimyasal ve Moleküler Temeller

1 YAŞAM HÜCRELERLE BAŞLAR	1
1.1 Hücrelerin Çeşitliliği ve Ortak Yönleri	1
Tüm Hücreler Prokaryotik veya Ökaryotiktir	1
Tek Hücreli Organizmalar Bizim İçin Faydalı ve Zararlı Olabilirler	4
Virüsler En Çarpıcı Parazitlerdir	6
Hücrelerdeki Değişiklikler Evrimi İşaret Etmektedir	6
Tek Hücreliler Bile Cinsiyete Sahip Olabilirler	7
Bizler Tek Bir Hücreden Gelişiriz	8
Doku ve Organların Oluşumu İçin Temel Teşkil Eden Kök Hücreler Tıbbi Fırsatlar Sunarlar	8
1.2 Hücrenin Molekülleri	9
Enerji Taşıyan Küçük Moleküller Sinyalleri Taşırlar ve Makromolekülleri Yaparlar	9
Proteinler Hücrelere Yapı Kazandırır ve Birçok Hücreyel Görevi Gerçekleştirirler	10
Nükleik Asitler Doğru Zamanda ve Yerde Proteinleri Yapmak İçin Kodlanmış Bilgi Taşırlar	11
Genom, Kromozomlar İçinde Paketlenmiştir ve Hücre Bölünmesi Esnasında Replikasyon Olur	12
Mutasyonlar İyi, Kötü ya da Etkisiz Olabilirler	13
1.3 Hücrelerin Çalışması	14
Hücreler Birçok Molekülü ve Yapıyı Yapar ve Yıkır	15
Hayvan Hücreleri Kendi Dış Çevrelerini ve Yapıştırıcılarını Üretirler	16
Hücreler Şekil Değiştirir ve Hareket Ederler	16
Hücreler Algılar ve Bilgi Taşırlar	16
Değişen İhtiyaçlara Cevap Vermek İçin Hücreler Gen İfadelerini Düzenlerler	17
Hücreler Büyür ve Bölünür	18
Hücreler Bir İç Program veya Şiddetli Bir Saldırıdan Dolayı Ölürlər	19
1.4 Hücre ve Hücre Kısımlarının Araştırılması	20
Hücre Biyolojisi, Hücre Bileşenlerinin, Büyüklük, Şekil, Yerleşim ve Hareketlerini Ortaya Koyar	20
Biyokimya ve Biyofizik, Saflaştırılmış Hücre Bileşenlerinin Moleküler Yapısını ve Kimyasını Aydınlatır	21
Genetik, Hasarlı Genlerin Sonuçlarını Ortaya Çıkarır	22
Genomik, Tüm Genomdaki Yapı ve İfade Farklılıklarını Ortaya Koyar	23
Gelişim Biyolojisi, Farklılaşmaya Giden Hücrelerin Özelliklerinde Meydana Gelen Değişiklikleri Ortaya Çıkarır	23
Çalışma İçin Doğru Deneysel Organizmanın Seçimi	25
En Başarılı Biyolojik Araştırmalar Birçok Yaklaşımı Kullanır	27
1.5 Evrim Üzerine Bir Genom Perspektifi	28
Metabolik Proteinler, Genetik Kod ve Organel Yapıları Hemen Hemen Evrenseldir	28
Darwin'in Tüm Hayvanların Evrimi Hakkındaki Fikirleri Genler İçin de Geçerlidir	28
İnsan ve Diğer Hayvanlarda Gelişimi Kontrol Eden Birçok Gen Birbirine Oldukça Benzemektedir	28
İnsanla İlgili Tıbbi Bilgiler Diğer Organizmalar Üzerinde Yapılan Araştırmalara Dayanır	29
2 KİMYASAL TEMELLER	31
2.1 Kovalent Bağlar ve Kovalent Olmayan Etkileşimler	32
Bir Atomun Elektronik Yapısı Onun Yapabileceği Kovalent Bağların Sayısını ve Geometrisini Belirler	33

Kovalent Bağlardaki Elektronlar Eşit veya Eşit Olmayan Şekilde Paylaşılabilir	34
Kovalent Bağlar Kovalent Olmayan Bağlardan Çok Daha Kuvvetli ve Karalıdır	35
İyonik Etkileşimler Zıt Yüklü İyonlar Arasındaki Çekimlerdir	36
Hidrojen Bağları Yüksüz Moleküllerin Sudaki Çözünürlüklerini Belirler	37
van der Waals Etkileşimlere Geçici Dipoller (Çift Kutuplar) Sebep Olur	37
Hidrofobik Etki Polar Olmayan Moleküllerin Birbirine Yapışmasına Neden Olur	38
Kovalent Olmayan Etkileşimlerle Sağlanan “Moleküler Komplementerlik” Biyomoküllerin Sıkı ve Oldukça Spesifik Bağlanmalarını Sağlar	39
2.2 Hücrelerin Kimyasal Yapı Taşları	40
Proteinleri Oluşturan Amino Asitler Sadece Yan Zincirleri ile Birbirinden Farklılık Gösterirler	41
Nükleik Asitleri Oluşturmak İçin Beş Farklı Nükleotid Kullanılır	44
Monosakkaritler Glikozidik Bağlarla Bağlanarak Lineer ve Dallanmış Polisakkaritleri Yaparlar	44
Fosfolipidler Kovalent Bağlantılar Yapmadan Bir Araya Gelerek Biyozarların Çift Tabakalı Yapısını Oluştururlar	46
2.3. Kimyasal Denge	49
Denge Sabiteleri Kimyasal Bir Reaksiyonun Boyutunu Yansıtır	50
Hücrede Kimyasal Reaksiyonlar Sabit Durumdadır	50
Bağlanma Reaksiyonların Ayrışma Sabiteleri Etkileşen Moleküllerin Afinitesini Yansıtır	50
Biyolojik Sıvılar Karakteristik pH Değerlerine Sahiptir	51
Hidrojen İyonları Asitler Tarafından Verilir Bazlar Tarafından Alınırlar	52
Tamponlar Hücre İçi ve Hücre Dışı Sıvıların pH’sını Dengeler	52
2.4 Biyokimyasal Enerjetikler	54
Biyolojik Sistemlerde Enerjinin Birkaç Formu Önemlidir	54
Hücreler Bir Enerji Çeşidini Başka Bir Enerji Çeşidine Dönüştürebilirler	55
Serbest Enerjideki Değişim Kimyasal Bir Reaksiyonun Yönünü Belirler	55
Bir Reaksiyonun ΔG° ’sı Onun K_{eq} ’sinden Hesaplanabilir	56
Bir Reaksiyonun Hızı, Reaktanları Bir Geçiş Durumuna Sokmak İçin Gerekli Aktivasyon Enerjisine Bağlıdır	56
Yaşam, Elverişli Konumda Olmayan Kimyasal Reaksiyonları, Enerjetik Olarak Uygun Reaksiyonlarla Eşlemeye Bağlıdır	57
ATP’nin Hidrolizi Önemli Miktarda Serbest Enerji Salar ve Birçok Hücreyel Olayı Mümkün Kılar	57
ATP Solunum ve Fotosentez Sırasında Üretilir	59
NAD ⁺ ve FAD Birçok Biyolojik Oksidasyon ve Redüksiyon Reaksiyonunu Eşler	59
3 PROTEİNLERİN YAPI VE İŞLEVİ	63
3.1 Proteinlerin Hiyerarşik Yapısı	64
Bir Proteinin Primer Yapısı Onun Lineer Amino Asit Dizisidir	65
Sekonder Yapılar, Proteinin Yapısının Temel Öğeleridir	66
Poliipeptid Zincirinin Tam Katlanması İle Tersiyer Yapı Oluşur	67
Protein Konformasyonunun Değişik Yollarla Ortaya Konması Onlar Hakkında Farklı Bilgiler Sunar	68
Yapısal Motifler, Sekonder ve Tersiyer Yapıların Düzenli Kombinasyonlarıdır	68
Yapısal ve İşlevsel Domainler Tersiyer Yapının Modülleridir	70
Proteinler Multimerik Yapı ve Makromoleküler Oluşumlar İçinde Bir Araya Gelirler	72
Protein Aileleri Üyeleri Ortak Evrimsel Atadan Gelir	72
3.2 Protein Katlanması	74
Düzlemsel Peptid Bağları Proteinlerin Katlanabilecekleri Şekilleri Sınırlandırır	74
Proteinin Katlanmasını Yönlendiren Bilgi Amino Asit Dizisinde Kodlanır	74

Protein Katlanması in Vivo Olarak Şaperonlar Tarafından Yönlendirilir	75
Farklı Katlanmış Proteinler Hastalık Belirtisi Olabilir	77
3.3 Proteinlerin İşlevleri	78
Liganda Spesifik Bağlanma Çoğu Proteinin İşlevinin Temelidir	78
Enzimler Çok Etkin ve Özgül Katalizörlerdir	79
Enzimin Aktif Bölgesi Substratlara Bağlanarak Rekasiyonu Katalize Eder	80
Serin Proteazlar Enzimin Aktif Bölgesinin Nasıl Çalıştığını Gösterir	81
Ortak Bir Metabolik Yolakta Görev Yapan Enzimler Fiziksel Olarak Birbirleriyle İlişkilidir	84
Moleküler Motorlar Adı Verilen Enzimler Enerjiyi Harekete Dönüştürür	85
3.4 Protein İşlevinin Kontrolü I: Protein Yıkımı	86
Regüle edilen Protein Sentezi ve Yıkımı Hücrelerin Temel Özelliklerindendir	86
Proteazom Protein Degredasyonunda Kullanılan Kompleks Moleküler Bir Makinedir	87
Ubiküitin Proteazomlar Tarafından Parçalanacak Proteinleri İşaretler	88
3.5 Protein İşlevinin Regülasyonu II: Kovalent ve Kovalent Olmayan Modifikasyonlar	88
Kovalent Olmayan Bağlanma, Proteinlerin Allosterik veya Kooperatif Regülasyonunu Sağlar	89
Kalsiyum ve GTP'nin Kovalent Olmayan Bağlanması, Protein Aktivitesinin Kontrolünde	90
Allosterik Şalter Olarak Kullanılır	90
Fosforilasyon ve Defosforilasyon Protein Aktivitesini Kovalent olarak Regüle Eder	91
Proteolitik Kesim, Bazı Proteinleri Geriye Dönüştürülmeyecek Şekilde Aktive veya Deaktive Eder	91
Daha Yüksek Düzeyde Regülasyon, Protein Lokasyonu ve Değişiminin Kontrolünü İçerir	92
3.6 Proteinlerin Saflaştırılması, Tespiti ve Karakterizasyonu	92
Santrifüjasyon Farklı Kütle ve Yoğunluktaki Partikülleri ve Molekülleri Ayırabilir	92
Elektroforez Molekülleri Yükün Kütleye Oranına Göre Ayırır	94
Sıvı Kromatografi Proteinleri Kütle, Yük ve Bağlanma İlgisine Göre Ayırır	96
Yüksek Özgüllükteki Enzim ve Antikor Analizleri Proteinleri Tek Tek Saptayabilir	98
Biyolojik Moleküllerin Tespitinde Radyoizotoplar Vazgeçilmez Araçlardır	99
Kütle Spektroskopisi Proteinlerin Kütlesini ve Dizisini Belirleyebilir	101
Proteinin primer yapısı kimyasal yöntemlerle ve gen dizilimlerinden belirlenebilir	103
Protein Konformasyonu Gelişmiş Fiziksel Yöntemlerle Belirlenir	103
3.7 Proteomik	105
Proteomik, Biyolojik Sistemdeki Proteinlerin Tümü veya Büyük Bir Bölümünün Araştırılmasıdır	105
Kütle Spektrometresinin Gelişmiş Teknikleri Proteomik Analiz İçin Kritik Önem Taşır	106

Kısım II Genetik ve Moleküler Biyoloji

4 TEMEL MOLEKÜLER GENETİK MEKANİZMALAR	111
4.1 Nükleik Asitlerin Yapısı	113
Bir Nükleik Asit Zinciri Uç Uca Yönelim Gösteren Lineer Bir Polimerdir	113
Doğal DNA Komplementer Anti Paralel Zincirlerin İkili Sarmalıdır	114
DNA Geri Dönüşebilen Zincir Ayrılmasına Uğrayabilir	116
DNA'daki Burulma Stresi Enzimlerle Rahatlatılır	117
Farklı Tip RNA'lar İşlevleri ile İlişkili Olarak Çeşitli Konformasyonlar Gösterirler	118
4.2 Protein Kodlayan Genlerin Transkripsiyonu ve İşlevsel mRNA Oluşumu	120

Kalıp DNA Zinciri Komplementer RNA Zincirine RNA Polimeraz aracılığıyla Transkribe Edilir	120
Prokaryot ve Ökaryot DNA'sında Genlerin Organizasyonu Farklıdır	122
Ökaryot Öncül mRNA'ları İşlevsel mRNA'ları Oluşturmak İçin İşlenir	123
Alternatif RNA Kesme-uç Birleştirme İşlemi Tek Bir Ökaryot Geninden İfade Edilen Protein Sayısını Arttırır	125
4.3 tRNA'lar Aracılığıyla mRNA Kodunun Çözülmesi	127
Haberci RNA Üç-Harfli Genetik Kodla DNA'daki Bilgiyi Taşır	127
tRNA'nın Katlanmış Yapısı Onun Kod Çözme İşlevini Teşvik Eder	129
Kodonlar ve Antikodonlar Arasında Standart Olmayan Baz Eşleşmesi Sıklıkla Oluşur	130
Amino Asitler tRNA'lara Kovalent Olarak Bağlandıkları Zaman Aktive Olurlar	131
4.4 Proteinlerin Ribozomlarda Adım Adım Sentezi	132
Ribozomlar Protein Sentezleme Aygıtlardır	132
Metiyonil-tRNA ^{Met} AUG Başlama Kodonunu Tanır	133
Translasyonun Başlaması Genellikle bir mRNA'nın 5' Ucundan İlk AUG'de Gerçekleşir	133
Zincir Uzaması Sırasında Her Yeni Gelen Aminoasit-tRNA Üç Ribozomal Bölge Boyunca Hareket Eder	135
Dur Kodonuna Varıldığında Salınma Faktörleriyle Translasyon Sonlandırılır	137
Polizomlar ve Ribozomların Hızlı Yeniden Kullanımı Translasyonun Verimini Artırır	138
4.5 DNA Replikasyonu	139
DNA Polimerazlar Replikasyonu Başlatmak İçin Primere İhtiyaç Duyar	140
Çift Zincirli DNA Açılır ve DNA Replikasyon Çatalında Yeni Zincirler Oluşur	141
DNA Replikasyonuna Birçok Protein Katılır	141
DNA Replikasyonu Genellikle Her Orijinden İki Yönlü Gerçekleşir	143
4.6 DNA Tamiri ve Rekombinasyon	145
DNA Polimerazlar Kopyalama Hataları Yapar ve Aynı Zamanda Onları Düzeltir	145
Kimyasal ve Radyasyon Hasarı DNA'da Mutasyonlara Yol Açabilir	145
Yüksek-Doğrulukta DNA Kesip Çıkarma-Tamir Sistemleri Hasarı Tanır ve Onarır	147
Baz Kesip Çıkarma T-G Yanlış Eşleşmelerini ve Hasarlı Bazları Onarır	147
Yanlış-Eşleşmenin Tamiri Diğer Yanlış Eşleşmeleri, Küçük İnsersiyonları ve Delesyonları Tamir Eder	147
Nükleotid Kesip Çıkarma Normal DNA Şeklini Bozan Kimyasal Eklentileri Tamir Eder	148
İki Sistem DNA'da Çift Zincir Kırıklarını Tamir Etmek İçin Rekombinasyonu Kullanır	149
Homolog Rekombinasyon DNA Hasarını Tamir Edebilir ve Genetik Çeşitliliğe Katkıda Bulunur	150
4.7 Virüsler: Hücrel Genetik Sistemin Parazitleri	154
Pekçok Virüsün Konak Yelpazesi Dardır	154
Viral Kapsidler Bir veya Birkaç Protein Tipinin Düzenli Dizini Dir	154
Virüsler Klonlanabilir ve Plak Yöntemi İle Sayılabilir	155
Litik Viral Çoğalma Döngüsü Konak Hücrelerin Ölümüne Yol Açar	156
Bazı Litik Olmayan Viral Çoğalama Döngülerinde Viral DNA Konak Hücrenin Genomuna Entegre Olur	158
5 MOLEKÜLER GENETİK TEKNİKLERİ	165
5.1 Genlerin Belirlenmesi ve Çalışılmasında Mutasyonların Genetik Analizi	166
Çekinik ve Baskın Mutant Aleller Genellikle Gen İşlevi Üzerinde Zıt Etkilere Sahiptir	166
İslah Deneylerinde Mutasyonların Dağılımı Onların Baskın veya Çekinik Olmalarını Ortaya Koyar	167

Şartlı Mutasyonlar Mayada Yaşamsal Genleri İncelemek İçin Kullanılabilir	170
Diploitlerdeki Çekinik Öldürücü Mutasyonlar Kendileşme ile Tanınabilir ve Heterozigotlarda Sürdürülebilirler	171
Tümlleme Testleri Farklı Çekinik Mutasyonların Aynı Gende Olup Olmadığını Belirler	171
Çift Mutantlar Proteinlerin Hangi Sırada İşlev Gördüklerini Değerlendirmede Yararlıdır	171
Genetik Baskılama ve Yapay Öldürücülük, Etkileşen ya da İhtiyaç Fazlası Proteinleri Ortaya Çıkarabilir	173
Genler Kromozom Üzerindeki Harita Pozisyonları ile Belirlenebilirler	174
5.2 DNA Klonlama ve Karakterizasyonu	176
DNA Restriksiyon Enzimleri ve DNA Ligazlar DNA Parçalarının Klonlama Vektörlerine Yerleştirilmesine Olanak Sağlar	176
<i>E. coli</i> Plazmit Vektörleri Safılaştırılmış DNA Parçalarının Klonlanması için Uygundur	178
cDNA Kütüphaneleri Protein Kodlayan Gen Dizilerini Temsil Eder	
Hüresel mRNA'ların Geri Transkripsiyonu ile hazırlanan cDNA'lar, cDNA kütüphaneleri oluşturmak üzere Klonlanabilirler	179
DNA Kütüphaneleri Bir Oligonükleotid Prob ile Hibridize Edilerek Taranabilir	181
Maya Genom Kütüphaneleri Mekik Vektörler Kullanılarak Oluşturulabilir ve İşlevsel Komplementasyon ile Taranabilirler	182
Jel Elektroforezi, Vektör DNA'sını Klonlanmış Parçalardan Ayırmayı Sağlar	184
Klonlanmış DNA Moleküllerinin Dizileri Dideoksi Zincir-Sonlanması Yöntemi ile Hızlı bir Şekilde Belirlenmektedir	187
Polimeraz Zincir Reaksiyonu bir Karışımdaki Spesifik bir DNA Dizisini Çoğaltır	188
5.3 Klonlanmış Gen Parçaları Kullanılarak Gen İfadesinin Çalışılması	191
Hibridizasyon Teknikleri Özgün DNA Parçalarının ve mRNA'larının Belirlenmesine Olanak Sağlar	191
DNA Mikrodizini Bir Anda Birçok Genin İfadesinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilir	192
Çoklu İfade Deneylerinin Küme Analizi ile Birlikte Regüle Edilen Genler Belirlenir	193
<i>E. coli</i> Gen İfade Sistemleri, Klonlanmış Genlerden Büyük Ölçekte Protein Üretimini Mümkün Kılar	194
Hayvansal Hücrelerde Kullanılmak Üzere Plazmit Ekspresyon Vektörlerinin Tasarlanması	196
5.4 İnsan Hastalık Genlerinin Tanınması ve Yerlerinin Saptanması	198
Birçok Kalıtsal Hastalık Üç Ana Kalıtım Motifinden Birini Sergiler	199
DNA Polimorfizmleri İnsan Mutasyonlarının Bağlantı Haritalanmasında Kullanılırlar	200
Bağlantı Çalışmaları Hastalık Genlerini 1 Sentimorgan Çözünürlükte Haritalandırabilir	201
Klonlanmış DNA'da bir Hastalık Genini Konumlandırmak için Daha İleri Analizler Gerekir	202
Birçok Kalıtsal Hastalık Çoklu Genetik Hasarlardan Kaynaklanır	203
5.5 Ökaryotlarda Spesifik Genlerin İşlevlerinin İnaktive Edilmesi	204
Normal Maya Genleri Homolog Rekombinasyonla Mutant Alellerle Yer Değiştirebilir	205
Düzenlenen bir Promotora Bağlanan Genlerin Transkripsiyonu Deneysel Olarak Kontrol Edilebilir	206
Özgün Genler Farelerin Eşey Hücre Hattında Kalıcı Olarak İnaktive Edilebilir	207
Somatik Hücre Rekombinasyonu Belli Dokularda Genleri İnaktive Edebilir	208
Negatif Baskın Aleller Bazı Genleri İşlevsel Olarak İnaktive Edebilir	209
RNA Müdahalesi, İlgili mRNA'yı Bozarak Genin İnaktivasyonuna Neden Olur	210
6 GENLER, GENOMİK VE KROMOZOMLAR	215
6.1 Ökaryotik Gen Yapısı	217

Çoğu Ökaryotik Gen, İntronlar İçerir ve Tek Bir Protein Kodlayan mRNA'lar Üretir	217
Ökaryotik Genomlarda Basit ve Karmaşık Transkripsiyon Birimleri Bulunur	217
Protein Kodlayan Genler Tek Başlarına veya Bir Gen Ailesine Ait Olabilir	218
Çok Kullanılan Gen Ürünleri Çok Sayıda Gen Kopyasıyla Kodlanır	221
Protein Kodlamayan Genler İşlevsel RNA'ları Kodlar	223
6.2 Genlerin Kromozomal Organizasyonu ve Kodlama Yapmayan DNA	223
Birçok Organizmanın Genomu Çok Miktarda İşlevsel Olmayan DNA İçerir	223
Çoğu Basit Dizili DNA, Spesifik Kromozomal Konumlarda Yoğunlaşmıştır	224
DNA Parmakizi Basit Dizili DNA'ların Uzunluklarındaki Farklılıklara Bağlıdır	225
Sınıflandırılmamış Aralayıcı DNA, Genomun Önemli bir Kısımını Kaplar	225
6.3 Yer Değiştirebilen (Hareketli) DNA Elementleri	226
Hareketli Elementlerin Hareketi bir DNA veya RNA Ara Ürünü Gerektirir	226
DNA Transpozonları Prokaryotlar ve Ökaryotlarda Bulunur	227
LTR Retrotranspozonları Hücre İçi Retrovirüsler Gibi Davranırlar	229
LTR İçermeyen Retrotranspozonlar Ayrı Bir Mekanizmayla Yer Değiştirirler	230
Genomik DNA'da Diğer Retrotranspoze Olmuş RNA'lar Bulunur	234
Hareketli DNA Elementleri Evrimi Önemli Ölçüde Etkilemiştir	234
6.4 Organel DNA'ları	236
Mitokondri Çok Sayıda mtDNA Molekülü İçerir	237
mtDNA Sitoplazmik Olarak Kalıtlanır	237
mtDNA'nın Büyüklük, Yapı ve Kodlama Kapasitesi Organizmalar Arasında Büyük Farklılık Gösterir	238
Mitokondriyal Genlerin Ürünleri Dışarı Aktarılmaz	240
Mitokondri, <i>Rickettsia</i> Benzeri Bir Bakteri İçeren Tek Bir Endosimbiyotik Olayla Evrimleşmiştir	240
Mitokondriyal Genetik Kodlar Standart Nükleer Koddan Farklıdır	240
Mitokondriyal DNA Mutasyonları İnsanlarda Çeşitli Genetik Hastalıklara Neden Olur	240
Kloroplastlar Genellikle Yüzden Fazla Protein Kodlayan Büyük DNA'lar İçerir	242
6.5 Genomik: Gen Yapısı ve İfadesinin Genom Çapında Analizi	243
Kayıtlı Diziler Yeni Tanımlanmış Genler ve Proteinlerin İşlevlerini Belirtir	243
Farklı Türlerin İlişkili Dizilerinin Karşılaştırılması Proteinler Arasındaki Evrimsel İlişkiler Hakkında İpuçları Verebilir	244
Genomik DNA Dizileri İçerisindeki Genler Tanımlanabilir	244
Bir Organizmanın Genomunda Protein Kodlayan Gen Sayısı Biyolojik Karmaşıklıkla İle Doğrudan İlişkili Değildir	245
Tek Nükleotid Polimorfizmleri ve Gen Kopya Sayısı Değişimi Bir Türün Bireyleri Arasındaki Farkların Önemli Belirleyicileridir	246
6.6 Ökaryotik Kromozomların Yapısal Organizasyonu	247
Kromatin Uzamış ve Yoğun Formlarda Bulunur	248
Histon Kuyruklarının Modifikasyonları Kromatin Yoğunlaşması ve İşlevini Kontrol Eder	250
Histon Olmayan Proteinler Uzun Kromatin İlmekleri İçin Yapısal bir İskelet Oluşturur	254
Histon Olmayan Ek Proteinler Transkripsiyonu ve Replikasyonu Düzenler	256
6.7 Ökaryotik Kromozomların Morfolojisi ve İşlevsel Öğeleri	257
Metafazda Kromozomların Sayısı, Büyüklüğü ve Şekli Türe Özgüdür	257
Metafaz Sırasında Kromozomlar Bantlama Örnekleri ve Kromozom Boyanması ile Ayrılabilir	258

Kromozom Boyama ve DNA Dizileme Kromozomların Evrimini Gösterir	259
İnterfaz Politen Kromozomları DNA Amplifikasyonu ile Oluşur	260
Kromozomların Replikasyonu ve Kararlı Kalıtımı için Üç İşlevsel Öğe Gereklidir	261
Sentromer Dizilerinin Uzunluğu Çok Değişkendir	263
Telomeraz ile Telomerik Dizilerin Eklenmesi Kromozomların Kısalmasını Önler	263
7 GEN İFADESİNİN TRANSKRİPSİYONAL KONTROLÜ	269
7.1 Bakterilerde Gen İfadesinin Kontrolü	271
Bakterilerde RNA Polimerazlar Tarafından Transkripsiyonun Başlatılması Bir Sigma Faktörü Birlikteliği Gerektirir	271
<i>Lac</i> Operonda Transkripsiyonun Başlaması, Baskılanabilir ve Aktive Edilebilir	271
Küçük Moleküller, DNA'ya Bağlanan Represörler ve Aktivatörler Yoluyla Pek Çok Bakteriyel Genin İfadesini Düzenler	273
Bazı Promotorlarda Transkripsiyonun Başlaması, Farklı Sigma Faktörleri Gerektirir	273
σ^{54} -RNA Polimeraz Tarafından Yapılan Transkripsiyon, Promotordan Uzağa Bağlanan Aktivatörler Tarafından Kontrol Edilir	274
Çok Sayıda Bakteriyel Yanıt İki Bileşenli Düzenleyici Sistemlerle Kontrol Edilir	275
7.2 Ökaryotik Gen Kontrolü ve RNA Polimerazlara Genel Bakış	276
Ökaryot DNA'daki Düzenleyici Elementler, Transkripsiyonun Başlama Bölgesine Hem Yakın Hem de Kilobazlarca Uzak Bölgelerde Bulunabilirler	276
Üç Ökaryot Polimeraz Farklı RNA'ların Oluşumunu Katalizlerler	278
RNA Polimeraz II'nin En Büyük Alt Ünitesi Esansiyel Karboksi Teminal Tekrarlara Sahiptir	279
RNA polimeraz II, mRNA'ların 5' Şapka Bölgesine Karşılık Gelen DNA Dizilerinden Transkripsiyonu Başlatır	280
7.3 Protein Kodlayan Genlerin Düzenleyici Dizileri	282
TATA Kutusu, Başlangıç Elementleri ve CpG adacıkları, Ökaryotik DNA'da Promotor Olarak Görev Yaparlar	282
Promotor-Yakın Elementler Ökaryot Genlerin Düzenlenmesine Yardım Eder	282
Uzak Yerleşimli Enhansörler Transkripsiyonu Sıklıkla RNA Polimeraz II Aracılığı ile Uyarır	284
Ökaryot Genlerin Çoğu, Birçok Transkripsiyon Kontrol Elementleri ile Düzenlenir	285
7.4 Transkripsiyonun Aktivatör ve Represörleri	286
Ayakizi ve Jel Değişim Deneyleri Protein-DNA Etkileşimlerini Ortaya Koyar	286
Aktivatörler, Farklı Fonksiyonel Domainlerden Oluşan Düzenleyici Proteinlerdir ve Transkripsiyonu Teşvik Ederler	288
Represörler Transkripsiyonu İnhibe Ederler ve Aktivatörlere Göre Zıt Etkili Proteinlerdir	290
DNA-Bağlanma Domainleri Çok Sayıda Yapısal Tiplere Göre Sınıflandırılabilir	290
Yapısal Olarak Farklı Aktivasyon ve Represyon Domainleri Transkripsiyonu Regüle Eder	293
Transkripsiyon Faktörlerinin Etkileşimleri, Gen Kontrol Seçeneklerini Arttırır	294
Enhansörlerin Üzerinde Çoklu Protein Kompleksleri Oluşur	295
7.5 RNA Polimeraz II Tarafından Transkripsiyonun Başlatılması	296

Genel Transkripsiyon Faktörleri RNA Polimeraz II'yi Transkripsiyon Başlama Bölgelerine Yerleştirir ve Transkripsiyonun Başlamasına Yardım Ederler	296
Proteinlerin Peş Peşe Birleşmesi, in vitro Olarak Öncü Polimeraz II Transkripsiyon Kompleksini Oluşturur	297
in vivo Olarak Polimeraz II Tarafından Transkripsiyonun Başlatılması Ek Proteinleri Gerektirir	298

7.6 Transkripsiyonun Baskılanması ve Aktivasyonunun Moleküler Mekanizması **299**

Heterokromatin Oluşumu Telomer, Sentromere Yakın Bölgeler ve Diğer Bölgelerdeki Gen İfadesini Durdurur	299
Reseptörler Bazı Genlerdeki Histon Deasetilasyonu ve Metilasyonunu Yönlendirir	303
Aktivatörler Bazı Genlerde Histon Asetilasyonu ve Metilasyonunu Sağlarlar	305
Kromatin Modelleme Faktörleri, Transkripsiyonun Aktivasyonu ya da Baskılanmasına Yardımcı Olurlar	306
Histon Modifikasyonları, Kararlılık Açısından Önemli Değişkenlik Gösterir	307
Aracı Kompleksi, Pol II ve Aktivasyon Domainleri Arasında Moleküler Bir Köprü Oluşturur	307
Pek Çok Genin Transkripsiyonu, Aktivatör ve Koaktivatörlerinin Sıralı Bağlanma ve İşlevine İhtiyaç Duyar	308
Etkileşen Proteinleri Kodlayan cDNA'ları Belirlemek İçin Maya İki-Hibrit Sistemi, Aktivatörlerin Esnekliğinden Yararlanır	310

7.7 Transkripsiyon Faktörlerinin Aktivitesinin Düzenlenmesi **311**

Bütün Nüklear Reseptörlerin Domain Yapıları Ortaktır	312
Nüklear Reseptör Cevap Elementleri Ters ya da Normal Tekrarlar İçerirler	313
Nüklear Reseptöre Bağlanan Hormon, Onun Aktivitesini Transkripsiyon Faktörü Olarak Düzenler	313

7.8 Transkripsiyonun Uzaması ve Sonlanmasının Düzenlenmesi **314**

HIV Genomunun Transkripsiyonu Sonlanma Karşıtı Bir Mekanizma ile Düzenlenir	315
RNA Polimeraz II'yi Durduran Promotor-Yakın Bölge, Hızlı Bir Şekilde İndüklenen Bazı Genlerde Meydan Gelir	316

7.9 Diğer Ökaryotik Transkripsiyon Sistemleri **316**

Polimeraz I ve Polimeraz III Tarafından Transkripsiyonun Başlatılması, Polimeraz II ile Yapılan Başlatılmaya Analogdur	316
Mitokondriyal ve Kloroplast DNA'ları, Organel Spesifik RNA Polimerazlar Tarafından Transkribe Edilirler	317

8 TRANSKRİPSİYON SONRASI GEN KONTROLÜ **323**

8.1 Ökaryotik Pre-mRNA İşlenmesi **325**

Transkripsiyonun Başlamasından Hemen Sonra, Henüz Sentezlenmekte olan RNA'lara 5' Başlık Eklenir	325
Korunmuş RNA-Bağlama Domainlerine Sahip Bir Seri Protein, Pre-mRNA'larla Birleşir Splays Pre-mRNA'lardaki Kısa Korunmuş Dizilerde İki Transesterifikasyon Reaksiyonu ile Meydana Gelir	326
Splays Sırasında, snRNA'lar Pre-mRNA ile Baz Eşleşmesi Yapar	329
Splays, Bir Pre-mRNA ve snRNP'lerden Oluşan Splayozomlarla Yürütülür	330

RNA Polimeraz II Tarfından Zincir Uzatılması RNA İşleme Faktörlerinin Varlığıyla Bağlantılıdır	330
SR Proteinleri Uzun Pre-mRNA'larda Ekson Belirlemesine Katkıda Bulunur	333
Kendi-Kendini Splays Yapan Grup II İntronlar snRNA'ların Evrimi İçin İpuçları Sağlar	333
3' Kesim ve Pre-mRNA'nın Poliadenilasyonu Sıkı Bağlantılıdır	334
Ekzonükleazlar, Pre-mRNA'lardan İşlenerek Çıkarılan RNA'yı Yıkarlar	335
Nüklear Ekzonükleazlar Pre-mRNA'lardan İşlenip Atılan RNA'yı Parçalar	336

8.2 Pre-mRNA İşlenmesinin Düzenlenmesi 337

Alternatif Splays mRNA İşlenmesini Düzenleyen Temel Mekanizmadır	337
Düzenlenmiş Ardışık Bir RNA Splaysı Drosophila Eşeyssel Farklılaşmasını Kontrol Eder	338
Spalys Represör ve Aktivatörleri Alternatif Bölgelerde Splaysı Kontrol Eder	339
RNA Düzeltme Olayı Bazı Pre-mRNA'ların Dizilerini Değiştirir	340

8.3 Nüklear Zarf Boyunca Boyunca mRNA'nın Taşınması 341

Nukleus Por Kompleksleri Nukleustan Dışarı ve İçeri Madde Alımını Kontrol Ederler	342
Splaysozomlardaki Pre-mRNA'lar Nukleustan Dışarı Nakledilmezler	345
HIV Rev Proteini Splays Olmayan Viral mRNA'ların Taşınmasını Düzenler	346

8.4 Transkripsiyon Sonrası Kontrolün Sitoplazmik Mekanizmaları 347

Mikro RNA'lar Spesifik mRNA'ların Translasyonunu Baskılar	347
RNA Müdahalesi Tam Olarak Komplementer mRNA'ların Yıkımını İndükler	349
Sitoplazmik Poliadenilasyon Bazı mRNA'ların Translasyonunu Teşvik Eder	351
Sitoplazmada mRNA'ların Parçalanması Birkaç Mekanizmayla Gerçekleşir	352
Protein Sentezi Global Olarak Düzenlenebilir	353
Dizi-Spesifik RNA-Bağlanma Proteinleri Spesifik mRNA Translasyonunu kontrol Eder	356
Denetim Mekanizmaları Yanlış Biçimde İşlenmiş mRNA'ların Translasyonunu Engeller	357
mRNA'nın Lokalizasyonu Sitoplazma İçinde Spesifik Bölgelerde Protein Üretimine İzin Verir	357

8.5 rRNA ve tRNA'nın İşlenmesi 358

Pre-rRNA Genleri Nukleolus Organize Edicileri Olarak İşlev Görür ve Bütün Ökaryotlarda Benzerdir	359
Küçük Nukleolus RNA'ları Pre-rRNA'ların İşlenmesine Yardım Eder	360
Kendi-Kendini Splays Yapan Grup I İntronlar Katalitik RNA'nın İlk Örnekleriydi	363
Pre-tRNA'lar Nukleusta Kapsamlı Bir Modifikasyon Geçirirler	363
Nukleas Cisimcikler İşlevsel Olarak Özelleşmiş Nukleus Alanlarıdır	364

Kısım III Hücre Yapısı ve İşlevi

9 HÜCRELERİN GÖRÜNTÜLENMESİ, FRAKSİNASYONU VE KÜLTÜRÜ 371

9.1 Ökaryotik Hücre Organelleri 372

Plazma Zarı Bütün Hücrede Birçok Ortak İşleve Sahiptir	372
Endozomlar Hücre Dışından Çözünür Makromolekülleri Alırlar	372
Lizozomlar Bir Seri Parçalayıcı Enzimin Bulunduğu Asidik Organellerdir	373
Peroksizomlar Yağ Asitlerini ve Zehirli Bileşikleri Parçalar	374
Endoplazmik Retikulum Kendi Aralarında Bağlantılı İç Zarlar Ağıdır	375
Golgi Kompleksi Salgı ve Zar Proteinlerini İşler ve Tasnif Eder	376

Bitki Vakuolleri Küçük Molekülleri Depolar ve Bir Hücresinin Hızlı Bir Şekilde Uzamasını Sağlar	377
Nukleusta DNA Genomu, RNA Sentetik Aparatı ve Fibrilli Bir Matriks Bulunur	378
Mitokondriler Aerobik Fotosentetik Olmayan Hücrelerde ATP Üretiminin Esas Yerleridir	378
Kloroplast Fotosentezin Gerçekleştiği İç Kompartmanları İçerir	379
9.2 Işık Mikroskopisi: Hücre Yapısının Görüntülenmesi ve Hücre İçindeki Proteinlerin Yerlerinin Belirlenmesi	380
Işık Mikroskopunun Ayrım Kuvveti (rezolüsyonu) Yaklaşık 0.2 μm 'dir	381
Faz Kontras ve Ayırt Edici Girişim Kontras Mikroskopisi Boyanmamış Canlı Hücreleri Görüntüler	
Floresan Mikroskopi Canlı Hücredeki Moleküllerin Miktarını ve Yerlerini Belirler	381
Hücre İç Detayları Görüntüleme Genellikle Numunenin Fiksasyonunu, Kesit Alınmasını ve Boyanmasını Gerektirir	384
İmmünofloresan Mikroskopisi Fikse Edilmiş Hücrelerde Spesifik Proteinleri Tespit Eder	385
Konfokal ve Dekonvolüsyon Mikroskopisi Objelerin Üç Boyutlu Görünümünü Sağlar	386
Grafikler ve Enformatik Modern Mikroskopiye Dönüştürdüler	387
9.3 Elektron Mikroskopisi: Metotlar ve Uygulamalar	388
Transmisyon Elektron Mikroskopide Çözünürlük Işık Mikroskopsinden Çok Daha Büyüktür	388
Krioelektron Mikroskopi Fiksasyon ve Boyama Olmaksızın Partiküllerin Görüntülenmesini Sağlar	389
Metalle Kaplanmış Örneklerin Elektron Mikroskopisi Hücrelerin Yüzey Özelliklerini ve İçeriklerini Açıklayabilir	390
9.4 Hücre Organellerinin Safılaştırılması	391
Hücrelerin Parçalanması Hücre Organellerini ve Diğer İçeriklerini Serbest Bırakır	391
Santrifüjasyon Birçok Organel Tipini Ayırabilir	392
Organel Spesifik Antikorlar Organellerin Oldukça Saf Olarak Hazırlanmasında Kullanışlıdır	393
9.5 Metazoa Hücrelerinin İzolasyonu, Kültürü ve Farklılaşması	394
Akış Sitometrisi Farklı Hücre Tiplerini Ayırır	394
Hayvan Hücre Kültürü Zengin Besi Ortamı ve Özel Katı Yüzeyleri Gerektirir	395
Primer Hücre Kültürleri Hücre Farklılaşmasını Çalışmak İçin Kullanılabilir	396
Primer Hücre Kültürleri ve Hücre Suşları Sınırlı Yaşam Süresine Sahiptir	396
Transformasyona Uğramış Hücreler Kültürde Sınırsız Olarak Büyüyebilir	397
Bazı Hücre Hatları Kültürde Farklılaşmaya Gider	398
Hibridoma Olarak İsimlendirilen Hibrid Hücreler Bol Miktarda Monoklonal Antikor Üretirler	400
Hibrit Hücreleri İzole Etmek İçin Genellikle HAT Besi Ortamı Kullanılır	402
KLASİK DENEY 9.1 Organellerin Ayrıştırılması	407
10 BİYOLOJİK ZARIN YAPISI	409
10.1 Biyolojik Zarlar: Lipid İçerik ve Yapısal Organizasyon	411
Fosfolipidler Kendiliğinden Çift Tabaka Oluşturur	411
Fosfolipid Çift Tabaka Sıvı Dolu İç Boşluğu Çevreleyerek Kapalı Bir Kompartıman Oluşturur	411
Zarlar Üç Temel Lipid Çeşidi İçerir	415
Lipidlerin Çoğu ve Birçok Protein Zarlarda Yanal (Lateral) Hareketler Yapar	416
Lipid Bileşimi Zarların Fiziksel Özelliklerini Etkiler	418
Lipid Bileşimi Sitozolik ve Dış Katmanda Farklılık Gösterir	419

Kolesterol ve Sfingolipidler Özgül Proteinler ile Birlikte Zar Mikrodomeynlerinde Kümelenir	420
---	-----

10.2 Biyolojik Zarlar: Protein Bileşenler ve Temel İşlevler 421

Proteinler Üç Farklı Yolla Zarlarla Etkileşir	421
Birçok Zar-Geçişli Protein Zarı Boydan Boya Geçen α -Sarmallara Sahiptir	422
Porinlerdeki Çoklu α -İplikçikler Zarı Boydan Boya Geçen “Fıçı-Benzeri” Yapılar Oluşturur	424
Kovalent Bağlı Hidrokarbon Zincirleri Bazı Proteinleri Zara Sıkıca Kenetler	424
Bütün Zar-geçişli Proteinler ve Glikolipidler Çift Tabakada Asimetrik Olarak Yönelir	426
Lipid-Bağlanma Motifleri Periferel Proteinlerin Zarlara Hedeflenmesinde Yardımcı Olur	427
Proteinler Zardan Deterjanlarla ve Yüksek Tuz Çözeltileri ile Uzaklaştırılabilir	427

10.3 Fosfolipidler, Sfingolipidler ve Kolesterol: Sentez ve Hücre İçi Hareket 429

Yağ Asitleri Sentezine Birkaç Önemli Enzim Aracılık Eder	430
Küçük Sitozolik Proteinler Yağ Asitlerinin Hareketini Kolaylaştırır	430
Yağ Asitlerinin Zar Lipidlerine Katılması Organel Zarlarında Gerçekleşir	431
Filipazlar Fosfolipidleri Bir Zar Katmanından Diğerine Taşır	431
Kolesterol Sitozolda ve ER Zarında Enzimlerle Sentezlenir	432
Kolesterol ve Fosfolipidler Birçok Mekanizma İle Organeller Arasında Taşınır	433

11 İYONLARIN VE KÜÇÜK MOLEKÜLLERİN ZAR GEÇİŞLİ (TRANSMEMBRAN)

TAŞINIMI 437

11.1 Zardan Geçiş Genel Bakış 438

Sadece Küçük Hidrofobik Moleküller Basit Difüzyonla Zarlardan Geçebilir	438
Birçok Molekülün ve Bütün İyonların Biyolojik Zarlardan Geçişine Zar Proteinleri Aracılık Eder	439

11.2 Glukoz ve Suyun Üniport Taşınması 441

Üniport Taşıma Bazı Özellikleri Bakımından Basit Difüzyondan Ayrılır	441
Glukoz Çoğu Memeli Hücresinde GLUT1 Üniport Taşıyıcısıyla Taşınır	442
İnsan Genomu, Şeker Taşıyıcı GLUT Proteinlerinden Oluşan Bir Aileyi Kodlar	443
Yapay Zarlar ve Hücreler Taşıyıcı Proteinler Bakımından Zenginleştirilebilir	443
Suyun Zarlardan Geçişini Ozmotik Basınç Sağlar	444
Akuaporinler Hücre Zarlarının Su Geçirgenliğini Artırır	444

11.3 ATP ile Çalışan Pompalar ve Hücre İçi İyonik Ortam 447

Farklı Pompa Tipleri Karakteristik Yapısal ve Fonksiyonel Özellikler Taşır	447
Hücre Zarlarının İki Tarafında İyonik Gradyent Oluşmasını ve Bunun Sürdürülmesini ATP ile Çalışan İyon Pompaları Sağlar	448
Kas Gevşemesi Ca^{+2} u Sitozoldan Sarkoplazmik Retikulumun İçine Pompalayan Ca^{+2} ATPazlara Bağlıdır	449
Sitozolik Ca^{+2} Konsantrasyonlarını Kontrol Eden Plazma Zarı Ca^{+2} Pompalarını	
Kalmodulin Düzenler	451
Hayvan Hücrelerinde Hücre İçi Na^{+} ve K^{+} Konsantrasyonları Na^{+}/K^{+} ATPaz Tarafından Korunur	452
Lizozomların ve Vakuollerin Asiditesini V-Sınıfı H^{+} ATPazlar Korur	453
Bakteriyel Permeazlar Dış Ortamdaki Çeşitli Besin Maddelerini İçeri Alan ABC Proteinleridir	454

Memelilerde 50 Kadar ABC Taşıyıcısının Hücre ve Organ Fizyolojisinde Çeşitli ve Önemli Roller Vardır	455
Belli ABC Proteinleri Fosfolipidleri ve Diğer Yağda-Çözünür Substratları Zarın Bir Yüzünden Diğer Yüzüne Doğru "Zıplattır"	456

11.4 Kapsız İyon Kanalları ve Dinlenme Halinde Zar Potansiyeli 458

İyonların Seçici Hareketi Zar Boyunca Bir Elektrik Potansiyel Fark Yaratır	458
Hayvan Hücrelerindeki Zar Potansiyeli Büyük Oranda Potasyum İyonlarının Dinlenme Halindeki K^+ Kanallarından Geçişine Bağlıdır	460
İyon Kanalları Zara Gömülü Korunmuş Segmentlerden Oluşan Seçici Bir Filtre İçerir	461
Yama-Kıskacı Tekniği Tekli Kanallardaki İyon Hareketlerinin Ölçülmesine Olanak Tanır	463
Yeni İyon Kanallarının Tanımlanmasında Oosit İfadesi ile Yama-Kıskacı Tekniği Birlikte Kullanılır	464
Memeli Hücrelerine Na^+ Girişi Negatif Serbest Enerji (ΔG) Değişimine Sahiptir	464

11.5 Simporter ve Antiporterler Tarafından Birlikte Taşıma 465

Na^+ -Bağlı Simporterler Hayvan Hücrelerinde Amino Asitleri ve Glukozu Yüksek Konsantrasyon Gradyentlerine Karşı İçeri Alır	466
Bakteriyel Simporterin Yapısı Substrat Bağlanma Mekanizmasını Gözler Önüne Serer	467
Na^+ -Bağlı Ca^{+2} Antiporteri Ca^{+2} 'u Kardiyak Kas Hücrelerinin Dışına Taşır	468
Çeşitli Birlikte Taşıyıcılar Sitozolik pH'yı Düzenler	468
İnsanda Deri Pigmentasyonunun Evriminde Putatif bir Katyon Değiştirici Protein Anahtar Rol Oynar	469
Bitki Vakuolleri Metabolit ve İyonları Çok Sayıda Taşıyıcı Protein Sayesinde Biriktirir	469

11.6 Epitel Geçişli (Transepitelyal) Taşıma 470

Glukoz ve Amino Asitlerin Epitel İçinden Geçirilerek Taşınması için Çoklu Taşıyıcı Proteinlere Gereksinim Vardır	471
Basit Rehidrasyon Tedavisi Glukoz ve Na^+ Absorpsiyonu Sonucu Ortaya Çıkan Gradyente Dayanır	471
Parietal Hücreler Sitozolik pH'yı Nötr Tutarken Mide İçeriğini Asitlendirir	472

KLASİK DENEY 11.1 Aktif Taşınımın Tesadüfi Keşfi 477

12 HÜCRESEL ENERJETİK 479

12.1 Glukoz ve Yağ Asidi Katabolizmasının İlk Basamakları: Glikoliz ve Sitrik Asit Döngüsü 480

Glikoliz (Safha I) Sırasında Sitozolik Enzimler Glukozu Piruvata Dönüştürürler	481
Glikoliz Hızı Hücrenin ATP Gereksinimini Karşılacak Şekilde Ayarlanır	483
Glukoz Anaerobik Koşullar Altında Fermente Edilir	485
Aerobik Koşullar Altında, Mitokondri Piruvatı Etkin Şekilde Oksidize Eder ve ATP Üretir (Evreler II-IV)	485
Mitokondri, Yapısal ve İşlevsel Olarak Birbirinden Farklı İki Zara Sahip Dinamik Organellerdir	485
Safha II'de, Piruvat CO_2 'ye Yükseltgenir ve Yüksek-Enerjili Elektronlar İndirgenmiş Koenzimlerde Depolanırlar	487
İç Mitokondriyal Zardaki Taşıyıcılar NAD^+ ve $NADH$ 'nin Uygun Sitozolik ve Matriks Konsantrasyonlarının Sürdürülebilmesine Yardımcı Olurlar	489
Yağ Asitlerinin Mitokondriyal Oksidasyonu ile ATP Üretimi	491
Yağ Asitlerinin Peroksizomal Oksidasyonunda Hiç ATP Üretilmez	491

12.2 Elektron Taşınması ve Proton Hareket Kuvvetinin Üretimi	493
Adım Adım Elektron Taşınması, NADH ve FADH ₂ 'de Depolanmış Enerjiyi Verimli Bir Biçimde Açığa Çıkarır	493
Mitokondrilerdeki Elektron Taşınması Proton Pompalanması İle Birlikte Gerçekleşir	493
Dört Adet Çoklu Protein Kompleksi ile FADH ₂ ve NADH'den O ₂ 'ye Elektron Akışı	494
Elektron Taşıyıcılarının İndirgenme Potansiyelleri NADH'dan O ₂ 'ye Elektron Akışını Destekler	499
Saflaştırılmış Komplekslerin Kullanıldığı Deneyler, Proton Pompalamasının Stokiyometrisini Belirlemiştir	499
Kompleks III İçinden Elektron Akışı Esnasında, Q Döngüsü Taşınan Proton Sayısını Artırır	500
Mitokondrilerdeki Proton Hareket Gücü Büyük Oranda İç Zardaki Voltaj Gradiyentine Bağlıdır	502
Elektron Taşınımının Toksik Yan Ürünleri Hücrelere Zarar Verebilir	502
12.3. Enerjiye İhtiyaç Duyan Süreçlerde Proton Hareket Kuvvetinden Yararlanılması	503
ATP Sentez Mekanizması Bakteri, Mitokondri ve Kloroplastlarda Aynıdır	505
ATP sentaz F ₀ ve F ₁ Adı Verilen İki Çoklu Protein Kompleksinden Meydana Gelir	505
F ₀ 'nin İçinden Proton Geçişine Bağlı olarak Gerçekleşen F ₁ γ Alt Biriminin Dönmesi, ATP Sentezine Enerji Sağlar.	506
İç Mitokondri Zarı Boyunca ATP–ADP Değiş Tokuşu İçin Gerekli Olan Enerji Proton Hareket Kuvvetiyle Sağlanır	509
Mitokondriyal Oksidasyon Hızı Normal Olarak ADP Seviyelerine Bağlıdır	510
Kahverengi Yağ Mitokondrileri Isı Üretmek İçin Proton Hareket Kuvvetini Kullanır	510
12.4 Fotosentetik Basamaklar ve Işığı Absorbe eden Pigmentler	511
Kloroplastlardaki Tilakoid Zarlar Bitkilerin Fotosentez Yerleridirler	511
Fotosentezdeki Dört Safhanın Üçü Sadece Aydınlıkta Meydana Gelir	511
Işığın Her Fotonu Belirli Miktarda Enerjiye Sahiptir	513
Fotosistemler Bir Reaksiyon Merkezi ve İlişkili Işık Toplama Komplekslerinden Oluşurlar	514
Enerji Yüklü Reaksiyon-merkezi Klorofil a'dan Fotoelektron Taşınması, Yük Ayrışması Oluşturur	514
Dahili Anten ve Işık Toplama Kompleksleri, Fotosentez Verimini Artırırlar	515
12.5 Fotosistemlerin Moleküler Analizi	517
Mor Bakterilerdeki Tek Tip Fotosistem, O ₂ Üretmeyip Proton Hareket Kuvveti Üretir	517
Kloroplastlar İşlevsel ve Konumsal Olarak Birbirinden Farklı İki Fotosistem İçerirler	518
Her İki Bitki Fotosisteminden (PSII ve PSI) Gerçekleşen Doğrusal Elektron Akışı Proton Hareket Kuvveti, O ₂ ve NADPH Üretir	519
Oksijen Üretme Kompleksi, PSII Reaksiyon Merkezinin Luminal Yüzeyinde Yer Alır	520
Hücreler Foto-elektron Taşınması Esnasında Reaktif Oksijen Türlerinin Hasarından Korunmak İçin Çoklu Mekanizmaları Kullanırlar	521
PSI'daki Döngüsel Elektron Akışı Proton Hareket Kuvveti Üretirken NADPH veya O ₂ Üretmez	522
Fotosistem I ve II'nin Nispi Aktiviteleri Düzenlenir	523
12.6 Fotosentez Esnasında CO₂ Metabolizması	524
Rubisco CO ₂ 'yi Kloroplast Stromasında Sabitler	525
Sabitlenmiş CO ₂ 'nin Kullanıldığı Sükroz Sentezi Sitozolde Tamamlanır	525
Işık ve Rubisco Aktivaz, CO ₂ Fiksasyonunu Uyarır	525
C ₄ Yoluyla CO ₂ 'yi Sabitleyen Bitkilerde, Fotosentezle Rekabet Eden Foto-solunum İndirgenir	527
13 Proteinlerin Zarlara ve Organellere Taşınması	533
13.1 Salgı Proteinlerinin ER Zarından Translokasyonu	535
Hidrofobik bir N-Terminal Sinyal Dizisi Sentez Halindeki Salgı Proteinlerini ER'ye Hedefler	536
Ko-translasyonel Translokasyonu, GTP Hidroliz Eden İki Protein Başlatır	537

Büyüyen Polipeptidlerin Translokondan Geçişini Translasyon Sırasında Serbest Kalan Enerji Yönetir	539
Mayadaki Bazı Salgı proteinlerinin Post-translasyonel Translokasyonu Gücünü ATP Hidrolizinden Alır	540
13.2 Proteinlerin ER Zarı içine Sokulması	542
İntegral Zar Proteinlerinin Birkaç Topolojik Sınıfı ER Üzerinde Sentezlenir	543
Transfer-durdurucu ve Sinyal-kenetleyici İnternal Diziler Tekli-geçişli Proteinlerin Topolojisini Belirler	544
Multi-geçişli Proteinlerin Multipl İnternal Topojenik Dizileri Vardır	546
Bir Fosfolipid Kenetleyici, Bazı Hücre-Yüzey Proteinlerini Zara Tutundurur	547
Bir Zar Proteininin Topolojisi Genellikle Dizisinden Anlaşılabilir	547
13.3 ER’de Protein Modifikasyonları, Katlanması ve Kalite Kontrolü	549
Önceden Oluşmuş <i>N</i> -Bağlı bir Oligosakkarit Pek Çok Proteine Granüllü ER’de Eklenir	550
Oligosakkarit Yan Zincirleri Glikoproteinlerin Katlanmasını ve Kararlılığını Artırabilir	552
ER Lümeninde Proteinler Disülfid Bağlarını Oluşturur ve Yeniden Düzenler	552
Şaperonlar ve Diğer ER Proteinleri Proteinlerin Katlanmasını ve Toplanmasını Kolaylaştırır	552
ER’de Yanlış Katlanmış Proteinler Protein Katlayıcı Katalizörlerin İfadesini Uyarır	555
ER’de Uygun Yapısı Oluşmamış veya Yanlış Katlanmış Proteinler Parçalanma İçin Genellikle Sitozole Taşınırlar	556
13.4 Proteinlerin Mitokondri ve Kloroplastlara Tasnifi	557
Amfipatik N Terminal Sinyal Dizileri, Proteinleri Mitokondriyal Matrikse Yönlendirir	558
Mitokondriyal Protein İmportu (Alımı) Her İki Zarda Dış Zar Reseptörleri ve Translokonları Gerektirir	558
Kimerik Proteinlerle Yapılan Çalışmalar Mitokondriyal İmportun Önemli Özelliklerini Ortaya Koyar	560
Proteinleri Mitokondriye İmport Etmek İçin Üç Enerji Girdisi Gereklidir	561
Çoklu Sinyal ve Yolaklar Proteinleri Alt Mitokondriyal Kompartmanlara Hedefler	561
Kloroplast Stromal Proteinlerin Hedeflenmesi Mitokondriyal Matriks Proteinlerinin İmportuna Benzer	565
Proteinlerin Tilakoidlere Hedeflenmesi, Bakteriyel İç Zar Boyunca Olan Translokasyon Mekanizmasına Benzer	565
13.5 Peroksizomal Proteinlerin Tasnifi	567
Sitozolik Reseptör, C Ucunda SKL Dizisi Olan Proteinleri Peroksizomal Matriks İçine Hedefler	567
Peroksizomal Zar ve Matriks Proteinleri Farklı Yollardan Eklenir	568
13.6 Nukleusun İçine ve Dışına Taşınma	569
Büyük ve Küçük Moleküller Nukleusa Nuklear Por Kompleksleriyle Girer ve Çıkarlar	570
İmportinler Nuklear Lokalizasyon Sinyali İçeren Proteinleri Nukleusun İçine Taşır	571
Eksportinler, Nuklear Eksport Sinyalleri İçeren Proteinleri Nukleusun Dışına Taşır	573
mRNA’ların Çoğu, Ran’a Bağlı Bir Mekanizmayla Nukleustan Eksport Edilir	573
14 VEZİKÜLER TRAFİK, SALGILAMA VE ENDOSİTOZ	579
14.1 Salgı Yolağını Çalışmak İçin Teknikler	580

Canlı Hücrelerde Salgı Yolağı Yoluyla Bir Proteinin Taşınması Tayin Edilebilir	582
Maya Mutantları, Veziküler Taşımadaki Başlıca Evrelerin ve Birçok Bileşenin Belirlenmesinde Kullanılır	584
Hücre İçermeyen Ortamda Taşımanın Tayini, Veziküler Taşımada Bireysel Adımların Belirlenmesine İmkân Sunar	585

14.2 Veziküler Trafiğin Moleküler Mekanizmaları **586**

Bir Protein Kılıfın Kurulması Vezikül Oluşumunu ve Kargo Moleküllerinin Seçimini Sağlar	586
Yapısı Korunmuş Bir Takım GTPaz Şalter Proteinleri, Farklı Vezikül Kılıflarının Oluşmasını Kontrol Eder	587
Kargo Proteinleri Üzerindeki Sinyal Dizileri, Kılıf Proteinleri ile Özgül Moleküler Temas Sağlar	588
Rab GTPazlar Hedef Zarlar Üzerine Veziküllerin Kenetlenmesini Kontrol Eder	589
SNARE Proteinlerinin Eşleşmiş Setleri Veziküllerin Hedef Zarlarla Kaynaşmasını Sağlar	591
Zar Kaynaşmasından Sonra SNARE Komplekslerinin Dağılması ATP Hidrolizi İle Gerçekleştirilir	591

14.3 Salgı Yolağının Erken Aşamaları **592**

COPII Vezikülleri ER'den Golgi'ye Taşımada Aracılık Eder	592
COP I Vezikülleri, Golgide İçerisinde ve Golgi'den ER'ye Geriye Doğru Taşımayı Sağlarlar	594
Golgi Yoluyla İleri doğru Taşıma, Lüminal (Sisternal) Olgunlaşmayla Gerçekleşir	595

14.4 Salgı Yolağının Geç Aşamaları **597**

Klatrin ve/veya Adaptör Proteinlerle Kaplı Veziküller Birkaç Taşıma Adımını Gerçekleştirir	598
Dynamin, Klatrin Veziküllerin Koparılmasında Gereklidir	599
Mannoz 6-Fosfat Molekülleri Çözünür Proteinleri Lizozomlara Hedefler	600
Lizozomal Depo Hastalıkları Üzerinde Yapılan Çalışma, Lizozomal Tasnifleme Yolağının Kilit Bileşenlerini Açığa Çıkardı	602
<i>Trans</i> -Golgi'deki Protein Kümeleşmesi Regüle Edilmiş Salgı Veziküllerine Proteinleri Tasniflemede İşlev Görebilir	602
Bazı Proteinler <i>trans</i> -Golgi'yi Terk Ettikten Sonra Proteolitik İşleme Uğrarlar	603
Birkaç Yolak Zar Proteinlerini Polarize Olmuş Hücrelerin Apikal ve Bazolateral Bölgesine Tasnif Ederler	604

14.5 Reseptör-Aracılı Endositoz **606**

Hücreler Lipidleri Kandan Büyük ve İyi Tanımlanmış Lipoprotein Kompleksleri Formunda Alırlar	606
Düşük Yoğunluklu Lipoprotein ve Diğer Ligandlar'ın Reseptörleri Kendilerini Endositoza Hedefleyen Tasnifleme Sinyalleri İçerir	608
Geç Endozomların Asidik pH'sı Birçok Reseptör-Ligand Komplekslerinin Dağılmasına Neden Olur	610
Endositik yolk	611

14.6 Zar Proteinlerinin ve Sitozolik Materyallerin Lizozoma Yönlendirilmesi **612**

Çoklu-Veziküler Endozomlar, Lizozomal Zara Gidecek Zar Proteinlerini Lizozomal Parçalanmaya Giden Proteinlerden Ayırır	612
Retrovirüsler Multiveziküler Endozomların Oluşumuna Benzer bir İşlemlle Plazma Zarından Tomurcuklanırlar	614

KLASİK DENEY 14.1	Bir Proteinin Hücre Dışına Kadar İzlenmesi	621
15	HÜCRE SİNYAL İLETİMİ I: SİNYAL İLETİMİ VE KISA SÜRELİ HÜCRESEL YANITLAR	623
15.1	Hücre Dışı Sinyalden Hücresel Yanıt	625
	Sinyal Hücreleri Sinyal Molekülleri Üretir ve Salarlar	625
	Sinyal Molekülleri Lokal Olarak veya Uzak Mesafeli Etkili Olabilir	625
	Sinyal İletim Molekülünün Bağlanması Hedef Hücre Üzerindeki Reseptörü Aktive eder	626
15.2	Hücre Yüzey Reseptörlerinin Çalışılması	627
	Reseptör Proteinleri Ligandları Özgün Olarak Bağlar	627
	Ayrışma Sabitesi Bir Reseptörün Kendi Ligandına Olan Afinitesinin Bir Ölçüsüdür	628
	Bağlanma Ölçümleri Reseptörleri Saptamak ve Bunların Ligandları İçin Afinitelerini Belirlemede Kullanılır	628
	Bir Sinyal İletim Molekülüne En Yüksek Hücresel Yanıt Genellikle Tüm Reseptörlerin Aktivasyonunu Gerektirmez	629
	Dış Bir Sinyale Hücrenin Duyarlılığı, Yüzey Reseptörlerinin Sayısı ve Bunların Ligand İçin Afinitesi İle Belirlenir	631
	Reseptörler Afinite Teknikleriyle Saflaştırılabilir	631
	Reseptörler Yaygın Olarak Klonlanmış Genlerden İfade Edilirler	631
15.3	Hücre İç Sinyal İletim Yolaklarının Oldukça Korunmuş Bileşenleri	632
	GTP Bağlayan Proteinler Sıklıkla Aç/Kapa Şalteri Olarak Kullanılır	633
	Protein Kinazlar ve Fosfatazlar Hemen Hemen Tüm Sinyal İletim Yolaklarında Görev Alırlar	634
	İkincil Haberciler Çok Sayıda Reseptörden Sinyalleri Taşıır ve Onları Amplifiye Ederler	634
15.4	G Protein-Eşlikli Reseptör Sistemlerinin Genel Elamanları	635
	G Protein-Eşlikli Reseptörler, Ortak Bir Yapı ve İşlevi Olan Çeşitlilik Arzeden Büyük Bir Ailedir	635
	G Protein- Eşlikli Reseptörler Bir Trimerik G Proteinin α Alt ünitesi Üzerinde GDP Yerine GTP Değişimini Aktive Eder	637
	Farklı G Proteinleri, Farklı GPERler Tarafından Aktive Edilirler ve Bunun Sonucunda Farklı Efektör Proteinleri Düzenlerler	639
15.5	İyon Kanallarını Düzenleyen G Protein-Eşlikli Reseptörler	640
	Kalp Kasındaki Asetilkolin Reseptörleri K^+ Kanallarını Açan bir G Proteinini Aktive Eder	641
	$G_{\alpha t}$ -Eşlikli Rodopsinleri Işık Aktive Eder	641
	Rodopsinin Aktivasyonu cGMP-Geçişli Katyon Kanallarının Kapanışı Uyarır	642
	Çomak Hücreler Opsin Fosforilasyonu ve Arrestin Bağlanması Nedeniyle Değişen Çevresel Işık Seviyelerine Uyum Sağlar	644
15.6	Adenil Siklazı Aktive veya İnhibe Eden G Protein-Eşlikli Reseptörler	646
	Adenil Siklaz Farklı Reseptör-Ligand Kompleksleri Tarafından Uyarılır ve İnhibe Edilir	646
	Yapısal Çalışmalar $G_{\alpha s}$ GTP'nin Adenil Siklaza Nasıl Bağlandığını ve Onu Aktive Ettiğini	

Ortaya Koydu	646
cAMP, Protein Kinaz A'nın Katalitik Alt ünitelerini Serbest Bırakarak Onu Aktive Eder	647
Glikojen Metabolizması Hormon-Uyarımlı Protein Kinaz A'nın Aktivasyonu ile Düzenlenir	648
Protein Kinaz A'nın cAMP-Aracılıklı Aktivasyonu Farklı Hücre Tiplerinde Farklı Yanıtlar Üretir	649
Sinyal Amplifikasyonu Yaygın Olarak Çok Sayıda Sinyal İletim Yoluyla Meydana Gelir	650
Birkaç Mekanizma G Protein-Eşlikli Reseptörlerden Sinyal İletimini Azaltarak Düzenler	651
Kenetleyici Proteinler cAMP'nin Etkilerini Hücrenin Özgün Bölgelerine Lokalize Eder	652

15.7 Fosfolipaz C'yi Aktive Eden G Protein-Eşlikli Reseptörler 653

İnozitolün Fosforile Olmuş Türevleri Önemli İkincil Habercilerdir	654
Endoplazmik Retikulumdan Kalsiyum İyonlarının Salınması IP ₃ Tarafından Tetiklenir	654
Ca ²⁺ /Kalmolulin Kompleksi Dış Sinyallere Karşı Çok Sayıda Hücresel Yanıtı Aracılık Eder	655
Diaçilgliserol (DAG), Çok Sayıda Diğer Proteinleri Düzenleyen Protein Kinaz C'yi Aktive eder	656
Damar Düz Kaslarının Sinyal-Uyarımlı Gevşemesi, cGMP ile Aktive Edilmiş Protein Kinaz G Aracılığı ile Olur	656

15.8 Hücresel Yanıtların Çevresel Etkilere Entegrasyonu 657

Glikojenolizi Düzenleyen Çoklu İkincil Habercileri Bütünleştirme	657
Kararlı bir Kan Glukoz Düzeyini Korumada İnsülin ve Glukagon Birlikte Hareket Eder	658

KLASİK DENEY 15.1 Sinyal İletiminin Emekleme Dönemi: cAMP Sentezinin GTP ile Uyarılması 663

16 HÜCRE SİNYAL İLETİMİ II: GEN AKTİVİTESİNİ KONTROL EDEN SİNYAL YOLAKLARI 665

16.1 TGFβ Reseptörleri ve Smad'ların Doğrudan Aktivasyonu 668

TGFβ Sinyal İletim Molekülü İnaktif Öncülün Kesilmesiyle Oluşur	668
TGFβ Reseptörlerini Tanımlamak İçin Radyoaktif Etiketleme Kullanıldı	669
Aktive Olmuş TGFβ Reseptörleri Smad Transkripsiyon Faktörlerini Fosforiller	670
Negatif Geri Beslemeli Çevrimler TGFβ/Smad Sinyal İletimini Düzenler	671
TGFβ Sinyal İletiminin Yokluğu Kanserde Anahtar Bir Rol Oynar	671

16.2 Sitokin Resptörleri ve JAK/STAT Yoluyla 672

Sitokinler Pek Çok Hücre Tipinin Gelişimini Etkiler	672
Sitokin Reseptörleri Benzer Yapıya Sahiptir ve Benzer Sinyal Yolaklarını Aktive Ederler	673
JAK Kinazlar STAT Transkripsiyon Faktörlerini Aktive Ederler	674
Komplementasyon Genetiği, JAK ve STAT Proteinlerinin Sitokin Sinyallerini İlettiğini Ortaya Koydu	677
Sitokin Reseptörlerinden Sinyal İletimi Negatif Sinyallerle Düzenlenir	678
Susturulamayan Mutant Eritropoietin Reseptörü Eritrosit Sayısında Artışa Neden Olur	679

16.3 Reseptör Tirozin Kinazlar 679

Ligand Bağlanması RTK'lardaki Yapısal Kinazın Aktive Olmasına ve Fosforillenmesine Yol Açar	680
Bir Reseptör Kinaz Olan HER2 Bazı Meme Kanseri Türlerinde Aşırı Üretilir	680
Korunmuş Domainler, Sinyal İletim Proteinlerinin Aktive Olmuş Reseptörlere Bağlanmasında Önemlidir	682
RTK Sinyal İletiminin Azaltılması Endositoz ve Lizozomal Yıkımla Gerçekleşir	683

16.4 Ras ve MAP Kinaz Yolaklarının Aktivasyonu 684

Bir GTPaz Şalter Proteini Olan Ras, Aktif ve Aktif Olmayan Formlar Arasında Devir Yapar	685
Reseptör Tirozin Kinazlar Adaptör Proteinler Aracılığıyla Ras'a Bağlanır	685
<i>Drosophila</i> 'da Yapılan Genetik Çalışmalar Ras/MAP Kinaz Yolağındaki Anahtar Sinyal İletim Proteinlerini Tanımlamıştır	685
Sos Proteininin İnaktif Ras'a Bağlanması Ras'ı Aktive Eden Bir Yapısal Değişime Yol Açar	687
Sinyaller Aktive Olmuş Ras'tan Bir Protein Kinaz Şealesine İletilir	688
MAP kinazların Aktive Edilmesi MAP Kinaz, Erken-Cevap Genlerini Kontrol Eden Pek Çok Transkripsiyon Faktörünün Aktivitesini Düzenler	690
G-Protein Eşlikli Reseptörler, Sinyalleri Maya Eşleşme Yolaklarındaki MAP Kinazlara İletir	691
Ökaryotik Hücrelerde İskele Proteinleri Çok Sayıda Map Kinaz Yolağını Birbirinden Ayırır	692
RAS/MAP Kinaz Yolağı Çeşitli Hücrel Yolakları Uyarabilir	693

16.5 Sinyal İleticileri Olarak Fosfoinozotidler 694

Fosfolipaz C _v , bazı RTK'lar ve Sitokin Reseptörleriyle Aktive Edilir	694
PI-3 Kinazın Hormon Uyarımlı Reseptörlere Bağlanması Fosforillenmiş Fosfatidilinozitollerin Sentezine Yol Açar	694
Plazma Zarında PI 3-Fosfatlarının Birikimi Birkaç Kinazın Aktive Olmasına Yol Açar	695
Aktive Olmuş Protein Kinaz B Birçok Hücrel Cevabı Uyarır	696
PI-3 Kinaz Yolağı PTEN Fosfatazla Negatif Olarak Düzenlenir	697

16.6 Gen Transkripsiyonunun Yedi-Geçişli Hücre Yüzey Reseptörleri Tarafından Aktive Edilmesi 697

CREB, Gen İfadesini Aktive Etmek Üzere cAMP ve Protein Kinaz A Arasında Bağlantı Kurar	698
GPCR-Bağı Arrestin Birçok Kinaz Şealesini Aktive Eder	698
Wnt Sinyalleri Bir Transkripsiyon Faktörünün Sitozolik Protein Kompleksinden Salınmasını Tetikler	699
Hedgehog Sinyal İletimi Hedef Genlerin Baskılanmasını Rahatlatır	700

16.7 Sinyal Uyarımlı Protein Kesilmesini Kapsayan Yolaklar 703

Bir İnhibitör Proteininin Yıkımı, NF- κ B Transkripsiyon Faktörlerini Aktive Eder	703
Ligandla Aktive Olan Notch İki Kez Kesilerek Bir Transkripsiyon Faktörü Salar	705
Matriks Metalloproteazlar Hücre Yüzeyindeki Birçok Sinyal Proteininin Kesilmesini Katalizlerler	706
Amiloid Öncül Proteininin Yanlış Kesilmesi Alzheimer Hastalığı'na Yol Açabilir	706
SREBP'nin Düzenlenmiş Zar İçi Proteolizi Fosfolipid ve Kolesterol Düzeylerini Ayarlayan Bir Transkripsiyon Faktörünün Salınmasına Neden Olur	707

17 HÜCRE ORGANİZASYONU VE HAREKETİ I: MİKROFİLAMENTLER 713

17.1 Mikrofilamentler ve Aktin Yapıları 716

Aktin Oldukça Eski, Bol Bulunan ve Korunmuş Bir Proteindir	717
G-Aktin Monomerleri Uzun Sarmal F-Aktin Polimerlerini Yapar	717
F-Aktin Yapısal ve İşlevsel Polariteye Sahiptir	718

17.2 Aktin Filamentlerinin Dinamikleri 718

İn Vitro Aktin Polimerizasyonu Üç Basamakta Gerçekleşir	719
Aktin Filamentleri (+) Uçta (-) Uçtan Daha Fazla Büyür	720
Aktin Filamentlerinin Yürümesi Profilin ve Kofilin Tarafından Hızlandırılır	721
Timoizin- β_4 , Polimerizasyon İçin Bir Aktin Deposu Sağlar	722
Başlık ekleme proteinleri aktin filamentlerinin uçlarındaki yapılanmayı ve ayrışmayı	

Engellerler	722
17.3 Aktin Filamentlerinin Yapılanma Mekanizması	723
Forminler Dallanmamış Filamentleri Yapılandırır	723
Arp 2/3 Kompleksi Dallanmış Filament Yapılanmasının Nüvesini Oluşturur	724
Hücre İçi Hareketler Aktin Polimerizasyonundan Güç Alabilir	726
Aktin Monomer Havuzunu Tahrip Eden Toksinler Aktin Dinamiklerini Çalışmak İçin Kullanışlı Olabilirler	726
17.4 Aktin Temelli Hücresel Yapıların Organizasyonu	728
Çapraz-Bağlayıcı Proteinler Aktin Filamentlerini Demet veya Ağ Halinde Düzenler	728
Aktin Filamentlerini Zarlara Bağlayan Adaptör Proteinler	728
17.5 Miyozinler: Aktin-Temelli Motor Proteinler	731
Miyozinlerin Farklı İşlevleri Olan Baş, Boyun ve Kuyruk Bölümleri Vardır	732
Miyozinler Büyük Bir Mekanokimyasal Motor Proteinler Ailesini Oluşturur	733
Miyozin Başındaki Konformasyonel Değişiklikler ATP Hidrolizini Hareket ile Birleştirir	736
Miyozin Başları Aktin Filamenti Boyunca Farklı Adımlar Atar	736
Miyozin V Bir Aktin Filamenti Üzerinde Tutuna Tutuna Yürür	737
17.6 Miyozin Destekli Hareketler	738
İskelet Kasında Miyozin Kalın Filamentleri ve Aktin İnce Filamentleri Kasılma Sırasında Birbirleri Üzerinden Kayar	738
İskelet Kası Sabitleyici ve Yapı İskelesi Oluşturan Proteinler ile Yapılandırılır	740
İskelet Kasının Kasılması Ca^{+2} ve Aktin-Bağlayan Proteinler ile Düzenlenir	740
Kas Haricindeki Hücrelerde Aktin ve Miyozin II Kasılabilir Demeteler Oluşturur	741
Miyozin Bağımlı Mekanizmalar Düz Kas Hücrelerinde ve Kas Olmayan Hücrelerde Kasılmayı Düzenler	742
Miyozin V –Bağlı Veziküller Aktin Filamentleri Boyunca Taşınır	743
17.7 Hücre Göçü: Sinyal İletimi ve Kemotaksi	745
Hücre Göçü, Hücre Adezyonu ve Zar Geri Dönüşümü ile Güç Oluşumunu Düzenler	745
Aktin Organizasyonunu Küçük GTP- Bağlayan Proteinler Cdc42, Rac ve Rho Kontrol Eder	747
Hücre Göçü Cdc42, Rac ve Rho'nun Eşgüdümlü Düzenlenmesi ile Gerçekleşir	748
Göç Eden Hücreler Kemotaktik Moleküller Tarafından Yönlendirilebilir	750
Kemotaktik Gradyentler Hücrenin Önü ve Arkası Arasında Farklı Fosfoinozitol Düzeylerini Uyarır	750
KLASİK DENEY 17.1 Kas Kasılmasına Bakış	755
18 HÜCRE ORGANİZASYONU VE HAREKETİ II:	757
18.1 Mikrotübül Yapısı ve Organizasyonu	758
Mikrotübül Duvarları $\alpha\beta$ -Tübülin Dimerlerinden Kurulu Polarize Olmuş Yapılardır	758
Mikrotübüller Farklı Düzenlemeler Oluşturmak Üzere MTOC'lerden Yapılanırlar	760

18.2 Mikrotübül Dinamiği	762
Mikrotübüller Uçlarındaki Kinetik Farklılıklardan Dolayı Dinamik Yapılardır	763
Tek Mikrotübüller Dinamik Kararsızlık Gösterirler	763
Konumlanmış Yapılanma ve “Araştır-ve-Yakala”, Mikrotübüllerin Organize Olmasına Yardım Eder	766
Tübülün Polimerizasyonunu Etkileyen İlaçlar, Deneysel Olarak ve Hastalıkları Tedavi Etme Açısından Kullanışlıdır	766
18.3 Mikrotübül Yapısı ve Dinamiğinin Düzenlenmesi	767
Mikrotübüller Kenara ve Uca Bağlanan Proteinlerle Kararlı Hale Getirilir	767
Mikrotübüller Uca Bağlanan ve Bozucu Proteinler Tarafından Yıkılırlar	768
18.4 Kinezin ve Dynein’ler: Mikrotübül-Temelli Motor Proteinleri	769
Aksonlardaki Organeller Mikrotübüller Boyunca Her İki Yönde Taşınır	769
Kinezin-1, Veziküllerin Aksonlardan Aşağıya Mikrotübüllerin (+) Ucuna Doğru İleri Yönde Transportunu Güçlendirir	770
Kinezinler Farklı İşlevleri Olan Büyük Bir Protein Ailesini Oluşturur	771
Kinezin-1 Çok İşlemleri Bir Motordur	772
Dynein Motorları Organelleri Mikrotübülün (-) Ucuna Doğru Taşır	774
Kinezinler ve Dyneinler Organellerin Hücre Boyunca Transportunda Birlikte Çalışır	775
18.5 Siller ve Kamçılar: Mikrotübül Temelli Yüzey Yapıları	777
Ökaryotik Siller ve Kamçılar Dynein Motorlarıyla Birbirlerine İliştirilen Uzun Çift Mikrotübül İçerir	777
Sil ve Kamçı Titreşimi Dıştaki İkili Mikrotübüllerin Kontrollü Kaymalarıyla Oluşturulur	778
Kamçı İç Transport, Materyali Sil ve Kamçının Yukarı ve Aşağısına Doğru Hareket Ettirir	779
Kamçı İç Transport Bozuklukları Duyumsal Primer Sili Etkileyerek Hastalığa Neden Olur	780
18.6 Mitoz	781
Mitoz Altı Evreye Ayrılabilir	782
Sentrozomlar Mitoza Hazırlanmak Üzere Hücre Döngüsünün Erken Evresinde Kendilerini Eşler	783
Mitotik İğ, Üç Sınıf Mikrotübül İçerir	784
Mikrotübül Dinamiği, Mitozda Çarpıcı Biçimde Yükselir	784
Mikrotübüller Mitoz Sırasında Koşu Bandı Hareketi Yapar	785
Kinetokorlar Kromozomları Yakalar ve Taşınmasına Yardım Eder	786
Duplike Olmuş Kromozomlar, Motorlarla ve Koşu Bandı Mikrotübülleriyle Sıra Dizilir	788
Anafaz A, Kromozomları Mikrotübül Kısalmasıyla Kutuplara Doğru Hareket Ettirir	789
Anafaz B, Kinezinler ve Dyneinin Birlikte Çalışmasıyla Kutupları Ayırır	789
Ek Mekanizmalar İğ Oluşumuna Katkıda Bulunur	789
Sitokinez Duplike Olmuş Hücreyi İkiye Böler	789
Bitki Hücreleri Mitozda Kendi Mikrotübüllerini Tekrar Organize Eder ve Yeni Bir Hücre Duvarı Yapar	790
18.7 Ara Filamentler	791
Ara Filamentler Dimer Altbirimlerinden Kurulur	792
Ara Filamentlerin Proteinleri Dokuya Özgü Olarak İfade Edilir	792
Ara Filamentler Dinamiktir	795
Laminlerde ve Keratinlerdeki Bozukluklar Birçok Hastalığa Yol Açar	795
18.8 Hücre İskeleti Elementleri Arasındaki Koordinasyon ve İşbirliği	796
Ara Filamentlerle Bir Araya Gelen Proteinler Hücresel Organizasyona Katılır	796
Mikrofilamentler ve Mikrotübüller Melanozomların Transportu İçin Birlikte Çalışır	796
Cdc42 Hücre Göçü Sırasında Mikrotübülleri ve Mikrofilamentleri Koordine Eder	797

19 HÜCRELERİN DOKULARA DÖNÜŞMESİ	801
19.1 Hücre-Hücre ve Hücre-Matriks Yapışması: Genel Bakış	803
Hücre-Yapıştırıcı Molekülleri Birbirlerine ve Hücre-İçi Proteinlerine Bağlanırlar	803
Hücre Dışı Matriks, Yapışma, Sinyalizasyon ve Diğer Fonksiyonlara Katılmaktadır	805
Çok Yönlü Yapışma Moleküllerinin Evrimi Farklı Hayvan Dokularının Evrimleşmesine Olanak Vermişir	807
19.2 Hücre-Hücre ve Hücre-ECM Bağlantıları ve Bunların Yapışma Molekülleri	808
Epitelyal Hücrelerin Belirli Apikal Tepe, Lateral Yan ve Bazal Taban Yüzeyleri Bulunmaktadır	808
Üç Çeşit Bağlantı Çok Sayıdaki Hücre-Hücre ve Hücre-ECM Etkileşimini Sağlamaktadır	809
Adherens Bağlantılarda ve Desmozomlarda Hücre-Hücre Yapışmalarını Kadherinler Sağlar	810
Sıkı Bağlantılar Vücut Boşluklarını Kapamakta ve Zar Bileşenlerinin Difüzyonunu Sınırlamaktadır	814
Integrinler Epitelyal Hücrelerdeki Hücre-ECM Yapışmalarında Rol Alır	816
Konneksinlerden Oluşan Gap Bağlantıları Küçük Moleküllerin Bitişik Hücreler Arasında Doğrudan Geçişlerine İmkân Verir	817
19.3 Hücre-Dışı Matriks I: Bazal Lamina	820
Bazal Lamina Hücrelerin Dokular Halinde Bir Araya Gelmesini Sağlayan Bir Temel Oluşturur	820
Çoklu-Yapıştırıcı Matriks Proteini Olan Laminin, Bazal Lamina Bileşenlerinin Çapraz-Bağlanması Yardım Eder	821
Tabaka-Oluşturan Tip IV Kollajeni Bazal Laminanın Esas Yapısal Bileşenidir	821
Bir Proteoglikan Olan Perlekan, Hücre Yüzey Reseptörlerini ve Bazal Lamina Bileşenlerini Çapraz Bağlar	824
19.4 Hücre Dışı Matriks II: Bağ ve Diğer Dokular	825
Fibriller Kollajenler Bağ Dokuların ECM'indeki Başlıca Lifli Proteinlerdir	825
Fibriller Kollajenin Salgılanması ve Fibriller Şeklinde Birleşmesi Hücre-Dışında Olur	826
Tip I ve II kollajenleri Fibriller-Olmayan Kollajenler ile Birleşerek Farklı Yapılar Oluştururlar	826
Proteoglikanlar ve Bunların Bileşenleri Olan GAG'lar ECM'de Çeşitli Roller Alırlar	827
Hyaluronan Sıkıştırmaya Direnir, Hücre Göçünü Kolaylaştırır ve Kıkırdığa Jelimsi Özelliğini Kazandırır	829
Fibronektikler Hücreleri ve Matriksleri Birbirine Bağlar, Hücre Şeklini, Farklılaşmasını ve Hareketliliğini Etkiler	830
19.5 Hareketli ve Hareketsiz Hücrelerde Yapıştırıcı Etkileşimler	833
Integrinler Hücreler ve Onların Üç Boyutlu Çevreleri Arasında Sinyalleri Aktarır	833
Hücre Hareketini Kontrol Eden Integrin-Aracılı Yapışmanın ve Sinyalizasyonun Düzenlenmesi	834
Kas Distrofininde ECM ve Sitoskeleton Arasındaki Bağlantı Bozuktur	835
IgCAM'lar Nöronal ve Diğer Dokularda Hücre-Hücre Yapışmasına Aracılık Eder	836
Dokulara Lökosit Hareketi Yapıştırıcı Etkileşimlerin Tam Zamanlanmış Bir Dizisi Tarafından Düzenlenir	837
19.6 Bitki Dokuları	839

Bitki Hücre Çeperi, Glikoproteinler Matriksinde Bir Selüloz Fibrilleri Laminetidir	840
Hücre Çeperinin Gevşemesi Bitki Hücresinin Büyümesine İmkan Verir	840
Yüksek Bitkilerde Plazmodesmata Bitişik Hücrelerin Sitozollerini Doğrudan Bağlamaktadır	840
Bitkilerde Sadece Bir Kaç Yapışma Molekülü Tanımlanmıştır	841

Kısım IV Hücre Büyümesi ve Gelişimi

20 ÖKARYOTİK HÜCRE DÖNGÜSÜNÜN DÜZENLENMESİ 847

20.1 Hücre Döngüsü ve Kontrolüne Genel Bakış 849

Hücre Döngüsü, Hücre Replikasyonunu Yöneten Düzenlenmiş Olaylar Dizisidir	849
Düzenlenmiş Protein Fosforilasyonu ve Yıkımı, Hücre Döngüsü Boyunca Geçiş Kontrol Eder	849
Hücre Döngüsü Kontrol Proteinlerinin Tanımlanması ve İzolasyonu İçin Çeşitli Deneysel Sistemler Kullanılmıştır	851

20.2 Siklinler ve MPF Aktivitesi ile Mitozun Kontrolü 853

Olgunlaşmayı İlerletici Faktör (MPF) Oositlerde Mayotik Olgunlaşmayı, Somatik Hücrelerde Mitozu Uyarır	854
Mitotik Siklin İlk Olarak Erken Evredeki Deniz Kestanesi Embriolarında Tanımlanmıştır	856
Hücre döngüsündeki <i>Xenopus</i> Yumurta Özütlerinde Siklin B Seviyesi ve Mitoz İlerletici Faktör (MPF)'ün Kinaz Aktivitesi Birlikte Değişir	856
Anafaz İlerletici Kompleks (APC/C) Mitotik Siklinlerin Yıkımını ve Mitozdan Çıkışı Kontrol Eder	858

20.3 Mitoz Esnasında Siklin-Bağımlı Kinazların Düzenlenmesi 859

Düşük ve Yüksek Ökaryotlar Arasında MPF Öğeleri Korunmuştur	860
CDK Alt Ünitesinin Fosforilasyonu MPF'nin Kinaz Aktivitesini Düzenler	861
Siklin Bağlanması ve Fosforilasyon ile uyarılan Konformasyonel Değişiklikler MPF Aktivitesini Artırır	862

20.4 Mitotik Olayları Düzenleyen Moleküler Mekanizmalar 864

Nükleer Laminler ve Diğer Proteinlerin Fosforilasyonu Erken Mitotik Olayları Teşvik Eder	864
Kardeş Kromatidlerde Bağlantının Kopması Anafazı Başlatır	867
Kromozom Seyrelmesi ve Nükleer Zarfın Yeniden Oluşumu, MPF Substratlarından Fosfat Koparılmasına Bağlıdır	870

20.5 Siklin-CDK ve Ubikütin-Protein Ligaz, S Fazını Kontrol Eder 872

<i>S. cerevisiae</i> 'de S-Fazına Giriş için Siklin-Bağımlı Kinaz (CDK) Önemlidir	872
Üç G ₁ Siklin, S-Faz-İlerletici Faktörleri Oluşturmak İçin, <i>S. cerevisiae</i> CDK ile İlişkide Bulunur	874
S-Fazı İnhibitörlerinin Yıkımı DNA Replikasyonunu Tetikler	876
Birkaç Siklin, Farklı Hücre-Döngü Fazları Esnasında <i>S. cerevisiae</i> CDK'nın Kinaz Aktivitesini Düzenler	877
Hücre Döngüsü Boyunca Replikasyon Her Bir Orijinde Sadece Bir Kez Başlatılır	877

20.6 Memeli Hücrelerinde Hücre Döngüsünün Kontrolü	879
Memeli Restriksiyon Noktası, Maya Hücrelerindeki BAŞLAMA Noktasına Analogdur	880
Pekçok CDK ve Siklinler Memeli Hücrelerinin Hücre Döngüsü Boyunca İlerlemesini Düzenler	881
İki Gen Sınıfının İfadesinin Düzenlenmesi, G0 Memeli Hücrelerini Hücre Döngüsüne Geri Yöneltilir	881
Restriksiyon Noktasından Geçiş, Tümör-Baskılayıcı Rb Proteinin Fosforilasyonuna Bağlıdır	882
DNA Sentezi için Siklin A ve Mitoza Giriş için CDK1 Gerekli	883
İki Tip Siklin-CDK İnhibitörü, Memelilerde Hücre Döngüsü Kontrolüne Katkıda Bulunur	883
20.7 Hücre Döngüsünün Düzenlenmesinde Kontrol Noktaları	884
Replik Olmamış DNA varlığı Mitoza Giriş Engeller	888
Mitotik İğlerin Düzensiz Yapılanması Anafazın Başlamasını Engeller	888
Kardeş Kromozomların Doğru Ayrılması, Mitozdan Çıkış Ağı Tarafından Denetlenir	889
Hasarlı DNA Nedeniyle Hücrelerde Hücre Döngüsünün Duraklaması Tümör Baskılayıcılarına Bağlıdır	891
20.8 Mayoz: Özel Bir Hücre Bölünmesi Çeşidi	892
Mayozu Mitozdan Ayıran Temel Özellikler	892
G ₁ Siklinlerin Baskılanması ve Mayoza Özgü bir Protein Kinaz aracılığı ile Mayoz Öncesi S Fazına giriş gerçekleşir	985
Rekombinasyon ve Bir Mayoza Özgü Kohezin Alt Ünitesi I. Mayozda Özelleşmiş Kromozom Ayrılması için Gerekli	895
Rec8'in Özgün Özellikleri Onun I. ve II. Mayozda Parçalanmasını Düzenler	896
Monopolin Kompleksi, I. Mayozda Kardeş Kinetokorları Birlikte Yönlendirir	898
İğ Mikrotübülleri Üzerindeki Gerilim Doğru İğ Bağlanmasına Katkıda Bulunur	898
KLASİK DENEY 20.1 Denizden Gelen Hücre Biyolojisi: Siklinlerin Keşfi	903
21 HÜCRENİN DOĞUMU, NESLİNİN DEVAMI VE ÖLÜMÜ	905
21.1 Hücrelerin Doğumu: Kök Hücreler, Nişler (mikroçevre) ve Hücre Soy	906
Kök Hücreler hem Kök Hücreler hem de Farklılaşan Hücreler Oluştururlar	906
Gelişim Süresince Hücre Akıbeti Gittikçe Kısıtlanır	907
<i>C. elegans</i> 'ın Hücre Soyunun Tamamı Bilinmektedir	908
Heterokronik Mutantlar Hücre Soyunun Kontrolü Konusunda İpuçları Verir	909
Kültürdeki Embriyo Kök Hücreleri Çeşitli Hücre Tiplerine Farklılaşabilir	911
Farklı Hayvan Dokuları için Yetişkin Kök Hücreleri Besleyici Nişlerde Bulunur	912
Meristemler Doğum Sonrası Bitkilerdeki Kök Hücrelerin Nişleridir	920
21.2 Mayada Hücre Tipi Özelleşmesi	921
Eşleşme Tipi Transkripsiyon Faktörleri Hücre Tiplerinin Spesifikasyonunu Yapar	922
MCM1 ve α 1-MCM1 Kompleksleri Gen Transkripsiyonunu Aktive Eder	923
α 2-MCM1 ve α 2- α 1 Kompleksleri Transkripsiyonu Baskılar	923
Feromonlar α ve α Hücrelerinin Üçüncü bir Hücre Tipi Üretmek Üzere Eşleşmesini Uyarır	923
21.3 Kasın Özelleşmesi ve Farklılaşması	924
Embriyonik Somitler Miyoblastları Ortaya Çıkarır	925
Miyojenik Genler Kültüre Alınmış Fibroblastlarla Yapılan Çalışmalarla Belirlendi	925

İki Düzenleyici Faktör Sınıfı Uyum İçinde Hareket Ederek Kas Hücrelerinin Üretimine Yön Verirler	926
Miyoblastların Farklılaşması Pozitif ve Negatif Kontrol Altındadır	927
Hücre-Hücre Sinyalleri Miyoblastların Belirlenmesinde ve Göçünde Kritik Öneme Sahiptir	928
bHLH Düzenleyici Proteinleri Diğer Dokuların Oluşmasında İşlev Görür	929
21.4 Asimetrik Hücre Bölünmesinin Düzenlenmesi	930
Mayada Eşleşme Tipi Değiş-Tokuşu Asimetrik Hücre Bölünmesine Bağlıdır	930
<i>Drosophila</i> 'da Asimetriyi Düzenleyen Proteinler, Bölünen Nöroblastların Karşıt Uçlarında Yerleşiktir	931
21.5 Hücre Ölümü ve Hücre Ölümünün Düzenlenmesi	936
Programlanmış Hücre Ölümü Apoptoz Yoluyla Olur	937
Nörotrofinler Nöronların Hayatta Kalmasını Destekler	937
Bir Kaspaz Proteinleri Dizisi Bir Apoptotik Yolda İşlev Görür	938
Pro-apoptotik Regülatörler, Trofik Faktörlerin Yokluğunda Kaspaz Aktivasyonuna İzin Verir	941
Bazı Trofik Faktörler Pro-Apoptotik Regülatörün İnaktivasyonuna Neden Olur	942
Tümör Nekroz Faktörü ve İlgili Ölüm Sinyalleri Kaspazları Aktive Ederek Hücrelerin Öldürülmesini Destekler	943
22 GELİŞİMİN MOLEKÜLER HÜCRE BİYOLOJİSİ	949
22.1 Gelişimin Anahatları	950
Gelişim, Yumurta ve Spermden Erken Embriyoya İlerler	950
Embriyo Geliştikçe, Hücre Tabakaları Doku ve Organları Oluşturur	951
Gelişimi Düzenleyen Genler Evrimin Kalbidir	952
22.2 Gametogenez ve Döllenme	953
Kalıtladığımız Germ Hattı Hücreleri	953
Döllenme Genomu Birleştirir	955
Genomik Damgalanma Gen Aktivasyonunu Maternal veya Paternal Kromozom Orijinine Göre Kontrol Eder	958
Bu Kadarı da Fazla: X Kromozomu Dozaj Telifisi ile Düzenlenir	958
22.3 Erken Omurgalı Embriyosunda Hücre Çeşitliliği ve Motif Oluşturma	959
Yarılma İlk Farklılaşma Olaylarına Yol Açar	960
Çoğu Somatik Hücrenin Genomu Tamdır	961
Gastrulasyon Kutuplaşmış Çoklu Doku Tabakalarını Oluşturur	961
Sinyal Gradientleri Farklı Hücre Akıbetlerini Uyarabilir	963
Sinyal Antagonistleri, Hücre Akıbeti ve Doku Uyarımını Etkiler	965
Sinyallerin Bir Şelalesi Solu Sağdan Ayırır	966
22.4 Vücut Segmentasyonunun Kontrolü: Böcek ve Omurgalılarda Temalar ve Varyasyonlar	969
Erken <i>Drosophila</i> Gelişimi Bir Hız Ekzersizidir	970
Transkripsiyonel Kontrol Embriyonun Anterior ve Posteriorunu Özelleştirir	971
Translasyon İnhibitörleri Anterior-Posterior Motif Oluşturmayı Destekler	973
Böcek Segmentasyonu Transkripsiyon Faktörleri Şelalesiyle Kontrol Edilir	974
Omurgalı Segmentasyonu, Düzenleyici Genlerin Peryodik İfadesi ile Kontrol Edilir	977
Segmentler Arasındaki Farklılıklar Hox Genleri ile Kontrol Edilir	978
Hox Geninin İfadesi Çeşitli Mekanizmalar ile Sürdürülür	982

Çiçek Gelişimi Transkripsiyon Faktörlerinin Uzamsal Olarak Düzenlenmiş Üretimine İhtiyaç Duyar	983
22.5 Erken Nöral Gelişimde Hücre Tipi Özelleşmesi	985
Nörulason Beyin ve Omuriliğin Oluşumunu Başlatır	986
Sinyal Gradyentleri ve Transkripsiyon Faktörleri Nöral Tüp ve Somitlerde Hücre Tiplerini Belirler	987
Beyindeki Çoğu Nöronlar En İçteki Nöral Tüpte Oluşurlar ve Dışa Doğru Göç Ederler	988
Notch Sinyal İletimi ile Lateral İnhibisyon Erken Nöral Hücrelerin Farklı Olmasına Neden Olur	988
22.6 Uzunların Büyüme ve Motif Oluşturması	990
Hox Genleri Uzunların Büyüyeceği Doğru Yerleri Nasıl Belirler	990
Uzun Gelişimi Çoklu Hücre Dışı Sinyal Gradyentlerinin Bütünleşimine Bağlıdır	991
Hox Genleri de Uzun Yapılarının Düzgün Motif Oluşturmasını Kontrol Eder	992
Şu Ana Kadar Her şey İyi	994
KLASİK DENEY 22.1 Gelişimi Çalışmak İçin Öldürücü Mutasyonların Kullanılması	999
23 SİNİR HÜCRELERİ	1001
23.1 Nöronlar ve Glial Hücreler: Sinir Sisteminin Yapı Taşları	1002
Bilgi Nöronlar Boyunca Dendritlerden Aksonlara Doğru Akmaktadır	1003
Bilgi, Aksiyon Potansiyeli Olarak Adlandırılan İyon Akış Devinimleri Olarak İletilir	1003
Nöronlar Arasında Bilgi Sinapslar Aracılığıyla Akar	1005
Sinir Sistemi Birçok Nörondan Oluşan Sinyal Devreleri Kullanır	1005
23.2 Voltaj-Kapılı İyon Kanalları ve Aksiyon Potansiyelinin Sinir Hücrelerinde Yayılması	1006
Aksiyon Potansiyelinin Büyüklüğü E_{Na} 'ya Yakındır	1006
Voltaj-Kapılı Na^+ ve K^+ Kanallarının Ardışık Olarak Açılıp Kapanması,	
Aksiyon Potansiyelinin Oluşmasını Sağlar	1007
Aksiyon Potansiyelleri Azalma Olmaksızın Tek Yönlü Olarak Yayılmaktadır	1009
Sinir Hücreleri ATP Yokluğunda Birçok Aksiyon Potansiyeli İletebilmektedir	1009
Tüm Voltaj-Kapılı İyon Kanallarının Yapıları Benzerdir	1009
Voltaj-Algilayıcı S4 α Sarmalları Zar Depolarizasyonuna Yanıt Olarak Hareket Etmektedir	1011
Kanal İnaktive Edici Segmentin Açık Porun İçine Hareketi, İyon Akışını Engeller	1013
Miyelinleşme İmpuls İletiminin Hızını Artırmaktadır	1013
Aksiyon Potansiyelleri Miyelinli Aksonlarda Bir Boğumdan Öteki Boğuma "	1013
Glia Hücreleri Miyelin Kılıfları ve Sinapsları Üretir	1014
23.3 Sinapslarda İletişim	1018
Sinapsların Oluşumu Presinaptik ve Postsinaptik Yapıların Birleşimini Gerektirmektedir	1018
Nörotransmitterler H^+ Bağlı Zıt Taşıyıcı Proteinleriyle Sinaptik Keseciklerle Taşınmaktadırlar	1019
Nörotransmitterlerle Yüklü Sinaptik Kesecikler Hücre Zarına Yakın Olarak Konumlanmışlardır	1020
Ca^{2+} 'un İçeri Akışı Nörotransmitter Salınmasını Tetiklemektedir	1022
Kalsiyum Bağlayıcı Proteinler Sinaptik Keseciklerin Hücre Zarıyla Kaynaşmasını Düzenlemektedir	1022
Sinapslarda Haberleşme Nörotransmitterlerin Bozulması ya da Geri Alınması ile Sonlanmaktadır	1023
Dinamin Eksiği Olan Mutant Sinekler Sinaptik Keseciklerini Yeniden Kullanamamaktadırlar	1023
Asetilkolin-Kapılı Katyon Kanallarının Açılması Kas Kasılmasına Neden Olmaktadır	1023
Nikotinik Asetilkolin Reseptörünün Her Beş Altbirimi İyon Kanalına Katılmaktadır	1024

Sinir Hücreleri Aksiyon Potansiyeli Üretmek İçin Ya-Hep-Ya-Hiç Kararını Verirler	1025
Gap Bağlantı (Ara Bağlantı)lar da Nöronların İletişimine İzin Verir	1025
23.4 Duyu Hücreleri: Görme, Dokunma, Duyma, Tatma ve Koklama	1027
Göz Işığa Hassas Sinir Hücrelerini Kapsamaktadır	1027
Gözler Evrimsel Tarihi Yansıtır	1028
Çoklu Ganglion Hücrelerinden Gelen Birleştirilmiş Bilgi Görüntü Oluşturur	1029
Mekanosensör Hücreler Acıyı, Sıcaklığı, Soğukluğu, Teması ve Basıncı Hissederler	1031
İç Kulak Hücreleri Sesi ve Hareketi Algılar	1032
Beş Ana Tat, Her Tat Tomurcuğundaki Hücre Alttaşımları ile Algılanır	1034
Bol Çeşitte Reseptör Kokuları Algılar	1036
23.5 Başarıya Giden Yol: Akson Büyüme ve Hedeflemesinin Kontrolü	1040
Büyüme Konisi Motorize Bir Duyusal Rehberlik Yapıdır	1040
Retinotektal Harita, Akson Bağlantılarının Düzenli Bir Sistem Oluşturduğunu Ortaya Koydu	1042
Dört Rehber Akson Molekül Ailesi Bulunmaktadır	1043
Gelişim Düzenleyiciler Aksonlara da Rehberlik Ederler	1046
Akson Rehber Molekülleri Büyüme Konisinin Dönmesine Neden Olurlar	1047
24 İMMÜNOLOJİ	1055
24.1 Konak Savunmasına Genel Bakış	1057
Patojenler Vücuda Farklı Yollardan Girer ve Farklı Bölgelerde Çoğalırlar	1057
Akyuvarlar Vücudu Baştanbaşa Dolaşarak Lenf Düğümeleri ve Dokularda Yerleşir	1057
Mekanik ve Kimyasal Sınırlar Patojenlere Karşı İlk Savunma Hattını Oluşturur	1059
Doğal Bağışıklık, Mekanik ve Kimyasal Bariyerlerin Geçilmesinden Sonra İkinci Savunma Hattını Oluşturur	1059
Yangı hasara karşı hem doğal hem de kazanılmış immüniteyi kapsayan karmaşık bir yanıttır	1061
Üçüncü Savunma Hattı Olan Kazanılmış Bağışıklık Özgüllük Gösterir	1062
24. 2 İmmünoglobulinler: Yapı ve İşlevleri	1063
İmmünoglobulinler Ağır ve Hafif Zincir İçeren Korunmuş Bir Yapıya Sahiptir	1063
Herbiri Farklı İşlevlere Sahip Birçok İmmünoglobulin İzotipi Vardır	1065
Her B Hücresi Klonal Olarak Dağıtılan Benzersiz Bir İmmünoglobulin Üretir	1066
İmmünoglobulin Domainleri Disülfid Bağı ile Sabitlenmiş İki β Tabakasından Oluşmuş Bir Katlanmaya Sahiptir	1067
Antikor Molekülünün Üç Boyutlu Yapısı Antikorların Özgüllüğü İçin Büyük Önem Taşır	1067
Bir İmmünoglobulinin Sabit Bölgesi Onun İşlevsel Özelliklerini Tanımlar	1068
24.3 Antikor Çeşitliliğinin Oluşması ve B Hücresi Gelişimi	1069
Bir İşlevsel Hafif Zincir Geni V ve J Gen Segmentlerinin Birleşmesini Gerektirir	1069
Ağır Zincir Bölgesinin Yeniden Düzenlenmesi V, D ve J Gen Segmentlerini Gerektirir	1071
Somatik Hipermutasyon Yüksek Afinitede Antikor Oluşumuna ve Seçimine İzin Verir	1073
B Hücre Gelişimi Öncü Bir B Hücresi Reseptörü Girdisine Gereksinim Duyar	1073

Kazanılmış İmmün Yanıt Esnasında B Hücreleri Zara Bağlı Ig'i Salgısal Ig'e Dönüştürür	1074
B Hücreleri Ürettikleri İmmüoglobulinin İzotipini Değiştirebilir	1075

24.4 MHC ve Antijen Sunumu 1076

MHC Aynı Türde İki Farklı Birey Arasında Doku Alışverişinde, Doku Reddine veya Kabulüne Karar Verir	1077
Sitotoksik T Hücrelerin Öldürücü Aktivitesi Antijene Özgüdür ve MHC Sınırlıdır	1078
Farklı İşlevsel Özelliklere Sahip T Hücreleri İki Farklı MHC Molekül Sınıfı İle Yönlendirilir	1079
MHC Molekülleri Peptid Antijenlerine Bağlanır ve T-Hücre Reseptörü ile İlişkiye Girer	1081
Antijen Sunumu Protein Parçalarının MHC ile Kompleks Oluşturup Hücre Yüzeyine Taşındığı Bir İşlemdir	1082
Sınıf I MHC Yolağı Sitozolik Antijenleri Sunar	1082
Sınıf II MHC Yolağı Endositik Yolağa Bırakılmış Antijenleri Sunar	1084

24.5 T Hücreleri, T-Hücre Reseptörleri ve T-Hücre Gelişimi 1088

T Hücre Reseptörünün Yapısı Bir İmmüoglobulinin F(ab) Kısmına Benzer	1088
TCR Genleri İmmüoglobulin Genleri ile Benzer Şekilde Düzenlenir	1088
T-Hücre Reseptörleri Oldukça Çeşitli Olup V, D ve J Gen Segmentleri Arasındaki Bağlantılarda Birçok Değişken Amino Asit Bulunur	1089
Antijene Özgü Reseptörler Üzerinden Sinyal İletimi, T ve B Hücrelerinin Çoğalma ve Farklılaşmasını Başlatır	1091
MHC Moleküllerini Tanıyabilen T Hücreleri, Pozitif ve Negatif Bir Seçilim İşlemi İle Gelişirler	1091
T Hücreleri Tam Bir Aktivasyon İçin İki Tip Sinyale Gereksinim Duyarlar	1094
Sitotoksik T Hücreleri CD8 Ko-reseptörü Taşırlar ve Öldürmek İçin Özelleşmişlerdir	1095
T Hücreleri Diğer Bağışıklık Hücrelerine Sinyal Sağlayan Bir Seri Sitokin Üretirler	1095
Sitokin Üretme ve İfade Ettikleri Yüzey Belirteçlerine Göre CD4 T Hücreleri Üç Ana Sınıfa Ayrılır	1096
Akyuvarlar Kemokinlerce Sağlanan Kemotaktik İşaretlere Cevap Olarak Hareket Ederler	1096

24.6 Kazanılmış İmmün Yanıtta İmmün Sistem Hücrelerinin İş Birliği 1097

Toll-Benzeri Reseptörler Değişik Patojen Kaynaklı Makromoleküler Yapıları Tanır	1097
Toll-Benzeri Reseptörün Bağlanması, Antijen Sunucu Hücrenin Aktivasyonunu Sağlar	1099
Yüksek Afinitide Antikor Üretimi, B ve T Hücreleri Arasında İşbirliğini Gerektirir	1099
Aşılar Çeşitli Patojenlere Karşı Koruyucu Bağışıklık Sağlar	1101

KLASİK DENEY 24.1 İki Gen Bir Gen Olur: İmmüoglobulin Genlerinin Somatik Olarak Yeniden Düzenlenmesi	1105
---	------

25 KANSER 1107

25.1 Tümör Hücreleri ve Kanserin Başlangıcı 1109

Metastatik Tümör Hücreleri İstilacıdır ve Yayılabilirler	1109
Kanserler Genellikle Çoğalan Hücrelerden Köken Alır	1110
Kanser Kök Hücreleri Bir Azınlık Populasyon Olabilir	1111
Tümör Büyümesi Yeni Kan Damarlarının Oluşumuna İhtiyaç Duyar	1111
Özgül Mutasyonlar Kültüre Alınan Hücreleri Tümör Hücrelerine Dönüştürür	1113
Kanser İndüksiyonunun Çoklu Mutasyon Modeli Pek Çok Kanıt ile Desteklenir	1114
Kolon Kanserlerinde Onkogenik Mutasyonlar Başarıyla Saptanabilir	1116
Ekspresyon Modellerinin DNA Mikrodizin Analizi Tümör Hücreleri Arasındaki Önemli Farklılıkları Açığa Çıkarır	1116

25.2 Kanserin Genetik Temeli	1119
Proto-onkogenleri Onkogenlere Dönüştüren Fonksiyon-Kazandırıcı Mutasyonlar	1119
Kansere Neden Olan Virüsler Onkogenler İçerebilir ya da Hücrel Proto-onkogenleri Harekete Geçirebilirler	1121
Tümör-Baskılayıcı Genlerdeki Fonksiyon Kaybı Mutasyonları Onkojeniktir	1123
Tümör Baskılayıcı Genlerdeki Kalıtsal Mutasyonlar Kanseri Riskini Artırır	1123
Gelişimi Kontrol Eden Sinyal Yollarındaki Sapmalar Pek Çok Kanseri İlişkilidir	1124
25.3 Büyümeyi Teşvik Edici Proteinlerde Meydana Gelen Onkojenik Mutasyonlar	1127
Dış Büyüme Faktörlerinin Yokluğunda Onkojenik Reseptörler Proliferasyonu Teşvik Edebilir	1127
Büyüme Faktörü Reseptörlerinin Viral Aktivatörleri, Onkoproteinler Gibi Davranırlar	1128
Pek Çok Onkogen Devamlı Olarak Aktif Halde Kalan Sinyal İletim Proteinlerini Kodlar	1129
Uygun Olmayan Nükleer Transkripsiyon Faktörlerinin Üretilmesi Transformasyonu İndükleyebilir	1130
Moleküler Hücre Biyolojisi Kanseri Tedavi Şeklini Değiştiriyor	1132
25.4 Hücre-Döngüsü ve Büyüme-İnhibisyonu Kontrollerinin Kaybına Neden Olan Mutasyonlar	1134
G ₁ 'den S Fazına Kontrolsüz Geçiş Teşvik Eden Mutasyonlar Onkojeniktir	1134
Kromatini Yeniden Biçimlendiren ve Proteinleri Etkileyen İşlev Kaybı Mutasyonları Tümör Gelişimine Katkıda Bulunur	1135
p53'ün Kaybı DNA Hasarı Kontrol Noktasını Ortadan Kaldırır	1136
Apoptik Genler Proto-onkogenler veya Tümör Baskılayıcı Genler Gibi Fonksiyonel Olabilir	1137
Hücre Döngüsü Kontrol Noktalarındaki Başarısızlık, Tümör Hücrelerinde Sıklıkla Anöploidiye Sebep Olur	1138
25.5 Karsinojenler ve Kanserde Koruyucu Genler	1139
Karsinojenler DNA'ya Hasar Vererek Kansere Neden Olur	1139
Bazı Karsinojenler Spesifik Kanseriyle Bağlantılıdır	1139
DNA Tamir Sistemlerinin Kaybı Kansere Neden Olabilir	1141
Telomeraz Enzim Sentezi Kanseri Hücrelerinin Ölümsüzlüğüne Katkıda Bulunur	1143
SÖZLÜK	G-1
DİZİN	I-1

AAA ATPaz üyeleri Genellikle protein substratlarının açılması veya çok sayıda alt birimli protein komplekslerinin ayrışması ile ilişkili, ATP'nin hidrolizi ile büyük moleküler hareketleri eşleştiren bir protein grubu.

ABC süperailisi Hücresel zarlardan çeşitli molekülleri (ör., fosfolipid, kolesterol, şeker, iyon ve peptidler) taşımak için ATP ile çalışan büyük bir integral zar proteinleri grubu (Şekil 11-14).

açık okuma çerçevesi (ORF) Üçlü okuma çerçevelerinin birinde dur kodonları tarafından bölünmeyen DNA dizisi. Bir başlama kodonu ile başlayan ve en az 100 kodona kadar uzanan bir ORF'nin, bir proteini kodlama olasılığı yüksektir.

adenilil siklaz Bazı ligandların hücre yüzey reseptörlerine bağlanmasıyla aktive olan ve ATP'den siklik AMP (cAMP) oluşumunu katalizleyen, aynı zamanda adenilat siklaz olarak da adlandırılan çeşitli enzimlerden biridir (Şekil 15-21 ve 15-22).

adenozin trifosfat (ATP) Bkz. ATP.

adezyon reseptörü Hayvan hücrelerinin plazma zarında hücre-matriks adezyon aracılığıyla hücre dışı matriksin bileşenlerini birbirine bağlayan proteindir. İntegrinler önemli adezyon reseptörleridir (Şekil 19-1, [5]).

aerobik Oksijen (O_2) gazını kullanabilen veya O_2 'nin varlığında büyüyen bir hücre veya metabolik süreci ifade eder.

aerobik oksidasyon Oksijen gerektiren olaylar sonucu şeker ve yağ asitlerinin CO_2 ve H_2O 'ya yıkılarak ATP sentezi ile sonuçlanan metabolizma.

agonist Doğal bir molekülün (ör., bir hormon) biyolojik işlevini taklit eden çoğunlukla sentetik olan bir molekül.

akış aşağı (İng., downstream) (1) Bir gen için, transkripsiyon esnasında RNA polimerazın hareket ettiği yön (kalıp olarak kullanılan DNA zincirinin 5' hidroksil ucuna doğru olan yön). +1 pozisyonunun akış aşağısında bulunan nükleotidler +2, +3, vb. şekilde ifade edilirler. (2) Bir yolaktaki (ör., sinyal yolağı) basamaklarda daha sonra gelen olaylar. Ayrıca bkz. akış yukarı.

akış yukarı (İng., upstream) (1) Bir gen için; transkripsiyon sırasında RNA polimeraz hareketinin zıt yönü. +1 pozisyonundan akış yukarı (ilk transkribe olan nükleotid) olan nükleotidler, -1, -2 vs. şeklinde gösterilir. (2) Ardışık aşamalarda (sinyal yolağı gibi) daha erken evrede meydana gelen olaylar. Ayrıca Bkz. Akış aşağı.

akış yukarı aktivasyon dizisi (UAS) Maya ve diğer basit ökaryotların DNA'sında en üst seviyede gen ifadesi için gerekli olan herhangi bir protein bağlayıcı düzenleyici dizi. Yüksek ökaryotlardaki bir enhansır ya da promotor-proksimal elementine eşdeğerdir (Şekil 7-16).

aksiyon potansiyali Voltaj kapılı Na^+ ve K^+ kanallarının seçici açılması ve kapanması sonucu, uyarılabılır hücrelerin (ör., nöronlar ve kas hücreleri) plazma zarında geçen hızlı, sürekli olmayan elektriksel aktivitenin tamamı veya hiçbiri (Şekil 23-3 ve 23-9).

akson Bir nöronun hücre gövdesinden uzanan, elektrik impulsunu iletme (aksiyon potansiyeli) yeteneği olan ve distal, dallı uçlar

la (akson uçlar) beraber hücre gövdesiyle bağlantı sağlayan uzun uzantısı (Şekil 23-2).

aksonal taşıma Sinir hücresinin aksonlarında mikrotübüller boyunca organellerin veya veziküllerin motor proteinler aracılığı ile taşınması. İleriye doğru (anterograde) taşınma, hücrenin gövdesinden akson uçlarına doğru; geriye doğru (retrograde) taşınma ise akson uçlarından hücre gövdesine doğru olan taşımadır (Şekil 18-17 ve 18-18).

aksonema Kirpik (sil) ve kamçıların (flagella) yapısını oluşturan ve onların hareketinden sorumlu mikrotübüller ve ilişkili proteinler (Şekil 18-29).

aktif bölge Bir enzimin bir substrat molekülünü veya moleküllerini bağlayan ve kimyasal bir değişimi teşvik eden özgül bölgesi (Şekil 3-21).

aktif taşınma Protein aracılığı ile taşınan bir iyon ya da küçük molekülün gradiente kendi konsantrasyon gradiyentinin tersi yönde veya ATP hidrolizi ile eşlenerek oluşan elektrokimyasal gradiyentle zardan geçişidir (Şekil 11-3, [1]; Tablo 11-1).

aktin Ökaryotik hücrelerde bol miktarda bulunan ve diğer birçok protein ile etkileşen bir proteindir. Monomerik globüler form (G-aktin), aktin filamentlere (F-aktin) polimerize olur. F-aktin kas hücrelerinde kasılma esnasında miyozin ile etkileşir. Bkz. mikrotübül (Şekil 17-5).

aktivasyon enerjisi Kimyasal bir reaksiyonu başlatmak için (eşik enerjisini aşmak için) gerekli olan enerji miktarıdır. Bir enzim, aktivasyon enerjisini düşürerek bir reaksiyonun oranını artırır (Şekil 2-30).

aktivatör Transkripsiyonu uyaran özgül transkripsiyon faktörü.

akuaporinler Su ve diğer birçok küçük yüksüz molekülün (gliserol gibi) biyozardan geçişine izin veren zar taşıma proteinleri ailesi. (Şekil 11-8).

alel Bir genin iki veya daha fazla alternatif formundan biri. Diploid hücreler her bir genin homolog kromozomlarda uygun bölgede (lokus) lokalize olan iki alelini içerir.

alfa (α) karbon atomu (C_α) Amino asitlerde yan zincir veya R grubu içeren (glisin hariç), dört farklı kimyasal grubun bağlı bulunduğu merkezi karbon atomu.

alfa (α) sarmal Proteinlerin sekonder yapısında sık görülen bir yapı. Düz zincirli amino asitlerin iskelet omurgasında karboksil ve amid gruplarının hidrojen bağlarıyla bağlanarak sağ el doğrultusunda spiral bir şekilde yerleşmesi (Şekil 3-4).

allosteri Protein aktivitesinde bir değişime neden olan, özgül regülatör bir bölgeye küçük bir molekülün bağlanmasıyla indüklenen bir proteinin tersiyer ve/veya kuaternar yapısındaki değişim.

allosterik Allosteri ile regüle olan protein ve hücresel süreçleri ifade eder.

alternatif splay Bir pre-mRNA'nın eksonlarının farklı kombinasyonlarda kırılması. Tek bir mRNA'dan iki veya daha fazla sayıda farklı olgun mRNA oluşturan bir süreç (Şekil 4-16).

amfipatik Hem **hidrofobik** hem de **hidrofilik** kısma sahip bir molekül veya yapıyı ifade eder.

amino açıl-tRNA Protein sentezinde kullanılan bir tRNA molekülünün 3'-hidroksil grubuna, yüksek enerjili bir ester bağıyla bağlı bulunan aktive olmuş amino asit formu (Şekil 4-19).

amino asit En az bir amino grubu ve bir karboksil grubu içeren organik bir bileşik. Proteinleri oluşturan amino asit **monomer**lerinde amino grubu ve karboksil grubunun bağlı olduğu merkezi α karbon atomuna değişken yan zincir de bağlıdır. (Şekil 2-4 ve 2-14).

anafaz Kardeş **kromatid**lerin (veya mayoz I'de eşleşen homolog kromozomların) ayrıldığı ve iğ iplikleri ile zıt kutuplara doğru taşındığı mitotik evre (Şekil 18-34).

aneorobik Oksijen (O_2) gazının yokluğunda işlev gören hücre, organizma veya metabolik bir süreç.

anöploidi Bir veya daha fazla kromozomun ekstra kopyasının mevcut olduğu veya normal kopyalarından birinin eksik olduğu, normal **diploid** kromozom sayısında herhangi bir sapma.

antagonist Doğal bir molekülün (ör., hormon) biyolojik işlevini bloke eden çoğunlukla sentetik olan bir molekül.

antijen İmmün tepkiyi ortaya çıkaran herhangi bir (genellikle yabancı) materyal. B hücreleri için, bir antijen genellikle spesifik olarak aynı antijene bağlanan bir antikör üretimine sebep olurken, T hücreleri için, bir antijen çoğaltıcı bir uyarı sağlar ve bunu **sitokin**lerin üretimi veya sitotoksik aktivitenin aktivasyonu takip eder.

antijen-sunucu hücre (APC) Bir antijeni küçük peptidlere bölen ve bu peptidleri Sınıf II MHC moleküller aracılığı ile hücre yüzeyinde sergileyerek T hücreleri tarafından tanınmasını sağlayan herhangi bir hücre. *Profesyonel APC*'ler (dendrit hücreleri, makrofajlar ve B hücreleri) konstitütif olarak Sınıf II MHC moleküllerini ifade ederler (Şekil 24-27 ve 24-28).

antikodon mRNA'daki bir **kodona** komplementer olan tRNA'da üç nükleotidlik dizi. Protein sentezi esnasında kodon ve antikodon arasındaki baz eşleşmesi, polipeptid zincirin uzaması için uygun amino asitin tRNA'ya eklenerek taşınmasını düzenler (Şekil 4-20).

antikör Normalde bir **antijene** tepki olarak üretilen bir protein (immünoglobulin). Aynı antijen üzerinde belirli bir bölge (epitop) ile etkileşen ve antijenin vücuttan uzaklaştırılmasını sağlayan protein (Şekil 3-19).

antiport Hücre zarında bir zar proteininin (antiporter) iki farklı molekül veya iyonu zıt yönlerde birlikte taşıması. *Ayrıca bkz. simport* (Şekil 11-3, [3C]).

anyon Negatif yüklü iyon.

apikal Bir hücre, organ veya diğer vücut yapısının tepe (uç) kısmı. Epitel hücrelerde apikal yüzey vücudun dışına doğru veya içteki boşluğa (ör., bağırsak lümeni, damar) bakar (Şekil 19-8).

apoptoz Gelişim veya hastalık esnasında özgül dokularda meydana gelen, hücrenin kendisini imha etmesiyle sonuçlanan genetik olarak düzenlenmiş olan süreç. Aynı zamanda programlanmış hücre ölümü olarak da adlandırılır. *Bkz. kaspazlar* (Şekil 1-19, 21-33 ve 21-41a)

apoptozom Memelilerde Apaf-1 heptameri olan geniş, disk şeklinde, başlatıcı ve efektör kaspazlar için bir aktivasyon makinesi

olarak hizmet eden ve apoptoz sinyalleri ile kurulan bir protein (21-40).

ara filament Keratin, lamin ve nörofilamentler dahil ilişkili fakat dokuya özgü alt birim proteinlerinin polimerleşmesiyle oluşan hücre iskeleti fibrili (10 nm çapında) (Şekil 18-48 ve Tablo 18-1).

arkea Günümüz modern organizmalarının üç belli başlı evrimsel soyundan biri olarak devam eden, aynı zamanda arkeik bakteriler ve arkeanlar olarak da bilinen prokaryot sınıfıdır. Bazı görüşlere göre arkeik bakteriler, bakterilerden (öbakteriler) çok ökaryotlara benzerler. (Şekil 1-3).

asetil CoA Koenzim A (CoA)'ya bağlı bir asetil grubu bulunan küçük, suda çözünen metabolit. Asetil grup **sitrik asit döngüsü**nde sitrata dönüşen bir grup olup yağ asidi, steroid ve diğer moleküllerin sentezinde karbon kaynağı olarak kullanılır (Şekil 12-9).

asetilkolin (ACh) Beyin ve periferik sistemde çeşitli nöron-nöron sinapsları ve omurgalı sinir-kas bağlantılarında işlev gören bir nörotransmitter (Şekil 23-19).

asimetrik hücre bölünmesi İki kardeş hücrenin parental hücrenden aynı genleri, fakat farklı bileşenleri (ör. mRNA'lar, proteinler) aldığı hücre bölünmesidir (Şekil 21-26 ve 21-28).

asimetrik karbon atomu Dört farklı atom veya kimyasal grubun bağlı bulunduğu karbon atomudur. Aynı zamanda kiral karbon atomu olarak da adlandırılır. Bu bağlar birbirlerinin ayna görüntüsü olan **steroizomer**leri oluşturmak için iki farklı yönde dönebilir. (Şekil 2-4).

asit Proton (H^+) verebilen herhangi bir bileşik. Karboksil ve fosfat grupları biyolojik makromoleküllerdeki temel asidik gruplardır.

aster Mitoz esnasında **sentrozom**dan dışa doğru uzanan mikrotübül (aster iplikçikleri) yapısı. (Şekil 18-36).

aşı Bir patojenden elde edilmiş ve aynı patojenin tehlikeli bir formundan kaynaklanan ilerideki bir mücadele için bağışıklık sağlamak amacıyla immün bir yanıt oluşturmak için düzenlenmiş zararsız bir preparat.

ATP (adenozin 5'-trifosfat) Hücredeki serbest enerjinin transferi ve çevirimini sağlayan en önemli nükleotid molekülü. ATP'deki iki **fosfoanhidrit bağının** her birinin hidrolizi, büyük miktarda **serbest enerji** açığa çıkarır. Açığa çıkan bu enerji, enerji gerektiren hücresel süreçlerde kullanılır (Şekil 2-31).

ATP ile çalışan pompa Bir biyozarın elektrokimyasal gradiyentine bağlı olarak, bir iyon ya da küçük bir molekülün zarıdan aktif taşınmasında ATP'nin hidrolizini sağlayan ve ATPaz aktivitesine sahip bir transmembran proteini.

ATP sentetaz Mitokondri iç zarında, kloroplastın tilakoid zarında ve bakteriyel plazma zarında bulunan, oksidatif fosforilasyon ve fotosentez sırasında ATP sentezini katalizleyen multimerik protein kompleksi. Aynı zamanda F_0F_1 kompleksi olarak da adlandırılır (Şekil 12-24).

ATPaz ATP'nin ADP ve inorganik fosfata hidrolizini katalizleyerek serbest enerji açığa çıkmasını sağlayan büyük bir enzim grubu. *Bkz. Na^+/K^+ ATPaz ve ATP ile çalışan pompa.*

ayırılma (segregasyon) Mitoz ve mayoz esnasında kromozomların kardeş hücrelere eşit bir şekilde dağılmasına katkı sağlayan süreç.

ayırılma (disosasyon) sabitesi (K_d) *Bkz. denge sabitesi*

B hücre reseptörü Bir antijene özgü zara bağlı immünoglobulin molekülü ve ilişkili sinyal ileten $I\gamma\alpha$ ve $I\gamma\beta$ zincirlerinin oluşturduğu kompleks (Şekil 24-17).

B hücresi Kemik iliğinde olgunlaşan ve antijene özgü reseptörler (zara bağlı **immunoglobulinler**) ifade eden bir lenfosit. Antijen ile etkileştikten sonra bir B hücresi **antikör** salgılayan *plazma hücrelerine* proliferer olur ve farklılaşır.

bağışıklık (immünite) Patojenlere maruz kalmanın zararlı etkilerine karşı ya nispeten özgül olmayan fakat birkaç dakikadan birkaç saate kadar olan bir sürede gelişen *doğal* yanıtlar ya da yüksek oranda özgül olan fakat gelişimi birkaç gün alan *adaptif* yanıtlar şeklindeki dirençli (bağışık) olma durumu (Şekil 24-1).

bakteri Günümüz organizmalarının üç farklı evrimsel neslini oluşturan ve aynı zamanda *eubakteria* olarak adlandırılan **prokaryotlar** sınıfı. Filogenetik olarak **arkea** ve **ökaryotlardan** farklıdır (Şekil 1-3).

bakteriyofaj (faj) Bakteri hücrelerini enfekte eden herhangi bir virüs. Bazı fajlar **DNA klonlamada vektör** olarak kullanılır.

basit difüzyon Yoğunluk gradiente ve zarın geçirgenliğine bağlı olarak bir molekülün kendi konsantrasyonunun düşük olduğu yöne doğru bir zarı geçmesine dayalı net hareketi; Ayrıca *pasif difüzyon* olarak da bilinir.

basit dizili DNA Diğer kromozomal lokasyonların yanında, telomer ve sentromerlerde de bulunan ve transkribe edilmeyen kısa, birbiri ardına sıralanan (tandem) tekrarlanmış diziler; *satellit DNA* olarak da isimlendirilir.

baskılayıcı mutasyon İkinci bir mutasyonun fenotipik etkisini ortadan kaldıran bir mutasyon. Baskılayıcı mutasyonlar, çoğunlukla birbiriyle etkileşim içinde olan proteinleri kodlayan genleri tespit etmek için kullanılırlar (Şekil 5-9a).

başlatma faktörü (*İng.*, initiation factor, IF) Translasyonun (protein sentezi) başlaması için gerekli olan, ribozomların ve mRNA'nın uygun bir şekilde birleşmesini sağlayan ribozomal olmayan protein grubundan birisi (Şekil 4-24).

baz Bir asitten proton (H^+) alan ve çoğunlukla azot içeren herhangi bir bileşik. Ayrıca genel olarak, DNA ve RNA'da **pürin** ve **pirimidinleri** belirtmek için de kullanılır.

baz çifti Bir DNA veya RNA'daki baz bileşenleri arasında hidrojen bağlarıyla birbirine bağlanmış komplementer iki **nükleotid**. Adenin, timin ya da urasil (A T, A U) ile ve guanin ise sitozin (G C) ile eşleşir (Şekil 4-3b).

bazal *Bkz.* bazolateral.

bazal cisimcik (gövde) Bir **aksonemayı** bir araya getiren mikrotübüllerden oluşan **sil** veya **flagellanın** temelinde bulunan yapı; yapısal olarak sentriyole benzer (Şekil 18-29).

bazal lamina Çoğu hayvan epitellerinin ve diğer organize hücre gruplarının (ör., kas) altında bulunan, onları bağ doku veya diğer hücrelerden ayıran, örtü benzeri ince bir hücre dışı matriks bileşeni (Şekil 19-19 ve 19-20).

bazik sarmal-ilmek-sarmal *Bkz.* sarmal-ilmek-sarmal, bazik.

bazolateral Polarize olmuş bir hücre, organ veya vücudun başka bir yapısının alt (bazal) ve yan (lateral) kısmını ifade etmede kullanılır. Epitel hücrelerinde bazolateral yüzey birbirine çok yakın hücrelerde ve **bazal lamina** altında uzanan kısımlarda bulunur (Şekil 19-8).

beta (β) dönüş Proteinlerde U şeklindeki kısa sekonder yapı (Şekil 3-6).

beta (β) tabakası Proteinlerde iki farklı polipeptid zincirin omurgasındaki atomlar veya bir defa katlanmış zincirin segmentleri arasında hidrojen bağlarıyla oluşmuş düz **sekonder yapı** (Şekil 3-5).

birleşme (asosasyon) sabitesi (K_a) *Bkz.* denge sabitesi

BLAST Bilinen proteinlerin veri tabanlarında depolanmış dizileriyle, araştırılan proteinin amino asit dizisinin karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılan bir bilgisayar programı. BLAST araştırmalarından elde edilen veriler yeni keşfedilmiş proteinlerin evrimi, işlevi ve yapısı hakkında ipucu sağlar.

blastosist Yaklaşık 64 hücreden oluşan ve iki tip hücre içeren memeli embriyo safhası: *trofektoderm hücreleri* embriyo dışı dokuları meydana getirirken, *iç hücre kütleleri* embriyoyu oluşturur; bu safha rahim duvarına bağlı olarak seyredir ve diğer hayvan embriyolarındaki balstula safhasına karşılık gelir.

büyük doku uyumluluk kompleksi (*İng.*, major histocompatibility complex, MHC) Antijen sunumu için sınıf I ve II MHC moleküllerini ve diğer proteinleri ve ayrıca bazı kompleman proteinlerini kodlayan bitişik genler kümesi; farede *H-2 kompleksi* ve insanlarda *HLA kompleksi* olarak adlandırılır (Şekil 24-21).

büyüme faktörü Bir hücre yüzey reseptörüne bağlanarak genellikle hücre çoğalmasına yol açan, hücre içi sinyal iletim yolağını tetikleyen hücre dışı bir polipeptid molekülü.

büyüme konisi Bir aksonun ucunda çıkıntı oluşturarak büyüyen, duyu aktarımında yardımcı yapı olarak işlev gören, hücre zar uzantılarından oluşmuş, genişlemiş soğan biçimindeki yapı; hareketli bir duyu rehberi olarak işlev görür (Şekil 23-37 ve 23-38).

Calvin döngüsü Karbon fiksasyonu olarak da adlandırılan fotosentez esnasında CO_2 'yi karbonhidratla fikseden ana metabolik yol (Şekil 12-24).

cDNA (komplementer DNA) Revers transkriptazla bir mRNA molekülünden yapılan ve bu yüzden **intron** içermeyen DNA molekülü.

COPI Salgı yolağında transport veziküllerini kaplayan proteinlerin bir sınıfı. COPI ile kaplanan veziküller proteinleri Golgi'den endoplazmik retikulumla, buradan da erken Golgi sisternasına taşırlar (Tablo 14-1).

COPII Salgı yolağında transport veziküllerini kaplayan proteinlerin diğer bir sınıfı. COPII ile kaplanan veziküller proteinleri endoplazmik retikulumdan Golgi'ye taşırlar (Tablo 14-1).

Corti organı İç kulağın salyongozunda (kohlea) bulunan ve sesle üretilen mekanik hareketi elektrik impulslarına dönüştüren işitme kılı hücrelerinden oluşan akustik duyu yapısı.

çapraz-ekson tanıma kompleksi RNA'ya bağlanan SR proteinleri ve diğer bileşenleri içeren ve yüksek ökaryotların pre-mRNA'larındaki eksonları tanıma yardımcı olup RNA splyasını mümkün kılan büyük bir protein kompleksi (Şekil 8-13).

çift kuralı genleri *Drosophila*'da, erken embriyoda anterior-posterior eksen boyunca tekrarlanan şeritlerde ifade edilen bir gen grubu. Tümü transkripsiyon faktörlerini kodlar ve sineklerde vücut kısımlarının saptanmasında **gap genleri** ve **segment polarite genleriyle** işlev yaparlar.

çift sarmal, DNA Herbiri diğerinin komplementer bazıyla hidrojen bağlarıyla bağlı, antiparalel iki zincirli hücresel DNA'nın en yaygın üç boyutlu yapısı (Şekil 4-5).

çinko parmak Bir çinko iyonunun etrafında katlanmış sekonder yapılardan oluşan, ilişkili DNA-bağlanma **yapısal motifleri**; birçok ökaryotik transkripsiyon faktöründe bulunur (Şekil 3-9b ve 7-25).

çoklu doymamış Karbon-karbon bağları arasında iki veya daha fazla çift veya üçlü bağın bulunduğu bir bileşiği (ör., yağ asidi) ifade eder.

çoklu yapıştırıcı matriks proteinleri Hücre yüzey reseptörlerine ve hücre dışı matriksin diğer bileşenlerine bağlanan ve böylece matriks bileşenlerini hücre zarına çapraz bağlayan uzun esnek protein grubudur. Bazal laminanın önemli bir komponenti olan **laminin** ve birçok dokuda mevcut olan **fibronektin** örnek olarak verilebilir.

çözünürlük (*İng.*, resolution) Optik bir düzenek ile ayırt edilebilen iki nesne arasındaki minimum uzaklık. Aynı zamanda **çözünürlük gücü** olarak da adlandırılır.

DAG Bkz. diasetilgliserol.

dalton Yaklaşık olarak bir hidrojen atomuna (1.66×10^{-24} g) eşdeğer moleküler kütle birimi.

denatürasyon Bir protein ya da nükleik asitin sıcaklık veya bazı kimyasallara maruz bırakılması sonucunda, kovalent olmayan bağların bozularak biyolojik işlevde azalma meydana getiren dramatik konformasyonel değişim.

dendrit Bir nöronun nispeten kısa ve tipik olarak dallanmış olan hücre gövdesinden dışarıya doğru uzanan ve diğer nöronların aksonlarından sinyalleri alan uzantıları (Şekil 23-2).

dendritik hücreler Çeşitli dokularda bulunan ve **Toll benzeri reseptörleri** yardımı ile geniş yelpazede bir patojen motifi belirteçlerini tanıyan fagositik profesyonel **antijen sunucu hücreler**. Bir dokunun yaralandığı veya enfekte olduğu bölgede antijeni içeri aldıktan sonra lenf nodlarına göç ederler ve T hücrelerinin aktivasyonunu başlatırlar.

denge sabitesi (K) Bir reaksiyonun ileri ve geri hız sabitelerinin oranı. Bir bağlanma reaksiyonu için ($A + B \rightleftharpoons AB$), birleşme sabitesi (K_a) K' 'ya eşitken, ayrışma sabitesi (K_d) $1/K'$ 'ya eşittir.

deoksiribonükleik asit Bkz. DNA

depolarizasyon Dinlenme halindeki bir hücrenin plazma zarı boyunca bulunan sitozolik negatif elektrik potansiyelindeki azalma. Bu durum içinde daha az negatif veya daha pozitif bir zar potansiyeli ile sonuçlanır.

determinasyon (belirlenim) Embriyogenezde hücreyi özel bir gelişimsel metabolik yola (hücre ölümüne) sürükleyen değişim.

diacilgliserol (DAG) Bazı hücre yüzey reseptörlerinin uyarılması sonucu fosfoinozitidlerin kesilmesi ile üretilen zara bağlı **ikincil haberci** (Şekil 15-9 ve 15-29).

Dinlenme halindeki K^+ kanalları Na^+/K^+ ATPaz tarafından üretilen yüksek sitozolik K^+ konsantrasyonu ile ilişkili olan plazma zarındaki kapısız K^+ iyon kanalları olup, esas olarak hayvan hücrelerinde iç kısmı negatif zar potansiyalinin oluşumundan sorumludur.

diploit homolog kromozomların iki tam setine ve böylece her genin iki kopyasını (alel) veya genetik lokusun iki kopyasını taşıyan organizma veya hücreyi tanımlar. Somatik hücreler türüne özgü diploid sayıda ($2n$) kromozom taşırlar. Ayrıca bkz. **haploit**.

disakkarit Birbirine glikozidik bağla kovalent olarak bağlı iki monosakkaridin oluşturduğu küçük bir karbohidrat.

disülfid bağı (-S-S-) Farklı polipeptidlerde veya aynı polipeptidlerde farklı yerlerde bulunan iki sistein atomu arasındaki kovalent bağ.

DNA (deoksiribonükleik asit) Genetik bilgiyi taşıyan dört farklı deoksiriboz nükleotidi içeren uzun lineer zincirli polimer. Bkz. **çift sarmal, DNA** (Şekil 4-3).

DNA klonlama Spesifik cDNA'ların ya da genomik DNA fragmentlerinin bir klonlama vektörüne yerleştirildiği, daha sonra konakçı hücreye aktarıldığı ve aynı zamanda gen klonlama olarak da adlandırılan rekombinant DNA tekniği (Şekil 5-14).

DNA kütüphanesi Tüm genomun fragmentlerinden (genom kütüphanesi) veya tek bir hücre tipi tarafından üretilen bütün mRNA'ların uygun bir kolonlama vektörü içine yerleştirilerek elde edilmiş DNA kopyalarından ibaret, klonlanmış DNA molekülleri koleksiyonu.

DNA ligaz Bir DNA fragmentinin 3' ucu ile başka bir fragmentin 5' ucunu birbirine bağlayan enzim.

DNA mikrodizini (DNA mikroarray) Bir mikroskop lamı veya herhangi bir katı yüzey üzerinde binlerce farklı nükleotid dizisinin düzenli olarak dizili olduğu, farklı koşullar altındaki veya farklı gelişimsel fazlardaki farklı hücre tiplerindeki ya da belirli bir hücre tipindeki gen ifade düzeyinin belirlenmesi için kullanılan bir yöntem (Şekil 5-29 ve 5-30).

DNA polimeraz DNA'nın bir iplikçliğini (kalıp zincir) kullanarak komplementer zinciri sentezleyerek çift zincirli yeni bir DNA molekülü oluşturan enzim. Bütün DNA polimerazlar deoksiribonükleotidler 5' → 3' yönünde eklerler.

doğal öldürücü (NK) hücreler Virüsle enfekte olmuş hücreleri ve tümör hücrelerini özgül olmayan bir şekilde belirleyen ve öldüren doğuştan var olan bağışıklık sistemi bileşenleri (Şekil 24-5).

domain Bir proteinin üç boyutlu yapıdaki farklı bölgeleri. *Fonksiyonel* bir domain proteinin belirli bir karakteristik aktivitesini sergilerken, *yapısal* bir domain farklı bir sekonder ya da tersiyer yapıyı düzenleyen 40 veya daha fazla amino asit uzunluğunda olan bir domaindir; *topolojik* bir domain ise proteinin geri kalan kısmı ile ayrı bir uzlamsal ilişkiye sahiptir.

dominant Genetikte bir genin alelinin bir heterozigotun **fenotipine** ifade edilmesini ifade eder; ifade edilmeyen alel çekiniktir (resesif). Ayrıca dominant alelle ilişkili fenotipi ifade eder. Dominant alelleri üreten mutasyonlar genellikle fonksiyon kazanımı ile sonuçlanırlar (Şekil 5-2).

dominant negatif Dominant davranan fakat fonksiyon kaybına benzer bir etki gösteren alel; bu alel genellikle mutant bir protein kodlar ve mutant protein normal proteine veya bir yolda normal proteinin akış aşağı veya akış yukarıdaki bir proteine bağlanarak normal proteinin işlevini yitirmesine neden olur.

doymamış Bir karbon-karbon bağının çift ya da üçlü olarak bulunduğu bir bileşiği (ör., yağ asidi) ifade eder.

doymuş (satüre) Bütün karbon-karbon bağlarının tek olduğu bir bileşik (ör., yağ asidi).

düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) Özellikle karaciğerde olmak üzere dokular arasında kolesterolün kolesteril esterler şeklinde primer bir taşıyıcısı olan apolipoprotein B-100'ü içeren bir lipoprotein sınıfı (Şekil 14-27).

dyneinler ATP'nin hidrolizi ile serbest kalan enerjiyi, mikrotübüllerin (-) ucuna doğru hareket etmek için kullanan motor proteinler sınıfı. Dyneinler sil ve flagellanın hareketi için gereklidir ve mitoz esnasında kromozomların taşınmasında önemli rol oynarlar (Şekil 18-24 ve 18-25).

EF eli (İng., EF hand) Kalmodulin gibi birçok Ca^{2+} bağlayan proteinin sahip olduğu sarmal-loop-sarmal yapısal motif.

efrinler Zara bağlı bir sinyal protein ailesi olup, aksonların büyümesini regüle eden hücre-hücre etkileşimlerinde rol alarak, aksonların sinir sisteminin gelişimi esnasında uygun etkileşimleri kurmasını sağlarlar.

ekson Olgun bir mRNA, rRNA veya tRNA molekülünün bir parçası olarak sitoplazmaya ulaşan ökaryotik bir gen parçası (veya onun primer transkripti). Ayrıca bkz. intron.

ekson karma (İng., exon shuffling) Hareketli DNA elementlerinin transpozisyonuyla veya iki ayrı genin intronları arasındaki rekombinasyon ile yeni genlerin ortaya çıkaran (ekzonların yeni kombinasyonları gibi) evrimsel süreç (Şekil 6-18 ve 6-19).

eksozom Ekzonükleaz içeren büyük bir kompleks olup splay olmuş intronları, nukleusta uygun şekilde işlenmemiş pre-mRNA'ları veya kısa poli(A) kuyruklu sitoplazmik mRNA'ları sindirir (parçalar) (Şekil 8-1).

eksportin Ran'ın (bir GTPaz süperalesi üyesi) yardımıyla nukleusta bir "kargo" proteinini bağlayan ve "kargo"yu nuklear por kompleksi boyunca sitoplazmaya taşıyan protein. Bkz. importin (Şekil 13-36).

ekspresyon (ifade) vektörü Uygun bir konakçı içine cDNA veya bir geni taşıyan ve orada kodlanan proteinin sentezlenmesini sağlayan modifiye bir plazmit veya virüs; bir genin DNA kütüphanesinde bulunup bulunmadığını bulmak veya klonlanmış bir gen-den büyük miktarda protein üretmek için kullanılır (Şekil 5-31 ve 5-32).

ektoderm Hayvan embriyolarında üç ana hücre tabakasının en dışta olanıdır. Epidermal dokular, sinir sistemi ve dış duyu organlarını yapar. Bkz. endoderm ve mezoderm (Şekil 21-3 ve 22-11).

ekzergonik Negatif ΔG 'ye sahip ve endergonik reaksiyonun tersine serbest enerji açığa çıkaran reaksiyon veya süreçler.

ekzoplazmik yüz Bir hücre zarının dış yüzü (Şekil 10-8).

ekzositoz Zarla çevrili bir vezikül içinde bulunan hücre içi moleküllerin (ör. hormonlar, matriks proteinleri), vezikülün hücre zarı ile füzyonu sonucu salınması.

ekzotermik Entalpide (ΔH) negatif değişime sebep olan reaksiyon ve olayları tanımlar ve ilerledikçe ısı açığa çıkarılır; endotermiğin tersi.

elektrik potansiyeli Pozitif ve negatif yüklerin ayrılmasıyla ilişkili enerji. Hemen bütün hücrelerin plazma zarı boyunca bir elektrik potansiyeli oluşur.

elektroforez Bir jelde güçlü bir elektriksel alanda makromoleküllerin hareketine bağlı olarak ayrılmasını sağlayan pek çok teknikten birisi (Şekil 3-35).

elektrokimyasal gradiente Bir zardan bir iyonun (ya da yüklü bir molekülün) istenilen doğrultuda taşınmasını belirleyen itici güç. Zar boyunca iyonun konsantrasyon gradiente ve zar potansiyelinin kombine etkisidir.

elektron taşıma (transport) zinciri Mitokondri iç zarında bulunan dört büyük multiprotein kompleksi ve difüze olabilen sitokrom *c* ve koenzim *Q* aracılığı ile elektronların indirgenmiş elektron vericilerden (ör., NADH) O_2 'ye aktarılması. Zincirin her üyesi bir ya da daha fazla bağlı elektron taşıyıcısı içerir (Şekil 12-16).

elektron taşınması (elektron transportu) Mitokondri iç zarında bir seri indirgenmiş elektron taşıyıcılar (ör., NADH) aracılığı ile O_2 'ye veya bitki kloroplastlarının tilakoid zarında H_2O 'dan NADP⁺'ye elektronların taşınması (akması) (Şekil 12-18 ve 12-30).

elektron taşıyıcı Oksidasyon ve redüksiyon reaksiyonlarında donör (verici) molekülden elektronları alan ve onları akseptör (alıcı) molekül çiftine taşıyan herhangi bir molekül veya atom (Tablo 12-2).

embriyogenez Döllenmiş bir yumurtadan (zigot) bir bireyin gelişmesindeki ilk aşama.

embriyonik kök (ES) hücreler Erken embriyolardan elde edilmiş, in vitro veya bir konakçı embriyosuna aktarıldıkları zaman bir seri hücre tipine farklılaşabilen kültüre edilmiş hücre hattı.

endergonik Pozitif ΔG 'ye sahip, serbest enerji girişi gerektiren reaksiyon veya süreçler; ekzergoniğin tersi.

endoderm Hayvan embriyolarındaki üç hücre tabakasının en içte olanı (Şekil 21-3 ve 22-11).

endokrin Genellikle bir salgı bezinde bulunan özelleşmiş salgı hücreleri tarafından kana salınan bir hormonun hedef hücreler tarafından bağlanması ve bir yanıt oluşturmaya tanımlamak için kullanılan sinyal mekanizması.

endoplazmik retikulum Ribozomların bağlı olduğu granüllü endoplazmik retikulum, salgı ve zar proteinlerinin sentezinde görev alır. Ribozomların bağlı olmadığı düz endoplazmik retikulum ise lipid sentezinde görev alır (Şekil 9-1).

endosimbiont Karşılıklı yarara dayalı olan bir ilişki ile bir ökaryot hücre içinde bulunan bakteri. Endosimbiont hipoteze göre, hem mitokondri hem de kloroplast endosimbiontlardan köken alırlar.

endositik yolak Zar proteinleri ile taşınamayacak kadar büyük hücre dışı moleküllerin reseptör aracılığı ile taşınmasını sağlayan hücresel yolak (Şekil 14-29) ve reseptörlerin aktivitesi düşürmek için onları hücre yüzeyinden içeri alıma mekanizması.

endositoz Hücre dışı materyallerin plazma zarından hücre içine taşınmasını ifade eden genel terim; reseptör aracılı endositoz, pinositoz ve fagositozu içerir.

endotermik Entalpide (ΔH) pozitif yüke sahip ve böylece ekzotermiğin tersi olarak ısıyı absorbe eden reaksiyonlar ve süreçler.

endozom Zarla çevrili iki tip kompartımandan biri: erken endozomlar (veya endositik veziküller) reseptör aracılı endositoz esnasında plazma zarından tomurcuklanarak koparken, geç endozomlar asidik bir iç pH'ya sahip olup proteinlerin lizozomlara tasnifinde işlev görürler (Şekil 14-1ve 14-29).

enhansır (etki arttırıcı) Ökaryotik DNA'da kodlama yapan genlerin içinde veya kontrol geninde lokalize olabilen düzenleyici dizi. Spesifik bir proteinin bir enhansıra bağlanması, ilgili genin transkripsiyon oranını artırır (Şekil 7-16).

enhansozom DNA'yı bükten proteinlerin aracılığı ile bir enhansırdaki bağlanma bölgelerine bağlanarak transkripsiyon faktörlerini (aktivatörler ve represörler) bir araya getiren büyük nükleoprotein kompleksi (Şekil 7-30).

entalpi (H) Isı; kimyasal bir reaksiyonda reaktantların veya ürünlerin entalpisi onların toplam bağ enerjisine eşittir.

entropi (S) Bir sistemdeki düzensizlik ve gelişigüzellik derecesinin ölçüsü. En yüksek entropili sistemler oldukça düzensizdir.

enzim Spesifik bir **substrat** veya birbiriyle ilişkili substratlar içeren belli kimyasal bir reaksiyonu katalizleyen bir protein.

eph Ephrine özgül hücre yüzey reseptörü. Aynı zamanda *Eph reseptörü* olarak da adlandırılır.

epidermal büyüme faktörü (EGF) Hemen hemen bütün hayvanlarda veya birçok dokuda gelişmeyi sağlayan salgı sinyal proteinlerinin bir ailesi (*EGF ailesi*). EGF sinyalleri **tiroz kinaz reseptörlerine** bağlanırlar. EGF sinyal iletim bileşenlerindeki mutasyonlar insanda beyin tümörleri dahil çeşitli kanserlere neden olurlar. *Bkz. HER ailesi.*

epigenetik Spesifik genlerin ifadesini etkileyen ve kardeş hücrelerde kalıtsal olan, fakat DNA dizisinde bir değişim gerektirmeyen bir olay.

epinefrin Strese cevap olarak adrenal bez ve bazı nöronlar tarafından salgılanan bir katekolamin; aynı zamanda *adrenalin* olarak da bilinir. Hem bir hormon hem de bir nörotransmitter olarak işlev görerek, "dövüş veya sığın" cevabını ortaya koyar (ör., yüksek kan glukoz seviyesi ve kalp atış hızı).

epitel Bir veya daha çok sıkıca paketlenmiş, vücudun iç ve dış yüzeyini kaplayan örtü şeklindeki hücre tabakası (Şekil 19-8).

epitop antijen molekülünün B veya T hücreleri veya antikor üzerinde spesifik bir antijen reseptörüne bağlanan kısmı. Büyük antijen proteinler genellikle farklı spesifiklikteki antikorları bağlayan epitoplara sahiptir.

eritropoietin (Epo) Kemik iliğinde eritroid pregenitör hücrelerinin çoğalması ve farklılaşmasını indükleyerek kırmızı kan hücrelerinin üretimini teşvik eden bir **sitokin** (Şekil 16-6 ve 21-5).

eşlenme bozucular (İng., **uncouplers**) Mitokondri iç zarı veya kloroplast tilakoid zarı boyunca **proton itici gücü** bozarak ATP sentezini baskılayan herhangi bir doğal madde (ör., termogenin proteini) ya da kimyasal ajan (ör., 2,4-dinitrofenol).

F₀F₁ kompleksi *Bkz. ATP sentaz.*

FACS *Bkz. Floresanla aktive olmuş hücre tasnifleyici.*

FAD (flavin adenin dinükleotid) Bir verici molekülden iki elektron ve solüsyondan iki H⁺ alan, elektron taşıyıcı küçük organik molekül (Şekil 2-33b).

fagosit Patojenleri ve diğer katı parçacıkları antijenleri sindirebilen ve yıkabilen herhangi bir hücre. Nötrofiller, makrofajlar ve dendritik hücreler primer fagositlerdir.

fagositoz Aktin hücre iskeletinin kapsamlı yeniden tasarlanmasını içeren bir süreçte bazı ökaryotik hücreler tarafından oldukça büyük parçacıkların (ör., bakteri hücreleri) içeri alındığı süreç; reseptör aracılı endositozdan farklıdır (Şekil 9-2).

farklı gen ifadesi Aynı genotipe sahip hücrelerde farklı gen kırımlarının ifade edilerek belli bir gelişim basamağına özgü veya farklılaşmış belli bir hücre tipine spesifik protein setlerinin üretilmesi (Şekil 1-24).

farklılaşma Öncü bir hücrede meydana gelen, genellikle gen ifadesindeki değişiklikler sonucu onun özelleşmiş farklı bir hücre tipine değişmesini kapsayan genel süreç.

fenotip Bir hücre veya organizmanın genotipiyle belirlenen gözlemlenebilir fiziksel ve fizyolojik özellikleri; aynı zamanda belirli bir alel ile ilişkili spesifik bir özellik.

feromon Bir birey tarafından salgılanan ve aynı türün diğer bireylerinin gen ifadesini veya davranışını değiştirebilen bir sinyal molekülü. Maya α ve a çiftleşme tipi faktörü olan sinyal molekülü iyi çalışılmış bir örnektir.

fibroblast Kollajen ve hücre dışı matriksin diğer bileşenlerini salgılayan bağ dokusu hücrelerinin yaygın bir tipi; yara iyileşmesi ve doku kültürü sırasında göç eder ve çoğalır.

fibronektin Çeşitli hücre tiplerinde alternatif splay ile oluşan birçok izoform meydana getiren bol miktardaki **multiadesif matriks proteini**. Hücre dışı matriksin diğer birçok bileşenine ve integrin adezyon reseptörlerine bağlanır (Şekil 18-30).

flagella (kamçı) Bazı ökaryotik hücrelerin (ör., sperm) yüzeyinden uzanan, genellikle her hücrede bir tane olan uzun lokomotor yapı. Kamçı benzeri yapının eğilmesi hücrenin sıvı ortamda ileri hareketini sağlar. Bakteriyel kamçılar daha küçük ve daha basit yapılardır. *Bkz. akzonema ve sil.* (Şekil 18-30).

flavin adenin dinükleotid *Bkz. FAD.*

flipaz Çift fosfolipid tabakasının bir tarafından diğer bir tarafına zar lipidlerinin hareketini kolaylaştıran protein (Şekil 11-15).

floresan boyama Floresan boya uygulanmış bir ajan (ör., antikor) ile hücre ve dokulardaki hücresel komponentlerin görünür hale gelmesi için kullanılan genel bir teknik.

floresan in situ hibridizasyon (FISH) Floresan problemlerin uygulandığı doku ve hücre örneklerinde spesifik, DNA veya RNA dizilerinin belirlenmesi için kullanılan birçok teknikten birisi.

floresanla aktive edilmiş hücre tasnifleyici (FACS) Binlerce hücre içinden bir veya birkaç hücreyi, yaydıkları floresandaki farklılığa bağlı olarak tespit eden bir alet (Şekil 9-28).

fonksiyonel komplementasyon Belirli bir mutantta hatalı bir genin fonksiyonunu düzelten, yabancı tip geni belirlemek için bir DNA kütüphanesini izlemede kullanılan prosedür (Şekil 5-18).

fosfataz Substrattan hidroliz sonucu bir fosfat grubu uzaklaştıran bir enzim. Fosfoprotein fosfatazlar birçok hücresel proteinin aktivitesini kontrol etmek için protein kinaz ile birlikte çalışırlar (Şekil 3-33).

fosfoanhidrit bağı ATP'deki β ve α veya γ ve β fosfatlar gibi iki fosfat grubu arasında oluşan **yüksek enerjili bağ** tipidir (Şekil 2-31).

fosfodiester bağı DNA ve RNA'da bitişik nükleotidler arasındaki kimyasal bağlantı; biri 5' ucu diğeri de 3' ucu arasında olmak üzere iki fosfoester bağı içerir (Şekil 4-2).

fosfoelektron taşıyımı Fotosentezde ardışık olayları yürüten, **tilakoid zar** boyunca yük ayırımı üreten ışık güdümlü elektron taşıyımı (Şekil 12-33).

fosfogliceridler Genellikle gliserolde hidroksil gruplarına esterleşmiş iki hidrofobik yağ açıl zinciri ve fosfata bağlı polar bir baş grubu içeren gliserol-3-fosfatın amfipatik türevleri; biyolojik zarlardaki en bol lipidlerdir (Şekil 2-20 ve 10-5a).

fosfoinozotidler Fosforillenmiş inozitol türevleri içeren zara bağlı lipidlerin bir grubu; bazıları çeşitli sinyal iletim yollarında **ikincil haberci** olarak işlev görür (Şekil 15-29 ve 16-29).

fosfolipaz Fosfolipidlerin hidrofilik ucundaki çeşitli bağları kıran birkaç enzimden birisi (Şekil 10-14).

fosfolipaz C (PLC) DAG ve IP_3 adlı ikincil habercileri oluşturmak için zar lipid fosfatidilinozitol 4,5-bifosfatı parçalayan ve hem G_{aq} hem de G_{aq} tarafından aktive edilen zara bağlı bir fosfolipaz (Şekil 15-29 ve 15-30).

fosfolipid Biyolojik zar da yer alan fosfolipidler ve sfingolipidler dahil ana lipid sınıfı (Şekil 10-5a,b ve 2-20).

fosfolipid çift tabaka Fosfolipidlerin polar baş gruplarının sulu ortama ilişkili olduğu ve polar olmayan yağ asidi zincirlerinin merkezde bulunduğu iki tabakalı yapı; bütün biyozarların temelidir (Şekil 10-6a,b).

fotorespirasyon ATP'nin harcanması ve CO_2 oluşumu vasıtasıyla CO_2 fiksasyonu (Calvin döngüsü) ile rekabet eden reaksiyon yoludur ve böylece fotosentez verimini düşürür (Şekil 12-45).

fotosentez Genellikle suyun harcanması ve O_2 'nin oluşumu ile CO_2 'den karbonhidrat oluşturmak için ışık enerjisinin kullanıldığı ve bazı bakteri ve tüm bitki **kloroplastlarında** gerçekleşen kompleks reaksiyonlar dizisi.

fotosistemler Bütün fotosentetik organizmalarda bulunan ve **klorofil** içeren ışık yakalayıcı komplekslerin ve **fotoelektron taşıyımının** gerçekleştiği bir merkezin yer aldığı çoklu protein kompleksleri (Şekil 12-42).

fragmoplast Bitkilerde telofaz esnasında oluşan geçici bir yapı. Fragmoplastların zarları kardeş hücrelerin zarlarını oluşturur ve içerikleri kardeş hücreler arasındaki yeni hücre duvarını oluşturur (Şekil 18-43).

G protein-eşlikli reseptör (GPCR) Epinefrin, glukagon ve maya eşleşme faktörleri için gerekli olanlar da dahil olmak üzere hücre yüzey sinyal iletim reseptörlerinin büyük bir sınıfının üyesi. Bütün GPCR'ler yedi transmembran α sarmalı içerir. Ligand bağlanması eşlikli bir trimerik G proteinin aktivasyonuna yol açarak, hücre içi sinyal iletim yolağını başlatır (Şekil 15-10 ve 15-13).

G protein, monomerik (küçük) Bkz. **GTPaz süperalesi**.

G protein, trimerik (büyük) Hücre içi sinyal iletim yollarında görev yapan birçok heterotrimerik GTP-bağlanan anahtar proteinlerinden birisi; genellikle hücre yüzeyindeki eşleşmiş yedi geçişli reseptöre ligand bağlanmasıyla aktive olur. Ayrıca bakınız **GTPaz süperalesi** (Tablo 15-1).

G_0 , G_1 , G_2 fazı Bkz. **hücre döngüsü**.

gamet Eşeyli üremede öncül eşey hücrelerinin mayoz bölünmesi sonucunda oluşan özelleşmiş haploit hücre (hayvanlarda sperm

ve yumurta); eşeyli üremede sperm ve yumurtanın birleşmesi yeni bir bireyin gelişimini başlatır.

gap bağlantısı Birbirine yakın hayvan hücrelerinin sitoplazması arasında bağlantı kuran, hücreler arasında molekül ya da iyonların geçişini sağlayan protein kanalı. Bkz. plazmodesmata (Şekil 22-11).

gap genleri *Drosophila*'da zigotta babadan gelen mRNA'lardan oluşan transkripsiyon faktörleri ile erken embriyoda aktive edilen genlerin bir grubu; hepsi, anteriyör-posteriyör (ön-arka) eksen boyunca erken motif oluşturmada işlev gören transkripsiyon faktörlerini kodlar (Şekil 22- 27 a,b).

gastrulasyon Hayvanlarda erken embriyoda, blastosist evresinden sonra üç germ tabakasının oluştuğu (ektoderm, mezoderm ve endoderm) süreç (Şekil 22-11).

gelişim Büyüme, **farklılaşma** ve organizasyonu kapsayan tüm süreç olup bunun sonucunda döllenmiş bir yumurta, takip eden oluşum, büyüme, polarizasyon ve hücre tipleri, doku ve organlarının hareketi ile olgun bir bitki veya hayvanı ortaya çıkarır.

gen Kalıtsal bilgiyi bir nesilden sonraki nesile aktaran, kalıtımın fiziksel ve işlevsel birimi. Moleküler terimle, fonksiyonel bir polipeptid veya RNA'nın oluşumu için gerekli olan tüm DNA dizisi (ekzonlar, intronlar ve transkripsiyon kontrol bölgeleri dahil).

gen ailesi Ortak atasal bir genin duplikasyonu ile ortaya çıkan ve daha sonra küçük nükleotid değişimlerinden dolayı farklı olan gen kümeleri (Şekil 6-26).

gen ifadesi (gen ekspresyonu) Bir gende kodlanan bilginin görünebilir bir fenotipe (çoğunlukla bir protein üretimine) dönüştürüldüğü bütün süreçler.

gen kontrolü Gen ifadesinin regülasyonunda gerekli mekanizmaların tamamı. Bazı genlerin ifadesini kontrol etmeye yardımcı olan mRNA'ların oluşumunu, kararlılığını ve transkripsiyonunu etkileyen mekanizmalara rağmen, en yaygın transkripsiyonun regülasyonudur.

genetik belirteçler Kolayca belirlenebilir bir fenotipe ilişkili aleller olup deneysel olarak bağlı bir geni, kromozomu, hücreyi, veya bir bireyi seçme veya belirlemek için kullanılırlar. Ayrıca bkz. **moleküler belirteçler, DNA-temelli**.

genetik haritalama Bir kromozom üzerindeki genlerin nispi pozisyonlarının belirlenmesi.

genetik kod DNA veya RNA'daki nükleotid tripletlerin (kodonlar) proteinlerdeki spesifik amino asitleri kodladığı kurallar seti.

genetik komplementasyon Herbiri farklı bir gende bir mutasyon taşıyan ve kodladıkları proteinlerin aynı biyokimyasal yolak için gerekli olduğu haploid hücrelerden oluşmuş diploid heterozigotlardaki yabancı tip bir işlevin düzeltilmesi. Aynı mutant fenotipe sahip iki mutanttaki resesif mutasyonların aynı veya farklı genler üzerinde olup olmadıkları komplementasyon testiyle belirlenebilir (Şekil 5-7).

genom Bir hücre veya organizmanın sahip olduğu toplam genetik bilgi.

genomik Bir organizma tarafından üretilen RNA'ların genel tipi ve miktarlarını tahmin etmek ve türler arasındaki evrimsel ilişkiye belirlemek için, gen ifadesinin ayrıntılı modellerinin belirlenmesi ve farklı organizmalarda bütün genomik dizilerin karşılaştırmalı analizi.

genomik damgalanma (genomik yazılım, *İng.*, genomic imprinting) Kromatin modifikasyonlarını içeren gametlerin gelişimi sırasındaki olaylar olup, bunlar sonucunda sadece bazı genler ifade edilebilir. Erkek ve dişi gametlerde farklı genler damgalandığı için bazı genlerin fenotipik ifadesi belirli bir alelin dişi veya erkek bireyden kalıtılıp kalıtılmadığı ile belirlenir.

germ (eşey) hattı hücresi *Bkz. Germ hücresi.*

germ hattı (eşey hattı) Gametleri oluşturan ve böylece sonraki organizma nesillerinin oluşumunu sağlayan germ hücre soyları; ayrıca, genetik materyal gametler aracılığıyla bir nesilden diğerine aktarılır.

germ hücresi Eşeyli üreyen organizmalarda, gametleri ve onların germ-hattı hücresi olarak da adlandırılan olgunlaşmamış öncüllerini içeren ve yavrunun oluşumuna potansiyel olarak katkı sağlayan herhangi bir hücre. *Bkz. somatik hücre.*

germ tabakaları Hayvan embriyolarının gastrulasyonu esnasında oluşan, farklı doku ve organları yapan üç primer hücre tabakası (ektoderm, mezoderm ve endoderm) (Şekil 21-3).

glia Nöronların aksine elektriksel uyarı iletmeyen ve aynı zamanda *glia hücreleri* olarak da adlandırılan sinir dokusunun destek hücreleri. Dört tipinden *Schwann hücreleri* ve *oligodendrositler* miyelin kılıfları oluşturur; *astrositler* sinaps oluşumunda işlev görürken *mikroglia trophic faktörleri* yapar ve immün yanıta görev alır (Şekil 23-14).

glikojen Glukoz birimlerinden oluşan ve hayvanlarda birincil karbohidrat deposu olan çok uzun, dallanmış bir polisakkarit; özellikle karaciğerde ve kas hücrelerinde bulunur.

glikolipid Kısa karbohidrat zincirinin kovalent olarak bağlı olduğu herhangi bir lipid; yaygın olarak plazma zarında bulunur.

glikoliz Sitozolda, şekerlerin anaerobik olarak laktat veya pirüvata yıkılmasıyla ATP oluşturan metabolik yolak (Şekil 12-3).

glikoprotein Bir veya daha fazla oligosakkarit zincirinin kovalent bağlandığı herhangi bir protein. Birçok salgı ve zar proteinleri glikoprotein yapıdadır.

glikozaminoglikan (GAG) Pek çoğunun yüksek oranda sülfatlanmış olduğu, uzun, doğrusal ve oldukça yüklü tekrarlı oligosakkaritlerin oluşturduğu polimer. GAG'lar genellikle **proteoglikanların** bileşenleri olmak üzere hücre dışı matriksin ana bileşenleridir (Şekil 19-26).

glikozidik bağ Bir şekerdeki bir karbon atomunun diğer bir şekerdeki bir hidroksil grubu ile reaksiyona girdiği zaman bir su molekülünün açığa çıkması ile sonuçlanan iki monosakkarit arasındaki kovalent bağ (Şekil 2-13).

glukagon Karaciğerde glikojenin glukoz dönüşümünü tetikleyen ve pankreatik adacıklardaki hücrelerde üretilen peptid yapıda bir hormon; kan glukoz seviyelerini kontrol etmek için **insülin** ile birlikte görev yapar.

glukoz Birçok hücrede birincil metabolik yakıt olan altı karbonlu monosakkarit (şeker). Büyük glukoz polimerleri olan glikojen hayvan hücrelerinde ve nişasta da bitki hücrelerinde enerji deposu olarak kullanılır.

GLUT proteinleri Konsantrasyon gradiyentine bağlı olarak hücre zarlarından glukozu (ve başka birçok şekeri) taşıyan ve 12 zar geçişli α sarmal içeren zar geçişli (transmembran) protein ailesi (Şekil 11-5).

Golgi kompleksi Ökaryotik hücrelerde, hücre kompartmanlarına gitmek veya salgılanmak üzere hedeflenmiş protein ve lipidlerin işlenmesi ve tasnifinde işlev gören, yassılaştırmış katmanları birbirine içerden bağlı, zarla çevrili kompartmanlar (sisterna). *Golgi aparatı* olarak da adlandırılır (Şekil 9-6).

GTPaz süper ailesi GDP-bağlı inaktif bir durum ile GTP-bağlı aktif durum arasında döngü yapan hücre içi anahtar protein grubu. Trimerik (büyük) G proteinlerin $G\alpha$ alt ünitesi, monomerik (küçük) G proteinler (ör. **Ras**, **Rab**, **Ran** ve **Rac**) ve protein sentezinde kullanılan bazı **uzama faktörleri** dahildir. *Bkz. G protein, trimerik (büyük)* (Şekil 3-32).

haberci (mesajcı) RNA *Bkz. mRNA.*

haploid Her homolog kromozom çiftinin yalnızca bir üyesine sahip olan ve böylece yalnızca her genin veya genetik lokusun bir kopyasını (**alel**) içeren organizma veya hücreyi ifade eder. Gametler ve bakteri hücreleri haploittir. *Bkz. diploid.*

hareketli DNA elementi *Bkz. transpoze olabilen DNA elementi.*

Hedgehog (Hh) Çeşitli hayvan türlerinde pek çok doku ve organların gelişiminde önemli düzenleyiciler olan salgılanmış bir sinyal iletim proteinleri ailesi. Hh sinyal transdüksiyon bileşenlerindeki mutasyonlar insanda kanser ve doğum bozukluklarıyla ilişkilidir. Reseptör Patched transmembran proteindir (Şekil 16-33 ve 16-34).

heksoz Altı karbonlu bir monosakkarit.

helikaz (1) İki zinciri ayırmak (çözmek) için ATP hidrolizi sonucu açığa çıkan enerjiyi kullanarak DNA çift sarmalı boyunca hareket eden enzim (2) Translasyonun başlaması esnasında mRNA'da ikincil yapıları çözebilen bazı başlama faktörlerinin aktivitesi.

HER ailesi İnsanlarda sinyal iletim moleküllerinin epidermal büyüme faktörü ailesinin (EGF) üyelerine bağlanan **reseptör tirozin kinaz (RTK)** sınıfına ait reseptörler grubu. HER 2 proteininin aşırı ifade edilmesi bazı meme kanserleri ile ilişkilidir (Şekil 16-18).

heterokromatin İnterfaz esnasında yüksek oranda yoğunlaşmış ve transkripsiyonel olarak inaktif olan **kromatin** bölgeleri (Şekil 6-33a).

heterozigot Belirli bir genin iki farklı **aleline** sahip diploid bir hücre veya organizmayı ifade eder.

hız sabitesi Kimyasal bir tepkimeye giren ve çıkan maddelerin konsantrasyon oranını ifade eden bir sabite.

hibridizasyon, nükleik asit İki DNA zinciri, iki RNA zinciri veya bir DNA ve bir RNA zinciri içerebilen, çift zincirli molekülleri oluşturmak için iki **komplementer** nükleik asit zincirinin birlikteliği. Özgül DNA veya RNA dizilerinin saptanması için çeşitli açılardan deneysel olarak kullanılır.

hibridoma Bir miyeloma hücresi ile antikor üreten normal B hücresinin füzyonu ile oluşturulan, ölümsüz olan ve **monoklonal antikor** üreten hibrit hücreler klonu (Şekil 9-35).

hidrofilik Su ile etkili bir şekilde etkileşen. *Bkz. polar.*

hidrofobik Su ile etkili bir şekilde etkileşmeyen. Genelde suda az çözünür veya çözünmez. *Bkz. apolar.*

hidrofobik etki Yaygın olarak *hidrofobik etkileşim* veya *bağ* olarak da adlandırılan ve su ile doğrudan etkileşimi en aza in-

dirgemek için sulu çözeltide polar olmayan moleküllerin veya moleküllerin bir bölgesinin birbirleriyle bir araya gelme eğilimi (Şekil 2-11).

hidrojen bağı Kısmi pozitif yük taşıyan bir H atomu ve kısmi negatif yük taşıyan bir atom (çoğunlukla oksijen veya azot) arasında **kovalent olmayan bir etkileşim**. Proteinlerin konformasyonlarının kararlılığının sağlanmasında ve nükleik asit zincirleri arasındaki baz çiftlerinin oluşumunda önemlidir (Şekil 2-8).

hidrokarbon Sadece karbon ve hidrojen içeren herhangi bir bileşik.

hiperpolarizasyon Dinlenme halindeki bir hücrenin plazma zarı boyunca normal olarak bulunan sitozolik kısımdaki negatif elektrik potansiyelinin büyüklüğündeki artış. Bu, daha negatif bir zar potansiyeline neden olur.

hipertonik Çözünen bir maddenin konsantrasyonunun ozmoz sonucu suyun hücre içerisine girişine sebep olacak kadar yüksek olduğu dış taraftaki çözeltiyi ifade eder.

hipotonik Çözünen bir maddenin konsantrasyonunun ozmoz sonucu suyun hücre içerisine girişine sebep olacak kadar düşük olduğu dış taraftaki çözeltiyi ifade eder.

histon Bütün ökaryotik hücrelerdeki **kromatide** bulunan, **nükleozomda** DNA ile ilişkili olan, birkaç küçük yüksek derecede korunmuş bazik proteinlerden birisi (Şekil 6-29).

hiyaluronan Hücre dışı matriksin ana bir bileşeni olan ve yüksek oranda hidratlanmış **glikozaminoglikan (GAG)**; ayrıca hiyaluronik asit ve hiyaluronat olarak da adlandırılır. Pek çok bağ doku tipinin yağlayıcı kalitesi kadar sertlik ve direncini de sağlar (Şekil 19-26a).

homeodomain Gelişimsel olarak önemli transkripsiyon faktörlerinde bulunan DNA'ya bağlanan korunmuş **yapısal motif** (sarmal-dönüş-sarmal).

homeozis Gelişimde kritik önemi olan bazı genlerin yanlış ifadesi veya mutasyonu sonucu oluşan, vücudun bir kısmının diğerine transformasyonu (Şekil 22-31).

homolog kromozomlar **Diploid** bir hücrede mevcut olan her bir morfolojik kromozom tipinin iki kopyasından biri; ayrıca **homolog** olarak da adlandırılır. Her homolog kromozom farklı bir ebeveyninden köken alır.

homolog rekombinasyon *Bkz. rekombinasyon.*

homologlar **Diploid** bir hücrede bulunan her morfolojik kromozom tipinin anne ve babadan gelen kopyaları; *homolog* da denir.

homoloji Ortak bir evrimsel orijini yansıtan özelliklerdeki benzerlik (ör., protein ve nükleik asit dizileri veya bir organın yapısı). Homolojiyi sergileyen protein veya genler homolog olarak ifade edilir ve bazen de homologlar olarak adlandırılır. Bunun aksine *analoji*, ortak bir evrimsel orijini yansıtmayan işlev veya yapıdaki benzerliktir.

homozigot Belirli bir genin iki özdeş **aleline** sahip diploid bir hücre veya organizmayı ifade eder.

hormon Genellikle hedef hücrede özgül yanıtları indükleyen herhangi bir hücre dışı madde; özellikle kanda dolaşan ve **endokrin** sinyal iletimini sağlayan sinyal iletim molekülleri.

hox genleri Homeodomain içeren transkripsiyon faktörlerini kodlayan ve hayvanlarda vücut planının saptanmasına yardımcı olan, gelişimsel olarak önemli genler grubu. Hox genlerindeki mutasyonlar sıklıkla **homeosize** neden olurlar (Şekil 22-32).

hücre adezyon molekülleri (CAM'lar) Plazma zarında bulunan ve diğer hücrelerin yüzeyindeki benzer proteinlere bağlanarak hücre-hücre adezyonunu sağlayan proteinler. CAM'ların dört önemli sınıfı **kadherin**, **IgCAM'lar**, **integrin** ve **selektinleri** içerir (Şekil 19-1 ve 19-2).

hücre bağlantıları Hücre yüzeyinde bulunan ve hücrelerin hücre dışı matrikse veya diğer hücrelere bağlanmasında işlev gören özelleşmiş bölgeler (Şekil 19-9; Tablo 19-2).

hücre bölünmesi Bir hücrenin iki kardeş hücreye ayrılması. Yüksek ökaryotlarda hücre bölünmesi nükleusun (**mitoz**) ve sitoplazmanın (**sitokinez**) bölünmesini gerektirir; mitoz hem nükleus hem de sitoplazmik bölünmeyi tarif eder.

hücre dışı matriks (ECM) Hücreler tarafından hücreler arası boşluğa salgılanan protein ve polisakkaritlerin oluşturduğu kompleks ağ yapı. ECM, dokularda yapısal destek sağlar ve hücrenin biyokimyasal fonksiyonlarını ve gelişimini etkiler (Tablo 19-1).

hücre döngüsü Ökaryotik bir hücrenin kromozomlarını iki katına çıkaran ve hücreyi ikiye bölen bir dizi olaylar zinciri. Hücre döngüsü normal olarak dört fazdan oluşur: DNA sentezi öncesindeki G₁; DNA sentezinin gerçekleştiği S; DNA sentezi sonrasında G₂; **hücre bölünmesinin** gerçekleştiği ve iki kardeş hücrenin ortaya çıktığı M. Bazı durumlarda hücreler G₁ fazı esnasında hücre döngüsünden çıkarlar ve G₀ fazında bölünmeyen hücreler olarak kalırlar (1-17 ve 20-1).

hücre duvarı Birçok fungus, bitki ve prokaryotta bulunan, hücreyi koruyan ve ona şekil veren, plazma zarına yakın uzanan özelleşmiş sert hücre dışı matriks (Şekil 19-37).

hücre hattı Bitki ya da hayvan kökenli kültüre alınmış hücrelerin sınırsız büyümesine sebep olan, genetik bir değişim taşıyan hücre popülasyonu (Şekil 9-31b).

hücre iskeleti Ökaryotik hücrelerin sitoplazmasında bulunan mikrotübül, mikrofilament ve ara filamentlerin oluşturduğu fibrilli elementler ağı. Hücre iskeleti, hücreye yapısal destek ve organizasyon sağlar aynı zamanda organel, kromozom ve hücrenin kendisinin hareketine yardımcı olur (Şekil 17-1, 17-2 ve 18-1).

hücre soyu Sınırlı bir yaşam aralığına sahip ve genellikle 25-50 nesil sonra ölen bitki ya da hayvan orjinli kültüre alınmış hücre popülasyonu (Şekil 9-31a).

IgCAM Çoklu immünoglobulin (Ig) domainlerini içeren ve Ca²⁺ dan bağımsız olarak hücre-hücre etkileşimlerine eşlik eden hücre adezyon moleküllerinin bir ailesi. IgCAM'lar çeşitli dokularda üretilir ve **sıkı bağlantı** bileşenleridir (Şekil 19-2).

ikincil (sekonder) haberci Küçük bir hücre içi molekül (ör., cAMP, cGMP, Ca²⁺, DAG ve IP₃) olup, hücre dışı bir **sinyalin** bağlanmasına yanıt olarak konsantrasyonu artar ve böylece sinyal iletiminde işlev görür (Şekil 15-9).

ikincil (sekonder) yapı Proteinlerde, bir polipeptidin bir α sarmal, β tabakası ve β dönüşü içeren düzenleyici yapılara kısmi olarak katlanması.

immünoglobulin (Ig) Farklılaşmış **B hücreleri** tarafından üretilen ve antikor olarak işlev gören serum proteinlerinin herhangi biri; ayrıca **B-hücre reseptörünün** bir parçası olarak zara bağlı şekilde de oluşur. İmmünoglobulinler, farklı işlevsel özellikler sergileyen

beş ana sınıfa (*izotipler*) ayrılırlar. *Bkz. antikör* (Şekil 24-8 ve 24-9).

immünoglobulin (Ig) katlanması Antikörlerde, T-hücre reseptöründe ve birçok diğer ökaryotik proteinlerde bulunan ve özgül antijen tanınmasında doğrudan yer almayan evrimsel olarak eski yapısal motif; ayrıca *Ig domaini* olarak da adlandırılır (Şekil 24-12b).

importin Sitoplazmada bir “kargo” proteinini bağlayan ve kargoyu nükleer zar kompleksinden nükleusa aktaran protein. Sitoplazmaya importinin dönüşü Ran’ın (GTPaz süper ailesinin bir üyesi) yardımına ihtiyaç duyar. *Bkz. eksportin* (Şekil 13-35).

in situ hibridizasyon Numunelerin, ilgilenilen diziye hibridize olan tek zincirli RNA veya DNA **probları** ile muamele edilmesi sonucu, hücre veya dokulardaki spesifik DNA ya da RNA dizilerini belirlemek için kullanılan teknik. (Şekil 5-28).

in vitro İzole edilmiş hücresiz bir özütte yer alan bir reaksiyon veya bir işlemi ifade eder. Bazen, kültürde üreyen hücreleri organizmada üreyen hücrelerden ayırmak için kullanılır.

in vivo Tam bir hücre veya organizmada meydana gelen bir reaksiyon veya işlemi ifade eder.

indüksiyon (1) Embriyogenezde, bir hücre veya dokunun sebep olduğu sinyaller sayesinde veya doğrudan temasla başka hücre veya dokunun gelişimsel akıbetindeki bir değişim (2) Metabolizmada özgül bir molekül (indükleyici) aracılığıyla bir enzim veya bir seri enzimin sentezindeki artış.

inflamasyon (yangı) Bağışıklık sistemi hücrelerinin aktivasyonuna ve onların etkilenen bölgede toplanmalarına neden olan bölgesel yanıt; kızarıklık, şişkinlik, yanma ve ağrı gibi klasik dört belirti ile belirgindir (Şekil 24-6).

inozitol 1,4,5-trifosfat (IP₃) Bazı hücre yüzey reseptörlerinin uyarılmasına yanıt olarak zardaki lipid fosfatidilinositol 4,5-bifosfatın parçalanmasıyla üretilen hücre içi **sekonder haberci**. ER’de depolanmış Ca²⁺ un serbest kalmasıyla tetiklenen IP₃, birçok biyolojik olarak aktif **fosfoinozotidlerden** birisi. (Şekil 15-9; Tablo 15-3).

insulatör İnsulatörün bir tarafında bulunan transkripsiyonel enhansırların insulatörün diğer tarafındaki bir genin transkripsiyonunu etkilemesini engelleyen ve böylece komşu genlerin kontrol elementleri arasındaki uyumsuzlukları önleyen DNA dizisi.

insülin Kas ve yağ hücrelerine glukoz alımını uyan, pankreatik adacıklarda β hücreleri tarafından üretilen bir protein hormon; kan glukoz seviyelerini düzenlemek için **glukagon** ile birlikte hareket eder. İnsülin aynı zamanda birçok hücrede büyüme faktörü olarak da işlev görür.

integral zar proteini Fosfolipid çift tabaka merkezine gömülü bir ya da daha fazla hidrofobik segment içeren herhangi bir protein. Aynı zamanda *transmembran protein* olarak da adlandırılır (Şekil 13-10).

integrinler Hücre matriks adezyonunu teşvik eden adezyon reseptörleri veya hücre-hücre adezyonunu teşvik eden hücre-adezyon molekülleri olarak işlev gören hetreodimerik transmembran proteinlerinin büyük bir ailesi (Tablo 19-3).

interfaz Bir M (mitotik) fazı ve sonraki faz arasındaki G₁, S ve G₂ fazlarını içeren hücre döngüsünün uzun periyodu (Şekil 1-17 ve 20-1).

interferonlar (IFN’ler) Hedef hücrelerin yüzeylerindeki reseptörlere bağlanarak gen ifadesinde, bağışıklık cevabında önemli olan

hücrel yanıtla veya antiviral bir duruma yol açan değişimleri uyan sitokinlerin küçük bir grubu.

interlökinler (IL’ler) Bağışıklık sisteminin antikör üreten B hücrelerinin ve T hücrelerinin çoğalması ve işlevini teşvik eden, bazıları inflamasyona cevap olarak salınan sitokinlerin büyük bir grubu.

intron Olgun, işlevsel mRNA, rRNA veya tRNA’da bulunmayan ve RNA işlenmesi esnasında kesip ekleme (splays) ile çıkarılan **primer transkriptin** (veya onu kodlayan DNA) bir parçası.

IPs *Bkz. inozitol 1,4,5-trifosfat.*

iyi huylu tümör (benign) Normal hücrelere çok benzeyen hücreler içeren tümörü tanımlar. İyi huylu tümörler oluştukları dokularda bulunurlar fakat büyümenin devam etmesinden dolayı zararlı olabilirler. *Ayrıca bkz. malignant.*

iyonik etkileşim Pozitif yüklü bir iyon (katyon) ve negatif yüklü bir iyon (anyon) arasındaki **kovalent olmayan** etkileşim; yaygın olarak iyonik bağ olarak adlandırılır.

izoelektrik nokta (pI) Çözünmüş bir protein veya potansiyel olarak yüklü başka bir molekülün net yükünün sıfır olduğu ve bu yüzden elektriksel alanda hareket etmediği bir çözeltinin pH’sı (Şekil 3-36).

izoform Amino asit dizileri biraz farklı ve genel aktiviteleri benzer olan aynı proteinin birkaç formundan biri. İzofomlar farklı genlerden veya primer transkripti alternatif splays olan tek bir genden kodlanabilir.

izotonik Çözünen konsantrasyonunun, hücrelerin içersine veya dışına su taşınmasına sebep olmadığı çözeltiyi ifade eder.

kadherinler Ca²⁺ bağımlı homofilik hücre-hücre etkileşimlerinde, desmozomlarda ve adherens bağlantılarda bulunan dimerik hücre-adezyon moleküllerinin üyeleri (Şekil 19-2).

kalmodulin Dört Ca²⁺ iyonu bağlayan küçük sitozolik regülatör protein. Ca²⁺ / kalmodulin kompleksi birçok proteine bağlanarak onları aktive ya da inhibe eder (Şekil 3-31).

kalori Isı birimi (termal enerji). Bir kalori 1 g suyun sıcaklığını 1°C artırmak için gerekli olan sıcaklık miktarıdır. *Kilokalori* (kcal) genellikle besinlerin içeriğindeki enerjiyi ve bir sistemin **serbest enerjisi**ndeki değişimleri ifade etmek için kullanılır.

kanser Normalden daha hızlı büyüyen ve bölünen, dokunun etrafını saran ve bazı durumlarda diğer bölgelere yayılan (metastaz) çeşitli malignan tümörleri ifade eden genel bir terim.

kapsid Bir virüsün viral nükleik asitini çevreleyen ve bir ya da daha fazla çeşitte protein alt ünitelerinin kopyalanmasıyla oluşan dıştaki protein kılıf.

kararlı durum Hücrel metabolik yollarda bir maddenin oluşum oranı ve tüketim oranı eşit olduğu zamanki durum. Böyle bir durumda bu maddenin konsantrasyonu dengede kalır (Şekil 2-23).

karbohidrat Bazı polihidroksilaldehitler, polihidroksilketonlar veya genellikle bunlardan türevlenen ve (CH₂O)_n formülüne sahip bileşikler için kullanılan genel terim. Hayvan hücrelerinde enerji sağlamak ve depolamak için kullanılan bileşiğin primer tipi (Şekil 2-18).

karbon fiksasyonu *Bkz. Calvin döngüsü.*

karsinojen Maruz kalan hücre veya organizmalarda kansere neden olan herhangi bir fiziksel ya da kimyasal ajan.

karyoferin Bir importin, exportin ya da bazen her ikisi gibi işlev gören nüklear transport protein ailelerinden birisi. Her iki karyoferin, nükleusun içine veya dışına taşınan kargo proteinlerindeki özgül bir sinyal dizisiye bağlanır.

karyotip Ökaryotik bir hücrenin metafazdaki kromozomlarının tümünün sayısı, büyüklüğü ve şekli (Bölüm 6'daki şekil).

kaspazlar Omurgalılarda apoptozda rol oynayan ve bir şelalede (kaskad) çalışan, protein parçalayan enzim (proteaz) sınıfı (Şekil 21-37 ve 21-38).

katabolizma Kompleks moleküllerin daha basit moleküllere ve genellikle enerji açığa çıkması ile sonuçlanan hücresel parçalanma. *Anabolizma*, bu olayın tersi olup basit moleküllerden kompleks moleküllerin sentezinin yapıldığı bir süreçtir.

katalist (katalizör) Kendi yapısında bir değişiklik olmaksızın kimyasal reaksiyonların hızını arttıran madde. Enzimler katalitik aktivitesi olan proteinler iken, ribozimler katalizör olarak işlev gören RNA'lardır (Şekil 3-20).

katyon Pozitif yüklü iyon.

kemiozmoz Bir zar boyunca oluşmuş elektrokimyasal proton gradientinin (pH pozitif elektrik potansiyeli) kullanılarak ATP sentezinin yapıldığı süreç. Aynı zamanda kemiozmozotik hipotez olarak da adlandırılır. *Bkz. Proton-hareket kuvveti* (Şekil 12-2).

kemokin Lökositlerin sinyal (kemotatik) olarak algıladığı bir seri küçük salgı proteini.

kemotaksi (kimyasal yönelme) bir organizma ya da hücrenin bazı kimyasallara yanaşması veya uzaklaşması.

kenetleyici bağlantılar Hücre yüzeyinde bulunan ve **hücre adezyon molekülleri** veya **adezyon reseptörlerini** içeren özel bölgelerdir. Hücre-matriks adezyonunu sağlayan hemidesmozomlar, hücre-hücre adezyonunu sağlayan *adherens bağlantılar* ve *desmozomlardan* oluşurlar (Şekil 19-192 ve 19- 14).

keratinler Heteropolimerik filamentleri oluşturan ve epitel hücrelerinde bulunan ara filament proteinlerinin bir grubu (Şekil 18-46).

kesintili (kesikli) zincir Replikasyon çatalında iki kardeş DNA zincirinden, 5'→ 3' yönünde sentezlenen ve daha sonra birleştirilen kısa, kesintili segmentlerden (Okazaki fragmentleri) oluşur. *Bkz. kesintisiz zincir* (Şekil 4-30).

kesintisiz zincir Replikasyon çatalında iki kardeş DNA zincirinden kesintisiz sentezle 5'→3' yönünde oluşur. Kesintisiz zincirin sentez yönü replikasyon çatalının hareket yönünün aynısıdır. *Bkz. Kesintili zincir* (Şekil 4-30).

kesip çıkarma (İng., Excision) tamir sistemi, DNA Kendiliğinden depürinasyon, deaminasyon veya **karsinojenlere** maruz kalma sonucu oluşan DNA hasarını onarmak için çeşitli mekanizmalardan biri. Bu tamir sistemleri büyük hassasiyetle çalışırlar ve meydana gelecek arızalar yüksek kanser riski ile ilişkilidir.

kesme/poliadenilasyon kompleksi *Pre-mRNA'nın* bir 3' uç poli(A) bölgede kesilmesini ve adenilat(A) brimlerini ekleyerek poli(A) kuyruğunun oluşumunu katalizleyen büyük multi protein kompleksi (Şekil 8-15).

kısa muamele ve takip (İng., pulse-chase) Bir radyoaktif küçük molekülün kısa bir süre (pulse) için bir hücreye eklendiği ve sonra aynı küçük molekülün işaretlenmemiş formunun daha fazlasıyla değiştirildiği (chase) bir deney çeşidi. Bir molekülün hücresel lo-

kasyonundaki veya zamana bağlı metabolik kaderindeki değişimleri belirlemek için kullanılır (Şekil 3-39).

kilokalori (kcal) *Bkz. kalori.*

kimera (1) Genetik olarak farklı özelliklerdeki bireylerden gelen bir hayvan veya doku; bir hibrit. (2) Farklı proteinlerden gelen segmentlerden oluşan bir protein molekülü.

kimyasal denge İleri ve geri reaksiyon hızlarının eşit olmasından dolayı kimyasal bir reaksiyonda reaksiyona girenlerin (reaktanlar) ve ürünlerin konsantrasyonundaki sabit durum.

kimyasal potansiyel enerji Moleküllerde atomları birbirine bağlayan bağlarda depolanmış enerji.

kinaz Bir substrata ATP'den terminal (γ) fosfat grubu taşıyan bir enzim. Spesifik serin, treonin veya tirozini fosforileyen protein kinazlar birçok hücresel proteinin aktivitesini düzenlemede önemli bir rol oynarlar. *Bkz. fosfataz* (Şekil 3-33).

kinetik enerji Hareket enerjisidir, moleküllerin hareketi gibi.

kinetokor Her mitotik kromozomun sentromerine yakın bir bölgede ya da sentromerinde yerleşmiş olan ve mikrotübüllerin buradan hücrenin iğ kutuplarına doğru uzandığı çok tabakalı protein yapı; anafaz esnasında kromozomların kutuplara doğru taşınmasında aktif rol oynar (Şekil 18-39).

kinezinler **Motor proteinlerin** bir grubudur. Bu proteinler mikrotübülün (+) ucuna doğru hareket etmek için ATP hidrolizi ile açığa çıkan enerjiyi kullanırlar. Kinezinler, veziküller ve organeleri taşıyabilir ve mitoz esnasında kromozomun taşınmasında rol oynarlar (Şekil 18-19; 18-21).

klatrın Diğer kılum proteinlerinin yardımı ile zarın sitozolik tarafında spesifik bölgelerde kafes gibi bir ağ yapıya polimerize olan fibril yapıda protein. Klatrin kaplı bu ağ yapıdan oluşan kesecik daha sonra vezikül oluşturmak üzere kopar (Şekil 14-18 ve Tablo 14-18).

klon (1) Ortak atadan gelen organizma, virüs veya hücreleri kapsayan genetik olarak birbirinin aynı popülasyon. (2) DNA klonlama aracılığıyla bir gen ya da bir DNA segmentinin aynı olan çok sayıdaki kopyası.

klorofiller Fotosentezde önemli, ışığı absorbe eden bir porfirin pigmentleri grubu (Şekil 12-31).

kloroplast Bitki hücrelerinde bulunan ve çift zarla çevrelenmiş özelleşmiş bir organel olup, ışığın absorbe edilerek fotosentez reaksiyonlarının olduğu klorofil taşıyan zarlar (**tilakoidler**) içerir (Şekil 12-29).

K_m Bir enzimin substratına olan ilgisini tanımlayan ve maksimum reaksiyon hızının yarısını veren substrat konsantrasyonuna eşit olan bir parametre; aynı zamanda *Michaelis sabitesi* olarak da adlandırılır. Benzer bir parametre, bir reseptörün ligandına ilgisi veya bir transport proteinin taşıyacak bir moleküle olan ilgisi için de kullanılır (Şekil 3-22).

knockdown (yokedici), siRNA siRNA'nın kullanımı ile spesifik bir mRNA'nın translasyonunu deneysel olarak inhibe eden bir teknik; özellikle işlev kaybı mutantlarını izole etmek için klasik genetik metotlara uygun olmayan organizmalarda proteinin aktivitesini düşürmede kullanışlıdır.

ko-translasyonel translokasyon Sentez halinde olan bir salgı proteini ribozoma hala bağlıyken ve uzaması gerçekleşirken, onun aynı anda endoplazmik retikuluma taşınması (Şekil 13-6).

ko-transport (eş taşıma) Bir iyon ya da küçük molekülün kendi konsantrasyon gradientinin zıt yönünde taşınması, başka bir

molekölün kendi konsantrasyon gradyenti yönünde taşınması ile eşleşerek, ilgili iyon veya küçük molekülün zarın bir tarafından öbür tarafına aynı (simport) veya zıt (antiport) yönde taşınması (Şekil 11-3, [3B, C]; Tablo 11-1).

kodon Protein sentezi esnasında özel bir amino asiti kodlayan, aynı zamanda *triplet* olarak adlandırılan DNA veya RNA'da bulunan üç nükleotidlik dizi. 64 olası kodon bulunup, bunlar arasında özel bir amino asit yapmayan ve sentezin sonlanmasını sağlayan üç adet dur kodonu bulunmaktadır (Tablo 4-1).

kohlea İç kulağın sese duyarlı bölümü olan Corti organını içeren salyangoz şekilli yapı (Şekil 23-30).

kolaylaştırılmış taşıma (transport) Bir zardan küçük bir molekül ya da iyonun, konsantrasyon gradyentinin düşük olduğu yöne protein yardımıyla, basit difüzyona göre daha hızlı taşınması (Tablo 11-1).

kolesterol Bir halkasının üzerinde hidroksil grubu bulunan dört halkalı steroid yapıdaki bir lipid; birçok ökaryotik zarın bileşeni ve steroid hormonları, safra tuzları ve D vitamininin öncülü (Şekil 10-5c).

kollajen hücre dışı matriks ve bağ dokusunun önemli bir bileşeni olan, glisin ve proline zengin üç sarmallı bir glikoprotein. Çeşitli alt tipleri dokulardaki dağılımı, hücre dışı bileşenleri ve bağlandıkları hücre yüzey proteinleri bakımından farklılık gösterir (Şekil 19-22; Tablo 19-4).

kompleman Mikrobiyal veya fungal yüzeylere doğrudan bağlanan ve böylece proteolitik bir kaskad (şelale) aracılığıyla sitolitik *zar atak kompleksinin* oluşumunu sağlayan bir grup konstitütif serum proteini (Şekil 24-4).

komplementasyon Bkz. **genetik komplementasyon ve fonksiyonel komplementasyon**.

komplementer (1) Birbiriyle mükemmel **baz eşleşmesi** yapan iki nükleotid dizisi veya zincirini tanımlar. (2) Bir anahtar-kilit uyumunda olduğu gibi (ör., enzim ve substratı), iki molekülün birbiriyle etkileşen bölgelerini tanımlar.

komplementer DNA (cDNA) Bkz. **cDNA**

konformasyon Bir moleküldeki atomların uzaydaki dizilişeri ile belirlenen bir protein veya diğer makromolekülün üç boyutlu kumsuz yapısı (Şekil 3-8).

konneksinler Omurgalılarda gap (ara) bağlantıları oluşturan transmembran protein ailesi.

konsantrasyon gradyenti Hücre biyolojisinde bir hücre veya embriyonun farklı bölgelerinde ya da hücre zarının farklı yüzeylerinde bir substratın konsantrasyonundaki farklılık.

konstitütif Hücresel bir molekülün devamlı olan aktivitesi veya üretimi ya da iç veya dış sinyaller tarafından düzenlenmeyen hücresel bir sürecin devamlı çalışmasını ifade eder (ör., konstitütif salgılama).

kontraktıl demet Hücre adezyonunda (ör., stres fibrilleri) ya da hücre hareketinde (ör., bölünen hücrelerdeki kontraktıl halka) işlev gören, kas hücreleri dışındaki hücrelerde bulunan **aktin** ve **miyozin** demeti.

kontrol noktası Ökaryotik hücre döngüsünde, bir hücrenin koşullar uygun olana kadar bir sonraki faza geçişini engelleyen çeşitli kontrol noktaları (Şekil 20-35).

kovalent bağ Moleküllerdeki atomların bir veya daha fazla elekt-

ronu paylaşması ile oluşan kararlı kimyasal kuvvet. Bkz. **kovalent etkileşimler** (Şekil 2-2 ve 2-6).

kovalent olmayan etkileşim Tam bir elektron paylaşımı içermeyen, herhangi bir oldukça zayıf kimyasal etkileşim (Şekil 2-6 ve 2-12).

kök hücre İki kardeş hücreyi meydana getirmek için *simetrik* olarak bölünerek kendini yenileyen bir hücredir. Bunların gelişimsel potansiyeli, parantez (ebeveyn) kök hücreye ya da farklı gelişimsel potansiyelli asimetrik bir şekilde oluşmuş kardeş hücrelere özdeştir (Şekil 21-2).

kromatid Hücre döngüsünün S fazında replike olmuş kromozomun bir kopyası olup **sentromer** aracılığı ile *kardeş kromatid* olarak da adlandırılan diğer kopyaya bağlıdır. Mitoz esnasında iki kromatid ayrılır, her biri iki kardeş hücrenin bir kromozomunu oluşturur (Şekil 6-40).

kromatin Ökaryotik kromozomları oluşturan DNA, histon ve histon olmayan protein kompleksi. Kromatinin mitoz esnasında yoğunlaşması, görünür **metafaz** kromozomlarını ortaya çıkarır (Şekil 6-28 ve 6-30).

kromotografi, sıvı Karışık moleküllerin (ör., farklı proteinler) kütlelerine (*jel filtrasyon* kromotografisi), yüklerine (*iyon değişim* kromotografisi) veya diğer moleküllere spesifik olarak bağlanma yeteneğine göre (*afinite* kromotografisi) ayrılması için kullanılan biyokimyasal teknik (Şekil 3-37).

kromozom Ökaryotlarda lineer çift zincirli bir DNA molekülü ve ilişkili proteinlerden oluşan yapısal genetik materyal. Birçok prokaryotta halkasal çift zincirli DNA molekülü genetik materyalin esas kısmını oluşturur. Bkz. **kromatin** ve **karyotip**.

krosingover Rekombine olmuş kromozomlar üretmek için mayoz esnasında maternal (baba) ve paternal (anne) kromatidler arasında gerçekleşen genetik materyal değişimi. Bkz. **rekombinasyon** (Şekil 5-10).

kuarterner (dördüncül) yapı Multimerik (çok alt birimli) proteinlerde polipeptid zincirlerin sayısı ve göreceli pozisyonu (Şekil 3-10b).

laminin Bütün bazal laminalarda bulunan, büyük heterodimerik matriks proteini (Şekil 19-21).

laminler Nükleus zarfının içi yüzeyi üzerinde nükleer lamina olarak tanımlanan fibrilli bir ağ oluşturan ara filament proteinlerinin bir grubu.

lateral Bkz. **bazolateral**.

lateral inhibisyon Komşu, eşit veya hemen hemen eşit hücrelerin farklı hücre akıbetlerini yüklenmesi ile sonuçlanan sinyal aracılı önemli gelişimsel süreç (Şekil 22-41)

lektin Spesifik şekerlere sıkıca bağlanan herhangi bir protein. Lektinler ER'de bazı glikoproteinlerin doğru katlanmalarına yardımcı olurlar ve glikoproteinleri saf olarak elde etmek için affinite kromotografisinde kullanılabilirler veya glikoproteinlerin yerini in situ belirlemek için ayrıca olarak kullanılabilirler.

lenfositler Yabancı molekülleri (**antijenleri**) tanıyan ve bağışıklık yanıtını sağlayan beyaz kan hücrelerinin iki sınıfı. B lenfositler (B hücreleri) antikorların üretiminden sorumludur; T lenfositler (T hücreleri), virüs veya bakteri ile enfekte olmuş hücrelerin, yabancı hücrelerin ve kanser hücrelerinin yok edilmesinden sorumludur.

ligand Enzimin substartı dışındaki, genellikle bir proteine olmak üzere bir makromoleküle sıkıca ve özgül bir şekilde bağlanan ve makromolekül-ligand kompleksi oluşturan herhangi bir molekül.

LINE'ler (uzun serpiştirilmiş elementler) İnsanın toplam DNA'sının yaklaşık olarak %21'ini oluşturan ve özellikle memelilerde bol bulunan, ≈ 6 kb uzunluğundaki **retrotranspozonlar** sınıfı (Şekil 6-16).

linkage (bağlantı) Genetikte, aynı kromozom üzerindeki iki farklı lokusun birlikte kalıtılma eğilimi. Birbirine yakın olan iki lokusun aralarındaki rekombinasyon sıklığı daha düşüktür ve bağlı olma olasılıkları daha yüksektir.

lipid Suda çok az çözünen veya çözünmeyen, bunun yerine polar olmayan çözücülerde çözünen herhangi bir organik molekül. Önemli sınıflarına; **yağ asitleri**, **fosfolipidler**, **steroidler** ve **trigliseridler** dahildir.

lipid bağlı zar proteini Hücre zarına bir veya daha fazla kovalent bağla bağlı lipid gruplarıyla tutunmuş olan ve fosfolipid çift tabaka gömülü herhangi bir protein (Şekil 10-19).

lipid sal (İng., lipid raft) Kolesterol, sfingomiyelin ve belirli proteinlerle zenginleştirilmiş plazma zarındaki mikrodoman.

lipoprotein Lipidlerin vücutta transferini sağlayan, suda çözünebilen büyük protein ve lipid kompleksi. **Bkz. düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL).**

lipozom İn vitro olarak fosfolipidlerden oluşan ve zar proteinlerini içeren sulu içerikli yapay, küre şeklinde fosfolipid çift tabaka keseciği (Şekil 10-6c).

lizis plazma zarının içe doğru çökmesi ve bileşenlerin salınımı sonucu hücrenin parçalanmasıdır.

lizojeni Konakçı hücre genomu içine katılmış olan ve bakteriyal DNA ile birlikte replike olan fakat ifade edilmeyen bakteri virüsü (bakteriyofaj) DNA'sındaki fenomen. Daha sonraki aktivasyon yeni viral parçacıkların oluşmasına yol açar ve sonuçta hücrenin sebep olur.

lizozom Hidrolitik enzimleri içeren ve endositoz ile alınan materyaller ve otofajide ile hücresel bileşenlerin parçalanmasında işlev gören iç pH'sı 4-5 olan küçük organel (Şekil 9-2).

lokus Genetikte, bir genin bir kromozom üzerindeki spesifik yeri. Belirli bir genin bütün **alelleri** aynı lokusta bulunur.

lösün fermuar Özgül homo- veya heterodimerleri oluşturan iki α sarmaldan oluşmuş bir tip sarılmış sarmal (İng., coiled-coil) yapısal motifi; Birçok ökaryotik transkripsiyon faktöründeki yaygın motiftir. **Bkz. sarılmış sarmal** (Şekil 7-26a ve 3-9).

lümen hücre içerisindeki zarla çevrili bölümün iç hacmi veya tübüler bir yapının (ör., damar veya bağırsak) içindeki boşluk.

M (mitotik) faz **Bkz. hücre döngüsü.**

makrofajlar Toll-benzeri reseptörleri aracılığı ile patojen belirteçlerin yaygın şekillerini tanıyabilen fagositik lökositlerdir. Bunlar, profesyonel antijen sunucu hücreler olarak işlev görür ve sitokinlerin önemli kaynaklarıdır.

makromolekül Moleküler ağırlığı birkaç bin daltondan fazla olan genellikle büyük polimerik molekül (ör., bir protein, nükleik asit, polisakkarit).

maksimum hız **Bkz. V_{max}**

malignat Normal dokuyu istila edebilen ve /veya metastaz geçirebilen bir tümör ya da tümör hücreleri. **Bkz. iyi huylu.**

MAP kinaz Birçok farklı büyüme faktörünün hücre uyarımına cevap olarak aktive olan ve spesifik transkripsiyon faktörleri, diğer hedef proteinlerin fosforillenmesiyle hücresel yanıtlara katkı yapan protein kinaz ailesinin bir üyesi (Şekil 16-26 ve 16-27).

mayoz Ökaryotlarda eşey hücrelerinin olgunlaşması esnasında oluşan özel bir tip hücre bölünmesi: DNA'nın sadece bir kez replikasyonu ile gerçekleşen iki ard arda nuklear ve hücre bölünmesinden oluşur. Sonuç, başlangıçta diploit olan bir hücreden, genetik olarak eşit olmayan 4 haploit hücrenin (gametler) oluşmasıdır (Şekil 5-3).

mediatör (aracı) **Promotora** yerleşmiş bir RNA polimeraz II'ye ve bir **enhansıra** bağlanmış transkripsiyonel aktivatörler arasında moleküler bir köprü oluşturan çok büyük multiprotein kompleksi; transkripsiyonun uyarılması için bir koaktivatör olarak işlev görür (Şekil 7-41 ve 7-42).

mekanosensör Çeşitli dokularda bulunan ve dokunmaya, baş ve bacakların pozisyonları ve hareketlerine, acı ve sıcaklığa yanıt veren çeşitli duyu yapılarından herhangi birisi.

mekik vektör İki farklı konakçıda çoğalma yeteneği olan plazmit vektörü (Şekil 5-17).

meristem Bitkilerin büyüyen kök ve gövdelerinin uçlarında oluşan farklılaşmamış, bölünen hücrelerin organize bir grubu. Bütün olgunlaşmış yapılar meristemlerden oluşur.

metafaz Mitozun, yoğunlaşmış kromozomların mitotik iğ kutupları arasında sıralandığı fakat zıt kutuplara doğru henüz hareketin başlamadığı bir safhası (Şekil 18-34).

metastaz Kanser hücrelerinin köken aldıkları bölgeden yayılması ve ikincil büyüme bölgelerinin oluşması.

mezenkim Hayvanlarda diğer **mezoderm** veya **ektoderm**den köken alan, çok az organize olmuş ve çok az tutunmuş hücrelerden oluşan olgunlaşmamış embriyonik bağ dokusu.

mezoderm Hayvan embriyosunun **ektoderm** ve **endoderm** tabakaları arasında yer alan, üç primer embriyo tabakasından ortada olanı. Notokord (sırt ipliği), bağ doku, kas, kan ve diğer dokuların oluşmasını sağlar (Şekil 21-3 ve 22-11).

MHC **Bkz. büyük doku uyumluluk kompleksi.**

MHC molekülüleri Hücrelerin yüzeyinde yabancı (ve kendi) proteinlerinden köken alan peptidleri açığa koyan ve **T hücrelerine** antijen sunumu için gerekli olan glikoproteinlerdir. *Smf I* molekülüleri hemen hemen bütün nukleuslu hücreler tarafından konstitütif olarak ifade edilirler; *smf II* molekülüleri ise profesyonel antijen sunan hücrelerde ifade edilirler (Şekil 24-23 ve 24-24).

Michaelis sabitesi **Bkz. K_m .**

mikro RNA **Bkz. miRNA.**

mikrofilament Monomerik globüler (G) aktinin polimerleşmesi ile oluşan, aynı zamanda *aktin filamenti* olarak da adlandırılan hücre iskeleti iplikçisi (~ 7 nm çapında). Mikrofilamentler kas kasılması, sitokinez, hücre hareketi ve diğer hücresel işlevler ve yapılarda önemli rol oynarlar (Şekil 17-4).

mikrotübül α , β -tübülün monomerlerin polimerleşmesi ile oluşan ve yapısal, işlevsel polarite gösteren hücre iskeleti iplikçisi (~ 25 nm çapında). Mikrotübüller, siller, kamçı, mitotik iğ iplikcikleri ve diğer hücresel yapıların önemli bileşenleridir (Şekil 18-2 ve 18-3)

mikrotübül organize edici merkez Bkz. MTOC.

mikrotübülle bağlantılı protein (MAP) Mikrotübüllere bağlanan ve onların kararlılığını düzenleyen herhangi bir protein (Şekil 18-14 ve 18-15).

mikrovillus Hayvan hücresi yüzeyinde, aktin filamentleri merkezi içeren zarla çevrili küçük çıkıntı. Bağırsak epitel hücrelerinin emici yüzeyinde birçok mikrovillus bulunur ve besinlerin emilimi için geniş bir yüzey alanı sağlarlar (Şekil 17-4 ve 19-9).

miRNA (mikro RNA) Uzun öncül RNA'lardaki sekonder saç tokaşı yapısının çift zincirli bölgelerinden işlenen, 20-30 nükleotid uzunluğunda çok sayıda küçük, endojen hücre RNA'lardır. Olgun tek zincirli bir miRNA, RNA'nın uyardığı susturucu kompleksi (RISC) oluşturmak için birçok proteinle ilişki kurar. RISC, miRNA'nın kusurlu olarak hibridize olduğu hedef mRNA'nın translasyonunu inhibe eder. Birçok miRNA, translasyonu inhibe etmek için tek bir mRNA ile hibridize olmalıdır. Bkz. siRNA (Şekil 8-25a ve 8-26).

misel Fosfolipidlerin veya sulu çözeltide kendiliğinden oluşan diğer amfipatik moleküllerin sulu bir çözeltide küresel olarak toplanması (Şekil 10-6c).

mitojen Bir büyüme faktörü gibi hücre çoğalmasını teşvik eden herhangi bir hücre dışı molekül.

mitokondri İki fosfolipid çift tabaka zarla çevrelenmiş, DNA içeren ve oksidatif fosforilasyonu gerçekleştirerek ökaryotik hücrelerde ATP'nin çoğunu üreten büyük bir organel (Şekil 9-8 ve 12-6).

mitotik iğ Ökaryotik hücrelerde mitoz esnasında özelleşmiş geçici bir yapı olarak bulunan ve kromozomları tutarak onları bölünen hücrenin zıt kutuplarına doğru itip çeken ve aynı zamanda *mitotik cihaz* olarak da adlandırılan yapı (Şekil 18-36).

mitoz Ökaryotik hücrelerde, nükleusun bölünüp diploid sayıda kromozom içeren genetik olarak eşdeğer iki kardeş nükleus üreten süreç. Ayrıca *sitokinez* ve *mayoz* Bkz. (Şekil 18-34).

mitozu teşvik eden faktör Bkz. MPF.

miyelin kılıf Omurgalı *aksonlarının* etrafını saran bir tabaka oluşturan ve sinyal iletim hızını arttıran kümelenmiş ve özelleşmiş hücre zarı (Şekil 23-15).

miyofibril Kalın (*miyozin*) ve ince (*aktin*) filamentlerden oluşan *sarkomerlerin* düzenli tekrarlayan demetinden oluşan kas hücrelerinin sitoplazması içindeki uzun ve esnek yapılardır (Şekil 17-29).

miyozinler Aktini uyarıcı ATPaz aktivitesine sahip *motor proteinleri* sınıfı. Miyozinler kas kasılması ve sitokinez esnasında aktin mikrofilyamentleri boyunca hareket ederler ve aynı zamanda vezikül translokasyonuna aracılık yaparlar (Şekil 17-20).

moleküler belirteçler (markırlar), DNA temelli Aynı türün bireyleri arasında (*DNA polimorfizm*) farklı olan ve genetik soy hattı çalışmalarında faydalı olan DNA dizileri; *RFLP*'ler de dahil.

moleküler komplementerlik İki molekülün veya kısmın onlar arasında yakın mesafelerde *kovalent olmayan birçok etkileşim* olmasına izin veren şekilleri, yükleri, hidrofobisiteleri ve/veya diğer fiziksel özellikleri arasındaki anahtar kilit tipi uyum (Şekil 2-12).

moleküler şaperon Bkz. şaperon.

monoklonal antikor Tek bir B hücresi nesli tarafından üretilen ve böylece tek bir antijeni (epitop) tanıyan homojen bir antikor. Monoklonal antikor bir *hibridomanın* kullanılmasıyla deneysel olarak üretilebilir (Şekil 9-35).

monomer Aynı tipteki diğer moleküllerle bir polimer oluşturmak için kimyasal olarak bağlanabilen herhangi küçük bir molekül. Örnekler amino asitler, nükleotidler ve monosakkaritler dahildir.

monosakkarit $(CH_2O)_n$ formüllü herhangi bir basit şeker. Buradaki $n=3-7$.

morfojen Konsantrasyonuna bağlı olarak, gelişim esnasında farklı hücre akıbetlerini belirleyen bir sinyal molekülü (Şekil 22-13b).

motif oluşumu Gelişmekte olan bir embriyonun; hücre, doku ve organlarının bir elin kemikleri veya bir kelebeğin kanadındaki renk motifleri gibi iyi düzenlenmiş motiflere organize edilmesi işlemi.

motif, yapısal Proteinlerde çoğunlukla ayırt edici bir primer amino asit dizisi tarafından oluşturulan, aynı zamanda *yapısal katlanma* olarak da adlandırılan, sekonder ve tersiyer yapı bileşimi. Yapısal bir motif genellikle belirli bir üç boyutlu mimarinin göstergesidir ve çoğunlukla özgül işlevsel bir özellik ile ilişkilidir.

motor protein Doğrusal veya dairesel hareket yapmak için ATP hidrolizi sonucu oluşan enerjiyi kullanan ve aynı zamanda *moleküler motor* olarak da adlandırılan mekanokimyasal enzimlerin özel bir sınıfının herhangi bir üyesi. Bkz. *dyneinler*, *kinesinler* ve *miyozinler*.

MPF (mitoz teşvik eden faktör) Mitotik bir siklin ve siklin bağımlı kinazdan (CDK) oluşan heterodimerik bir protein. Bu protein, birçok spesifik proteini fosforile ederek bir hücrenin mitoz girişini tetikler.

mRNA (mesajcı RNA) Bir proteindeki amino asit sırasını (yani primer yapıyı) belirleyen herhangi bir RNA. DNA'nın RNA polimeraz aracılığı ile transkripsiyonu sonucu üretilir. Ökaryotlarda başlangıç RNA ürünü (primer transkript) işlevsel mRNA'nın oluşumu için işlenir. Ayrıca *translasyona* da bakınız (Şekil 4-15).

mRNP-taşıyıcı mRNA içeren ribonükleoprotein partiküllerine (mRNP'ler) bağlanan heterodimerik bir proteindir ve nüklear por kompleksindeki nükleoporinler ile geçici olarak etkileşime girek bu partiküllerin nükleustan sitoplazmaya çıkışını yönlendirir.

MTOC (mikrotübül organize edici merkez) Hücrelerde mikrotübüllerin organizasyonunu sağlayan herhangi bir yapı (ör., sentrozom, kutuplardaki iğ, bazal gövdecik) için kullanılan genel bir terim (Şekil 18-5).

muhafız (koruyucu) gen Hasarlı DNA'nın onarılmasına eşlik eden, genomun bütünlüğünü korumaya yarayan bir protein kodlayan herhangi bir gen. Koruyucu bir genin fonksiyonundaki azalış, mutasyon oranlarının artmasına yol açar ve karsinogenezi tetikler.

multimerik birçok polipeptid zincir (ya da altbirim) içeren proteinler.

mutajen Mutasyonları uyaran kimyasal ya da fiziksel bir ajan.

mutasyon Genetikte, genellikle tek bir gende olmak üzere bir kromozomun nükleotid dizisindeki sürekli ve kalıtsal değişim; yaygın olarak gen ürününün işlevinde bir değişime neden olurlar.

N-bağlı oligosakkarit Bir glikoproteindeki bir asparijinin amino grubunun yan zincirine bağlanmış dallanmış bir oligosakkarit zinciri. Bkz. *O-bağlı oligosakkarit*.

Na⁺/K⁺ ATPaz K⁺ iyonlarının içeri, Na⁺ iyonlarının dışarı çıkması için bir ATP molekülünün iki defa hidroliz olmasını sağlayan bir P grubu ATP-güç pompasıdır; hayvan hücrelerinde hücre içi normal Na⁺ (düşük) ve K⁺ (yüksek) konsantrasyonunun sağlanmasından sorumludur; çoğunlukla *Na⁺/K⁺ pompası* olarak adlandırılır. (Şekil 11-12).

NAD⁺ (nikotinamid adenin dinükleotid) Solüsyondan bir H⁺ ve verici molekülden iki elektron alarak bir elektron taşıyıcısı gibi işlev gören küçük organik bir molekül (Şeil 2-33a).

NADP⁺ (nikotinamid adenin dinükleotid fosfat) Biyosentetik yollarda ve fotosentez esnasında çoğunlukla elektron taşıyıcısı olarak kullanılan fosforillenmiş NAD⁺ formu.

nakavt, gen Normal bir organizmada, işlevsel bir genin işlevsel olmayan alel ile yer değiştirilmesine dayalı spesifik gen inaktivasyonu.

nekroz Doku hasarı veya diğer patolojik durumlardan kaynaklanan hücre ölümü. Genellikle hücrelerin şişmesi ve patlaması ile hücre içeriklerinin salınımını içerir. Apoptoz ile zıttır.

nikotinamid adenin dinükleotid Bkz. NAD⁺

nikotinamid adenin dinükleotid fosfat Bkz. NADP⁺

nişasta Özellikle glukoz birimlerinden oluşmuş çok uzun dallanmış polisakkarit. Bitki hücrelerinde primer depo karbohidratıdır (Şekil 12-28).

nokta mutasyonu DNA'da, özellikle protein kodlayan bir bölgede tek bir nükleotidin değişimi, farklı bir amino asiti belirleyen bir kodonun veya dur kodonunun oluşumuyla sonuçlanabilir. Tek bir nükleotidin ekelenmesi veya çıkması **okuma çerçevesinde** bir kaymaya neden olabilir.

noniseptör Vücut dokularında mekaniksel travma, yanma, elektrik veya toksik kimyasalların neden olduğu yaralanmaya bağlı olarak gerçekleşen acıya tepki veren mekanosensörlerdir.

Northern blotlama Elektroforez sonucu ayrılmış olan spesifik RNA'ların işaretli bir DNA **probu** ile hibridizasyonu sonucu belirlenmesi için kullanılan bir tekniktir. Bkz. **Southern blotlama** (Şekil 5-27).

nörofilamentler (NF'ler) Sadece nöronlarda bulunan **ara filament** proteinler grubu. Aksonal yapıya ve aksiyon potansiyelinin aksonlardan aşağı doğru iletilme hızına katkıda bulunurlar (Şekil 18-2b).

nörolasyon Omurgalı embriyolarında nöral yapılara gelişen ektodermin bir kısmı olan nöral plakanın katlanması sonucu nöral tüp oluşumu (Şeki 22-38 ve 22-39).

nöron (sinir hücresi) Sinir sisteminin sinyal ileten hücrelerinden biri. Tipik bir nöron bir hücre gövdesi, çoklu kısa dallanmış uzantılar (**dendritler**) ve uzun bir uzantı (**akson**) içerir.

nörotransmitter Kimyasal bir **sinapsta** presinaptik bir nöron tarafından salınan ve sinyali postsinaptik hücreye ileten hücre dışı sinyal molekülüdür. Ya uyarıcı ya da inhibebe edici olarak nörotransmitter tarafından sağlanan yanıt, postsinaptik hücre üzerindeki reseptörü tarafından saptanır (Şekil 23-19 ve 23-20).

nörotrofinler Trks olarak adlandırılan reseptörlere bağlanan, yapısal ve işlevsel olarak ilişkili tropik faktörler ailesidir ve nöronların daha uzun yaşaması için gereklidirler; sinir büyüme faktörü (NGF) ve beyin kökenli nörotropik faktör (BDNF) dahildir.

nötrofiller Doku hasarının olduğu bölgeler tarafından cezbedilen ve dokunun içine göç eden fagositik lökositlerdir. Nötrofiller

bir kez aktive olduklarına çeşitli kemokinler, sitokinler, bakteriyi yok eden enzimler (ör., lizozim), inflamasyona katkı sağlayan ve patojen saldırılarını temizlemeye yardımcı olan diğer ürünleri salgılanmaya başlarlar.

nukleolus Ökaryotik hücrelerin nukleusunda rRNA'nın sentezlendiği, işlendiği ve ribozom altbirimlerinin kurulduğu büyük yapı (Şekil 6-33a).

nukleus Kromozomlarda organize olmuş DNA'yı içeren ökaryotik hücrelerdeki zarla çevrili büyük organel; RNA'nın sentezi, işlenmesi ve ribozomların kurulması nukleusta gerçekleşir.

nüklear bölge Nukleusta spesifik protein ve RNA'ları içeren ve genel hatlarıyla küresel olan ve işlevsel olarak özelleşmiş bölgedir; birçoğu ribonükleoprotein (RNP) komplekslerin kurulmasında işlev görür. En önemli tipi **nukleolustur**.

nüklear lamina Nüklear zarfın iç yüzeyinde yer alan lamin ara filamentlerinden oluşmuş fibröz ağ (Şekil 20-16).

nüklear por kompleksi (NPC) Nüklear zarf boyunca uzanan, büyük oranda nükleoproteinlerden oluşmuş büyük çoklu protein yapısı. İyon ve küçük moleküller NPC'lerden serbest bir şekilde geçerler; büyük proteinler ve ribonükleoprotein parçacıkları çözümlü proteinlerin yardımıyla NPC'lerden seçici olarak taşınırlar (Şekil 13-32).

nüklear reseptör Lipidde çözünen molekülleri (ör., steroid hormonları) bağlayan, transkripsiyonu aktive eden ligand-reseptör komplekslerini oluşturan hücre içi reseptörlerin bir sınıfının üyesi; aynı zamanda *steroid reseptör süper ailesi* olarak da adlandırılır (Şekil 7-50).

nüklear zarf Nukleusu saran çift zar yapısı; dış zar endoplazmik retikulum ile bağlantılıdır ve iki zar **nüklear por kompleksleri** tarafından gözeneklendirilmiştir (Şekil 9-1).

nükleik asit Fosfodiester bağlarıyla bağlı nükleotidlerin bir polimeri. DNA ve RNA hücrelerdeki ana nükleik asitlerdir.

nükleokapsid Viral kapsid ve çevrelediği nükleik asit.

nükleoporinler Nüklear por kompleksini oluşturan büyük protein grubu. Bir sınıfı (FG-nükleoporinler) nüklear giriş ve çıkışta yer alır.

nükleotid Şeker biriminin genellikle 5' karbon atomuna olmak üzere ester bağı ile bir ya da daha fazla fosfat grubu bağlı bir nükleozid. DNA ve RNA sırasıyla deoksiriboz ve riboz içeren nükleotid polimerleridir (Şekil 2-16 ve Tablo 2-3).

nükleozid Bir pentoza (ya riboz ya da deoksiriboz) bağlı pürin ya da pirimidin bazından oluşmuş küçük bir molekül (Tablo 2-3).

nükleozom Kromatinin, üzerine 147 baz çiftlik DNA'nın sarıldığı disk şeklinde histon proteinleri merkezinden oluşmuş yapısal birimi (Şekil 6-29).

O-bağlı oligosakkarid Bir glikoproteindeki serin veya threoninin yan zincir hidroksil grubuna bağlı olan oligosakkarid zinciri. Ayrıca **N-bağlı oligosakkaridlere** bakınız.

Okazaki parçaları (Okazaki fragmentleri) DNA replikasyonunda kesikli zincirin sentezi esnasında oluşan kısa (< 1000 baz) ve tek zincirli DNA parçalarıdır ve bunlar kesiksiz bir DNA zincirini

oluşturmak için DNA ligaz tarafından hızlı bir şekilde bağlanırlar (Şekil 4-30).

oksidasyon (yükseltgenme) Bir molekülden bir hidrojen atomu uzaklaştığında ya da oksijen eklendiğinde meydana gelen elektron kaybı; tersi **redüksiyon (indirgenme)**.

oksidasyon potansiyeli Bir atom ya da molekülün bir elektron kaybettiğinde meydana gelen voltaj değişimi; bir molekülün bir elektron kaybetme eğiliminin ölçülmesi. Bir oksidasyon reaksiyonunun oksidasyon potansiyeli, geri reaksiyon (redüksiyon) için olan **redüksiyon potansiyeli** ile aynı büyüklükte fakat zıt biçimdedir.

oksidatif fosforilasyon Bakteri ve mitokondrilerde elektronların oksijene (O_2) transfer edilmesiyle yürütülen, ATP oluşturmak için ADP'nin fosforilasyonu. Elektron aktarımı sırasında bir **proton hareket kuvvetinin** üretimini ve ATP sentezini sağlamak için onun daha sonra kullanımını içerir.

okuma çerçevesi (İng., open reading frame, ORF) Bir mRNA'da özgül bir transkripsiyon başlama kodonundan dur kodonuna kadar devam eden nükleotid üçlülere (**kodonlar**) dizisi. Bazı mRNA'lar iki farklı okuma çerçevesinden okunarak farklı polipeptidlere dönüşebilirler (Şekil 4-18).

oligopeptid Peptid bağlarıyla bağlı amino asitlerin oluşturduğu küçükten orta büyüklüğe kadar olan doğrusal bir polimer. *Peptid* ve *oligopeptid* terimleri çoğunlukla alternatif olarak kullanılırlar.

onkogen Ürünü, kültürdeki hücreyi transforme eden veya hayvanlarda kanseri indükleyen bir gen. Genellikle, hücre büyümesi ve bölünmesinde yer alan bir proteinin normal geninin (proto-onkogen) mutant şeklidir.

onkoprotein Anormal hücre çoğalmasına neden olan bir onkogen tarafından kodlanan bir protein; normal bir proteinin mutant bir şekli olabileceği gibi, bir organizmada yanlış yerde veya yanlış zamanda veya aşırı üretilen normal bir protein de olabilir.

operatör Bakteri ya da bakteriyofaj genomunda, bir reseptör proteinin bağlandığı ve bitişindeki genin transkripsiyonunu kontrol eden kısa DNA dizisi (Şekil 7-2).

operon Bakteriyel DNA'da bir **promotordan** transkribe olan ve birden fazla protein için şifre içeren bir mRNA'yı oluşturan kesintisiz genler kümesi (Şekil 4-13a).

organel Ökaryotik hücrelerde zarla çevrili hücre içi herhangi bir yapı (Şekil 1-2b ve 9-1).

otokrin Bir hücrenin bir sinyal molekülünü (ör., büyüme faktörü) üreterek bağladığı ve hücreye yanıtta kullandığı sinyal mekanizması.

otoradyografi Bir numunedeki radyoaktif moleküllerin (ör., bir doku kesiti veya elektroforetik jel) bir fotoğraf filmine ya da iki boyutlu elektronik dedektöre maruz bırakılarak görüntülenmesini sağlayan bir teknik. Maruz bırakılan film, *otoradyogram* veya *otoradyograf* olarak adlandırılır.

otozom Cinsiyet kromozomu dışındaki herhangi bir kromozom.

ozmoz Bir çözeltide suyun, çözünmüş madde konsantrasyonunun az olduğu taraftan fazla olduğu tarafa doğru yarı geçirgen bir zardan (suya geçirgen fakat suda çözünmeyen bir zar) net hareketi (Şekil 11-6).

ökaryotlar Günümüz modern organizmalarının üç farklı evrimsel soyundan biri olan, bir veya daha fazla hücreden oluşan, nuk-

leus ve organelleri bir zarla kaplı organizmalar sınıfı; aynı zamanda *eukarya* olarak da adlandırılırlar. **Virüs** ve **prokaryotlar** hariç bütün organizmaları içerirler (Şekil 1-3).

ökromatin İnterfaz kromozomlarda bulunan, kromatinin daha az yoğun kısımları; transkripsiyonel olarak en aktif bölgeleri içerir. *Bkz. heterokromatin* (Şekil 6-33a).

P cisimciği Translasyonun baskınlanmasında ve ilişkili mRNA'ların parçalanmasında işlev gören, translasyon faktörleri veya ribozom içermeyen yoğun sitoplazmik domain. Ayrıca *sitoplazmik RNA-işleyen cisimcik* olarak da adlandırılır.

P53 proteini Hasarlı DNA'ya sahip hücrelerin tutuklanmasında önemli bir rol oynayan **tümör baskılayıcı genin** ürünüdür. Pek çok insan kanserinde p53 geninin aktivitesini durdurucu mutasyonlar bulunmuştur (Şekil 25-26).

parakrin Yanındaki hücre (ler) tarafından üretilen ve difüzyon ile hedefe ulaşan sinyal molekülüne (ör., büyüme faktörü, nörotansmitter) hedef hücrenin yanıt verdiği sinyal mekanizmasını ifade eder.

PCR (polimeraz zincir reaksiyonu) Kompleks bir karışımda kısa süreli sıcaklık muamelesiyle komplementer zincirlerin ayrılmasını takiben kısa oligonükleotid primerlerden DNA sentezinin yapıldığı çok safhalı döngülerle özgül bir DNA parçasının çoğaltılması tekniği.

pentoz Beş karbonlu bir **monosakkarid**. Riboz ve deoksiriboz pentozlar sırasıyla RNA ve DNA'da bulunur.

peptid Peptid bağlarıyla bağlı amino asitlerden oluşmuş küçük doğrusal bir polimer. Peptid ve oligopeptid terimleri sıklıkla birbirinin yerine kullanılır. Ayrıca bakınız **polipeptid**.

peptid bağı Amino asitler arasında, bir amino asidin amino grubu ve diğer bir amino asidin karboksil grubu arasında net bir su molekülünün açığa çıkmasıyla oluşan kovalent amid bağlantısı.

periferar zar proteini Bir zarın sitozolik veya eksooplazmik yüzü ile bağlantılı fakat fosfolipid çift tabakanın hidrofobik merkezine girmeyen herhangi bir protein. Ayrıca bakınız **integral zar proteini** (Şekil 10-1).

perlekan Ekstrasellüler matriksin, çok sayıda hücre dışı matriks (ECM) bileşenlerine, hücre yüzey moleküllerine ve büyüme faktörlerine bağlanan büyük çok domainli **proteoglikan** bileşeni; **bazal laminanın** ana bileşeni.

peroksizom Katalaz ile su ve oksijene dönüştürülen hidrojen peroksidi oluşturan reaksiyonlarla, amino asitleri ve yağ asitlerini parçalayan enzimleri içeren küçük organel.

pH Bir çözeltinin litrede mol olarak hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritması olarak ifade edilen asitlik ve bazikliğinin bir ölçüsü: $pH = -\log[H^+]$. Nötrallite, pH'nın 7'ye eşit olma durumudur; bu değer altındaki değerler asidik ve bu değer üstündekiler baziktir.

pI *Bkz. izoelektirik nokta.*

plak tayini Seyreltilmiş bir kültür örneğini duyarlı konak hücreler üzerinde kültüre etmek ve daha sonra oluşan parçalanmış hücrelerinden kaynaklanan açık alanları (plaklar) saymak vasıtasıyla, bir örnekteki enfeksiyon yapan viral parçacıkların sayısını belirlemek için kullanılan bir teknik (Şekil 4-45).

plakinler Ara filamentlerin diğer yapılara tutunmasına yardımcı olan proteinler ailesi.

plazma zarı Bir hücreyi çevreleyen ve onu dış çevreden ayıran, fosfolipid çift tabakadan oluşan ve zar lipidleri ve proteinleri ile ilişkili olan zar (Şekil 10-1 ve 10-2).

plazmit Bir hücrede kendi kendine replike olma yeteneğindeki küçük halkasal ekstrakromozomal DNA molekülü; DNA klonlamada genellikle vektör olarak kullanılır.

plazmodesmata Bitişik bitki hücrelerinin sitoplazmalarını birbirine bağlayan ve hayvan hücrelerindeki gap bağlantılarının işlevsel analogu olan tüp benzeri hücre bağlantıları (Şekil 19-38).

polar Net elektrik yüklü veya asimetrik pozitif ve negatif yük dağılımı olan bir molekül yapısını ifade eder. Polar moleküller genellikle suda çözünürdür.

polar olmayan Net elektrik yükü olmayan veya pozitif ve negatif yüklerin asimetrik dağılmadığı bir molekül ya da yapıyı ifade eder. Polar olmayan moleküller suda genellikle polar moleküllerden daha az çözünür ve çoğunlukla suda çözünmezler.

polarite Hücre biyolojisinde, bir hücre veya hücresel bileşenin ayrı bölgelerindeki işlevsel ve/veya yapısal farklılıkların varlığı.

polarize Hücre biyolojisinde, yapısal asimetrisi olan herhangi bir hücre veya hücre içi yapıyı ifade eder.

polimer Kovalent bağlarla bağlı çoklu özdeş veya benzer birimlerin (monomerlerin) oluşturduğu herhangi bir büyük molekül (Şekil 2-13).

polimeraz zincir reaksiyonu Bkz. PCR

polipeptid Amino asitlerin peptid bağlarıyla birbirine bağlandığı ve genellikle 20 veya daha fazla birimden oluşan düz polimer. Bkz. protein.

poliribozom Tümü tek bir mesajcı RNA'nın çevirimini yapan birçok ribozomu içeren bir kompleks; ayrıca *polizom* da denilir (Şekil 4-28).

polisakkarit Glikozidik bağlarla bağlı, genellikle 15'ten daha fazla olmak üzere monosakkaridlerin düz veya dallanmış polimeri. On beşten az olanlar oligosakkaritler olarak adlandırılır.

politen kromozom Kromozomal ayrılma olmaksızın, çok sayıda DNA replikasyonunu döngüsüyle oluşmuş kendi kendisinin birçok paralel kopyasından ibaret olan büyük kromozom. *Drosophila* ve diğer dipterilerin tükürük bezi ve bazı dokularında bulunur. (Şekil 6-44 ve 6-45).

pompa Bkz. ATP güç pompası.

porinler Aralarından suda çözünen küçük moleküllerin zarı geçebildiği trimerik transmembran proteinler sınıfıdır. Mitokondri ve kloroplast zarlarının dışında ve gram negatif bakterilerin dış zarında bulunur (Şekil 10-18).

potansiyel enerji Depolanmış enerji. Biyolojik sistemlerde potansiyel enerjinin primer formları kimyasal bağlar, konsantrasyon gradientleri ve hücre zarları boyunca elektriksel potansiyellerdir.

pre-mRNA (öncül mRNA) RNA işlenmesinde primer transkript veya ara ürünler (Şekil 4-15 ve 8-2).

pre-rRNA (öncül rRNA) Ökaryotik hücrelerin nükleolusunda sentezlenen büyük öncül ribozomal RNA. Ribozomlarda bulunan dört RNA'dan üçünü oluşturmak üzere işlenir (Şekil 8-34 v 8-35).

primaz DNA sentezinde primer olarak kullanılan kısa RNA parçaları sentezleyen özelleşmiş bir RNA polimeraz (Şekil 4-31).

primer Komplementer bir kalıp zincir ile baz çiftleri oluşturan ve kalıp zincirin kopyasını oluşturmak için nükleotidlerin ekleme-sinde başlangıç noktası olarak işlev gören, serbest bir 3'-hidroksil grubuna sahip kısa bir nükleik asit dizisi.

primer transkript Ökaryotlarda DNA transkripsiyonu ile oluşan ve aynı zamanda **intron** ve **ekzon**ları da içeren birincil RNA birçok primer transkript, fizyolojik olarak aktif RNA'ları oluşturmak için RNA işleminden geçer.

primer yapı Proteinlerde bir polipeptid zincirindeki amino asitlerin doğrusal düzeni (sırası).

pirimidinler Heterosiklik bir halka içeren azotlu bileşiklerin bir sınıfı. Sitozin (C) ve timin (T), nükleotidlerin DNA'da bulunan baz bileşenleri olan iki pirimidindir. RNA'da ise timin yerine urasil (U) vardır. Ayrıca Bkz. **baz çifti** (Şekil 2-17).

prob Hibridizasyon ile özgül nükleik asit dizilerini belirlemede kullanılan radyoaktif veya kimyasal olarak işaretlenmiş tanımlanmış DNA veya RNA parçası.

profaz Kromozomların yoğunlaştığı, duplike olmuş sentrozomların (sentryoller) zıt kutuplara ayrıldığı ve mitotik kutupların oluşmaya başladığı ilk mitoz evresi (Şekil 18-34).

programlı hücre ölümü Bkz. **apoptoz**.

prokaryot Gerçek bir zarla çevrili nükleusu ve diğer organelleri olmayan, **bakteri** (eubacteria) ve arkeikler (**archaea**) içeren organizmalar sınıfı. Ayrıca Bkz. **Ökaryotlar** (Şekil 1-3).

prometafaz Nüklear zarf ve nüklear laminanın ortadan kalktığı ve iç kutuplarından kaynaklanan mikrotübüllerin kromozom çiftlerini **kinetokor** olarak adlandırılan özelleşmiş yapılardan "yakaladığı", mitozun ikinci evresi (Şekil 7-16).

promotor Bir RNA polimerazın, **transkripsiyonu** başlatma bölgesi olarak tanıdığı DNA dizisi (Şekil 4-11).

promotor yakın (proksimal) element Ökaryotik DNA'da, transkripsiyonun başlangıç bölgesinin ≈ 200 baz çifti içinde lokalize olmuş herhangi bir düzenleyici dizi. Birçok genin transkripsiyonu promotor proksimal elementleri tarafından kontrol edilir (Şekil 7-16).

proteaz Hedef proteinlerde bir veya daha fazla peptid bağını kıran enzim.

proteazom Çoklu **ubikütün** moleküllerinin ekleme-si ile yıkım için işaretlenmiş hücre içi proteinleri yıkan sitozoldeki büyük çok işlevli proteaz kompleksi (Şekil 3-29).

protein Bir veya daha fazla lineer **polipeptid** zincirinden düzenlenmiş ve doğası gereği biyolojik olarak aktif durumda, karakteristik üç boyutlu yapıya (**konformasyon**) katlanmış bir makromolekül.

protein ailesi Bir **gen ailesi** tarafından kodlanan homolog protein takımı.

protein kinaz A (PKA) Siklik AMP (cAMP) ile aktive edilmiş ve işlev yapmak üzere fosforillenmiş ve böylece çeşitli hücre-sel proteinin aktivitesini düzenleyen sitozolik enzim; aynı zamanda *cAMP'ye bağımlı protein kinaz* olarak da adlandırılır (Şekil 15-23).

protein kinaz B (PKB) Sinyal indükleyici fosfoinozotidler ile plazma zarına bağlanan ve ardından aktive olan sitozolik enzim; aynı zamanda *Akt* olarak da adlandırılır (Şekil 16-30).

protein kinaz C (PKC) Sitosolik Ca^{2+} seviyesinin sinyalle indüklenmiş artışına yanıt olarak plazma zarına katılan ve zara bağlı **diacilgliserol (DAG)** tarafından aktive edilen sitozolik enzim (Şekil 15-30).

proteoglikanlar Bir veya daha fazla glikozaminoglikan (GAG) zinciri olan bir merkezi protein içeren bir glikoprotein grubu (ör., perlekan ve agrekan). Bunlar hemen hemen bütün hayvanların hücre dışı matriksinde ve bazı integral zar proteinlerinde bulunur (Şekil 19-29).

proteom Bir hücre tarafından üretilen proteinlerin tamamı.

proteomik Bütün bir organizma doku, hücre ve hücre altı seviyelerde proteinlerinin tümü veya alt kümelerinin işlevi, yerleşimi, ilişkileri, modifikasyonları ve miktarının sistematik incelemesi.

proto-onkogen Hücre büyümesi veya farklılaşmasının düzenlenmesinde gerekli olan bir proteini kodlayan veya proteini kodlayan dizinin ya da bunun ifadesinin değişişimi ile bir kanser geliştiren onkogene dönüşebilen normal bir hücresel gen (Şekil 25-11).

proton Bir hidrojen iyonu (H^+) için kullanılan genel terim.

proton hareket kuvveti Bir zar boyunca proton (H^+) konsantrasyon gradiyenti ve elektrik potansiyelinin enerji eşdeğeri; Proton hareket kuvveti, bakteriyel flagellanın hareketi, moleküllerin konsantrasyon gradiyantına bağlı olarak taşınması, ve ATP sentaz ile ATP sentezinin sürdürülmesinde kullanılır (Şekil 12-2).

provirüs Konakçı bir hücre genomuna katılan bir hayvan virüsü DNA'sı; Hücre replikasyonu esnasında proviral DNA her iki kardeş hücrede görülür ve replike olur. Proviral DNA'nın aktivasyonu, projeni virionlarının serbest kalması ve üretimine yol açar.

psödogen (yalancı gen) İşlevsel bir gene benzeyen fakat, işlevsel bir ürün kodlamayan, muhtemelen duplike olmuş gen dizilerinin birikimi ile meydana gelmiş DNA dizileri.

pürinler Heterosiklik iki halkanın birleşerek oluşturduğu azotlu bileşiklerin bir sınıfı. Adenin (A) ve guanin (G), nükleotidlerin DNA ve RNA'da bulunan baz bileşenleri olan iki pürindir. *Bkz.* **baz çifti** (Şekil 2-17).

radioizotop Bir atomun, parçalanırken radyasyon yayan kararsız formu. Birçok radioizotop deneysel çalışmalarda çoğunlukla biyolojik moleküllerde işaretleyici olarak kullanılır (Tablo 3-1).

raportör gen Kolaylıkla analiz edilen bir proteini kodlayan bir gen (ör. β -galaktozidaz, lusiferaz). Raportör genler, bağlı oldukları promotörlerin aktivasyonunu göstermek için çeşitli deneylerde kullanılırlar.

Ras proteini Bir lipid ile plazma zarına bağlanmış ve hücre içi sinyal yollarında işlev gören anahtar proteinlerin **GTPaz süperaillesinin** monomerik üyesi; **tirozin kinaz reseptörüne** ve bazı diğer hücre yüzey reseptörlerine bağlanan ligand ile aktive olur (Şekil 16-20 ve 16-24).

redoks tepkimesi Bir tepkenden diğerine bir ya da daha fazla elektronun taşındığı oksidasyon-redüksiyon tepkimesi.

redüksiyon (indirgenme) Bir moleküle bir H atomunun ilave edilmesi ya da oksijenin uzaklaşması ile bir atom veya molekülün elektron kazanması. **Oksidasyon** olayının tersi durum.

redüksiyon potansiyeli (E) Bir atom veya molekülün elektron kazanması sonucu oluşan voltaj değişimi; Bir molekülün bir elektron kazanma eğiliminin ölçümü. Verilen bir redüksiyon reaksiyonu için, E aynı değere, fakat tersi (oksidasyon) reaksiyon için **oksidasyon potansiyeli** olarak zıt işarette sahiptir.

rekombinasyon Kromozom veya DNA moleküllerinin ayrıldığı ve yeni kombinasyonları sağlamak için yeniden birleştirildiği bir süreç. Homolog rekombinasyon mayoz esnasında meydana gelir ve homolog kromozomların **krosingover** olasılığını arttırmayı sağlar. Homolog rekombinasyon ve homolog olmayan rekombinasyon (farklı morfolojik tipteki kromozomlar arasında olduğu gibi) çeşitli DNA onarım mekanizmaları esnasında da meydana gelebilir ve saflaştırılmış DNA ve enzimler ile in vitro koşullarda gerçekleştirilebilir (Şekil 5-10).

rekombinat DNA Farklı kaynaklardan DNA fragmentlerinin in vitro koşullarda birleştirilmesi ile oluşturulan herhangi bir DNA molekülü.

replikasyon çatalı Çift iplikçikli DNA'da, DNA sentezi esnasında iki iplikçığın ayrıldığı ve replikasyonun olduğu Y şeklindeki bölge; ayrıca **büyüme çatalı** olarak da adlandırılır (Şekil 4-30).

replikasyon orijini Bir organizma genomunda bulunan, DNA replikasyonunun başladığı özgün DNA segmentleri. Ökaryotik kromozomlar birçok orijin içerir, diğer taraftan bakteriyel kromozomlar ve plazmidler genellikle yalnızca bir tek orijin içerir.

represör Transkripsiyonu inhibe eden özgül **transkripsiyon faktörü**.

reseptör Hücre-hücre sinyali, adezyon, endositoz veya diğer hücresel süreçlere eşlik etmek üzere başka bir moleküle özgül olarak bağlanan herhangi bir protein. Yaygın olarak plazma zarında, sitozolde veya nükleusta bulunan özgül bir hücre dışı moleküle bağlanan ve hücresel bir yanıt başlatmak suretiyle reseptörde konformasyonel bir değişime neden olan bir proteini ifade eder. Ayrıca *Bkz.* **adezyon reseptörü** ve **nükleer reseptör** (Şekil 15- ve 16-1).

reseptör aracılı endositoz Zara bağlı küçük bir vezikül (ilk endozom) oluşturmak için plazma zarına yerleşerek, özgül hücre yüzey reseptörlerine bağlanan hücre dışı materyallerin taşınımı (Şekil 14-29).

reseptör tirozin kinaz (RTK) İnsülin ve birçok büyüme faktörü için gerekli olan, genellikle tek bir transmembran domaini bulunan hücre yüzey reseptörlerinin büyük bir sınıfının üyesi. Ligand bağlanması, reseptörün sitozolik domainindeki tirozine özgü protein kinazı aktive ederek, hücre içi sinyal yollarını başlatır (Şekil 16-16 ve 16-17).

resesif (çekinik) Kalıtımda, **dominant** alel mevcut olduğu zaman, **fenotipte** bir gen alelinin ifade edilememesi durumu. Resesif alelleri üreten mutasyonlar genellikle genin işlevinde bir kayıpla sonuçlanır (Şekil 5-2).

restriksiyon enzimi Çift zincirli DNA moleküllerinde restriksiyon bölgesinden özgül kısa bir diziyi kesen ve ayıran enzim; yoğun olarak in vitro koşullarda rekombinant DNA üretmek için kullanılır; **restriksiyon endonükleaz** olarak da bilinir (Şekil 5-11 ve Tablo 5-1).

restriksiyon fragment uzunluğu polimorfizmi *Bkz.* RFLP.

restriksiyon fragmenti Belirli bir **restriksiyon enzimi** ile kesilmesi sonucu oluşan belirli bir DNA fragmenti. Bu fragmentler rekombinant DNA moleküllerinin üretiminde ve DNA klonlamada kullanılır.

restriksiyon noktası Memeli hücrelerinin S fazına girmesi ve büyüme faktörlerinin yokluğunda dahi döngünün tamamlanmasını sağlayan hücre döngüsünün geç G₁ evresindeki nokta; mayada işlevsel olarak START'a eşdeğerdir.

retiotektal haritalar Görsel bilgiye denk gelen haritalar olup, biri gelen ışık tarafından retinada oluşurken, diğeri gözden beyine bilgi taşıyan retinal gangliyon hücreleri tarafından üretilen beynin görsel kısmını (tektum) oluşturur. Beyindeki harita gözdeki haritaya benzer (Şekil 23-40).

retrotranspozonlar Bir RNA aracısı ile yönetilen ve bir revers transkripsiyon basamağı gerektiren, genomda hareketli, ökaryotik, yer değiştirebilen DNA elementi tipi. Ayrıca bkz. transpozon (Şekil 6-8b).

retrovirüs Hücrede RNA'nın bir DNA kopyasını yaparak rep-like olan, bir RNA genomu taşıyan ökaryotik virüs tipi. Bu viral DNA, hücresel kromozom içinde yerleşerek bir provirüs oluşturur ve genomik RNA ve viral proteinler için mRNA'lar ortaya çıkarır (Şekil 4-49).

revers transkriptaz Tek zincirli bir RNA kalıbından çift zincirli bir DNA'nın yapıldığı kompleks bir reaksiyonu katalizleyen ve retrovirüslerde bulunan bir enzim (Şekil 6-14).

RFLP'ler (restriksiyon fragmenti uzunluk polimorfizmi) Özel restriksiyon enzimleri tarafından tanınan bölgelerden kesilen ya da oluşturulan genomik DNA dizileri arasındaki farklılıklar. Bireyler arasındaki birçok dizi farklılığı, bağlantı çalışmalarında DNA'ya dayalı moleküler belirteçler olarak kullanılırlar (Şekil 5-36).

ribonükleik asit (RNA) Bkz. RNA

ribonükleik asit (RNP) kompleksi Proteinler ve RNA'dan oluşmuş herhangi bir kompleks için kullanılan genel bir ifade. Çoğu RNA molekülleri hücrede RNP yapısında bulunur.

ribozim Katalitik aktiviteye sahip bir RNA molekülü. Ribozimler protein sentezi ve RNA splayında işlev görürler.

ribozom Birkaç farklı rRNA molekülü ve 50'den fazla proteini içeren, büyük ve küçük alt birimlerden oluşan kompleks yapı; translasyonda (protein sentezi) görevlidir (Şekiller 4-22 ve 4-23).

ribozomal RNA Bkz. rRNA.

ribüloz 1,5-bifosfat karboksilaz Kloroplastlarda lokalize olan, Calvin döngüsündeki ilk reaksiyonu katalizleyen enzim. Bu reaksiyonda enzim, CO₂'i beş karbonlu bir şeker olan ribüloz 1,5-bifosfata ekler ve 2 molekül 3-fosfoglisarat oluşur. Ayrıca rubisko olarak da adlandırılır (Şekil 12-43).

RISC Bkz. RNA ile indüklenen susturucu kompleks.

RNA (ribonükleik asit) Riboz nükleotidlerinden oluşmuş, lineer tek zincirli polimer. mRNA, rRNA ve tRNA protein sentezinde farklı roller oynarlar; bir seri küçük RNA mRNA'ların translasyon ve kararlılığında, kromatin yapısını ve transkripsiyonu kontrol etmede rol oynar (Şekil 4-17).

RNA düzeltme (İng., RNA editing) Bir pre-mRNA'nın dizisinin değiştirildiği olağandışı RNA işlenmesi.

RNA ile indüklenmiş susturucu kompleks (RISC) Komplementer veya komplementere yakın bir mRNA'nın translasyonel baskılanması veya parçalanmasını sağlayan kısa tek zincirli bir RNA ile (siRNA ya da miRNA) ilişkili büyük multiprotein kompleksi.

RNA interferans (RNA müdahalesi) (RNAi) Çift zincirli bir RNA tarafından ona karşılık gelen özgül bir genin translasyonunun in-

hibisyonu veya o gen tarafından kodlanan komplementer tek zincirli mRNA'nın parçalanarak işlevsel inaktivasyonu, ancak farklı bir mRNA dizisine sahip tek zincirli komplementer mRNA'nın bu işlemde etkilenmemesi (Şekil 5-45).

RNA polimeraz Substrat olarak ribonükleozit trifosfatları kullanarak komplementer RNA zincirini yapmak için bir DNA zincirini (kalıp zincir) kopyalayan bir enzim (Şekil 4-11).

RNA splayı Pre-mRNA'daki intronların çıkarılması ve ekzonların bağlanmasıyla meydana gelen bir işlem. Ayrıca bkz. splayozom (Şekil 8-8 ve 8-9).

rRNA (ribozomal RNA) Ribozomların yapısal ve işlevsel bileşenleri olan çeşitli büyüklükteki RNA moleküllerinin herhangi bir tipi. Yüksek ökaryotlarda sedimantasyon katsayılarına göre rRNA türleri: 28S, 18S, 5.8S ve 5S rRNA (Şekil 4-22).

rubisko Bkz. ribüloz 1,5-bifosfat karboksilaz.

S (sentez) evresi Bkz. hücre döngüsü.

salgı vezikülü Trans-Golgi aygıtından türetilen, hücreden salgılanacak molekülleri içeren zarla çevrili kesecik.

salgı yolağı Endoplazmik retikulum, Golgi ve lizozomlarda lokalize olmuş, çözünür ve zar proteinlerinin sentez ve tasnifi için hücresel yolak; plazma zarı proteinleri; ve sonuç olarak hücreden salgılanan proteinlerin sentezindeki hücresel metabolik yolak (Şekil 14-1).

sarı sarmal (İng., coiled coil) Proteinlerde amfipatik α sarmal bölgelerle kendini belli eden, kendi kendine katlanan, kararlı ve çubuk şeklinde yapısal bir motif.

sarkomer Organize, üst üste çıkışan ince filamentler (aktin) ve kalın filamentler (miyozin)'den oluşmuş çizgili (iskelet) kasların tekrarlanan yapısal birimleri olup, bir Z diskinden komşu hücreye uzanırlar; kasılma sırasında kısalırlar (Şekil 17-29 ve 17-30).

sarkoplazmik retikulum Kas hücresinin sitoplazmasında bulunan zar ağı olup, Ca²⁺ iyonlarını biriktirir; kasın uyarılması ile depolanmış Ca²⁺ salınarak kasılma tetiklenir (Şekil 17-32).

sarmal-ilmek-sarmal, temel (bHLH) Birçok dimerik ökaryotik transkripsiyon faktöründe bulunan kısa bir ilmek ile birleştirilmiş iki α sarmal içeren, DNA'ya bağlanan korunmuş yapısal bir motif (Şekil 7-26b).

satellit (uydu) DNA Bkz. basit dizili DNA.

segment-polarite genleri *Drosophila*'da, hücrenin akıbetini ve hücre iskeletinin kutuplaşmasını (polaritesini) erken embriyo evrelerinde anterioposteriyör boyunca etkileyen sinyal sistemlerinin bileşenlerini kodlayan bir gen grubu.

selektinler Bağlantı hücrelerinin yüzeyindeki glikolipid ve glikoproteinlerde veya hücre dışı glikoproteinlerinde özgül oligosakkarit bölgeleri ile Ca²⁺ iyonlarına bağımlı etkileşimleri düzenleyen bir hücre-adezyon moleküllü ailesi (Şekil 19-2 ve 19-36).

selüloz Glikozidik beta 1→4 bağlarla birbirine bağlı glukoz ünitelerinden oluşan polisakkarit yapı. Selüloz bitkilerde hücre duvarının önemli bir bileşeni olan uzun mikrofibrilleri oluşturur.

sentetik öldürücü mutasyon Aynı ya da ilgili bir başka gendeki mutasyonun, fenotipik etkisini arttıran bir başka mutasyon (Şekil 5-9b,c).

sentriol Hayvan hücrelerinde sentrozom içinde bulunan iki silindirik yapıdan her biri. Her sentriol yapısal olarak **bazal cisimciğe** benzer ve dokuz adet üçlü mikrotübül seti içerir (Şekil 18-6).

sentromer Mitoz ve mayoz esnasında kromozomların doğru şekilde ayrılması için gerekli olan DNA dizisi; **kinetokor**ların oluştuğu ve sıkışık paketlenmiş mitotik kromozom bölgesi (Şekil 6-40 ve 6-46b).

sentrozom (hücre merkezi) Hayvan hücrelerinde **mikrotübül organizasyon merkezi (MTOC)** ve nukleusa yakın yerde lokalize olan yapı. Sentrozom, protein matriksine gömülü bir çift **sentriol** içerir ve mitozdan önce duplike olan her sentrozom bir iğ kutpu oluşturur (Şekil 18-6 ve 18-35).

serbest enerji (G) Bir sistemin entalpi (*H*) ve entropisinin (*S*) bir fonksiyonu olan potansiyel enerjisinin ölçümü.

serbest enerji farkı (ΔG) Kimyasal bir reaksiyonda başlangıç moleküllerinin (reaktantların) ve ürünlerin toplam serbest enerjileri arasındaki fark. ΔG 'nin negatif değerindeki büyüklük bir reaksiyonun oluşma eğilimini gösterir.

sfnfolipid Sfnfozinden türevlenen zar lipidlerinin önemli bir grubu. İki uzun hidrokarbon zinciri ve aynı zamanda hem fosforillenmiş bir baş grubu (sfnfomiyelin) hem de karbohidrat baş grubu (serebrositler, gangliyositler) içerirler (Şekil 10-5b).

sıcaklığa duyarlı (ts) mutasyon Bir sıcaklıkta (hoşgörülü sıcaklık) yabani fenotipi üreten fakat başka bir sıcaklıkta mutant fenotip (hoşgörülü olmayan sıcaklık) oluşturan bir mutasyon. Bu tip bir mutasyon, özellikle canlılık için gerekli genleri tespit etmede yararlıdır (Şekil 5-6).

sıkı bağlantı Plazma zarının apikal ve bazolateral bölgeleri arasındaki zar bileşenlerinin difüzyonunu ve çoğu küçük molekül ve iyonların ve makromoleküllerin hücreler arasındaki boşluklardaki difüzyonunu engelleyen, komşu epitel hücrelerin plazma zarları arasındaki bir hücre-hücre bağlantı tipi (Şekil 19-15).

siklik AMP (cAMP) Protein kinaz A'yı aktive eden bazı G protein eşleşmiş reseptörlerin hormonal uyarılarına cevap vermek için üretilen ikincil haberci (Şekil 15-9;Tablo 15-2).

siklik GMP (cGMP) Damar düz kas hücreleri ve diğer hücrelerde protein kinaz G'yi aktive eden ve çubuk hücrelerdeki katyon kanallarını açan ikincil haberci (Şekil 15-9, 15-8 ve 15-31).

siklin Ökaryotik hücre döngüsü esnasında konsantrasyonları artan veya azalan birbiri ile ilişkili proteinlerin herhangi biri. Siklinler, **siklin bağımlı kinazlar**la kompleks oluşturarak bu enzimlerin substrat özgüllüğünü ve aktivesini etkilerler.

siklin bağımlı kinaz (CDK) Sadece sikline bağlandığı zaman katalitik olarak aktive olan bir protein kinaz. Çeşitli siklin-CDK kompleksleri, spesifik hedef proteinlere bağlanıp onları fosforilleyerek ökaryotik hücre döngüsünün farklı safhalarını mümkün kılarlar (Şekil 20-32).

sil (kirpik) Ökaryotik hücrelerin yüzeyinden dışarıya doğru uzanan, zarla çevrili ve **mikrotübül** demeti içeren kısa yapı. Siller genellikle gruplar halinde bulunurlar ve hücreyi (ör., tek hücreli organizma) hareket ettirmek için veya küçük partikülleri taşımak için (ör., trake hücreleri) bir ritimde çarparlar. *Bkz. aksonema ve flagella.*

simport İyonların ya da iki farklı molekülün aynı yönde bir hücre zarının karşı tarafına doğru bir zar proteini (taşıyıcı) aracılığıyla taşındığı **ko-transport** tipidir. *Ayrıca bkz. antiport* (Şekil 11-3,[3B]).

sinaps Bir nöron ile komşu bir nöron ya da impulsların bir taraftan diğer tarafa iletildiği diğer uyarılabilir hücrelerin (kas hücresi gibi) akson ucu arasındaki özelleşmiş bölge. Bir *kimyasal sinaps*-ta, impuls bir **nörotransmitter** vasıtasıyla iletilir; bir *elektiriksel sinaps*-ta, impuls iletimi pre- ve postsinaptik hücreleri içeren **bağlantı aralıkları** yoluyla meydana gelir (Şekil 23-4)

sindekanlar Hücre-matriks adezyonunda görev yapan, hücre iskeletiyle etkileşen ve dış sinyalleri bağlayabildiğinden, hücreler arası sinyal iletimine katılan hücre-yüzey **proteoglikan**larının bir sınıfıdır.

SINE'ler (kısa araya serpiştirilmiş elementler) **Retrotranspozon**ların bir sınıfı olup, 100-400 bp uzunluğunda olan bu diziler toplam insan DNA'sının yaklaşık %13'ünü oluşturur. İnsanlarda, *Alu* elementleri bütün SINE'lerin yaklaşık üçte ikisini oluşturur.

sinsityum Tek bir plazma zarıyla çevrelenmiş olan çok nukleuslu bir stoplazma kitlesi.

sinteni İki ya da daha fazla farklı türdeki genlerin bir kromozomda aynı düzende bulunmasıdır.

sinyal dizisi Proteini hücre içindeki özgül bir bölgeye yönlendiren, aynı zamanda *sinyal peptid* ve *hedefleme alım dizisi* olarak da adlandırılan, bir proteinin içindeki oldukça küçük amino asit dizisi (Tablo 13-1).

sinyal iletimi (sinyal transdüksiyonu) Bir sinyalin fiziksel ya da kimyasal bir formdan başka bir forma dönüşümü. Hücre biyolojisinde genellikle hücre dışı bir sinyalin reseptöre bağlanması ile ve bir ya da daha fazla özgül hücresel yanıt sonucunda başlayan ardışık süreci ifade eder.

sinyal molekülü Bir hücrenin dış çevresine veya diğer hücrelere cevabını düzenlemede gerekli olan herhangi bir hücre dışı veya hücre içi molekül için kullanılan genel ifade.

sinyal tanıma molekülü (SRP) Yeni yapılmakta olan (nascent) salgı proteinindeki ER **sinyal dizisini** bağlayan ve nascent zincir/ribozom kompleksini ER zarına getiren ve burada o proteinin sentezlenmesini ve onun ER içine translokasyonunu sağlayan sitozolik bir ribonükleoprotein partikülü (Şekil 13-5).

siRNA Her bir uçta tek zincir nükleotidlerin sarkık şekilde bulunduğu, 21-23 nükleotid uzunluğunda, küçük, çift zincirli RNA. siRNA'nın tek bir zinciri RNA ile indüklenen susturma kompleksi (**RISC**) oluşturan birkaç proteine bağlanır. Bu kompleks, hedef RNA'yı siRNA ile mükemmel baz çifti oluşturan parçalara ayırır; bazen *kısa* veya *küçük müdahaleci RNA* veya *küçük inhibitör RNA* olarak da isimlendirilir. siRNA'lar deneysel olarak belirli genlerin ifadesini durdurmak için tasarlanabilir. *Ayrıca bkz. miRNA* (Şekil 8-25b).

sisterna Golgi kompleksi ve endoplazmik retikulumda yassılaştırılmış zar bölmeleri.

sitokin Kan ve bağışıklık sistemi hücrelerindeki hücre-yüzey reseptörlerine bağlanan ve bu hücrelerin farklılaşması ve çoğalmasını sağlayan küçük salgı proteinleri (ör., eritropoetin, G-CSF, interferonlar, interlökinler).

sitokin reseptörü Eritropoetin, büyüme hormonu, interlökin ve interferonlar dahil birçok sinyal molekülü için hücre yüzeyi sinyal reseptörleri büyük ailesinin bir üyesi. Ligand bağlanması, reseptöre bağlı bulunan sitozolik JAK kinazları aktive ederek hücre içi metabolik yolları başlatır (Şekil 16-8 ve 16-12).

sitokinez Her biri bir nükleus ve sitoplazmik organellere sahip iki kardeş hücreyi oluşturmak için mitozu takip eden sitoplazmik bölünme olayı (Şekil 17-34).

sitokrom Hücresel solunum ve fotosentez esnasında **elektron taşıyıcı** olarak görev yapan *hem* proteinleri içeren renkli proteinler grubu (Şekil 12-14a).

sitoplazma Bir hücrenin plazma zarının içini, ökaryotik hücrelerde ise nükleusun dışını kaplayan sıvı bileşen.

sitozol Sitoplazmanın organel, zar ve çözünmeyen hücre iskeleti bileşenlerinin dışında kalan, belli bir yapısı olmayan sıvı fazı.

sitozolik yüz Hücre zarının sitozole bakan tarafı (Şekil 10-8).

sitrik asit döngüsü Mitokondri matriksinde ortaya çıkan aseptil gruplarının oksidize olduğu, CO₂'in oluştuğu ve indirgenmiş ara ürünlerin ATP üretmek için kullanıldığı, aynı zamanda Krebs döngüsü ve trikarboksilik asit (TCA) döngüsü olarak da adlandırılan reaksiyonlar zinciri (Şekil 12-10).

Smad'lar Transkripsiyon faktörlerinin bir sınıfı olup, hücre-yüzey reseptörlerine sinyal moleküllerinin **dönüştürücü büyüme faktörü** β (TGFB) ailesi üyelerinin bağlanması, bu faktörlerin fosforile edilmesine ve aktive olmasına sebep olur (Şekil 16-4).

SMC proteinler Kromozomun yapısal devamlılığını sağlayan proteinler; kromozomların morfolojik yapılarının korunmasında ve mitoz boyunca uygun şekilde ayrılmasında kritik rol oynayan, histon olmayan kromatin proteinlerinin küçük bir ailesidir. Bu ailenin üyeleri, mitoz boyunca kromozomların kısalmasına yardım eden *kondensin*'leri ve kardeş kromatidleri anafazda birbirlerinden ayrılana kadar bir arada tutan *kohensin*'leri içerir. Bakteriyel SMC proteinleri bakteriyel kromozomların kardeş hücrelere uygun şekilde ayrılmasında rol oynar (Şekil 6-38 ve 20-21).

SNARE'ler Veziküllerin hedef zarlarla kaynaşmasını teşvik eden sitozolik ve integral zar proteinleridir. Bir vezikül üzerindeki v-SNARE'lerin hedef zar üzerindeki aynı türden t-SNARE'lerle etkileşimi, vezikülleri ve hedef zarları yakın şekilde bir araya getiren çok dayanıklı kompleksler oluşturur (Şekil 14-10).

snoRNA (küçük nükleolar RNA) rRNA işlenmesinde ve nükleolustaki baz modifikasyonlarında görev yapan küçük, dayanıklı bir RNA tipi.

snRNA (küçük nüklear RNA) Nükleusa yerleşmiş birkaç küçük, dayanıklı RNA'dan biridir. Splayozomun bileşiminde beş snRNA bulunur ve bunlar pre-mRNA'ların splayında görev alırlar (Şekil 8-9 ve 8-11).

solunum kontrolü NADH ve FADH₂'nin mitokondriyal oksidasyonunun, ATP sentezi için ADP ve P'nin miktarına bağlı olması durumu..

solunum zinciri *Bkz. elektron transport zinciri.*

somatik hücre Bir gamet hücresi haricindeki herhangi bir bitki veya hayvan hücresi.

somatik hücre nüklear transferi (SCNT) Embriyonik veya yetişkin kök hücrelerden başlayarak, kültürde belli hücre tiplerinin üretimi için uygulanan işlem.

sonlandırma faktörü (RF) mRNA'da dur kodonlarını tanımlayan ve tamamlanmış polipeptid zincirinin ayrılmasına neden olan, böylece **translasyonun** (protein sentezi) sonlanmasını sağlayan ribozomal olmayan iki protein tipinden biri (Şekil 4-27).

Southern blotlama Belirli DNA dizilerinin elektroforezle ayrıldıktan sonra işaretli bir nükleik asit **probu** ile hibridizasyonları yapılarak belirlenmelerinde kullanılan teknik (Şekil 5-26)

Spemann düzenleyici Erken amfibi embriyolarının dorsal kenarında bulunan ve anterior-posterior ve dorsal-ventral örüntülemeye işlevsel olan sinyal merkezi (Şekil 22-12 ve 22-14)

SPF (S fazı- teşvik eden faktör) Ökaryotik bir hücrenin fosforilasyon özel proteinleriyle, hücre döngüsünün S fazına girişini tetikleyen bir G₁ siklin ve **siklin-bağımlı kinaz** (CDK) karışımından oluşan heterodimerik bir protein.

splaysazom Bir pre-mRNA üzerinde birleşen ve RNA **splayı** gerçekleştiren geniş ribonükleoprotein kompleksi (Şekil 8-11).

SRE bağlayıcı proteinler (SREBP'ler) ER zarında lokalize olmuş kolesterol bağımlı transkripsiyon faktörleri. Düşük hücresel kolesterol seviyelerine yanıtta aktive olurlar ve daha sonra kolesterol sentez ve taşınmasında ve ayrıca diğer lipidlerin sentezinde rol oynayan genlerin ifadesini stimule ederler (Şekil 16-38).

STAT Sinyal Transdüksiyonu ve Transkripsiyonun Aktivasyonu **Sitokin** reseptörlerine ligand bağlanmasıyla ardından, sitozolde aktive edilen transkripsiyon faktörleri sınıfı (Şekil 16-12).

stereoizomerler Aynı moleküler formüle sahip atomlardan oluşan iki bileşiğin aynı doğrultuda fakat farklı uzaysal düzenlerde birleştirilmesi. *Optik izomerlerde* dizayn edilmiş D ve L, asimmetrik bir karbon atomuna bağlı atomlardır, bunlar bir ayna görüntüsü biçiminde düzenlenirler. *Geometrik izomerler* bir çift bağ içeren moleküllerin *cis* ve *trans* formlarına sahiptir.

steroidler Kolesterol ve ilgili bileşikler içeren dört halkalı hidrokarbonların bir grubu. Çoğu önemli hormon (östrojen ve progesteron gibi) steroidtir. Steroller, bir veya daha fazla sayıda hidroksil gurubu içeren steroidlerdir.(Şekil 10- 5c)

sterosiller Corti organının hareketsiz, filamentlerle dolu kıl hücrelerinin uzantıları olup, sesle uyarılan titreşimlerle hareket ederek her kıl hücresi ile ilişkili aksonlarda depolarizasyonu tetiklerler.

substrat Bir enzim tarafından katalizlenen bir reaksiyonda görevlendirilen moleküldür.

substrat seviyesinde fosforilasyon Moleküler oksijen veya bir protondan kaynaklanan güce bağlı olmayan reaksiyonlarda sitozolik enzimler tarafından katalizlenen P_i ve ADP'nin ATP'ye dönüşümüdür.

susturucu (*İng., silencer*) Belirli bir bölgede yoğun kromatin yapıların oluşumunu tetikleyen ökaryotik DNA'daki bir dizi olup, kromatinin yoğun paketlenmesi ile transkripsiyon için gerekli proteinlerin bu diziye birkaç yüz baz çifti mesafedeki tüm genlere gelip bağlanmaları bloke edilmiş olur; ayrıca *susturucu dizi* olarak da adlandırılır.

sülfidril grubu (-SH) Sistein amino asitinde bir yan grup veya diğer moleküllerde bir hidrojen atomunun bir kükürt atomuna kovalanet olarak bağlı olması; ayrıca *tiyol grup* olarak da adlandırılır.

şaperon İki tip protein (*moleküler şaperonlar* ve *şaperoninler*) için kullanılan ortak terim. Şaperonlar hedef bir proteinin yanlış katlanmasına engel olurken, şaperoninler eksik katlanmış hedef proteinin uygun şekilde katlanmasına yardımcı olur (Şekil 3-16 ve 3-17).

Şaperonin *Bkz. şaperon.*

T hücre reseptörü Sinyal ileten multimerik CD3 kompleksiyle ilişkili olan ve değişken, sabit bölgeler içeren antijen bağlayıcı heterodimerik bir transmembran proteini (Şekil 24-29).

T hücresi Timusta olgunlaşan ve **MHC molekülü** ile kompleks yapmış antijenik peptidleri bağlayan antijene özgü reseptörleri ifade eden bir lenfosit. İki büyük sınıfı vardır: *sitotoksik* T hücreleri (CD8 yüzey belirteci, sınıf I MHC ile sınırlı, virüsle enfekte olmuş olanı ve tümör hücrelerini öldürür) ve *yardımcı* T hücreleri (CD4 belirteci, sınıf II MHC ile sınırlı, B hücrelerinin aktivasyonu için gerekli sitokinleri üretir) (Şekil 24-34 ve 24- 36).

tampon pK_a değerine yakın pH değerlerinde az miktarda kuvvetli asit veya baz ilave edildiğinde pH'sında az değişimin olduğu bir bileşiğin asit (A⁻) ve baz (HA) formundan oluşan çözeltisi.

tasnif (sorting) sinyali Bir protein içinde yer alan nispeten kısa bir amino asit dizisi olup, proteini salgı yolağında veya endositik yolakta verici bir zardan tomurcuklanan veziküllere yönlendirir (Tablo 14-2).

taşıyıcı (transport) protein Bkz. zar taşıyıcı proteini.

taşıyıcı vezikül (kesecik) Salgı yolağında çözünür ve zar “kargo” proteinlerini ileri veya geri yönde taşıyan, zar ile çevrili küçük yapı. Kesecikler verici organelden tomurcuklanma ile oluşurlar ve hedef zar ile kaynaşma sonucu içeriklerini salgırlar.

TATA kutusu Pek çok protein kodlayıcı ökaryotik genin **promotorunda**, transkripsiyon başlama kompleksinin kurulduğu yerdeki korunmuş dizi (Şekil 7-12).

telofaz Ayrılan iki kromozom takımının etrafında nükleus zarfının yeniden oluştuğu, kromozomların yoğunlaştığı ve sitoplazma bölünmesinin (sitokinez) tamamlandığı son mitotik safhadır (Şekil 18-34).

telomer Ökaryotik bir kromozomun her iki ucunda kısa telomerik (TEL) dizinin çoklu ard arda tekrarlarını içeren bölge. Kromozomların düzgün **ayrılması** için telomerlere ihtiyaç vardır ve telomerler DNA replikasyonu boyunca kromozomların kısalmasını engelleyen özel bir işlemle replike edilirler (Şekil 6-49).

tersiyer yapı Proteinlerde yan zincirler arasında çoklu kovalent olmayan etkileşimler vasıtasıyla kararlı hale getirilen bir polipeptid zincirinin üç boyutlu yapısıdır (Şekil 3-10a).

tilakoidler Kloroplastlarda bulunan düz, yassılaştırmış zarla çevrili bölmeler olup istiflenmiş bir yapıda bulunurlar ve fotosentetik pigmentleri ve **fotosistemleri** içerirler (Şekil 12-29).

Toll benzeri reseptör (TLR) Çeşitli mikrobiyal ürünleri tanıyan, hücre yüzeyi ve hücreler arası reseptörlerin bir sınıfının üyesi. Ligand bağlanması hücre tipine bağlı çeşitli yanıtları indükleyen bir sinyal yolağını başlatır (Şekil 24-35).

topojenik diziler Bir proteindeki dizi, sayı ve düzenlenmesi endoplazmik retikulum zarına çeşitli tipte transmembran proteinlerinin girmesini ve yerleşmesini yönlendiren kısımlar (Şekil 13-13).

trans Golgi ağı (TGN) Salgı yolağında ana dallanma noktası olarak işlev gören kompleks kesecikler ve zarlar ağı. En uçtaki Golgi kompartmanından tomurcuklanan kesecikler hücre yüzeyi veya lizozomlara zar ve çözünür proteinler taşır (Şekil 14-1 ve 14-17).

transfeksiyon Kültür hücrelerinin içine yabancı DNA'nın deneysel olarak sokulması. Bu süreç genellikle yabancı DNA girişinden sonra genin ifadesi ile devam eder (Şekil 5-32).

transfer (taşıyıcı) RNA Bkz. tRNA.

transformasyon (1) Konakçı hücre genomu içine alınan ve hücre genomu ile birleşmesi sonucu hücrede meydana gelen aynı zamanda *kararlı transfeksiyon* olarak da adlandırılan sürekli, kalıtsal değişiklik. (2) Genellikle bir virüs veya kansere yol açan diğer bir ajana maruz kalınması sonucu “normal” bir memeli hücresinin kanser benzeri özellikler taşıyan bir hücreye dönüşümü.

transformasyon büyüme faktörü beta (TGFβ) Hayvanların tümü veya çoğunun birçok dokusunun gelişiminde gerekli, salgılanan sinyal proteinleri ailesi. TGFβ ailesinin üyeleri uyarımdan çok büyümeyi inhibe eder. TGFβ sinyal transdüksiyon bileşenlerindeki mutasyonlar, meme kanserini de içeren insan kanserlerine neden olur (Şekil 16-3 ve 16-4).

transgen Bir bitki veya hayvana kararlı bir şekilde aktarılmış ve sonraki nesillere taşınan klonlanmış bir gen.

transgenik Bir **transgen** taşıyan herhangi bir bitki veya hayvanı ifade eder.

transistoz **Reseptör aracılı endositoz ve eksositozun kombinasyonu** ile epitel tabakasında belirli substratların taşıma mekanizması (Şekil 14- 25 ve 24-10).

transkripsiyon RNA polimerazın **komplementer** bir RNA sentezi için kalıp olarak DNA molekülünün bir zincirini kullanıldığı işlem (Şekil 4-10 ve 4-11).

transkripsiyon faktörü (TF) Ökaryotik hücrelerde transkripsiyonu başlatmak ve düzenlemek için gerekli olan ve RNA polimeraz dışında herhangi bir protein için kullanılan genel bir terim. Bütün genlerin transkripsiyonu için gerekli olan *Genel* faktörler, başlama bölgesinin yakınında transkripsiyon ön başlama kompleksinin oluşumuna katılırlar. *Özgül* faktörler, düzenleyici diziler bağlanarak belirli genlerin transkripsiyonunu uyarırlar (**aktivatörler**) ya da inhibe ederler (**represörler**).

transkripsiyon kontrol bölgesi Belirli bir genin transkripsiyonunu düzenleyen DNA dizileri için kullanılan ortak bir terim.

transkripsiyon ünitesi DNA'da bir başlama bölgesi ve bir sonlandırma bölgesi ile sınırlanmış olan ve tek bir **primer transkriptin** sentezlendiği bölge.

translasyon Amino asit dizisi bir mRNA'nın nükleotid dizisi ile belirlenen bir polipeptidin, **ribozom** aracılığıyla yapımı (Şekil 4-17).

translokon Granüllü endoplazmik retikulum zarındaki multiprotein kompleksi. Bir salgı proteini sentezlenirken ER lümenine buradan girer (Şekil 13-7).

transmembran proteini Bkz. integral zar proteini.

yer değiştirebilen DNA elementi Bir türün bütün bireylerinde benzer kromozomal konumda bulunmayan ve **transpozisyon** ile yeni bir pozisyona hareket edebilen herhangi bir DNA dizisi; aynı zamanda *hareketli DNA elementi* ve *serpiştirilmiş tekrarlar* olarak da adlandırılır (Tablo 6-1).

transpozisyon Genomda bir **hareketli DNA elementinin** yer değiştirmesi; bu olay, elementin tipine bağlı olarak bir kes ve yapıştır mekanizması veya kopyala ve yapıştır mekanizması ile olur (Şekil 6-8).

transpozon, DNA Prokaryot ve ökaryotlarda bulunan, DNA sentezini ve transpozisyonunu içeren bir mekanizma ile genomda

hareket eden **hareketli DNA elementi**. Ayrıca bkz. **retrotranspozon** (Şekil 6-9 ve 6-10).

tranzisyon (geçiş) durumu Kimyasal bir reaksiyon esnasında sistem en yüksek enerji seviyesinde bulunduğu tepkimeye girerlerin durumu; ayrıca *tranzisyon durumu ara ürününü* olarak da bilinir.

triacilgliserol Bkz. **trigliserid**.

trigliserid Hayvanlarda yağ asitlerinin depolandığı ve taşındığı ana form; bir gliserol molekülüne ester bağıyla bağlanmış üç yağ açıl zincirinden oluşur (sayfa, 491).

tRNA (transfer RNA) Protein sentezi sırasında amino asit vericisi olarak işlev gören bir grup küçük RNA molekülü. Her tRNA'ya belirli bir amino asitin kovalent olarak bağlanmasıyla **aminoaçıl-tRNA** oluşur (Şekil 4-19 ve 4-20).

trofik faktör Çok hücreli organizmalarda hücrelerin yaşaması için gerekli olan çok sayıda sinyal proteinlerinden herhangi biri; bu tür sinyallerin yokluğunda, hücreler sıklıkla apoptoz yoluyla "intihara" giderler.

tübülün Mikrotübüllerin silindirik duvarını oluşturmak üzere polimerize olan globular hücre iskeleti protein ailesi (Şekil 18-3).

tümör Hücre büyümesinin normal düzenleyicilerinin kaybına bağlı olarak oluşan ve genellikle tek bir hücreden köken alan hücre kümesi; iyi huylu veya kötü huylu olabilir.

tümör baskılayıcı gen Kodladığı protein hücre döngüsünün ilerlemesini doğrudan veya dolaylı olarak inhibe eden ve işlev kaybı mutasyonunun onkogenik olduğu herhangi bir gen. Birçok tümör baskılayıcı genlerin (ör. *RB*, *APC* ve *BRCA1*) tek bir mutant alelinin kalıtımı, kolon kanseri ve diğer kanser tiplerinin gelişim riskini büyük ölçüde artırır (Şekil 25-9 ve 25-11).

ubiküitin Diğer hücre içi proteinlere kovalent olarak bağlanabilen ve **proteozom** ile bu proteinlerin yıkılması için onları etiketleyen, lizozom için onları ayıran veya hedef proteinin işlevinde değişiklik yapan küçük bir protein (Şekil 3-29).

uniport Küçük bir molekülün konsantrasyonun az olduğu tarafta, bir zardan **kolaylaştırılmış taşınma** vasıtasıyla bir zar proteinini (*uniporter*) aracılığıyla geçtiği taşınma tipi. Glikoz taşıyıcıları (**GLUT proteinleri**) iyi çalışılmış olan uniport örnekleridir (Şekil 11-3, [3A]).

uzama faktörü (EF) Başlama aşamasını takiben mRNA translasyonunun (protein sentezi) devamı için gerekli olan ribozomal olmayan proteinlerin bir grubu (Şekil 4-25).

uzun terminal tekrarlar (LTR) Viral retrotranspozonların ve entegre olmuş retroviral DNA'nın kodlanan bölgelerini içeren, 600'den fazla baz çiftine sahip, doğrudan tekrarlanan dizilerdir.

van der Waals etkileşimi Atomların etrafındaki küçük, geçici asimetric elektron dağılımları nedeniyle oluşan zayıf ve **kovalent olmayan etkileşim** (Şekil 2-10).

vektör Hücre biyolojisinde, konak hücreye gen klonlamak amacıyla bir cDNA ya da genomik DNA parçası taşıyan ve kendi ken-

dine replike olabilen genetik bir element. Yaygın olarak, kullanılan vektörler bakteriyel plazmidler ve bakteriyofaj genomlarıdır. Ayrıca bkz. **ifade vektörü** ve **mekik vektör** (Şekil 5-13).

viral zarf Bazı virüslerin (ör., grip ve kuduz virüsleri) dışını çevreleyen fosfolipid çift tabaka yapı; konak hücre zarından tomurcuklanma ile oluşur ve virus tarafından kodlanan glikoproteinleri içerir (Şekil 4-47).

virion Bir viral partikül.

virüs Yalnızca duyarlı konak hücrede replike olabilen, bir protein kılıf ile çevrilmiş nükleik asit (DNA ya da RNA) içeren, küçük bir hücre içi parazit: hücre biyolojisi araştırmalarında da yaygın olarak kullanılır (Şekil 4-44).

V_{max} Bir zar boyunca moleküllerin protein aracılı taşınması gibi işlemler veya enzimle katalizlenen bir reaksiyonun azami hızını tanımlayan parametre (Şekil 3-22 ve 11-4).

Westren blotlama Elektroforezle ayrılan proteinlerin nitrosetülöz ya da başka bir membrana bağlandığı ve özgül proteinlerin daha sonra işaretlenmiş antikor kullanılarak belirlendiği bir teknik; ayrıca **immünoblotlama** olarak da adlandırılır (Şekil 3-38).

Wnt Hayvanların tümü veya çoğunda birçok dokunun gelişiminde kullanılan salgılanmış sinyal proteinleri ailesi. Wnt sinyal aktarım bileşenlerindeki mutasyonlar insan kanserlerinden, özellikle kolon kanserinden sorumludur. Reseptörler, yedi transmembran parçalı Frizzled sınıfı proteinlerdir (Şekil 16-32).

X-ışını kristalografisi Saflaştırılmış moleküllerin kristalinden x-ışınları geçirerek ve sonuçta oluşan farklı noktaların kırılım örneklerini analiz ederek, makromoleküllerin (özellikle proteinler ve nükleik asitler) üç boyutlu yapısını belirlemede yaygın olarak kullanılan bir teknik (Şekil 3-42).

yabanıl tip Bir gen, protein, hücre veya organizmanın mutant olmayan normal formu.

yağ asidi Bir ucunda karboksil grubu taşıyan uzun herhangi bir hidrokarbon zinciri; metabolizma esnasında büyük bir enerji kaynağı ve fosfolipid, trigliserit ve kolesterol esterlerin sentezi için bir öncül (prekürsör) (Şekil 2-21; Tablo 2-4).

yama kaskacı (İng., patch clamp) Tek bir iyon kanalından veya tüm hücrenin zarı boyunca, ucu hücre zarının küçük bir yamasına uygulanan bir mikropipet kullanarak iyon akışının saptanması tekniği.

yan zincir Amino asitlerde, her amino asidin ayırıcı özelliklerini belirleyen α karbon atomuna bağlı, aynı zamanda *R grubu* olarak da adlandırılan yan grup (Şekil 2-14).

yarılma (bölünme) Embriyogenezde döllenmeyi takiben yavaş büyüyen ve gittikçe küçülen hücrelere sebep olan bir seri hızlı hücre bölünmesi; sonuç, memelilerde blastosist veya diğer hayvanlarda blastulanın oluşumudur. Aynı zamanda moleküllerin hidrolizi için bir sinonim olarak kullanılır (Şekil 22-1ve 22-8).

yüksek enerjili bağ Olağan hücre içi koşullarda hidroliz olduğunda büyük miktarda enerji açığa çıkaran kovalent bağ. Örnek olarak ATP'deki fosfoanhidrit bağları, asetil CoA'daki tiyoester bağı ve çeşitli fosfat ester bağları verilebilir.

zar potansiyeli Bir alandaki pozitif iyonların (katyonların), başka bir alandaki negatif iyonların (anyonların) hafif artışından dolayı zarda meydana gelen ve voltla ifade edilen elektrik potansiyel farkı (Şekil 11-17 ve 11-18).

zar transport proteini Bir ya da daha fazla spesifik iyon veya küçük molekülün hücresel bir zardan taşınmasını sağlayan herhangi bir integral zar proteini için kullanılan kolektif bir terim (Şekil 11-3).

zarf *Bkz. nüklear zarf veya viral zarf.*

zigot Dölllenmiş yumurta; bir dişi ve erkek **gamet**in kaynaşmasıyla oluşan diploit hücre.

İTERAKTİF BAĞLANTILAR



Ders sorumlusuna ait CD-ROM ve www.whfreeman.com/lodish6e Web adresinde bulunan medya kaynakları listesi aşağıda verilmiştir. Yazarlar tarafından anlatılan 25 adet sesli kayıta ilaveten, bu kitapta 125'in üzerinde animasyon ve video bulunmaktadır.



Hem MP3 ve hem de bilgisayarınız için uyumlu olan animasyonlar üç farklı amaca hizmet etmektedir:

- Genel Animasyonlar (toplam 21 adet) anahtar olaylara değinmektedir.
- Detaylı Animasyonlar (toplam 38 adet) aynı olayları detaylı olarak ele almaktadır.
- Teknik Animasyonlar (toplam 13 adet) günümüz araştırmacıları için hali hazırda bulunan deneysel teknikleri sunmaktadır.



Videolar (toplam 64 adet): En son deneysel teknikler kullanılarak, anahtar hücresel olayların canlı sistemde çekilmiş araştırma videoları.



Sesli Kayıtlar (toplam 25 adet): Yazarlar tarafından seslendirilen bu sesli kayıtlar, öğrenciye metinde geçen kilil şekilleri daya derinliğine anlamasını ve bilimsel keşfin heyecan duygusunu yaşatır.

BÖLÜM 1 YAŞAM HÜCRELERLE BAŞLAR

Video: Bir Karaciğer Hücrelerine Giren ve Çıkan Plasmodium *Sporozoit*'i (Şekil 1.4)

Video: Erken Embriyonik Gelişim (Şekil 1.7)

Genel Animasyon: Biyolojik Enerji Dönüşümü (Şekil 1.14)

Genel Animasyon: Bir Hücresinin Hayat Döngüsü (Şekil 1.17)

Detaylı Animasyon: Mitoz (Şekil 1.21)

Sesli Kayıt: Yaygın Deneysel Organizmalar (Şekil 1.25)

BÖLÜM 2 KİMYASAL TEMELLER

Sesli Kayıt: Makromoleküller Çok Sayıda Ligandı Bağlayabilirler (Şekil 2.24)

BÖLÜM 3 PROTEİNLERİN YAPI VE İŞLEVİ

Genel Animasyon: Protein Yapısının Yağ Damlası Modeli (Şekil 3.7)

Detaylı Animasyon: Şaperon Aracılı Katlanma (Şekil 3.16)

Video: GroEL ATPaz Döngüsü (Şekil 3.17)

Genel Animasyon: Proteazom (Şekil 3.29)

Teknik Animasyon: Bir Proteinin Hayat Döngüsü (Şekil 3.4)

Teknik Animasyon: SDS Jel Elektroforezi (Şekil 3.35)

BÖLÜM 4 TEMEL MOLEKÜLER GENETİK MEKANİZMALAR

Video: Çift Zincir DNA'yı Eğen TATA Kutusu Bağlanma Proteininin Dönen Üç Boyutlu Modeli (Kısım 4.1)

Detaylı Animasyon: Temel Transkripsiyon Mekanizması (Şekil 4.11)

Video: Bir Bakteriyel Ribozomun Dönen 3D Modeli (Şekil 4.23)

Detaylı Animasyon: Protein Sentezi (Şekil 4.25)

Detaylı Animasyon: DNA Polimerazla Nükleotid Polimerizasyonu (Şekil 4.30)

Detaylı Animasyon: Düz ve Kesikli Zincirin Sentezinin Koordinasyonu (Şekil 4.31)

Detaylı Animasyon: DNA'nın İki Yönlü Replikasyonu (Şekil 4.32)

Detaylı Animasyon: Düz ve Kesikli Zincirin Sentezinin Koordinasyonu (Şekil 4.33)

Genel Animasyon: Bir Retrovirüsün Hayat Döngüsü (Şekil 4.49)

Detaylı Animasyon: Retroviral Gen İfadesi (Kısım 4.7)

Detaylı Animasyon: Retroviral Genom Entegrasyonu (Kısım 4.7)

BÖLÜM 5 MOLEKÜLER GENETİK TEKNİKLERİ

Detaylı Animasyon: Mitoz (Şekil 5.3)

Detaylı Animasyon: Bir Bakteriye: Mayoz (Şekil 5.3)

Teknik Animasyon: Reseptörlerin Ekspresyon Klonlanması (Kısım 5.2)

Teknik Animasyon: Plazmit Klonlama (Şekil 5.14)

Teknik Animasyon: DNA'nın Dideoksi Dizilenmesi (Şekil 5.21)

Teknik Animasyon: Polimeraz Zincir Reaksiyonu (Şekil 5.23)

Teknik Animasyon: Bir Oligonükleotid Dizininin Sentezlenmesi (Şekil 5.29)

Teknik Animasyon: Gen İfade Motifleri İçin Tarama (Şekil 5.29)

Video: ES Hücrelerinin Bir Blastosiste Mikroenjeksiyonu (Şekil 4.41)

Teknik Animasyon: Transgenik Bir Farenin Yapımı (Şekil 5.43)

Video: Bir Fare Zigotunun Pronukleusuna Enjekte Edilmiş DNA (Şekil 5.43)

Sesli Kayıt: RNA Müdahalesi (RNA İnterferans) (Şekil 5.45)

BÖLÜM 6 GENLER, GENOMİK VE KROMOZOMLAR

Sesli Kayıt: Ökaryotik Transkripsiyon Üniteleri (Şekil 6.3)

Detaylı Animasyon: Retroviral Revers Transkripsiyon (Şekil 6.14)

Detaylı Animasyon: Telomer Replikasyonu (Şekil 6.48)

Detaylı Animasyon: Telomer Replikasyonu (Şekil 6.49)

BÖLÜM 7 GEN İFADESİNİN TRANSKRİPSİYONEL KONTROLÜ

Sesli Kayıt: Pol II Öncü Başlatma Kompleksinin Kurulumu (Şekil 7.31)

Video: RNA Polimeraz II Öncü Başlatma Kompleksinin 3D Modeli (Şekil 7.32)

Teknik Animasyon: Maya İki-Hibrit Sistemi (Şekil 7.45)

Video: Glukokortikoid Reseptörünün Hormonla Regüle Olan Nükleer Translokasyonu (Şekil 7.49)

BÖLÜM 8 TRANSKRİPSİYON SONRASI GEN KONTROLÜ

Genel Animasyon: Bir mRNA'nın Hayat Döngüsü (Şekil 8.2)

Video: hnRNP A1'nin Nukleositol plazmik Gidiş-Gelişi (Şekil 8.4)

Sesli Kayıt: İntronların Keşfi (Şekil 8.6)

Detaylı Animasyon: mRNA Splaysı (Şekil 8.9)

Detaylı Animasyon: mRNA Splaysı (Şekil 8.11)

Video: Canlı Hücrelerde Pre-mRNA Splays Faktörü Hareketinin Dinamik Doğası (Şekil 8.15)

BÖLÜM 9 HÜCRENİN GÖRÜNTÜLENMESİ, FRAKSİNASYONU VE KÜLTÜRÜ

Genel Animasyon: Protein Salgılanması (Şekil 9.5)

Video: Bir Golgi Kompleksinin 3D Modeli (Şekil 9.6)

Video: Bir Mitokondrinin Üç Boyutlu Modeli (Şekil 9.8)

Sesli Kayıt: Işık ve Elektron Mikroskopisi (Şekil 9.14)

Teknik Animasyon: Monoklonal Antikorların Hazırlanması (Şekil 9.35)

BÖLÜM 10 BİYOLOJİK ZARIN YAPISI

Sesli Kayıt: Halka Şeklinde Fosfolipidler (Şekil 10.17)

BÖLÜM 11 İYONLARIN VE KÜÇÜK MOLEKÜLLERİN ZAR GEÇİŞLİ TRANSMEMBRAN TAŞINIMI

Video: Hipotonik Solüsyonda Akuaporin İfadesinde Patlama Olan Kurbağa Yumurtası (Şekil 11.7)

Genel Animasyon: Biyolojik Enerji Dönüşümü (Şekil 11.12)

Genel Animasyon: Biyolojik Enerji Dönüşümü (Şekil 11.24)

Genel Animasyon: Biyolojik Enerji Dönüşümü (Şekil 11.25)

Sesli Kayıt: İki Na⁺/Bir Lösin Simporteri (Şekil 11.26)

BÖLÜM 12 HÜCRESEL ENERJETİK

Video: Elektron Tomografi İle Yeniden Oluşturulmuş Mitokondri (Şekil 12.6)

Video: Mitokondriyel Füzyon ve Fizyon (Şekil 12.7)

Detaylı Animasyon: Elektron Taşınması (Şekil 12.16)

Detaylı Animasyon: Proton Translokasyonu, Dönen F-ATPaz (Şekil 12.24)

Detaylı Animasyon: ATP Sentezi (Şekil 12.25)

Video: ATP Sentaza Bağlanan Aktin Filamentinin Hareketi (Şekil 12.26)

Detaylı Animasyon: Fotosentez (Şekil 12.33)



BÖLÜM 13 PROTEİNLERİN ZARLARA VE ORGANELLERE TAŞINMASI

Genel Animasyon: Protein Tasnifi (Şekil 13.1)

Video: Bir Protein Translokasyon Kanalınn Üç Boyutlu Modeli (Şekil 13.1)

Sesli Kayıt: ER İçine Protein Translokasyonunda Sinyal Tanıma Partikülünün Yapı ve Fonksiyonu (Şekil 13.5)

Detaylı Animasyon: Zara Bağlı ve Salgı Proteinlerinin Sentezi (Şekil 13.6)

BÖLÜM 14 VEZİKÜLER TRAFİK, SALGILAMA VE ENDOSİTOZ

Genel Animasyon: Protein salgılanması (Şekil 14.1)

Video: VSVG-GFP'nin Salgı Yolağı Boyunca Taşınması (Şekil 14.2)

Video: KDEL Reseptör Trafığı (Şekil 14.13)

Video: Bir Golgi Kompleksinin Üç Boyutlu Modeli (Şekil 14.15)

Video: Bir Klatrin Kılıfın Doğuşu (Şekil 14.18)

Video: Canlı Hücrelerin Golgisinde Apikal ve Bazolateral Kargonun Ayrılması (Şekil 14.25)

Sesli Kayıt: HIV'in Plazma Zarından Tomurcuklanması (Şekil 14.34)

BÖLÜM 15 HÜCRE SİNYAL İLETİMİ I: SİNYAL İLETİMİ VE KISA SÜRELİ HÜCRESEL YANITLAR

Genel Animasyon: Hücre Dışı Sinyal (Şekil 15.1)

Detaylı Animasyon: Sinyal Yolaklarında İkincil Mesajcılar (Şekil 15.9)

Video: Bir Dictyostelium Hücresinin Bir Kemoatraktan Olan cAMP'ye Doğru Kemotaksisi (Kısım 15.4)

Genel Animasyon: Hücre Dışı Sinyal (Şekil 15.13)

Sesli Kayıt: Floresan Rezonans Enerji Transferi (FRET) ile G Proteinlerinin Aktivasyonlarının Ölçülmesi (Şekil 15.14)

Genel Animasyon: Hücre Dışı Sinyal (Şekil 15.20)

Detaylı Animasyon: Sinyal Yolaklarında İkincil Mesajcılar (Şekil 15.30)

Teknik Animasyon: Raportör Oluşumlar (Şekil 15.34)

BÖLÜM 16 HÜCRE SİNYAL İLETİMİ II: GEN AKTİVİTESİNİ KONTROL EDEN SİNYAL YOLAKLARI

Detaylı Animasyon: TGF Sinyal Yolağı (Şekil 16.4)

Genel Animasyon: Hücre Dışı Sinyal (Şekil 16.27)

Sesli Kayıt: Maya MAP Kinaz Şelalelerinde İskele Proteinleri (Şekil 16.28)

Video: cAMP Uyarımına Cevap Olarak Bir Dictyostelium Hücresinin Protein Dinamiği (Şekil 16.30)

Video: Kemotaktik Bir Dictyostelium Hücresinde PI-3 Kinazın Lokal Aktivasyonu (Kısım 16.5)

Video: Bir Dictyostelium Hücresinin Bir Kemoatraktan Olan cAMP'ye Doğru Kemotaksisi (Kısım 16.5)

Genel Animasyon: Hücre Dışı Sinyal (Şekil 16.31)

BÖLÜM 17 HÜCRE ORGANİZASYONU VE HAREKETİ I: MİKROFİLAMENTLER

Detaylı Animasyon: Aktin Polimerizasyonu (Şekil 17.7)

Detaylı Animasyon: FH2 Dimerinin Oluşumu ile Aktin Filamentinin Uzaması (Şekil 17.13)

Video: Aktive Olmuş Arp2/3 ile Oluşan Aktin Filament Dallanmasının Doğrudan Gözlenmesi (Şekil 17.15)

Video: Bakteriler ile Enfekte Olmuş Listeria'da Aktin Kuyruklarının in vivo Kurulumu (Şekil 17.17)

Teknik Animasyon: in vitro Miyozin Hareket Ölçülmesi (Şekil 17.21)

Detaylı Animasyon: Miyozin-Aktin Çapraz Köprü Döngüsü (Şekil 17.24)

Sesli Kayıt: Aktin Filamentlere Karşı Miyozinin Hareketi (Şekil 17.24)

Genel Animasyon: Mayada Miyozin V tarafından Çok Sayıda Kargonun Taşınması (Şekil 17.36)

Video: Balık Keratinosit Göçünün Mekanizmaları (Şekil 17.38)

Video: Göç Eden Bir Fibroblastda Aktin Dinamiği (Şekil 17.39)

Video: Bir Dictyostelium Hücresinin cAMP'ye Doğru Kemotaksisi (Kısım 17.7)

Video: Göç Eden Hücrelerde Mikrotübül ve Aktin Hareketleri (Kısım 17.7)

BÖLÜM 18 HÜCRE ORGANİZASYONU VE HAREKETİ II: MİKROTÜBÜLLER VE ARA FİLAİMENTLER

Video: Kültür Hücrelerinde Mikrotübüllerin Sitoplazmik Kurulumu (Şekil 18.11)

Video: GFP-EB1 Yardımı ile Mikrotübül Uçlarının in vivo Görüntülenmesi (Şekil 18.15)

Video: Mürekkkepbalığı Aksonunda Mikrotübüller Boyunca Organel Hareketi (Şekil 18.18)

Video: in vitro Olarak Mikrotübüller Boyunca Kinezin-1 İle Sağlanan Vezikül Taşınması (Şekil 18.20)

Sesli Kayıt: Bir Mikrotübül Boyunca Kinezin Hareketi (Şekil 18.22)

Detaylı Animasyon: Kinezin-Mikrotübül Kademeli Döngüsü (Şekil 18.22)

Video: Salgı Veziküllerinin Mikrotübüllerden Aşağı Doğru Taşınması (Şekil 18.27)

Video: Endoplazmik Retikulumdan Golgiye Mikrotübüller Boyunca Veziküllerin Taşınması (Şekil 18.27)

Video: Balık Melanoforlarında Pigment Granüllerinin Toplanması ve Dağılımı (Şekil 18.28)

Detaylı Animasyon: Mitoz (Şekil 18.34)

Video: Kromozomların Dansı: Bir Kültür Hücresinde Mitozun DIC Mikroskopi ile Görüntülenmesi (Kısım 18.6)

Video: Mitozda Mikrotübül Koşu Bandı (Kısım 18.6)

Detaylı Animasyon: Mikrotübül Dinamiği (Kısım 18.6)

BÖLÜM 19 HÜCRELERİN DOKULARA DÖNÜŞMESİ

Sesli Kayıt: E-kadherin Fermuarı (Şekil 19.11)

Video: Bir Kollajen Jelinde Fibroblastlar Tarafından Oluşturulan Mekanik Kuvvetler (Şekil 19.32)

Detaylı Animasyon: Lökosit Estravazasyonunda Hücre-Hücre Adezyonu (Şekil 19.36)

Detaylı Animasyon: Tip IV Kollajen Kurulumu (Kısım 19.3)

Detaylı Animasyon: Tip I Kollajen Kurulumu (Kısım 19.4)

BÖLÜM 20 ÖKARYOTİK HÜCRE DÖNGÜSÜNÜN DÜZENLENMESİ

Genel Animasyon: Hücre-Hücre Kontrolü (Şekil 20.1)

Detaylı Animasyon: Mitoz (Şekil 20.2)

Video: Bir Drosophila Embriyosunda Eş Zamanlı Hücre Bölünmeleri (Kısım 20.1)

Video: Mitoz Esnasında Nüklear Kılıf Dinamiği (Şekil 20.24)

Video: S.cerevisiae’de Mitoz ve Tomurcuklanma (Şekil 20.25)

Sesli Kayıt: G1 Siklinin S Fazına Girişi Kontrolü (Şekil 20.27)

Video: HeLa Hücrelerinde Siklin B1’in Dinamik Davranışı (Kısım 20.6)

Detaylı Animasyon: Mayoz (Şekil 20.38)

Video: C. elegans embriyogenezi Sırasında Tek Hücreli Basamakta Normal Hücre Bölünmesi (Kısım 20.7)

Video: Mikrotübüllerin Tutunması İçin Gerekli Bir Kinetokor Proteininin (knl-3) RNAi ile Yok Edilmesi Sonucu Erken C. elegans embriyolarında Tek Hücreli Basamakta Anormal Kromozom Dağılımı (Kısım 20.7)

BÖLÜM 21 HÜCRENİN DOĞUMU, SOYUNUN DEVAMI VE ÖLÜMÜ

Video: C. elegans Sürünme Hareketi (Şekil 21.4)

Video: C. elegans Embriyogenezinin Hızlı-Çekim Görüntülenmesi (Şekil 21.5)

Sesli Kayıt: Bağırsak Epitelinde Kök Hücreler (Şekil 21.11)

Video: ASH1’in Zardaki Konumu (Şekil 21.28)

Video: Drosophila Embriyosunda Ektodermal Hücre Bölünmeleri (Şekil 21.29)

Video: Drosophila Nöroblast Hücre Bölünmesinde Mitotik İğn Asimetrisi (Şekil 21.31)

Video: Apoptoz Giden Hücreler (Şekil 21.33)

Video: C. elegans Embriyonik Gelişiminde Programlı Hücre Ölümü (Şekil 21.36)

Detaylı Animasyon: Apoptoz (Şekil 21.41)

BÖLÜM 22 GELİŞİMİN MOLEKÜLER HÜCRE BİYOLOJİSİ

Video: Drosophila Embriyogenezinin Hızlı-Çekim Görüntülenmesi (Şekil 22.21)

Genel Animasyon: Embriyonik Gelişimde Gen Kontrolü (Şekil 22.24)

Video: Drosophila Embriyosunda Segmentasyon Genlerinin İfadesi (Şekil 22.27)

Video: Drosophila Embriyogenezinde Erken İfade- nin Oluşumu (Şekil 22.28)

Sesli Kayıt: Hox Gen Kümeleri (Şekil 22.32)

BÖLÜM 23 SINIR HÜCRELERİ

Sesli Kayıt: Görme-Motifleri Belirleme ve Tanıma (Şekil 23.26)

BÖLÜM 24 İMMÜNOLOJİ

Sesli Kayıt: Antikorların Keşfi (Şekil 24.7)

BÖLÜM 25 KANSER

Sesli Kayıt: ras Onkogeninin Belirlenmesi (Şekil 25.6)

Video: in situ Olarak ve Kültürde Sıçan Meme Adenokarsinoma Hücrelerinin Hareketliliği (Kısım 25.1)

Detaylı Animasyon: TGFβ Sinyal Yolağı (Şekil 25.24)

MOLEKÜLER HÜCRE BİYOLOJİSİ, Altıncı Baskı eKitap: İnternete bağlı herhangi bir bilgisayardan kolayca erişilebilen bu isteğe bağlı düzenlenebilen eKitap, öğrencilere tüm kitap içeriğini hissetmeye dayalı, kolay kullanılabilir bir formatta aktif bir öğrenme yaklaşımı sunmaktadır.

- eKitap, tam metin aramayı ve Google da bağlanan detaylı bir sözlük sunmaktadır.
- Şekiller sayfalarda doğrudan görünmekte ve daha detaylı inceleme için büyütülebilmektedir.
- eKitabın güçlü not alma, istenilen kısmın üzerinin işaretlemesi, imleme ve sınıf notları, resim veya web bağlantıları gibi eğitimci kısaltmaları kullanılarak, öğrenciler isteğe bağlı uyarılama yapabilirler.
- eKitap tüm animasyon, video ve sesli kayıtları ile tam bir interaktif ortam sunmaktadır.

Daha çok bilgi için: www.ebooks.bfwpub.com

W. H. Freeman and Company
41 Madison Avenue
New York, NY 10010
Houndmills, Basingstoke RG21 6XS, İngiltere