KAZANIMLARA %100 UYUMLUDUR

CİCİ BİYOLOJİCİ
12.SINIF MEB DERS KİTABI KONU ANLATIM NOTLARI

YouTube konu anlatımlarında kullanılan notlardır

biyolojici.net

Soru bankalarına değil, YKS'ye hazırlayan öğretmen

YouTube Cici Biyolojici

biyolojicinet

GENDEN PROTEİNE

ANAHTAR KAVRAMLAR

- DNA LİGAZ
- DNA POLİMERAZ
- GEN
- HELİKAZ
- KROMOZOM
- NÜKLEİK ASİT
- NÜKLEOTİT
- DNA REPLİKASYONU

1.1. NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ

1.2. GENETİK ŞİFRE VE PROTEİN SENTEZİ

Ciçi Biyolojici

NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞİF SÜRECİ

*İsviçreli Biyokimyacı **Friedrich Miescher (Fredrik Mişher)**, 1869 yılında ilk olarak akyuvarda daha sonra ise balık spermi ve yumurtalarının çekirdeğinde **nükleik asitlerin varlığını** gözlemlemiştir.

*Miescher, çekirdek içerisinde asit özelliği gösteren bu moleküllere **nüklein** adını vermiştir.

*Daha sonraları nüklein, **nükleik asit** olarak adlandırılmıştır.

*Nükleik asitlerin başlangıçta **sadece hücre çekirdeğinde bulunduğu** kabul edilmiştir.

*Sonraki yıllarda ise yapılan bilimsel çalışmalarda nükleik asitlerin **ökaryot hücrelerin mitokondri, kloroplast ve ribozom gibi organellerinde** bulunduğu da tespit edilmiştir.

*Prokaryot canlılarda ise nükleik asitlerin hücre sitoplazmasında ve ribozomlarında yer aldığı görülmüştür.

*1884 yılında **Oscar Hertwig (Oskar Hörtvik), nükleik asitlerin kalıtımın aktarılmasından sorumlu** kimyasallar olduğunu ileri sürmüştür.

*I. Dünya Savaşı yıllarında Alman Kimyager **Robert Feulgen (Rabırt Fölgen)**, kendi geliştirdiği DNA boyama tekniği ile **DNA'nın kromozomların içerisinde bulunduğunu** gösterdi.

***Phoebus Aaron Theodare Levene (Pobebus Aron Tiedor Levin), nükleik asit moleküllerinin temel biriminin nükleotit** olduğunu ispatladı.

*1928 yılında **Frederick Griffith (Frederik Griffit), kalıtım materyalini aktaran molekülün** varlığını tespit etmek amacıyla çeşitli deneyler yapmıştır.

***Griffith** yaptığı bu deneylerde **kalıtım materyalini aktaran bir dönüştürücü madde** tespit etti. **Ancak ne olduğunu bulamadı.**

*Bu maddenin **protein ya da proteinin sentezinde rol alan bir bileşik** olabileceğini önerdi.

*1940'lara kadar yapıları ve özgül işlevlere sahip olmaları nedeniyle **proteinlerin genetik materyal olabileceklerine daha sıcak bakılıyordu.**

*Ancak yapılan deneyler sonucu elde edilen bulgular, **genetik bilgi taşıyıcısının protein değil de DNA olduğunu ispatlamıştır.**

*Griffith'in deneylerinden yaklaşık 20 yıl sonra **Oswald Avery (Ozvıld Avri), Maclyn McCarty (Maklin Makkarti) ve Colin MacLeod (Kolin Makleod)** dönüştürücü maddenin ne olabileceğini sorgulamaya başladılar.

*Grifith'in yaptığı deneyleri biraz daha geliştirdiler.

*S suşu bakteriyi, çeşitli çözeltilerden geçirip enzimlerle parçaladılar.

*DNA, RNA, karbonhidrat, lipit ve protein moleküllerini izole edip ayırdılar.

Biyolojici

*Bu maddelerden hangisinin dönüşüme neden olduğunu bulmak için deneyler yapmaya başladılar.

*Deneyler sonucu R suşu bakterilerin S suşuna dönüşümünden sorumlu maddenin DNA olduğunu belirlediler.

*1944 yılında dönüşüm prensibinin kimyasal doğası ile ilgili makalelerini yayımladılar.

*Bu çalışmalar **DNA'nın genetik materyal olarak kabul edilmesinde** ilk adım olarak kabul edilir.

***Alfred Hershey (Alfırıd Hörşi) ve Martha Chase (Marta Çeys)**, dönüşüme **hâlâ protein parçalarının sebep olduğuna** inanıyorlardı.

*Bu nedenle yeni deneyler yapmaya karar verdiler.

*Bakteriyofajların (bakteri içinde çoğalan virüs) DNA ve proteinden oluştuklarını, bakteriyofajların bakterilere bulaştıklarında hücreye bir madde gönderdiklerini biliyorlardı.

*Hücreye giren bu madde, bakterinin DNA'sına müdahale ediyor ve bakteriyofajların çoğalmasına sebep oluyordu.

*Bu maddenin ne olduğunu bulmak için 1952 yılında bakteriyofajlar ile deneyler yapmaya başladılar.

***Hershey ve Chase, faj proteini ve nükleik asidinin bakteri hücresinin üreme işlemindeki işlevini açıkça ortaya koydular.**
***Deneylerinde bakteri hücresi içerisinde fajın nükleik asidinin çoğaldığını, protein kılıfının ise bakteri hücresine giremediğini tespit ettiler. Böylece DNA'nın genetik materyal olduğunu ispatladılar.**

*DNA'nın kalıtsal bilgileri taşıyan molekül olduğu anlaşıldıktan sonra kimyasal yapısını ve görevini anlamak için çeşitli araştırmalar yapılmıştır.

*1949 yılında **Erwin Chargaff (Örvin Şargaf)**, farklı organizmalardan izole ettiği saf **DNA'larının baz dizilimlerini incelediğinde türden türe baz dizilimlerinin değiştiğini keşfetmiştir**.

***Erwin Chargaff**, aynı zamanda bir **bireyin değişik dokularından izole ettiği saf DNA'ların baz dizilerini karşılaştırdığında dizilerin aynı olduğunu açıklamıştır**.

Cici Biyolojici

*1950'li yıllarda **Rosalind Franklin**, DNA'nın zincirlerini **X- ışınları**na maruz bırakarak molekülün saçtığı ışınları belirlemiş ve **X- ışını kırınımı fotoğraf**ını çekmiştir.

***Fotoğraflama sonucunda DNA'nın belirli aralıklarla tekrarlayan sarmal bir yapıya sahip olduğunu göstermiştir**.

*1953 yılında yayımladıkları makalede **James Watson (Ceyms Vatsın) ve Francis Crick (Frensis Krik)** daha önce yapılan çalışmalardaki bulgulardan ve çekilen fotoğraflardan yararlanarak **DNA'nın çift sarmal modelini ortaya koydular**.

*James Watson ve Francis Crick, önceki çalışmalar sonucu ortaya çıkan bilgileri de kullanarak adenin-timin, guanin-sitozin eşleşmesinin olması gerektiğini belirttiler.

*Azotlu bazların sarmalın iç kısmında, şeker ve fosfat gruplarının ise sarmalın dış kısmında bulunduğu DNA çift sarmal modelini tasarlayarak bu DNA modelini **Nature (Neyçır) Dergisinde bir makalede yayımladılar**.

*Bu çalışmalarından dolayı Watson ve Crick, 1962 yılında **Nobel Ödülü** aldılar.

NÜKLEİK ASİTLERİN ÇEŞİTLERİ VE GÖREVLERİ

*Canlılarda gerçekleşen tüm metabolik olayları denetleyen, genetik özelliklerin kuşaktan kuşağa aktarılmasını sağlayan ve canlıları birbirinden farklı kılan organik moleküllere **nükleik asitler** denir.

***Çift zincirli** ve **sarmal** yapıda olan, kalıtımda görev alan nükleik asit çeşidine **DNA (deoksiribonükleikasit)** adı verilir.

***Tek zincirli** olan ve **protein sentezinde görev** alan nükleik asit çeşidine de **RNA (ribonükleikasit)** adı verilir.

*Nükleik asitler; **C, H, O, N ve P atom**larından oluşan karmaşık yapılı büyük organik moleküllerdir.

*Nükleik asitler, birbirine **fosfodiester bağları** ile bağlanmış, dehidrasyon sentezi ile oluşan **nükleotit** zincirlerinin oluşturduğu polimerlerdir.

*Bu polimerler, tüm canlılarda **hem genetik özelliklerin aktarımını hem de protein sentezi gibi karmaşık olayların yönetimini** sağlar.

Cici Biyolojici

*Bu nedenle nükleik asitlere **yönetici moleküller** de denir.

*Yönetici moleküller, **tüm canlılarda ve virüslerde** bulunur.

*Tek hücrelilerin ve çok hücreli organizmaların metabolik faaliyetleri, DNA'daki **genler** ile kontrol edilir ve yönetilir.

***Genel anlamda temel bilgileri taşıyan molekül DNA** iken **bazı virüslerde genel bilgileri taşıma rolünü RNA üstlenir.**

*DNA, hücrenin temel mimarisini oluşturan ve metabolik faaliyetlerin gerçekleşmesini sağlayan proteinleri doğrudan üretmez.

***DNA** molekülü, boyutları nedeniyle **hücre çekirdeğinin dışına çıkamaz.**

*Bu nedenle **DNA proteinlerin üretimini RNA adı verilen mesaj taşıyıcıyı moleküller aracılığıyla** kontrol eder.

*RNA, protein sentezlemek için sitoplazmadaki ribozomlar ve bazı yardımcı moleküllerle birleşir.

*Böylece DNA'daki **genetik bilgi önce RNA'ya aktarılır**. Daha **sonra da protein sentezlenir**.

*Her hücre bölünmesinde DNA, kendini eşleyerek bir kopyasını oluşturur.

*Böylece bir nesildeki genetik bilgi, bir sonraki nesle aktarılır.

DNA

Watson ve Crick'in DNA** modeline göre DNA molekülü, **ip şeklinde bir merdivene benzetilebilir.

***Basamakları**, organik bazlar oluşturur.

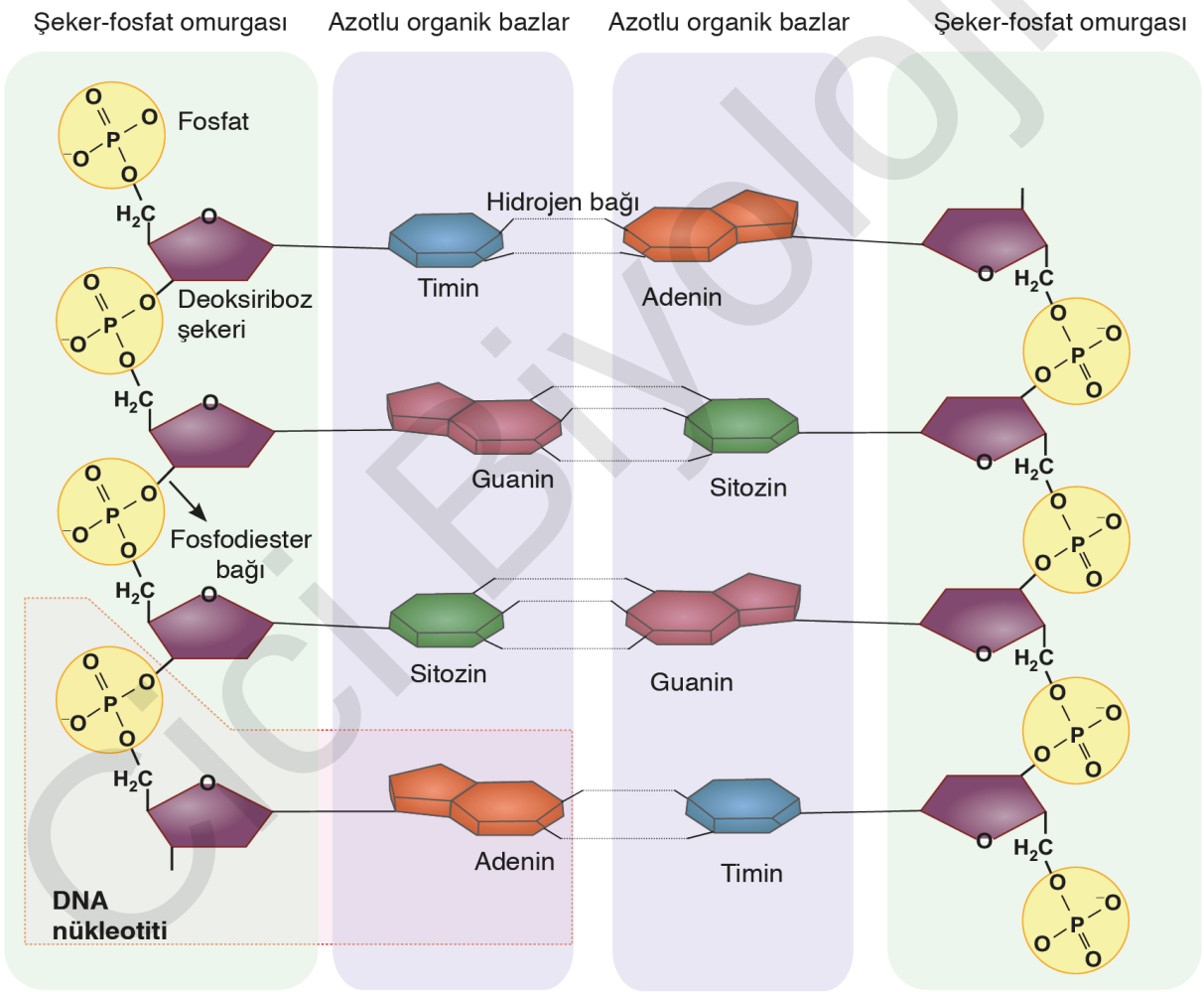
***Merdivenin yan tarafındaki ipler** ise şeker ve fosfattan oluşmuştur.

Cici Biyolojici

*Merdivenin bir ucunun tutulup diğer ucunun döndürülmesi sonucu **DNA çift sarmalı** oluşur.

*DNA molekülü, **sağa dönüşlü olarak sarmal** yapar.

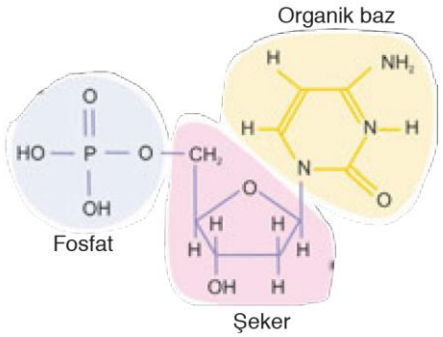
*DNA molekülünde **bilginin esas olarak depolandığı yerler, merdivenin basamaklarıdır.**



Oci Biyolojici

*DNA, **çift iplikli ve sarmal** yapılıdır.

*Sarmalı oluşturan **zincirler birbirinin tamamlayıcısıdır**. DNA, **nükleotit** adı verilen yapı birimlerinden oluşur



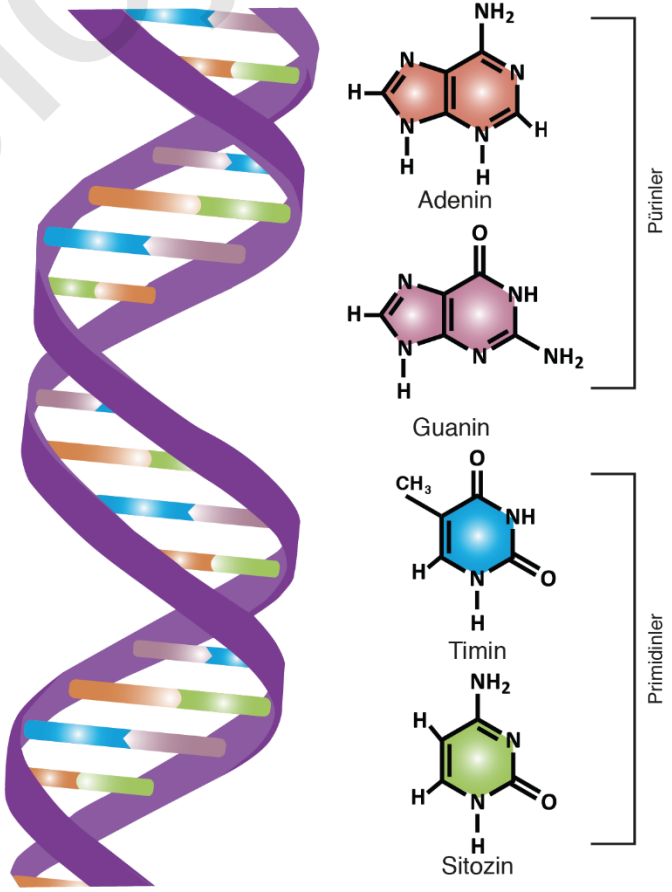
*DNA sarmal zincirlerini oluşturan **nükleotitlerde üç kısım bulunur**.

*Bunlar; **azotlu organik bir baz, beş karbonlu bir şeker (pentoz)** ve **bir fosfat** grubudur.

*DNA'yı oluşturan nükleotitlerde bulunan azotlu organik bazlar; **adenin (A), guanin (G), sitozin (C) ve timin (T) dir**.

*Adenin ve guanin, çift halkalı pürin bazları grubunda yer alır.

*Sitozin ve timin ise tek halkalı pirimidin bazları grubundandır.



Cici Biyolojici

*Nükleotitlerin yapısında **beş karbonlu şekerler** bulunur.

***DNA yapısına** katılan nükleotitlerdeki şeker çeşidi **deoksiribozdur.**

*Taşıdığı deoksiriboz şekerinden dolayı **deoksiribonükleik asit (DNA)** adını almıştır.

*Baz ve şeker arasında **glikozit bağı** kurulur.

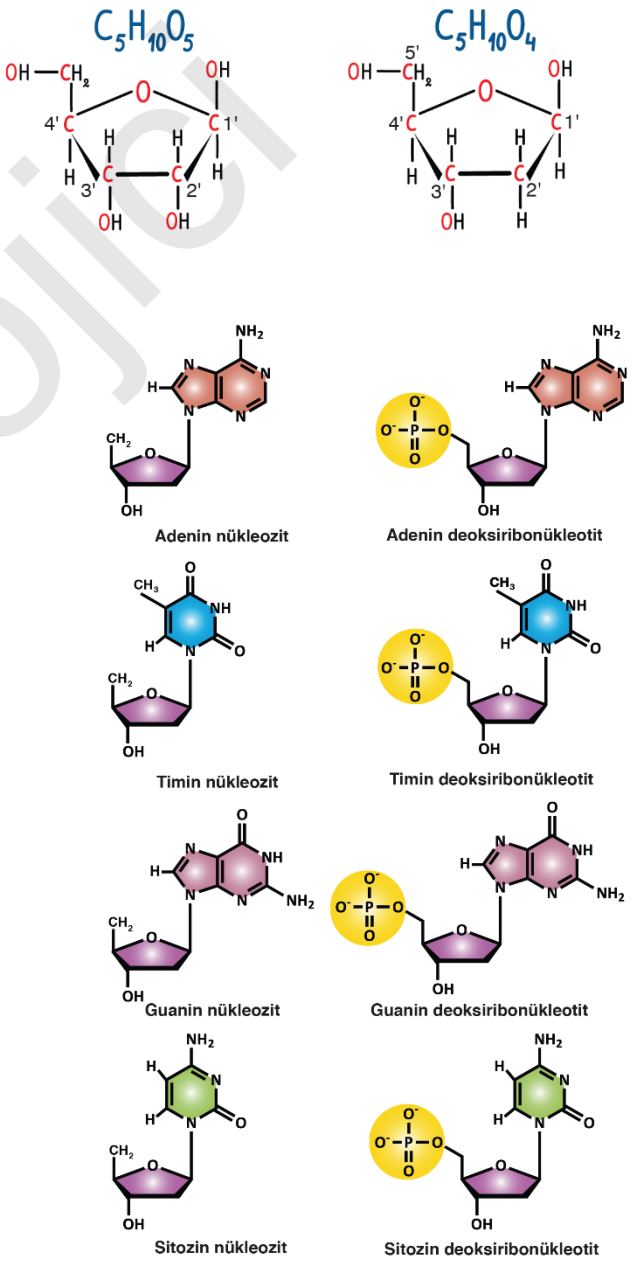
*Bağlanma sonrası **nükleozit** adı verilen moleküller oluşur.

*Nükleozitlere **fosfat gruplarının** bağlanmasıyla **nükleotitler** oluşur.

*Fosfat grupları, nükleozitin yapısındaki şekerlerle **ester bağı** kurarak doksiribonükleotitlerin oluşturulmasını sağlar.

*Fosfat grupları, DNA molekülünün asit özellik kazanmasını sağlar.

Nükleotitler, taşıdıkları organik baz ve beş karbonlu şeker çeşidine; nükleik asitler ise taşıdıkları beş karbonlu şeker çeşidine göre isimlendirilir.



Ciçi Biyolojici

*İki polinükleotit zincirde **fosfodiester bağıyla** bağlı **şeker-fosfat omurgası, sarmalın dışında** kalır.

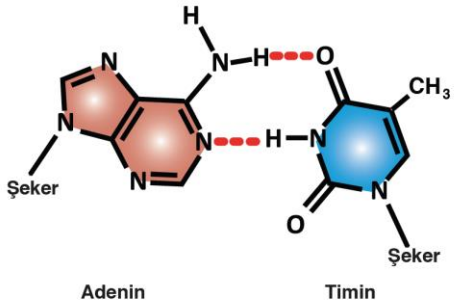
***Bazlar ise sarmalın iç tarafında** yer alır.

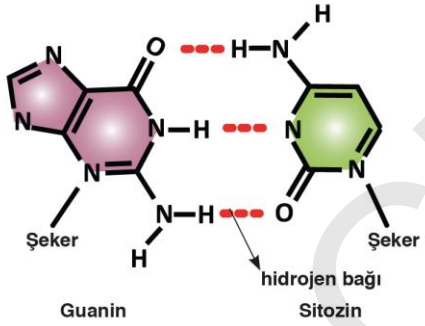
***Bir sarmal zincir** oluşurken **nükleotitler, fosfodiester bağıyla** birbirine bağlanır.

*Bir sarmaldaki **adenin diğer sarmaldaki timin** ile eşlenir. Bu eşleşme sırasında aralarında **iki hidrojen bağı** kurulur.

*Yine bir sarmaldaki **guanin diğer sarmaldaki sitozin** ile eşlenir. Bu eşleşme sırasında aralarında **üç hidrojen bağı** kurulur.

*DNA'nın **karşılıklı ipliklerindeki nükleotitler**, bazlar arasında oluşan **hidrojen bağıyla** birbirine bağlanır.





Toplam hidrojen bağ sayısı $(2xA)+(3xG)$

DNA molekülünde her zaman
A sayısı, T sayısına
G sayısı, C sayısına eşittir.

$$\frac{A}{T}=1 \qquad \frac{G}{C}=1$$

$$\frac{A+G}{T+C}=1 \qquad \frac{\text{Pürinler}}{\text{Pirimidinler}}=1$$

$$\frac{A+G}{\text{Fosfat}}=\frac{1}{2} \qquad \frac{T+C}{\text{Şeker}}=\frac{1}{2}$$

$$\frac{\text{Fosfat}}{\text{Şeker}}=1$$

Çiçi Biyolojici

*DNA, tüm genetik bilginin taşındığı moleküldür.

***Ökaryot hücrelerde** çekirdek, mitokondri ve kloroplast organellerinde bulunurken **prokaryot canlılarda** ise sitoplazma içinde serbest hâlde bulunur.

*DNA; ökaryot hücrelerde **doğrusal**, prokaryot hücrelerde ise **halkasal** bir yapıya sahiptir.

*DNA'yı oluşturan **nükleotitlerin sayısı ve sırası, her canlı için özgündür**.

***Bir canlının sağlıklı ve DNA taşıyan her vücut hücresindeki DNA miktarı ve DNA'yı oluşturan nükleotitlerin sırası aynıdır.**

*Ancak **canlıyı oluşturan doku ve organlar yapı ve özellikleri bakımından birbirinden farklıdır**.

*Bu durumun nedeni gelişme sürecinde farklı dokuları oluşturacak hücrelerin DNA'sındaki **aktif gen bölgeleri**nin değişkenlik göstermesiyle açıklanabilir.

*Bir hücre bölünürken kendi DNA'sını eşleyerek kopyalar ve böylece genetik özellikler gelecek nesildeki hücrelere aktarılır.

*DNA, doğrudan üzerinde taşıdığı genlerdeki baz dizilimine göre RNA sentezleyebilir.

Cici Bilgi:

***DNA'daki polinükleotit zincirlerin oluşturduğu çift sarmalın dayanıklılığı, GC/AT oranına bağlıdır.**

***Örneğin GC/AT>1 ise üçlü bağ sayısı fazladır. Bu da sarmalın fiziksel olarak daha dayanaklı olmasını sağlar. DNA'nın iki ipliğini birbirinden ayırmak için gerekli olan ısı miktarı daha yüksek olur.**

***GC/AT<1 ise ikili bağ sayısı fazladır. Bu da sarmalın açılma olasılığının daha fazla olduğunu gösterir. DNA'nın iki ipliğini birbirinden ayırmak için gerekli olan ısı miktarı daha düşük olur.**

Cici Biyolojici

***DNA'yı oluşturan zincirler, hangi doğrultuda ilerleyeceğine ve bir merdiveni oluşturacağına nasıl karar veriyor?**

*Bu soruların cevabı, **iki farklı durumla** açıklanabilir.

***Birincisi**, fosfat gruplarının negatif yüklü olmasıdır. Bu durum, iki ipliğin birbirinden olabildiğince uzak durmasına neden olur.

***İkincisi** ise azotlu bazların aralarında kurdukları hidrojen bağlarıyla birbirine yaklaşmaya çalışmasıdır.

*DNA molekülünü oluşturan ipliklerdeki deoksiriboz şekeri birbirine ters şekilde konumlanmıştır.

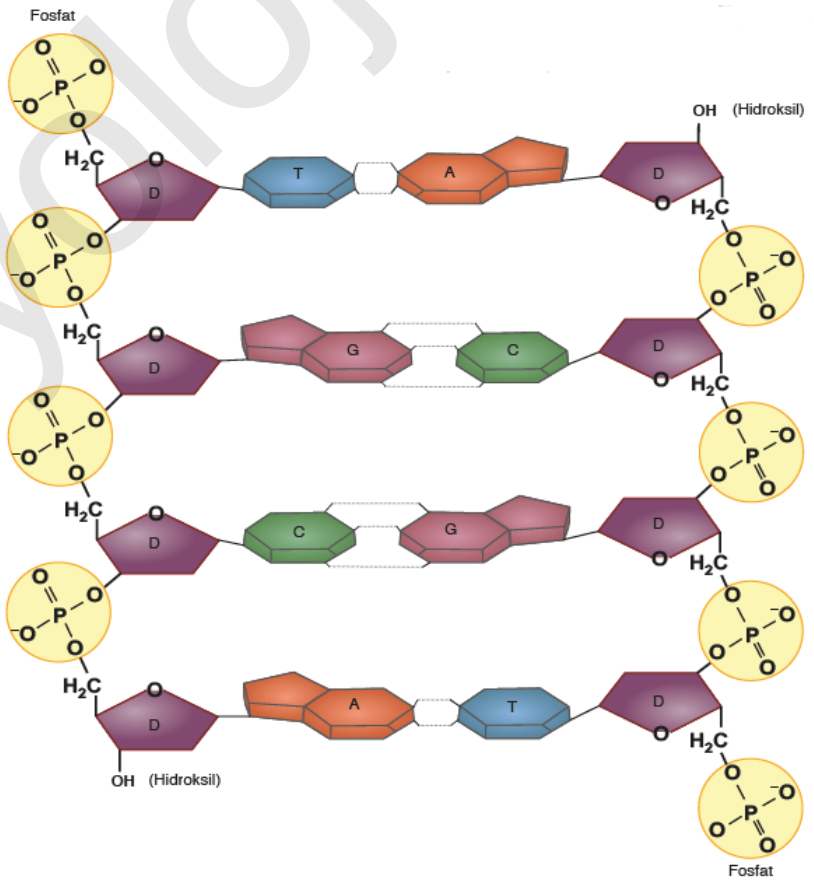
*Görüldüğü gibi **zincirlerin yöneldikleri doğrultu farklılık gösterir**.

*DNA iki ipliğinden birininin en sonunda yer alan **deoksiribozun beşinci karbonuna fosfat** bağlıdır. Aynı ipliğin diğer ucundaki **deoksiribozun üçüncü karbonunda hidroksil grubu** bulunur. Bu iplik, bu doğrultuda yönelim gösterir.

*Bu ipliğin karşısındaki diğer ipliğin **hidroksil ve fosfat grubu taşıyan uçları, birinci iplikle zıt yöndedir**. Bu durum, iki ipliğin birbirine **antiparalel uzanmasına** neden olur.

*Zincirlerin bu şekilde konumlanması, DNA'nın yapısının antiparalel şeklinde tanımlanmasına neden olur.

*Birbirine zıt uzanan bu zincirler, birbirinin tamamlayıcısıdır.



Oci Biyolojici

RNA

*RNA; **ökaryot hücrelerde**, çekirdekte, sitoplazmada, ribozomun yapısında, mitokondride ve kloroplastlarda bulunan tek polinükleotit zincirden oluşan bir nükleik asittir.

***Prokaryot hücrelerde** ise sitoplazmada ve ribozomun yapısında bulunur.

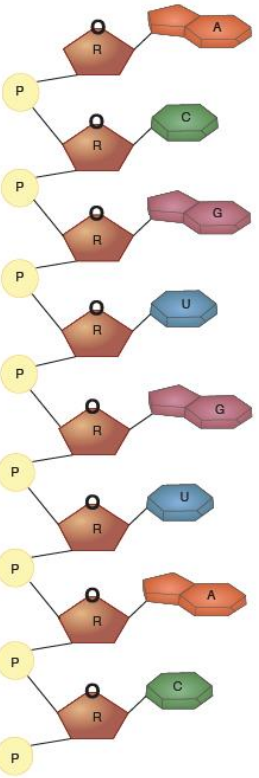
*DNA'dan farklı olarak RNA'nın yapısında **deoksiriboz şekeri yerine riboz şekeri** bulunur.

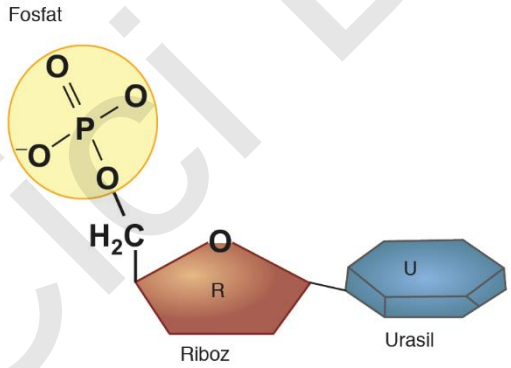
*Azotlu baz olarak da **timin yerine urasil** bulunur. RNA'da; adenin, guanin, sitozin ve urasil bazları yer alır.

*RNA oluşurken bu bazları içeren **dört çeşit nükleotit**, **fosfodiester bağlarıyla** birbirine bağlanır.

*RNA, **saç tokasını andıran bir şekilde katlanmalar** yapabilir.

*Katlanmalar sırasında bazların karşılıklı olarak eşleşmesi gerçekleşebilir. Bu durumda guanin, sitozinle; adenin, urasille eşleşir.





Ciçi Biyolojici

***RNA, kendini eşleyemez**. Bu nedenle bütün **RNA çeşitleri, DNA üzerinde yer alan anlamlı şifrelere (gen) göre sentezlenir**.
***RNA bazı virüslerde bilginin yeni nesillere aktarılmasını** sağlar. Örneğin AIDS'e neden olan HIV'in kalıtsal özellikleri, RNA üzerinde taşınır.

*Bütün RNA çeşitleri, protein sentezinde görev alarak hücredeki yaşamsal olayların yönetiminde DNA ile birlikte görev alır.

*Tüm prokaryot ve ökaryot hücrelerde; **mesajcı RNA (mRNA), taşıyıcı RNA (tRNA) ve ribozomal RNA (rRNA)** olmak üzere üç çeşit RNA vardır.

Mesajcı RNA (mRNA)

*Ökaryot hücrelerde **DNA, hücre çekirdeğinde** bulunur.

*Ancak DNA' nın gen kısmında bulunan bilgiden, protein sentezlenebilmesi için bu **bilginin çekirdekten dışarı çıkması** gerekir.

*RNA'nın görevlerinden biri de bu bilgi mesajını iletmektir.

***mRNA, genden aldığı bilgiyi ribozoma taşır ve ribozoma bağlanır**.

*Protein sentezi için **kalıp görevi** görür.

***mRNA**'nın taşıdığı bilgi, sentezlenecek **proteine ait amino asitlerin çeşidini ve sırasını belirleyen bilgidir**.

*mRNA sentezi sırasında **DNA'nın iki zincirinden sadece biri kalıp olarak kullanılır**.

*Kalıp olarak kullanılan zincire **kalıp zincir** adı verilir.

*DNA'nın kalıp zincirindeki genetik şifreye göre mRNA, bu zincirin karşıtı olarak sentezlenir.

Bir canlıya ait aynı doku hücresi içinde farklı nükleotit dizilimlerine sahip mRNA'lar bulunabilir. Canlıya ait değişik dokulardaki hücreler içerisinde mRNA'lar, farklı nükleotit dizilimine sahip olabildiği gibi aynı canlının değişik dokularında da aynı nükleotit dizilimine sahip olan mRNA'lar bulunabilir.

Biyolojici

*Sentez sırasında DNA'daki **adeninin karşısına mRNA'da urasil** gelir.

*Böylece mRNA, DNA'dan genetik bilgiyi almış olur.

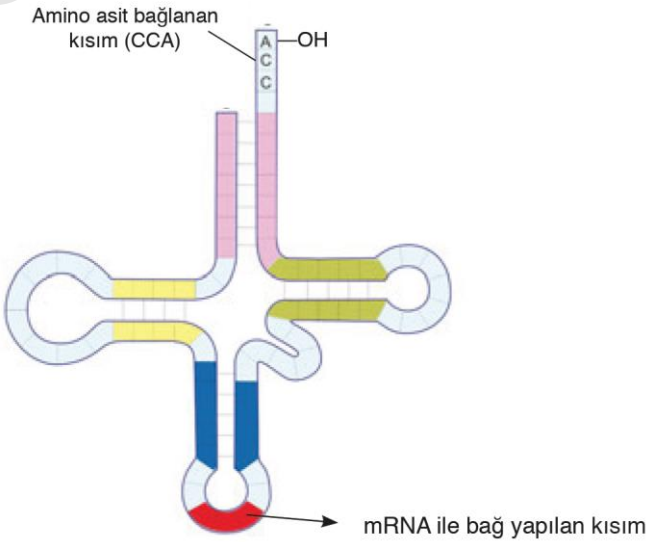
*Hücrede **mRNA çeşidi sayısı, sentezlenen protein çeşidi sayısı kadardır**.

*Hücredeki toplam RNA'ların sadece %5'ini mRNA oluşturur.

*Bir proteine çok ihtiyaç varsa **mRNA birkaç kez** kullanılabilir.

Taşıyıcı RNA (tRNA)

*tRNA, protein sentezinde kullanılacak olan **amino asitleri sitoplazmadan ribozoma taşır**.



*Böylece protein sentezi için gerekli amino asit ihtiyacını karşılar.

*Çekirdekten tek zincir hâlinde sentezlenen tRNA'lar, sitoplazmada kendilerine özgü katlanmalar yaparak çift zincirli yonca yaprağına benzer şekilde görülür.

*Katlanmaların olduğu bölgelerde eşleşen nükleotitler arasında **hidrojen bağları** kurulur.

*tRNA'lar, küçük ve dayanıklı RNA molekülleridir. **Tekrar tekrar** kullanılabilir.

*Canlı yapısında bulunan **20 çeşit amino asidin her birine özgü en az bir tRNA** molekülü bulunur.

*Bu nedenle protein sentezinde **20 çeşit amino asidi ribozomlara taşıyan en az 20 çeşit tRNA** görev alır.

***Her tRNA ancak bir çeşit amino asidin taşınmasını** sağlar.

***Aynı amino asidin taşınmasında birden fazla çeşit tRNA molekülü görev yapabilir**.

Ciçi Biyolojici

*tRNA'lar hücredeki toplam RNA'ların %15'ini oluşturur.

Ribozomal RNA (rRNA)

*rRNA, ökaryot hücrelerde çekirdekçikte sentezlenir.

*Proteinlerle birlikte **ribozomların yapısında** bulunur.

*Bir ribozomun yapısının yaklaşık 2/3'si rRNA'dan meydana gelir.

*Her hücrede çok sayıda ribozom bulunduğu için rRNA, hücrede en çok bulunan RNA çeşididir.

*rRNA, hücredeki toplam RNA'ların %80'ini oluşturur.

***rRNA, ribozomlarda mRNA ve tRNA ile etkileşim kurar**.

***Enzim gibi davranarak** amino asitler arasında peptit bağı kurulmasında görev alır.

*Bu durum protein sentezinin gerçekleşmesini sağlar.

Cici Biyolojici

HÜCREDEKİ GENETİK MATERYALİN ORGANİZASYONU

*Hücrelerde DNA, **kromozom** olarak adlandırılan yapılarda bulunur.

*Kromozomlar; **histon adı verilen proteinler** ve DNA'dan oluşan **nükleoprotein** yapılardır.

*Kromozomlar, en belirgin olarak **metafaz** sırasında görülebilir.

*Uzunlukları ve biçimleri farklı olabilir.

*DNA; interfazda çekirdek içinde, kromatin hâlinde görülür.

***Kromatin**; hücre bölünmediği zaman ince, uzun ve ağ şeklindedir.

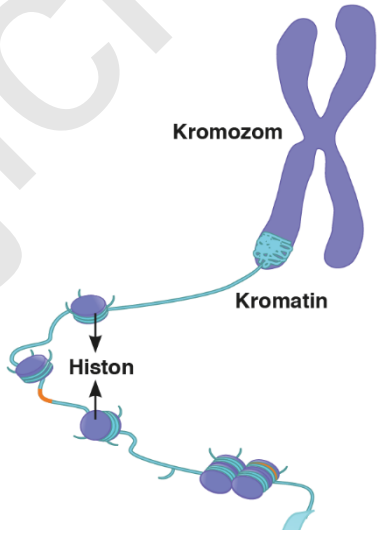
*Hücre, bölünmeye başladığında **kısalıp kalınlaşarak** bağımsız yapılar hâlinde görülmeye başlar.

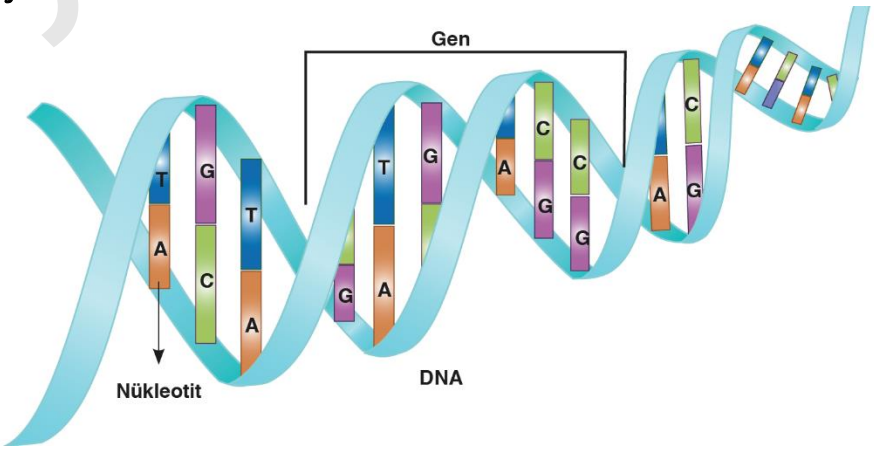
***Ökaryot hücrelerde, her bir kromozom ayrı bir DNA molekülü içerir.**

***Prokaryot canlılarda, tek bir kromozom vardır. Tüm DNA içeriği, bu kromozomun içinde yer alır.**

*DNA'da belirli bir özelliği ifade etmeye yarayan, belirli bir çeşit proteini kodlayan, bir karakterin ortaya çıkmasını sağlayan anlamlı şifrelere **gen** denir.

*Bu şekilde genler, bilgi depolayabilir. Genler **nükleotit** adı verilen yapı birimlerinden oluşur.





Cici Biyolojici

*Genler, kendilerini kopyalayabilir.

*Gen, bir DNA parçası olduğuna göre DNA replikasyonu ile kopyalanabilir.

*Bu kopyalama sayesinde genler, yeni hücrelere aktarılabilir.

*Genler, organizmada gerçekleşen tüm metabolik faaliyetler için gerekli bilgileri içeren birimlerdir.

*DNA molekülü, **gen** kısmındaki **bilgi**yi **protein**e dönüştürmek için aracı olarak **RNA**'yı kullanır.

*Ürettirdiği proteinlerle hücredeki metabolik faaliyetleri kontrol eder.

*DNA üzerinde bulunan genlerin ürünleri; **protein, mRNA, rRNA ve tRNA'dır**. Genler bu şekilde ifade edilebilir.

*Genler, değişikliğe uğrayabilir. Genlerin değişikliğe uğramasına **mutasyon** denir. DNA'nın eşlenmesi sırasında hata oluşmasıyla mutasyonlar oluşur.

*Genler, birkaç bin nükleotitten oluşabildiği gibi milyonlarca nükleotitten de oluşabilir.

Cici Bilgi: DNA üzerindeki genler, protein ve RNA genleri olmak üzere ikiye ayrılır. Protein genleri, mRNA şifreleyen genler olup proteinleri mRNA ara ürünü üzerinden sentezler. Oysa RNA genleri, rRNA ve tRNA'ları şifrelemektedir.

Cici Biyolojici

DNA REPLİKASYONU (DNA'NIN KENDİNİ EŞLEMESİ)

*Canlıların bütün kalıtsal özellikleri DNA molekülünde bulunur.

*Sağlıklı hücreler bölündüğü zaman kalıtsal özelliklerin hiçbir değişikliğe uğramadan yavru hücrelere eşit şekilde aktarılması gerekir.

***DNA molekülü, hücrelere eşit şekilde aktarılmasaydı ne gibi sonuçlar ortaya çıkardı?**

*DNA'nın eşlenerek bir kopyasını oluşturmasına **replikasyon** adı verilir.

*Replikasyon sonucu oluşan DNA'lar, hücre bölünmesiyle kalıtsal özellikleri değişikliğe uğramadan eşit şekilde yavru hücrelere aktarır.

*Hücrede DNA replikasyonu, hücre bölünme evresi başlamadan **interfazda** gerçekleşir.

*DNA, kendisini **yarı korunumlu** olarak eşler.

*İki zincirli sarmal DNA'nın her bir ipliğinin kalıp görevi yaparak kendine eş yeni bir DNA ipliği oluşturmasına yarı korunumlu eşlenme denir.

*Bu durumda her ana DNA molekülünden yeni oluşan DNA molekülleri, ana DNA'nın bir zincirini taşır.

Cici Biyolojici

*DNA'nın **yarı korunumlu olarak eşlenme**sini kanıtlayan deneyler, **Matthew Meselson (Methiv Meselsın) ve Franklin Stahl (Franklin Sıtal)** tarafından 1958 yılında yapılmıştır.

*Meselson ve Stahl, Escherichia coli (Eşherşiya koli) bakterileriyle yaptıkları deneyler sonucunda DNA molekülünün yarı korunumlu eşlendiğine dair kuvvetli kanıtlar ortaya koymuşlardır.

Meselson ve Stahl'ın yaptığı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

*E.coli bakterilerinin **azotun ağır izotopu olan 15N** içeren kültür ortamında birçok nesil boyunca çoğalmaları sağlanmıştır.

*Kültürdeki bakterilerin DNA'ları ayrıştırılıp santrifüj edildiğinde DNA'ların tüpün dip kısmında bir bant oluşturacak şekilde toplandığı görülmüştür.

*DNA'larında 15N bulunan bakteriler, **14N içeren kültür ortamına** bırakılmıştır.

*Birinci çoğalma sonucunda bakteri DNA'ları ayrıştırılıp santrifüj edildiğinde deney tüpünün **orta kısmında bir bantlaşma** olduğu gözlemlenmiştir.

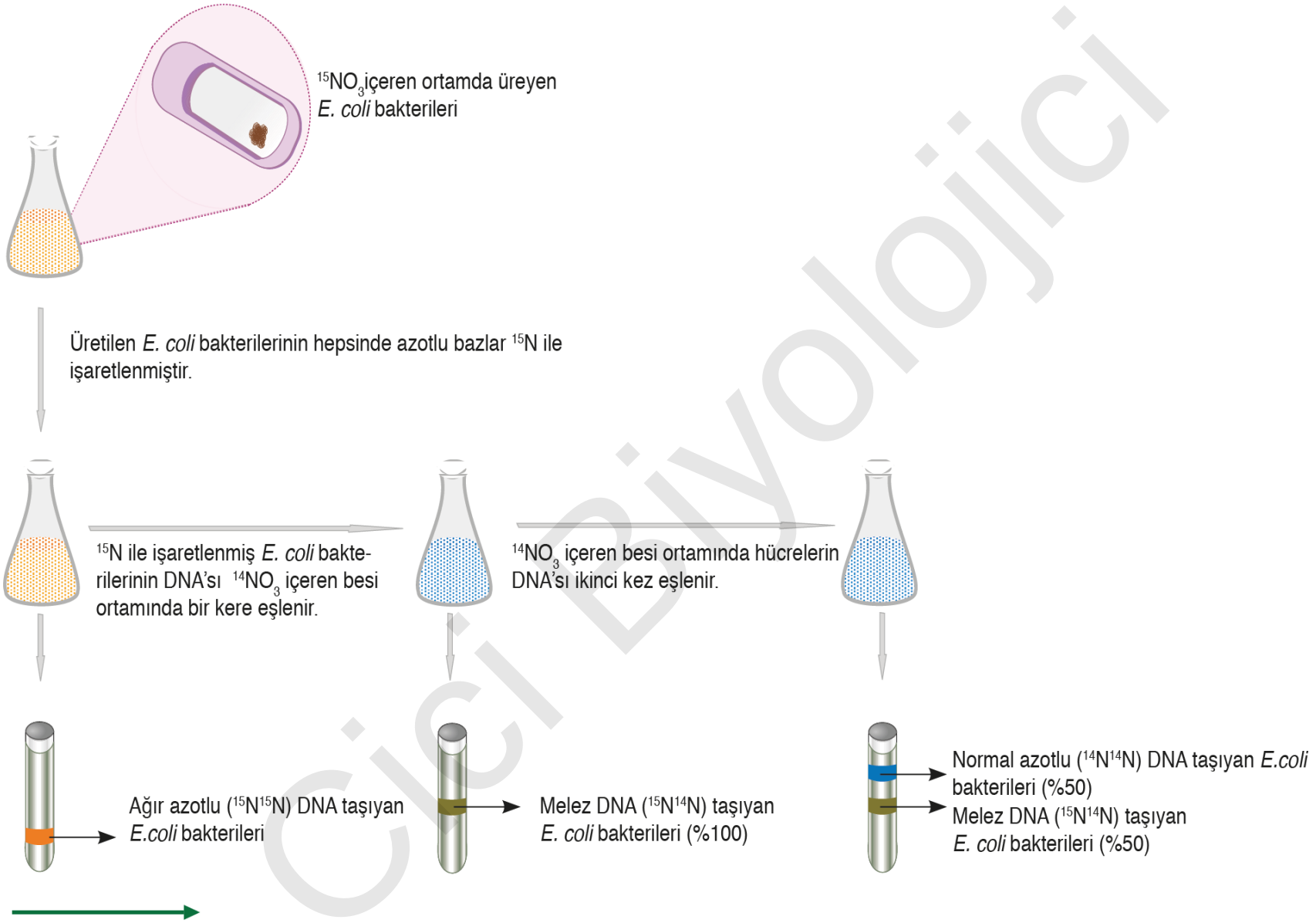
*Orta kısımda bantlaşmanın nedeni, birinci bölünme sonucu meydana gelen bakteri DNA'larının **%100 14N15N (melez DNA)** taşımasıdır.

*Melez DNA'lı bakteriler, **bir kez daha 14N** içeren ortama bırakılmıştır.

*İkinci çoğalma sonucunda bakteri DNA'ları ayrıştırılıp santrifüj edildiğinde **deney tüpünün hem orta hem de üst kısmında bantlaşma** olduğu gözlemlenmiştir.

*Üst ve orta kısımda ortaya çıkan bantlaşmanın nedeni, ikinci çoğalma sonucu meydana gelen bakteri **DNA'larının %50 14N14N (normal azotlu DNA) ve %50 14N15N (melez DNA)** taşımasıdır.

Ciçi Biyolojici



Cici Biyolojici

*DNA'nın kendini eşleyebilmesi için **dört çeşit deoksiribonükleotit, DNA polimeraz, DNA ligaz, helikaz enzimleri, kalıp görevi görecek DNA, DNA polimeraz aktivitesi için de Mg iyonları gereklidir**.

*Hem prokaryot hem de ökaryot hücrelerde replikasyonun gerçekleşme şekli aynıdır. Replikasyon sürecini başlatan olay, **replikasyon başlangıç noktalarının (replikasyon orjinlerinin)** belirlenmesidir.

*Replikasyonun gerçekleştiği bölgelerde **bir başlangıç bir de bitiş noktası** vardır.

***Replikasyon orjini**, replikasyonun başlangıç noktasıdır.

*Replikasyon orjini belirlendikten sonra replikasyonun başlayabilmesi için **DNA çift zincirinin açılması** gerekir.

*Başlangıç noktasından **iki zincir ters yönde ayrılmaya başladığında** kromozom üzerinde **replikasyon çatalı** adı verilen bir yapı ortaya çıkar.

*Replikasyon çatalı, önce orjin noktasında meydana gelir ve replikasyon devam ettikçe ilerler.

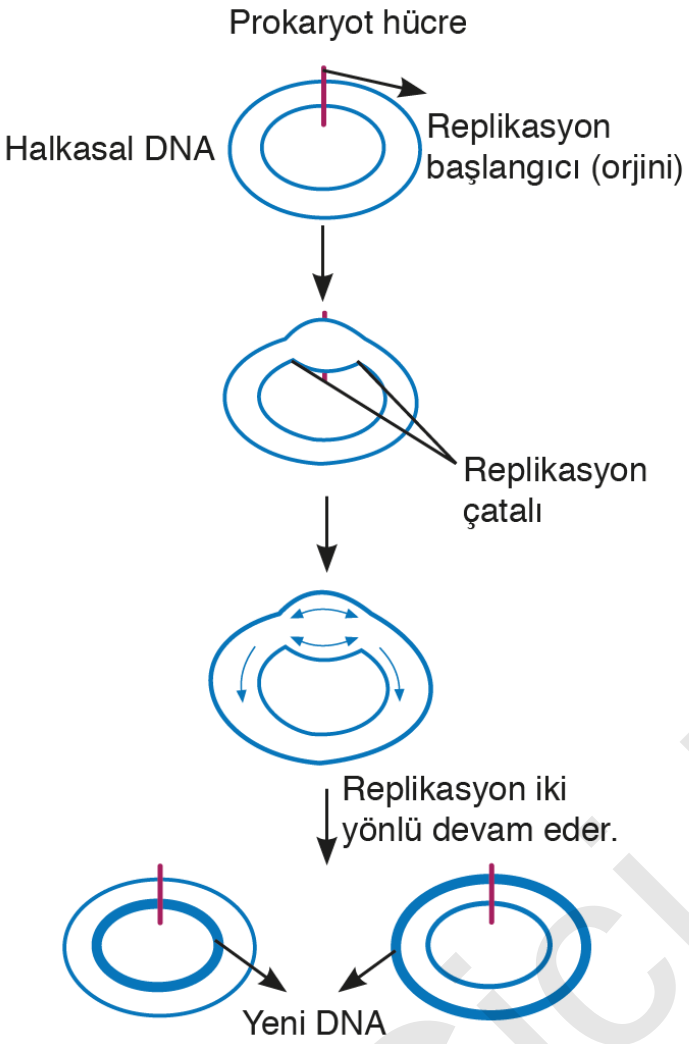
*Prokaryot hücrelerde yer alan halkasal DNA'da replikasyon için bir başlangıç bir de bitiş noktası bulunur.
***Prokaryotlarda** replikasyon süreci **iki yönlü** devam eder.

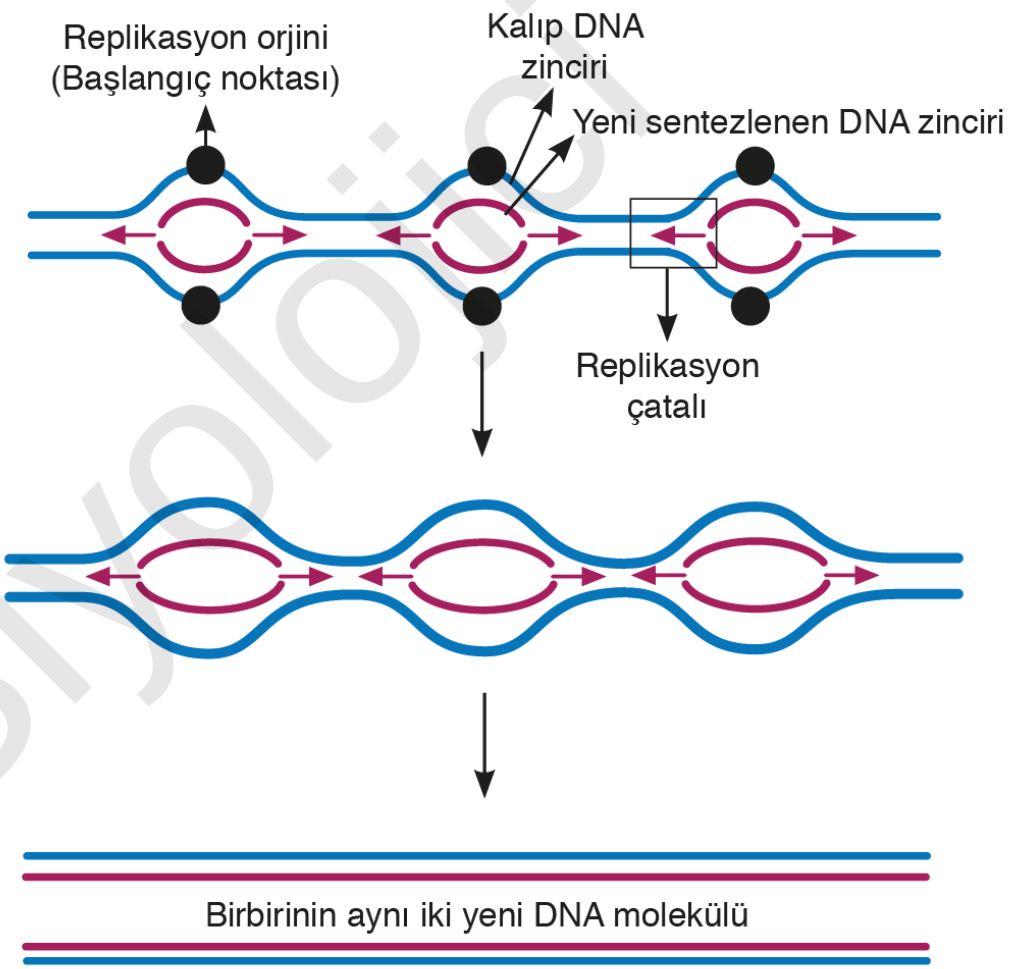
*Ökaryot hücrelerde ise DNA üzerinde **çok sayıda başlangıç noktası** vardır.

***Ökaryotlar**daki **DNA moleküllerinin çok uzun olması** ve **DNA polimerazlarının nükleotit ekleme hızının prokaryot hücrelerdekinden daha düşük olması** fazla sayıda replikasyon orjininin oluşturulmasına neden olur.

*Bu farklılık, **DNA'nın kısa zamanda replikasyonunu sağlar**.

Cici Biyolojici

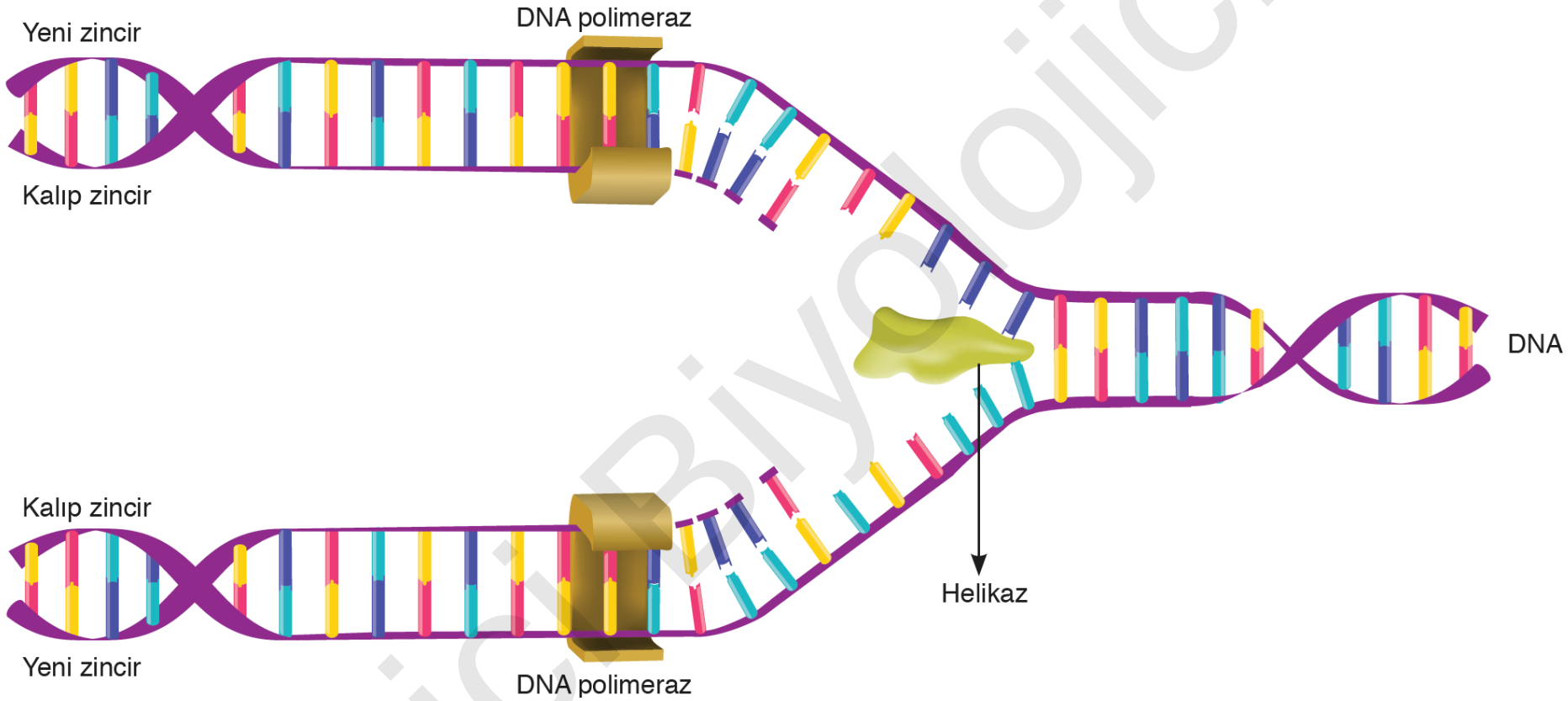




Ciçi Biyoloji

*DNA replikasyonunda görev alan enzimler, DNA'nın çift sarmalını birbirinden ayırmak ve aynı anda kopyalamak için gereklidir.

*DNA replikasyonu sırasında **DNA'nın her bir zinciri, yeni oluşturulacak zincirler için kalıp görevi yapar**.



CicBiyolojici

*DNA'nın kendini eşlemesi için çift sarmal zincirlerin açılması gerekir.

***Helikaz**, azotlu organik bazlar arasındaki zayıf hidrojen bağlarını koparark sarmal zincirleri birbirinden ayırır.

*Ayrılan zincirleri replikasyon sırasında kalıp zincir hâline getirir.

*Helikaz enziminin DNA zincirlerini açması sırasında **ATP harcanır**.

*Replikasyon olayı, helikaz aktivitesiyle oluşan replikasyon çatalının ana DNA molekülü boyunca replikasyon orjininden başlayarak ilerlemesiyle gerçekleşir.

***DNA polimeraz**, DNA sentezi sırasında yeni sentezlenecek zincirin ucuna nükleotit eklemesi yapar.

*DNA polimeraz, açıkta kalan baz uçlarına ortamda bulunan ve daha önce sentezlenmiş olan serbest nükleotitlerden uygun olanları eşleştirir.

*Eşleşme sırasında DNA polimeraz; adeninin karşısına timin, guaninin karşısına sitozin nükleotitini ekler.

*DNA polimeraz aktivitesi sonucunda iki tane çift zincirli DNA sentezlenmiş olur.

*DNA polimeraz, replikasyonda görevli olmasının dışında **DNA ipliğinde meydana gelen hataların onarılmasında da** rol oynar.

*DNA polimerazın varlığı, DNA ipliklerinde meydana gelen hataların yavru hücrelere aktarılma ihtimalini de azaltır.

*DNA replikasyonu sırasında oluşturulan **DNA parçacıkları** arasındaki boşluklar, **DNA ligaz** enzimleriyle kapatılır.

*Bu enzim, birbirlerini takip eden **DNA parçacıklarını fosfodiester bağıyla birleştirir**.

*Bağ kurulması sırasında ATP harcanır.

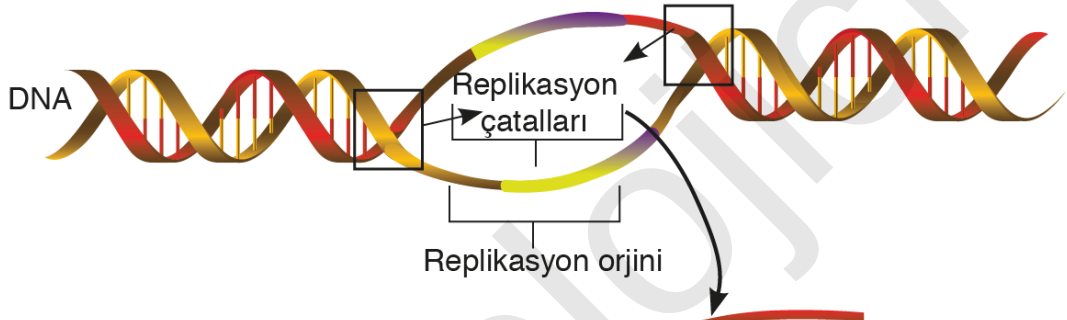
*DNA ligaz, tam bir zincir oluşumunu sağlayan enzimdir.

*Nükleotitlerin tamamı eşlendiğinde hücre içindeki bir DNA' dan iki DNA oluşur.

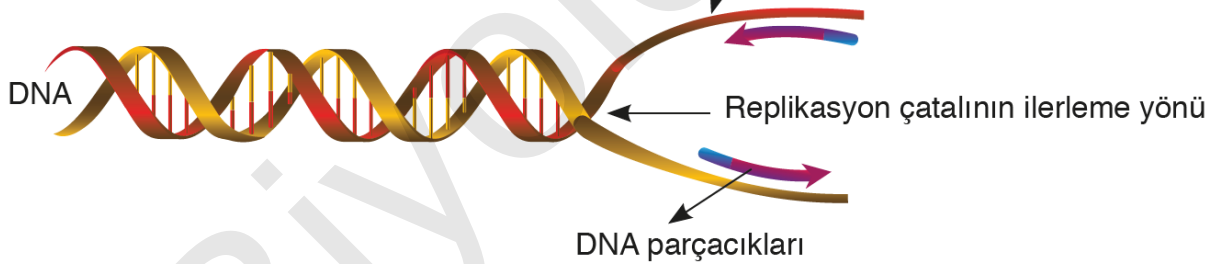
Cici Biyolojici

***Replikasyon sonucu oluşan DNA moleküllerinin her birinde eski DNA'ya ait (ana DNA) bir zincir ve yeni sentezlenmiş zincir bulunur.**

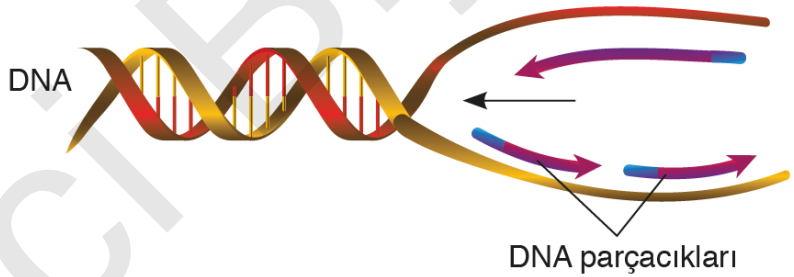
DNA zincirlerinin replikasyon orjininde helikaz enziminin etkisiyle ayrılarak iki farklı replikasyon çatalını oluşturması.



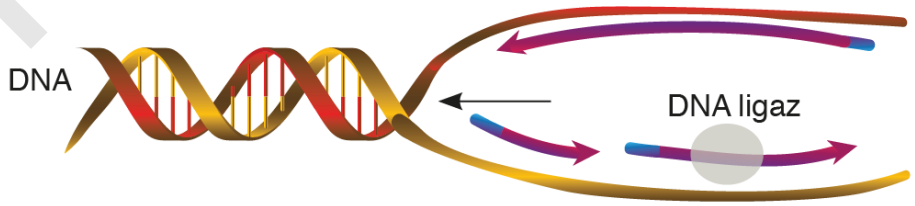
DNA polimeraz enziminin yeni zincirlere nükleotit eklemeye başlaması



DNA polimeraz enziminin yeni zincirlere nükleotit eklemeye devam ederek yeni DNA zincirlerini uzatması



DNA ligaz enziminin DNA parçacıklarını fosfodiester bağıyla bağlaması



CiciBiyoloji

GENETİK ŞİFRE VE PROTEİN SENTEZİ

*Haberleşmeye yarayan işaretler bütününe **şifre** denir. Örneğin yazı dili çeşitli toplumlar tarafından farklı zamanlarda bulunmuş bir şifre sistemidir.

*Hücre içerisinde yaşamsal faaliyetlerin devamlılığını ve düzenini sağlayan şifreler, **gen**lerde bulunur.

*Bilgilerin yazılımında **4 harfli bir alfabe** kullanılır.

*Her bir harf bir **nükleotit** çeşidini ifade eder.

*Harflerle ifade edilen **genetik şifre (genetik kod)**; DNA veya mRNA'daki baz dizileri ve bu dizilere uygun şekilde sentezlenen proteindeki amino asitlerin dizilişindeki uyumu ifade eder.

***Genetik şifre**, yeryüzündeki tüm canlılar için **evrensel olan üçlü şifreler** şeklindedir.

***DNA, üç nükleotitten** oluşan şifreler üretir.

*Şifreler; **adenin, guanin, sitozin ve timin nükleotit**lerinden oluşturulur.

*DNA üzerindeki bu üç nükleotitli şifreler, bir araya gelerek genleri oluşturur.

*Canlı yapısında bulunan proteinlerin tümünün sentezlenebilmesi için **20 farklı amino asit** gereklidir.

*20 farklı amino asidi şifrelemek için **en az 20 farklı şifre** bulunmalıdır.

*Eğer her bir nükleotit, **bir şifreyi ifade etseydi en fazla (4 üzeri 1) 4 farklı şifre** oluşurdu. Bu durum protein sentezi için gerekli olan 20 çeşit amino asidi şifrelemeye yetmezdi.

*Eğer şifreler, **iki nükleotitten oluşsaydı en fazla (4 üzeri 2) 16 çeşit amino asit için şifre üretilebilirdi.** 20 çeşit amino asidin tamamı şifrelenemezdi.

*Sonuç olarak, 20 çeşit amino asidin tamamı ikiden fazla nükleotit taşıyan bir şifre sistemi ile kodlanabilir.

Biyolojici

*Bu nedenle **bir genetik şifre, 3 nükleotitten oluşmak zorundadır**. Bu durum, toplamda (4 üzeri 3) **64 çeşit şifrenin ortaya çıkması demektir**.

*Bu sistem 20 farklı amino asidin rahatlıkla şifrelenebilmesini sağlar.

***Genetik kod**, DNA ya da mRNA'da kodon adı verilen ve üçlü nükleotit dizilerinden oluşan şifrelerle ifade edilir.

*Üç nükleotit içeren **64 özgül kodon** ortaya çıkmıştır.

*mRNA'daki **64 çeşit kodondan üç çeşidi amino asit kodlamaz**, bu kodonlara **durdurucu ya da sonlandırıcı kodon** adı verilir. Bu kodonlar, protein sentezini sonlandıran sinyallerdir.

* Geriye kalan **61 çeşit kodon**, 20 farklı amino asidi şifrelemek için kullanılır.

***20 çeşit amino aside karşılık şifrelemede 61 çeşit kodonun var olmasının nedeni ne olabilir? Bu durumun canlı için bir avantajı var mıdır?**

***Bazı amino asit çeşitlerinin birden fazla kodonu vardır**. Örneğin **serin amino asidi altı farklı kodon** tarafından şifrelenebilir.

***Metiyonin ve triptofan amino asitleri ise tek bir kodonla** şifrelenir.

Cici Bilgi: Amino asitlerin birden fazla kodon tarafından şifrelenebilmesi canlıyı olası mutasyonlara karşı koruyan önemli bir mekanizmadır.

*Örneğin serin amino asidini şifreleyen kodonlar mRNA'da UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC'dir. DNA'da AGA kodonuna sahip bir genden sentezlenen mRNA, UCU kodonunu taşır. Bu kodon serin amino asidini kodlar. Örneğin gende meydana gelen bir mutasyon sonucu AGA kodonu AGG kodonuna dönüşmüşse bu durumda genden sentezlenen mRNA'daki kodonda UCC olmuştur. Mutasyon sonucu değişen mRNA kodonu da yine serin amino asidini şifrelediği için protein sentezi sırasında herhangi bir aksaklık ortaya çıkmamıştır. Yani canlıda bu mutasyon etkisini gösterememiştir.

*DNA'daki **bir kodon, bir amino asidi şifreler**.

Cici Biyolojici

*Örneğin DNA' daki karşılığı TAA olan kodon, mRNA'ya AUU kodonu olarak aktarılır. Bu kodon izolösin amino asidini şifreler. **Kodonlara uygunluk gösteren tRNA'daki üçlü nükleotit dizisine antikodon adı verilir.** İzolösin amino asidine uygunluk gösteren antikodon şifresi UAA'dır.

*Protein sentezi sırasında **durdurucu kodonlara karşılık amino asit ve tRNA gelmez.**

*Protein sentezi, aynı zamanda **metiyonin amino asidini de şifreleyen AUG kodonu** ile başladığından bu kodona başlama kodonu adı verilir.

***UAA, UAG, UGA ise durdurma kodonu** olarak ifade edilir.

*mRNA'daki kodonlar ve şifreledikleri amino asitler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir

Birinci Baz sırası	İkinci Baz sırası: U (Urasil)	İkinci Baz sırası: C (Sitozin)	İkinci Baz sırası: A (Adenin)	İkinci Baz sırası: G (Guanin)	Üçüncü Baz sırası
U	UUU Fenilalanin	UCU Serin	UAU Tirozin	UGU Sistein	U
	UUC Fenilalanin	UCC Serin	UAC Tirozin	UGC Sistein	C
	UUA Lösin	UCA Serin	UAA Durdurma kodonları	UGA Durdurma kodonu	A
	UUG Lösin	UCG Serin	UAG Durdurma kodonları	UGG Triptofan	G
C	CUU Lösin	CCU Prolin	CAU Histidin	CGU Arjinin	U
	CUC Lösin	CCC Prolin	CAC Histidin	CGC Arjinin	C
	CUA Lösin	CCA Prolin	CAA Glutamin	CGA Arjinin	A
	CUG Lösin	CCG Prolin	CAG Glutamin	CGG Arjinin	G
A	AUU İzolösin	ACU Treonin	AAU Asparajin	AGU Serin	U
	AUC İzolösin	ACC Treonin	AAC Asparajin	AGC Serin	C
	AUA İzolösin	ACA Treonin	AAA Lizin	AGA Arjinin	A
	AUG Metiyonin Başlama kodonu	ACG Treonin	AAG Lizin	AGG Arjinin	G
G	GUU Valin	GCU Alanin	GAU Aspartik asit	GGU Glisin	U
	GUC Valin	GCC Alanin	GAC Aspartik asit	GGC Glisin	C
	GUA Valin	GCA Alanin	GAA Glutamik asit	GGA Glisin	A
	GUG Valin	GCG Alanin	GAG Glutamik asit	GGG Glisin	G

Biyolojici

PROTEİN SENTEZİ

*DNA, protein sentezinde rol oynayan RNA moleküllerini ve dolayısıyla protein sentezini şifreleyerek canlıya özgü özelliklerin ortaya çıkışını sağlar.

***Transkripsiyon**, DNA'nın bir ipliğinin üzerindeki kodonlara uygun olarak mRNA sentezlenmesidir.

*DNA üzerindeki genden transkripsiyonla sentezlenen **mRNA, sentezlenecek proteinin amino asit dizilişini belirler**.

***DNA zincirlerinden sadece biri**, RNA nükleotit dizisinin sentezlenmesinde kalıp olarak iş görür.

*Kalıp olarak kullanılan DNA zinciriden şifre veren ipliğe **kalıp iplik**, diğerine ise **kalıp olmayan iplik** adı verilir.

*Transkripsiyon olayında **RNA polimeraz** enzimi DNA'nın ilgili gen bölgesini açarak kalıp ipliğin karşıtı olarak mRNA'nın sentezini gerçekleştirir.

*Sentez tamamlandıktan sonra **RNA polimeraz** ilgili gen bölgesini **tekrar sarmal hâle** getirir.

*Transkripsiyon sırasında mRNA'da **adeninin karşısına timin yerine urasil** gelir.

*Üretilen mRNA, genin ifade ettiği proteinin güvenilir bir yazılımıdır. Bu yüzden **transkripsiyon şifrenin yazılımı şeklinde ifade edilir**.

*Sentezlenen **mRNA, genetik bilgiyi DNA'dan ribozomlara taşır**.

*mRNA daha sonra **rRNA içeren ribozomlarla** birleşir. Böylece genetik şifre ribozomlara taşınır.

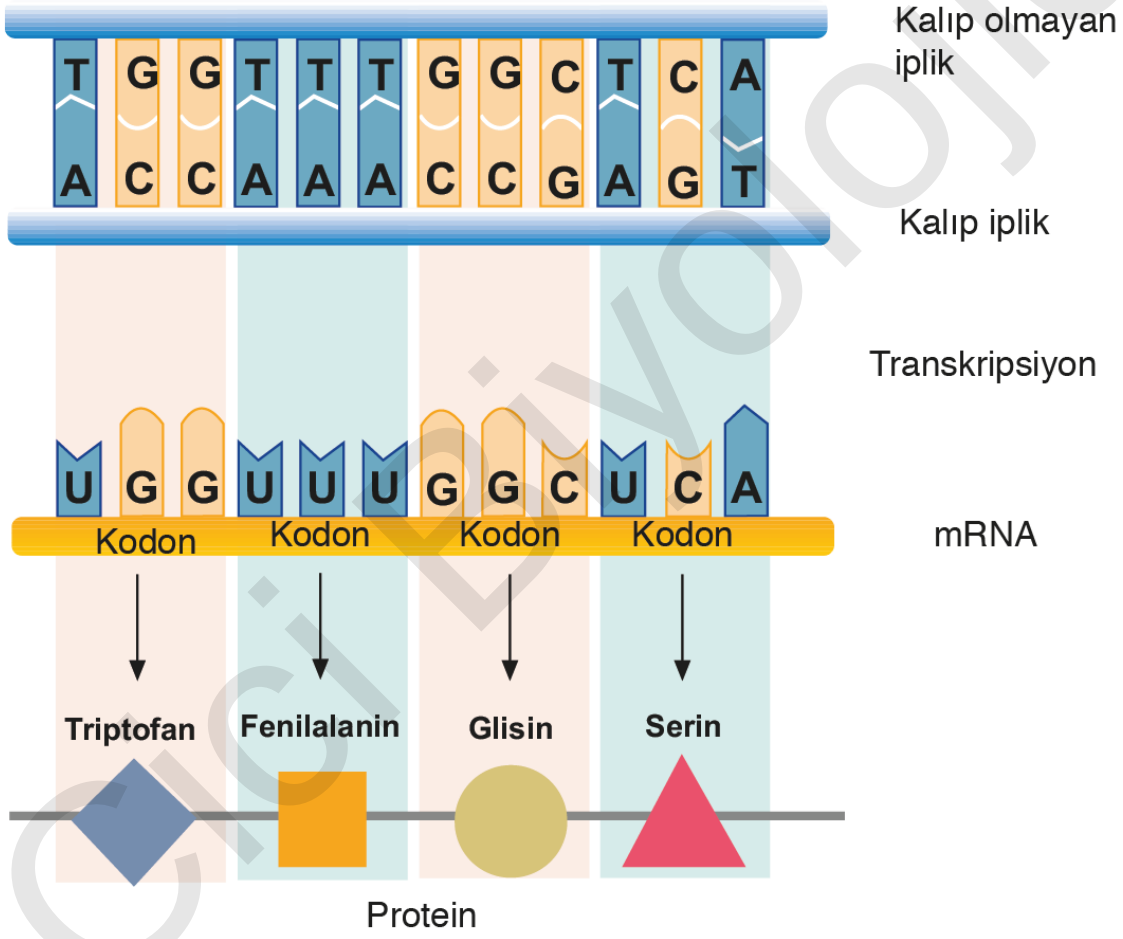
*tRNA molekülleri de uygun amino asitleri protein sentezinde kullanmak üzere ribozoma taşır.

***Her bir tRNA molekülü**, mRNA üzerinde bulunan kodonun tamamlayıcısı olarak görev yapan antikodon bölgesi taşır.

*mRNA'daki **kodonların tanınması tRNA'daki antikodon bölgeleri tarafından** gerçekleştrilir.

Cici Biyolojici

Cici Bilgi: Amino asit molekülleri, özel bir enzim ve ATP yardımıyla aktifleştirilir. Aktifleşen amino asitler kendisine uygun olan tRNA'lara bağlanır. Amino asit bağlayıcı enzim her bir amino asit için farklıdır. Sadece o amino asit ve o amino asidin bağlanacağı tRNA'yı tanır.



Cici Biyolojici

*Bir tRNA'nın antikodonu, mRNA'daki uygun kodonla birleşir.

*Her bir tRNA molekülüne sadece tek bir amino asit molekülü bağlanabildiği için **bir kodon bir amino asidi şifreler**.

***Translasyon**, mRNA yönetiminde gerçekleşen protein sentezidir.

***Translasyon** olayında mRNA molekülündeki genetik bilgi, proteinin amino asit dizisinin belirlenmesiyle okunmuş olur. **Okumanın yapıldığı yer ribozom organelidir**.

***Ribozomlar**, amino asitlerin mRNA'daki genetik bilgiye göre birbirlerine bağlanarak protein hâline gelmesini sağlayan organellerdir.

*Protein sentezlenirken kodonların okunması başladığında kodonlar arasında atlama olmaz.

*Translasyon işlemi, **durdurucu kodon** gelene kadar devam eder.

*Genetik bilginin proteine dönüştürülme süreci, ökaryot ve prokaryot hücrelerde farklılıklar gösterir.

***Prokaryot hücrelerde** transkripsiyon ve translasyon olayları, **sitoplazmada** gerçekleşir.

***Ökaryot hücrelerde** ise transkripsiyon işlemi **çekirdeğin içinde, mitokondrinin matriksinde ve kloroplastın stromasında** gerçekleşir.

*Daha sonra çekirdeğin içinde üretilen **mRNA**, translasyon olayını gerçekleştirmek için **sitoplazmaya geçer**.

*Bir protein zincirinin sentezlenmesi **AUG kodonu** tarafından şifrelenen metiyonin amino asidiyle başlatılır.

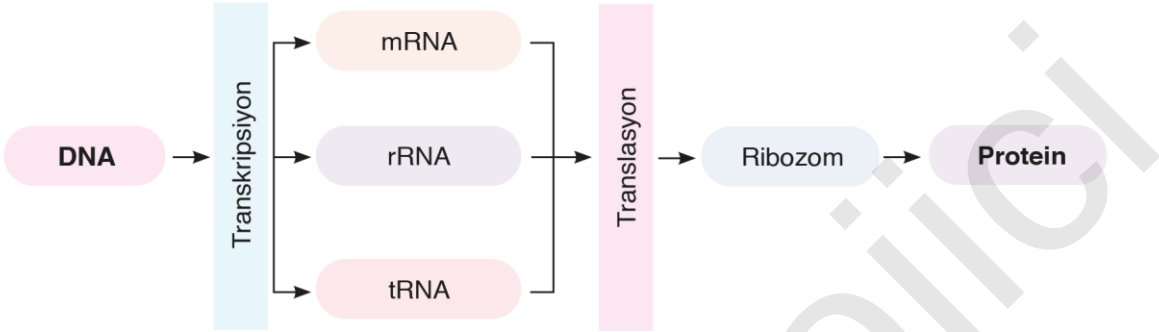
*Daha sonra diğer amino asitler, protein zincirine mRNA'daki kodon sırasına göre eklenir.

*tRNA molekülleri sayesinde zincire yeni amino asitlerin eklenmesi sağlanır.

*mRNA'daki kodonlar okunurken tRNA'lar tarafından taşınan **amino asitler birbirine peptit bağıyla bağlanarak** polipeptit zincirine eklenir.

***UGA, UAG veya UAA gibi durdurma kodonları**ndan herhangi biri protein sentezini tamamlatır.

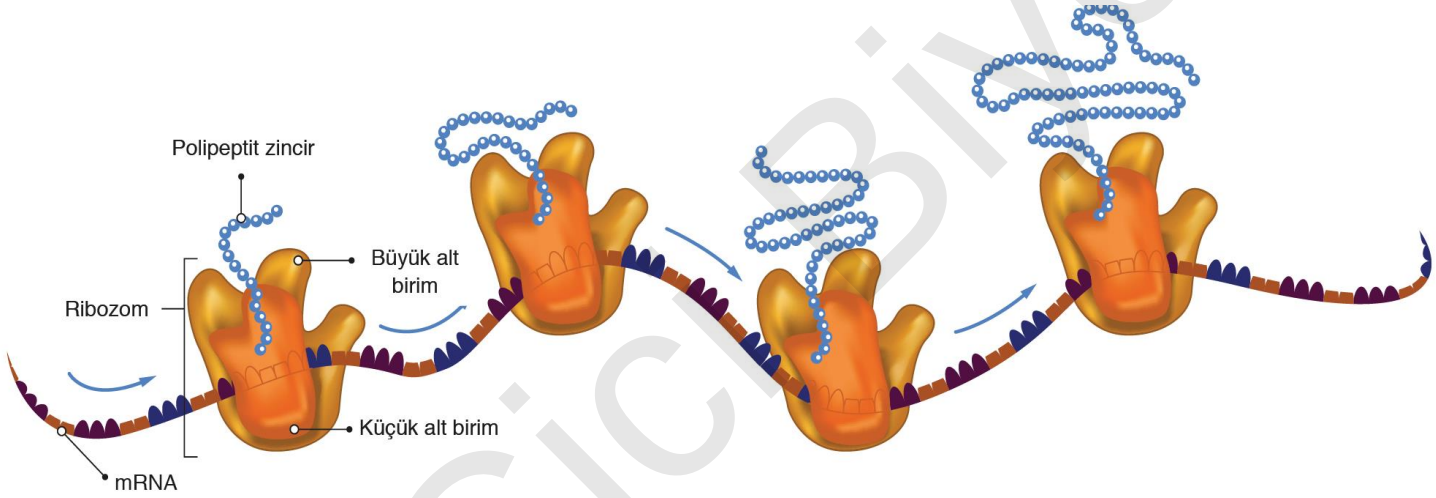
Cici Biyolojici



Poliribozom (Polizom)

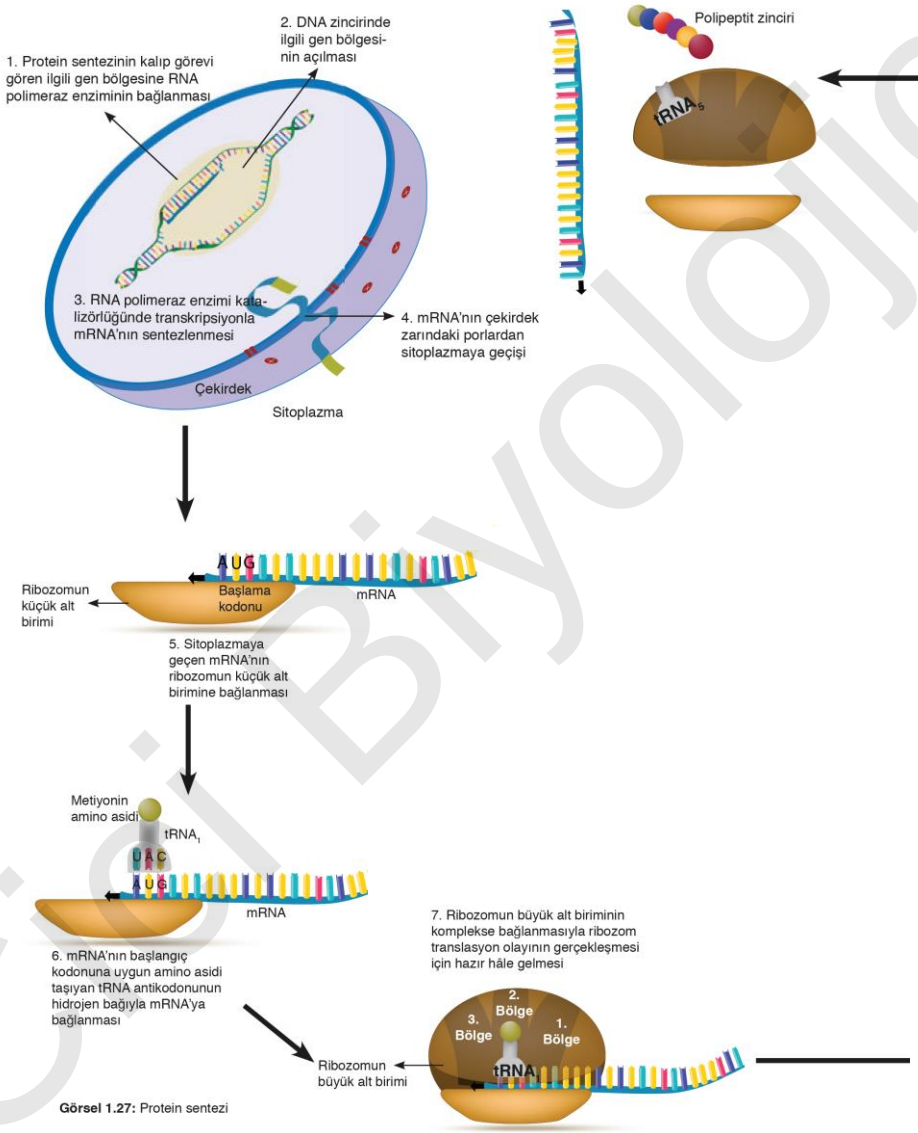
*Poliribozom ya da polizomlar, bir mRNA üzerine birden fazla ribozomun tutunmasıyla oluşan yapılardır.

*Polizomlar sayesinde aynı çeşit proteinden kısa sürede ve çok miktarda üretilebilir.



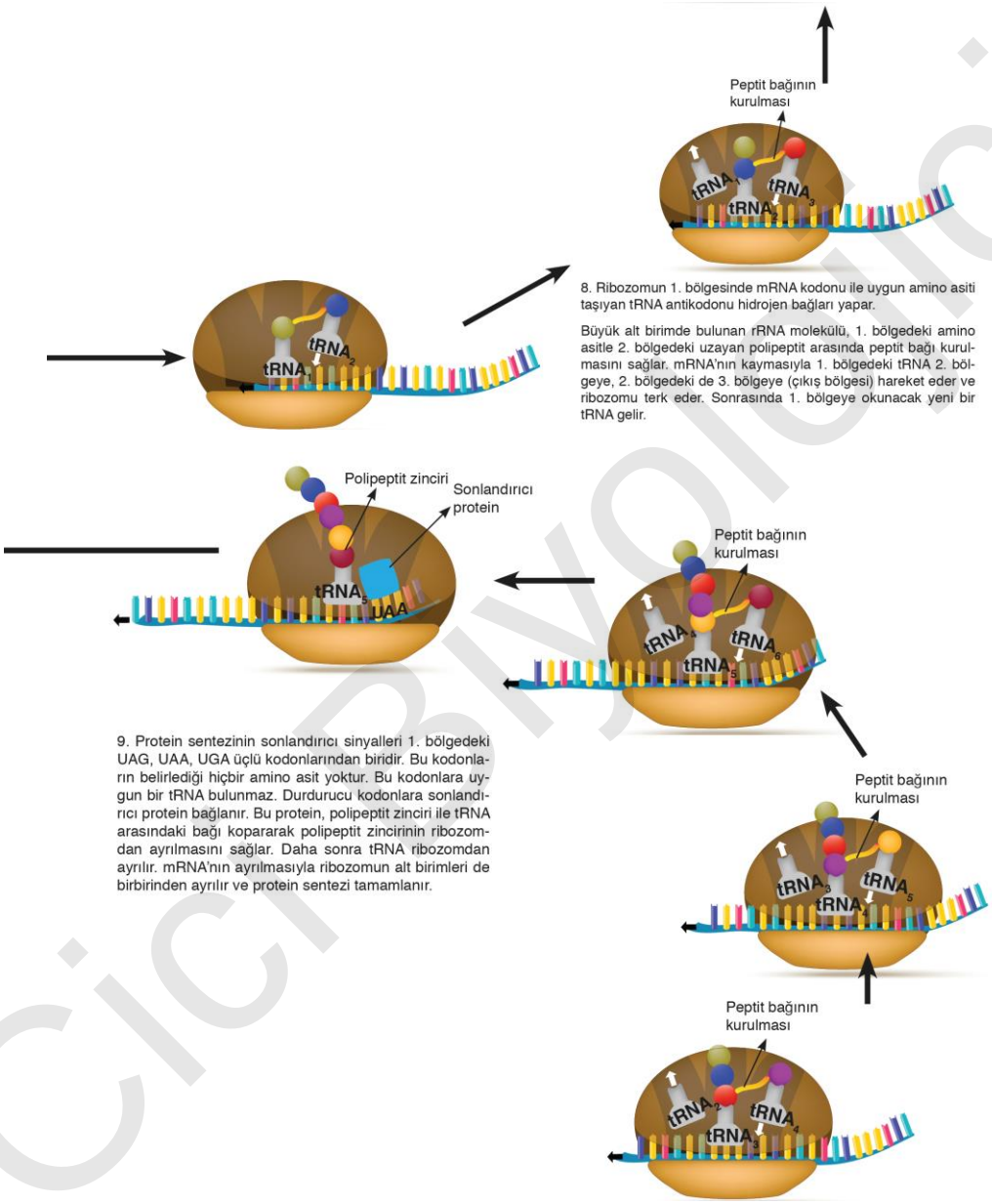
Cicibiyolojici

Protein sentezi ile ilgili infografik



Görsel 1.27: Protein sentezi

Ciel Biyolojici



8. Ribozomun 1. bölgesinde mRNA kodonu ile uygun amino asiti taşıyan tRNA antikodonu hidrojen bağları yapar.

Büyük alt birimde bulunan rRNA molekülü, 1. bölgedeki amino asitle 2. bölgedeki uzayan polipeptit arasında peptit bağı kurulmasını sağlar. mRNA'nın kaymasıyla 1. bölgedeki tRNA 2. bölgeye, 2. bölgedeki de 3. bölgeye (çıkış bölgesi) hareket eder ve ribozomu terk eder. Sonrasında 1. bölgeye okunacak yeni bir tRNA gelir.

9. Protein sentezinin sonlandırıcı sinyalleri 1. bölgedeki UAG, UAA, UGA üçlü kodonlarından biridir. Bu kodonların belirlediği hiçbir amino asit yoktur. Bu kodonlara uygun bir tRNA bulunmaz. Durdurucu kodonlara sonlandırıcı protein bağlanır. Bu protein, polipeptit zinciri ile tRNA arasındaki bağı koparak polipeptit zincirinin ribozomdan ayrılmasını sağlar. Daha sonra tRNA ribozomdan ayrılır. mRNA'nın ayrılmasıyla ribozomun alt birimleri de birbirinden ayrılır ve protein sentezi tamamlanır.

Cici Biyolojici

GENETİK MÜHENDİSİLİĞİ VE BİYOTEKNOLOJİ

*Canlıların kalıtsal özelliklerini değiştirerek onlara yeni işlevler kazandırılmasına yönelik çalışmalar yapan bilim dalına **genetik mühendisliği** denir.

***Genetik mühendisliği**; nükleotitlerin dizilişlerinin belirlenmesi, genlerin izole edilip çoğaltılması, bir canlıdan diğerine gen aktarılması gibi çalışmalarla uğraşır.

***Biyoteknoloji**, organizmaların ve bileşenlerinin faydalı ürünler elde etmek için kullanıldığı uygulamaların tümüdür.

*Bu nedenle biyoteknoloji her türlü mühendislik bilgisini biyolojiye uyarlamaya çalışır.

*Biyoteknoloji sayesinde şeker hastalığı, kanser, AIDS gibi hastalıklara ve büyüme yetersizliği gibi problemlere çareler aranmakta; ayrıca bu sayede hasar görmüş sinir hücreleri onarılmaya, bulaşıcı hastalıklara karşı koyacak özel proteinler üretilmeye çalışılmaktadır.

*Üretilen özel mikroorganizmalarla günümüzün en önemli sorunlarından biri olan organik atıklara bağlı çevre kirliliği, kontrol altına alınmaya başlanmıştır.

***Genetik mühendisliği**, kalıtsal materyal olan DNA'nın yapısında oluşturulabilecek değişiklikleri ve bunların nasıl yapılacağını açıklayan uygulamaları konu edinirken; **biyoteknoloji**, genetik mühendisliğinin sağladığı bilgilerle canlılardan ekonomik değeri yüksek ürünler elde etmeyi amaçlar. Bu şekilde tarım ve hayvancılık, endüstri, tıp ve eczacılık gibi alanlarda önemli ürünler elde edilmiştir.

***Biyoteknolojinin en büyük hedeflerinden biri** de insanların daha iyi şartlarda yaşayabilmesini sağlamaktır. Bu nedenle biyoteknoloji; organizmaları, onların ürünlerini biyolojik sistemlerde kullanarak insanlığa faydalı sonuçlar elde etmeye çalışır. Bu amaçla biyoteknoloji; mikrobiyoloji, biyokimya, moleküler biyoloji gibi birçok farklı bilim dalını bünyesinde toplar.

Ciçi Biyolojici

***Biyoteknoloji ve genetik mühendisliği kavramları zaman zaman karıştırılır.** Oysa bu iki kavram birbirinden farklıdır.
***Genetik mühendisliği**, kalıtsal materyal olan DNA'nın yapısında oluşturulabilecek değişiklikleri ve bunların nasıl yapılacağını açıklayan uygulamaları konu edinir.

***Biyoteknoloji** ise genetik mühendisliğinin sağladığı bilgilerle canlılardan ekonomik değeri yüksek ürünler elde etmeyi ve bunları pazarlamayı amaçlar.

*Örneğin bakterilerden elde edilen proteaz (proteinleri parçalayan enzim) ve lipaz (yağları parçalayan enzim) gibi enzimler geçmiş yıllarda deterjanlarda aktif madde olarak kullanılmaktaydı. Ancak bu deterjanlarla temizlenen çamaşırları giyen veya eşyaları kullanan insanların çoğunda alerjik sorunlar ortaya çıkmıştır. Sonraki yıllarda genetik mühendislerinin çalışmaları ile insanlardan bakterilere proteaz ve lipaz enzimlerini üretecek genler transfer edilmiş, antialerjik enzim üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen enzimler, çeşitli temizlik ürünlerine ilave edilerek insanların kullanımına sunulmuştur. **Bu durum gösteriyor ki genetik mühendisliğinin pratikte uygulama şekli biyoteknoloji olarak ifade edilebilir**.

***Biyoteknoloji, genetik mühendisliğinin yöntemlerini araç olarak kullanır**. İnsülin, kalsitonin ve büyüme hormonunu çok miktarda ve ucuza üretmek biyoteknolojinin amaçlarından biridir. Bunun için genetiği değiştirilmiş organizmalardan yararlanır.

*Genetiği değiştirilmiş organizma üretmek yani bir türden başka bir türe gen aktarımı yapmak, genetik mühendisliği çalışmalarıyla mümkün olmaktadır. Biyoteknoloji, genetik mühendisliği çalışmaları sonucu ivme kazanmış bu sayede insanlığa faydalı birçok ürün bol miktarda ve daha kolay üretilmeye başlanmıştır.

*Genetik mühendisliği çalışmaları ile elde edilen canlıların ve onlara ait ürünlerin ekonomik anlamda değerlendirilmesi biyoteknoloji sayesinde olmaktadır.

Cici Biyoloji

GENETİK MÜHENDİSLİĞİ VE BİYOTEKNOLOJİ UYGULAMALARI

*Biyoteknoloji, **klasik ve modern biyoteknoloji** olmak üzere ikiye ayrılır.

*Biyolojik sistemler yardımıyla ham maddelerin yeni ürünlere dönüştürüldüğü işlemlere **klasik biyoteknoloji** denir.

*Sütten yoğurt, peynir ve kefir yapımı; sirke üretimi; hamurun mayalanması gibi olaylar ile hayvan ve bitki ıslahı gibi çalışmalar klasik ya da geleneksel biyoteknolojinin çalışma alanlarını oluşturur.

*Bilimsel metot ve teknikler ile bitki, hayvan ve mikroorganizmaların yapılarının kültür ortamında değiştirilip geliştirilerek yeni ürünler elde edilmesine **modern biyoteknoloji** denir.

*Hızla gelişen teknoloji canlıların genetik yapısında değişiklik yapmayı olası kılmıştır. Artan nüfus sonucu klasik biyoteknolojik ürünlerin talebi karşılayamaması, modern biyoteknolojik çalışmaların hız kazanmasına neden olmuştur.

***Modern biyoteknolojik** çalışmalar sayesinde daha kaliteli ve verimli ürünler elde edilmiştir.

*Bazı hormon ve proteinlerin sentezinden sorumlu genlerin mikroorganizmalara aktarılmasıyla ürünlerin daha ucuza ve daha kısa sürede üretilmesi sağlanmıştır. Besin değeri yüksek, geç bozulan, çok düşük veya yüksek sıcaklıklara dayanıklı bitki türlerinin elde edilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır.

* Atıklar nedeniyle kirlenen suların bu atıkları besin olarak kullanan mikroorganizmaların üretimi ile temizlenmesi, modern biyoteknoljik uygulamalara örnektir.

***Modern biyoteknolojik uygulamalar**; **tür içi ve türler arası melezleme, yapay (suni) döllenme, poliploidi, gen aktarımı ve klonlama** çalışmalarını kapsamaktadır.

***Melez**; hibrit, karışık ya da katışık anlamına gelir. Genetik yapısı farklı bireylerin çaprazlanması sonucu melez bireyler elde edilir.

*Yakın akraba canlılar arasındaki melezlemeler, çekinik genlerin bir araya gelmesiyle canlıya zarar verecek hastalıkların oluşmasına sebep olabilir.

Cici Biyolojici

*Ancak farklı karakterler yönüyle homozigot olan bireyler arasında yapılan melezlemeler sonucunda daha verimli bireyler elde edilebilir.

*Örneğin soğuğa dayanıksız iri taneli buğday ile soğuğa dayanıklı küçük taneli buğdayın çaprazlanması sonucu, iri taneli ve soğuğa dayanıklı buğdaylar üretilmiştir.

***Melezleme** aynı türden bireyler arasında olduğu gibi **farklı türler arasında da** gerçekleşebilir. Dişi at ve erkek eşeğin çiftleşmesi sonucu oluşan katır melezdir ve ortam koşullarına daha dayanıklıdır.

***Yapay (suni) döllenme** genellikle hayvan ıslahında kullanılır.

*Damızlık özelliklerine sahip, verimli erkek bireylerden alınan spermler dondurularak saklanır. Gerektiğinde yapay döllenme ile üstün özelliklere sahip yumurtaların döllenmesinde bu spermler kullanılır.

*Bu yöntem inek, koyun, keçi gibi memeli canlılarda; et ve süt verimi yüksek bireylerin oluşturulmasında tercih edilmektedir.

*Bazı canlıların somatik (vücut) hücrelerinde iki kromozom takımından daha fazla sayıda kromozom takımına sahip olması durumuna **poliploidi** denir. Poliploidi daha çok bitkilerde görülür.

Ciğ Biyoloji

*Poliploid canlılar, genellikle normalden daha büyük olmaları ile göze çarpar.

*Poliploidi, yaygın olarak kültür bitkilerinde uygulanan biyoteknolojik bir yöntemdir.

*Bu sayede daha gösterişli çiçeklere sahip, iri meyveli ve bol ürün veren bitkiler elde edilebilmiştir.

*Çekirdeksiz karpuz, çilek, muz, şeker kamışı, poliploid bitkilere örnek verilebilir.

*Poliploid bitkilerin ticari değerleri yüksek olduğu için bu yöntemle bitki üretimi oldukça önemlidir.

*Günümüzde bilim insanları istenilen özelliklerdeki genleri; bitki, hayvan ve mikroorganizmalara özel yöntemlerle aktarabilmektedirler.

*Gen aktarımı ile yapısal özelliği değişmiş DNA'ya **rekombinant DNA** denir.

*Bir canlı türüne başka bir canlı türünden gen aktarılması veya var olan genetik yapıya müdahale edilmesi ile yeni genetik özelliklerin kazandırılmasını sağlayan biyoteknolojik yöntemlere **gen teknolojisi** denir.

*Çoğunlukla farklı bir türden gen aktarımıyla belirli özellikleri değiştirilmiş canlılara **genetiği değiştirilmiş organizma (GDO) veya transgenik organizma** adı verilir.

*Pirinçte A vitaminin öncül maddesi olan beta karoten üretiminden sorumlu gen yoktur. Günümüzde gen teknolojisi ile normal olarak yetiştirilen beyaz pirince nergis bitkisinin beta karoten üretiminden sorumlu geni aktarılarak altın pirinç denilen transgenik bitki üretilmiştir. Altın pirincin tüketilmeye başlanması A vitamini eksikliğine bağlı hastalıkların önlenmesine katkı sağlayacaktır.

***Gen klonlaması**, bir genin kopyasını oluşturmak için kullanılan yöntem ve tekniklerin tamamıdır. Bir hücreden çoğaltılan ve genetik yapısı tamamen aynı olan hücrelere **klon** adı verilir.

*Gen klonlaması için Escherichia coli (Eşherşiya koli) gibi kolay yetiştirilebilen, hızlı çoğalabilen ve genetik yapısı basit olan model organizmalar kullanılır.

* E. coli bağırsakta yaşayan bir bakteri çeşididir. Yaşam döngüsünün çok kısa olması yönüyle tercih edilir.

Cici Biyolojici

*Deney ve araştırmalarda kullanılmaya uygun özellikleri taşıyan canlılara **model organizma** denir.

*Model organizmalar sayesinde bir canlıdan diğerine kolaylıkla **gen aktarımı** yapılmaktadır.

*Model organizmalar, insanlarda oluşan hastalıkların sebepleri ve bunların tedavileri için yapılacak deneylerin insanlar üzerinde gerçekleştirilemediği ve etik olmadığı durumlarda yaygın olarak kullanılır.

***Biyoteknoloji, genetik, moleküler biyoloji** gibi biyolojinin pek çok dalında farklı özelliklere sahip model organizmalar kullanılmaktadır.

***Peki, model organizmalar hangi özelliklere sahiptir? Neden bilimsel çalışmalarda belirli organizmalar tercih edilir?**

*Model organizma seçiminde göz önünde bulundurulan faktörler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

1. Deneysel Uygulamalar İçin Elverişli Olma:

*Genomunda kolay değişiklik yapılan canlılar, özellikle moleküler biyoloji ve genetik alanlarındaki araştırmalar için çok uygundur.

*Drosophila melanogaster (Drosofila melanogaster) bir çeşit meyve sineği türüdür. Günümüzde en sık kullanılan model organizmalardan biridir.

2. Kısa Yaşam Döngüsüne Sahip Olma:

*Deneylerin daha kısa sürede sonuca ulaşması ve daha fazla yeni nesil üzerinde gözlem yapılabilmesi için model organizmalar genellikle kısa yaşam döngüsüne sahip canlılar arasından seçilir.

3. Laboratuvar Ortamında Yetiştirilebilme:

*Model organizmalar, sıklıkla laboratuvar ortamında kolayca bakımı yapılabilecek canlılar arasından seçilir. Bu seçimde canlının boyutu, beslenme biçimi, yaşadığı sıcaklık gibi faktörler göz önünde bulundurulur.

Ci Biyolojici

*Örneğin fare [Mus musculus (Mus muskulus)] araştırmalarda en sık kullanılan model organizmadır. Yetiştirilmesi ve bakımı kolaydır. Üreme hızı yüksek olduğu için özellikle ilaçların olası yan etkilerini nesiller boyu gözlemlemeye uygundur. Memeliler sınıfına ait bir canlı olduğu için ilaçların insanlar üzerindeki etkisi açısından da ipucu vermektedir.

4. Genom Büyüklüğü:

*Bazı model organizmalar küçük genoma sahip olmalarından dolayı tercih edilir.

*Örneğin hardal bitkisi [Arabidopsis thaliana (Arabidopsis talina)], bitkisel araştırmalarda en çok kullanılan model organizmadır. Çok küçük bir genoma sahip olması ve genom haritası çıkarılmış ilk bitki olması nedeniyle tercih edilir.

5. Genom Haritasının Çıkarılmış Olması:

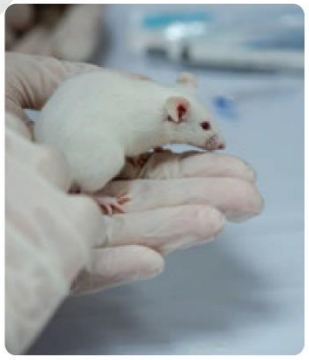
*Genom diziliminin tamamı bilinen canlılar, özellikle genetik alanındaki araştırmalar için çok uygun birer model organizmadır.

*Bir çeşit nematot olan yuvarlak solucan [Caenorhabditis elegans (Senorabdidis elegans)], genom dizilimi haritalanmış ilk çok hücreli canlı olması bakımından önemlidir.

6. Ekonomik Koşullar:

*Model organizma olarak seçilen canlının ucuz ve kolay bulunabilir olması, bakımının masraflı olmaması bilim insanları için tercih edilen bir durumdur.

*Örneğin ekmek mayası [Saccharomyces cerevisiae (Sakkaromises serevise)], kolay yetiştirilebilir olduğu için genetik ve mikrobiyoloji alanında sıklıkla kullanılmaktadır.



Görsel 1.35: *Mus musculus* (fare)

Görsel 1.36: *Arabidopsis thaliana* (Hardal bitkisi)

Görsel 1.37: *Caenorhabditis elegans* (yuvarlak solucan)

Ciçi Biyolojici

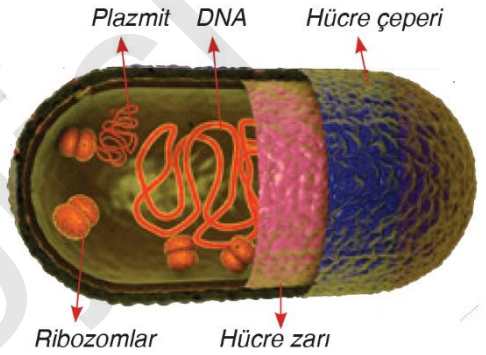
Gen Klonlama

*İnsülin ve büyüme hormonu, geçmiş yıllarda kadavralardan ve çeşitli memeli canlılardan çok az miktarda ve güçlükle elde edilmekteydi.

*Günümüzde ise bu hormonların sentezinden sorumlu genler, insan DNA'larından izole edilerek çeşitli bakterilere aktarılmaktadır.

*İnsülin ve büyüme hormonu daha kolay ve ucuza üretilebilmektedir.

*Klonlamada vektör olarak genellikle bakterinin sitoplazmasında bulunan ve **plazmit** adı verilen DNA parçaları kullanılır.



*Bu uygulamada öncelikli olarak geni klonlanmak istenen canlıya ait DNA ve vektör olarak kullanılacak bakteri DNA'sı (plazmit) özel yöntemlerle saf olarak izole edilir.

*İzole edilen DNA'daki istenilen gen ve bakteri plazmiti **aynı restriksiyon enzimi** ile kesilir.

***Kesilen gen ve plazmit**, uygun koşullarda **DNA ligaz** enzimi ile birleştirilir.

*Bu işlem sonucunda elde edilen DNA, **rekombinant DNA** olarak isimlendirilir.

*Yeni özelliğe sahip plazmit tekrar bakteri hücresine aktarılır.

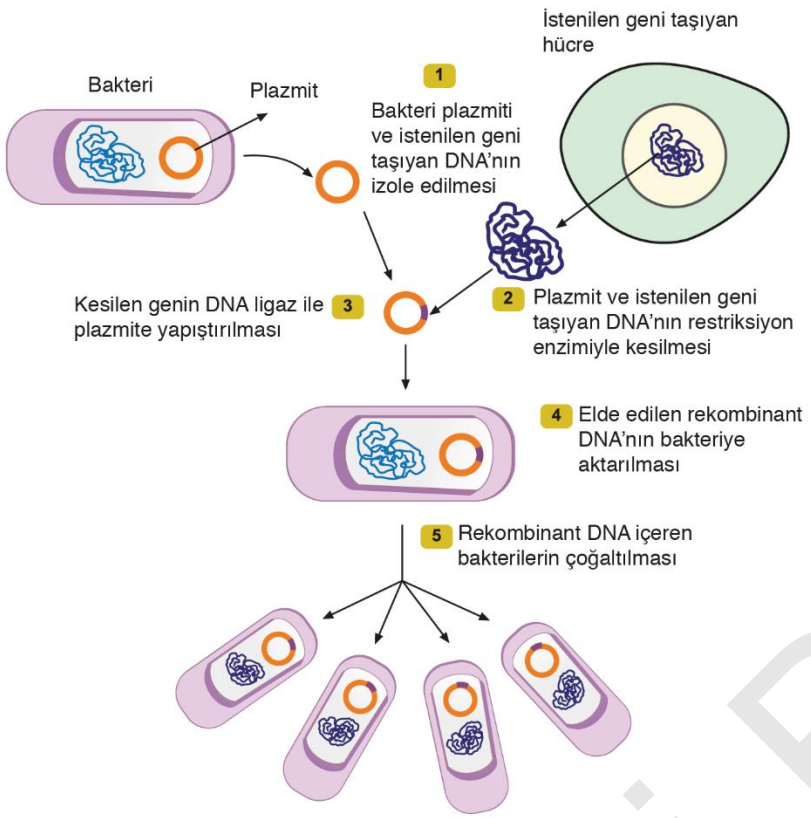
***Rekombinant bakteriler**, uygun kültür ortamında çoğaltılır ve böylece istenen **gen de klonlanmış olur**.

*Rekombinant DNA teknolojisi, günümüzde çeşitli hastalıkların tedavisi için hormon, antibiyotik ve antikor üretme amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır.

*Özellikle rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak bitkilerde ürün verimi ve kalitesi artırılabilmektedir.

*Bu yöntemle bitkilerin soğuğa, kuraklığa, virüslere ve yabani ot mücadelesinde kullanılan ilaçlara (herbisit) karşı dirençli olması sağlanabilmektedir.

Biyolojici



*Ayrıca özellikle kültür bitkilerinde tek bir doku hücresinden olgun bitkiler oluşturulabilmektedir.

*Tarımda biyoteknolojik çalışmalar, bitkilerin besin değerini ve kalitesini artırmak için de kullanılmaktadır.

*Pirinç, buğday, soya fasulyesi ve yonca gibi bitkilere uygun genler aktarılarak besin değerlerinin yüksek olması sağlanmıştır.

Rekombinant DNA teknolojisi ile insanlardan izole edilen büyüme hormonu geninin fare embriyolarına aktarımı sonucu normale göre daha iri fareler elde edilmiştir. Bu bilimsel çalışma, insan embriyolarına da bu tip genlerin aktarılabilmesinde önemli ip uçları oluşturduğu için önemlidir.

Bir sığır ırkında fazla kas üretimine neden olan gen, izole edilerek farklı ırktaki sığırlara hatta koyunlara aktarılmış ve daha fazla et üreten transgenik canlılar elde edilmiştir. Aynı yöntemle süt verimi yüksek koyun, keçi, inek ve yumurta verimi yüksek kümes hayvanları üretilmiştir.

Cici Biyolojici

Canlı Klonlama

*__Klonlama__ bir canlının __genetik ikizi__nin oluşturulması olarak tanımlanabilir.

*Hayvan klonlamasında klonlanacak canlının bir vücut hücresinin çekirdeği çıkartılır.

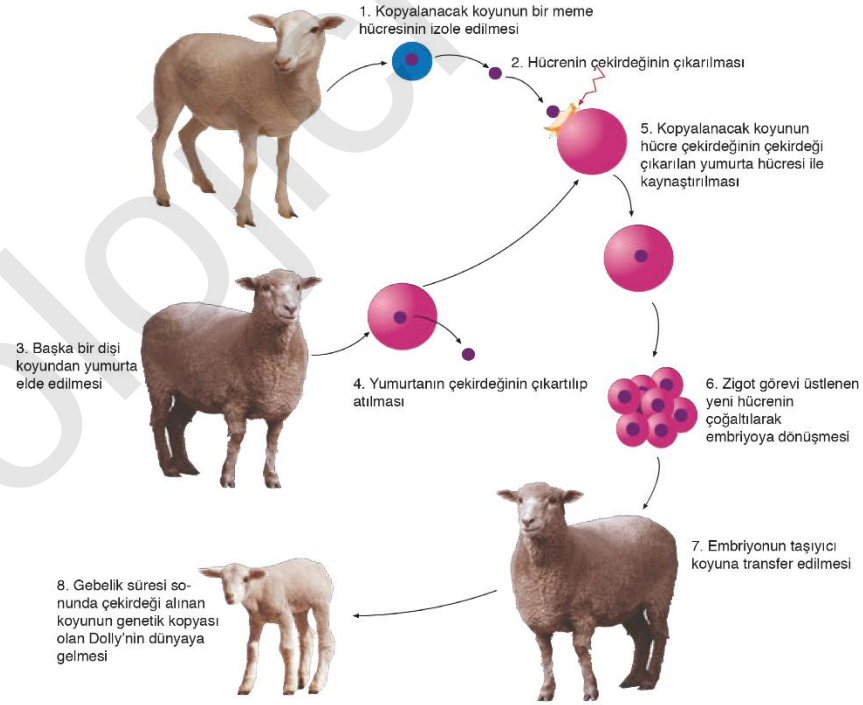
*Bu çekirdek, aynı tür dişi bireyin çekirdeği çıkarılmış yumurta hücresine özel tekniklerle aktarılır.

*Bu hücre, zigot görevi görür ve aynı tür farklı dişi bireyin uterusuna (döl yatağına) yerleştirilir.

*Gebelik tamamlandıktan sonra doğan yavru, hücre çekirdeği alınan hayvanın kopyası olur.

*Bu yöntemle kurbağa, semender gibi birçok canlı kopyalanmıştır.

*1996'da İskoç Bilim insanı Dr. Ian Wilmut (İyan Vilmut) ve ekibi, ilk kez memeli bir hayvanı kopyalamışlardır.



*Bunun için dişi bir koyunun meme hücresinden çıkarılan çekirdek, başka bir koyunun çekirdeği çıkarılmış yumurta hücresine aktarılmıştır.

*Zigot özelliğine sahip bu hücrenin mitoz bölünmesi ile elde edilen embriyo; başka bir koyunun döl yatağına aktarılmış, gebelik süresinin sonunda Dolly (Doli) adı verilen kuzu dünyaya gelmiştir.

*Dolly, hücre çekirdeği alınan koyun ile genetik ikiz olmuştur.

*Bu olay bilim dünyasında çok ses getirmiştir. Bu yöntemle verimli hayvan ırklarının özellikleri korunarak çoğaltılabilecektir. Özellikle nesli tükenme tehlikesi altında olan hayvanlar kolaylıkla üretilebilecektir.

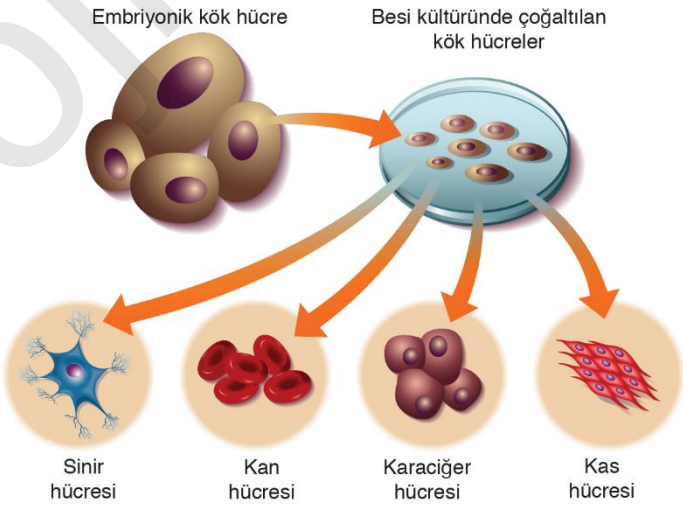
Oici Biyoloji

Kök Hücre

*Son yıllarda bilim dünyasında kök hücrelerle yapılan çalışmalar ilgi ile izlenmektedir.

*Kök hücreler; yenilenme gücü yüksek olan, vücut içinde ve uygun koşullar sağlanırsa **laboratuvar ortamında sürekli bölünebilen ve birçok hücre tipine dönüşebilen farklılaşmamış hücrelerdir**.

*Kök hücreler; **embriyo, göbek kordonu ve yetişkin bireylerden** elde edilebilir.



*Embriyonik kök hücrelerin kendilerini yenileme ve diğer doku hücrelerine dönüşme yetenekleri çok yüksektir. ***Embriyonun blastula evresinde elde edilen embriyonik kök hücreler**, uygun kültür ortamında geliştirilerek farklı hücre tipleri oluşturabilir.

*Bu tip hücrelerin ilerleyen zamanlarda doku ve organ üretiminde kullanılabileceği öngörülmektedir.

*Bu yöntemle bir bireyden elde edilen kök hücrelerle başka bireylerdeki yıpranmış doku ve organların onarımı veya bazı hastalıkların tedavisi de sağlanabilmektedir.

*Embriyonik kök hücreler; kanser, omurilik zedelenmeleri, Alzheimer (Alzaymır) ve Parkinson gibi hastalıkların tedavileri için umut olarak görülmektedir.

***Göbek kordonundan alınan kök hücreler, en kolay elde edilen kök hücre çeşididir**. Elde edilen bu kök hücreler; özel yöntemlerle dondurularak saklanmakta, gerektiğinde hasar gören doku ve organların tedavisinde kullanılmaktadır.
***Yetişkin birey kök hücrelerinin diğer doku hücrelerine dönüşüm gücü azdır**. Kemik iliği, deri, ve yağ dokuda bol miktarda yetişkin birey kök hücreleri bulunmaktadır.

Biyolojici

*Günümüzde üzerinde en çok çalışılan konulardan biri, kök hücre teknolojileriyle **yapay doku ve organ üretimidir**. Doku ve organ naklinin hayat kurtardığı herkes tarafından bilinen bir gerçektir. Ancak uygun doku ve organ temin edilmesi ciddi bir sorundur. Organ nakillerinde en önemli kaynak, organ bağışlayan sağlıklı bireyler ile beyin ölümü gerçekleşen insanlardır. Ülkemizde ve dünyada tüm çabalara rağmen doku ve organ bağışı, istenilen düzeye ulaşamamıştır.

*Yeterli organ bağışı yapılsa bile doku ve organ nakillerinde başarısızlığa neden olan bazı tıbbi sorunlar ile karşılaşılmaktadır. Bu tıbbi sorunların büyük çoğunluğu **doku reddi**nden kaynaklanır. Doku reddini önlemek için doku nakli yapılan bireyler bağışıklık sistemini baskılayan ilaçları kullanmak zorundadır. Bu tür ilaçlar da çeşitli enfeksiyonlara ve kansere yakalanma riskini büyük ölçüde artırmaktadır.

*Bilim insanları bu ve buna benzer durumlardan dolayı **yapay doku ve organ üretme** çalışmalarına hız vermişlerdir. Fizyolojik görevini tam olarak yerine getiremeyen hayati organların yerine mekanik malzemelerden tasarlanan, doku mühendisliği ile üretilen organlara yapay organ denilmektedir. **Bu çalışmalar sonucunda 1997 yılında ilk kez yapay olarak insan derisi üretilmiştir.** Bu teknoloji sayesinde yara ve yanıklar, kalıcı izler bırakmadan tedavi edilebilmektedir.
*Günümüzde kalp, pankreas, böbrek, karaciğer, deri ve kulak gibi organların yapay modellerinin üretimi için çeşitli çalışmalar yürütülmektedir. Yapay organ üretiminde yapay organ nakli yapılacak bireylerden elde edilen kök hücreler kullanılarak doku reddi gibi sorunların ortadan kaldırılması hedeflenmektedir. Ancak kök hücrelerin laboratuvar koşullarında çoğaltılmasında yaşanan zorluklar ve yapay organların fizyolojik yönden doğal organların işlevlerini tam olarak yerine getirememesi yapay organ üretimindeki temel sorunlardır.

Cici Biyolojici

Gen Terapisi

*Canlılarda bulunan işlev ve yapıca bozuk genlerin tespit edilmesi, değiştirilmesi ve onarılmasını sağlayan uygulamalara **gen terapisi** denir.

***Gen terapisi**, erken embriyonik dönemde kusurlu genlerin tespit edilerek değiştirilmesine ve çeşitli hastalıklara neden olabileceği tahmin edilen genlerin onarılmasına olanak sağlamaktadır.

*Böylece kalıtsal hastalıkların ve istenmeyen genetik özelliklerin bir sonraki nesle aktarılması önlenmiş olacaktır.

*Günümüzde gen terapisi ile ilgili çalışmalar hızla devam etmektedir.

*İnsan genomu ile elde edilen bilgiler sayesinde kanser, kalp ve damar hastalıkları, hemofili ve şeker hastalığı gibi birçok rahatsızlığın tedavi edilebileceği öngörülmektedir.

Genetik danışmanlık;

*kalıtsal hastalığı olan veya bu tür hastalıkları taşıma riski bulunan bireylere uygulanması gereken testler, hastalıkların olası sonuçları ve varsa tedavileri ile ilgili bilgi verilmesidir.

*Genetik danışmanlık, genetik uzmanları veya bu konuda eğitim almış doktor ve biyologlar tarafından verilmektedir.
*Genetik danışmanlar, tespit edilen kalıtsal hastalıklar ve problemlere karşı alınabilecek önlemler ve yapılacak testler hakkında bilgi vererek çözüm önerileri sunar.

İnsan Genom Projesi

*Genetik mühendisliği çalışmaları ile bir canlının genomundaki tüm genlerin yerlerini belirlemek ve haritalarını çıkarmak için yapılan çalışmalara Genom Projesi denir.

*Genom Projesi ile ilk yıllarda E.coli bakterilerinin, mayaların, meyve sineklerinin, çeşitli tek hücreli canlıların ve farelerin gen haritaları çıkarılmıştır. Bu canlılardan özellikle meyve sineğinin ve farenin genetik işleyişinin insanlarla büyük oranda benzerlik göstermesi, bu model organizmalar üzerindeki çalışmaları daha önemli hâle getirmiştir.

Cici Biyolojici

*Bu tip canlıların genomları üzerindeki çalışmalar, daha karmaşık yapılı insan genomunun haritalanması açısından umut verici olmuştur.

*1990 yılında birçok ülkenin bilimsel ve finansal desteği ile insan genomunun tümünün haritalanması ve kromozomların nükleotit dizilerinin belirlenebilmesi için İnsan Genom Projesi adı verilen çalışma başlatılmıştır. Bu proje 2003 yılında tamamlanmıştır.

DNA Parmak İzi

*İnsanların DNA baz dizilimlerinin farklı olmasından dolayı **tek yumurta ikizleri hariç** hiçbir bireyin genetik yapısı diğeriyle aynı değildir.

*İnsan genomunda **anlamlı ve anlamsız baz dizileri** bulunmaktadır.

***Anlamsız diziler**; herhangi bir proteini kodlamayan, büyük çoğunluğu tekrar eden DNA dizilerinden oluşmaktadır.

*Bir canlıya ait hücredeki DNA baz diziliminde tekrar eden anlamsız baz dizilerinin jel üzerinde oluşturdukları bantlı yapılara **DNA parmak izi** denir.

*DNA parmak izi elde etmek için DNA, **uygun restriksiyon enzimi** ile kesilir.

*Tekrar eden anlamsız baz dizileri **PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)** yöntemiyle çoğaltılır.

*Temel olarak PCR mekanizmasının amacı, yüksek sıcaklıkta yapısı bozulmayan bir DNA polimeraz kullanılarak DNA replikasyonunu ve çoğaltılmasını sağlamaktır.

*Elde edilen DNA'lar özel bir jele yüklenir.

***Elektroforez** adı verilen bir yöntemle farklı uzunluktaki DNA parçaları birbirinden ayrılır.

*DNA parçaları jel üzerinde büyüklüklerine göre belirli uzaklıklarda **bantlar** oluşturur.

Bu bantlı yapılar, bireylere özgüdür ve DNA parmak izi olarak adlandırılır.

Cici Biyolojici

Biyogüvenlik

*Biyogüvenlik transgenik ürünlerin olası risklerinin değerlendirilmesi ve kontrol altına alınması, modern biyoteknolojinin insan sağlığı ve çevreye zarar vermeden uygulanmasını sağlamak için alınması gereken politik ve işlevsel önlemlerin tümü olarak tanımlanmıştır.

Biyoetik

*Biyoetik, biyoloji ve tıp alanındaki gelişmelerin meydana getirdiği tartışmalı ve etik konuları inceleyen özel bir disiplindir.

*Klonlama, kök hücre tedavileri, yapay döllenme insanlar üzerinde yapılan deneyler ve genetiği değiştirilmiş organizma üretimi gibi konular; biyoetiğin inceleme alanındadır.

*Biyoetik kavramı bilimdeki hızlı değişimlerin ahlaki değerlere uygun olması gerektiği düşüncesinden doğmuştur.

Cici Biyolojici

CANLILARDA ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ

Enerjinin Temel Molekülü ATP (Adenozin trifosfat)

*Canlılar, metabolik faaliyetleri için gerekli olan enerjiyi ürettikleri ya da dış ortamdan hazır aldıkları besinlerden sağlar.
*Fotosentetik canlılar, Güneş enerjisini kullanarak besin üretir.

*Besinlerdeki kimyasal enerji, doğrudan kullanılamaz.

*Canlılar, hücresel solunumla besinlerden elde ettikleri kimyasal enerjiyi **ATP** adı verilen özel bir molekülün yapısında kimyasal bağ enerjisi olarak tutar.

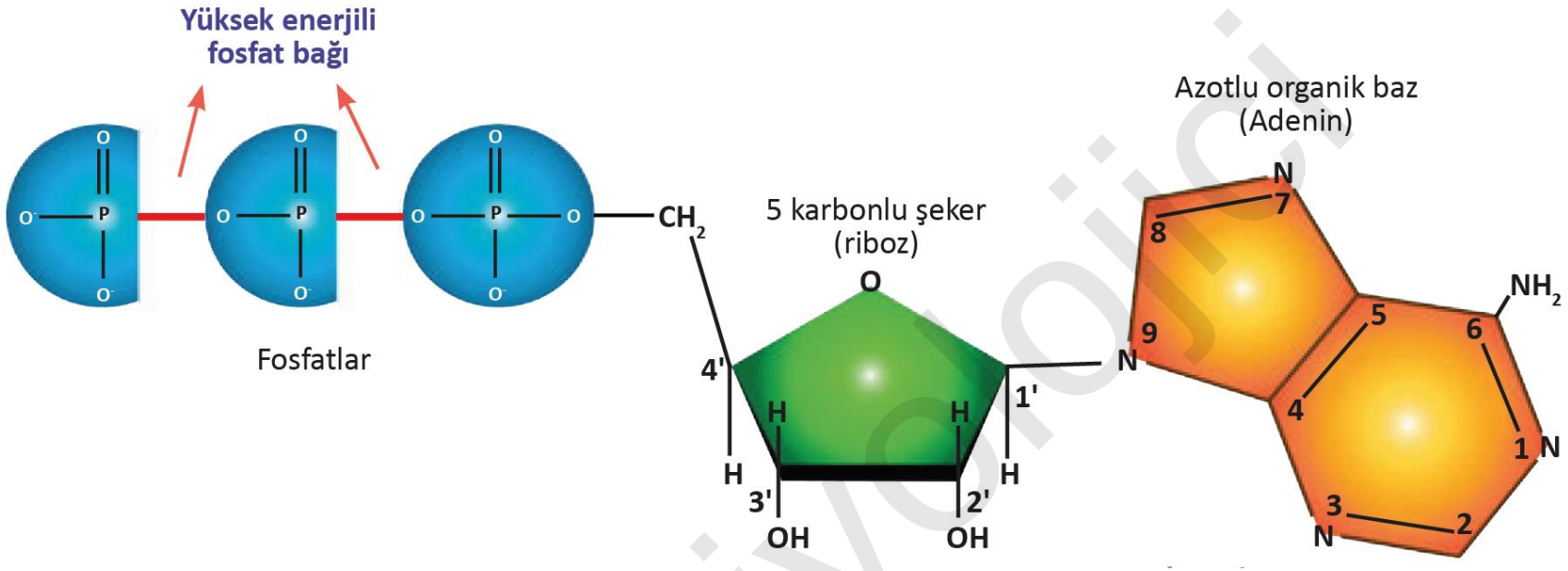
*ATP, tüm yaşamsal faaliyetlerde kullanılan enerji kaynağıdır.

*Her hücre, metabolizması için gerekli olan ATP'yi **kendisi sentezler**.

*ATP; **depolanmaz, anlık olarak üretilir ve tüketilir**.

*ATP; elektrik, ısı, kimyasal enerji gibi başka formlara kolayca dönüşebilir.

Cici Biyolojici



*ATP molekülünün yapısında; **adenin bazı**, beş karbonlu **riboz şekeri** ve **üç tane fosfat** grubu bulunur.

*Adenin bazı ve riboz şekeri arasında **glikozit bağı** kurulur, oluşan yeni yapı **adenozin** adını alır.

*Adenozin molekülüne **fosfoester bağıyla** fosfat grubu bağlanır.

*Adenozin ve bir fosfatın birleşmesi ile oluşan yapıya **adenozin monofosfat (AMP)**, iki fosfatın birleşmesi ile oluşan yapıya **adenozin difosfat (ADP)**, üç fosfatın birleşmesi ile oluşan yapıya **adenozin trifosfat (ATP)** denir.

*ATP, yapı olarak **RNA molekülündeki adenin nükleotide benzer**. Tek farkı, yapısında bir yerine üç tane fosfat grubu bulundurmasıdır.

Cici Biyolojici

*ATP hidroliz edildiğinde fosfat grupları arasındaki bağlar kopar.

*Bir fosfat bağının kopmasıyla ATP, ADP'ye dönüşür ve enerji açığa çıkar. Bu şekilde enerji açığa çıkaran tepkimelere **ekzergonik tepkimeler** denir.

*Standart koşullar altında laboratuvar ortamında 1 mol ATP'nin hidrolizi ile **7,3 kcal** enerji açığa çıkar. Ancak bu olay hücre içinde gerçekleşirse yaklaşık **13 kcal** enerji elde edilir.

$$ATP + H_2O \longrightarrow ADP + P_i + Enerji$$

***Ekzergonik tepkimelerle** açığa çıkan enerji, çeşitli metabolik faaliyetlerde kullanılır.

*Gerçekleşmesi için enerjiye ihtiyaç duyulan bu çeşit tepkimeler **endergonik tepkimelerdir**.

*Hücrede gerçekleşen çoğu yıkım tepkimeleri**, ekzergonik**; yapım tepkimeleri ise **endergonik** reaksiyonlara örnektir.

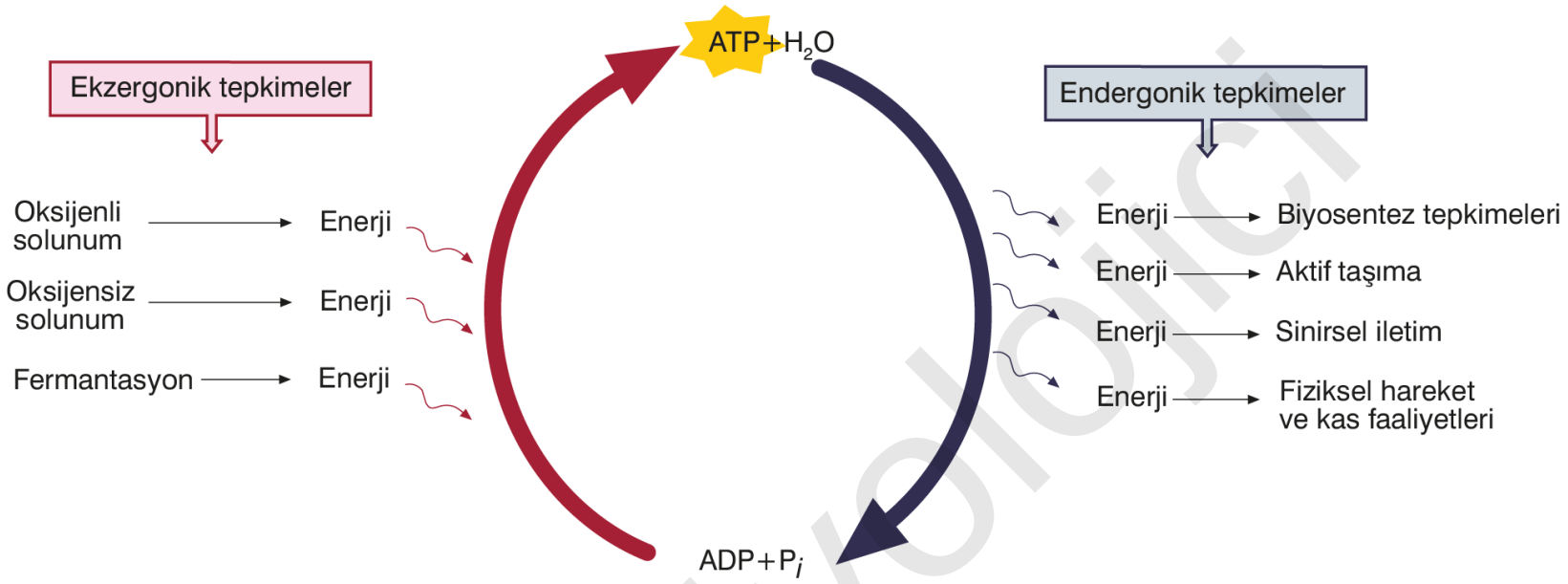
*ATP, **aynı hücrede hem üretilir hem de tüketilir**. ATP, yenilenebilen biyolojik bir enerji kaynağıdır.

*Organik maddelere fosfat grubu eklenmesine **fosforilasyon;** organik maddelerden fosfat grubu koparılmasına ise **defosforilasyon** denir.

*ADP molekülüne bir fosfat grubu eklenerek ATP sentezlenmesi, **fosforilasyona**; ATP'den bir fosfat grubu koparılarak ADP elde edilmesi **defosforilasyona** örnektir.

$$ADP + P_i + Enerji \underset{\text{Defosforilasyon}}{\overset{\text{Fosforilasyon}}{\rightleftharpoons}} ATP + H_2O$$

Ciçi Biyolojici



*ATP'nin yıkılıp yeniden sentezlenmesi **ATP döngüsü** olarak ifade edilir.

*ATP döngüsü, endergonik ve ekzergonik tepkimeler arasında köprü kuran çok önemli bir olaydır.

***Çünkü ekzergonik tepkimeler sonucu açığa çıkan enerji, endergonik tepkimelere enerji taşıma görevi üstlenen ATP molekülü ile transfer edilir.**

*ATP enerjisi; sinirsel iletim, kas hareketleri, protein sentezi, aktif taşıma, bölünme gibi hücresel olaylarda harcanır.

*Enerji dönüşüm olayları sırasında Güneş ışığındaki enerjinin tamamı tutulamaz ya da aktarılamaz. Bir kısmı **ısı enerjisi olarak dışarı verilir. Bu nedenle enerji dönüşüm ve tüketim olaylarında mutlaka ısı enerjisi açığa çıkar**.

*Hücrelerde ATP döngüsü, oldukça hızlı gerçekleşir. Örneğin çizgili kas hücresi, bir saniyede yaklaşık on milyon ATP molekülünü tüketir ve yeniden üretir. ATP, endergonik ve ekzergonik tepkimeler arasında enerji transferi sağlayan organik bir moleküldür. ATP bu özelliğiyle enerji gerektiren metabolik olayların kesintisiz devam etmesini sağlar.

Biyolojici

Fosforilasyon Çeşitleri

ATP sentezi, kullanılan enerji kaynağına göre canlılarda 3 şekilde gerçekleşir.

1. Substrat Düzeyinde Fosforilasyon

*Hücrelerde enzimler yardımıyla çeşitli organik maddelerden (substrat) ayrılan fosfat grubunun ADP'ye eklenerek ATP sentezlenmesine substrat düzeyinde fosforilasyon denir.

***Oksijenli solunum, oksijensiz solunum ve fermantasyon yapan tüm canlılarda görülür.**

*Enerji verici organik moleküllerden ATP üretilmesine hücresel solunum denir.

2. Oksidatif Fosforilasyon

*Yüksek enerjili elektronları alıp **indirgenme ve yükseltgenme tepkimelerini** gerçekleştiren molekül sistemine **elektron taşıma sistemi (ETS)** denir.

*Organik moleküllerden ayrılan yüksek enerjili elektronların ETS aracılığıyla oksijene aktarılması sırasında kademeli olarak ATP sentezlenmesine **oksidatif fosforilasyon** denir.

*Bu tip fosforilasyon, ökaryot hücrelerin **mitokondrileri ile bazı prokaryotların hücre zarının sitoplazmaya doğru yapmış olduğu kıvrımlarında** gerçekleşir.

*Bazı prokaryot canlıların inorganik maddeleri okside ederek elde ettikleri enerji ile inorganik maddelerden organik madde sentezlemelerine **kemosentez** denir.

***Kemosentetik canlılar da oksidatif fosforilasyonla enerji üretir.**

*Kemosentezde fotosentezden farklı olarak **ışık enerjisi yerine kimyasal enerji** kullanılır. Bu yüzden fotosentez sadece ışık varlığında gerçekleşirken kemosentez gece gündüz gerçekleşir.

Ci Biyolojici

3. Fotofosforilasyon

***Klorofil pigmenti** taşıyan **ototrof canlıların ışık enerjisi** yardımıyla inorganik maddelerden organik madde sentezlemelerine **fotosentez** denir.

*Klorofil pigmenti bulunduran ökaryot ve prokaryot hücrelerde ışık enerjisi yardımıyla oluşan yüksek enerjili elektronlardan elektron taşıma sistemi ile kademeli olarak yapılan ATP sentezine fotofosforilasyon denir.

***Sadece fotosentetik canlılar fotofosforilasyonla ATP üretir.**

Cici Biyolojici

FOTOSENTEZ

*Yeryüzündeki birçok canlı için gerekli olan enerjinin kaynağı **Güneş**'tir.

*Canlıların Güneş enerjisini doğrudan kullanması ya da bu enerjiyi depolaması mümkün değildir.

*Güneş'ten gelen ışık enerjisinin canlıların kullanabileceği enerji şekline dönüşmesi **fotosentez** ile sağlanır.

***Klorofil** taşıyan canlıların ışık enerjisini kullanarak inorganik maddelerden organik madde sentezlemelerine **fotosentez** denir.

***Mor kükürt bakterileri gibi fotosentetik bakteriler, siyanobakteriler, öglena ve alg gibi protistler ve bitkiler fotosentez yapan canlılardır.**

*Yeryüzündeki canlıların büyük bir kısmı, enerji ihtiyaçlarını karşılamak için doğrudan ya da dolaylı olarak fotosenteze bağımlıdır.

*İnorganik maddelerden organik madde sentezleyen canlılara **ototrof canlılar** denir.

*Organik madde sentezi sırasında ışık enerjisini kullanan ototroflara ise **fotoototroflar** denir.

*Organik besinleri sentezleyemeyen ve dışardan hazır olarak alan canlılara **heterotrof canlılar** denir.

*Heterotrof canlılar, besin ihtiyaçlarını ototroflardan ya da diğer heterotroflardan karşılar.

*Dolayısıyla fotosentez, ekosistemlerde besin ve enerji akışının temelini oluşturan en önemli biyolojik olaydır.

*Bitkiler fotosentez için gerekli olan **su ve mineralleri, kökleri ile topraktan alırken CO_2'yi ise atmosferden ya da oksijenli solunum sırasında ürettikleri CO_2'den alır**.

*Fotosentezde oluşan **O_2'nin fazlası atmosfere verilir**.

*Fotosentez büyük oranda okyanus, deniz, akarsu ve göllerde yaşayan milyonlarca **fitoplankton** tarafından gerçekleştirilmektedir.

Cici Biyolojici

Fotosentez ve Fotosentezin Gerçekleştiği Yapılar

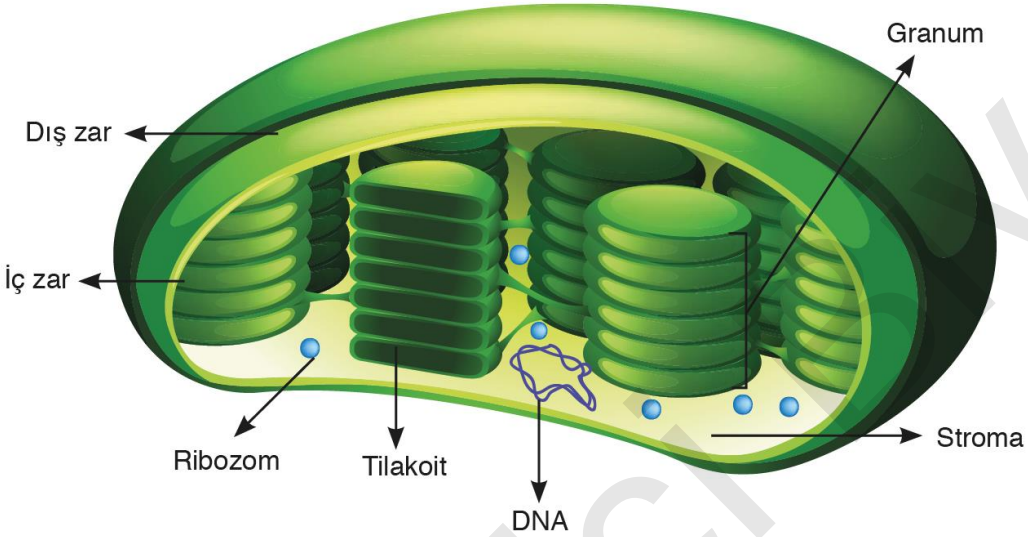
Kloroplast

*Fotosentez, **ökaryot** canlılarda **kloroplast organelinde** gerçekleşir.

*Kloroplast, bir bitkinin **yeşil olan tüm kısımlarında** bulunur.

*Yapısında **karbonhidrat, lipit, protein, DNA, RNA gibi organik maddelerle klorofil adı verilen pigment** bulunur.

*Kloroplastın dışında seçici geçirgen yapılı ve **çift katlı zar** bulunur. İç kısmı ise **stroma** adı verilen sıvı ile doludur. Bu sıvıda; **DNA, RNA, ribozom ve fotosentez için gerekli enzimler** yer alır.

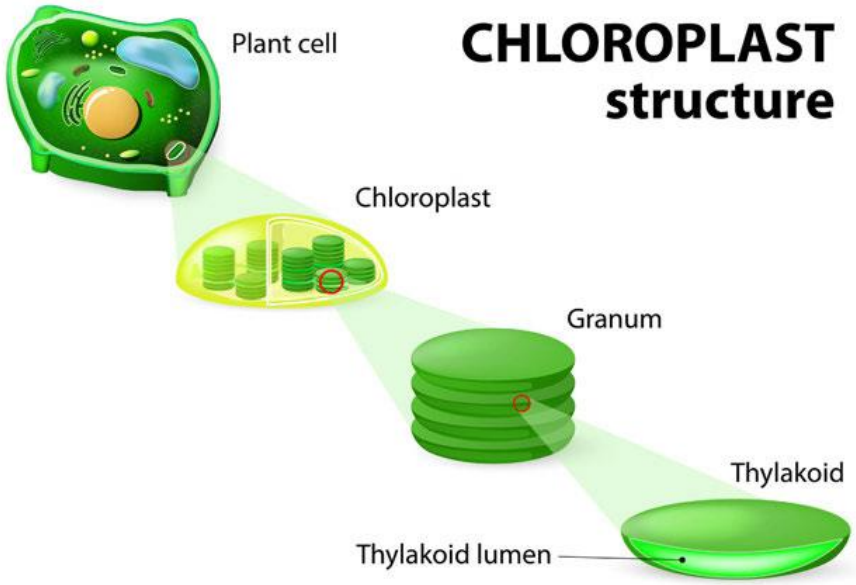


*Fotosentez sonucu üretilen glikoz molekülleri, geçici olarak kloroplastlarda depolanır.

*Kloroplast; stromada yer alan DNA, RNA ve ribozomlar sayesinde metabolik işlevler için gerekli olan proteinleri üretir

***Çekirdek kontrolünde kendini eşleyerek sayısını artırabilir.**

Cicibiyolojici



*Stroma içerisinde keselerden oluşan ve **tilakoit** adı verilen özel bir zar sistemi bulunur.

*Bitkiye yeşil rengini veren ve ışığı absorbe etme (emilme, soğurma) özelliğine sahip klorofil pigmentleri, kloroplastın **tilakoit zarlarında** yer alır.

*Bazı bölgelerde tilakoitler, sütun hâlinde üst üste gelerek **granum** adı verilen yapıyı meydana getirir.

*Granumlar da ara lamellerle birbirine tutunarak Güneş ışığının daha fazla absorbe edilmesini sağlayan **granaları** oluşturur.

*Bitkilerin kloroplast taşıyan yeşil kısımları, ışık varlığında CO_2 ve H_2O'dan organik maddeler üretir ve atmosfere O_2 verir.

*Fotosentez mekanizması, 1800'lü yıllardan beri bilinmekle beraber karmaşık kimyasal reaksiyonların bazı basamakları hâlâ tam olarak aydınlanamamıştır.

Cici Biyolojici

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{ışık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

*Denklemdeki C6H12O6, bir çeşit karbonhidrat olan glikozdur.

***Denklemde eşitliğin her iki tarafında H2O bulunması, suyun hem tüketildiğini hem de üretildiğini gösterir.**

*Denklemdeki su molekül sayıları sadeleştirilirse aşağıdaki denklem elde edilir.

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{ışık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

*Fotosentezde **karbon kaynağı, sadece CO2'dir.**

*Ancak **hidrojen kaynakları, farklılık gösterebilir.**

*Bitkiler ve bazı bakteriler, H2O'yu hidrojen kaynağı olarak kullanırken; bazı fotosentetik bakteriler, **H2S (Hidrojen sülfür) yi hidrojen kaynağı olarak** kullanmaktadır.

*Hidrojen kaynağı değiştikçe atmosfere verilen yan ürünler de değişmektedir.

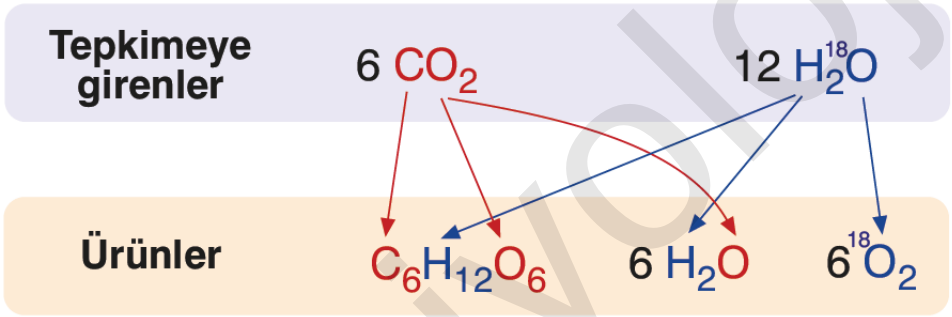
$$6CO_2 + 12H_2S \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{ışık enerjisi}} C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$$

Cici Biyolojici

*Bilim insanları, ağır oksijen izotopu (18O) kullanarak fotosentezde üretilen oksijenlerin kaynağının CO2 olmayıp H2O olduğunu ispatlamışlardır.

*Bunun için normal oksijen atomu taşıyan CO2 molekülü ve ağır oksijen izotopu taşıyan H2O'yu kullanarak fotosentezi deneysel olarak gerçekleştirmişlerdir.

*Fotosentez sonucu açığa çıkan O2'nin yapısında da ağır oksijen izotopları tespit etmişlerdir.



*Kloroplast, granalarında yer alan klorofil pigmentleri ile ışık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştüren organeldir. Güneş enerjisi ile çalışır.

*Işık, elektromanyetik denilen bir enerji şekli olup fotonlar hâlinde yayılır. Foton, yüksek hızla hareket eden ve enerji taşıyan taneciklerdir.

*Işık dalgalar hâlinde yayılır ve ışığın iki ardışık tepe noktası arasındaki mesafeye ışığın dalga boyu denir.

*Doğada gördüğümüz veya göremediğimiz farklı dalga boylarına sahip ışıklar vardır.

*Işığın dalga boyu; **gama ve kozmik ışınlarda olduğu gibi nanometreden (nm) küçük, radyo dalgalarında olduğu gibi kilometreden büyük olabilir**. Işığın dalga boylarına göre ölçeklendirilmesiyle oluşan sıralamaya elektromanyetik spektrum denir.

Cici Biyolojici

***Elektromanyetik spektrumda yaşam için önemli olan ışıklar, yaklaşık olarak 380 nm ile 750 nm dalga boyları arasında yer alır.**

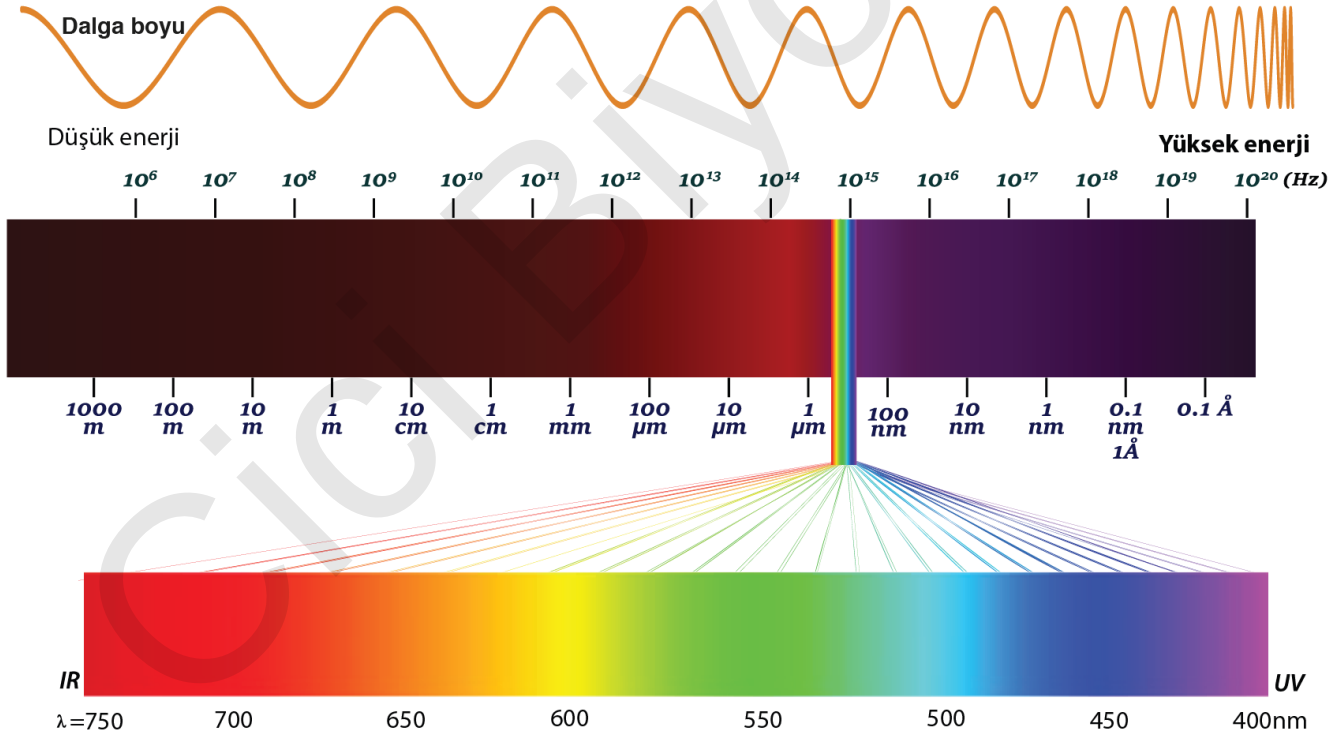
*İnsan gözü tarafından farklı renkler hâlinde ayırt edildiği için bu ışıklara **görünür ışık** adı da verilir.

*Görünür ışık, aynı zamanda **fotosentezde kullanılan ışıktır**.

*Atmosfer, görünür ışığın yeryüzüne ulaşmasına olanak sağlarken diğer ışınların büyük bölümünü engeller.

*Işık, saydam cisimlere çarparsa **içinden geçebilir**. Ayna gibi parlak yüzeyli cisimlere çarparsa **yansıtılabilir**, siyah renkli cisimlere çarparsa **emilebilir**.

*Fotosentez sırasında bu üç olay da aynı anda gerçekleşir.



*Fotosentez sırasında görünür ışığı emen ve renk veren maddelere **pigment** denir.

***Farklı pigmentler, farklı dalga boylarındaki ışığı soğurur.**

***Soğurulamayan ışıklar ya yansıtılır ya da geçirilir.**

*Kloroplastta bulunan pigmentler; **en çok mor ve kırmızı dalga boylu ışığı soğurur, yeşil dalga boylu ışığın çok az bir kısmını emer, diğer kısmını yansıtır.**

***Klorofilin soğurduğu ışıklar, fotosentezde kullanılır.**

*Yapraklar, klorofilin yansıttığı ya da geçirdiği yeşil dalga boylu ışık yüzünden yeşil renkte görülür.

*Fotosentezde **en önemli role sahip pigment, klorofil molekülüdür.**

*Bu molekül; **ışık enerjisini emer, yapısındaki elektronlar ile ışık enerjisini ETS elemanlarına aktarır ve ışık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüşümünü sağlar.**

*Klorofilin yapısında; karbon (C), hidrojen (H), oksijen (O), **azot (N) ve magnezyum (Mg)** atomları bulunur.

*Bitkilerde klorofilden başka pigment molekülleri de bulunur.

*Bunlardan bazıları, çiçek ve meyvelere renk veren **karotenoitlerdir.**

*Turuncu renkli **karoten**, sarı renkli **ksantofil** ve kırmızı renkli **likopen** pigmentleri bu gruba örnektir.

*Bitkilerde plastitlerin içinde bulunan, sarı, turuncu ve kırmızı renk veren bu pigmentlere **karotenoitler** denir.

***Karotenoitler, klorofilin soğurduğu ışıktan farklı dalga boyundaki ışıkları soğurarak klorofile aktarır.**

***Bazı karotenoitler, fazla ışığı emerek klorofil molekülünün zarar görmesine engel olur.**

Ciçi Biyolojici

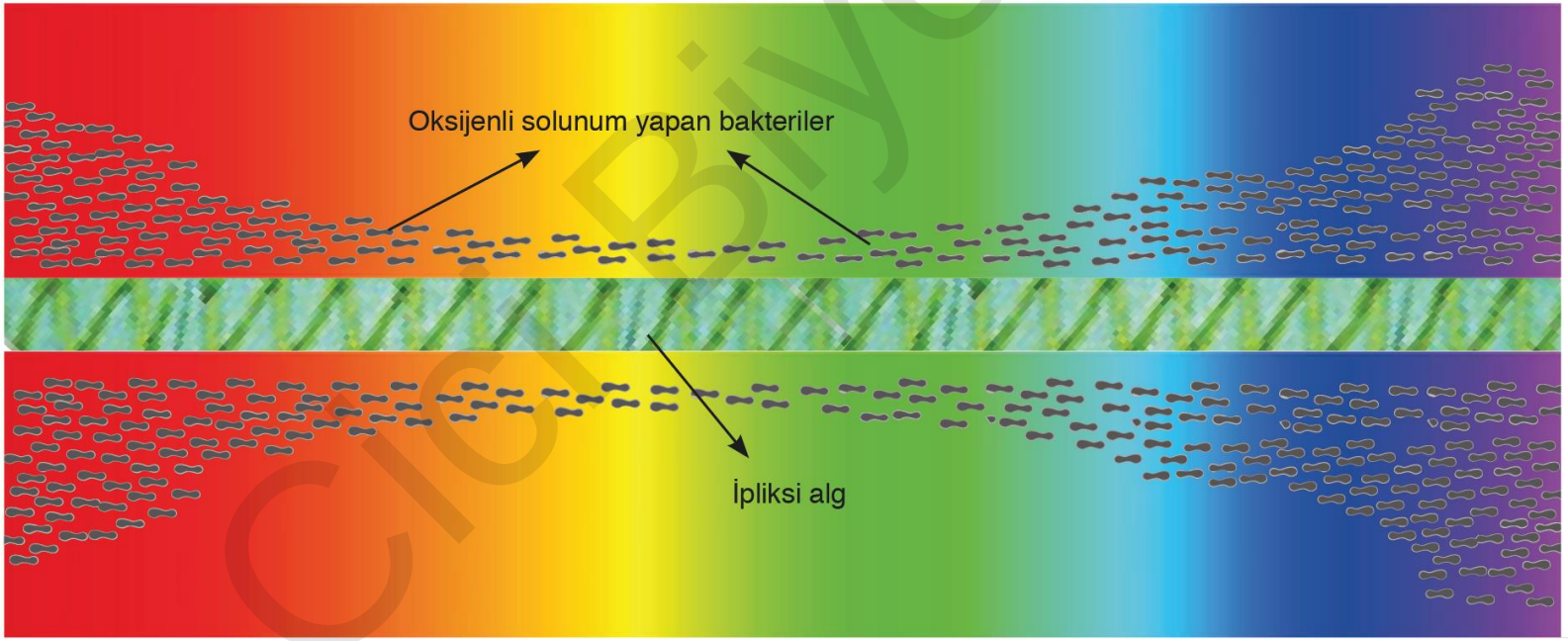
*Fotosentez hızı ile görünür ışık spektrumu arasındaki ilişki, 1883 yılında Theodore Engelmann (Teodor Engılmın) tarafından yapılan bir deneyle gösterilmiştir.

*Engelmann, **ipliksi alg** kullanarak yaptığı deneyde algin farklı kısımlarının farklı dalga boyunda ışığa maruz kalmasını sağlamıştır.

*Algin hangi kısımda daha çok fotosentez yaparak oksijen çıkardığını saptamak için **oksijenli solunum yapan bakteriler** kullanmıştır.

***Algin mor, mavi ve kırmızı dalga boylu ışığın düştüğü bölgelerinde bakterilerin daha çok kümeleştiğini görmüştür.**

*Engelmann yaptığı bu deneyle; **klorofilin en çok mor, mavi ve kırmızı dalga boylu ışığı soğurduğunu ve fotosentezin bu ışıkların düştüğü kısımlarda daha hızlı gerçekleştiğini ispatlamıştır.**

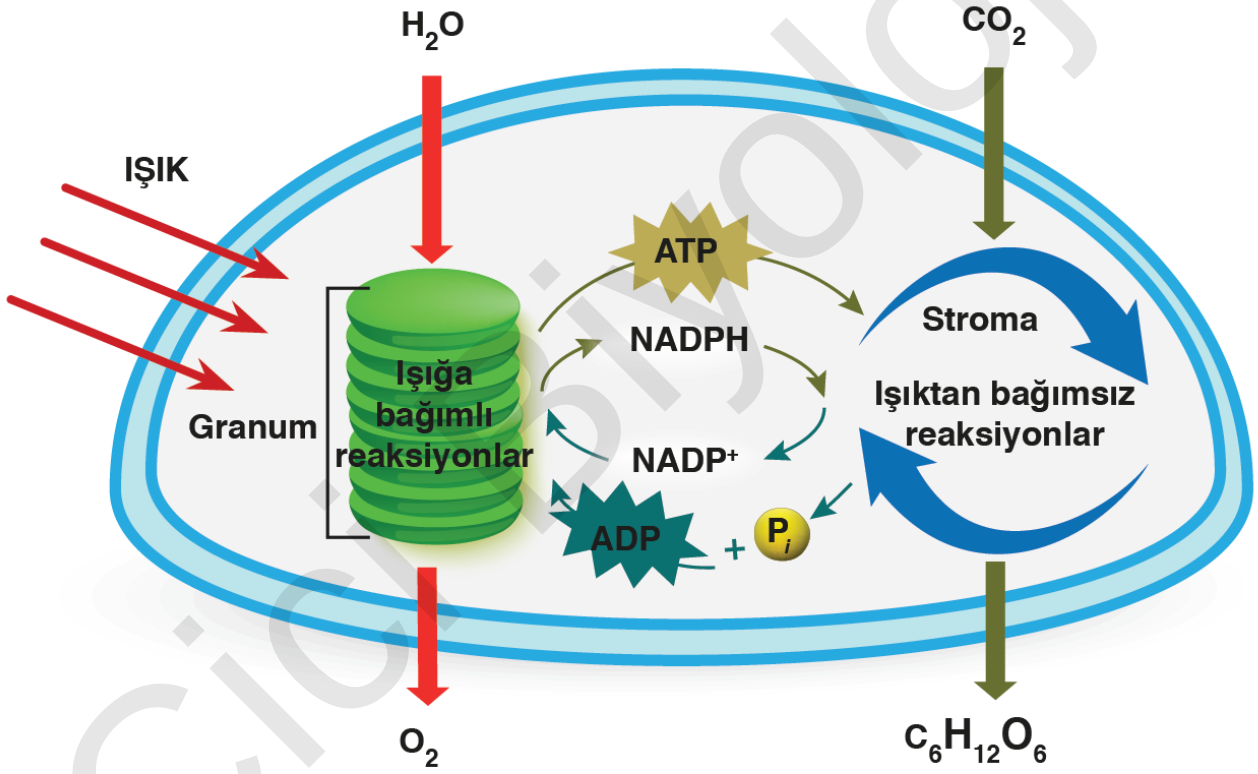


Ciğ Biyolojici

FOTOSENTEZ REAKSİYONLARI

*Fotosentez, birden fazla basamağa sahip olan iki farklı reaksiyon şeklinde gerçekleşir.

*Bunlar **ışığa bağımlı reaksiyonlar** ve **ışıktan bağımsız reaksiyonlar** adını alır.



Ciğ Biyolojici

1. Işığa Bağımlı Reaksiyonlar

*Işığa bağımlı reaksiyonlar; ökaryot hücrelerdeki **kloroplastın granalarında**, prokaryotların **hücre zarı kıvrımlarında** gerçekleşir.

*Bu reaksiyonlar ışık olmadan gerçekleşmez.

*Bu evrede; **ışık enerjisi, kimyasal enerjiye dönüştürülüp** ATP içerisinde geçici olarak depolanır.

*Ayrıca **klorofil** tarafından soğurulan ışığın bir kısmı ile su molekülleri parçalanır. Bu olaya **fotoliz** denir.

*Suyun parçalanması ile açığa çıkan hidrojenler **(H+)**, bir çeşit koenzim olan **NADP+ (nikotinamid adenin dinükleotit fosfat) ile tutularak NADPH** molekülü üretilir.

*Fotoliz sonucu açığa çıkan **oksijenin fazlası, atmosfere** bu evrede verilir.

*Robert Hill, 1937 yılında ortamda ışık, su ve uygun bir hidrojen yakalayıcısı bulunduğunda kloroplastların CO_2 olmadan O_2 oluşturabildiklerini görmüştür. Elektron alıcısının sudaki hidrojeni tutarak oksijeni serbest bırakmasına bu nedenle **Hill reaksiyonu** adı verilmiştir.

*Işığa bağımlı reaksiyonlarda ATP sentezi için **klorofilin ışığı absorbe etmesi ve ışık tarafından uyarılmış elektronların klorofilden ayrılması gerekir**.

*Elektronlardaki enerjiden ATP sentezi yapılabilmesi için elektronları tutabilecek bir sisteme ihtiyaç duyulur. Bu amaçla **kloroplastların granumlarında elektron taşıma sistemi (ETS) yer alır**.

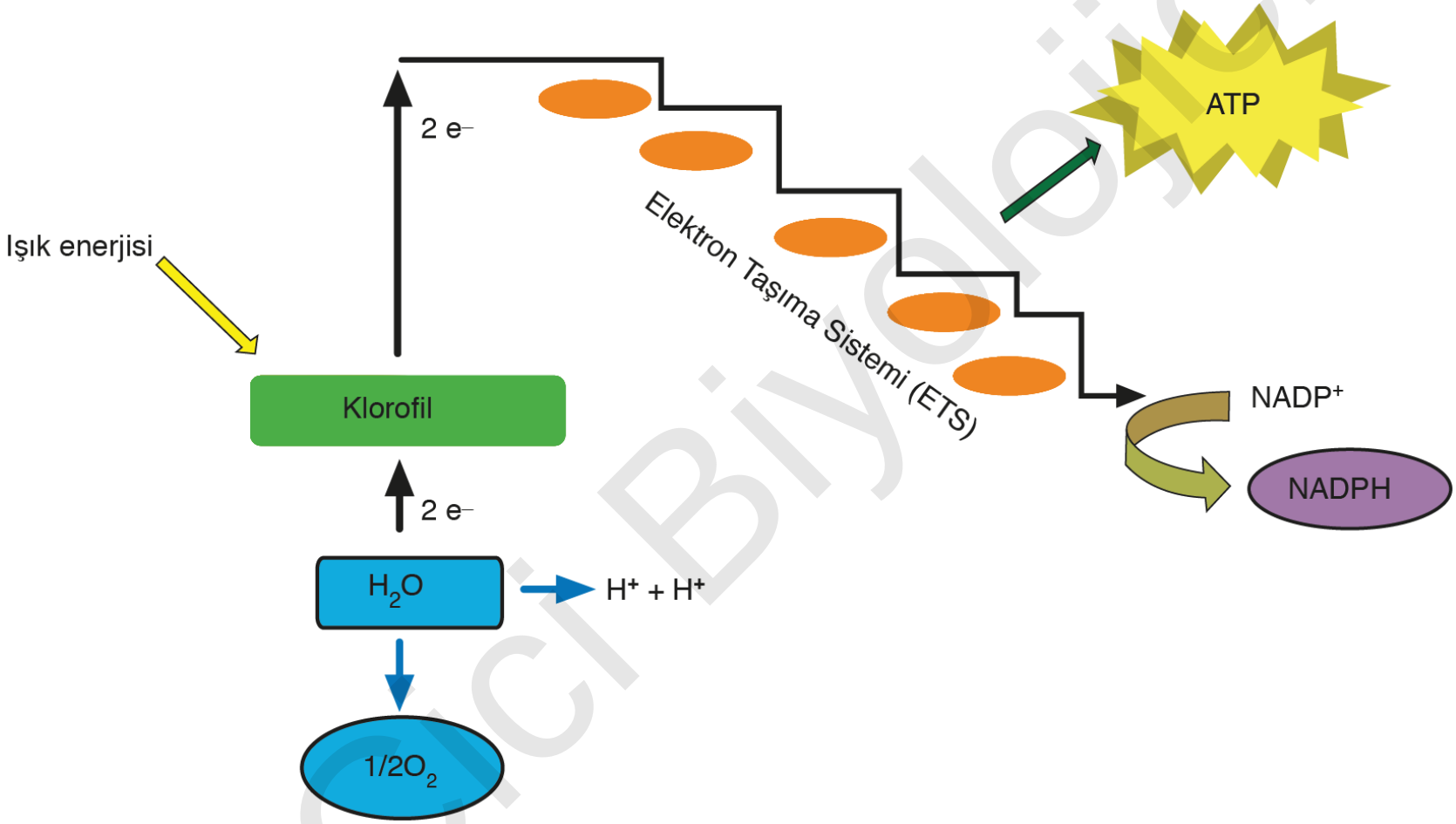
*Klorofilden ayrılan elektronlar, **yükseltgenme ve indirgenme kurallarına göre ETS**'de bulunan bir molekülden diğerine aktarılır.

*Bu aktarım sırasında elektronlardaki enerjinin bir kısmı ile ATP sentezlenirken bir kısmı da ısı enerjisi şeklinde sistemden uzaklaştırılır. Bu şekilde ışık enerjisi yardımıyla ATP sentezlenmesine **fotofosforilasyon** denir.

Cici Biyolojici

*Işığa bağımlı reaksiyonlar sırasında üretilen **NADPH ve ATP ışıktan bağımsız reaksiyonlara aktarılarak** organik madde sentezinde kullanılır.

*Fotofosforilasyonla üretilen ATP, sadece fotosentezde organik madde sentezi için tüketilir.



Oci Biyoloji

2. Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar

*Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonları; **ökaryot hücrelerde stromada, prokaryot hücrelerde ise sitoplazmada** gerçekleşir.

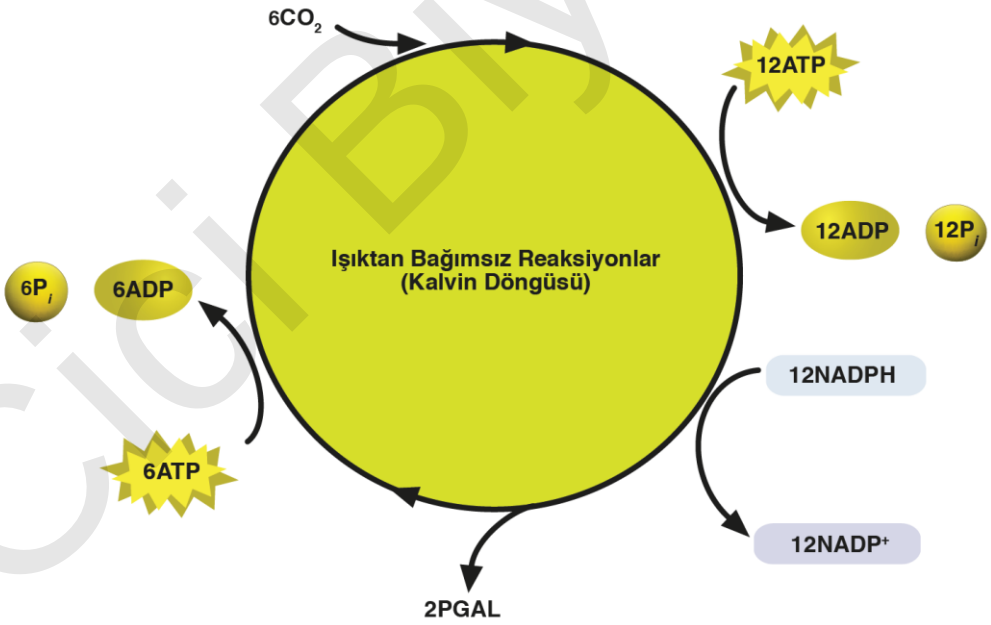
*Işıktan bağımsız reaksiyonlar, 1961 yılında Melvin Calvin'in (Melvin Kalvin) yaptığı araştırmalar sonucu açıklanmıştır.
*Bu reaksiyonlar **Kalvin döngüsü** olarak da bilinir.

*Bu evre sayesinde stromada CO2 tüketilerek başta glikoz olmak üzere organik madde çeşitlerinin birçoğu sentezlenir.

*Işıktan bağımsız reaksiyonlarda ışık doğrudan gerekli olmasa da ışığa bağlı reaksiyonlarda açığa çıkan **ATP ve NADPH'a ihtiyaç duyulur.**

*Enzimlerin kontrolünde gerçekleşen bu reaksiyonlarda **klorofil ve ETS elemanları görev almaz.**

*Yüksek sıcaklık, ışıktan bağımsız evrede kullanılan enzimlerin yapısına zarar vereceği için fotosentezi yavaşlatır.



Ciçi Biyolojici

*Işığa bağımlı reaksiyonlardan gelen **ATP'lerin defosforilasyonu sonucu açığa çıkan enerji ile CO2 ve NADPH'ın hidrojenleri birleştirilir**.

***3 karbonlu fosfogilseraldehit (PGAL)** molekülleri sentezlenir.

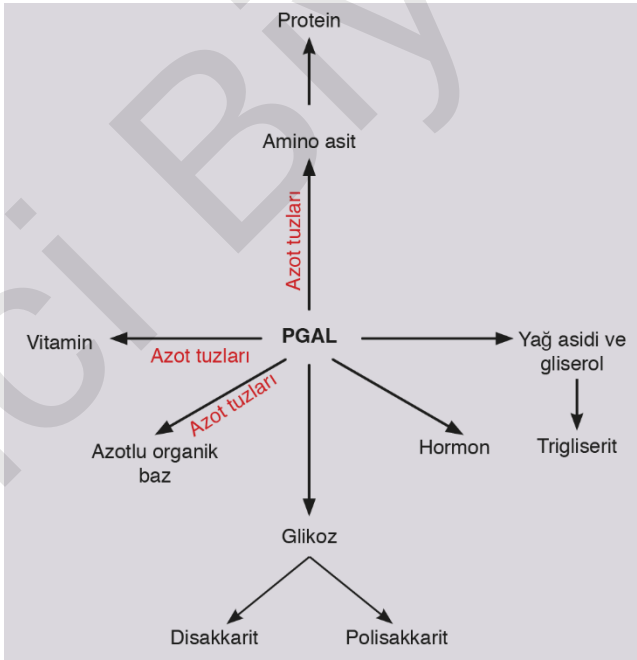
*PGAL'nin bir kısmı glikoza dönüşürken bir kısmı da diğer organik maddelerin sentezinde kullanılır.

*Dönüşüm sırasında açığa çıkan **NADP+, ADP ve inorganik fosfat molekülleri ise stromadan granaya aktarılır** ve ışığa bağlı reaksiyonlarda yeniden NADPH ve ATP sentezinde kullanılır.

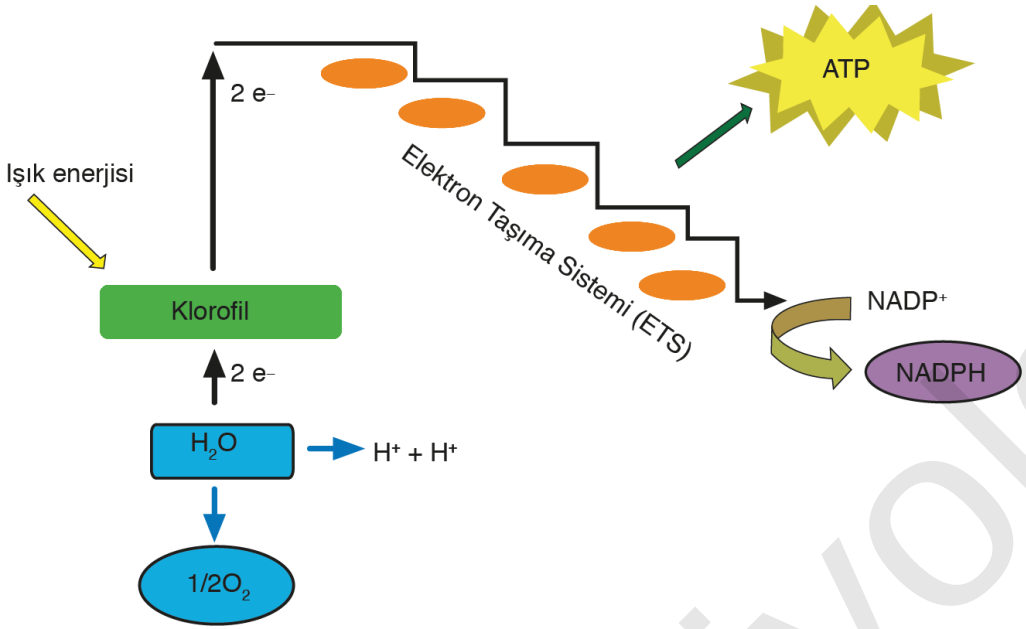
***Kısaca fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonlarında H2O fotolize uğrar, ATP ve NADPH sentezlenir, O2 açığa çıkar.**
***Işıktan bağımsız reaksiyonlarda ise CO2, ATP ve NADPH'ın hidrojenleri tüketilir ve PGAL sentezlenir.**

*PGAL, diğer organik moleküllerin sentezine temel teşkil eden önemli bir moleküldür.

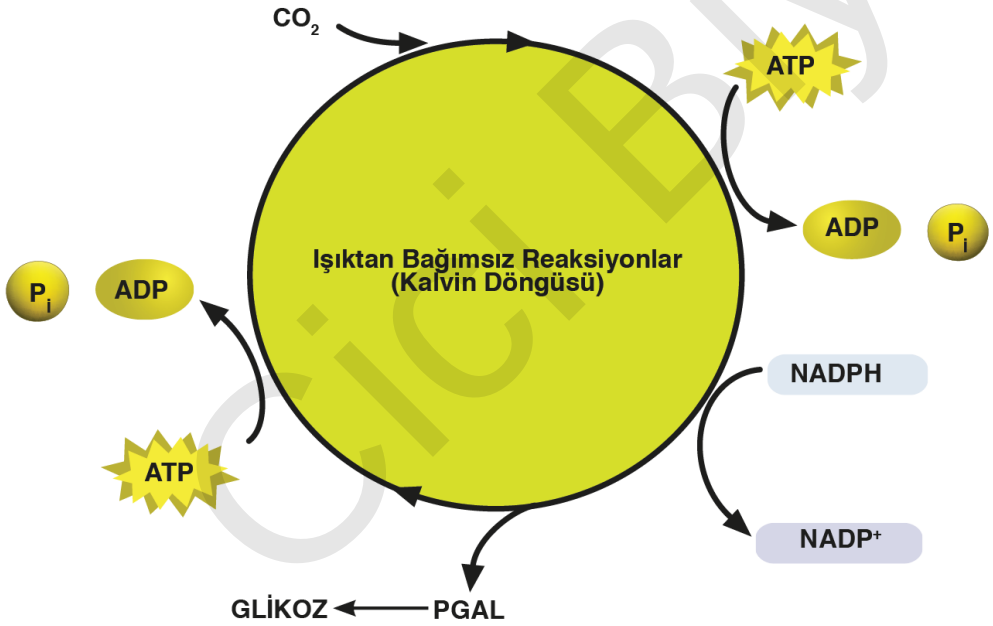
*Kloroplastın stroma kısmında PGAL'den bitkinin ihtiyaç duyduğu tüm organik moleküller dönüşüm reaksiyonları ile üretilir.



Cici Biyolojici



Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonlarında
1. Suyun fotolizi ile oluşan hidrojenler $NADP^+$ tarafından tutulur. NADPH sentezlenir.
2. Elektronlar ETS'ye aktarılır. Elektron enerjisi yardımıyla proton derişim farkı oluşur. Bu fark ATP sentaz tarafından ATP üretiminde kullanılır.
3. Işık enerjisi kullanılır.
4. Oksijen açığa çıkar.



Fotosentezin ışıktan bağımsız reaksiyonlarında
1. CO_2 tüketilir.
2. ATP tüketilir.
3. NADPH'ın hidrojenleri glikoz sentezinde kullanılır.
4. Işık enerjisine doğrudan ihtiyaç duyulmaz.

Biyolojici

FOTOSENTEZ HIZINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

*Bir hücrenin fotosentez hızı, **birim zamanda tükettiği CO2 veya ürettiği O2 miktarı** ile ölçülür.

*Fotosentetik bir hücre, **gündüz hem oksijenli solunum hem de fotosentez yaparken geceleri sadece oksijenli solunum** yapar.

*Ancak fotosentez hızı sadece birim zamanda atmosferden alınan CO2 veya atmosfere verilen O2 miktarına göre belirlenemez.

*Fotosentez reaksiyonlarının hızı; **klorofil miktarı, sıcaklık, ışığın şiddeti, ışığın dalga boyu ve CO2 miktarı gibi faktörlere bağlı** olarak gerçekleşir.

*Bu faktörlerden miktarı en az olan, fotosentez hızını belirler ve buna **minimum kuralı** denir.

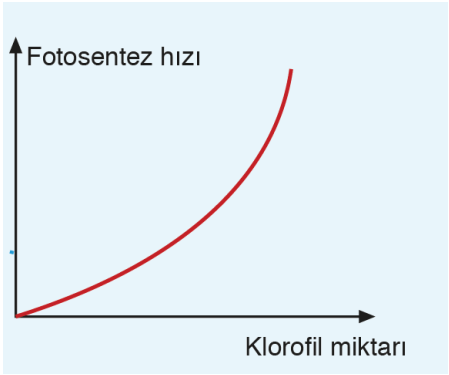
*Buradan da anlaşılacağı gibi fotosentez hızını birden çok faktör aynı anda etkiliyorsa bu faktörlerden miktarı düşük olan, fotosentez hızını belirler.

CİCİ BİLGİ

NaOH, Ca (OH)2, Ba (OH)2, KOH gibi bileşikler CO2 ile tepkimeye girer ve özel tuzları oluşturur. Bu tür bileşiklere CO2 tutucusu denir.

Cici Biyolojici

Klorofil Miktarı



*Optimum koşullarda **klorofil miktarı arttıkça fotosentez hızı artar.**

*Yaprak genişliği çok olan bitkilerde kloroplast sayısı çok olacağı için fotosentez hızı da artar.

Işık Şiddeti

*Fotosentez, ışık enerjisi olmadan gerçekleşmez.

*Fotosentezin başlayabilmesi için ışığın klorofil tarafından soğurulması gerekir.

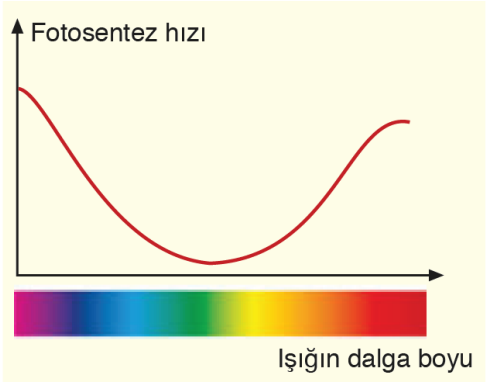
***Işık şiddeti arttıkça fotosentez hızlanır.**

*Ancak ışık şiddetinin sürekli artırılması, fotosentez hızını aynı oranda artırmaz. Çünkü **minimum kuralına göre miktarı sabit kalan diğer faktörler**, fotosentez hızını sınırlandırır.

*Bu nedenle ışık şiddetinin sürekli artışı, fotosentezi belirli bir seviyeye kadar hızlandırır. Daha sonra fotosentez sabit bir hızla gerçekleşmeye devam eder.

Cici Biyolojici

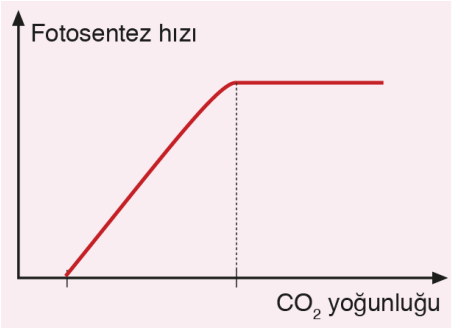
Işığın Dalga Boyu



*Fotosentez, **380-750 nm dalga boyu aralığındaki görünür ışıkta gerçekleşir.**

*Klorofil; mor, mavi ve kırmızı dalga boylu ışıkları daha çok soğurduğu için fotosentez bu dalga boylu ışıklarda daha hızlı gerçekleşir. Yeşil dalga boylu ışık ise klorofil tarafından çok az miktarda soğurulduğundan fotosentez, yeşil dalga boylu ışıkta en düşük hızda gerçekleşir

CO2 Yoğunluğu



*Fotosentezin başlaması için CO2 yoğunluğunun belli miktarda olması gerekir.

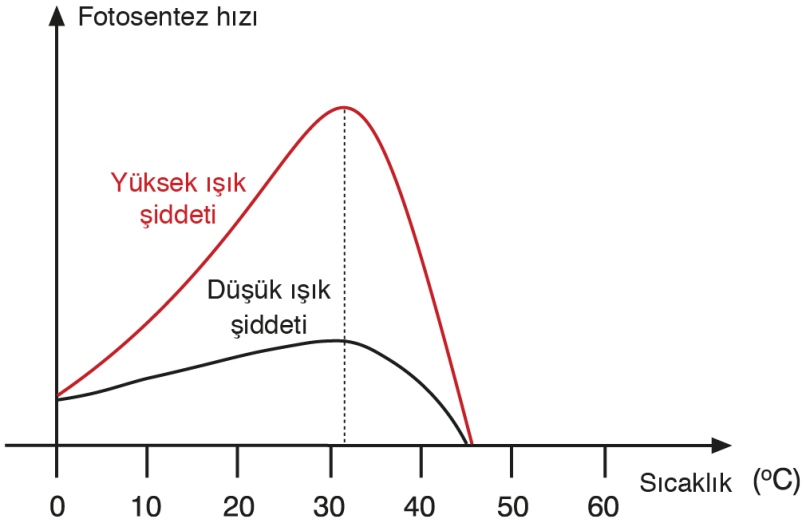
*Fotosentetik canlıların yaşadığı ortamdaki **CO2 yoğunluğu belirli bir seviyeye kadar arttığında fotosentez hızı da artar.**

*Ancak belirli bir noktadan sonra CO2 seviyesindeki artış fotosentez hızını artırmaz.

*Ortamda CO2 tutucularının bulunması, fotosentez hızını düşürür.

Cici Biyolojici

Sıcaklık



*Fotosentez reaksiyonlarında birden çok enzim çeşidi görev alır.

*Bu nedenle sıcaklık değişimleri, fotosentez tepkimelerinin gerçekleşme hızını etkiler.

*Enzimlerin en iyi görev yaptığı sıcaklık değerine **optimum sıcaklık** denilmektedir.

***Optimum sıcaklığa kadar olan artışlar, fotosentezi hızlandırır. Bu değerin altında veya üstünde olan sıcaklık değerleri, fotosentezi yavaşlatır.**

***Çok yüksek sıcaklıklarda enzim yapısı bozulacağı** için fotosentez durur.

*Işık şiddeti ve sıcaklık bir arada düşünülecek olursa yüksek ışık şiddeti altındaki sıcaklık artışı, fotosentezi belirli bir değere kadar hızlandırır.

*Ancak düşük ışık şiddeti altındaki sıcaklık artışı, fotosentez hızında belirgin bir artışa neden olmaz.

Cici Biyolojici

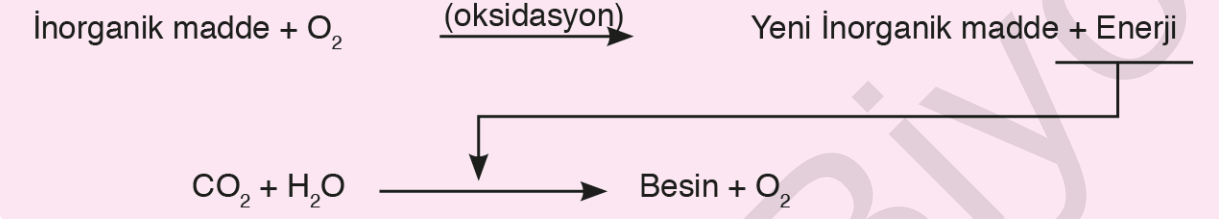
KEMOSENTEZ

*Ototrof olarak beslenen canlılar, inorganik maddelerden organik madde sentezlerken kullandıkları enerji çeşidine göre iki grupta incelenir.

*Bunlardan **fotosentetik ototroflar**, gerekli enerjiyi ışıktan sağlar.

***Kemosentetik ototroflar** ise inorganik maddeleri oksitleyerek açığa çıkan enerjiyi kullanarak organik madde sentezler.
***Bir atom ya da molekülden elektron ayrılmasını sağlayan kimyasal tepkimelere oksidasyon denir.**

*Bazı prokaryot canlılar tarafından inorganik madddelerin oksidasyonu sonucu açığa çıkan kimyasal enerji ile inorganik maddelerden organik madde sentezine **kemosentez** denir.



*Kemosentezde **hidrojen sülfür (H2S), hidrojen (H2) , amonyak (NH3), nitrit (NO2-) , demir (Fe2+) ve kükürt (S) gibi inorganik madde çeşitleri** oksitlenir.

*Oksidasyon sonucu elde edilen enerji ile ATP sentezlenir.

*ATP'ler CO2 ve H2O'yu birleştirmede kullanılır. Böylece besin ve O2 üretilir.

***Azot, hidrojen, kükürt, demir bakterileri ve arkelerin çoğu besinlerini kemosentezle üretir.**

*Besinlerini kemosentezle üreten bu canlılara **kemootrof** denir.

*Kemootrof canlılar, klorofil pigmenti bulundurmadıkları için besin sentezi sırasında **ışık enerjisi kullanmaz.**

*Bu canlılar fotootrofl ardan farklı olarak **hem gündüz hem de gece besin üretebilir.**

Cici Biyolojici

KEMOSENTEZİN MADDE DÖNGÜLERİNE KATKISI VE ENDÜSTRİYEL ALANLARDA KULLANIMI

*Kemosentez yapabilen bakterilerden özellikle **nitrit ve nitrat bakterileri**, doğadaki **azot döngüsünün** gerçekleşmesinde önemli role sahiptir.

*Atmosferde yüksek oranda azot gazı bulunmasına rağmen fotosentetik bitkiler, azotu ancak **nitrat (NO_3^-)** ya da **amonyum (NH_4^+)** iyonları şeklinde topraktan alabilir.

*Bu açıdan atmosferdeki azotun bitkiler tarafından kullanılabilmesi için çeşitli şekillerde toprağa azot tuzu olarak bağlanması gerekir.

***Atmosfer azotu, bazı bakteriler ve arkeler tarafından nitrat veya amonyuma dönüştürülerek fikse edilir (tutulur).**

*Ölü bitki ve hayvanların yapısındaki azotlu bileşikler (amino asitler, nükleik asitler vb.) **ayrıştırıcı organizmalar tarafından amonyağa (NH_3) dönüştürülür.**

*NH_3'ün yapısındaki azot, tıpkı havanın serbest azotu gibi bitkiler tarafından doğrudan kullanılarak besin zincirine dâhil edilemez.

*Bu sebeple **NH_3 iki aşamada gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar sonucu nitrata** dönüşür.

***NH_3'ün nitrit ve nitrat tuzlarına dönüştürülmesinde Nitrosomonas (Nitrosomonas) ve Nitrobacter (Nitrobakter) cinsi bakteriler görev alır.**

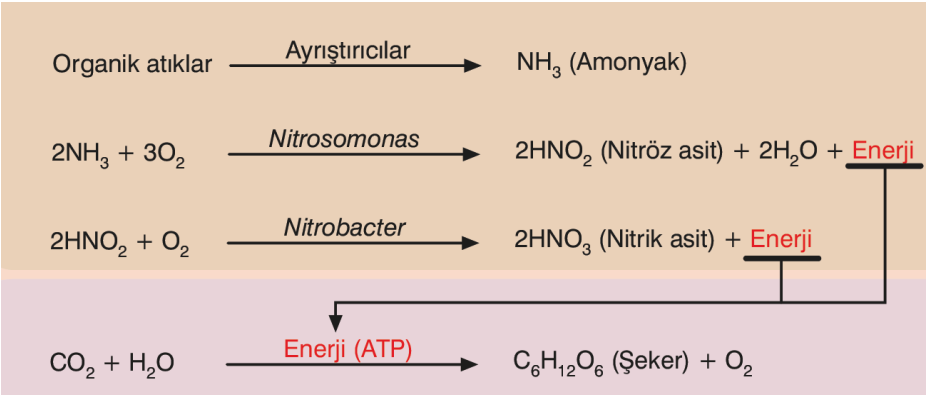
***NH_3 önce** Nitrosomonas bakterileri tarafından oksitlenerek **nitröz aside (HNO_2) dönüşür.**

***Nitröz asit** Nitrobacter bakterileri tarafından oksitlenerek **nitrik aside (HNO_3) çevrilir.**

*Bu dönüşümlerden enerji açığa çıkar.

*Her iki bakteri grubu gerçekleştirdikleri dönüşümlerden elde ettikleri enerji ile ATP sentezler. Daha sonra bu ATP'ler organik besin sentezinde kullanılır.

Biyolojici



***Kemosentetik bakterilerin H2S'yi (Hidrojen sülfür) kullanma amacı fotosentetik bakterilerin bu molekülü kullanma amacından farklıdır**

***Kemosentetikler, H2S'yi oksitleyerek enerji açığa çıkarırken fotosentetikler, hidrojen ve elektron kaynağı olarak kullanmaktadır.**

*Kemosentetik bakterilerden demir bakterileri Fe2+ iyonlarını, hidrojen bakterileri H2'yi, kükürt bakterileri ise H2S'yi oksitleyerek enerji açığa çıkarır ve madde döngüsüne katkı sağlar.

*Kemosentetik organizmalar; doğada biyolojik dengenin korunması, ortamlardaki atık madddelerin parçalanarak çevre kirliliğinin önlenmesinde görev alır.

*Kemosentetik arkelerin büyük bir kısmı; yüksek tuzluluk düşük oksijen yoğunluğu, yüksek sıcaklık, yüksek ya da düşük pH gibi zor koşullarda yaşar.

*Bu canlılardan elde edilen zor koşullara dayanıklı enzimler, biyolojik ve ekonomik açıdan oldukça önemlidir.

*Bu enzimler metallerin etkisiyle kirlenmiş suların kullanılabilir hâle getirilmesinde boya endüstrisinde ve arıtma tesislerinde atık suların temizlenmesinde kullanılır.

*Ayrıca kalitesi düşük metal cevherlerin zenginleştirilmesinde de bu enzimlerden yararlanılır.

Biyolojici

Fotosentez ile Kemosentez Olayının Ortak Yönleri

*İnorganik maddeden organik madde üretilir.

*Karbon kaynağı olarak CO2 kullanılır.

*Oksijen üretilir.

*ATP sentezlenir.

*Enzimatik tepkimelerdir.

*ETS görev yapar.

*Oksijensiz ortamda gerçekleşebilir.

Fotosentez ile Kemosentez Olayının Farklı Yönleri

Fotosentez	Kemosentez
Klorofil bulunmalıdır.	Klorofile gerek yoktur.
Prokaryot ve ökaryotlarda görülür.	Prokaryotların bazılarında görülür.
Işık enerjisi kullanılır.	Kimyasal enerji kullanılır.
Hidrojen kaynağı H_2S, H_2O, H_2'dir.	Hidrojen kaynağı H_2O'dur.
Gündüz gerçekleşir.	Hem gündüz hem gece gerçekleşir.
Atmosfere O_2 verilebilir.	Atmosfere O_2 verilmez.

Ciçi Biyolojici

HÜCRESEL SOLUNUM

HÜCRESEL SOLUNUMUN ÖNEMİ

*Hücreler, canlılığını devam ettirmek ve çoğalmak için **enerjiye ihtiyaç** duyar.

*Fotosentezle üretilen organik besinler ve oksijen, solunum olayında kullanılarak enerji elde edilir.

*Hücrelerde; glikoz, yağ asidi, gliserol, amino asit gibi organik moleküllerin yapısındaki kimyasal bağ enerjisi ile ATP sentezlenmesine **hücresel solunum** denir.

*Tek hücreli ve çok hücreli canlıların her bir hücresinde birçok yapım ve yıkım tepkimeleri gerçekleşir.

*Canlıların beslenme yoluyla aldıkları bileşiklerin kimyasal bağlarındaki enerjiyi açığa çıkarmaları ve çıkardıkları enerjiyle yeni bileşikler sentezledikleri tepkimelerin tümü **metabolizma**dır.

*Metabolik faaliyetlerin büyük bir bölümünde enerji harcanır. Bu enerji hücresel solunumla üretilen **ATP** molekülünden karşılanır.

***ATP**, dış ortamdan veya diğer hücrelerden alınamaz. Hücrelerin dolayısıyla canlıların varlığını sürdürmesi, hücresel solunumun kesintisiz bir şekilde devam etmesine bağlıdır.

***Hücresel solunum**; oksijenli solunum, oksijensiz solunum ve fermantasyon olmak üzere üç şekilde gerçekleşir.

*Oksijen ve enzimler yardımıyla enerji verici organik molekülllerin H_2O ve CO_2'ye kadar parçalanması sırasında açığa çıkan enerji ile ATP sentezlenmesine **oksijenli solunum** denir.

*Glikozun hücre sitoplazmasında oksijensiz olarak yıkılıp enerji elde edilmesine **oksijensiz solunum** denir.

***Fermantasyon** ise besinlerin yapı taşlarının oksijen kullanmadan kısmi olarak yıkılıp ATP elde edilmesi olayıdır.

Cici Biyolojici

Oksijenli Solunum

*Oksijenli solunumda besinlerin yapı taşları, enzimler ve oksijen sayesinde CO2 ve H2O gibi inorganik maddelere parçalanır. Bu sırada **enerji elde edilir**. Üretilen enerjinin **bir kısmı ATP'ye** aktarılırken **bir kısmı da ısı enerjisi** olarak açığa çıkar.

*Organik besinlerin hücre içinde oksijen kullanılarak inorganik moleküllere kadar parçalanması ile enerji açığa çıkarılması sürecine **oksijenli solunum** denir.

*Oksijenli solunum, bazı prokaryot ve ökaryot canlılarda gerçekleşir.

*Oksijenli solunum, **prokaryot canlılarda sitoplazmada başlayıp** solunuma yardımcı **ETS elemanlarını taşıyan hücre zarı kıvrımlarında** tamamlanır.

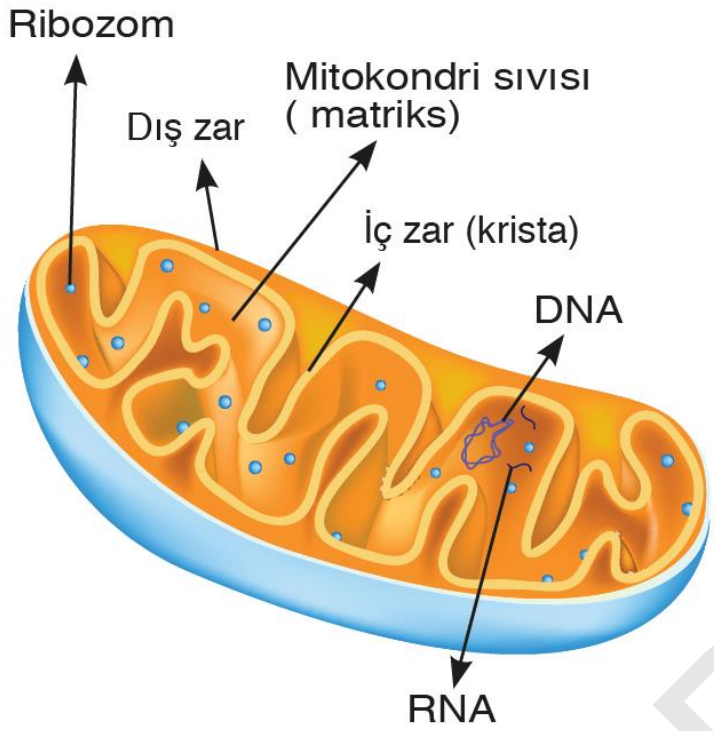
*Ökaryot canlılarda ise oksijenli solunum yine **sitoplazmada başlayıp mitokondride devam** eder.

Mitokondrinin Yapısı

***Mitokondri**, çift birim zarla çevrilidir ve mitokondrinin dıştaki zarı düzdür. İçteki zarı ise dar alanda geniş bir yüzey oluşturacak şekilde girintili ve çıkıntılı bir yapıya sahiptir. Bu kıvrımlı zar yapısı, solunum yüzeyini artırarak daha fazla enerji üretilmesini sağlar.

Cici Bilgi: Mitokondri, organik maddelerden oksijenli solunumla ürettiği ATP'yi kloroplast hariç enerjiye ihtiyacı olan diğer organellerle paylaşır.

Cici Biyolojici



*İç zarın kıvrımlarına **krista**, iç zar içinde yer alan sıvıya ise **matriks** denir.

*Krista ve matrikste oksijenli solunumda görev alan enzimler bulunur. Ayrıca matrikste; mitokondriye özgü olan **DNA, RNA ve ribozomlar** yer alır. Bu sebeple mitokondriler, hücrenin kontrolü altında çoğalabilir ve yapılarına uygun proteinleri sentezleyebilir.

*Mitokondrilerin sayısı, hücrelerin yapısına ve enerji ihtiyacına göre hücreden hücreye farklılık gösterebilir. Örneğin çizgili kas, sinir, kalp ve karaciğer hücrelerinde mitokondri bol miktarda bulunurken yağ doku hücrelerinde ise çok az bulunur.

*Düzenli egzersiz yapmak, mitokondri sayısını artıran önemli bir aktivitedir. Bu yüzden hangi yaş döneminde olursak olalım mutlaka fiziksel aktiviteye dayalı egzersizler yapmalı ve bunları davranış hâline getirmeliyiz.

*Fermantasyona göre daha fazla enerji kazancı sağlayan oksijenli solunum; **glikoliz, pirüvik asitten asetil - CoA oluşumu, krebs döngüsü ve elektron taşıma sistemi (ETS) evrelerin**den oluşur.

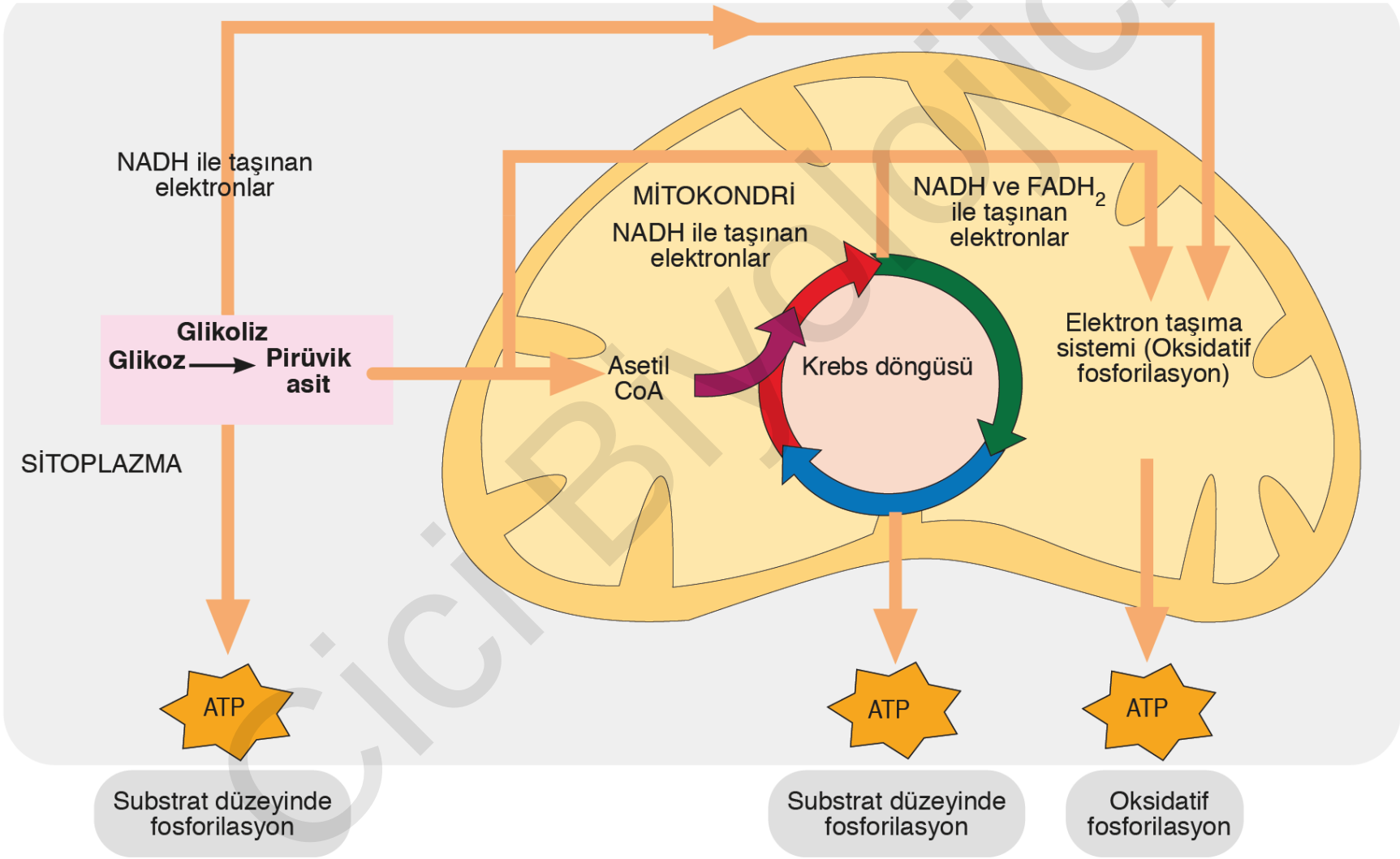
***Ökaryot canlılarda** oksijenli solunumun **glikoliz evresi, sitoplazmada; pirüvik asitten asetil - CoA oluşumu, krebs döngüsü ve ETS evreleri ise mitokondride** gerçekleşir.

*Oksijenli solunum sırasında organik besinlerin yapı taşları, enzimlerin kontrolünde kademeli olarak yıkılır ve ATP sentezlenir.

*Bazı reaksiyon basamaklarında besinlerin yapı taşlarına yıkılması sırasında substratlardan ayrılan fosfat molekülleri, ADP molekülüne bağlanarak **substrat düzeyinde fosforilasyon** ile ATP sentezlenir.

Cici Biyolojici

*Bazı reaksiyon basamaklarında ise besinlerin yapı taşlarına yıkılması sırasında hidrojen atomları açığa çıkar. **NAD ve FAD molekülleri** ile taşınan bu hidrojen atomlarındaki enerjiden **ETS aracılığı ile ATP sentezlenir**. Bu şekilde gerçekleşen ATP sentezine **oksidatif fosforilasyon** denir.



Çiçi Biyolojici

Oksijenli Solunum Evreleri

1. Glikoliz

*Hücresel solunumda enerji verici organik molekül olarak glikoz kullanıldığında gerçekleşmesi zorunlu ilk tepkime **glikoliz** olayıdır.

*Glikoliz ile solunumda tüketilecek **6 karbonlu glikoz, çeşitli enzimlerin kontrolünde 3 karbonlu pirüvik aside (pirüvata) dönüştürülür**.

*Bu dönüşüm sırasında **ATP hem tüketilir hem de üretilir**.

*Kısaca glikoliz, glikozun pirüvik aside kadar parçalanması sırasında bir miktar ATP'nin üretildiği enzimsel tepkime dizisidir.

*Glikoliz sırasında **kararlı glikoz molekülünü solunum reaksiyonlarına katılacak kadar kararsız hâle getirmek için ATP harcanır**.

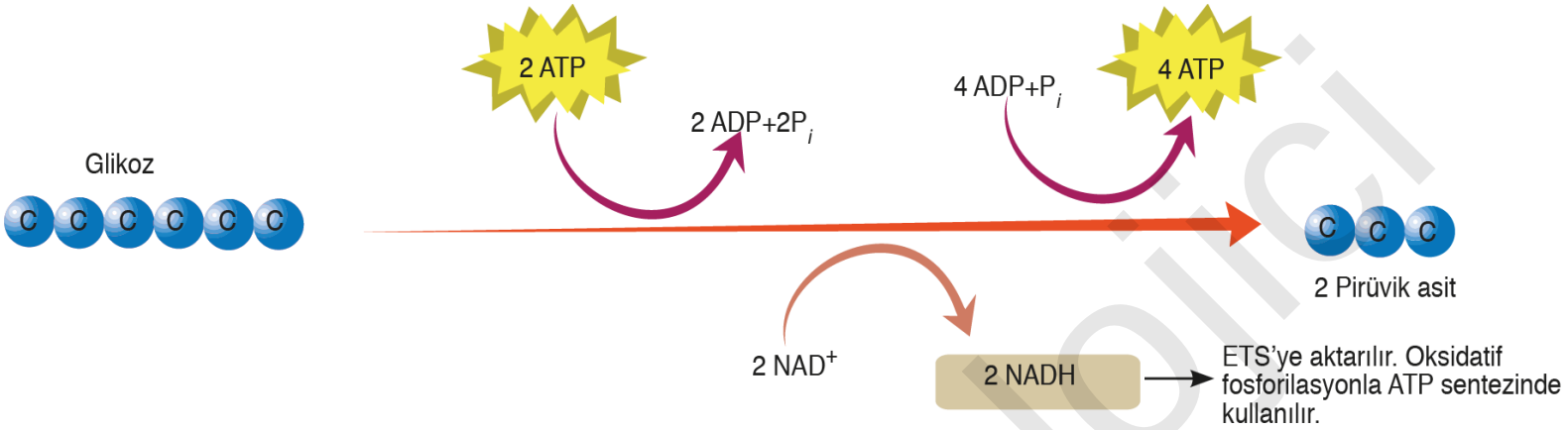
*Daha sonraki aşamalarda ise **substrat düzeyinde fosforilasyon** ile ATP sentezlenir ve glikoz, **2 pirüvik aside dönüşür**.
*Glikoz molekülünün solunum tepkimelerine katılabilmesi için **2 ATP harcanır ve 2 tane 3C'lu pirüvik asit meydana gelir**.
*Tepkimeler sonucu **4 ATP üretilir** ve bu sırada bir çeşit **koenzim olan NAD (nikotinamid adenin dinükleotit) molekülleri, oluşan organik moleküllerden hidrojen alarak NADH oluşturur**.

*Ökaryot hücrelerdeki glikoliz sırasında ara ürünlerden ayrılan **elektron ve hidrojenler, NADH formunda mitokondrinin kristasına aktarılır**.

*Bu elektron ve hidrojenler, **oksidatif fosforilasyonla** ATP sentezinde kullanılır.

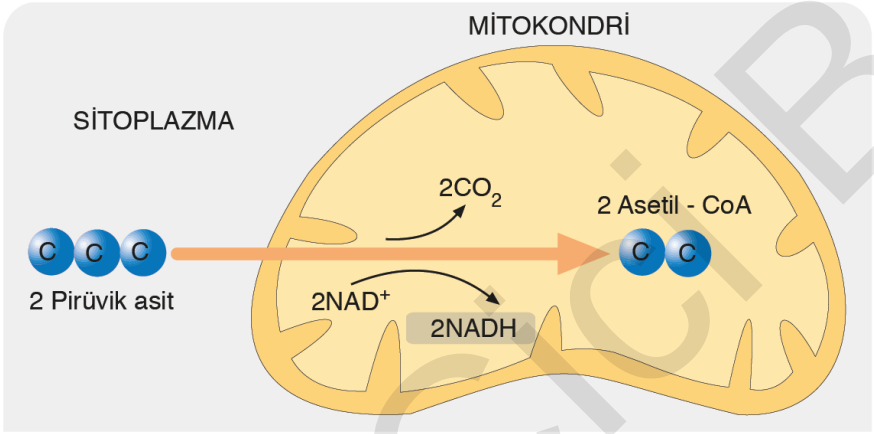
Cici Bilgi: NAD molekülü, solunum metabolizmasında elektron taşıyan bir çeşit koenzimdir. NAD+, kimyasal olarak yükseltgenmiş molekül olarak kabul edilir. Glikoliz sırasında NAD+, bir çift hidrojen aldığında NADH olarak indirgenir.

Cici Biyolojici



2. Pirüvik Asitten Asetil - CoA Oluşumu

*Krebs döngüsü başlamadan önce mitokondri matriksine geçen **3C'lu pirüvik asitler, CO2 çıkışı ve NADH oluşumu ile asetil - CoA (asetil koenzimA) adı verilen 2C'lu bileşiğe dönüşür.**



***Ortamda yeterince oksijen bulunmazsa** pirüvik asit; asetil - CoA'ya dönüşemeyeceği için mitokondriye geçemez.

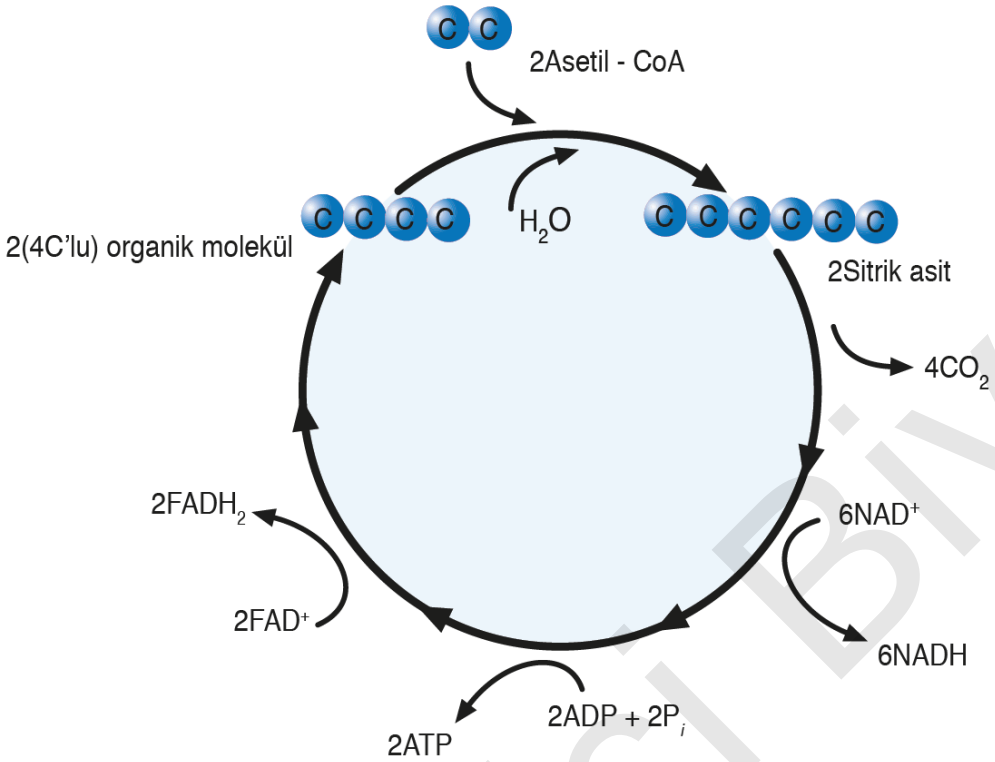
*Etil alkol ya da laktik asit fermantasyonu tepkimelerine katılır.

*Bu anlamda asetil - CoA oluşumu, hücre içerisinde yeterli miktarda oksijen bulunduğunu gösteren en önemli ölçüttür.

Ci Biyolojici

3. Krebs Döngüsü

*Krebs döngüsü, **2C'lu asetil - CoA molekülünün mitokondri matriksinde hazır bulunan 4C'lu organik molekülün enzim kontrolünde bir araya gelerek 6C'lu sitrik asidi oluşturması ile başlar.**



*Daha sonra peş peşe gerçekleşen reaksiyonlarla sitrik asitten **4 karbonlu organik madde yeniden sentezlenir ve krebs döngüsü tamamlanmış olur.**

*Oksijenli solunumla bir glikoz molekülünün parçalanması sırasında gerçekleşen iki krebs döngüsü ile **substrat düzeyinde fosforilasyonla** 2 ATP sentezlenir.

*Organik yapılı, farklı karbon sayısına sahip moleküllerden ayrılan **proton (H+) ve elektronlar (e-)** ise **6 NAD+ ve 2 FAD+** tarafından tutulur.

***Bu sırada 4 CO2** oluşur.

*Krebs döngüsünde üretilen 6 NADH ve 2 FADH2 molekülleri ise **elektron taşıma sistemine** aktarılır.

Cici Bilgi: FAD (flavin adenin dinükleotit); oksijenli solunumda görevli olan ve elektron taşıyan bir çeşit koenzimdir. Enerji dönüşüm reaksiyonları sırasında FAD+, 2 elektron ve 2 proton alarak indirgenir ve FADH2'ye dönüşür.

Cici Biyolojici

4. Elektron Taşıma Sistemi (ETS) - Oksidatif Fosforilasyon

*Bir glikozun oksijenli solunumla parçalanması sırasında kazanılan **ATP'lerin büyük bir kısmı, ETS evresinde üretilir**.

*Elektron taşıma sisteminde yer alan ve elektron taşımakla görevli moleküller; ökaryot hücrelerde **mitokondrilerin krista adı verilen kıvrımlı iç zarında, prokaryotlarda ise hücre zarı kıvrımlarında** bulunur.

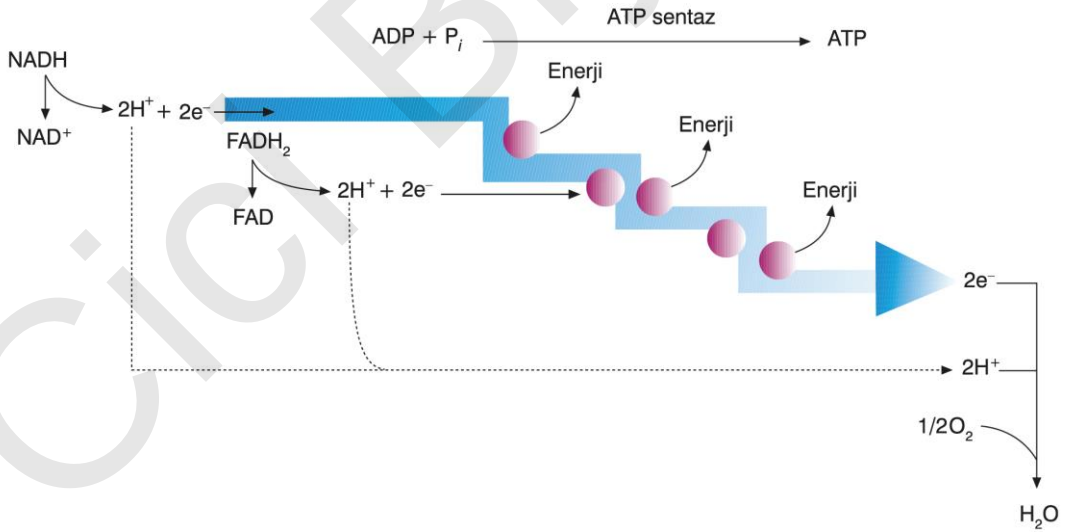
*Elektron taşıma sistemi, kristada dizilmiş elektron taşıyıcı moleküllerden oluşur.

***ETS molekülleri**, oksijenli solunumun önceki evrelerinde oluşan **NADH ve FADH2 ile gelen yüksek enerjili elektronları tutar**.

*Elektronlar bir dizi indirgenme ve yükseltgenme tepkimesi ile **oksijene kadar** sistem boyunca taşınır.

***Oksijen**, enerji seviyesi düşmüş elektronları ETS'nin son molekülünden alarak elektron akışının ve ATP sentezinin devam etmesine katkıda bulunur.

***Elektron kazanmış oksijen, elektron kaybetmiş bir çift proton ile birleşerek suyu oluşturur**.



Cici Biyolojici

*Sonuç olarak oksijenli solunum reaksiyonları sırasında ve sonunda **CO2 ve H2O oluşurken** metabolik faaliyetler için gerekli olan **ATP de üretilmiş** olur.

*Oksijenli solunumda tüketilen bir glikoz molekülünden **substrat düzeyinde fosforilasyonla 4 ATP, oksidatif fosforilasyon ile NADH'tan gelen elektronları ETS'de hangi molekülün aldığına bağlı olarak da 26 ya da 28 ATP** sentezlenir.

*Böylece glikoz başına **30 ya da 32 ATP** üretilir.

*Oksijenli solunum enzim kontrolünde gerçekleştiği için sıcaklık değişimlerinden etkilenir.

*Oksijenli solunumda glikoliz sonucu oluşan pirüvik asit, CO2 ve H2O gibi inorganik maddelere kadar parçalandığı için diğer hücresel solunum çeşitlerine göre daha fazla ATP üretilir.

Oksijenli solunumun genel denklemi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

Oksijenli solunumun genel denklemindeki H2O sayıları sadeleştirilirse aşağıdaki denklem elde edilir.

BİLGİ: Kemiozmotik Hipotezden ünite sonunda bahsedilecektir

Cici Biyolojici

Oksijensiz Solunum

*Besin moleküllerinin **oksijen kullanılmadan** yıkılması sırasında **ETS yardımıyla** ATP üretilmesine oksijensiz solunum denir.

*Oksijensiz solunumda son elektron alıcısı, **O2 dışında genellikle bir inorganik moleküldür**.

*Oksijensiz solunumda ETS'deki son elektron alıcısı olan inorganik maddelerin **elektron çekim güçleri zayıftır**. Bu nedenle **oksijensiz solunumda üretilen ATP miktarı azdır**.

*Oksijensiz solunum yapan bazı bakteriler, besin moleküllerinden kopardıkları elektronları **SO4(sülfat) , S (kükürt), NO3- (nitrat) , CO2 (karbondioksit) ve (Fe3+ (demir)** gibi inorganik yapılı son elektron alıcılarına aktarır ve enerji elde eder. *Örneğin bataklık gibi oksijensiz ortamda yaşayan bazı bakteriler, besin moleküllerinden kopardıkları elektronları ETS üzerinden SO4 iyonuna aktarır. Elektronların ETS'de taşınması sırasında açığa çıkan enerji ile de ATP sentezlenir.

*Toprak ve suda bulunan NO3- oksijensiz solunum yapan bakteriler tarafından N2'ye (moleküler azot) dönüştürülür. Bu bakteriler oksijensiz ortamda ETS'lerinde son elektron alıcısı olarak NO3'ü kullanır. NO3 elektron alarak birkaç basamakta moleküler azota dönüşür. **Denitrifikasyon** adı verilen bu olay, biyosferdeki azot döngüsünün korunmasına katkı sağlar.

Fermantasyon

*Fermantasyon, **oksijen kullanılmadan sadece glikoliz yolu ile** ATP üretilebilen metabolik bir süreçtir.

*Oksijensiz ortamda glikoliz sonucu oluşan pirüvik asit, etil alkol veya laktik asit gibi organik yapılı **son ürünlere** dönüşebilir.

Cici Biyolojici

***Solunumun ilk evresi olan glikolizde kullanılan enzim çeşitleri, tüm canlılarda ortaktır ve bu nedenle her canlı, glikoliz sonunda pirüvik asit üretir.**

*Ancak glikolizden sonraki basamaklarda kullanılan enzimler, canlı türüne göre farklılık gösterebildiğinden pirüvik asit, oksijensiz ortamda etil alkol veya laktik asit gibi farklı organik yapılı maddelere dönüşür.

*Sitoplazmada glikoliz tamamlandıktan sonra **mayalanma** olarak da bilinen **fermantasyon** reaksiyonları meydana gelir. *Fermantasyon, **glikoliz ve son ürün evresinden** oluşur. Glikoliz evresinde oluşan **2 NADH** molekülündeki hidrojenlerin organik yapılı maddelere aktarılarak **yeniden NAD+ oluşması, glikolizin ve ATP üretiminin devamlılığı** açısından oldukça önemlidir.

***Fermantasyon**, oluşan **son ürün çeşidine göre isimlendirilir**. Bunlardan en önemlileri **etil alkol ve laktik asit fermantasyonudur.**

*Günlük hayatımızda tükettiğimiz ekmek, yoğurt, sirke, boza, şalgam suyu ve kefir gibi besin maddelerinin üretiminde fermantasyondan yararlanılır.

*Fermantasyon, çok eski yıllardan beri besinlerin bozulmadan saklanması için uygulanan bir yöntemdir. Fermantasyon ürünleri, probiyotik açıdan oldukça zengin olduğu için insan sağlığı için faydalıdır.

a) Etil Alkol Fermantasyonu

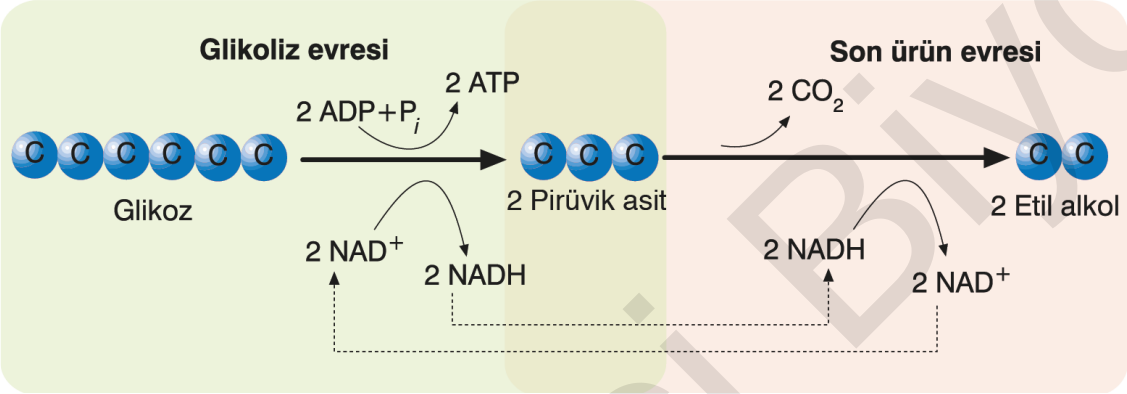
*Etil alkol fermantasyonu, glikoliz sonucu oluşan pirüvik asidin enzim denetiminde gerçekleşen özel tepkimeler sonucu etil alkole dönüşmesidir.

Cici Biyolojici

*Glikoliz evresinde bir glikozdan 2 pirüvik asit oluştuktan sonra son ürün evresinde **2 CO2** çıkışı gerçekleşir. Glikolizde elde edilen 2 NADH molekülündeki hidrojenler, son ürün evresinde tepkimelere katılarak 2 etil alkol üretilmesini sağlar.

***Mayalar, birçok bakteri ve bazı bitki tohumları** etil alkol fermantasyonu gerçekleştirir.

***Ekmek yapımında** etil alkol fermantasyonu yapan maya mantarları kullanılmaktadır. Mayalanan hamurun bir süre sonra kabarmasının nedeni, gerçekleşen etil alkol fermantasyonu sırasında oluşan CO2 gazıdır.



Etil alkol fermantasyonu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

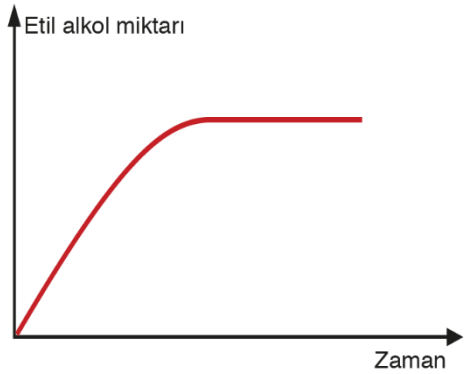
$$\text{Glikoz} \longrightarrow 2 \text{ Etil alkol} + 2\ CO_2 + 2 \text{ ATP}$$

*Etil alkol fermantasyonu yapan mayalar ve bakteriler için son ürün evresinde açığa çıkan etil alkol, belirli bir değerin üzerinde zehir etkisi gösterir.

Cici Biyolojici

*Bu sebeple etil alkol fermantasyonu sonucu oluşan ürünlerin alkol değeri çok yüksek değildir.

*Maya ve bakteriler için **zehir etkisi yapan etil alkol**, insanlar için de benzer etkiye sahiptir.



*Alkollü içecekler bağımlılık da yapmaktadır.

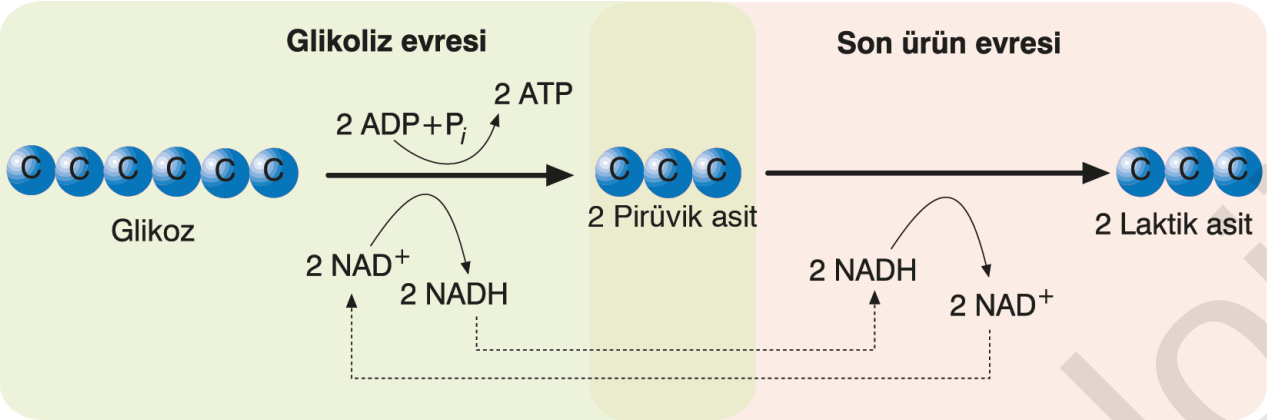
*Bu sebeple alkollü içeceklerden uzak durmak, genel vücut sağlığını koruma açısından çok önemli bir davranıştır.

b) Laktik Asit Fermantasyonu

*Glikoliz sonucu oluşan pirüvik asidin enzimler denetiminde özel tepkimeler sonucu laktik aside dönüşmesiyle gerçekleşir.

*Glikolizde elde edilen 2 NADH molekülünün hidrojenleri tepkimeye katılınca laktik asit üretilmiş olur. Etil alkol fermantasyonundan farklı olarak bu fermantasyon çeşidinde **CO2 çıkışı görülmez**.

Cici Biyolojici



Laktik asit fermantasyonu aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

Glikoz ⟶ 2 Laktik asit + 2 ATP

*Laktik asit fermantasyonu **bazı bakteriler ve omurgalıların çizgili kas hücreleri**nde görülür.

*Endüstride **peynir, yoğurt, turşu** üretiminde kullanılır.

*İnsanlarda çizgili kas hücreleri, yeterli oksijenin olmadığı durumlarda laktik asit fermantasyonu ile ATP üretir.

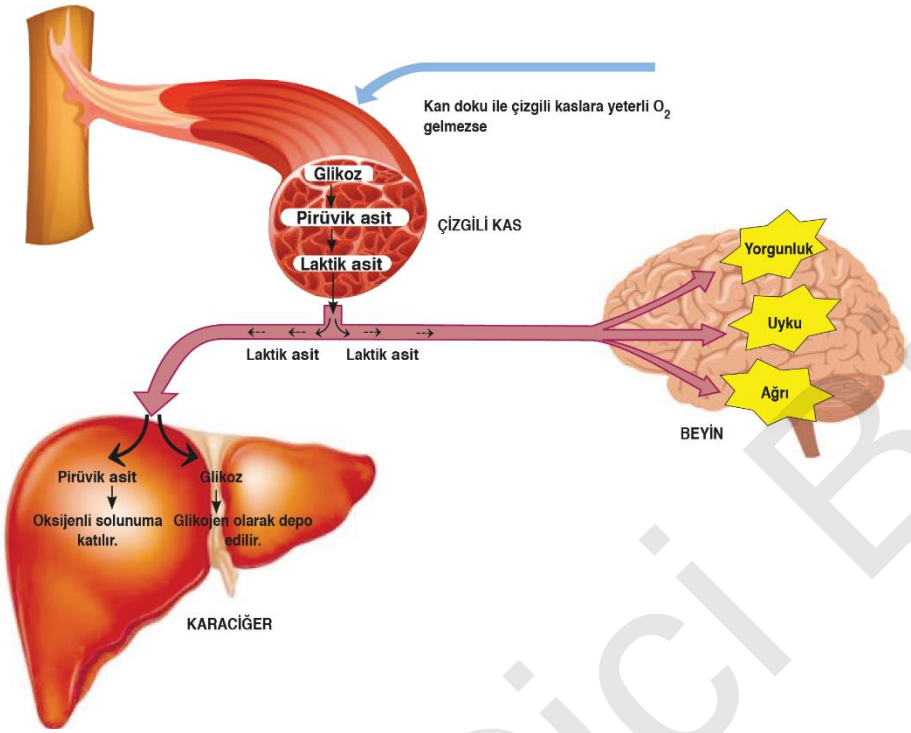
***Yoğun kas egzersizleri veya kas gücü gerektiren işlerin başlangıcında ATP üretmek için gerekli olan oksijen, yeterli miktarda sağlanamayabilir. Bu durumda ani kas krampları yaşanır.**

***Çizgili kaslarda oksijen yetersizliğinde oksijenli solunuma devam edilirken aynı anda enerji açığını kapatabilmek için laktik asit fermantasyonu da gerçekleşir.**

Biyolojici

***Üretilen az miktardaki laktik asit, yeterli oksijen sağlandığında kasların daha iyi çalışmasını sağlar. Bunun için yoğun kas egzersizlerinden önce yapılan ısınma hareketleri oldukça faydalıdır.**

Cici Bilgi: İnsanlarda olgun alyuvarlar, çekirdek ve organel bulundurmaz. Bu nedenle olgun alyuvarlar gerekli ATP'yi sadece laktik asit fermantasyonu ile üretir.



*Ancak kas aktivitesinin aşırı artması durumunda laktik asit miktarı artar ve laktik asit kaslarda birikir.

*Hücrelerde biriken laktik asit, kan damarları ile beyne taşınır.

*Laktik asit; beyindeki **ağrı, uyku ve yorgunluk merkezi**ni uyarır. Bu durum çok yorulduğumuzda uykumuzun neden geldiğini ya da vücudumuzda neden ağrılar oluştuğunu da açıklar.

*Vücut dinlenirken yeterli oksijen sağlanırsa laktik asit, karaciğere taşınır. **Karaciğer hücreleri, laktik asidi özel biyokimyasal tepkimelerle pirüvik asit ve glikoza dönüştürür.**

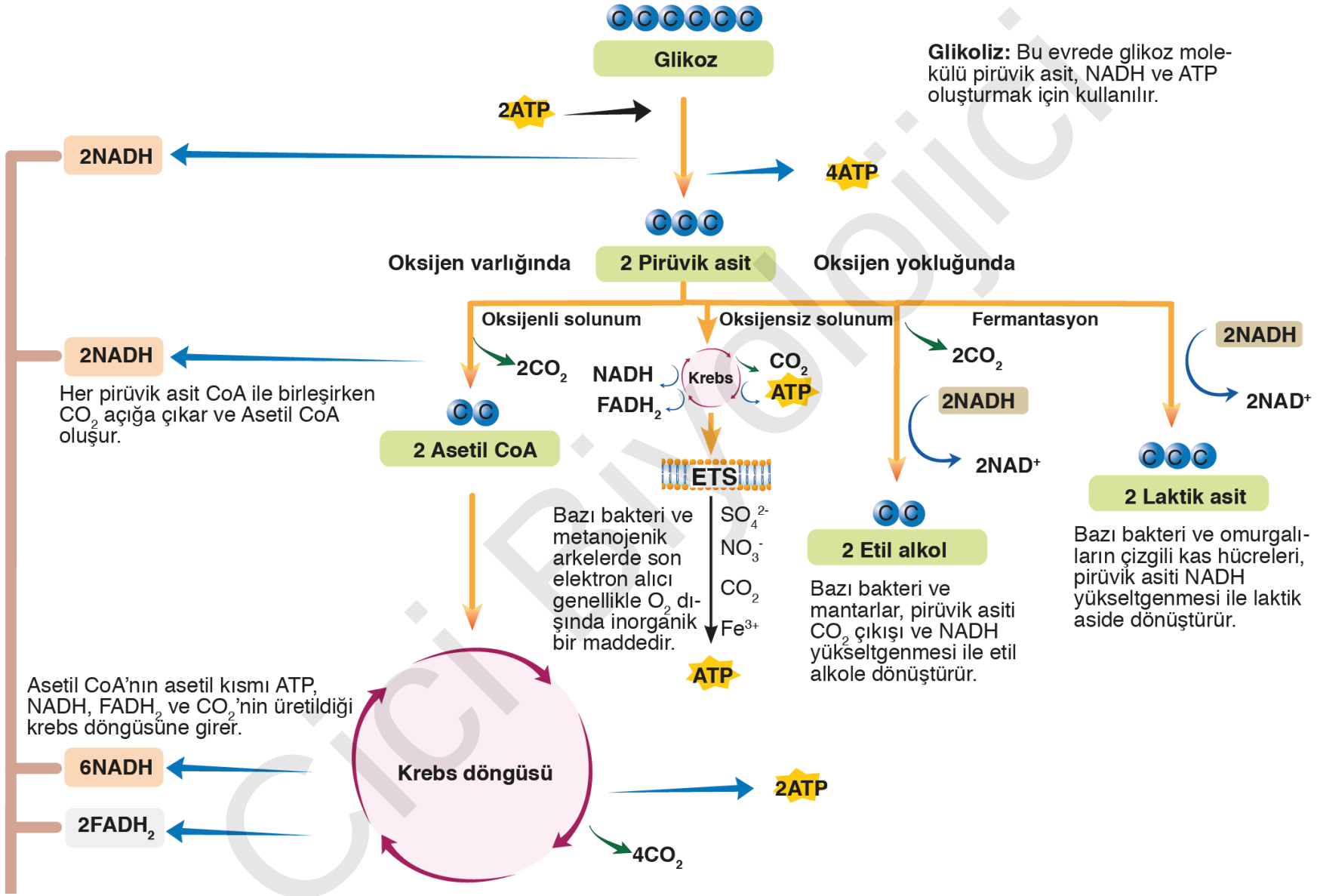
*Pirüvik asit, oksijenli solunumda tüketilirken; glikozların fazlası, karaciğerde glikojen olarak depolanır.

Cici Biyoloji

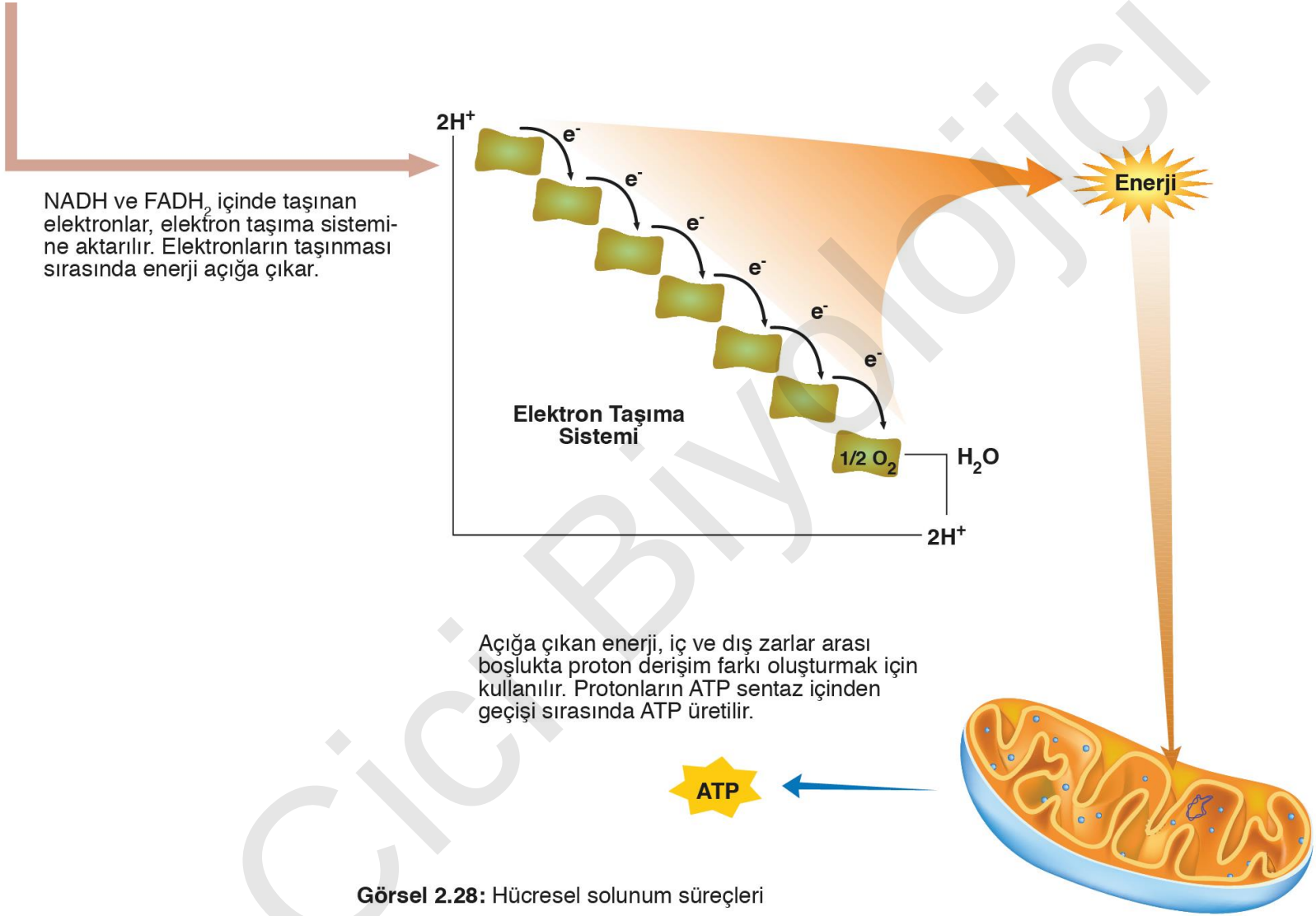
***Sütten yoğurt yapımında**, laktik asit bakterilerinin gerçekleştirdiği laktik asit fermantasyonundan yararlanılır. *Fermantasyon, uzun yıllardan beri uygulanmakta olan gıda üretim ve koruma yöntemlerinden biridir.

*Sütten elde edilen yoğurt ve kefir, tahıllardan elde edilen tarhana ve boza, et ürünlerinden elde edilen sucuk ve pastırma, çeşitli meyve ve sebzelerden elde edilen sirke ve turşular, fermente ürünlere örnek olarak verilebilir. *Fermantasyon; besinleri koruma, zararlı mikroorganizmaları öldürme ve bağışıklığı güçlendirme gibi birçok biyolojik işleve sahiptir. Bu biyolojik işlevlerinden dolayı son yıllarda dünyada ve ülkemizde fermente yiyeceklere olan ilgi hızla artmaktadır.

Cici Biyolojici



Ciçi Biyoloji



Görsel 2.28: Hücresel solunum süreçleri

Cici Biyolojici

FOTOSENTEZ VE SOLUNUM İLİŞKİSİ

*Tüketici canlılar, üreticileri veya üreticileri besin olarak tüketen canlıları besin olarak kullanarak **Güneş enerjisi**nden dolaylı olarak yararlanır.

*Tüm canlılar, enerji üretmek için beslenmek zorundadır.

*Besinlerde depolanan **enerjinin kaynağı ise Güneş**'tir.

*Ekosistemlerde enerji akışı sırasında **bitki ve hayvan hücrelerindeki mitokondriler**, hücrede üretilen organik ürünleri kullanır.

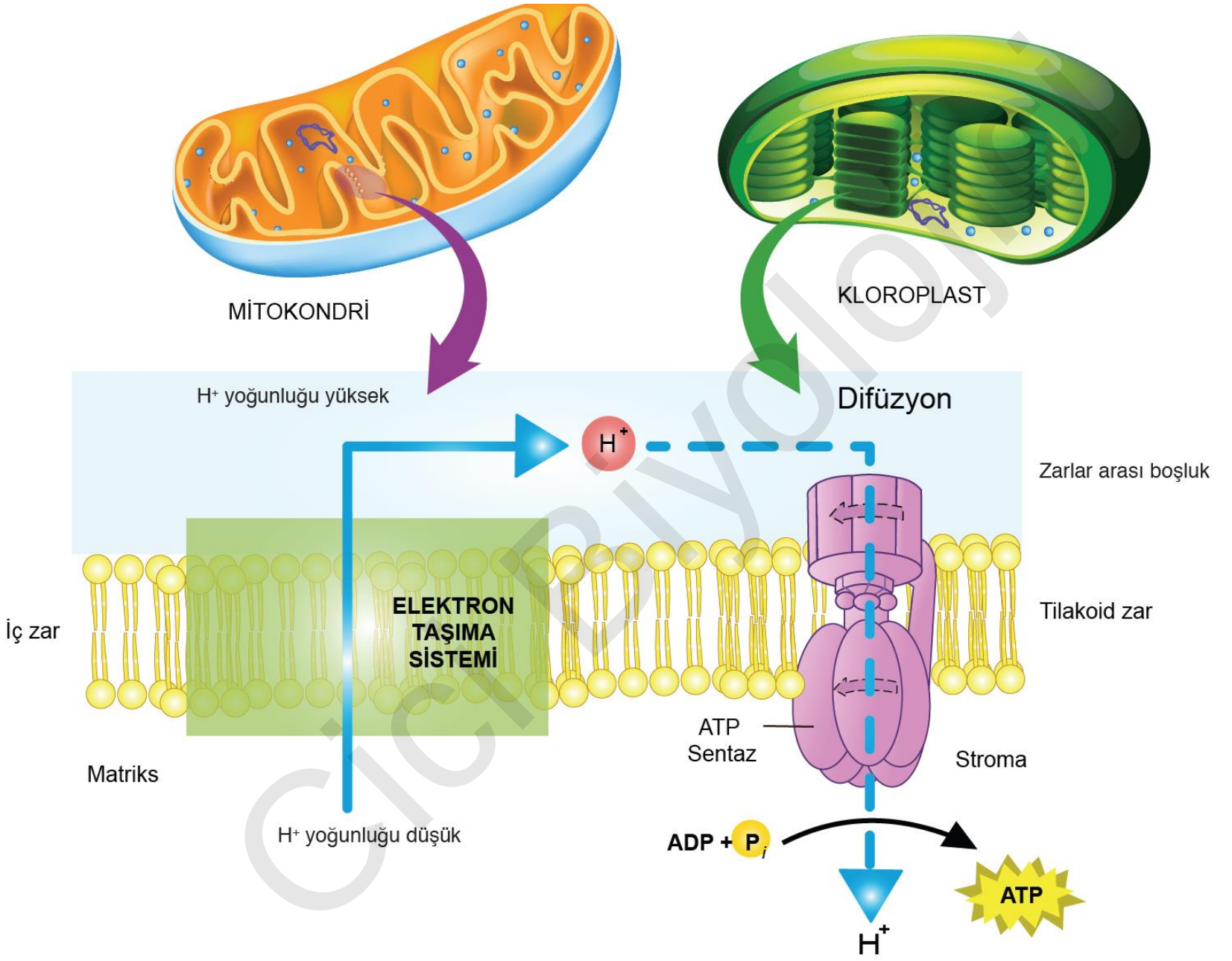
***Bitki hücrelerinde, kloroplast ve mitokondri; hayvansal hücrelerde ise mitokondriler** enerji dönüştürücü organellerdir.

*Mitokondri ve kloroplastlarda ETS yardımıyla **ATP sentezi kemiosmotik görüş** ile açıklanır.

***Bu görüşe göre** mitokondri ve kloroplastlarda elektron taşıma sistemi, protonları (H+) mitokondri matriksi ve kloroplast stromasından elektron enerjisi yardımıyla zarlar arası bölge ve tilakoit boşluklara pompalar.

*Mitokondrideki **zarlar arası bölge ve kloroplastın tilakoit boşluklarında biriken protonlar, ATP sentaz kanallarından difüzyonla matriks ve stromaya geri döner. Bu sırada ATP sentezlenir**

Cici Biyolojici


MİTOKONDRİ
KLOROPLAST
H⁺ yoğunluğu yüksek
Difüzyon
H+
Zarlar arası boşluk
İç zar
ELEKTRON TAŞIMA SİSTEMİ
Tilakoid zar
ATP Sentaz
Stroma
Matriks
H⁺ yoğunluğu düşük
ADP + Pi
ATP
H+

Biyolojici

*Enerji, ekolojik sistemler arasında yer değiştirir.

***Oksijenli solunumun son ürünleri olan CO2 ve H2O, fotosentez tepkimelerinde; aynı şekilde fotosentezin son ürünleri olan besin ve oksijen de oksijenli solunumda tüketilen temel maddeleri oluşturur.**

*Fotosentez yeryüzünde yaşayan tüm canlılar için oldukça önemlidir.

*Oksijenli solunum yapan canlılar tarafından atmosfere verilen tonlarca CO2, fotosentetik canlılar tarafından tüketilir ve CO2 dengesi korunur.

*Kâğıt, pamuk, doğal bitkisel lifler ve selüloz insanlar tarafından kullanılan fotosentetik ürünlerdir.

Cici Biyolojici

BİTKİ BİYOLOJİSİ

ANAHTAR KAVRAMLAR

- FOTOPERİYODİZM
- NASTİ
- OKSİN
- TROPİZMA
- UÇ MERİSTEM
- YANAL MERİSTEM
- YAŞ HALKALARI

3.1. BİTKİLERİN YAPISI

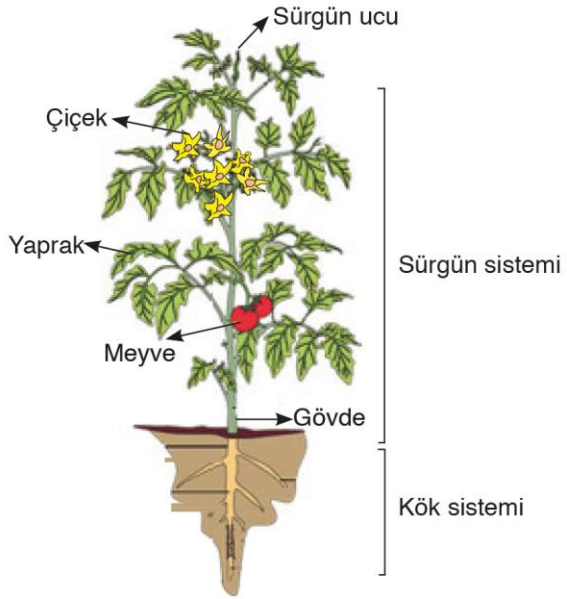
3.2. BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI

3.3. BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME

Cici Biyolojici

BİTKİLERİN YAPISI

ÇİÇEKLİ BİR BİTKİNİN TEMELKISIMLARININ YAPISI VE GÖREVLERİ



*Karasal ortama uyum sağlamış bitkilerde toprak üstü ve toprak altı olmak üzere iki organ sistemi bulunur.

*Toprak üstü organ sistemine sürgün sistemi, toprak altı organ sistemine kök sistemi denir.

Kök sistemi; bitkiyi toprağa bağlar, bitkinin topraktan su ve mineral almasını sağlar. Kökler fotosentez yapamaz. Havuç, turp ve kereviz gibi besin depolayabilen bitkilerin köklerinde, sürgün sisteminde fotosentezle üretilen organik besinler depolanır. Kurak bölgelerde yetişen bitkilerin kökleri, su ve mineral alımını gerçekleştirmek için oldukça iyi gelişmiştir.

Sürgün sistemi; toprak yüzeyinde kalan gövde, dal, yaprak, çiçek ve meyveden oluşur. Dallar üzerinde bulunan tomurcuklar; farklılaşarak yeni dalları, yaprakları ve çiçekleri oluşturur. Sürgün sisteminde fotosentezin gerçekleştiği yapılar yer alır.

Bitkisel Dokular

*Çok hücreli canlılarda belirli bir görevi yapmak üzere farklılaşmış hücrelerin oluşturduğu topluluklara doku denir.

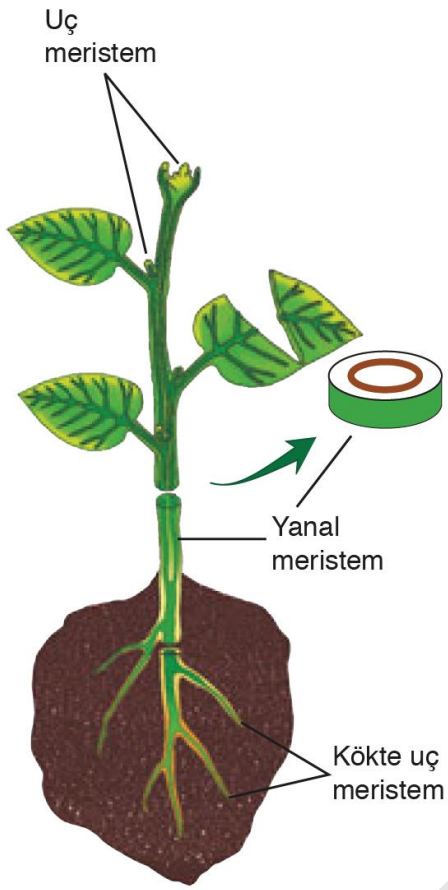
*Bitki yapısını oluşturan dokuların bir kısmı büyüme ve gelişmede rol oynar.

*Bir kısmı da fotosentez, madde taşınması, maddelerin depolanması gibi fizyolojik işlevleri gerçekleştirir.

*Bitkilerde yer alan dokular; üstlendikleri görevlere göre meristem, temel, iletim ve örtü doku olmak üzere dört gruba ayrılır.

Çiçi Biyolojici

1. Meristem Doku (Bölünür Doku)



*Meristem doku; bitkilerde kök, gövde ve dalların uç kısmındaki büyüme bölgelerinde bulunur.

*Sürekli bölünebilme yeteneğine sahip embriyonik dokulardan oluşur.

*Meristematik hücreler, yeni hücreler oluşturmak üzere bölünürler. Bu bölünmeyle oluşan hücrelerin bazıları yeni hücreler oluşturmak üzere meristematik bölgede kalırken diğerleri zamanla farklılaşarak bitkinin büyüyen doku ve organlarına katılırlar.

*Meristem doku hücreleri; canlı, bol sitoplazmalı, büyük çekirdekli, ince çeperli ve metabolizmaları hızlı hücrelerdir.

*Sürekli bölünebilme özelliğine sahip olan meristem doku sayesinde bitkilerde büyüme sınırsızdır. Örneğin sekoya ve ginko gibi yüz yıldan fazla süre yaşayabilen ağaçlarda meristem doku ile büyüme sürekli devam eder. Bu nedenle meristem doku, bölünür doku ya da sürgen doku adını alır.

*Meristem doku; uç (apikal) meristemler ve yanal (lateral) meristemler olmak üzere iki çeşittir.

*Meristemler primer (birincil) büyüme ve sekonder (ikincil) büyüme için hücreler üretirler.

*Bitkilerin kök uçlarında ve gövdelerin tomurcuklarında bulunan uç meristemler, bitkinin boyuna büyümesini sağlar. Primer büyüme olarak adlandırılan bu büyüme köklerin toprakta yayılmasını ve sürgünlerin güneş ışığı ve karbondioksitten daha fazla faydalanmasını sağlar.

*Otsu bitkilerde, yalnızca primer büyüme görülür. Odunsu bitkilerde ise aynı zamanda sekonder (ikincil) büyüme görülür.

Cici Biyolojici

Primer (Birincil) Büyüme

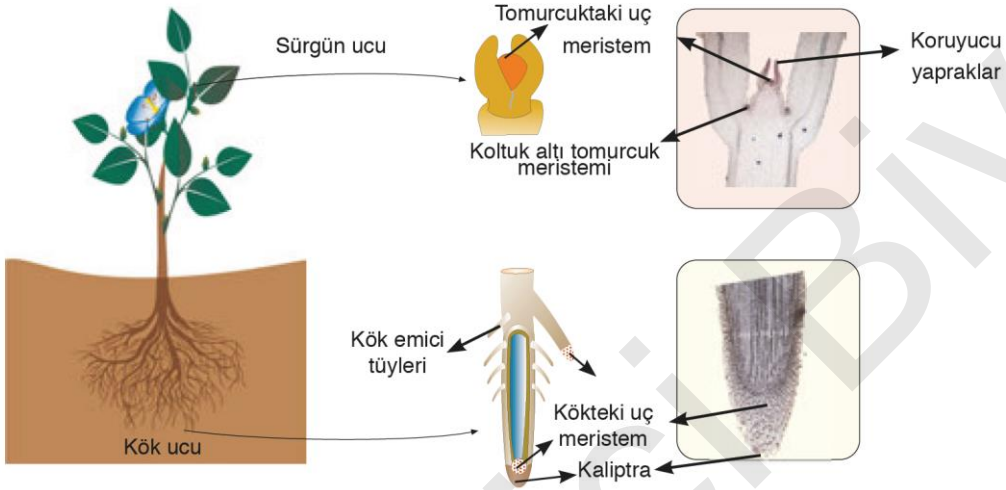
*Bitkinin kök, gövde ve dallarının ucunda uç meristem bulunur.

*Uç meristemler bitkinin boyca uzamasını sağlar (primer büyüme).

*Uç meristemler, primer meristemlerden üretilir.

*Uç meristem, embriyonik dönemden itibaren bitki canlı kaldıkça sürekli olarak bölünme özelliğini korur.

*Uç meristeminin bulunduğu bölgelerde uzama ve büyüme olayları gerçekleştiği için bu bölgeler büyüme noktası olarak adlandırılır.



*Birincil meristem doku hücrelerinin bölünmesi ile uzayan dallar, bitkinin ışıktan daha fazla yararlanmasını sağlar. Atmosferden karbondioksit alınmasını kolaylaştırır. Uzayan kökleri de toprak içinde yayılarak daha fazla su ve madensel tuz alınmasını sağlar. Hem tek hem de çok yıllık bitkilerin tümünde bulunur.

*Uç meristem; kökte kaliptra (yüksük) adı verilen yapı, gövdede ise koruyucu yapraklar tarafından korunur.

*Kaliptra, kök toprak derinliklerine doğru uzarken toprağın sert kısımlarına karşı kökün uzamasını sağlayan meristemi korur. Ayrıca çıkardığı salgılarla toprağı yumuşatarak kökün daha kolay uzamasını sağlar. Kaliptra zedelendiğinde meristem doku, kaliptrayı onarır.

Cici Bilgi: Kök yüksüğü, çok narin olan meristemi fiziksel olarak korur. Kök yüksüğü, yer çekimini algılayarak kökün yer çekimiyle aynı doğrultuda büyümesini sağlar.

Cici Biyolojici

Sekonder (İkincil) Büyüme

*Sekonder büyüme, köklerin ve sürgünlerin enine büyüyerek kalınlaşmasıdır.

*Sekonder büyüme, yanal meristemlerin ürünüdür.

*Yanal meristemler, kök ve gövde boyunca uzanan bölünmekte olan hücrelerin oluşturduğu bitkinin enine kalınlaşmasını sağlayan silindirlerdir.

*Yanal meristemler sekonder meristemlerden köken alır.

*Bölünme yeteneğini kaybetmiş hücrelerin yeniden bölünme özelliği kazanması ile sekonder meristemler oluşur.

*Kapalı tohumlu bitkilerin çift çenekli olanlarında ve çam gibi açık tohumlu bitkilerde bulunur.

*Odunsu bitkilerin gövde ve köklerinde sekonder büyüme ile enine kalınlaşma gerçekleşir.

*Yapraklarda sekonder büyüme nadiren görülür.

*Sekonder büyümede iki lateral meristem, iş görür. Bunlar vasküler kambiyum (damar kambiyumu=iç kambiyum) ve mantar kambiyumu (dış kambiyum) olmak üzere iki kısımdan oluşur.

Vasküler Kambiyum (Damar Kambiyumu=İç Kambiyum)

*Yeniden bölünme özelliği kazanmış parankima hücrelerinden oluşur.

*Odunsu ve bazı otsu bitkilerin kök ve gövdelerinde madde iletiminden sorumlu yapıların oluşmasını sağlar.

*Bu sayede enine büyüme (kalınlaşma) gerçekleşir.

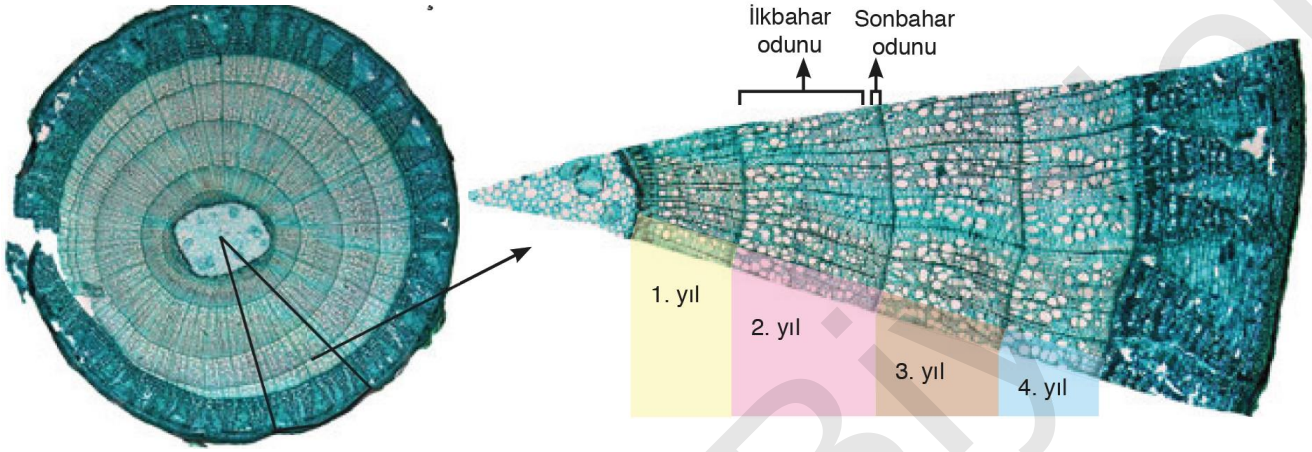
*Sekonder büyüme yaş halkalarını oluşturur.

*Ilıman bölgelerdeki çok yıllık odunsu bitkilerde enine büyüme; ilkbaharda başlar, yaz boyunca devam eder ve sonbaharda oldukça yavaşlar. Büyüme sırasında ilkbaharda büyük ve ince çeperli hücreler (açık renkli), sonbaharda küçük ve kalın çeperli hücreler (koyu renkli) oluşur. Üst üste yığılan bu tabakalar, enine kesitte iç içe halkalar şeklinde görülür. Sonbahar

Ciçi Biyolojici

halkası, koyu renkli; ilkbahar halkası ise açık renkli görünür. Bu yüzden bir açık ve bir koyu renkli halka, bitki için bir yıl anlamına gelir. Her yıl tekrarlanan bu halkalar (yaş halkaları), bitkinin yaşının hesaplanmasını sağlar.

*Ağaçtaki yıllık halka genişliği, o yıl yaşanan iklim koşullarıyla doğrudan ilişkilidir. İklim koşulları, ağacın büyümesi için optimumsa ağaçtaki yaş halkası geniş; iklim koşulları, ağacın büyümesi için uygun değilse yaş halkaları dar olmaktadır.
*Tek çenekli bitkilerde ve yapraklarda kambiyum bulunmaz.



Mantar kambiyumu (dış kambiyum)

*Enine büyüme sırasında odunsu gövdelerin en dıştaki koruyucu tabakasının hücreleri, gerilmeye dayanamaz ve parçalanır.
*Mantar kambiyumu, koruyucu doku (epidermis) kaybı sonrası odunsu bitkilerde gövdeyi ve kökü dışarıdan kuşatan mantar dokuyu oluşturur.

*Bitkide enine kalınlaşma gerçekleştikçe mantar dokunun en dışındaki hücre sıraları, mantar kambiyumu tarafından sürekli yenilenir. Bu durum enine kalınlaşmayı sağlar.

*Mantar doku hücreleri, canlılığını kaybetmiştir. Mantar doku hücrelerinin çeperlerinde yoğun şekilde süberin birikir. Ayrıca çeperlerde lignin birikimi de görülür. Bu doku, büyük ölçüde suya geçirimsizdir ve su kaybını engeller.

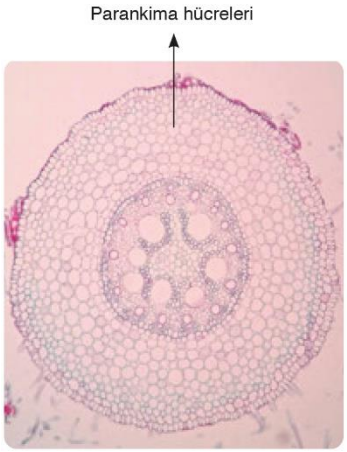
Cici Biyolojici

2. Temel Doku

*Bitkinin hemen her organında bulunan temel doku, çok farklı görevleri yerine getirebilir.

*Bu nedenle temel dokuda birbirinden farklı özelliklere sahip parankima, kollenkima (pek doku) ve sklerenkima (sert doku) hücreleri bulunur.

a) Parankima



*Bitkinin temel dokusunu oluşturan hücrelerdir.

*Bitkinin tüm kısımlarında bulunur ve dokuların arasını doldurur.

*Meristem hücrelerinin farklılaşmasıyla oluşur.

*İşlev yapan hücreleri; canlı, ince ve esnek çeperli, bol sitoplazmalı ve küçük kofulludur.

*Parankima; fotosentez, solunum ve depolama gibi çok önemli metabolik işlevleri gerçekleştirir.
*Parankima hücreleri genel olarak bölünmez. Ancak bazı koşullarda yeniden bölünme özelliği kazanabilir. Örneğin yaralanmış bir bitkide parankima hücrelerinin yeniden bölünme özelliği kazanmasıyla dokuların onarılması sağlanır.

*Laboratuvar koşullarında tek bir parankima hücresinden bütün bir bitki oluşturmak mümkündür.

*Parankima hücreleri ihtiyaç hâlinde hormonların etkisiyle sekonder meristeme dönüşebilir.

*Parankima hücreleri, bulundukları organın morfolojik ve fizyolojik işlevlerine göre değişik şekillerde olabilir.

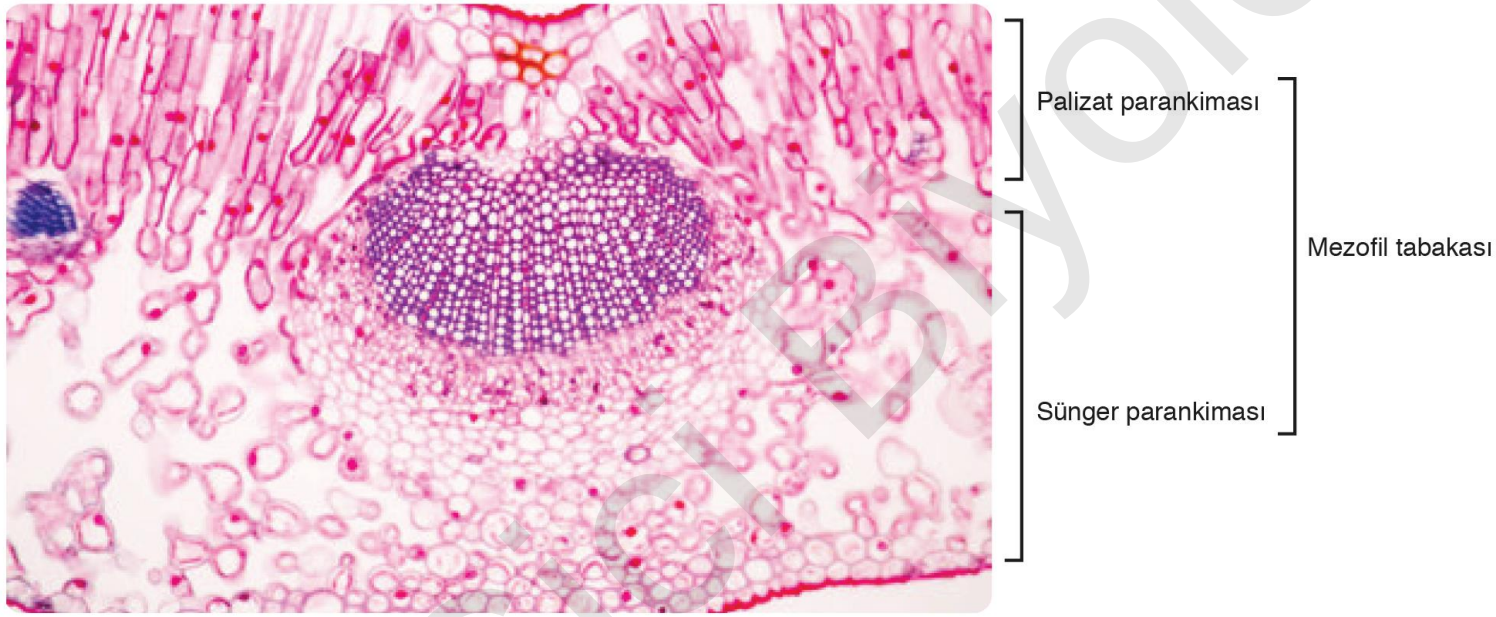
Cici Biyolojici

Özümleme (asimilasyon) parankiması, yaprak yapısında alt ve üst epidermis arasındaki bölge olan mezofil tabakasında bulunur.

*Bu tabakada bulunan palizat ve sünger parankiması hücreleri, kloroplast taşır ve fotosentez yapar.

*Karbondioksit özümlemesi yaparak organik besin üretir.

*Palizat parankiması hücreleri, şekil olarak silindiri andırır. Yan yana düzenli dizilmiş hücrelerdir. Bol kloroplastlıdır.
*Sünger parankimasını oluşturan hücreler ise düzensiz dizilim gösterir. Sünger parankimasını oluşturan hücreler, palizat parankimasına göre daha az kloroplastlıdır ve hücreler arası boşlukları daha fazladır.



CC Biyolojici

Depo parankiması hücreleri, gövde ve köklerde besin (nişasta, protein ve yağ) ve su depo eder.

*Pek çok meyvenin etsi dokuları da besin ve su depolayan parankima hücrelerinden oluşur.

*Örneğin zeytinde yağ, patateste nişasta depolayan parankima bulunur.

*Depo parankiması hücreleri, kaktüs gibi bitkilerde gövdede su depolanmasını sağlar.

İletim parankiması, iletim demetlerinin etrafında sıralanan parankim hücrelerinden oluşur.

*İletim demetleri ile bitkinin diğer dokuları arasır da gerçekleşen su ve besin alışverişine aracılık eder.

*Hücrelerinde kloroplast bulunmaz.

Havalandırma parankiması, çoğu bataklık ve su bitkilerinin kök vc gövdelerinde hava depo eden parankima hücrelerinden oluşur. Bu hücreler, havanın yetersiz olduğu ortamlarda bitkinin gaz alışverişi yapmasına yardımcı olur.

b) Kollenkima (Pek Doku)

*Bitkide uzaması devam eden ve gelişen çiçek sapı, yaprak sapı, genç gövde ve sürgünlerin genç kısımlarında bulunur ve bu kısımlara mekanik desteklik sağlar.

*Her organda bulunmaz.

*Kollenkima hücrelerinin çeperleri eşit kalınlaşma göstermese de parankima hücrelerinin çeperlerine göre daha kalındır.
*Genç gövdeler, çoğunlukla epidermisin altında iğ şeklinde sıralanmış kollenkima hücrelerine sahiptir.

*İşlev yapan hücreleri canlıdır.

*Kollenkima hücrelerinin çeperlerinde selüloza ek olarak pektin birikimine bağlı, düzensiz kalınlaşmalar ortaya çıkar.
*Çeperdeki kalınlaşmamış bölgeler sayesinde bulunduğu bitki kısmı esneyebilir, bükülebilir ve uzayabilir.

*Kalınlaşmalar, hücre çeperinin sadece köşe bölgelerinde oluşursa köşe kollenkiması; kalınlaşmalar karşılıklı çeper bölgelerinde oluşursa levha kollenkiması adını alır.

Cici Biyolojici

*Birçok bitki türünün sapı kesildiğinde karşılaştığımız ipliksi yapılar, çoğunlukla kollenkima hücrelerinden oluşur.

c) Sklerenkima (Sert Doku)

*Bitkide uzamanın durduğu bölgelerde destek elemanı olarak iş görür.

*Kollenkima hücrelerine göre çok daha serttir.

*Sklerenkima hücreleri, ilk oluştuklarında canlıdır. Daha sonra hücrelerin çeperlerinde selüloza ek olarak bol miktarda lignin birikimi olur. Zamanla işlev yapan sklerenkima hücreleri cansızlaşır.

*Uzama, bükülme ve esneme yetenekleri yoktur.

*Her organda bulunmaz.

*Kalınlaşmış çeperler, yüz yıllarca bitkiye desteklik sağlayabilir. Dokuya destek vermek ve güçlendirmek için özelleşmiştir.

*Lifler ve sklereitler (taş hücreleri), sklerenkima hücrelerinin farklılaşmış biçimi olduklarından ligninleşmiş kalın çeperlere sahiptir.

*Sklerenkima dokusu, hücrelerin şekillerine göre lifler ve taş hücreleri olmak üzere ikiye ayrılır.

*Taş hücreleri fındık, ceviz, badem gibi tohumların kabuklarında; şeftali, kayısı, erik gibi meyvelerin çekirdeklerinde; ayva, armut gibi meyvelerin kumsu özelliklere sahip etli kısımlarında bulunur. Ayva, armut ve mum çiçeği gibi meyvelerde görülen taş hücreleri, köşeli veya yıldız şeklindedir.

*Sarımsak, keten, kenevir gibi bitkilerde bulunan uzun sklerenkima lifleri; dayanıklı ve gerilmeye karşı dirençlidir. Bu lifler, demetler hâlinde bulunur ve bitkiye destek sağlar . Ketenden elde edilen lifler işlenerek elbise yapımında, kenevir lifleri ise halat yapımında kullanılır.

Cici Biyolojici

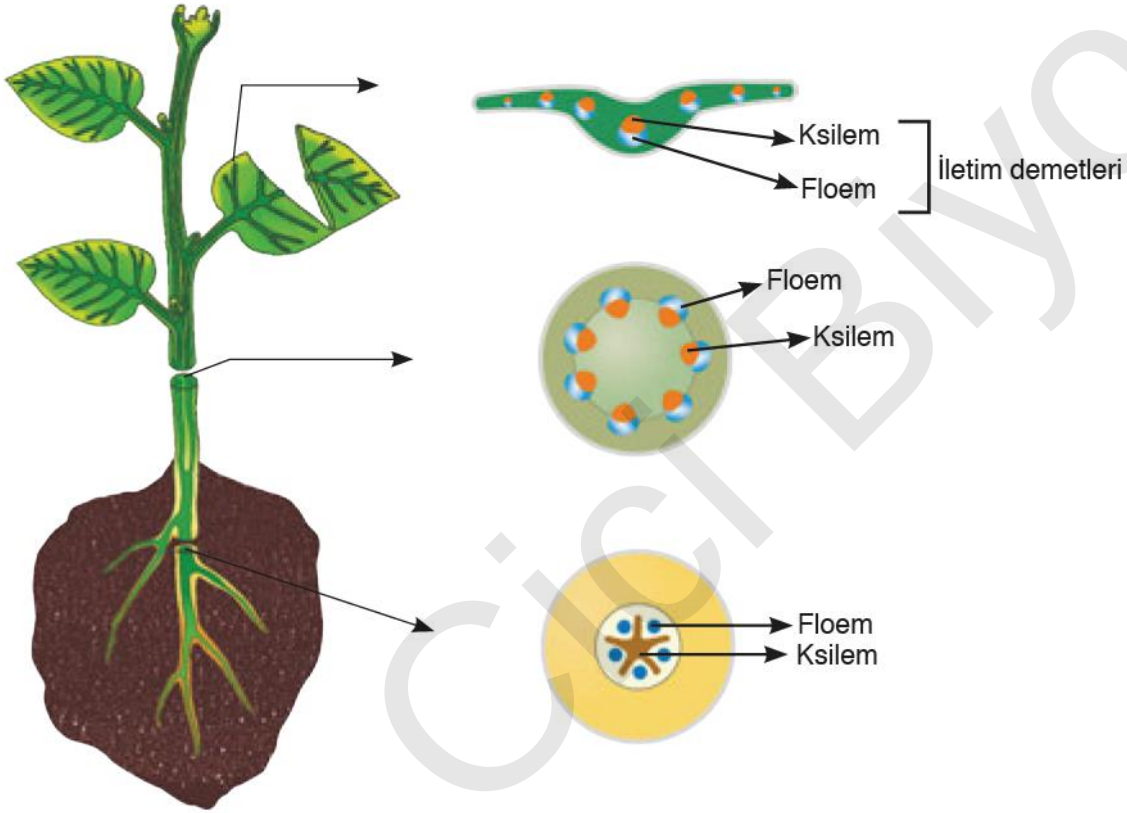
3. İletim Doku

*Bitkilerde organik ve inorganik maddelerin taşınmasını gerçekleştiren dokudur.

*Bitkinin yapraklarında fotosentez sonucu oluşan organik besin maddelerinin yapraklardan köklere ve kökler tarafından alınan su ile madensel tuzların ise toprak üstü organlara ve yapraklara doğru taşınmasını iletim doku gerçekleştirir.

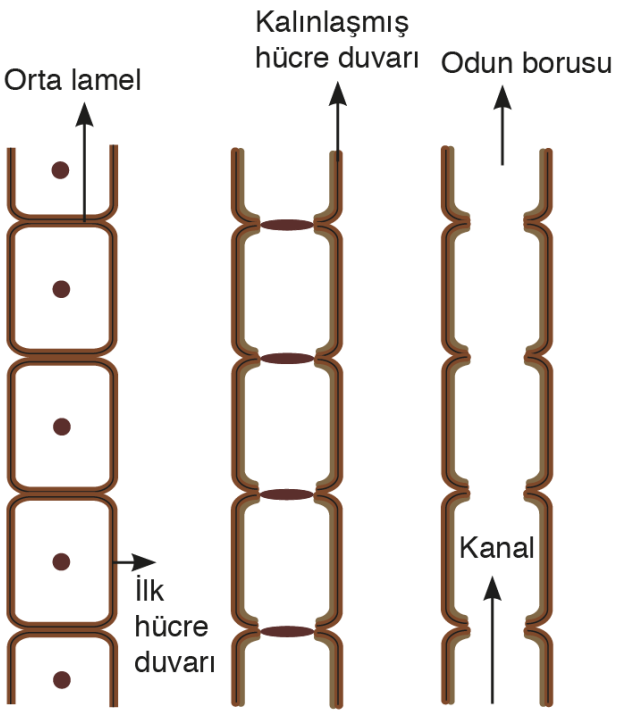
*İletim doku, ksilem ve floem olmak üzere iki kısımdan oluşur.

*Ksilem ve floem dokuları bitkilerde genellikle birlikte bulunur ve iletim demetini meydana getirir.



Cisi Biyolojici

Ksilem (Odun Borusu)



*Ksilem; ksilem sklerenkiması (sklerenkima lifleri), ksilem parankiması, trakeit ve trake borularından oluşan dokudur. *Ksilem, bitkilerin kökleri aracılığıyla topraktan aldıkları su ve suda çözünen mineralleri toprak üstündeki gövde ve yaprak gibi organlara taşır.

*Ksilemde kökten yapraklara doğru tek yönlü iletim vardır.

*Trake ve trakeit, başlangıçta üst üste dizilmiş canlı meristem hücrelerdir.

*Bu canlı hücreler, bir dizi değişime uğrar.

*Hücreler zamanla çekirdek ve sitoplazmalarını kaybeder. Bunun sonucunda hücreler canlılıklarını yitirir.

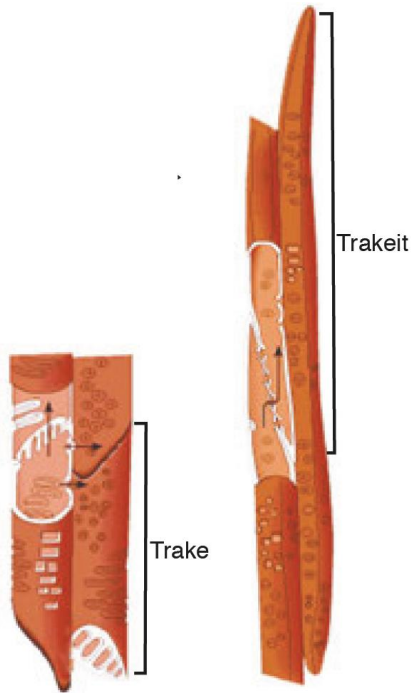
*Üst üste dizilmiş hücrelerin boyuna çeperleri, lignin birikimiyle giderek kalınlaşır.

*Hücrelerin birbirine bakan enine çeperleri ise tamamen erimiştir.

*Bu değişimler, üst üste dizilmiş hücrelerin içinde madde iletimi için uygun olan içi boş odun borularını meydana getirir.
*Boru şeklini alan bu hücreler, demetler hâlinde bir araya geldiklerinde odun demetlerini oluşturur.

*Sert ve ligninleşmiş odun demetleri, aynı zamanda gövdeye mekanik destek sağlar.

Cici Biyolojici



*Ksilemde madde iletimi gerçekleşirken enerji harcanmaz.

*Suyun canlı hücrelerin zarından taşınması düşünüldüğünde ksilemden su taşınmasının oldukça hızlı olduğu görülür. *Ksilemde uzun mesafeli su taşımımında görevli borular, trake ve trakeitlerdir.

*Yan yana bulunan trake ve trakeitler, ölü hücrelerden oluşur. Bu nedenle işlevsel olarak su ileten bu hücrelerin zarları ve organelleri yoktur.

*Trake ve trakeitleri, ligninleşmiş kalın çeperleriyle içinden su akabilen boş tüpler oluşturur.

*Trakeitler; uzun, ince, uçları kapalı, üst üste dizilmiş hücrelerdir. Su, trakeitlerin çeperlerinde bulunan çok sayıda geçit aracılığıyla bir trakeitten diğerine akar.

*Trakeler, genellikle trakeitlerden daha kısa ve geniş olup delikli çeperlere sahiptir.

*Trakelerin çeperlerinde de geçitler bulunur.

*Trakeler, üst üste gelerek damar adını alan daha büyük birimleri meydana getirir.

Floem (Soymuk Borusu)

*Floem; floem sklerenkiması, floem parankima hücreleri, kalburlu borular ve arkadaş hücrelerinden oluşan dokudur. *Yapraklarda üretilen fotosentez ürünlerinin köklere, kökteki azotlu organik maddelerin de yapraklara ve bitkinin diğer kısımlarına taşınmasını sağlar.

*Üst üste dizili kalburlu hücrelerin birbirine bakan komşu çeperleri, yer yer eriyerek delikli bir hal alır. Oluşan bu yapıya kalbur plağı adı verilir.

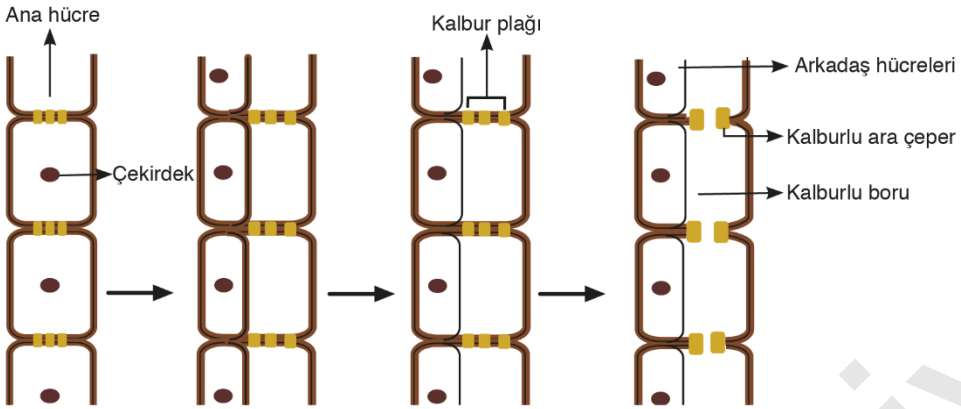
*Kalburlu hücrelerin üst üste dizilmesiyle oluşan boru şeklindeki yapıya kalburlu boru adı verilir.

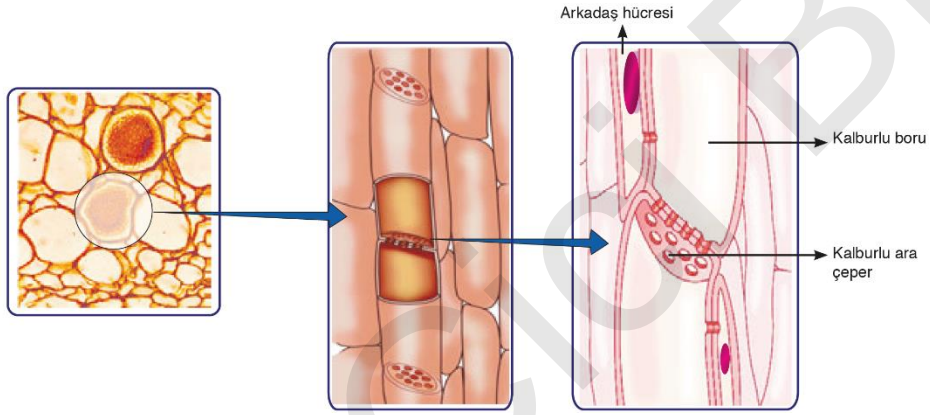
*Kalburlu boru hücrelerinin çeperlerinde lignin birikimi olmaz. Bu hücrelerin yanında bol sitoplazmalı ve çekirdeğe sahip arkadaş hücreleri bulunur.

Cici Biyolojici

*Kalburlu borular, canlıdır ancak çekirdeklerini kaybettikleri için metabolik faaliyetlerini uzun süre devam ettiremez.

*Bu durumda metabolik faaliyetleri devralacak ve fotosentez ürünlerinin özümleme parankiması hücrelerinden kalburlu hücrelere, kalburlu hücrelerden de fotosentez yapamayan hücrelere geçişini kolaylaştıracak özelleşmiş parankima hücrelerine ihtiyaç duyulur. Bu hücrelere arkadaş hücreleri adı verilir.





*Arkadaş hücreleri; çok sayıda mitokondri, endoplazmik retikulum ve ribozom bulunduran çekirdekli hücrelerdir. *Arkadaş hücreleri ile kalburlu borular arasında madde geçişine uygun bağlantılar bulunur. Bu bağlantılar, organik madde taşınımında önemli role sahiptir.

*Kalburlu boru hücrelerinde madde taşınması çift yönlüdür. Kalburlu borulardaki taşıma, ksilemdeki madde taşınmasına göre daha yavaş gerçekleşir.

Cici Biyolojici

4. Örtü Doku (Koruyucu Doku)

*Kök, gövde, yaprak ve meyvelerin üzerini örten dokudur.

*Bitkinin su kaybını azaltan, organizmaların ve toksik maddelerin bitki vücuduna girişini sınırlandıran dokudur.

*Örtü doku, bitkinin hızlı hava hareketlerinden zarar görmesini de engeller.

*Koruyucu dokuyu oluşturan hücre ve yapılar, koruma faaliyetlerini yerine getirirken metabolik olaylarda kullanılan oksijen ve karbondioksitin bitkiye giriş çıkışına izin verir.

*Örtü dokuyu oluşturan hücreler; canlı ise epidermis, ölü ise periderm adını alır.

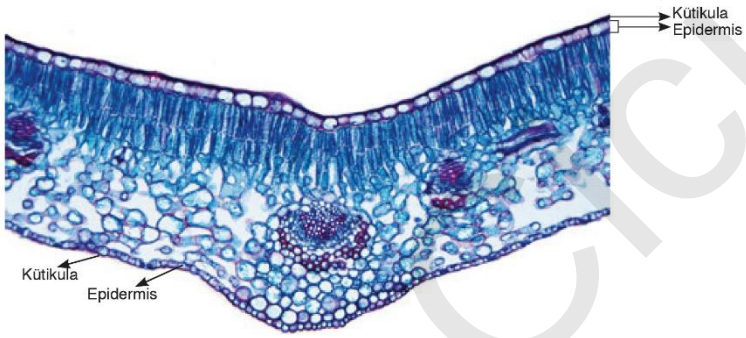
Epidermis

*Sıkıca paketlenmiş, hücreler arası boşlukları olmayan tek sıra hücre tabakasından oluşur.

*Otsu bitkilerin yüzeyini, odunsu bitkilerin de yaprak ve genç dallarının üstünü örter.

*Hücreleri; canlı, büyük kofullu, az sitoplazmalı ve kloroplastsızdır.

*Epidermiste su kaybını sınırlamak için yüzeydeki stoma (gözenek) dışında bir açıklık bulunmaz.



*Epidermisin dış çeperleri iç çeperlerinden daha kalındır.

*Epidermis hücrelerinin dış çevreye bakan özelleşmiş çeperlerinde bu hücrelerin salgısından oluşan mumsu kütikula tabakası bulunur.

*Kütikula tabakasının suya geçirgenliği çok azdır. Bu tabaka ayrıca ışığı yansıtmakta önemli bir role sahiptir. Böylece yaprakların aşırı ısınmasını önler. Bitkilerin yaşadığı ortamın iklim koşullarına göre kalınlığı değişkenlik gösterir. Bu nedenle kurak ortam bitkilerinde kütikula tabakası kalın, nemli ortam bitkilerinde ise incedir. Toprak altındaki kök epidermisinin yüzeyinde kütikula bulunmaz.

Ici Biyolojici

Epidermis hücrelerinin farklılaşmasıyla stoma, tüy, emergensler (diken), hidatot gibi yapılar oluşur.

Stoma (Gözenek)

*Bitkinin yapraklarında ve genç bitki gövdelerinde epidermisin farklılaşmasıyla oluşan canlı hücrelerdir.

*Genellikle yaprakların alt epidermisinde yoğun olarak bulunur.

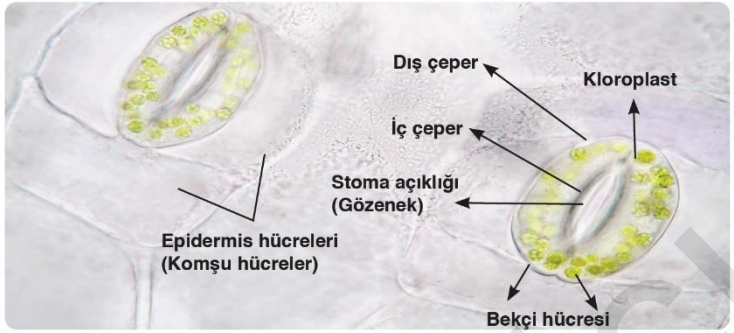
*Stoma, stoma açıklığı ve onu kuşatan bekçi hücrelerinden meydana gelir.

*Bekçi hücrelerinin çevresindeki epidermis hücreleri de komşu hücreler adını alır.

*Çoğu bitkide stomalar; gündüz açık, gece kapalıdır.

*Stomalar, açılıp kapanma özellikleri ile bitkideki terleme ve gaz alışverişini kontrol eder.

*O2 yaprak içerisine stomadan difüzyonla girer. CO2'de aynı şekilde stomadan dışarı çıkar.



*Ayrıca stoma, terlemeyle su kaybına neden olarak ısı düzenlenmesini sağlar.

*Stomayı oluşturan bekçi hücreleri, genellikle böbrek şeklindedir.

*Hücrelerin birbirine bakan çeper bölgeleri de diğer bölgelerden daha kalındır.

*Bekçi hücreleri, kloroplast içerir ve fotosentez yapar.

*Kurak ortam bitkilerinde stomalar az sayıda ve genellikle yaprağın alt yüzeyinde bulunur.

*Nemli ortam bitkilerinde stomalar; çok sayıda ve yaprağın her iki yüzeyinde, su bitkilerinde ise stomalar yaprağın üst yüzeyinde bulunur.

*Su bitkilerinin su içinde kalan kısımlarında stoma bulunmaz. Toprak altı organlarda bulunan kök epidermisinde de stoma bulunmaz.

Biyolojici

Tüyler

Görsel 3.18: Örtü tüyü (100 μm)

*Tüyler, epidermis hücrelerinden dışarıya doğru uzanan çıkıntılar şeklindedir.

*Tüy hücreleri, epidermis hücreleri gibi kloroplastsızdır.

*Çeşitli bitkilerde farklı görevleri olan tüylere rastlanır.

*Epidermiste yer alan tüyler; yaprakta örtü, kökte emici, sarmaşık gövdesinde tutunma, ısırgan otu yaprağında savunma ve nane gibi bitkilerde ise koku salgılama gibi çeşitli görevleri yerine getirir.

*Bazı tüyler, aromatik kimyasallar salgılar.

*Genellikle çiçeklerde bulunan bu salgılar, tozlaşmaya yardımcı olur.

*Yapraktaki örtü tüyleri, stomaları doğrudan rüzgâr almaktan korur ve epidermisin yüzeyindeki terlemeyi azaltır.

*Tüyler, oluşan su buharını tutarak kuru ve rüzgârlı havalarda bitkinin buharlaşma yoluyla su kaybını önler.

*Yoğun tüy tabakası, ışığı yansıtır ve yaprağın aşırı ısınmasını önler.

*Böcek saldırılarını azalttığı da düşünülmektedir.

*Kökteki emici tüyler, topraktaki su ve suda çözünmüş minerallerin emilimini gerçekleştirir.

Cici Biyolojici

Hidatot (Su Savağı)

*Epidermisten farklılaşan diğer bir yapı olan hidatotlar, yaprak uçlarında ve kenarlarında bulunan açıklıklardır.

*Atmosfer neminin fazla ve terleme hızının düşük olduğu zamanlarda bitkideki fazla suyun damlalar hâlinde atılmasını sağlar.

*Hidatotların açılıp kapanma özelliği yoktur.

*Hidatotlar, ksilem borularıyla bağlantılıdır.

*Ksilem boruları ile yapraklara taşınan su, terleme ile kaybedilen sudan fazla ise hidatotlar fazla suyu damlama olayı (gutasyon) ile dışarı atar.

Cici Bilgi: Stomalardan su buharı atıldığından mineral ve tuz atılamaz. Hidatodlardan su ile birlikte mineral ve tuz da atılır.

Cici Biyolojici

b) Periderm (Mantar Doku)

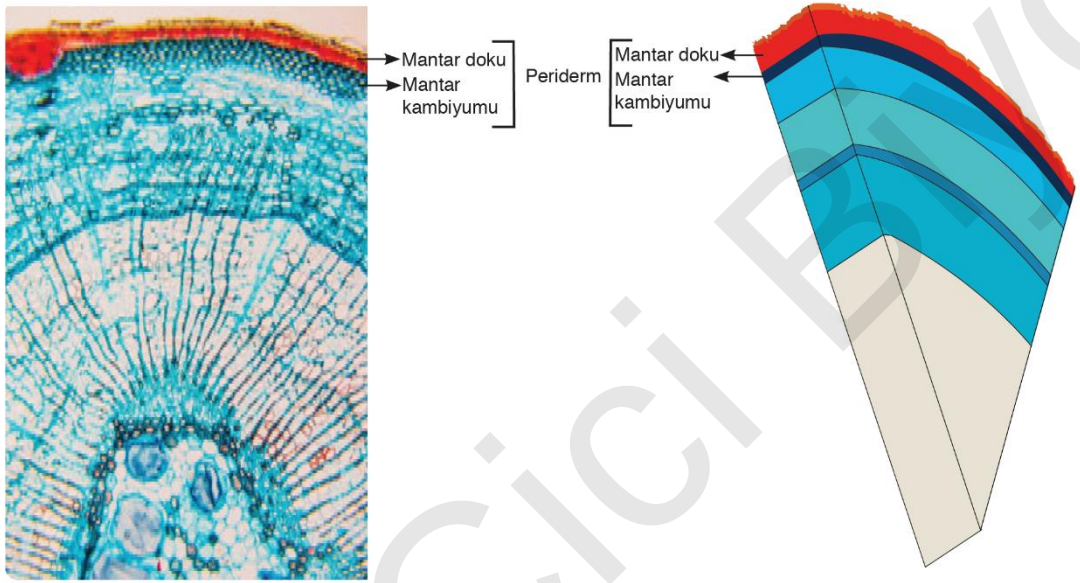
*Odunsu bitkilerde kök ve gövdenin üzerini örten epidermis, enine kalınlaşma nedeniyle parçalandığında yerini periderme bırakır.

*Periderm hücreleri, kök ve gövdeyi dıştan sararak içteki dokuları koruyan bir yapı hâlini alır.

*Peridermin dışa bakan kısmında mantar kambiyumunun oluşturduğu mantar doku bulunur.

*Mantar tabaka oluşurken periderm hücreleri, canlılığını kaybeder.

*Mantar doku hücrelerinin çeperlerinde süberin (mantar özü) biriktiğinden bu doku, suya geçirimsiz bir tabaka hâline gelir ve bitkinin su kaybını önler.



*Periderm; bitkiyi sıcak, soğuk ve mekanik etkilerden korur.

*Periderm üzerinde lentisel (kovucuk) denilen açıklıklar bulunur.

*Lentiseller, gövde yüzeyinde ince yarıklar veya kabartılar şeklinde bulunur.

*Gövde ve dallarda bulunan lentiseller, dış atmosferde ve bitkinin canlı iç dokuları arasında gaz alışverişini sağlar. Az da olsa buhar hâlinde su kaybına neden olur.

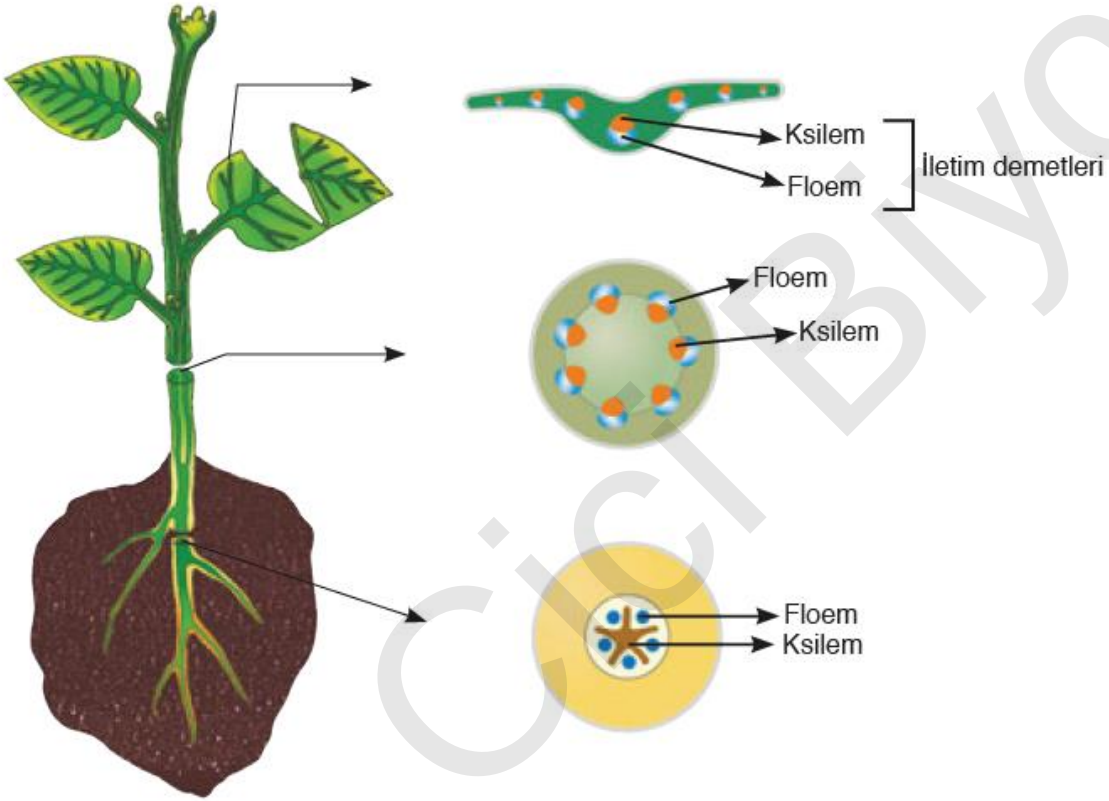
Cici Biyolojici

İletim Doku

*Bitkilerde **organik ve inorganik maddelerin taşınması**nı gerçekleştiren dokudur.

*Bitkinin yapraklarında **fotosentez sonucu oluşan organik besin maddelerinin yapraklardan köklere** ve **kökler tarafından alınan su ile madensel tuzların ise toprak üstü organlara ve yapraklara doğru taşınması**nı iletim doku gerçekleştirir.
*İletim doku, **ksilem ve floem** olmak üzere iki kısımdan oluşur.

*Ksilem ve floem dokuları bitkilerde genellikle birlikte bulunur ve iletim demetini meydana getirir.



Cici Biyolojici

Ksilem (Odun Borusu)

*Ksilem; **ksilem sklerenkiması (sklerenkima lifleri), ksilem parankiması, trakeit ve trake borularından** oluşan dokudur.
*Ksilem, **bitkilerin kökleri aracılığıyla topraktan aldıkları su ve suda çözünen mineralleri toprak üstündeki gövde ve yaprak gibi organlara taşır.**

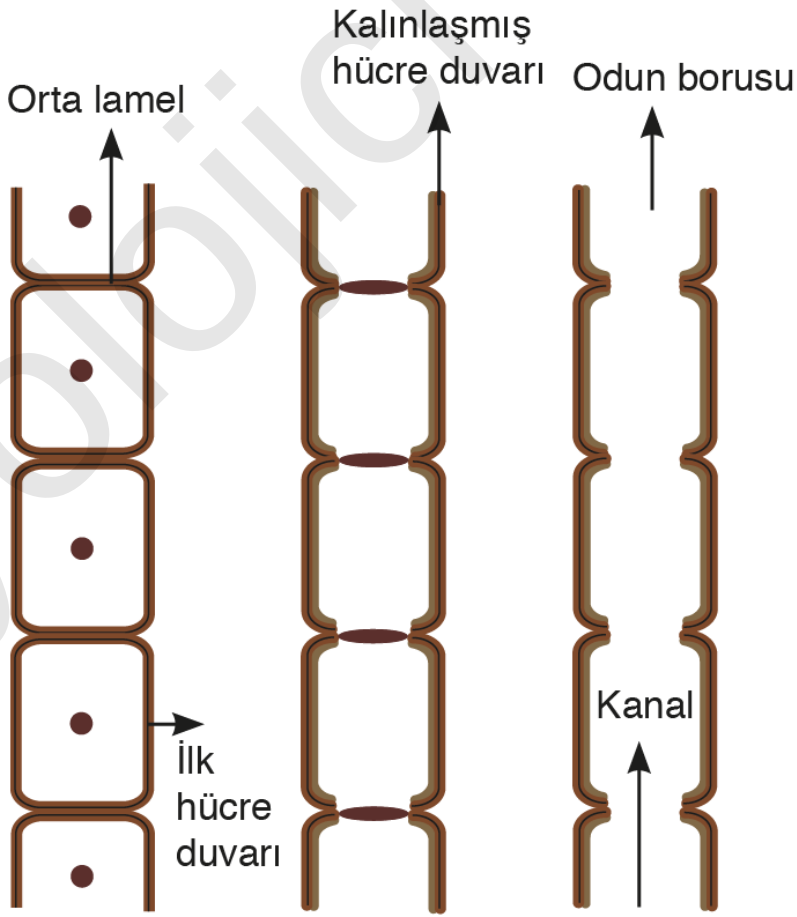
*Ksilemde kökten yapraklara doğru **tek yönlü iletim** vardır.

***Trake ve trakeit**, başlangıçta üst üste dizilmiş **canlı meristem** hücrelerdir.

*Bu canlı hücreler, bir dizi değişime uğrar. Hücreler zamanla **çekirdek ve sitoplazmalarını kaybeder**. Bunun sonucunda hücreler **canlılıklarını yitirir**. Üst üste dizilmiş hücrelerin boyuna çeperleri, **lignin birikimi**yle giderek kalınlaşır. Hücrelerin birbirine bakan enine çeperleri ise tamamen erimiştir. Bu değişimler, üst üste dizilmiş hücrelerin içinde madde iletimi için uygun olan **içi boş odun borularını** meydana getirir.

*Boru şeklini alan bu hücreler, demetler hâlinde bir araya geldiklerinde **odun demetlerini** oluşturur.

*Sert ve ligninleşmiş odun demetleri, aynı zamanda **gövdeye mekanik destek** sağlar.



Cici Biyolojici

*Ksilemde **madde iletimi gerçekleşirken enerji harcanmaz.**

*Suyun canlı hücrelerin zarından taşınması düşünüldüğünde ksilemden **su taşınmasının oldukça hızlı** olduğu görülür.

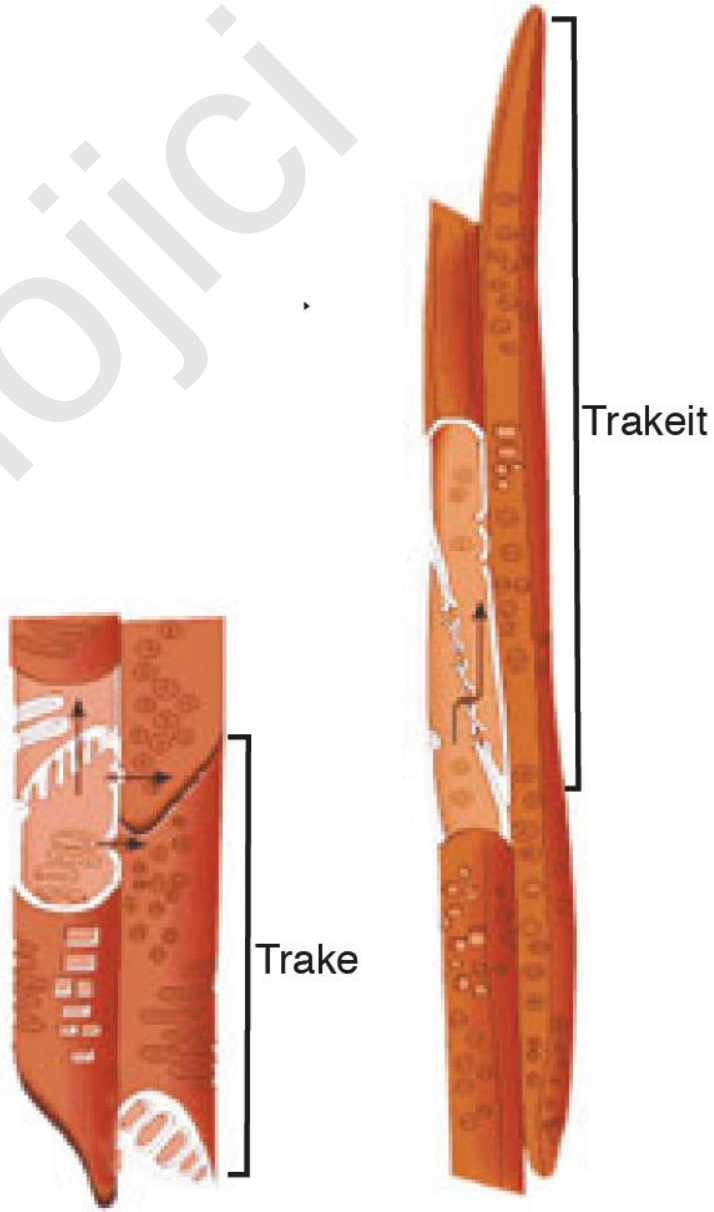
*Ksilemde uzun mesafeli su taşınımında görevli borular, trake ve trakeitlerdir.

*Yan yana bulunan trake ve trakeitler, ölü hücrelerden oluşur. Bu nedenle işlevsel olarak su ileten bu hücrelerin zarları ve organelleri yoktur.

*Trake ve trakeitleri, ligninleşmiş kalın çeperleriyle içinden su akabilen boş tüpler oluşturur.

***Trakeitler**; uzun, ince, uçları kapalı, üst üste dizilmiş hücrelerdir. Su, trakeitlerin çeperlerinde bulunan çok sayıda geçit aracılığıyla bir trakeitten diğerine akar.

***Trakeler**, genellikle trakeitlerden daha kısa ve geniş olup delikli çeperlere sahiptir. Trakelerin çeperlerinde de geçitler bulunur. Trakeler, üst üste gelerek damar adını alan daha büyük birimleri meydana getirir.

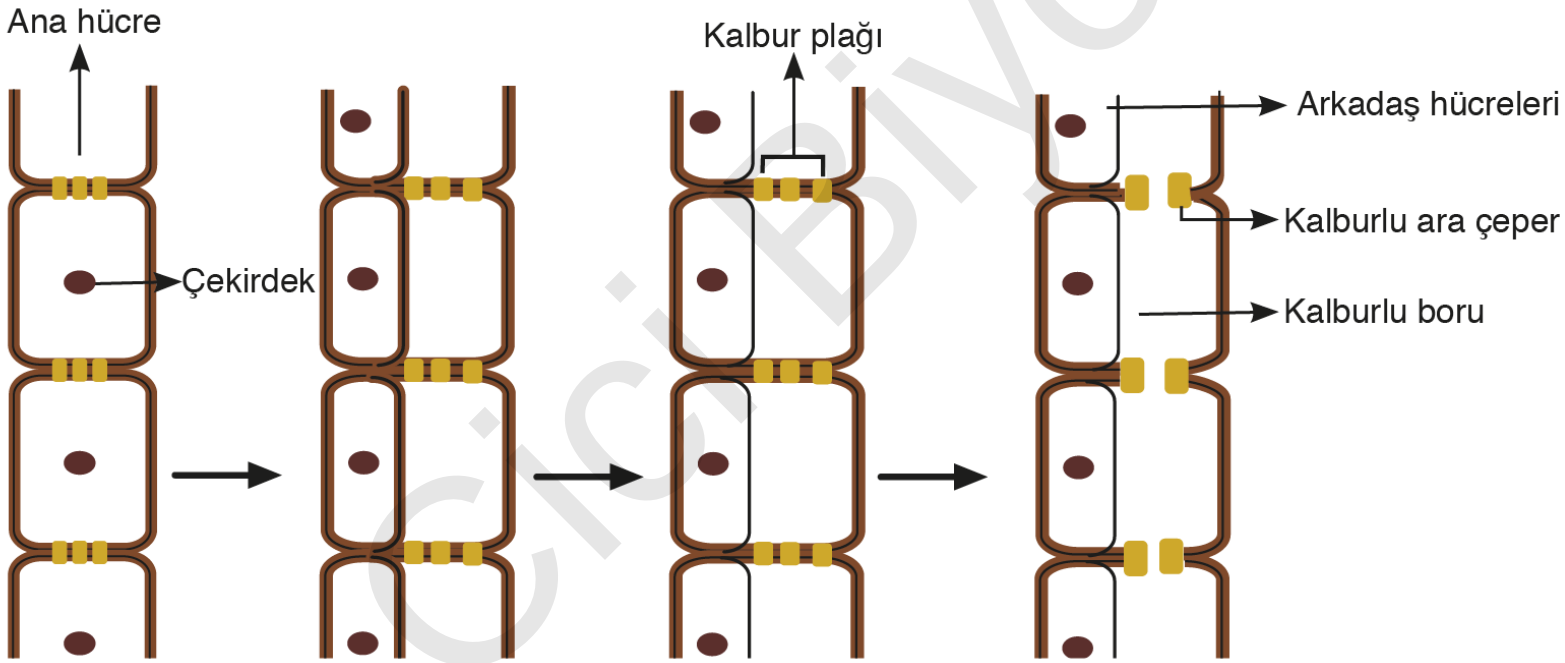


Cici Biyolojici

Floem (Soymuk Borusu)

*Floem; **floem sklerenkiması, floem parankima hücreleri, kalburlu borular ve arkadaş hücrelerinden oluşan dokudur.**
***Yapraklarda üretilen fotosentez ürünlerinin köklere, kökteki azotlu organik maddelerin de yapraklara ve bitkinin diğer kısımlarına** taşınmasını sağlar.

*Üst üste dizili **kalburlu hücrelerin birbirine bakan komşu çeperleri, yer yer eriyerek delikli bir hal** alır. Oluşan bu yapıya **kalbur plağı** adı verilir. Kalburlu hücrelerin üst üste dizilmesiyle oluşan boru şeklindeki yapıya **kalburlu boru** adı verilir. Kalburlu boru hücrelerinin çeperlerinde lignin birikimi olmaz. Bu hücrelerin yanında bol sitoplazmalı ve çekirdeğe sahip **arkadaş hücreleri** bulunur.



Biyolojici

Kalburlu borular, canlıdır** ancak **çekirdeklerini kaybettikleri için metabolik faaliyetlerini uzun süre devam ettiremez.

*Bu durumda metabolik faaliyetleri devralacak ve fotosentez ürünlerinin özümleme parankiması hücrelerinden kalburlu hücrelere, kalburlu hücrelerden de fotosentez yapamayan hücrelere geçişini kolaylaştıracak özelleşmiş parankima hücrelerine ihtiyaç duyulur.

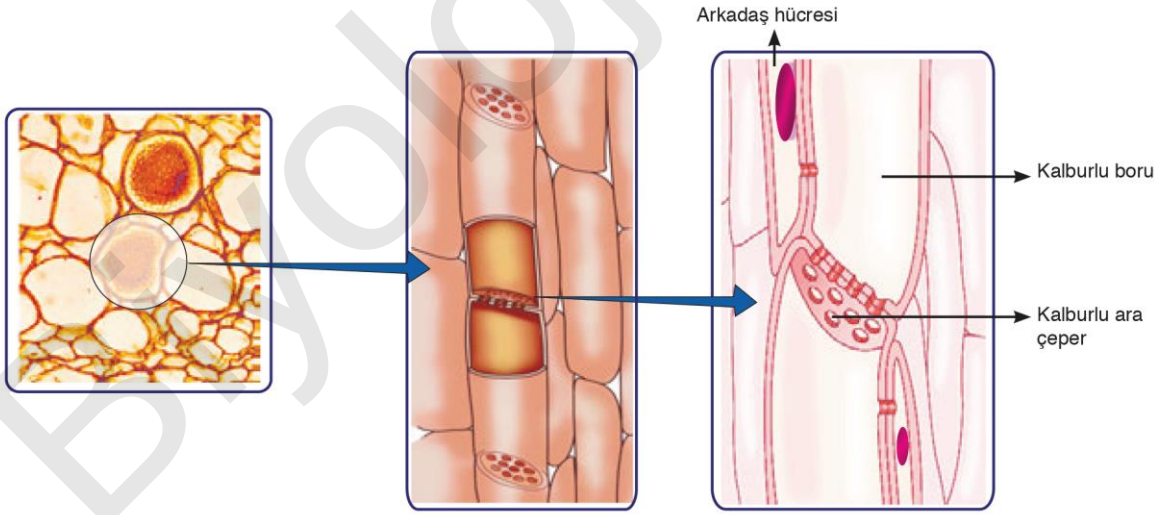
*Bu hücrelere **arkadaş hücreleri** adı verilir.

*Arkadaş hücreleri; çok sayıda mitokondri, endoplazmik retikulum ve ribozom bulunduran çekirdekli hücrelerdir.

*Arkadaş hücreleri ile kalburlu borular arasında **madde geçişine uygun bağlantılar** bulunur. Bu bağlantılar, **organik madde taşınımında** önemli role sahiptir.

*Kalburlu boru hücrelerinde madde taşınması **çift yönlüdür.**

*Kalburlu borulardaki taşıma, **ksilemdeki madde taşınmasına göre daha yavaş** gerçekleşir.



Cici Biyoloji

Örtü Doku (Koruyucu Doku)

*Kök, gövde, yaprak ve meyvelerin üzerini örten dokudur.

*Bitkinin **su kaybını azaltan, organizmaların ve toksik maddelerin bitki vücuduna girişini sınırlandıran** dokudur.

*Örtü doku, **bitkinin hızlı hava hareketlerinden zarar görmesini de engeller**.

*Koruyucu dokuyu oluşturan hücre ve yapılar, koruma faaliyetlerini yerine getirirken metabolik olaylarda kullanılan **oksijen ve karbondioksitin bitkiye giriş çıkışına izin verir**.

*Örtü dokuyu oluşturan hücreler; canlı ise **epidermis**, ölü ise **periderm** adını alır.

Epidermis

*Sıkıca paketlenmiş, **hücreler arası boşlukları olmayan tek sıra hücre tabakasından** oluşur.

***Otsu bitkilerin yüzeyini, odunsu bitkilerin de yaprak ve genç dallarının üstünü örter**.

*Hücreleri; canlı, büyük kofullu, az sitoplazmalı ve kloroplastsızdır.

*Epidermiste **su kaybını sınırlamak için yüzeydeki stoma (gözenek) dışında bir açıklık bulunmaz**.

*Epidermisin dış çeperleri iç çeperlerinden daha kalındır.

*Epidermis hücrelerinin dış çevreye bakan özelleşmiş çeperlerinde bu hücrelerin salgısından oluşan mumsu **kütikula tabakası** bulunur.

*Kütikula tabakasının **suya geçirgenliği çok azdır**.

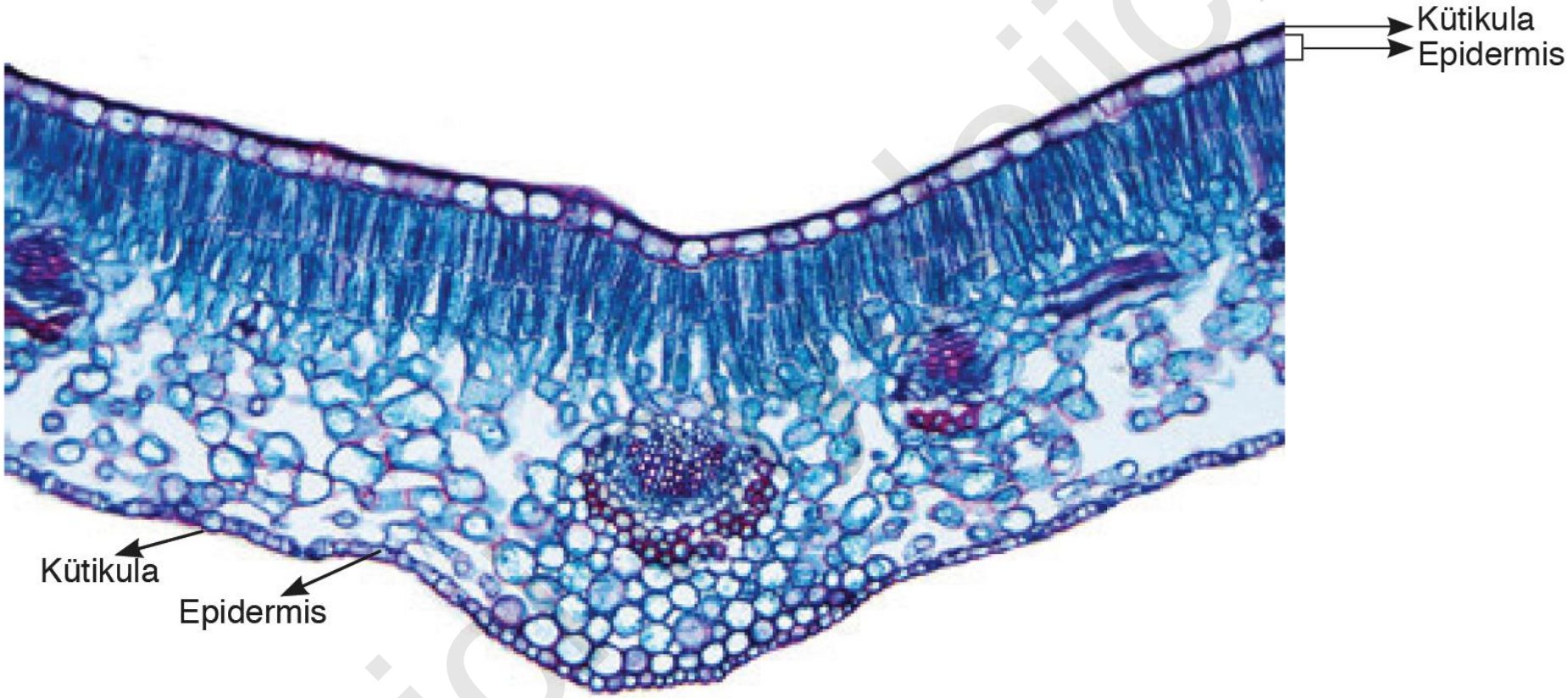
*Bu tabaka ayrıca **ışığı yansıtma**kta önemli bir role sahiptir. Böylece yaprakların **aşırı ısınma**sını önler.

*Bitkilerin yaşadığı ortamın iklim koşullarına göre kalınlığı değişkenlik gösterir.

Cici Biyolojici

*Bu nedenle **kurak ortam** bitkilerinde **kütikula tabakası kalın**, **nemli ortam** bitkilerinde ise **ince**dir.

***Toprak altında**ki kök epidermisinin yüzeyinde kütikula bulunmaz.



Epidermis hücrelerinin farklılaşmasıyla **stoma, tüy, emergensler (diken), hidatot** gibi yapılar oluşur.

Stoma (Gözenek)

*Bitkinin yapraklarında ve genç bitki gövdelerinde epidermisin farklılaşmasıyla oluşan canlı hücrelerdir.

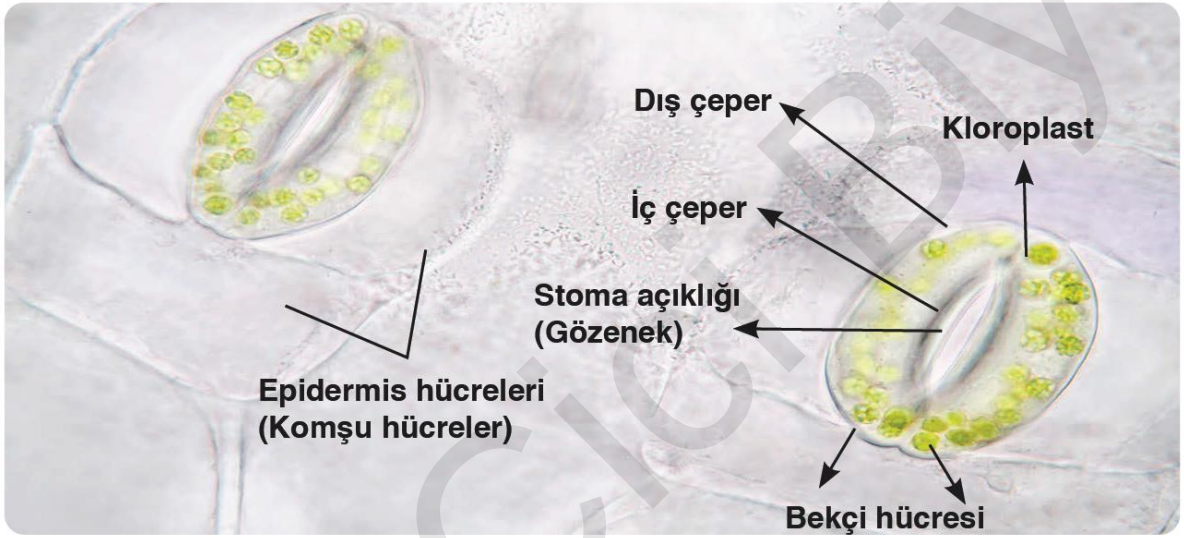
***Genellikle yaprakların alt epidermisinde** yoğun olarak bulunur.

*Stoma, **stoma açıklığı** ve onu kuşatan **bekçi hücreleri**nden meydana gelir.

*Bekçi hücrelerinin çevresindeki epidermis hücreleri de **komşu hücreler** adını alır.

*Çoğu bitkide stomalar; **gündüz açık, gece kapalı**dır.

*Stomalar, açılıp kapanma özellikleri ile bitkideki **terleme ve gaz alışverişini kontrol eder**.



*O2 yaprak içerisine stomadan difüzyonla girer. CO2'de aynı şekilde stomadan dışarı çıkar.

*Ayrıca stoma, terlemeyle su kaybına neden olarak **ısı düzenlenmesi**ni sağlar.

*Stomayı oluşturan bekçi hücreleri, genellikle böbrek şeklindedir.

***Hücrelerin birbirine bakan çeper bölgeleri de diğer bölgelerden daha kalındır**.

*Bekçi hücreleri, **kloroplast içerir ve fotosentez yapar**.

Ciçi Biyolojici

***Kurak ortam bitkilerinde** stomalar az sayıda ve genellikle yaprağın alt yüzeyinde bulunur.

***Nemli ortam bitkilerinde** stomalar; çok sayıda ve yaprağın her iki yüzeyinde, su bitkilerinde ise stomalar yaprağın üst yüzeyinde bulunur.

*Su bitkilerinin **su içinde kalan kısımlarında stoma bulunmaz**.

*Toprak altı organlarda bulunan **kök epidermisinde de stoma bulunmaz**.

Tüyler

*Tüyler, epidermis hücrelerinden dışarıya doğru uzanan çıkıntılar şeklindedir.

***Tüy hücreleri**, epidermis hücreleri gibi **kloroplastsızdır**.

*Çeşitli bitkilerde farklı görevleri olan tüylere rastlanır.

*Epidermiste yer alan tüyler; yaprakta **örtü**, kökte **emici**, sarmaşık gövdesinde **tutunma**, ısırgan otu yaprağında **savunma** ve nane gibi bitkilerde ise **koku salgılama** gibi çeşitli görevleri yerine getirir.

*Bazı tüyler, aromatik kimyasallar salgılar. Genellikle çiçeklerde bulunan bu salgılar, **tozlaşmaya** yardımcı olur.

***Yapraktaki örtü tüyleri**, stomaları doğrudan rüzgâr almaktan korur ve epidermisin yüzeyindeki terlemeyi azaltır.

*Tüyler, oluşan su buharını tutarak kuru ve rüzgârlı havalarda **bitkinin buharlaşma yoluyla su kaybını önler**.

*Yoğun tüy tabakası, **ışığı yansıtır ve yaprağın aşırı ısınmasını önler**.

***Böcek saldırılarını azalttığı da düşünülmektedir**.

***Kökteki emici tüyler**, topraktaki su ve suda çözünmüş minerallerin emilimini gerçekleştirir.

Cisi Biyolojici

Hidatot (Su Savağı)

*Epidermisten farklılaşan diğer bir yapı olan hidatotlar, **yaprak uçlarında ve kenarlarında** bulunan açıklıklardır.

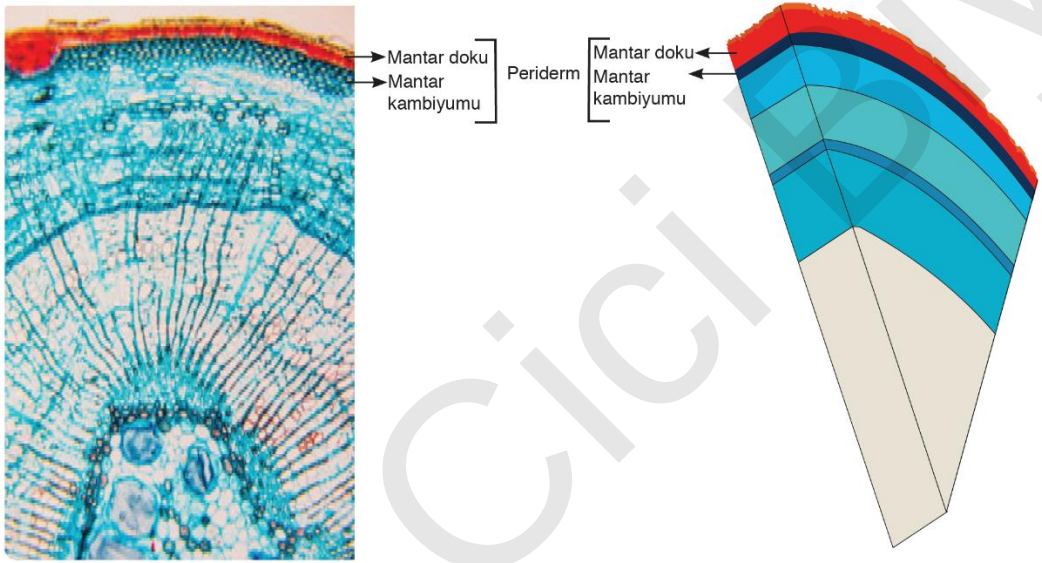
***Atmosfer neminin fazla ve terleme hızının düşük olduğu zamanlarda** bitkideki fazla suyun **damlalar** hâlinde atılmasını sağlar.

*Hidatotların **açılıp kapanma özelliği yoktur**.

*Hidatotlar, ksilem borularıyla bağlantılıdır.

*Ksilem boruları ile yapraklara taşınan su, terleme ile kaybedilen sudan fazla ise hidatotlar fazla suyu **damlama olayı (gutasyon)** ile dışarı atar.

Periderm (Mantar Doku)



*Odunsu bitkilerde kök ve gövdenin üzerini örten **epidermis, enine kalınlaşma nedeniyle parçalandığında yerini periderme bırakır**.

***Periderm hücreleri**, kök ve gövdeyi dıştan sararak içteki dokuları koruyan bir yapı hâlini alır.

*Peridermin dışa bakan kısmında mantar kambiyumunun oluşturduğu **mantar doku** bulunur.

*Mantar tabaka oluşurken **periderm hücreleri, canlılığını kaybeder.**

Cici Biyoloji

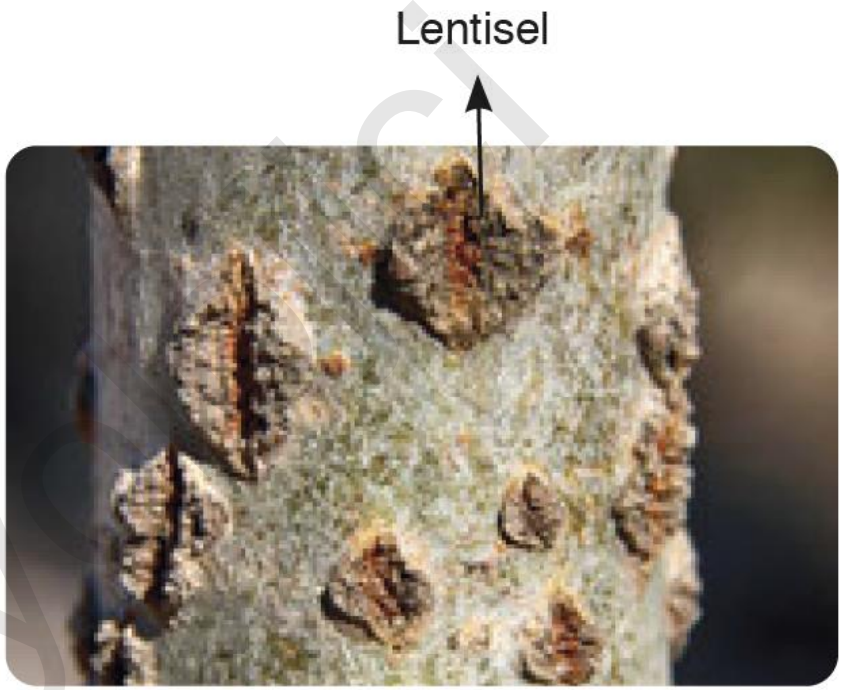
*Mantar doku hücrelerinin çeperlerinde süberin (mantar özü) biriktiğinden bu doku, **suya geçirimsiz bir tabaka hâline gelir ve bitkinin su kaybını önler**.

***Periderm**; bitkiyi sıcak, soğuk ve mekanik etkilerden korur.

*Periderm üzerinde **lentisel (kovucuk)** denilen açıklıklar bulunur.

*Lentiseller, gövde yüzeyinde ince yarıklar veya kabartılar şeklinde bulunur.

*Gövde ve dallarda bulunan lentiseller, dış atmosferde ve bitkinin canlı iç dokuları arasında **gaz alışverişini** sağlar. **Az da olsa buhar hâlinde su kaybına** neden olur.



Cici Biyolojici

Bitkisel Organlar

Kök

*__Kök__; kara hayatına uyum sağlamış bitkilerde, gövdenin ters yönünde, yer çekimi doğrultusunda toprak içine doğru büyüyen bitki organıdır.

*Bitkiyi toprağa bağlar ve topraktan bitkinin ihtiyacı olan su ve minerallerin alınmasını sağlar.

*__Kloroplast taşımadığı__ için yeşil renkli değildir.

*Kök ucunda kaliptranın üst tarafında kesin sınırlarla ayrılmayan üç bölge bulunur.

*__Büyüme bölgesinde__ uç meristem hücreleri bulunur. Bu hücrelerin sürekli bölünmesi, kökün hızla uzamasını sağlar.

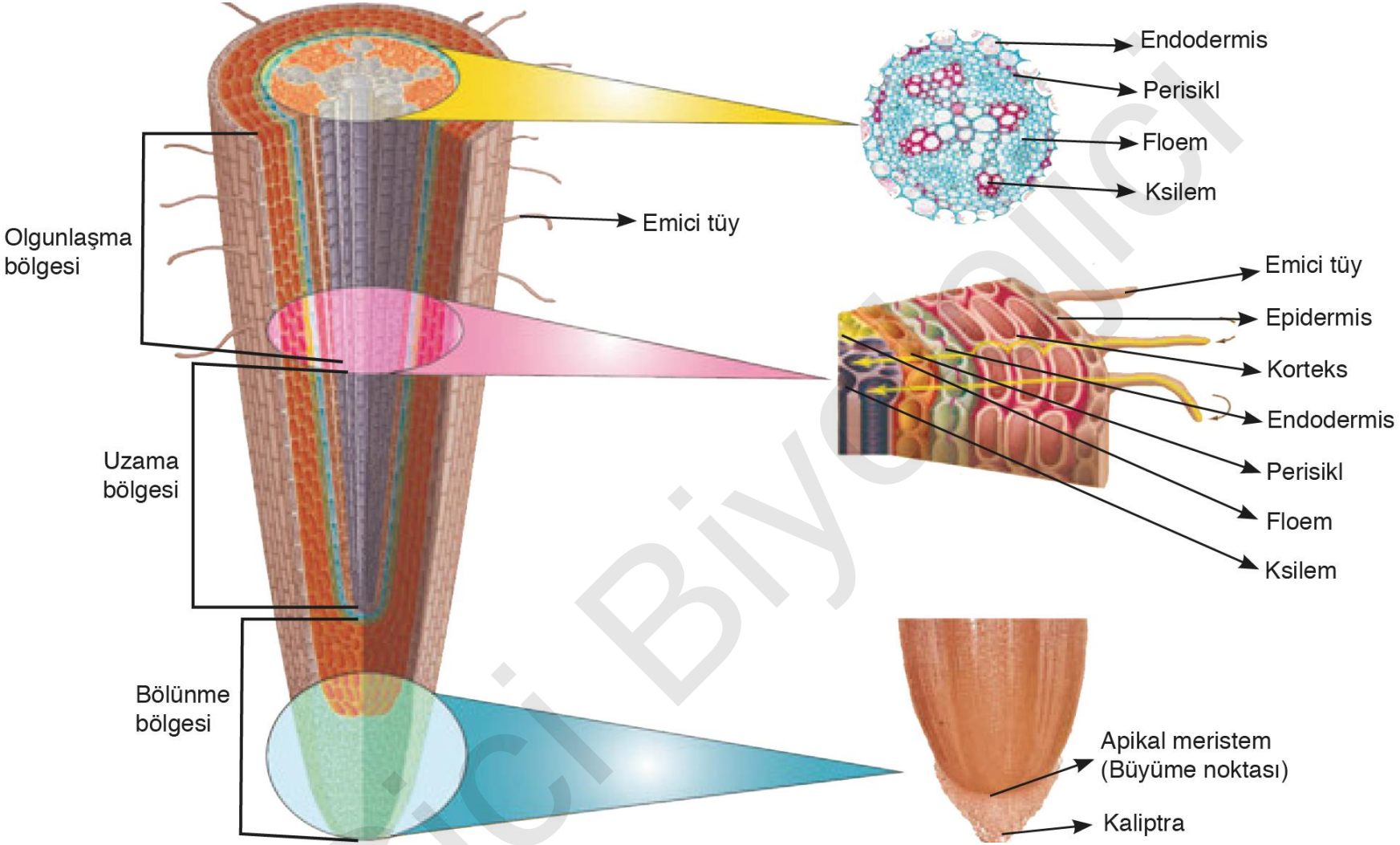
*__Uzama bölgesi__nde bulunan hücrelerin boyları kendi uzunluklarının on katı kadar uzayabilir. Uzayan hücreler, iç içe farklı tabakalar oluşturur. Bu tabakalar da farklı dokuların oluşturulmasında görev alır.

*__Olgunlaşma bölgesi__nde emici tüy hücreleri bulunur.

*__Emici tüyler__, toprak çözeltisinden su ve suda çözünmüş minerallerin alınmasını sağlar. Emici tüylerin ömrü çok kısadır. Kökün uzaması sırasında zarar gören emici tüylerin yerine sürekli yenileri eklenir. Emici tüylerin hücre duvarında selüloza ek olarak pektin de bulunur. Pektinin varlığı, emici tüylerin yapışkan özellik kazanmasını sağlar. Böylece toprak ve suyu çekerek emilim işini kolaylaştırır.

*Tek çenekli (monokotil) ve çift çenekli (dikotil) bitkilerin köklerinde en dışta epidermis tabakası bulunur. Kök epidermisinde __kütikula tabakası bulunmaz__. Epidermisin altında genellikle parankima hücrelerinden oluşan __korteks tabakası__ bulunur. Korteksin en iç kısmını, __endodermis tabakası__ oluşturur. Endodermisi oluşturan hücreler, birbirine çok yakın dizilmiştir.

Biyolojici



Ciçi Biyolojici

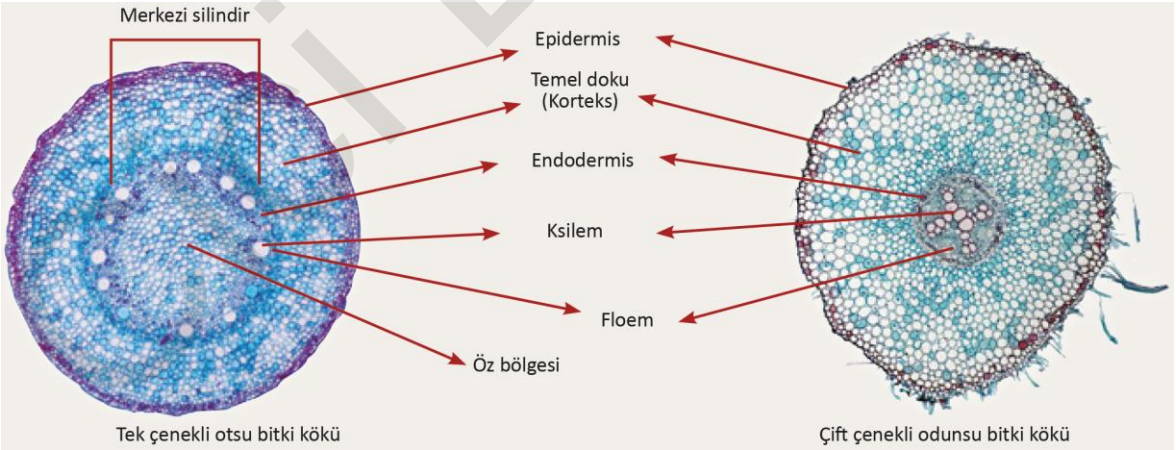
*Endodermis tabakası, korteks ile iletim dokusunun yer aldığı merkezî silindir arasında madde girişini kontrol eden bir engel oluşturur. Su ve minerallerin endodermis tabakasından seçilerek geçmesinin nedeni, hücre duvarlarının su geçirmez bir madde olan **süberin**le kaplı olmasıdır. Süberinle kaplı olan bu kısımlara **kaspari şeridi** denir. Geri kalan bölümlerde süberin yoktur. Su, süberinsiz duvarlardan kolayca geçer ve merkezî silindire ulaşır.

*Kökün merkezinde iletim demetlerini içeren **merkezî silindir** bulunur. Merkezî silindirin en dış tabakası **perisikl**dır. Perisikl, canlı ve ince çeperli parankima hücrelerinden oluşmuştur. Perisikl; meristematik (bölünür) karakterde bir dokudur, bir veya birkaç sıra hücre tabakasından oluşur. **Bütün tohumlu bitkilerde yan kökler perisikldan oluşur.**

***Tek ve çift çenekli bitki kökleri arasındaki en önemli fark, merkezî silindirdeki dokuların düzenlenişidir.**

***Tek çenekli bitki köklerin**de merkezî silindirin en iç kısmında bulunan hücreler, farklılaşmamış parankima hücreleri olarak kalır. Bu bölge **öz** olarak adlandırılır. **Öz, iletim doku tarafından halka şeklinde kuşatılır.** Ksilem ve floem aralıklı olarak dizilmiştir.

***Çift çenekli ve açık tohumlu bitkilerin merkezî silindirin**de **iletim demetlerinin arasında kambiyum vardır.** Kambiyum, büyüme döneminde bölünerek yeni iletim demetlerini oluşturur. Böylece sekonder büyüme ile kökte enine kalınlaşma gerçekleşir. Kambiyumun bölünen hücreleri; merkeze doğru ksilemi, çevreye doğru da floemi oluşturur. **Ksilemler, yıldız şeklinde** ortada dizilir.



Kök Çeşitleri

Bitkilerde **saçak kök** ve **kazık kök** olmak üzere iki kök tipi bulunur.

Saçak Kök:

*__Saçak kök__ sisteminde **ana kök fazla gelişmediğinden** gövdenin tabanından gelişen yan köklerle yaklaşık aynı kalınlıktadır.

*Çimen gibi otsu bitkilerdeki saçak kökler, bitkiyi toprağa sıkıca bağlar.

*Saçak kökler, iyi bir yer örtüsü oluşturduklarından **erozyonun önlemesinde de oldukça önemlidir**.

***Buğday, arpa, mısır, soğan ve pırasa** gibi tek çenekli bitkilerde genellikle saçak kök bulunur.

Kazık Kök:

***Ana kök iyi gelişmiş**, kalınlaşmış ve toprağın içine doğru uzanmıştır.

*Periskldan oluşan yan kökler ise ana köke bağlı ve fazla gelişmemiştir.

*Ebegümeci, fasulye, havuç, lahana, bakla, bamya ve gelincik gibi çift çenekli bitkiler ve açık tohumlu bitkilerin kökleri kazık köktür.

*Kazık kök sistemine sahip bitkiler, karasal ve kurak ortama adapte olmada daha başarılıdır.

Cici Biyolojici

Gövde

*Bitkinin toprak üstünde bulunan kısmıdır.

*Bitkinin yaprak, çiçek, meyve ve tomurcuk gibi yapılarını taşır.

*Dal ve sürgünleri bulundurur.

*Gövde, kök ile yapraklar arasında bulunur. Bu iki bitki organı arasında madde iletiminden sorumludur.

*Gövde içinde kökler tarafından topraktan alınan su ve mineraller, ksilemle yapraklara taşınır. Yapraklarda fotosentezle üretilen organik maddeler de yine gövde içindeki floemle köklere taşınır.

*En gelişmiş gövde, çiçekli bitkilerdedir.

*Gövde genellikle dalların ucundan büyür. Tepe tomurcuğu sayesinde gövde boyuna uzar.

*Gövde ekseni üzerinde yan dalların oluşumunu sağlayan yanal tomurcuk bulunur. Yan dalların oluşumuyla yaprak ve üreme organlarının tutunması için yüzey oluşturulur.

*Gövde üzerinde yaprakların bağlandığı veya dalların çıktığı yere **nodyum** ve iki nodyum arasına **internodyum** denir.

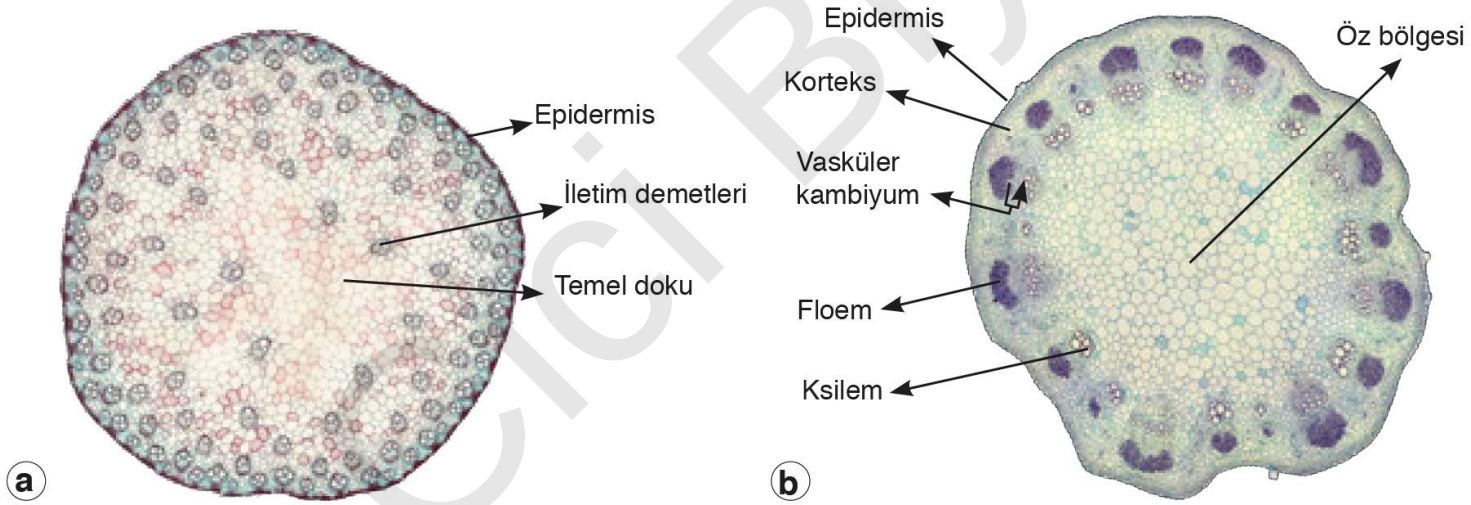
*Yapraklar ve yan dallar daima **nodyumlardan** oluşur.

*Gövde üzerindeki tomurcukların faaliyetleri mevsime bağlıdır. Koşullara göre tomurcukların bir kısmı aktifken bir kısmı pasif kalır ya da uyur. Tomurcukların uyku hâlinde kalmasına **dormansi** adı verilir. Bu durum, bitkinin boyca uzamasını kolaylaştırır. Çünkü tüm enerji, boyuna uzamada kullanılır. **Uyuyan tomurcuklar, herhangi bir yaralanma ya da budama durumunda uyanarak yeni sürgünler oluşturabilir.** Bazılarında çiçek, bazılarında dal meydana gelir. Gövde yaprakların konumunu ayarlamak için dallanır. Böylece yaprakların Güneş'ten en fazla şekilde yararlanmaları ve organik besin üretiminin de verimli bir şekilde gerçekleşmesi sağlanır.

Biyolojici

***Tek çenekli bitkilerde** gövde genellikle **otsu**dur. Tek çenekli bitkilerin gövdesinden enine alınan kesit incelendiğinde en dışta epidermis tabakası bulunur. Epidermisin altında parankima dokusu yer alır. Bu tür bitkilerde floem ve ksilem borusu arasında **kambiyum bulunmaz**. Bu nedenle **iletim demetleri düzensiz** sıralanmıştır. Kambiyum bulunmadığı için gövdede **enine kalınlaşma görülmez**. Bu bitkilerde ayrıca **korteks ve öz bölgesi bulunmaz**. Demetler; epidermisin altından başlar ve çevreye doğru sık ve küçük, merkeze doğru seyrek ve büyük olmak üzere dağılır. **Floem dışta, ksilem içte konumlanır**.

***Çift çenekli otsu gövde**lerin **en dış yüzeyinde koruyucu epidermis** tabakası yer alır. Epidermisten sonra merkezî silindire kadar olan bölüme **korteks** adı verilir. **Korteks bölgesi; parankima, kollenkima ve sklerenkima** dokularından meydana gelmiştir. Merkezî silindirin içinde madde iletimini gerçekleştiren iletim demetleri bulunur. Bu tür bitkilerin **floem ve ksilem borusu arasında kambiyum bulunur**. İletim demetleri, kambiyumun etrafında halka oluşturacak şekilde düzenli dizilmiştir. En içteki tabakada kökün aksine parankima dokusundan meydana gelen öz bölgesi bulunur. Papatya, ayçiçeği, bezelye gibi bitkiler otsu ve çift çenekli bitki örnekleridir.

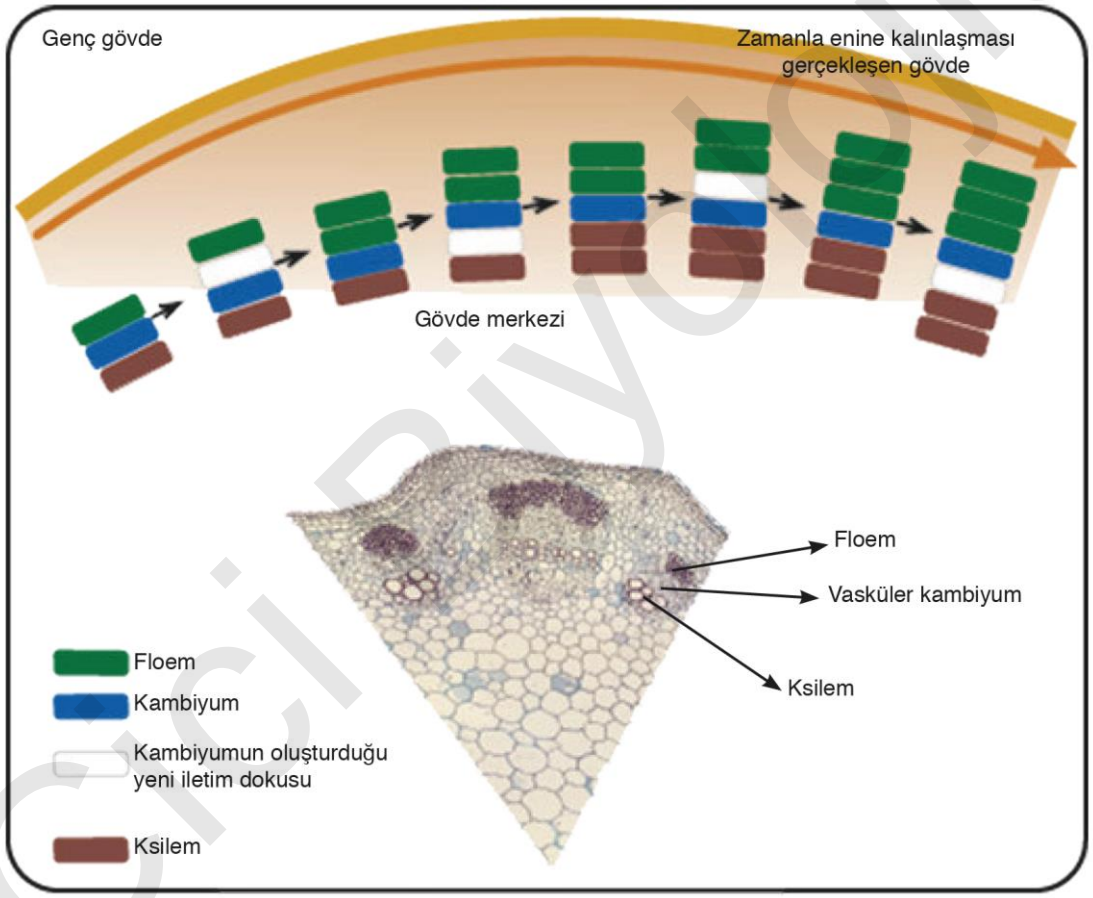


Biyolojici

*Çift çenekli bitkilerde gövdedeki kambiyum gelişimi, primer ksilem ve primer floem arasında başlar.

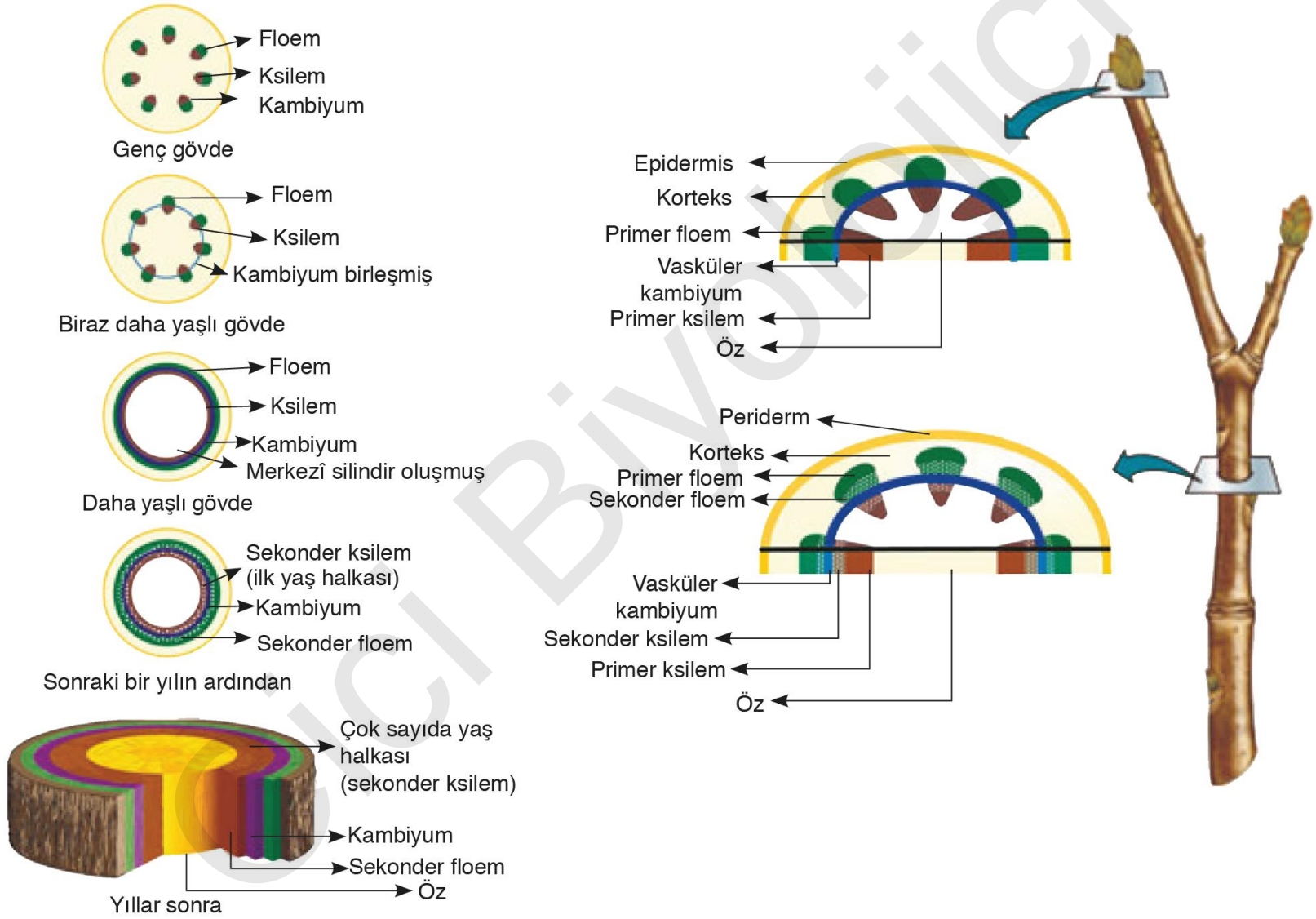
*Her yıl belirli mevsimlerde hücre bölünmeleriyle yeni odun (sekonder ksilem) ve soymuk borularını (sekonder floem) oluşturur.

*Kambiyum, sürekli olarak sekonder ksilem ve sekonder floem eklemesi yaparak enine kalınlaşmayı sağlar.



©Biyolojici

***Çift çenekli odunsu bitkilerin enine gövde kesiti incelendiğinde en dışta mantar kambiyumundan meydana gelen periderm adı verilen cansız bir kabuk bulunur**



Biyolojici

Cici Bilgi: Yaşlı gövdenin dıştan içe doğru yapısında sırasıyla periderm, mantar kambiyumu, korteks (parankima ve kollenkima), floem, kambiyum, ksilem ve öz bölgesi bulunur.

Yaprak

***Yapraklar**; bitkilerin **fotosentez, terleme ve gaz alışverişini** en etkin biçimde gerçekleştiği organdır.

*Gövde ve dallarda yanal tomurcuklardan gelişir.

*Gövdeden çıkan yapraklar farklı şekillerde olabilir.

*Genel olarak bir yaprak, genişlemiş **bir yaprak ayası ve bir yaprak sapından** oluşur.

Yaprak Ayası

*Yaprağın geniş, ince ve yassılaşmış olan büyük bölümüdür.

*Yaprak ayasının genişliği, bitkinin yaşadığı ekolojik bölge hakkında fikir edinmemizi sağlar.

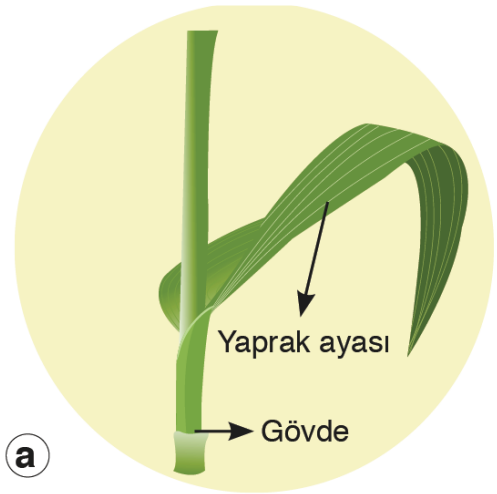
***Kurak ortam bitkilerinde** yaprak ayasının yüzeyi, küçülmüştür. Böylece bitkiler, daha az su kaybeder ve bitkilerin hayatta kalma şansları da artar.

***Nemli ortam bitkilerinde** ise yaprak yüzeyleri oldukça geniştir. Bu nedenle bitkiler, hem Güneş ışığından daha fazla yararlanır hem de daha fazla terleme yapabilir.

*Bazı bitkiler; yaprak hücrelerinde kofulda biriktirdikleri atık maddeleri, yapraklarını dökerek bitkiden uzaklaştırır. Bundan dolayı **yaprak dökümü boşaltım kabul edilir**.

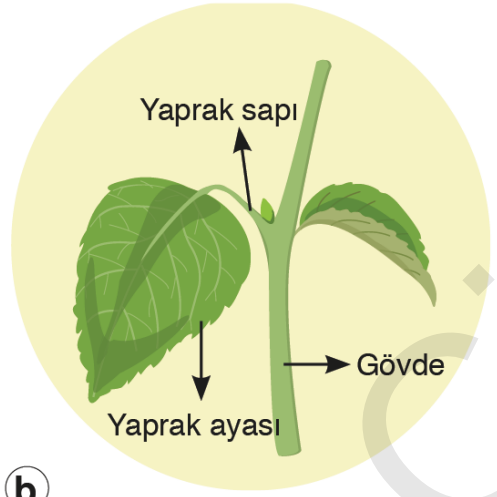
Cici Biyolojici

Tek çenekli bitki



a

Çift çenekli bitki



b

*Tek ve çift çenekli bitkilerde yapraktaki damarlanma farklılık gösterir.

***Tek çenekli bitkilerde** yaprak ayası, kalın bir orta damar ve orta damara **paralel uzanan yanal damarlara** sahiptir.

***Çift çenekli bitkilerde** ise yapraktaki kalın olan ana damarlar, **dallanarak ağsı bir damarlanma** oluşturur.

*Yaprak ayasının enine kesiti mikroskopta incelendiğinde yaprağı **üstten ve alttan kuşatan epidermis** hücreleri görülür.

*Yaprağın üst yüzeyini döşeyen hücre tabakasına üst epidermis, yaprağın alt yüzeyini döşeyen hücre tabakasına da alt epidermis denir.

*Bu hücreler, renksiz olduklarından Güneş ışığını geçirerek alttaki kloroplastlı hücrelere ulaştırır.

***Karada yaşayan bitkilerin çoğunda üst epidermisteki stoma ya çok az sayıda ya da hiç yoktur.**

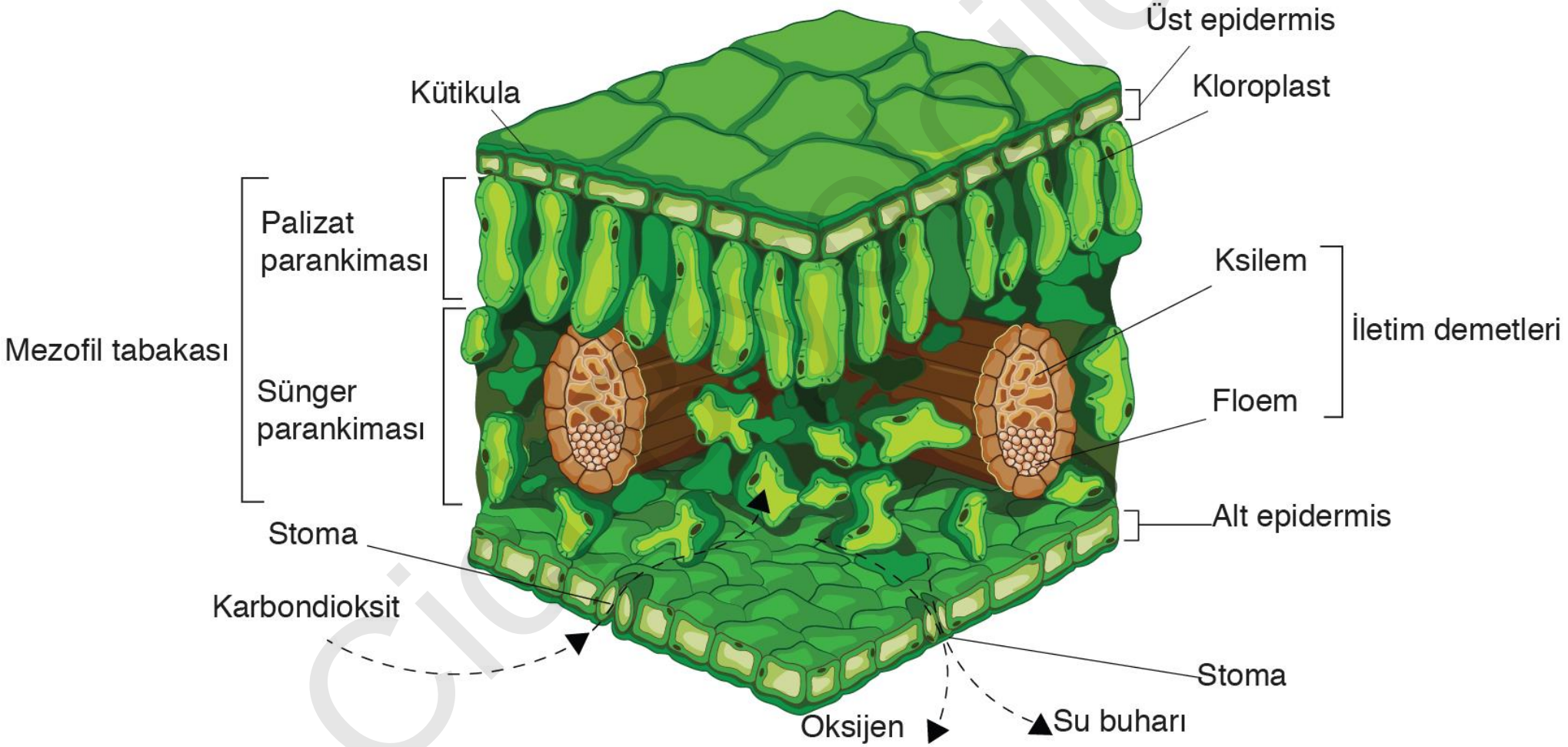
***Alt epidermisteki stoma sayısı ise üst epidermise göre daha fazladır.**

*Epidermis hücreleri, mumsu salgılar üreterek **kütikula** tabakasını oluşturur. Karada yaşayan bitkilerin çoğunda kütikula, yaprağın üst kısmında daha kalındır. Hem alt hem de üst epidermis hücrelerinde kloroplast bulunmadığı için bu hücreler **fotosentez yapamaz.**

*Yaprağın üst ve alt epidermisinde bulunan stomaların hemen altında hava boşlukları bulunur. Bu boşluklar, mezofil tabakası içine doğru uzanmıştır. Boşlukların içi, sürekli hava ve su buharı ile doludur. Bu sayede gaz alışverişi ve terleme verimli gerçekleşir.

Ciçi Biyolojici

***Mezofil**, yaprağın üst ve alt epidermisi arasında kalan bölümdür. Bu bölümde yer alan hücreler, **fotosentez için özelleşmiş parankima hücreleri** ve iletim demetleridir.



Yaprak Sapı

*Yaprak ayasını gövdeye bağlayan kısımdır.

*Yaprak ayasının Güneş ışığından en verimli şekilde yararlanmasını sağlar.

*Yaprak sapından yaprak ayasına ulaşan ksilemler, yaprağa ihtiyaç duydukları su ve minerali taşır.

*Yaprakta üretilen besin maddeleri, floemlerle yaprak sapından gövdeye ve oradan da bitkinin diğer kısımlarına taşınır.
*Genellikle **tek çenekli bitkilerin yapraklarında bir sap bulunmaz**. Yapraklar doğrudan gövdeye bağlıdır.

Cici Biyolojici

BİTKİ GELİŞİMİNDE HORMONLARIN ETKİSİ

*Bitkilerde üretilen başlıca hormonlar; **oksin, giberellin, sitokinin, etilen ve absisik asittir**.

*Bu hormonlardan oksin, sitokinin ve giberellin hormonları **büyümeyi teşvik** ederken; etilen ve absisik asit, **büyümeyi engel**ler.

Oksin

*Bitkilerde keşfedilen hormonlardan ilki oksindir.

*Bitkinin **sürgün uçlarında (meristem dokularında), gelişmekte olan genç yapraklarında, tohum embriyosunda ve gelişmekte olan meyvelerinde** sentezlenir.

*Bitkinin bu meristematik bölgelerinde **mitozu hızlandırır ve büyümeyi sağlar**.

*Oksinler, **hücre duvarına etki ederek** hücrenin uzamasını ve büyümesini sağlar.

***Yan köklerin gelişimini uyararak** kökün toprağın içine doğru büyümesinde rol oynar.

***Kambiyum hücrelerinin bölünmesini uyarır ve sekonder meristemi aktif hâle** getirir.

***Hücrelerde farklılaşmayı** teşvik eder.

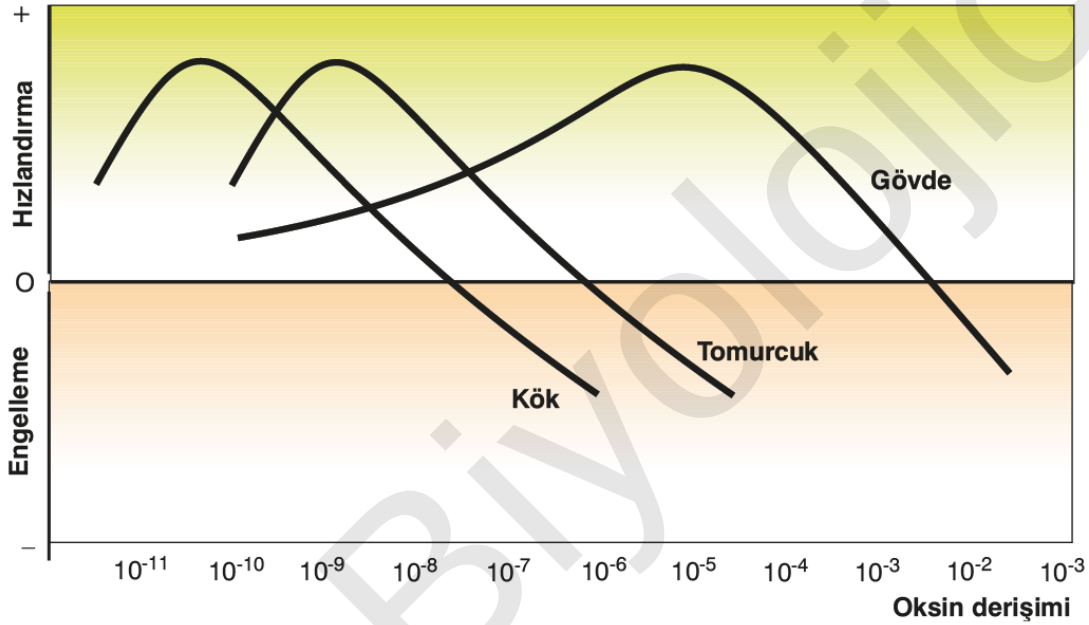
*Gövdede bulunan ve dal oluşumunu sağlayan **yanal tomurcukların gelişimini engeller**.

*Bu sayede bitki ürettiği enerjinin büyük bir kısmını boyca uzamada kullanabilir. **Oksin bu özelliği sayesinde bitkiyi ışıktan maksimum düzeyde yararlanacağı büyüklüğe getirir**.

*Meyve gelişimini uyarır, yaprak ve meyvelerin dökülmesini engeller.

Biyolojici

***Oksinin büyümeye etkisi, her organda belirli değerler arasında maksimumdur. Oksinin olması gereken miktardan fazla olması, etkisini azaltır**. Bulunduğu organda toksik etki yaparak ya da etilen üretilmesine sebep olarak büyümeyi engeller. Örneğin gövde gelişimini uyaran oksin miktarı, köklerin büyümesi için gerekli oksin miktarından oldukça farklıdır.



*Sentetik oksinler, geçmiş yıllarda yabani otları yok etmek amacıyla üretilmiştir. Bu maddeler, öncelikle geniş yapraklı yabancı otlar üzerinde etkili olup çimlere ve diğer bitkilere zarar vermemiştir. Ancak bazı bilim insanlarının bitki öldürücü bu tür ilaçlara (herbisit) maruz kalan insanlarda kanser ve kanser bağlantılı hastalıklara yakalanma riskinin arttığını açıklamasıyla bu tür ilaçların kullanımı tartışmalı hâle gelmiştir.

Ciçi Biyolojici

Giberellin

*Giberellin; **bitki kökü, genç yapraklar, tohum embriyosu ve meristematik dokularda** üretilir.

*Tohumda **dormansinin kırılması, tohumu uyku hâlinden çıkararak çimlenmeyi başlatır.**

*Protein sentezini hızlandırır.

*Çimlenmede rol oynayan ve nişastayı parçalayan hidroliz enzimlerinin sentezini teşvik eder.

*Hücre bölünmesini uyararak **gövde boyunun uzamasını sağlar**. Bu nedenle giberellin **eksikliğinde kısa gövdeli bitkiler** oluşur.

Giberellin verilen muz ağacı

Giberellin verilmeyen muz ağacı

*Giberellin **çiçeklenmeyi teşvik eder.**

***Meyvenin sayısını ve büyüklüğünü artırır.** Bu özelliği tarımsal üretim açısından önemlidir. Giberellin hormonu verilen üzümlerde salkımın sap uzunluğu artar, salkımda daha seyrek ve daha büyük üzüm taneleri gelişir.

Biyolojici

Giberellin verilmeyen üzüm

Giberellin verilen üzüm

Biyolojici

Sitokinin

***Kök uçlarında üretilir ve bitkinin topraktan aldığı suyla diğer organlara taşınır.**

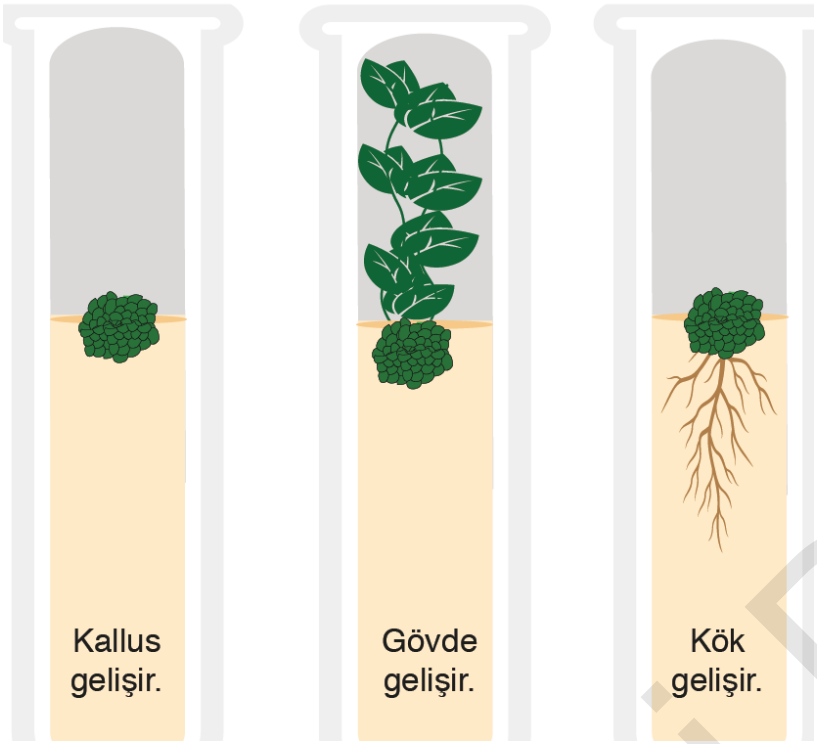
*Ayrıca **tohumdaki embriyo ve büyümekte olan yaprak ve meyvelerde de üretilir.**

***Hücre bölünmesini teşvik eder.**

*Sitokininler, **tek başlarına etki gösteremez.**

*Meristematik **hücrelerin farklılaşması için sitokininler, oksinler ile etkileşime geçer.** Laboratuvar ortamında meristem hücresine uygulanan oksin ve sitokinin oranları belirli düzeylerde verildiğinde hücre bölünmeleri, devamında da bir hücre kümesi oluşur. Kümedeki hücreler henüz farklılaşmamıştır. Bu yapı kallus adını alır. Ortamdaki **sitokinin oranı**

artırıldığında kallustaki hücrelerin farklılaşmasıyla sürgün sistemi gelişir. Ortamdaki **oksin oranı artırıldığında ise kallustaki hücrelerin farklılaşmasıyla kök sistemi gelişir.**



*Sitokininler **yapraklarda yaşlanmayı geciktirir.**

*Sitokininler azaldığında yapraklar hızla yaşlanır ve dökülür. Bu nedenle çiçekçiler tarafından bitkinin yaşlanmasını geciktirmek için kullanılır.

*Bitkilerde **tohum çimlenmesi, sürgünlerin uyku hâlinden çıkması ve bunun sonucunda yan dal oluşumu, çiçek gelişimi, sürgün uçlarında apikal meristemlerin oluşması, besin taşınması ve kloroplast organelinin oluşmasında görev alır.**
*Hücrelerde **protein, DNA ve RNA sentezini artırır.**

Çiçi Biyolojici

Etilen

*Bitkiler; **kuraklık, su baskını, enfeksiyon gibi streslere yanıt olarak etilen üretir.**

*Bitkinin **tüm organlarında üretilebilir.**

*Etilen; **olgunlaşan meyveler, yaşlanan yapraklar, çiçekler ve meristematik bölgelerde bol miktarda üretilir.**

*Bunun yanı sıra **meyve olgunlaşması sırasında da etilen üretilir.**

***Etilenin etkisiyle hücre çeperi enzimlerle parçalanır, nişastanın hidroliz edilmesi ile açığa çıkan glikoz, meyvenin tatlanmasını sağlar.**

*Etilen, bir gaz olduğundan bulunduğu ortamdan kolayca yayılarak diğer meyveleri de olgunlaştırır. Ancak meyve olgunlaştıktan sonra etilen üretimi devam ederse meyve çürür.

*Etilen, **yaprakların ve çiçeklerin yaşlanmasına ve solmasına neden olur.**

***Yaprak dökümünü uyarır.**

*Bitkilerde **programlanmış hücre ölümlerinin gerçekleşmesinden sorumludur.**

Absisik Asit (ABA)

*Özellikle **kuraklık stresi altındaki bitkilerde bol miktarda sentezlenen ve genellikle büyümeyi engelleyen hormondur.**

*Bu hormon, **yapraktaki kloroplastlardan; tohum, meyve, kök ve gövde yapılarından; hemen hemen tüm bitki hücrelerinden sentezlenebilir.**

***Tohumun ve tomurcukların uyku hâlinin başlamasını ve bu durumun devamını sağlar.**

*Uygun olmayan koşullarda **tohumun çimlenmesini engeller.**

***Bitkiler**, tohum oluşturduktan sonra **tohumun üzerini bu hormonla kaplar.**

Cici Biyolojici

*Bu hormonun suyla uzaklaştırılması sonucu **tohum dormansisi (uyku hâli) sona erer ve çimlenme başlar.**

*Absisik asit; **hücre bölünme hızının azaltılmasına, yeşil yaprakların yerini koruyucu pulların almasına neden olur.**

*Ayrıca çok sıcak havalarda strese giren bitkilerde fazla su kaybını engellemek için **stomaların kapanmasını sağlar.**
*Bitkinin kurumaya karşı direncini artırır.

Cici Biyolojici

Bitkilerde Hareket

*Bitkiler kökleriyle toprağa bağlı olduklarından **hayvanlar gibi aktif olarak yer değiştirme** hareketi yapamaz. Ancak çevreden gelen uyaranlara karşı da duyarsız kalmaz.

*Çevreden gelen uyarıları algılayan bitkiler, uyarılara uygun yanıtlar oluşturmaya çalışır. Çünkü içinde bulundukları ortamdan daha fazla yararlanmak ister. Bitkiler bir uyarı olduğu zaman çeşitli tepkiler vererek hareket eder.

*Bitkilerde **uyaranın yönüne bağlı olan tropizma (yönelim)** ve **uyaranın yönüne bağlı olmayan nasti (salınım, ırganım)** hareketleri gözlenir.

Tropizma Hareketleri

*Bitkilerde yön değişimi şeklinde verilen tepkiler, **uyarının geliş yönüne** bağlıdır.

*Tepki, **uyarı yönünde veya uyarının tersi yönde olabilir**. Bu yönelme hareketine **tropizma** denir.

*Kısacası tropizma, uyaranın yönüne bağlı durum değiştirme hareketleridir.

***Bitkinin büyüyen ve uzayan kısımlarında** gerçekleşir.

*Eğer tropizma hareketleri; uyarana doğru ise **pozitif tropizma**, uyarı yönüne ters ise **negatif tropizma** adını alır.

*Tropizma hareketleri, **oksin hormonunun düzensiz dağılımı** sonucu ortaya çıkan asimetrik büyümeden kaynaklanır.
*Tropizma hareketleri, uyaranın çeşidine göre adlandırılır.

Cici Biyolojici

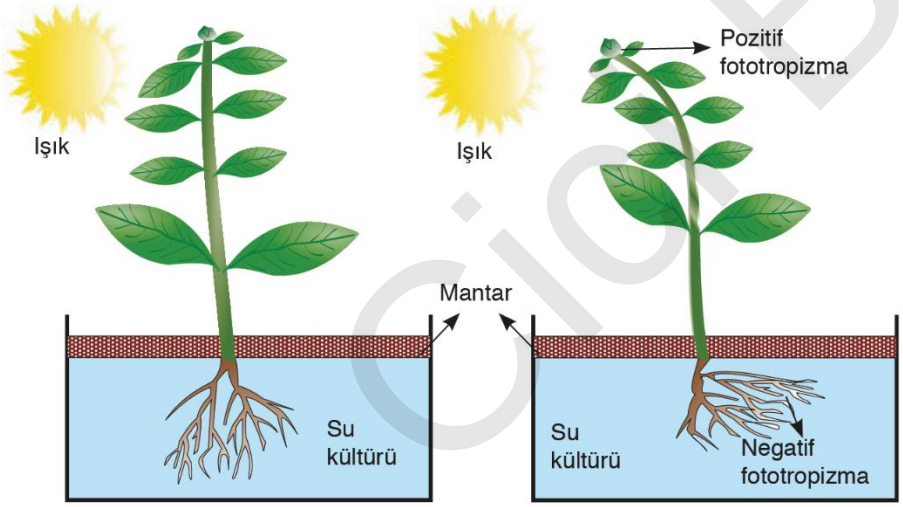
Fototropizma

*Bitkinin **ışık uyaranına** karşı gösterdiği yönelme hareketidir.

*Bitkinin gövde ucundan salgılanan **oksin hormonu**; ışığın olmadığı tarafta daha fazla, ışığın doğrudan geldiği tarafta daha az birikir. Bunun sonucu olarak Güneş görmeyen bölgelerde büyüme hızlı, Güneş gören tarafta büyüme yavaş olur. *Birikim, asimetrik büyümeye sebep olur. Bu durum bitkinin Güneş ışığının geldiği tarafa yönelmesini sağlar.

*Cam kenarına konan çiçeklerin yapraklarının cama doğru yönelmesi bu nedenledir.

*Bitkinin bir organının ışık kaynağına doğru yönelim göstermesi **pozitif fototropizma**, ışık kaynağından uzaklaşması ise **negatif fototropizma** olarak adlandırılır.



*Örneğin içinde su bulunan bir cam kapta yetiştirilen bir bitkinin gövdesinin Güneş ışığına doğru yönelmesi pozitif fototropizma, köklerinin Güneş ışığının tersi yöne yönelmesi negatif fototropizmadır.

©Biyolojici

Tropizmada Oksin Hormonunun Etkisi

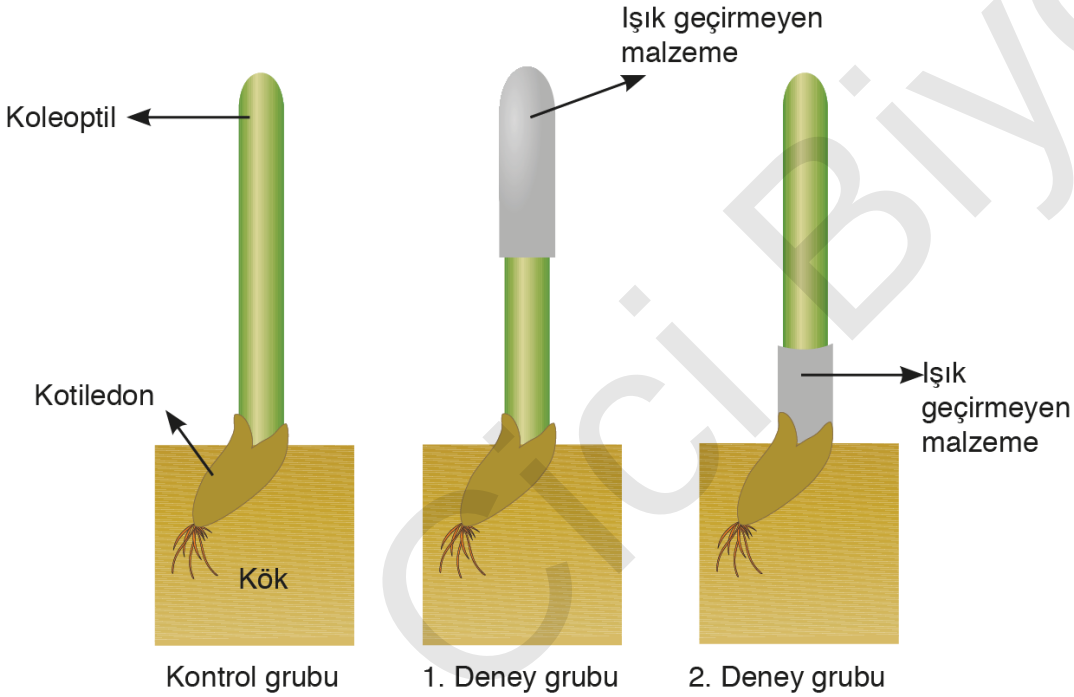
*Bilim insanları ışığı algılayan mekanizmanın **koleoptil**deki yerini merak etmiştir.

*Daha sonra mekanizmanın koleoptilin ucunda mı yoksa koleoptilin tabanında mı olduğunu belirlemek için deneyler yapmışlardır.

*Koleoptiller kullanılarak yapılan deneyde kontrol grubuna koleoptiller olduğu gibi yerleştirilmiştir.

***Deney grubunun birinde koleoptil uçları, ışık geçirmeyen bir malzeme ile kaplanmış; deney grubunun diğerinde de koleoptil tabanı, aynı ışık geçirmeyen malzeme ile kaplanmıştır**

Cici Bilgi: Koleoptil; çimlenme sırasında ortaya çıkan, henüz yapraklanmamış olan gövde kısmıdır.



Cici Biyolojici

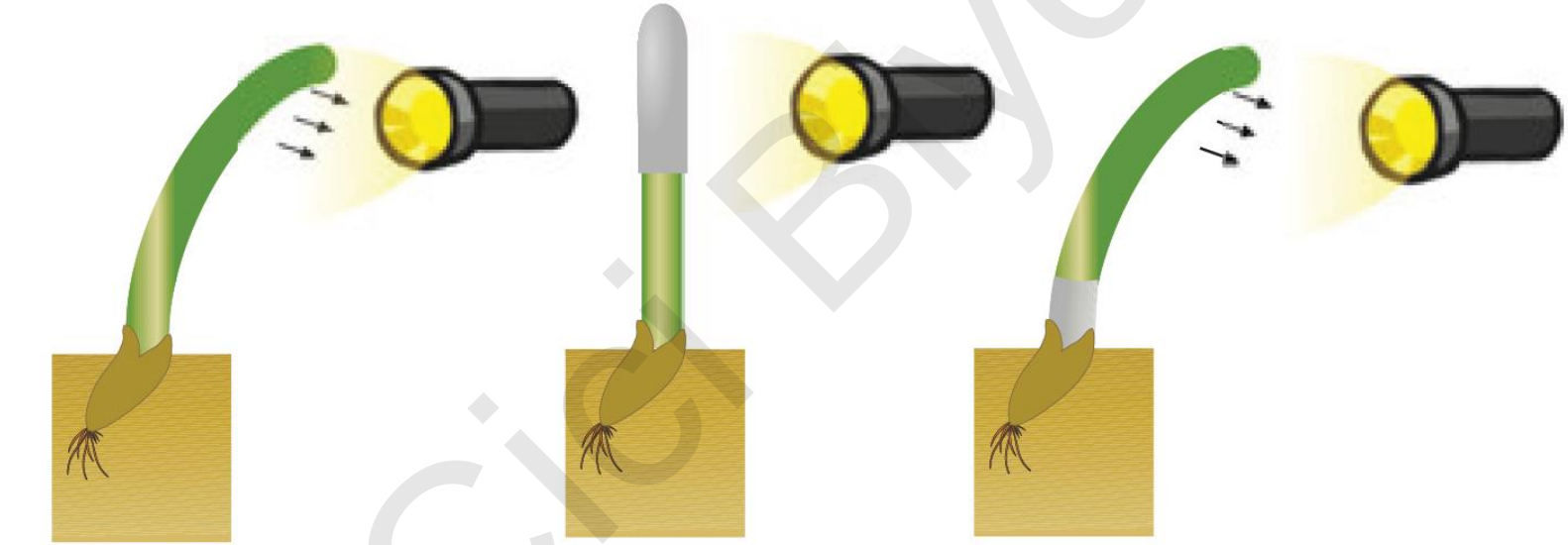
*Bütün koleoptiller, bir taraftan gelen ışığın önüne yerleştirilmiştir.

*Bilim insanları ışığı algılayan mekanizmanın koleoptilin ucunda yer alması durumunda ilk deney grubundaki koleoptilin ışığın geldiği tarafa yönelemeyeceğini öngörmüşlerdir.

***Işığı algılayan mekanizmanın koleoptil tabanında olması durumunda da ikinci deney grubundaki koleoptilin ışığın geldiği tarafa yönelemeyeceğini düşünmüşlerdir.**

*Deney sonuçlarına baktıklarında ilk deney grubundaki koleoptillerin ışığın geldiği yöne doğru yönelmediği, diğer koleoptillerin ise ışığın geldiği yöne doğru yöneldiğini gözlemlemişlerdir.

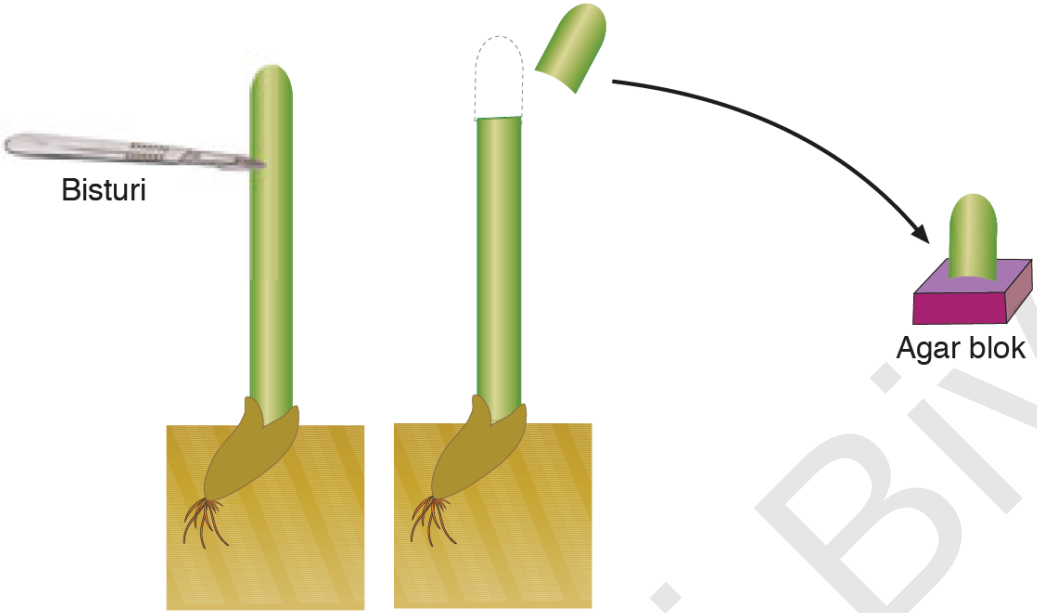
*Bu deneyler sonunda ışığı algılayan mekanizmanın koleoptilin ucunda bulunduğu ve bu mekanizmanın koleoptilin ışığa doğru yönelmesini sağladığı görülmüştür.



Cici Biyolojici

*Daha sonraki yıllarda bilim insanları ışığı algılayan mekanizmanın koleoptil boyunca hareket eden ve koleoptilin bükülmesine neden olan **bir kimyasal olduğunu** düşünmüştür.

*Koleoptilin ucunun tabana doğru hareket eden bir kimyasal madde sentezleyip sentezlemediğini test etmek için deneyler yapmışlardır.

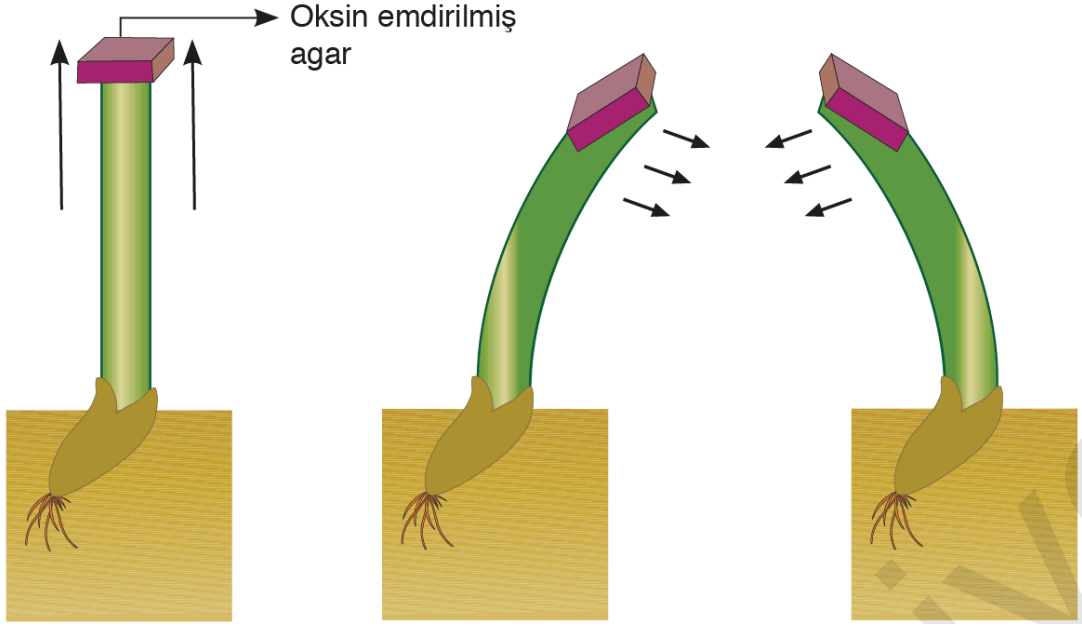


*Deneyde bir **koleoptilin ucu kesilmiş ve bir agar bloğu (koleoptilin ucundan üretilen herhangi bir kimyasal maddeyi emmek için) üzerine yerleştirilip yaklaşık bir saat beklenmiştir**

*Daha sonra agar blok, ucu kesilmiş koleoptillerin üzerlerine farklı konumlarda yerleştirilmiştir.

*Bilim insanları, **bir kimyasal maddenin koleoptil ucundan agar üzerine taşındığını tespit etmişlerdir.** Kimyasal maddenin agar bloktan kesilmiş koleoptillerin içine doğru hareket ederek koleoptillerin yönelmesini sağlayacağı fikrini benimsemişlerdir **(Karanlıkta ve ışığın belli bir yönden gelmediği durumlarda)**

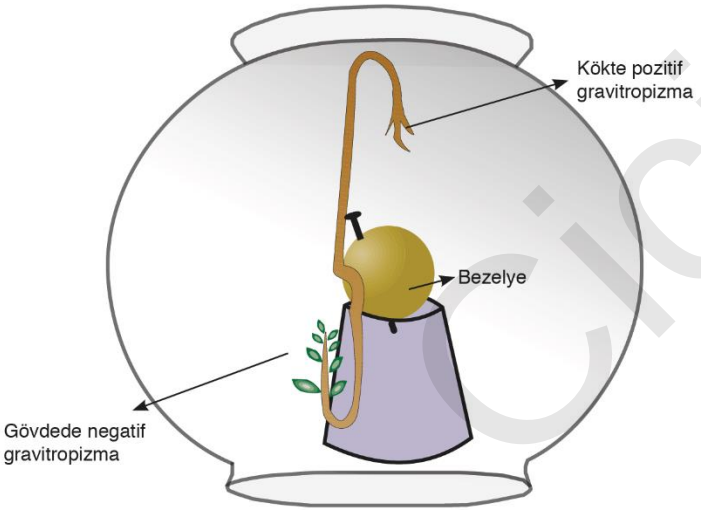
Cici Biyolojici



*Agar bloğu başı kesilen koleoptilin tam üzerine yerleştirdiklerinde koleoptilin bükülmeden düz büyüdüğünü ancak kesik olan baş kısmının bir tarafına yerleştirdiklerinde koleoptilin o taraftan daha fazla büyüdüğünü tespit etmişlerdir.
*Koleoptilin ucundan agar blok üzerine geçen kimyasal maddenin koleoptilin bir tarafını diğer tarafa göre daha hızlı büyüttüğüne karar vermişlerdir.

*Bu düzensiz büyüme (asimetrik büyüme), koleoptilin yönelmesine neden olmuştur.

*Bilim insanları bu kimyasal maddeye oksin adını vermiştir.



Gravitropizma (Geotropizma)

*Bitkinin **yer çekimi etkisine** bağlı gösterdiği yönelim hareketine gravitropizma denir.

*Bitki kökü; yer çekimi doğrultusunda, gövde ise yer çekimi doğrultusuna ters yönde yönelim gösterir.

*Buna bağlı olarak **kökte pozitif gravitropizma** görülür. Kökte görülen bu yönelim, bitkinin toprağa bağlanmasını kolaylaştırır. **Gövdesinde ise negatif gravitropizma** görülür.

Biyolojici

Hidrotropizma

*Bitki köklerinin **su**ya doğru yönelim göstermesidir.

*Su kenarı ve sulak alanlara yakın bölgelerde yaşayan bitkilerin köklerinin su birikintisine doğru yönelim göstermesi bu duruma örnek verilebilir.

Travmatropizma

*Bitkilerde herhangi bir **yaralanma** durumunda görülen yönelme hareketidir.

*Örneğin bir bitkinin kökü yaralandığında yara bölgesinden hormon salgılanır.

*Bu hormonun etkisiyle kök, yara bölgesinin tam tersi yönde büyümeye devam eder.

Kemotropizma

*Bitki köklerinin toprakta bulunan **farklı kimyasal maddelere** karşı gösterdiği yönelim hareketidir.

*Örneğin bitki köklerinin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan gübre, su gibi yararlı maddelere doğru büyüyerek yaklaşmasına pozitif kemotropizma; aşırı tuz, kireç gibi zararlı maddelerin bulunduğu bölgenin ters yönüne büyüyerek uzaklaşmasına negatif kemotropizma denir.

Tigmotropizma

*Bitkilerin **dokunma uyarısına** karşı gösterdiği yönelim hareketleridir.

*Özellikle sarılıcı bitkiler, dik duramadıkları için destek arar. Sarmaşık ve asma gibi bitkiler, bir desteğe temas ettiklerinde desteğe sarılarak büyür. Bitkinin sarılarak büyümesi olayı tigmotropizmadır.

Cici Biyolojici

Nasti Hareketleri

*Bitkilerde **uyaranın yönüne bağlı olmadan** gerçekleşen hareketlere nasti hareketleri denir.

*Nasti hareketleri, hücrelerdeki **turgor basıncındaki değişimler** sonrasında gerçekleşir.

*Bitki, nasti hareketlerinde uyartının geldiği yönü önemsemeden bütün kısımları ile uyarana tepki gösterir.

*Bu nedenle nasti hareketlerinde uyarana doğru büyüme ya da uyaranın tam tersi yönüne büyüyerek uyarandan uzaklaşma gibi durumlar görülmez.

*Başlıca nasti hareketleri; **fotonasti, termonasti, sismonastidir**.

Fotonasti

*Fotonasti, **ışık etkisiyle** görülen nasti hareketleridir.

*Birçok bitki türünde ışık, çiçeklerin açılmasını sağlarken bazı bitki türlerinde çiçeklerin kapanmasına neden olur. Örneğin akşam sefası bitkisinin çiçeklerinin gündüz ışık şiddetine bağlı olarak kapanması karanlıkta da açılması fotonastidir.

Termonasti

*Termonasti, **sıcaklık** değerlerindeki değişikliklerin neden olduğu nasti hareketleridir.

*Lale çiçeğinin sıcaklık değişimlerine yanıt olarak açılıp kapanması, bu duruma örnek verilebilir. Lale bitkisi 5 - 10°C'de çiçek açmazken 15 - 20°C'lik bir ortamda çiçek açar.

Sismonasti

*Sismonasti, bazı bitkilerde **dokunma ve sarsıntı** ile meydana gelen hareketlerdir.

Ciçi Biyolojici

*Küstüm otuna [Mimosa pudica (Mimoza pudika)] dokununca yapraklarını kapatıp aşağı doğru sarkıtması, bazı bitki türlerinin dokununca tohumlarını uzaklara fırlatması, böcek kapan bitkisinin yaprağına böcek konunca dokunmanın etkisiyle yapraklarını kapatması sismonastiye örnek verilebilir.

Fotoperiyodizm

*Bitkilerin, mevsimleri (bahar ya da kış) ve üreme döneminin yaklaştığını saptamak için sıklıkla kullandıkları çevresel uyarılara **fotoperiyot** denir.

*Fotoperiyot, gece ve gündüzün uzunluk oranıdır.

*Çevresel uyarılara karşı çiçek açma, yaprak dökümü, tohum ve tomurcuklarda uyku hâlinin başlaması ve devam etmesi gibi fizyolojik olaylar ise fotoperiyodizm olarak adlandırılır.

***Fotoperiyodizm**, bitkilerin dünya üzerindeki dağılımını belirleyen önemli bir faktördür. Çünkü belirli mevsimlerde gündüz uzunluğuna bağlı olarak gelişim gösterebilen bir bitki, kendisine bu koşulları sağlayan enlemlerde yaşamak zorundadır.

*Işık alma süresi bitkilerin organik madde üretimini etkilediğinden büyük önem taşır. Çünkü ışıklanma süresinin uzaması, fotosentez faaliyetinin uzaması demektir.

*Bazı bitki türleri, normal gelişim ve üreme olgunluğuna erişmek için belirli bir süre ışık veya belli bir süre karanlık periyoduna ihtiyaç duyar.

*Üreme olgunluğuna erişmek için bitkilerin ihtiyaç duyduğu ışık alma süresi “kritik gün uzunluğu”, karanlık süresi de “kritik gece uzunluğu” olarak ifade edilir.

Cici Biyolojici

*Son yıllarda bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda **bitkinin gün uzunluğu yerine gece uzunluğunu ölçtüğü düşüncesi ortaya çıkmıştır**.

***Hatta çoğu bitkinin gece süresine bakarak yılın hangi mevsiminde olduğunu tespit ettiği anlaşılmıştır**.

*Çünkü gece tek bir flaş ışığına maruz bırakılan bir bitki, sanki yaz başında kısa gece yaşıyormuş gibi yanıt vermiştir.
*Karanlık süresindeki bu yapay bozulma, bitkinin hatalı bir şekilde kısa gece yanıtı verdiğini göstermiştir.

*Çiçek üreticileri, bitkileri normal sezonun dışında çiçek açmaya zorlamak için bu tür yanlış sinyaller kullanmaktadır.
*Örneğin kasımpatı çiçekleri bu yöntem kullanılarak yıl boyunca çiçekçilerde satılır.

Fotoperiyoda bağlı çiçeklenme özelliklerine göre bitkiler; **uzun gün, kısa gün ve nötr gün** bitkileri olmak üzere üç grupta incelenir.

Kısa gün bitkileri;

*genel olarak **gece süresinin gündüz süresinden daha uzun olduğu yaz sonu, sonbahar veya kış mevsimlerinde çiçek açar**.
*Bu bitkilerin çiçeklenmesi için gün uzunluğunun kritik değerin altına düşmesi, gece uzunluğunun kritik değerin üzerine çıkması gerekir.

*Genellikle **kritik gün uzunluğundan (14 saat) daha kısa bir gün uzunluğu** gereklidir.

*Atatürk çiçeği, çuha çiçeği, kasımpatı, yaban mersini, sütleğen, çilek, bazı soya fasulyesi çeşitleri, patates vb. bitkiler kısa gün bitkilerine örnek olarak verilebilir.

Uzun gün bitkileri,

*genel olarak **ilkbahar sonunda ve yaz başında çiçeklenen bitkilerdir**.

*Bu dönemde gündüz süresi gece süresinden daha uzundur.

*Bu bitkilerin çiçek açması için gün uzunluğunun kritik değerin üzerine çıkması, gece uzunluğunun kritik değerin altına düşmesi gerekir

Cici Biyolojici

*Örneğin ıspanak, gün uzunluğu 14 saati aştığında çiçek açar.

*Turp, marul, buğday, arpa, şeker pancarı ve ıspanak gibi bitkiler de uzun gün bitkilerine örnek olarak verilebilir.

Nötr gün bitkilerinde

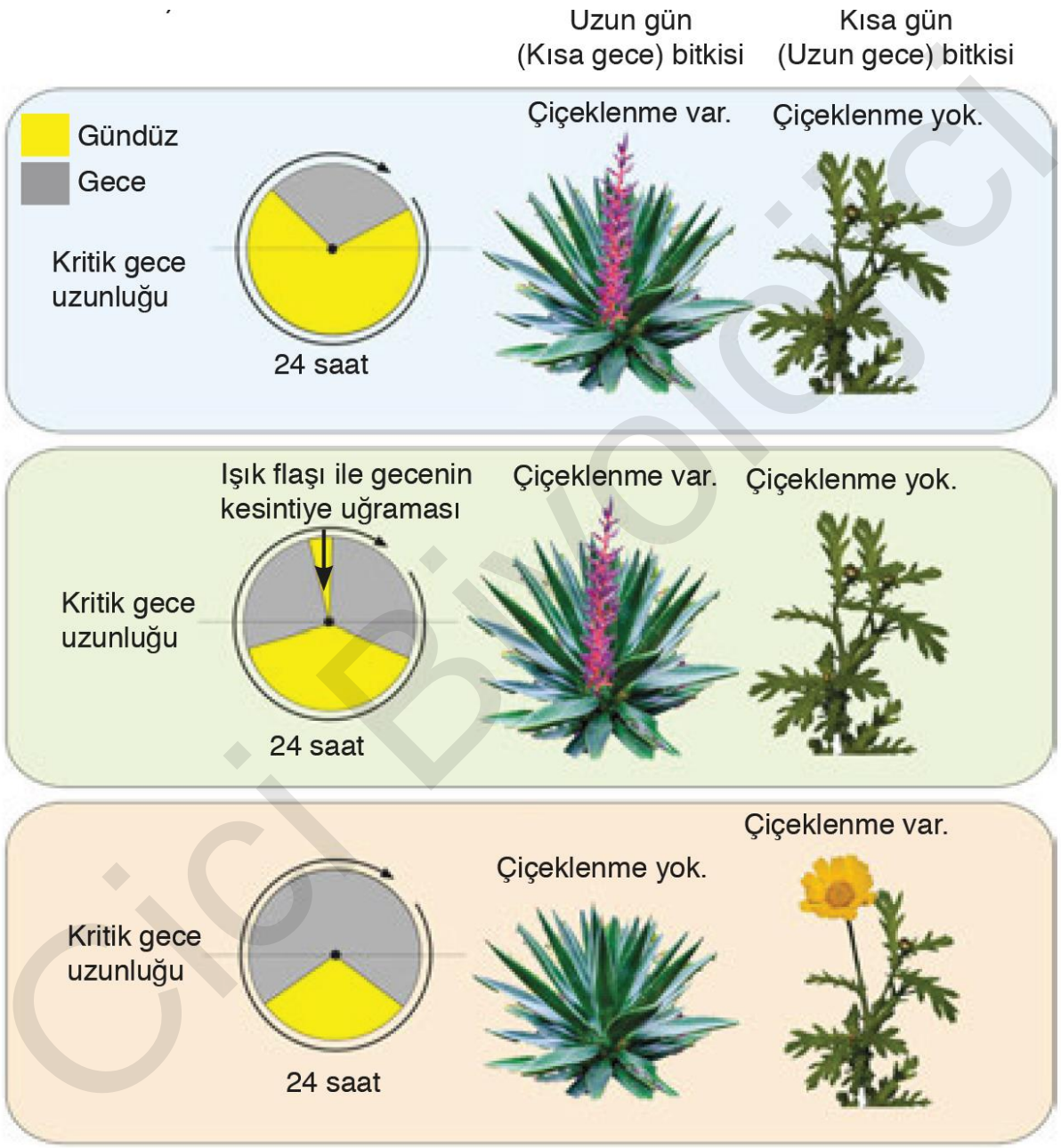
*çiçeklenme, fotoperiyottan ya da gündüz süresinin uzunluğundan etkilenmez.

*Fotoperiyodun dışındaki sinyallere tepki olarak çiçek açar.

*Örneğin bazıları mevsimsel yağışlardaki değişimlere tepki olarak çiçek açarken bazıları da belirli bir büyüklüğe ulaştıklarında çiçek açar.

*Pirinç, karahindiba, ayçiceği, pamuk, asma fidanı, karanfil, domates ve salatalık gibi bitkiler nötr gün bitkilerine örnek gösterilebilir.

Cici Biyolojici



Cici Biyoloji

BİTKİLERDE MADDE TAŞINMASI

*Bitkiler; yaşamsal faaliyetleri için gerekli olan **su, mineral ve organik besinleri** farklı taşınım mekanizmaları ile taşır.
*Taşınım mekanizmalarından ilki, **kökteki hücrelerin topraktan su ve mineral emmesidir**.

*İkincisi, **emilen bu maddelerin ksilem içinde toprak üstü organlara taşınmasıdır**.

*Üçüncüsü ise **organik besinlerin kalburlu borulara aktarılması ve bu borular aracılığıyla taşınmasıdır**.

KÖKLERDE SU VE MİNERAL EMİLİMİ

*Bitkiler, **mineralleri ve suyu kökleri aracılığıyla** alır.

*Aldıkları mineraller ve su yardımıyla fotosentez tepkimelerinde karbonhidrat, yağ, protein, DNA ve RNA gibi organik maddelerin sentezini gerçekleştirir.

*Ayrıca su ve mineraller; bitkilerde gerçekleşen yaşamsal faaliyetlerin düzenlenmesinde görev alan DNA, RNA, enzim, hormon ve klorofil gibi moleküllerin sentezi ve çalışması için de gereklidir.

*Su, bitki hücrelerinin sitoplazmasının oluşumunda önemli bir işlev görür.

*Su sayesinde bitki hücreleri, sitoplazmalarında metabolik olayları ve kimyasal reaksiyonları gerçekleştirir.

*Ayrıca su, hidroliz ve fotosentez gibi metabolik olaylara katılır.

*Su, bitki hücrelerinde yarattığı **turgor basıncı** ile **toprak üstü organların dik durmasına** yardımcı olur.

*Ayrıca **turgor, büyüme döneminde hormonların etkisiyle hücrelerin uzamasını sağlar**. Böylece bitkinin büyüme ve gelişmesinde önemli rol oynar.

*Mineraller, hücrelerdeki osmotik basıncın düzenlenmesinde rol oynar.

*Fotosentez sonucu üretilen organik besinler; kökler, dallar, çiçekler ve meyvelerin oluşumunda görev alır.

Ciçi Biyolojici

***Kök sistemi**, bitkinin toprağa tutunmasını sağlar. Bunun dışında en önemli görevlerinden biri de **yapraklardan terleme ile kaybedilen büyük miktarlardaki suyun tekrardan topraktan alınmasını sağlamaktır.**

*Bitkinin topraktan aldığı suyun büyük bölümü, genç köklerle alınır.

***Su ve minerallerin emilimi**, direkt olarak epidermisten farklılaşmış olan **emici tüylerle** gerçekleştirilir.

*Kök ucunun birkaç milimetre üzerinde bulunan emici tüyler, emilim için oldukça büyük bir yüzey alanı oluşturur.
*Kökteki emici tüyler, **topraktan aktif taşıma ile aldığı mineral ve tuzları biriktirir.** Bu birikim, **emici tüylerdeki osmotik basıncın toprak çözeltisine göre daha yüksek olmasını sağlar.** Bu sayede **kökteki emici tüylere osmozla su geçer.**

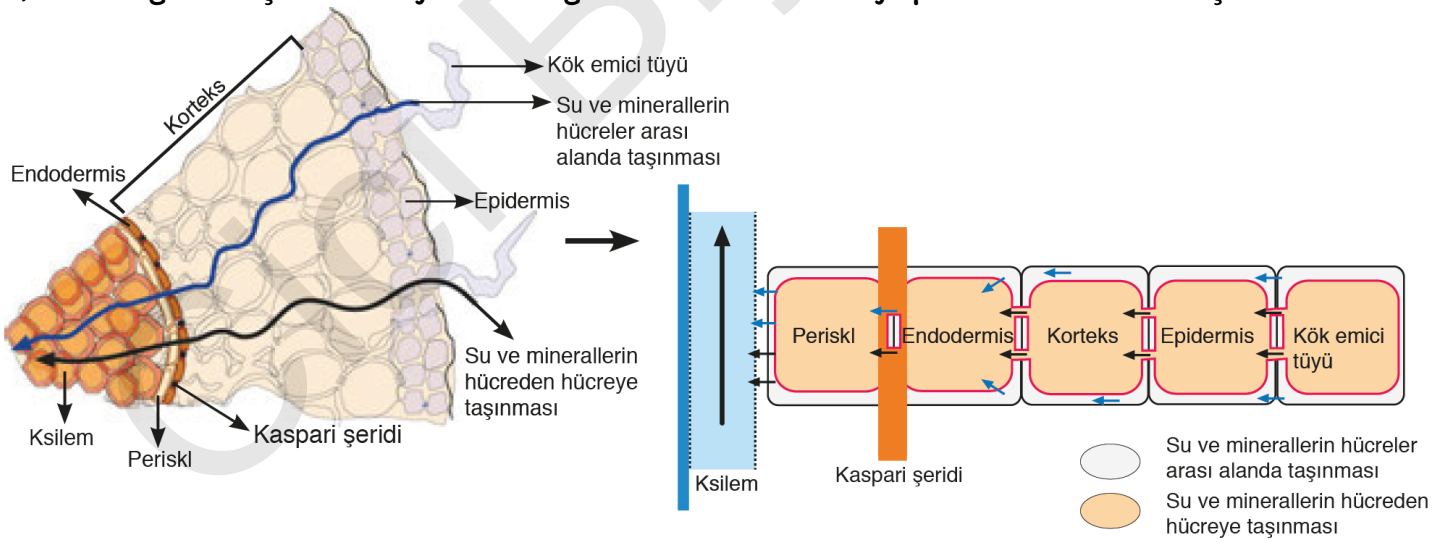
*Su; **emici tüylerden epidermise, epidermisten kök korteksine (parankimasına), korteksten de endodermise ulaşır.**

***Endodermis** duvarlarındaki **kaspari şeridi** suya geçirimsizdir.

***Kaspari şeridi**, su moleküllerini belirli bölgelerden geçmeye zorlayan bir bariyerdir.

*Su, endodermis içinde belirli bölgelerden hareket **ederek merkezî silindirdeki ksileme** ulaşır.

*Ksileme ulaşan su, kök ve gövde içerisinde yukarı doğru hareket ederek yapraklara kadar ulaşır.



Minerallerin Topraktan Alınması

*Bitkiler, ihtiyaç duydukları mineralleri toprak çözeltisinden suda çözünmüş hâlde alır.

*Toprak çözeltisindeki minerallerin bileşimi sabit değildir.

*Toprak çözeltisi ile toprağın üst katmanındaki organik kalıntılar arasında sürekli bir denge bulunmaktadır.

*Toprak çözeltisindeki mineral maddeler, organik atıklar ayrıştırılarak ve çözeltiye mineral maddeler verilerek sürekli yenilenmektedir.

***Toprak çözeltisinde çözünmüş hâlde bulunan mineral maddelerin bitkiler tarafından alınabilmesi iki yolla olur.**

***Birinci yol**, pasif taşımadır. Enerji harcanmadan **difüzyon yoluyla mineraller bitkiye alınır.**

***İkinci yol** ise **aktif taşımadır.**

*Metabolik olaylara bağlı olarak üretilen ATP'nin harcanması sonucu aktif taşıma ile mineral alımı ya da birikimi gerçekleşir.

*Bitkilerin bulundukları ortamda en iyi şekilde gelişim gösterebilmesi için toprakta besin elementlerinin optimum düzeyde bulunması gerekir.

*Bitkilerin yaşamsal faaliyetleri için çok fazla ihtiyaç duyduğu elementlere **makro elementler** adı verilir. Bu elementler; karbon (C), oksijen (O), hidrojen (H), azot (N), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), fosfor (P), kükürt (S) tür.
*Bu elementlerden bazıları bitkinin yapısını oluşturan organik bileşiklerin başlıca bileşenidir. Bazıları da bileşik enzim yapısında kofaktör olarak bulunur ve enzim aktivasyonunu sağlar.

*Bitkilerin yaşamsal faaliyetleri için çok az miktarda ihtiyaç duyduğu elementlere **mikro elementler** adı verilir. Bu elementler; klor (Cl), demir (Fe), bor (B), mangan (Mn), çinko (Zn), bakır (Cu), nikel (Ni), molibden (Mo) dir.

*Bu elementler, bileşik enzim yapısında kofaktör olarak bulunur ve enzim aktivasyonunu sağlar.

Cici Biyolojici

*Makro ve mikro elementlerin eksikliğinde metabolik faaliyetlerde aksaklıklar ortaya çıkar. Bu durumda bitkide hastalıklar ve anormallikler oluşur.

*Köklerde mineral madde emilim hızı, farklı etmenler tarafından kontrol edilir. Bunlar; topraktaki oksijen miktarı, toprak sıcaklığı, ışık miktarı, toprak pH'ı, topraktaki minerallerin derişimi ve topraktaki yararlı mikroorganizmaların sayısı gibi etmenlerdir.

*Topraktan yüksek verim alınması için topraktaki mineral dengesinin korunması gerekmektedir. Bitkilerin topraktan aldıkları minerallerin miktarının azalması, bitki gelişimini olumsuz etkiler. Toprağın verimini artırarak büyüme ve gelişmesini olumlu etkileyen maddelere **gübre**, bu maddelerin toprağa eklenmesine **gübreleme** adı verilir.

*Canlı organizmaların yaşamsal faaliyetlerini (madde değişimi, büyüme, gelişme, üreme vb.) yürütebilmeleri için yaşadıkları ortamda bazı faktörlerin (su, mineral, sıcaklık, karbondioksit miktarı, ışık miktarı gibi) bulunması gerekir. Bu faktörlerin ortamda bulunmasının yanında her birinin belirli bir düzeyin üzerinde bulunması zorunludur. Bitkinin yaşam fonksiyonları üzerinde etkili olan en az düzeydeki herhangi bir faktör, diğer faktörler optimum düzeyde olsa bile bitkinin büyümesini sınırlandırır. Bu konuyu **Alman bilim adamı Justus Von Liebig (Custus Von Liebig) Minimum kuralı** ile açıklamıştır.

Cici Biyolojici

Mikoriza

*__Mikoriza__, belirli bir __mantar türü ve bir bitki kökü arasında__ kurulan ortak birlikteliktir.

*Tohumlu bitkilerin çoğu, mikoriza oluşturarak toprağın suyunu emmek için yüzey alanlarını artırır.

*Mantarlar, su ve inorganik iyonları emen __hif__ adı verilen ipliklere sahiptir.

*__Hifler__, kökün etrafını sarar. Mantarın bir kısmı bitki kökünün bir parçası hâline gelir. Geri kalan kısmı, emilim için geniş bir yüzey oluşturarak toprak içine doğru uzanır.

*Mantar hiflerinin topraktan aldığı su ve iyonlar, hiflerden bitkinin kök hücrelerine geçer.

*Buradan da ksilem vasıtasıyla diğer bitki hücrelerine nakledilir.

*__Mikorizalar özellikle__ fosfor, demir, çinko ve bakırı topraktan emmede köklerden daha etkilidir.

*Mikoriza birlikteliğinde hem mantar hem de bitki fayda sağlar.

*Bitki, mantardan su ve iyonları alır; __mantar ise bitkiden ihtiyaç duyduğu besinleri alır__.

Nodül

*__Azot ihtiyacı fazla olan__ fasulye, bezelye, soya fasulyesi, bakla, yer fıstığı, yonca gibi baklagillerin __kökleri__ ile toprakta yaşayan ve __havanın serbest azotunu bağlayabilen Rhizobium cinsi bakteriler__ arasında ortak yaşam görülür.

*__Rhizobium bakterileri__nin bu bitkilerin köküne yerleşmesiyle nodül adı verilen yumrular oluşur.

*__Bu ortak yaşamda bakteriler; havanın serbest azotunu (N), bitki tarafından kullanılmak üzere amonyuma (NH4+) dönüştürür.__

Cici Biyolojici

*Böylece bitki, azot ihtiyacını karşılamış olur.

*Bitki de bakterilerin ihtiyaç duyduğu organik besinleri bakteriye sağlar.

*Baklagil bitkileri ile azot bağlayıcı bakterilerin fayda sağlayan bu ilişkileri, bitkilerin azotça fakir topraklarda gelişmesini sağlar.

*Bu ilişkinin ekosistem için başka faydaları da vardır.

*Örneğin baklagil bitkilerinin ölmesi ve ayrışması durumunda toprak, azotça zenginleşir. Diğer bitki türleri de bu azottan faydalanır.

BİTKİLERDE SU VE MİNERALLERİN GÖVDE VE YAPRAKLARA TAŞINMASI

***Bir bitkiye köklerinden giren suyun büyük bir kısmı, yapraklarındaki stomalardan (gözenek) terleme yoluyla buharlaşır.**
*Stomalar, **karbondioksit almak için açık oldukları sırada su da buharlaşarak bitkiden uzaklaşır.**

*Bu kaçınılmaz **su kaybı (terleme) bitkiye iki türlü yarar sağlar.**

***Birincisi**, ışık absorbe ederken **çok fazla ısıyı emmiş olan yaprakların soğutulmasıdır.**

***İkincisi** ise **topraktan alınan su ve minerallerin kökten gövde ile yapraklara doğru hareket etmesini ve bitkinin topraktan su almasını kolaylaştırmasıdır.**

*Suyun bu yükselişi sırasında çözünmüş iyonlardan bitki hücreleri faydalanır.

*Böylece metabolik faaliyetleri için gerekli olan özellikle nitrat, sülfat, fosfat ve diğer iyonlardan yararlanmış olur.

Cici Biyolojici

STOMALARIN AÇILIP KAPANMASI

*Bitkilerde **terleme ile su kaybı büyük oranda stomalar** ile yapılır.

***Bekçi hücreleri** stoma açıklığını kontrol eder. Bu sayede bitkinin fotosentez sırasında gereksinim duyduğu suyun korunmasını sağlar.

***Bekçi hücrelerinin şekil değiştirmesi** stomanın açılıp kapanmasına neden olur.

*Stomaların yaprak mezofiline bakan kısımlarında hava boşlukları bulunur.

*Bu boşluklarda karbondioksit, oksijen ve su buharı vardır.

*Yeterli miktarda su bulunduran ortamlarda yaşayan bitkilerde **stomanın açılıp kapanmasını etkileyen en önemli faktör ışıktır.**

*Stoma; gün içinde yaprak yüzeyine ulaşan ışığın şiddeti arttıkça açılır, ışığın şiddeti azaldıkça da kapanır.

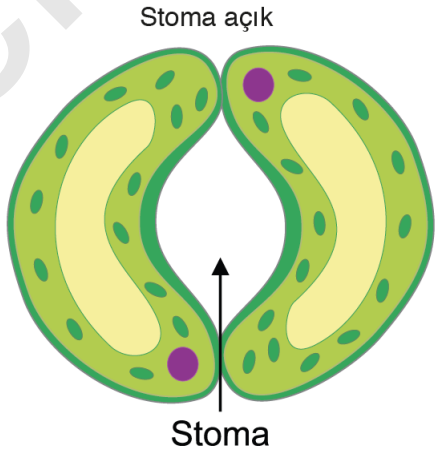
*Çoğu bitki türünde mezofil dokudaki hava boşluklarında **gündüz fotosentez başlayınca karbondioksit konsantrasyonunun azalması, stomanın açılmasını teşvik eder.**

*Gece ise çoğu bitki türünde mezofildeki hava boşluklarında **karbondioksit konsantrasyonunun artması, stomanın kapanmasına neden olur.**

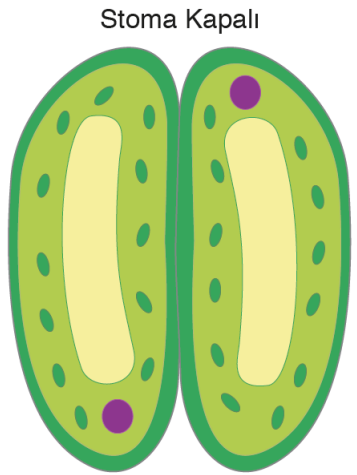
***Genellikle gündüzleri bekçi hücreleri, komşu epidermis hücrelerinden potasyum iyonlarını (K+) aktif taşıma ile alır.**

*K+ iyonlarının birikimi bekçi hücrelerinde osmotik basıncın artmasını sağlar.

*Bekçi hücrelerinde fotosentez tepkimeleri sonucu üretilen glikozlar ile gün içinde nişastanın hidrolizi ile oluşan glikozlar, sükroza dönüştürülür.



Görsel 3.66: Stomanın açılması



Görsel 3.67: Stomanın kapanması

Cici Biyolojici

***Sükroz miktarının artması da bekçi hücrelerinde osmotik basıncı artırır.**

***Bu durumda komşu epidermis hücrelerinden su, bekçi hücrelerine geçer.**

*Sonuç olarak bekçi hücrelerinde çevrelerindeki komşu epidermis hücrelerinden **daha yüksek bir turgor basıncı oluşur.** Ortaya çıkan basınç, **bekçi hücrelerinde dış çeperin iç çepere oranla daha fazla dışa doğru hareket etmesini sağlar ve stoma açılır.**

***Genellikle gece** bekçi hücrelerdeki **K+ iyonları komşu epidermis hücrelerine geçer.**

*Bunun dışında **sükroz miktarı azalır ve glikozlar nişastaya dönüştürülür.**

*Bu durumda bekçi hücrelerinde suda çözünen maddelerin miktarı azalır ve **osmotik basınç düşer.**

***Su, bekçi hücrelerinden komşu epidermis hücrelerine geçer.**

*Bekçi hücrelerinde **turgor basıncı azalır.** Basıncın azalmasıyla **iç ve dış çeper eski konumlarına döner ve stoma kapanır**

*Gövdedeki **lentisellerden** ve yapraktaki **kütikula** tabakasından da terlemeyle bir miktar su kaybı olmaktadır.

***Suyun yukarı doğru hareket etmesi, kohezyon gerilim teorisi ve kök basıncı ile açıklanır.**

Kök Basıncı

*Kökteki emici tüylerde topraktan su alımını kolaylaştırmak için **osmotik basıncın** yüksek tutulması gerekir.

*Bunun için **kökte mineral ve tuzlar biriktirilir.** Hatta gerektiğinde **kökte depolanmış nişasta da hidroliz edilerek glikoza dönüştürülür** ve böylece **osmotik basıncın yükselmesi sağlanır.**

*Bu olaylar sonucu **kök emici tüylerinin osmotik basıncı, toprak çözeltisindeki osmotik basınçtan daha yüksek olur.**
*Ayrıca **osmotik basınçlardaki bu farklılık, bitkinin topraktan sürekli su almasını sağlar.**

*Kökteki merkezî silindiri kuşatan **endodermis, iyonların merkezî silindirden geri çıkmasını engeller.**

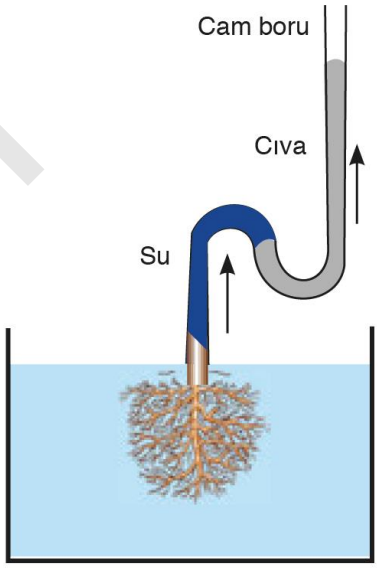
Biyolojici

*Merkezî silindirdeki **mineral birikimi, osmotik basıncı artırır.**

***Su, korteksten merkezî silindirdeki ksileme doğru akar.**

***Suyun ksilemde akışını artıran** bu basınç **kök basıncı** olarak adlandırılır.

*Bu basınç sayesinde su, gövde içinde yukarılara doğru ilerler. **Ancak kök basıncı, tek başına suyun taşınması için yeterli değildir.**



Yandaki görselde bitki köklerinin suyu alması, cıvanın cam boru içerisinde yükselmesine neden olur. Bunun sebebi **kök basıncı**dır.

*Sabahın erken saatlerinde yaprak uçlarında **çiğ tanesi gibi görünen damlacıkların oluşumuna kök basıncı neden olur.**

*Bu damlacıklar, **çiğ değildir. Çiğ, havadan yoğuşarak gelen sudur.**

*Bu damlacıklar, su ve minerallerin kök basıncı etkisiyle yaprak kenarlarında bulunan ksilemlerle bağlantılı hidatodlardan dışarı atılması ile oluşur.

*Bu olay gutasyon (damlama) olarak adlandırılır.

***Gutasyonda** su, kök basıncı ile yapraktan dışarı atılmaya zorlanır.

*Gutasyon olayı sırasında bitkide mineral ve tuz kaybı olur.

*Bu, suyun gövde içinde yukarı doğru taşınmasında etkili bir durumdur.

Cici Biyolojici

Kohezyon - Gerilim Teorisi

*__Terleme__ ile yapraktan buharlaşan bir **su molekülü, ksilem içinde alt tarafta yer alan bir sonraki su molekülünü yukarı doğru çeker**.

*__Bu çekim gücü__, yaprağın su kaybetmesi sonucu **o bölgedeki ozmotik basıncın artması ile ortaya çıkar**.

*Çünkü **ozmotik basıncın artması, emme kuvvetini de artırır**. Bu durum suyun yukarı doğru çekilmesine neden olur.

*__Su molekülü__, kutupsal bir moleküldür. **Bir tarafı negatifken diğer tarafı pozitiftir**.

*İki su molekülünün **karşıt yüklü tarafları, birbirini çeker**.

*Bu sırada **hidrojen bağı kurulur**. Hidrojen bağı, su moleküllerini bir arada tutar.

*Moleküllerin bu şekilde birbirlerine bağlı kalma eğilimi **kohezyon** olarak adlandırılır.

*__Benzer bir çekim, su molekülleri ile ksilem duvarını oluşturan selüloz molekülleri arasında__ gerçekleşir. Bu tip bir çekim **adhezyon** olarak adlandırılır.

*Su molekülleri ve selüloz molekülleri üzerindeki karşıt elektrik yükleri, birbirini çekerek ksilemin duvarlarında su tutan hidrojen bağlarını oluşturur.

*__Adhezyon, kohezyona göre çok güçlü değildir__. İnce bir su sütununu tutabilir.

*Terleme, kohezyon ve adhezyon sayesinde su molekülleri bir sütun hâlinde ksilemden yukarı doğru taşınır.

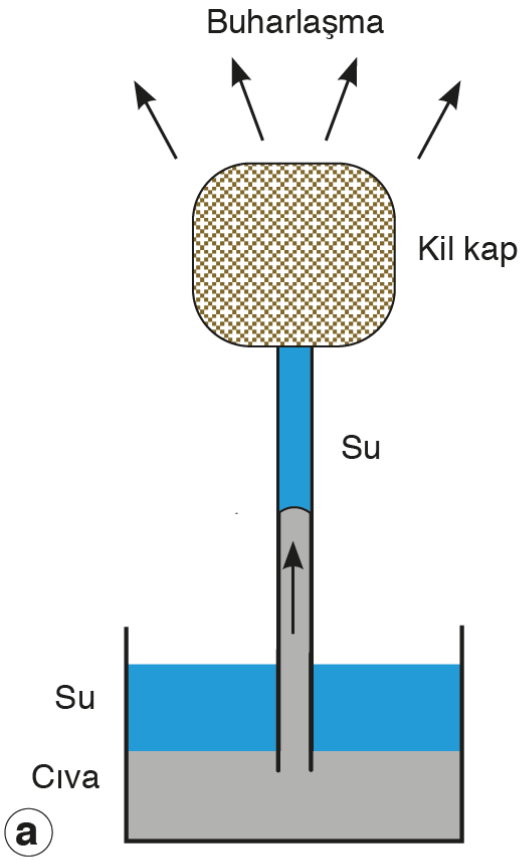
*Kök bölgesinde ksilemdeki su yukarı doğru çekilince de bu bölgede osmotik basınç artar ve topraktan su çekilir.

*Bu durum **kohezyon - gerilim teorisi** olarak adlandırılır.

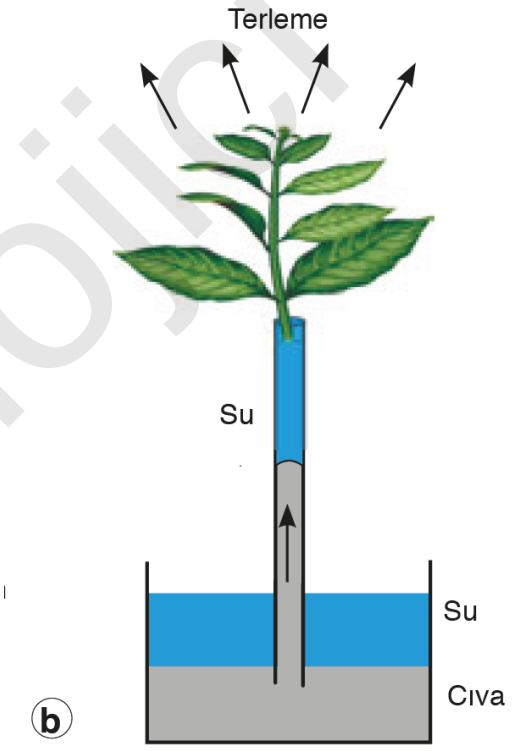
*Suyun ksilemde kökten gövde ve yapraklara taşınması, tek yönlü gerçekleşir.

*Dar çaplı **trakeitlerde su daha yükseklere taşınır**. Ksilemde **su taşınması sırasında enerji harcanmaz**.

Biyolojici

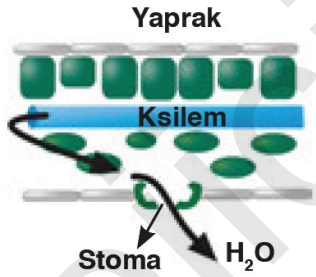


a) Kilden yapılmış kap ince boruya geçirilerek su ile doldurulmuştur. Cam boru, su ile dolu hâldeyken beher içindeki cıvanın içine daldırılmıştır. Kil kapta suyun buharlaşması sonucu ortaya çıkan çekim kuvveti bir sütun hâlinde cıvanın yukarı doğru çekilmesini sağlamıştır.

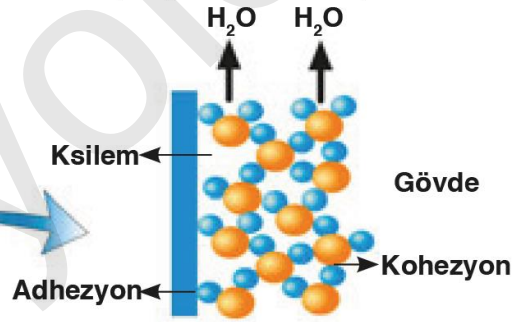


b) Yaprakların terlemesi ile a kabındakine benzer bir çekim kuvveti ortaya çıkar. Bu durum cıvanın bir sütun hâlinde yukarı çekilmesini sağlar. Suyun bu hareket teorisine **kohezyon gerilim teorisi** adı verilir. Suyun gerilim altında kalmasını sağlayan kohezyon özelliğidir. Suyun adhezyon özelliği de suyun yukarı yönlü hareketinde çok önemli bir faktördür.

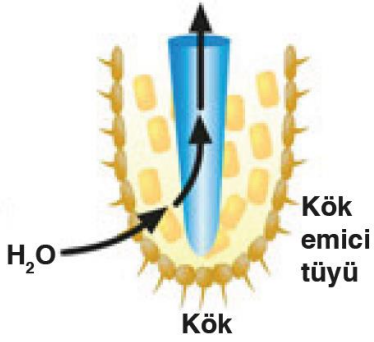
Cici Biyoloji



Yapraklarda bulunan ve stoma adı verilen açıklıklardan terleme yoluyla su buharı kaybedilir.



Su molekülleri; terleme sonucu ortaya çıkan çekim kuvveti, kohezyon ve adhezyon gibi faktörler sayesinde ksilem içinde yukarılara çekilir.



Ksilem içindeki su, terleme sonucu ortaya çıkan kohezyon gerilimi sayesinde yukarıya çekilince kökler daha fazla su alır.

Çiçi Biyolojici

BİTKİLERDE FOTOSENTEZ ÜRÜNLERİNİN TAŞINMASI

*Hücreler tarafından üretilen besinlerin ve metabolik faaliyetler için gerekli bazı maddelerin bitkide farklı bölgelere taşınması gerekir.

*Fotosentezle üretilen **glikoz, floem vasıtasıyla taşınır**.

***Glikoz, bazı hücrelerde fotosentezle üretilir**.

***Fotosentez yapamayan hücrelere ise bu glikozun ulaştırılması gerekir**.

*Glikoz enerji sağlamak için hücrelerde kullanılır ve enerji depolaması için nişasta da dâhil olmak üzere çeşitli moleküllere dönüştürülür.

*Farklı bölgelere gönderilen glikoz floem öz suyu adı verilen sulu bir çözeltide taşınır.

Basınç Akışı Teorisi

***Bir yaprak, mezofil hücrelerinde fotosentezle ürettiği sakkarozu kalburlu boruların çevresine doğru gönderir**.

*Bu özellik yaprağın **kaynak** hâline gelmesini sağlar.

***Kaynak, sakkarozun fotosentez ya da nişastanın hidrolizi ile üretildiği bitki organıdır**.

*Sakkaroz, **arkadaş hücrelerine** aktif yolla ATP harcanarak pompalanır.

***Arkadaş hücrelerinden de çeperdeki geçitler** sayesinde kalburlu borulara aktif yolla ATP harcanarak gönderilir.

*Bu durum, **kalburlu borulardaki sakkaroz konsantrasyonunu artırır**.

*Konsantrasyonun artışına bağlı olarak **ozmotik basınç artar**.

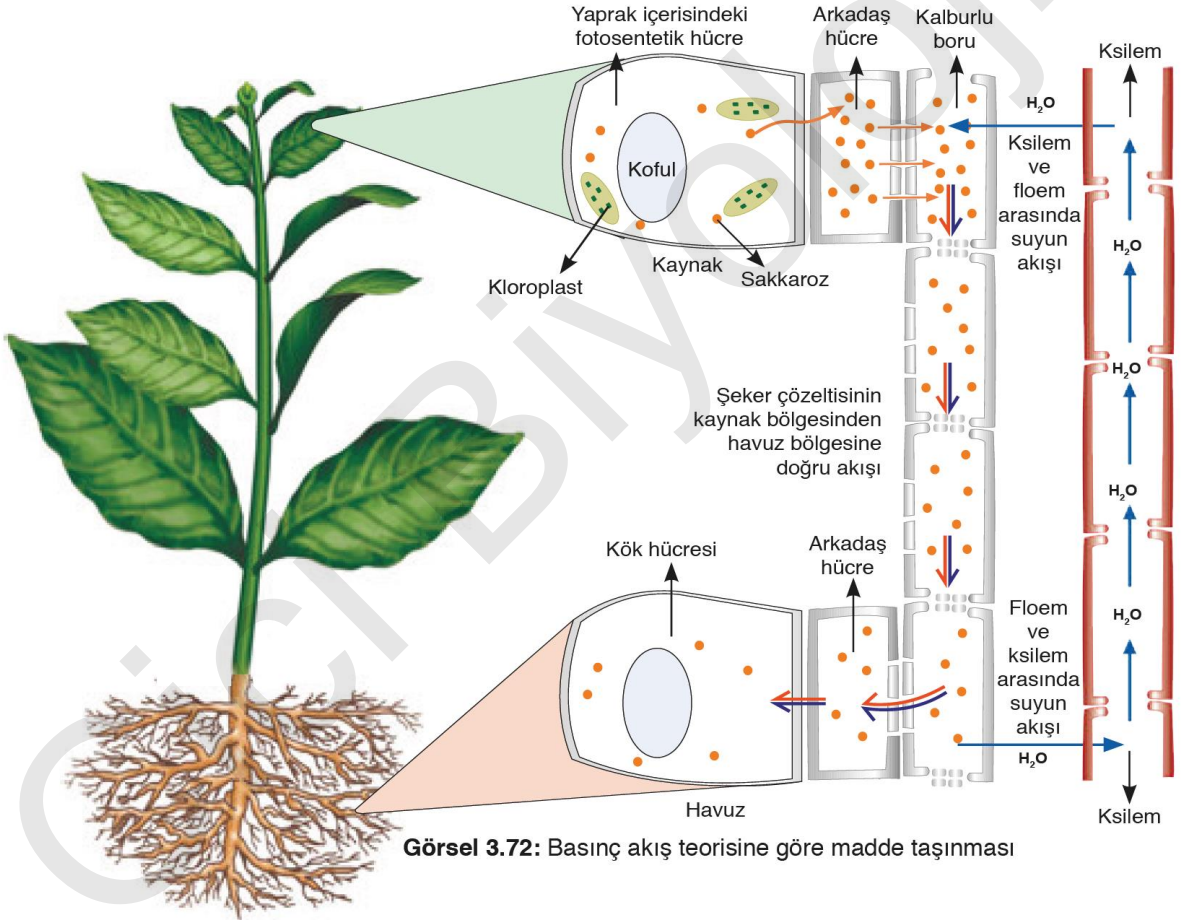
*Ozmotik basınç artışı, **ksilemden osmoz yoluyla su çekilmesini sağlar**.

Cici Biyolojici

Çekilen suyun yarattığı basınç sayesinde** sulu çözelti, **su basıncının daha düşük olduğu kalburlu boru bölgelerine doğru kütle akışı ile akar.

*Bu durum **basınç akış teorisi** ile açıklanır.

*Sakkaroz, kalburlu borulardan çeperdeki geçitler sayesinde arkadaş hücrelere aktif yolla ATP harcanarak gönderilir.
*Arkadaş hücreleri de aktif yolla ATP harcayarak sakkarozu kök hücrelerine pompalar.



Görsel 3.72: Basınç akış teorisine göre madde taşınması

©Biyolojici

*Kökte şekerin depolandığı organ **havuz** adını alır.

*Kökler, gövde uçları, gövdeler ve meyveler havuza örnek verilebilir.

*Şekerlerin kalburlu borulardan kök hücrelere geçmesiyle kalburlu borulardaki ozmotik basınç düşer.

*Bu durum, suyun osmozla tekrar ksileme dönmesini sağlar.

*Kalburlu borunun bu bölümündeki su basıncı düşer ve çözeltiler diğer bölümlerden akmaya devam eder.

***Kirpi, tavşan ve kışın yiyecek arayan diğer memeliler; gövdeyi çevreleyen kabuk kısmını belirli yüksekliklerde beslenmek amacıyla kemirebilir. Bu türden bir yara, floem dokusuna zarar verir. Bu durumda floem öz suyunun köke doğru hareketi engellenir. Bitki kökleri, artık gövde ve yapraklardan gerekli maddeleri alamaz. Bitki bir süre sonra kökte depo ettiği nişastayı bitirir ve kök hücreleri canlılığını kaybetmeye başlar. Kök hücrelerinin canlılığını yitirmesiyle topraktan su ve mineral alımı durur. Yapraklara su ve mineraller ulaşmayınca fotosentez olayı aksamaya başlar ve durur. Bunun sonucu olarak yapraklar sararıp dökülmeye başlar.**

Cici Biyolojici

BİTKİLERDE EŞEYLİ ÜREME

*Parklarda, bahçelerde, etrafta kimi zaman göz alıcı renkleriyle kimi zaman güzel kokularıyla dikkat çeken **çiçekler**; tohumlu **bitkilerin üreme organıdır**.

*Eşeyli üreyen bitkilerde **mayoz** ile oluşan hücrelere **üreme hücreleri** denir.

***Tozlaşma, döllenme, tohum ve meyve oluşumu** gibi olaylar çiçekte gerçekleşir.

*Tohumun içinde döllenme sonucu oluşmuş embriyo bulunur. Uygun koşullarda tohumun çimlenmesi ile yeni bir bitki meydana gelir.

ÇİÇEĞİN YAPISI VE KISIMLARI

*Çiçekler, **çiçek sapı** denilen bir sürgünün ucunda yer alır.

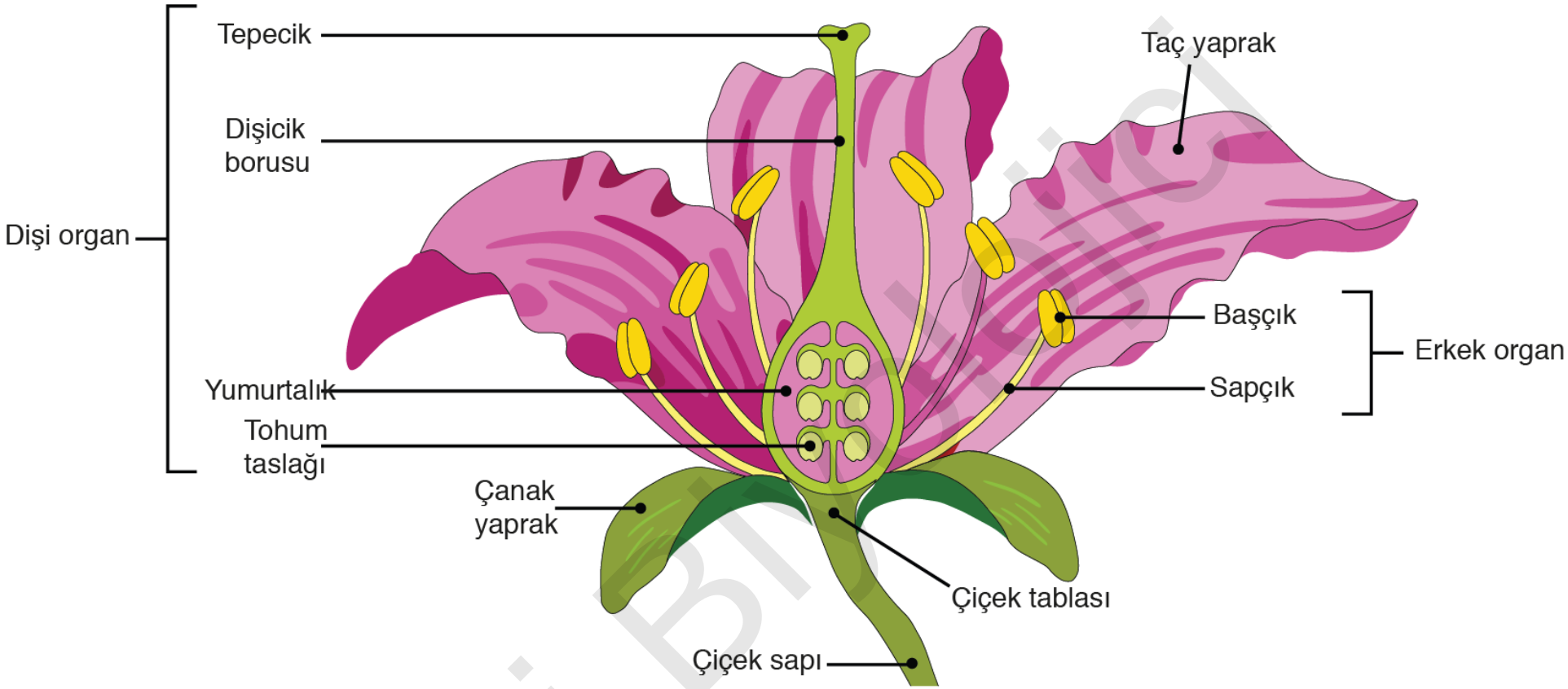
*Kapalı tohumlu bir çiçeğin yapısı genel olarak **dıştan içe doğru çanak yaprak, taç yaprak, erkek organ ve dişi organdan oluşur.**

*Bu yapılar değişime uğramış yapraklardır.

***Çanak yaprak**, çiçeğin en dışında bulunur. Yeşil renkte olan bu yapraklar, fotosentez yapabilme yeteneğine sahiptir. Çiçek tomurcuk hâlindeyken iç kısımdaki organları korumakla görevlidir.

*Çanak yaprakların iç kısmında genellikle parlak renkli tek ya da birkaç sıralı olan **taç yapraklar** bulunur. Taç yapraklar, renk ve görüntüsüyle böcekleri ve diğer tozlaştırıcı canlıları kendine çekerek **tozlaşmaya** yardımcı olur.

Cici Biyolojici



*Çiçeğin kısımlarından **erkek organların** her biri **sapçık (filament) ve başçık (anter)** olmak üzere iki bölümden oluşur.
***Sapçık**, başçıkları taşıyan yapılar olup çiçek tablasına bağlanmıştır.

***Başçıkta** erkek üreme hücrelerini taşıyan **polenler** üretilir.

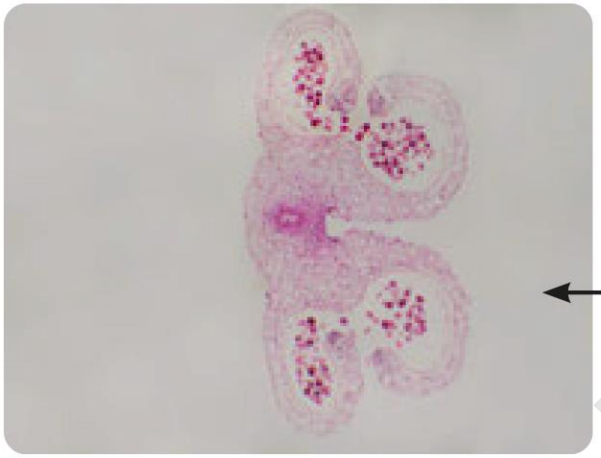
*Başçıktan bir kesit alındığında **başçığın dört bölmeli bir yapıda** olduğu gözlenir. Bölmelerin her birinde **polen keseleri** bulunur.

Biyolojici

*Çiçeğin en içte kalan son bölümünde **dişi organ** bulunur. Bir çiçekte bir veya daha fazla dişi organ bulunabilir. Dişi organ; **yumurtalık, dişicik borusu ve tepecik** olmak üzere üç kısımdan oluşur.

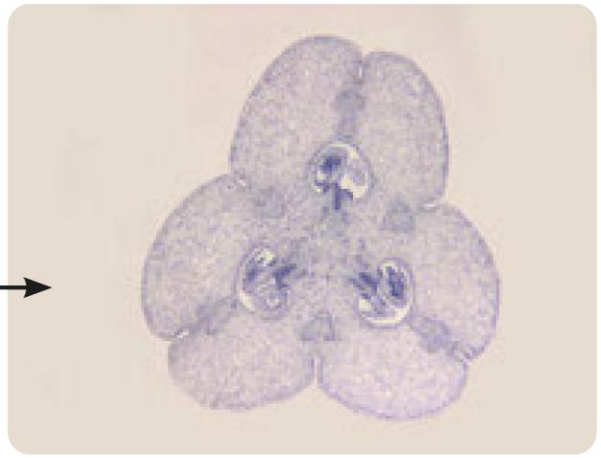
***Yumurtalık (ovaryum)**, dişi organın alt kısmında bulunan genişlemiş yapıdır. Sayısı türe göre değişiklik gösterir. Yumurtalık içinde tohuma dönüşecek **tohum taslakları** bulunur. Yumurtalığın tepeciğe kadar uzanan boyun kısmına **dişicik borusu** denir.

*Dişicik borusunun üstünde bulunan kısma **tepecik (stigma)** denir. Tepecik, polenlerin tutunup çimlendiği nemli ve yapışkan bir yapıdır.



Görsel 3.74: Erkek organ başçığının mikroskobik görüntüsü (1000 μm)

Görsel 3.75: Erkek ve dişi organın çiçekteki görünümü



Görsel 3.76: Dişi organda yumurtalığın mikroskobik görüntüsü (1000 μm)

Cici Biyolojici

*Çanak yaprak, taç yaprak, erkek ve dişi organ gibi yapıların hepsine sahip çiçeklere **tam çiçek (hermafrodit)** denir. Safran, dağ lalesi, şeftali, erik gibi bitkiler tam çiçeğe sahiptir.

*Çiçek yapısında bu dört organdan bir veya daha fazlası eksik olan çiçekler **eksik çiçek** olarak adlandırılır. Ceviz, söğüt, kavak gibi bitkiler eksik çiçeğe sahiptir.

***Eksik çiçek**; sadece erkek organ taşıyorsa **erkek çiçek**, sadece dişi organ taşıyorsa **dişi çiçek** adını alır.

*Dişi ve erkek çiçekler, aynı bitki üzerinde bulunuyorsa böyle bitkilere **tek evcikli (monoik)** adı verilir. Kabak, kavun, karpuz, meşe, mısır, ceviz ve fındık gibi bitkiler örnek verilebilir.

*Eğer erkek ve dişi çiçekler farklı bitkiler üzerinde bulunuyorsa böyle bitkilere **iki evcikli (dioik)** denir. Hurma, söğüt, kavak, incir ve kivi örnek verilebilir.

Görsel 3.77: Tam çiçek

Görsel 3.78: Kabak (Tek evcikli)

Görsel 3.79: Erkek incir (İki evcikli)

Görsel 3.80: Dişi incir (İki evcikli)

Biyolojici

Çiçekli Bitkilerde Üreme Hücrelerinin Oluşumu

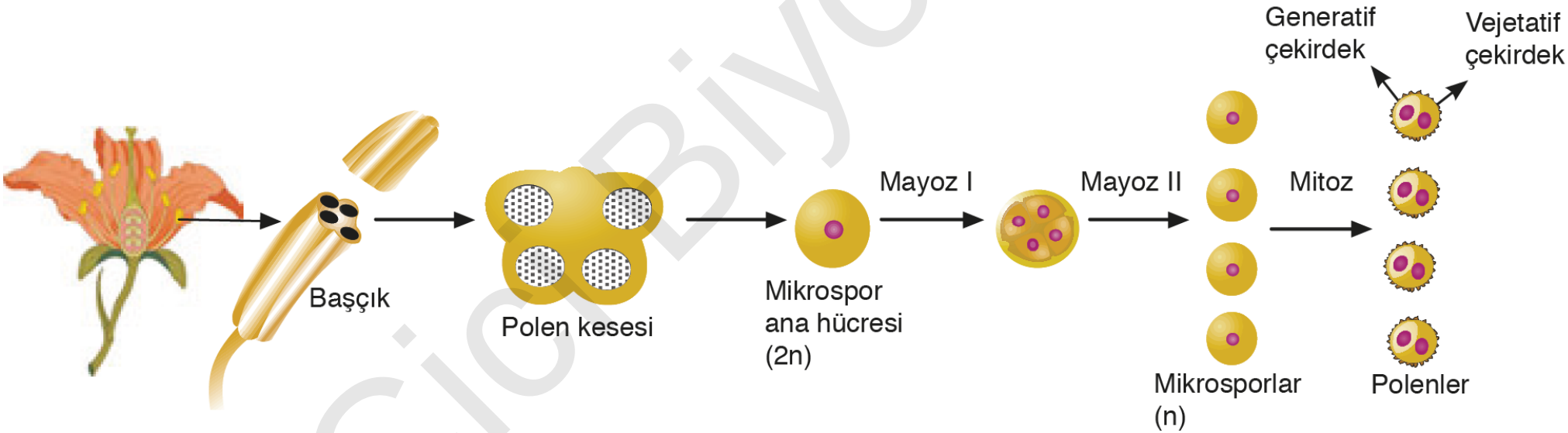
Erkek Üreme Hücrelerinin Oluşumu

*Erkek üreme organının başçık kısmındaki polen keseleri içinde çok sayıda diploit **(2n) kromozomlu polen ana hücresi (mikrospor ana hücresi)** bulunur.

*Her bir polen ana hücresi, **mayozla mikrospor adı verilen haploid (n) kromozomlu dört hücre** meydana getirir.

*Her **mikrospor** çekirdeğinin **mitoz** geçirmesiyle de **ikişer çekirdekli polenler** oluşur.

*Polen çekirdeklerinden biri **döllenmede görev alan üretken (generatif) çekirdek**, diğeri **polen tüpünün oluşumunu sağlayan tüp (vejetatif) çekirdektir**.



Ciol Biyolojici

*Bitkilerde **polen yapısı**; şekil, renk ve yapı bakımından türe özgü özellik gösterir.

*Polen yapısı, türe özgü olmasından dolayı bitkilerin sınıflandırılmasında kullanılır.

***Rüzgârla tozlaşan bitkilerin polenleri**, genellikle hafif ve düz yüzeyli; **böcek, kuş vb. canlılarla tozlaşan bitkilerin polenleri** ise daha ağır, desenli ya da çıkıntılı bir yapıya sahiptir.

Dişi Üreme Hücresinin Oluşumu

*Çiçeğin yapısında bulunan yumurtalığın içinde bir ya da daha çok **tohum taslağı** bulunur.

*Tohum taslağında **diploid kromozomlu megaspor ana hücreleri** yer alır.

*Bu hücreler, **mayozla haploid kromozomlu dört megaspor hücresini** oluşturur.

*Genellikle bu **dört megaspor hücresinin üçü eriyip yok olur**.

*Geriye kalan megaspor, büyümeye devam eder.

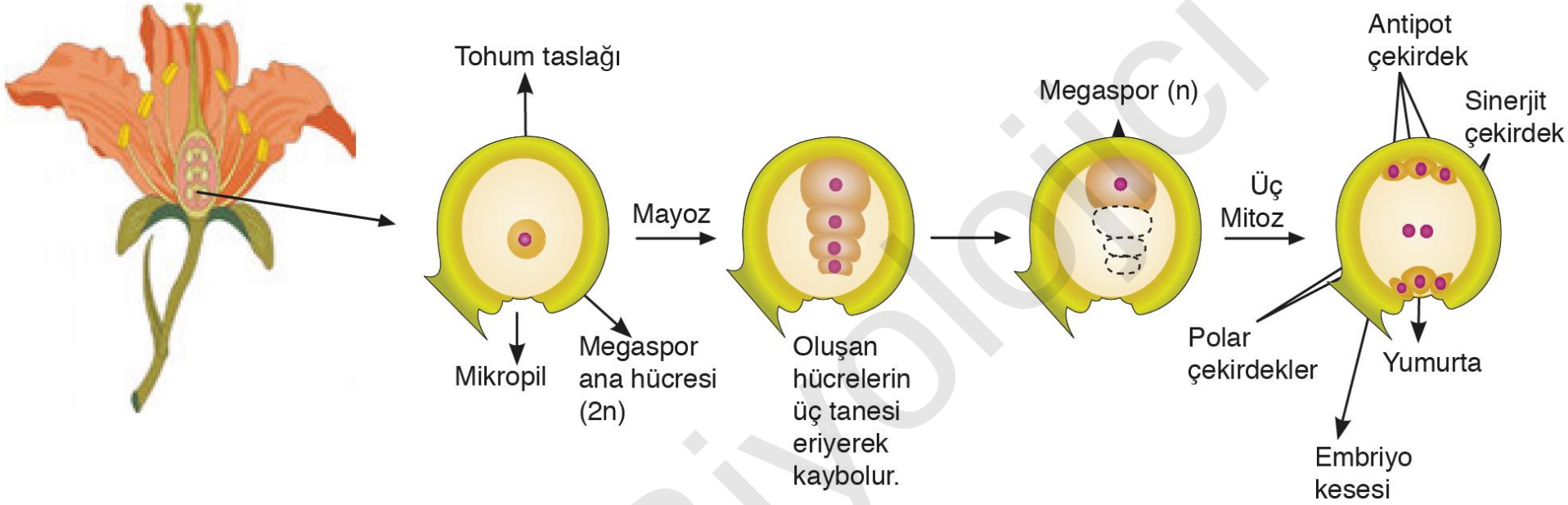
***Megasporun çekirdeği, sitokinez olmaksızın art arda üç kez mitoz geçirerek sekiz haploit çekirdekli büyük bir hücre oluşturur.**

*Bu oluşan 8 çekirdek, tohum taslağı içinde değişik yerlere dağılır.

***2 tanesi tohum taslağında ortaya gelir ve polar çekirdekleri oluşturur. Ovaryum açıklığının (mikropil) ters yönünde bulunan 3 çekirdeğe antipot çekirdek denir. Ovaryum açıklığının olduğu tarafta bulunan üç çekirdekten ortada olan, yumurta hücresidir. Yumurta hücresinin iki yanında bulunan çekirdeklere de sinerjit çekirdek denir.**

Biyolojici

*Tohum taslağının döllenmeye hazır hâle geldiği sekiz çekirdekten oluşan bu yapıya **embriyo kesesi** denir.



Tozlaşma

*Çiçekli bitkilerde polenlerin çoğunun dişicik tepesine ulaşması canlı ya da cansız tozlaştırıcılar aracılığıyla gerçekleşir.
*Çiçekte bulunan erkek organın başçığındaki polen gelişimi tamamlandıktan sonra polen kesesi patlar.

*Patlamayla açığa çıkan polenlerin **rüzgâr, su, böcek, yarasa, kuş gibi etkenlerle** dişi organın tepeciğine taşınmasına **tozlaşma** denir.

*İnsan eliyle yapılan tozlaşma ise **suni tozlaşma** olarak adlandırılır.

***Rüzgârla tozlaşan bitkilerde** çok sayıda polen üretilir. Bu bitkilerin çiçekleri genellikle gösterişsiz ve küçük yapıdadır. Polen sayısının çok olması, rastgele tozlaşmayı kolaylaştırır. Örneğin buğday, ceviz, çam, kavak, söğüt, meşe ve çimlerde rüzgârla tozlaşma görülür.

Cici Biyolojici

*__Suyla tozlaşan bitkilerin__ polenlerinde hava boşlukları bulunur. Bu boşluklar sayesinde polenler suya batmadan daha kolay taşınır.

*Çiçekli bitkilerin büyük bir kısmında tozlaşma; __böcek, kuş ve yarasa gibi diğer tozlaştırıcı hayvanlarla__ gerçekleşir.

*Bu bitkilerin çiçekleri; salgıladıkları değişik kokularla, ürettikleri bal özü gibi maddelerle, parlak ve güzel renkleriyle, tozlaştırıcı hayvanları kendine çeker.

*Örneğin bal arıları beslenmek için polen ve bal özüne gereksinim duyar, bitkiler ise polenlerini yaymak için bir dölleyiciye ihtiyaç duyar.

*Bal arıları ile tozlaşan bitkiler, hoş ve tatlı kokular salarak arıları kendilerine çeker.

*__Güve ve yarasalarla tozlaşan çiçekler__, çoğunlukla beyaz ya da sarı renkli ve hoş kokuludur. Güveler ve yarasalar, gece aktif olduğu için __bu çiçekler de gece açar__.

*Bitkilerde tozlaşmayı kolaylaştırıcı bu özellikler tozlaşmayı artırmak için geliştirilmiş adaptasyonlardır.

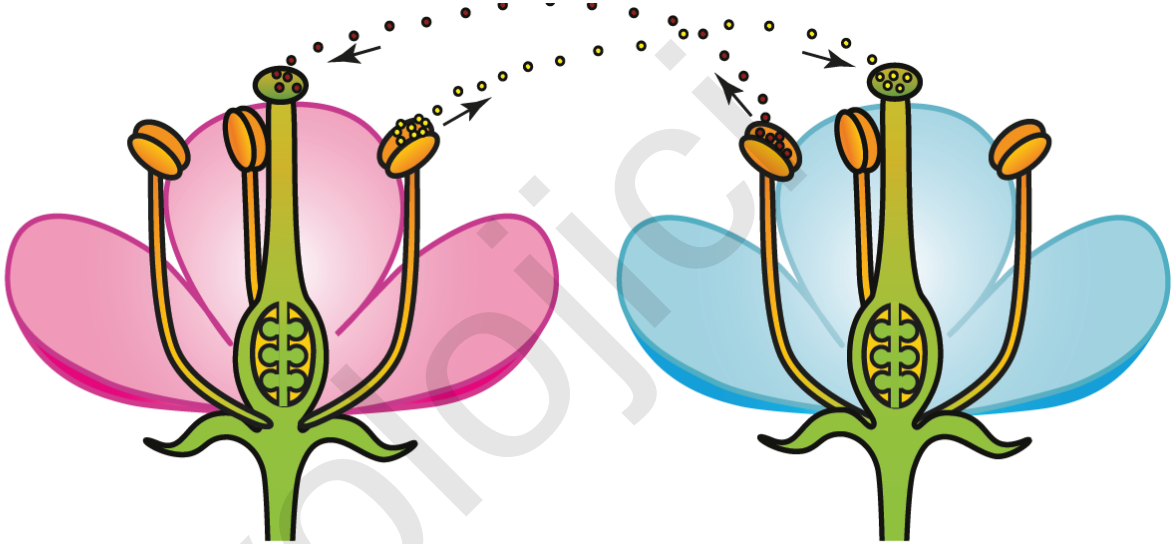
*Bitkilerde tozlaşma iki şekilde gerçekleşir.

*Bir çiçekte bulunan polenin aynı çiçeğin dişi organının tepeciğine ulaşması ile gerçekleşen tozlaşmaya __kendi kendine tozlaşma__ denir. Bitkide bu şekilde tozlaşma oluşabilmesi için erkek ve dişi gametlerin üretiminin aynı zamana rastlaması gerekir. Bu tür bitkilerin çoğunda kendi kendini döllemeyi önleyen çeşitli uyumlar gelişmiştir. Örneğin bu bitkilerde dişi ve erkek üreme hücreleri farklı zamanlarda oluşturulur. Bu durum farklı ebeveynlerden gelen üreme hücrelerinin birleşmesini sağlar ve daha fazla genetik çeşitlilik ortaya çıkar.

*Bir çiçeğin dişi organının tepeciğine kendi türünden başka bir bitkiye ait polenlerin gelmesiyle gerçekleşen tozlaşmaya __çapraz tozlaşma__ denir. Çapraz tozlaşma, aynı türün farklı bireyleri arasında gerçekleştiği için genetik çeşitlilik artar. Genetik çeşitliliğin artması, değişen ortam koşullarına daha dayanıklı bireylerin oluşmasını sağlar

Biyolojici

Görsel 3.85: Kendi kendine tozlaşma



Görsel 3.86: Çapraz tozlaşma

ÇİÇEKLİ BİTKİLERDE DÖLLENME, TOHUM VE MEYVE OLUŞUMU

Döllenme

*Tozlaşmayla dişi organın tepeciğine taşınan polen, nemli ve yapışkan olan tepeciğin üzerinde çimlenir.

*Polenin yapısında bulunan **tüp çekirdeği**, dişicik borusunun içine doğru uzanarak **polen tüpünü** oluşturur.

*Bu tüpün içine alınan **generatif çekirdek**, polen tüpünde ilerlemeye başlar.

*Generatif çekirdek, polen tüpünde ilerlerken **mitozla bölünür ve iki sperm oluşturur**.

*Yumurtalığa doğru uzanan polen tüpü, tohum taslağının **mikropil** denilen açıklığından geçer ve **sperm çekirdeklerini embriyo kesesine aktarır**.

Çiçi Biyoloji

Polen dişicik tepesindeki nemi emer.

Tüp çekirdeği mitozla polen tüpünü oluşturmaya başlar. Generatif çekirdek polen tüpü içerisine geçer.

Generatif çekirdek polen tüpü içerisinde mitozla spermleri oluşturur.

Cici Biyolojici

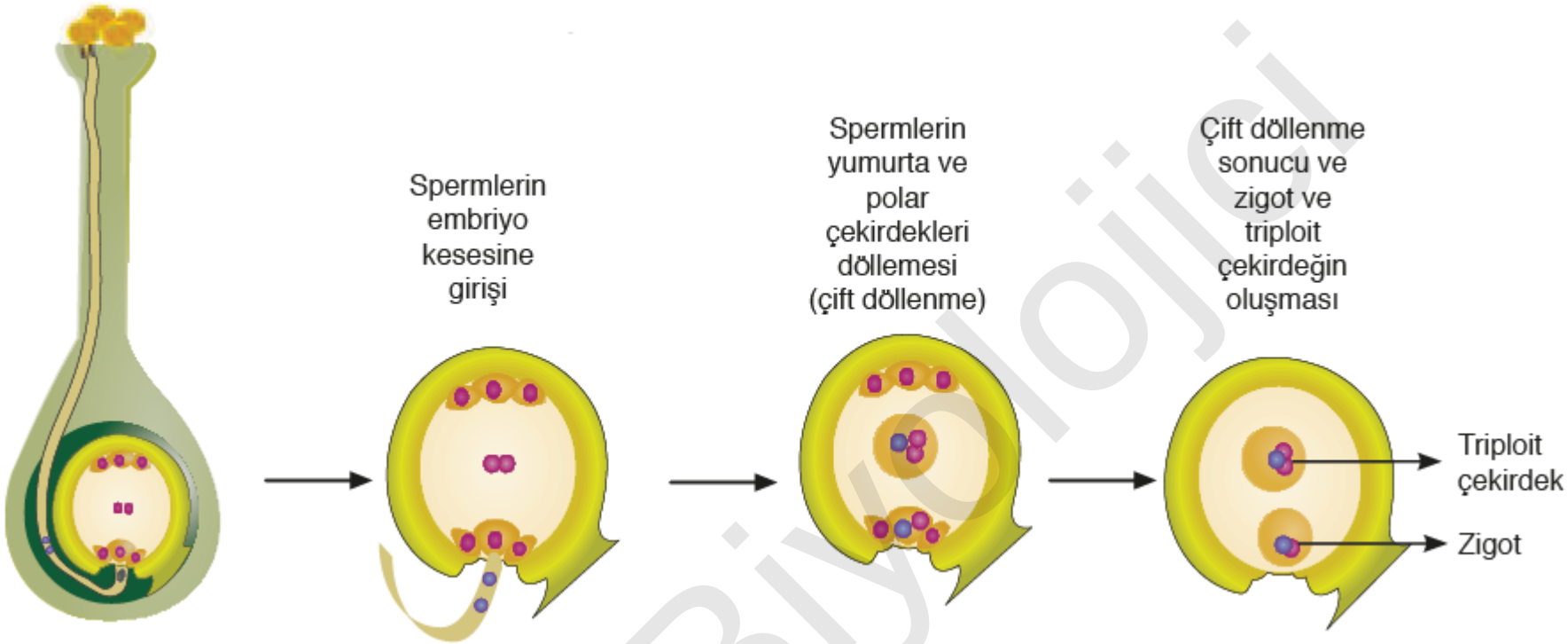
*Spermlerden birinin yumurtayı dölleyerek 2n kromozomlu zigotu oluşturmasına **döllenme** denir.

*Döllenme sonucu oluşan zigotun gelişmesiyle **bitki embriyosu** meydana gelir.

***Diğer sperm** ise embriyo kesesinin merkezinde yer alan **iki polar çekirdek ile birleşerek triploit (3n kromozomlu) çekirdeği oluşturur.**

***Triploit çekirdek**, tohumda besin maddelerini **depo eden endospermi (besi doku) oluşturur.**

*İki sperm çekirdeğinin embriyo kesesindeki farklı çekirdeklerle birleşmesi **çift döllenme** olarak adlandırılır.



Tohum Oluşumu

*Çift döllenmeden sonra tohum taslağının olgunlaşıp farklılaşması ile oluşan yapıya **tohum** denir.

*Tohum, bitkinin türüne göre değişen oranlarda protein, yağ, nişasta vb. depolar.

***Bir tohum dıştan içe doğru tohum kabuğu, besi doku (endosperm) ve embriyo olmak üzere üç kısımdan oluşur.**

*Tohum taslağı örtüsünün gelişmesiyle oluşan **tohum kabuğu**, tohumu dış etkilerden ve uygun olmayan çevre koşullarından korur.

*Embriyo ve besin kaynakları, sert bir tohum kabuğu tarafından sarılır.

Ciçi Biyoloji

***Endosperm** kapalı tohumlu bitkilerde polar çekirdeklerin döllenmesi ile oluşan **triploid 3n kromozomlu hücrelerden** oluşur.

***Endosperm**, çimlenme sırasında embriyonun kullanacağı **besin maddelerini depolar**.

*Döllenme ile oluşan **zigot**, mitozla gelişerek **embriyoyu oluşturur**.

***Embriyonun yapısında; embriyonik kök, embriyonik gövde ve çenek** adı verilen yapılar bulunur.

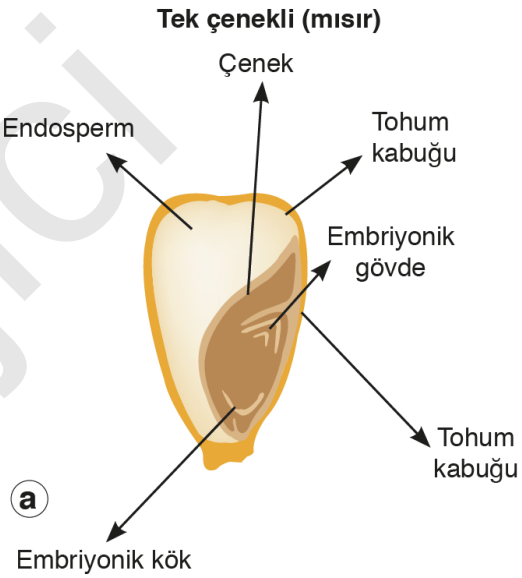
*Tohumlu bitkilerde **embriyoyu kaplayan etli kısma çenek** denir.

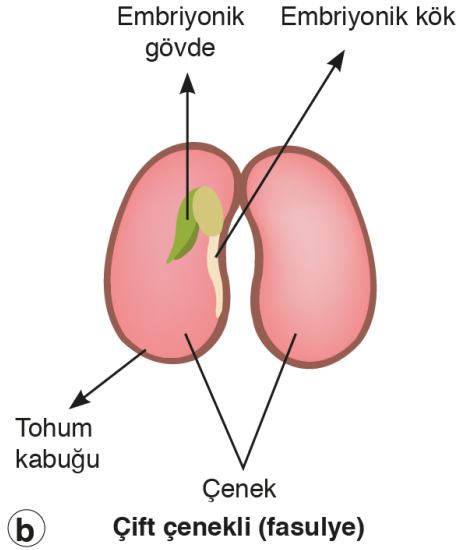
***Çenek, endospermden aldığı besini embriyoya aktarır**.

*Tohum taslağında bir çenek bulunduran bitkilere **tek çenekli**, iki çenek bulunduran bitkilere ise **çift çenekli** bitkiler denir. ***Embriyonik kök**ün gelişmesiyle bitkinin kök sistemi oluşur.

***Embriyonik gövde**nin gelişmesi ile de sürgün sistemi oluşur.

*Fasulye gibi **bazı çift çenekli bitkilerde endospermde bulunan besin maddeleri, tohumun gelişimi tamamlanmadan önce çeneklere gönderilir**. Böyle bitkilerde çimlenme için **gerekli besin, çeneklerden sağlanır**.





Cici Biyolojici

Meyve Oluşumu

*Döllenmeden sonra **tohum taslağı tohuma dönüşürken yumurtalık da meyveye dönüşür.**

*Meyve, yumurtalığın gelişip farklılaşmasıyla oluşan, tohumların korunmasını ve yayılmasını sağlayacak şekilde özelleşmiş yapılardır.

*Döllenme ile başlayan hormonal değişiklikler, meyve oluşumunu sağlar.

***Yumurtalık gelişirken çiçeğin diğer kısımları solar ve dökülür. Döllenme olmazsa çiçeğin bütün kısımları solar ve dökülür.**

*Meyve uyku hâlindeki tohumların korunmasında ve yayılmasında etkilidir.

*Meyveler; basit meyve, küme meyve ve bileşik meyve olmak üzere üç gruba ayrılarak incelenir.

***Basit Meyve**: Bir çiçeğe ait **tek bir yumurtalığın** gelişmesiyle oluşan meyveye basit meyve denir. Örneğin portakal, limon, kiraz, kayısı, üzüm, erik, bezelye ve bakla gibi meyveler basit meyvelerdir.

***Küme meyve (agregat)**: **Bir çiçeğe ait birbirinden ayrı yumurtalıkların** bir bütün olarak gelişmesiyle oluşan meyvelerdir. Örneğin çilek, dut, böğürtlen gibi meyveler küme meyvelerdir.

***Bileşik Meyve**: **Bir çiçek sapına bağlı birden fazla çiçeğe ait yumurtalıkların bir bütün olarak** gelişmesiyle meydana gelen meyvelere bileşik meyveler denir. Ananas örnek verilebilir.

*Bitkilerin üreme ve yayılmasında meyveler önemli bir yere sahiptir.

*Meyvelerin sahip olduğu görünüm, renk, tat gibi çeşitli farklılaşmalar tohumların yayılmasını kolaylaştır.

*Çiçekli bitkilerde tohum ve meyvelerin farklı yaşama alanlarına dağıtılması neslin devamı açısından gereklidir.
*Meyvelerin ve tohumların ana bitkiden daha uzak mesafelere yayılması rüzgâr, su, hayvan ve insanlar aracılığıyla gerçekleşir.

Cici Biyolojici

*Bazı hayvanların meyve ile beslenmesi, tohumların uzak mesafelere taşınmasında önemli bir etkendir.

*Bitkilerde tohumun yayılmasını kolaylaştırmak için çeşitli adaptasyonlar gelişmiştir.

*Bitkilerin meyveleri, hayvanların birçoğu için besin kaynağıdır. İncir, üzüm ve kiraz gibi etli meyvelerin tohumları, bu meyvelerle beslenen hayvanların bağırsaklarında sindirilemediği için dışkıyla çok uzaklara taşınabilir.

*Kemirgen ve karınca gibi hayvanların yer altına taşıdığı meyve ve tohumların bazıları burada kalır, uygun koşullar oluştuğunda çimlenir. Örneğin sincaplar; ceviz, fındık, meşe palamudu, badem gibi kabuklu yemişleri tek tek toprağa gömer. Sincaplar, toprağa sakladıkları tohumların bir kısmını bulamaz. Toprak altında kalan bu tohumlar çimlenerek yeni fidanlar oluşturur.

*Bazı bitkilerin tohumlarında rüzgârda uçmasını sağlayacak kanat veya paraşüt benzeri yapılar bulunur. Bu yapılar sayesinde tohumlar rüzgârın etkisiyle çevreye yayılır. Karahindiba, ipekotu ve akçaağaç tohumları bu şekilde yayılır.

*Soya fasulyesi, bezelye, bakla gibi bazı bitkilerin tohumları meyve kabuğunun kuruyup açılması sonucu çevreye yayılır.
*Bazı meyveler ise çengelli, dikenli, tüylü veya yapışkan yüzeyleri sayesinde hayvanların kürklerine, kuşların tüylerine veya insanların kıyafetlerine tutunarak taşınır.

*Hindistan cevizi gibi bazı meyve türleri, suyla taşınarak yayılır.

*İnsanlar tarafından bitkilerin tohum, meyve gibi kısımları; besin, giyecek, ilaç, kozmetik ya da süs amacıyla bir yerden başka bir yere taşınır. Böylece toprağa bağlı olarak yaşayan bitkilerin tohumları, yeryüzünün çeşitli yerlerine yayılır.

Dormansi

*Tohum oluşumunun sonlarına doğru tohum içindeki su oranı %15'in altına düşer.

*Su miktarının azalması ile embriyonun gelişimi durur ve embriyo çimlenme zamanına kadar **dormansi (uyku hâli)** durumunda kalır.

*Dormanside **metabolik hız çok yavaşlar ve embriyo büyümez**.

Cici Biyolojici

*Bazı türlerde parçalanmamış tohum kabuğu da dormansiye neden olur.

*Bitki tohumlarında dormansi olumsuz çevre koşullarına karşı geliştirilmiş bir adaptasyondur.

*Dormansinin süresi bitkinin türlerine bağlı olarak farklılık gösterir.

*Bir tohumun dormanside kalma süresi ve çimlenme yeteneğini koruması bitki türüne ve çevresel faktörlere göre değişebilir.

*Bu süre birkaç gün kadar kısa olabileceği gibi gibi birkaç yıl da olabilir.

*Bitkinin çimlenmesi için dormansinin kırılması, bitkinin yetiştiği çevre koşullarıyla bağlantılıdır.

*Çevresel faktörler uygun hâle geldiğinde tohum dormansi evresinden çıkar ve çimlenir.

Çimlenme

*Olgunlaşmış bir tohumdaki embriyonun uygun koşullarda yeni bitkiyi oluşturmak üzere tohum kabuğunu çatlatarak dışarı çıkıp gelişmesine **çimlenme** denir.

*Çimlenmenin gerçekleşmesi için ortamda **yeterli miktarda su, oksijen bulunması ve sıcaklığın uygun olması** gerekir.
*Uygun koşullarda osmozla su alan tohumun hacmi artar ve tohum kabuğu çatlar.

*Tohumun su alması embriyoda metabolik değişiklikler başlatır.

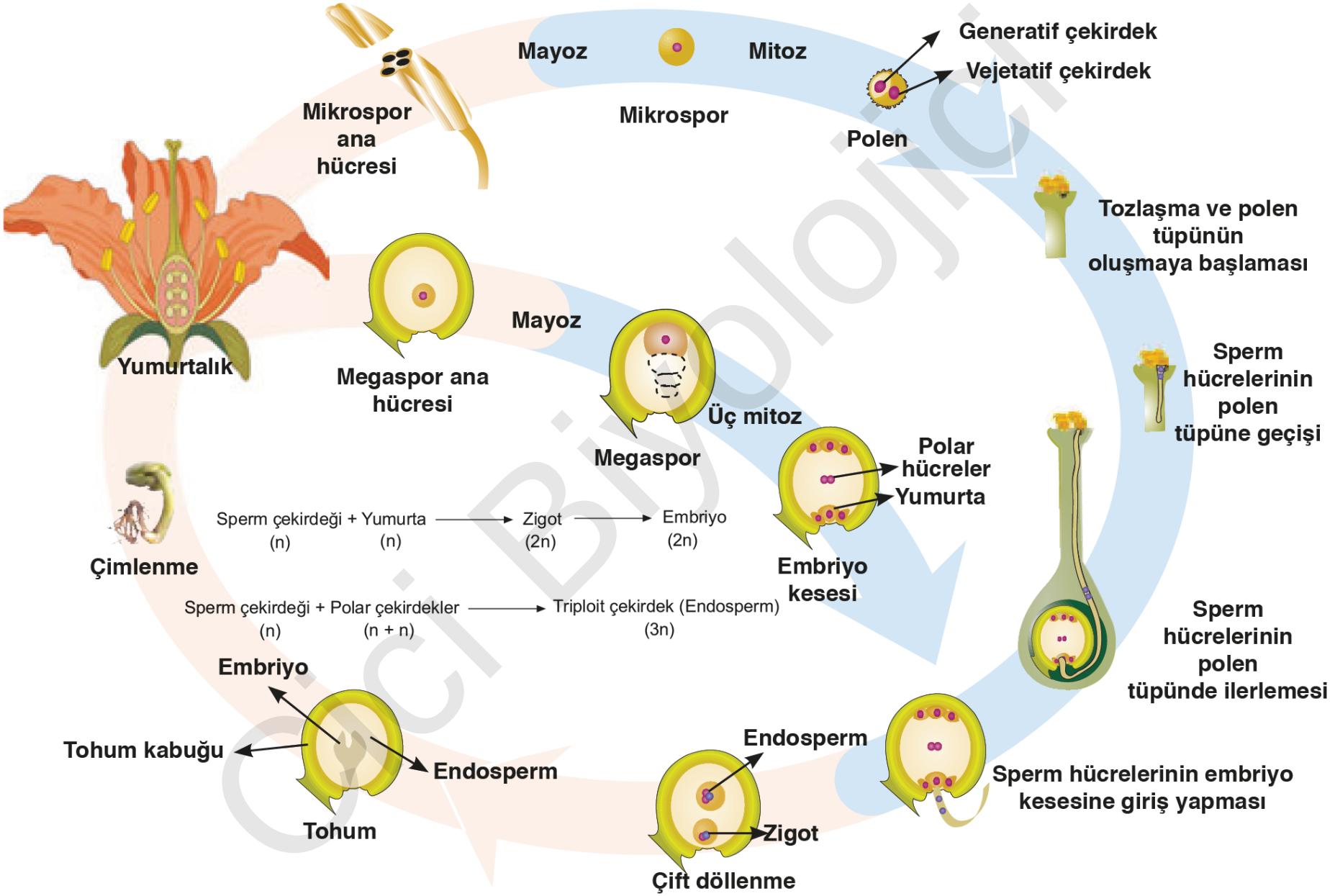
*Su alan tohum genişler ve tohum kabuğu çatlar.

*Suyun alınmasından sonra enzimler, çenek ve besi dokudaki besin maddelerini sindirmeye başlar.

*Besin maddeleri ile embriyonun büyüyen kısımlarındaki hücrelerin bölünüp çoğalması için gerekli enerji sağlanır.
*Mitozla çoğalan embriyo hücreleri, farklılaşarak **embriyonik kök ve embriyonik gövdenin** gelişmesini sağlar.

*Tohum kabuğundan **önce embriyonik kök çıkar** ve yer çekimi yönünde toprak içinde büyüyerek bitkinin kökünü oluşturur. **Sonra gövde çıkar**. Gövde ve yapraklar toprak üstünde gelişir.

Biyolojici


Mayoz
Mitoz
Mikrospor ana hücresi
Mikrospor
Generatif çekirdek
Vejetatif çekirdek
Polen
Tozlaşma ve polen tüpünün oluşmaya başlaması
Yumurtalık
Megaspor ana hücresi
Mayoz
Üç mitoz
Megaspor
Sperm hücrelerinin polen tüpüne geçişi
Polar hücreler
Yumurta
Embriyo kesesi
Çimlenme
Sperm çekirdeği + Yumurta → Zigot → Embriyo
(n) (n) (2n) (2n)
Sperm çekirdeği + Polar çekirdekler → Triploit çekirdek (Endosperm)
(n) (n + n) (3n)
Sperm hücrelerinin polen tüpünde ilerlemesi
Embriyo
Tohum kabuğu
Endosperm
Tohum
Endosperm
Zigot
Çift döllenme
Sperm hücrelerinin embriyo kesesine giriş yapması

Çimlenmeye Etki Eden Çevresel Faktörler

*Tohumun çimlenmesinde genetik ve çevresel faktörler etkili olur.

*Çevresel faktörlerin en önemlileri; **sıcaklık, su ve oksijendir**. Bazı bitki tohumları, çimlenmek için **ışığa ihtiyaç duyar**.

Sıcaklık:

*Birçok bitki tohumu belirli bir sıcaklık aralığında çimlenir.

*Sıcaklık, enzimlerin çalışma hızında ve tohumun su almasında etkilidir.

*Çimlenme için diğer koşullar uygun olsa bile minimum bir sıcaklığın altında veya maksimum bir sıcaklığın üstünde çimlenme gerçekleşmez.

*Soğuk ortamlarda çimlenme yavaştır.

*Çimlenme için gerekli olan sıcaklık, bitki türlerine göre farklılık gösterir.

*Bitkinin türüne bağlı olarak sıcaklığın belli bir değere kadar yükselmesi çimlenme hızını artırmaktadır.

Su:

*Tohumun çimlenmesi için ortamda yeterli miktarda su olması gerekir.

*Tohuma alınan su; metabolik faaliyetleri hızlandırır, enzim faaliyetlerini başlatır.

*Yeterli suyun olduğu ortamlarda tohum çimlenerek gelişir.

*Tohumun çimlenmesi için gerekli olan su, çimlenme sonrası bitkinin büyümesi için de gereklidir.

Oksijen:

*Çimlenme sırasında metabolik faaliyetlerin gerçekleşmesi için enerji gereklidir.

Cici Biyolojici

*Embriyonun gelişimi için ihtiyaç duyulan enerji, çeneklerdeki besinlerin oksijenli solunumla parçalanması ile sağlanır.
*Yeterli oksijenin olmadığı ortamlarda çimlenme süresi uzar veya çimlenme gerçekleşmeyebilir.

*Tohumun çimlenmesi sırasında ortamdaki su miktarı çok olursa tohum yeterli oksijen alamaz ve çimlenme durur.

Cici Biyolojici

CANLILAR VE ÇEVRE

*Göçmen kuşlar, sonbaharda ılıman bölgelere göç eder. Bazı hayvanlar, kış uykusuna yatar. Sonbaharda bazı bitkiler, yapraklarını döker. **Canlıların değişen çevre koşulları karşısında bu tür davranışlar göstermelerinin nedenleri neler olabilir?**

*Dünya; milyonlarca canlının yaşamsal faaliyetlerini sürdürdüğü, ürediği, su ve kara ortamlarından oluşan büyük bir barınaktır. **Canlılar**, birbirleriyle ve çevreleriyle sürekli etkileşim içindedir. Bu etkileşimi inceleyen bilim dalına **ekoloji** adı verilir. **Ekoloji**; **popülasyon ekolojisi, komünite ekolojisi, ekosistem ekolojisi, küresel ekolojisi** şeklinde genişleyen kapsamlı bir bilimdir. Canlıların yaşam süreleri içinde etkinliklerini sürdürdükleri canlı ve cansız bileşenlerden oluşan faktörlerin tümüne **çevre** denir. Canlıları etkileyen hava, kara ve su ortamları **cansız çevreyi** oluşturur. Canlıların etkileşim içinde bulundukları diğer canlılar ise **canlı çevreyi** oluşturur. Belirli bir bölgedeki canlı ve cansız çevrenin tümü ise **ekosistem**i meydana getirir.

*Bir ekosistemde; temel olarak **iklim, sıcaklık, ışık, su, ortamın pH'ı, toprak ve mineraller** gibi cansız etmenler ile **üretici, tüketici ve ayrıştırıcılar** gibi canlı etmenler etkili olmaktadır. Ülkemizde canlı çeşitliliğinin bol olması, farklı çevre ortamlarının zengin olmasından kaynaklanır.

*Tüm canlılar, yaşadıkları çevre ile sürekli etkileşim hâlindedir. Bir ağaç, köklerinden en üstteki yaprağına kadar üzerinde birçok canlıyı barındırır ve birçok canlı için besin kaynağı oluşturur. Bu durum ağacın canlı çevre ile etkileşimine örnektir. Ağaç aynı zamanda toprak oluşumunda ve havadaki oksijen-karbondioksit dengesinin korunmasında görev yapar. Bu durum da cansız çevre ile etkileşime örnektir. Canlıların çevre ile etkileşimi, ekosistemlerdeki besin zincirlerinin oluşumunu ve madde döngülerinin devamını sağlamaktadır. Çevre; hızlı nüfus artışı, aşırı tüketim, fosil yakıtların kullanımı, sanayileşme gibi durumlarla kötüye gitmektedir. Dünyadaki çevre şartlarına bağlı olarak canlılarda kitlesel yok oluşlar görülmekte, doğal yaşam alanları bozulmaktadır. Sürdürülebilir bir çevre için insanlarda çevre bilincinin artırılması ve bir an önce bu konuda tedbir alınması gerekmektedir.

Ogi Biyolojici

ÇEVRE ŞARTLARININ GENETİK DEĞİŞİMLERİN SÜREKLİLİĞİNE OLAN ETKİSİ

*Her türün karakteristik bir yapısı vardır. Bu karakteristik özelliklerden yararlanılarak canlılar arasında sınıflandırmalar yapılmıştır. Aynı türe ait bireylerde gözlemlenen bu karakteristik farklılıklara **varyasyon** adı verilir. **Varyasyonlar, çevrenin etkisiyle kalıtsal olarak gerçekleşebildiği gibi kalıtsal olmadan da gerçekleşebilir**.

***Kalıtsal olmayan varyasyonlarda genler bir değişikliğe uğramaz ancak genlerin işleyişinde bir değişiklik meydana gelir. Bu varyasyonlar, sadece bireyi etkiler ve yavrulara aktarılmaz.** Ortamın sıcaklığı, ışık miktarı, beslenme, kimyasal maddeler ve mekanik etkiler kalıtsal olmayan varyasyonlara sebep olabilmektedir. Güneş ışığının deri rengini koyulaştırması, spor yapan kişilerin kaslarının gelişmesi, kaza sonucu meydana gelen organ ve doku kayıpları, aşırı beslenme sonucu meydana gelen obezite yavru bireylere aktarılmaz. Örneğin sıcaklığın etkisiyle çuha çiçeği farklı renklerde çiçek açar. 15 - 25 °C'de kırmızı renkli iken 25 - 35 °C'de beyaz renkli çiçekler açar.

Görsel 4.4: Kırmızı çuha çiçeği

Görsel 4.5: Beyaz çuha çiçeği

***Aynı türe ait bireyler içerisinde gözlemlenebilen kalıtsal çeşitlilikler kalıtsal varyasyonu oluşturur.** Kalıtsal varyasyonlara **mayoz, döllenme ve mutasyon** gibi olaylar sebep olabilir. Dil yuvarlayabilme ya da yuvarlayamama, göz rengi, saç şekli ve rengi, kan grubu gibi insanlarda bulunan karakteristik özellikler genetik varyasyonlara örnek verilebilir. Kalıtsal varyasyonlar; insanlar dışında hayvan, bitki, mantar, protist, bakteri, arke ve virüslerde de görülür.

*Eşeyli üreyen canlılarda **mayoz ile oluşturulan gametler (eşey hücreleri) birbirinden farklı genetik yapıya sahiptir**. Bu duruma **mayoz sırasında gerçekleşebilen krossing over ve homolog kromozomların rastgele ayrılması sebep olmaktadır. Ayrıca eşeyli üreme sırasında hangi yumurtayı hangi spermin dölleyeceği de şansa bağlı olduğundan yine kalıtsal varyasyonlar meydana gelebilmektedir.**

*Kalıtsal varyasyonlara yol açan **mutasyon**, çevresel etmenlerden dolayı DNA'nın nükleotit dizisinde meydana gelen değişimlerdir. Mutasyona; **radyasyon, ultraviyole ışınlar, X ışınları, radyoaktif maddeler, bazı kimyasal maddeler ve ilaçlar, virüsler** sebep olabilmektedir. Mutasyona sebep olan bu etmenlere **mutajen** denir.

***Mutasyonlar, canlının vücut hücrelerinde (somatik) gerçekleşiyorsa mitoz ile oluşacak yeni hücrelere aktarılır. Vücut hücrelerinde gerçekleşen mutasyon, eşeysiz üreyen canlılar ve bitkilerde yavru bireylere aktarılabilir**. Bitkinin bazı yaprak veya dallarında oluşan mutasyon, bu dalların vejetatif üremesiyle oluşan yeni bitkilerde de görülebilir.

***Eşeyli üreyen canlılarda ise vücut hücrelerinde meydana gelen mutasyon, yavrulara aktarılmaz.** Örneğin insanlarda ultraviyole ışınların etkisiyle deri hücresinde oluşan mutasyon, bu hücrenin bölünmesiyle oluşan yeni hücrelere aktarılır. Ancak bireyin çocuklarına aktarılmaz. Birey öldüğü zaman mutasyon ortadan kalkar. **Canlının gametlerinde mutasyon meydana geliyorsa gametlerin döllenmesiyle oluşacak yavru bireylere bu mutasyon aktarılmış olur**. Böylece popülasyonun gen havuzunda çeşitlilik ve değişim artar. **Mutasyonlar, canlının fenotipi üzerinde etkili ya da etkisiz olabilir.**

*Mutasyonların etkileri, en kolay mikroorganizmalarda incelenebilir. Bu canlılarda üreme hızı daha yüksektir. Bakteriler, küf mantarları, sirke sinekleri ve bitkiler mutasyonların tespiti için değişik yöntemler kullanılarak incelenen canlılara örnektir.

Ciçi Biyolojici

***İnsanları deneylerde kullanmak, biyoetik açıdan uygun değildir**. Bu nedenle insanlardaki mutasyonların tespit edilmesi yalnızca soyağaçlarını analiz etmekle mümkün olabilmektedir. Soyağacında; belirlenen mutasyonun çekinik, baskın, otozomal ya da eşeye bağlı genlerle olup olmadığı saptanabilmektedir.

Görsel 4.9: Mutasyon örnekleri a) Dört yapraklı yonca, b) Albino tavus kuşu, c) Yapışık ananas

Cici Bilgi: Bir popülasyonda bulunan tüm canlıların taşıdığı alellerin toplamına gen havuzu denir.

***Virüsler, mikroorganizmalara göre kalıtsal varyasyonlara daha fazla maruz kalır.** Bu değişiklikler, genellikle kalıtsal yapıda oluşan ve fenotipi de etkileyen mutasyonlar sonucunda ortaya çıkmaktadır. **Virüslerin hızlı mutasyon geçirmeleri, onlarla mücadeleyi zorlaştırmaktadır.** Virüsler, mutasyon sonucu ilaçlara direnç geliştirebilmektedir. Hastalıklara sebep olan virüsleri, uzun vadede ilaçlarla yok etmek bu nedenle etkili olmamaktadır. Bu durum virüslerin yaşama şansını artıran yararlı bir mutasyondur.

***Bir popülasyonda gerçekleşen kalıtsal varyasyonlar ile değişen ortam koşullarına daha dayanıklı ya da dayanıksız bireyler oluşabilir**. Belirli kalıtsal özelliklere sahip olan bireylerin bu özelliklerinden dolayı diğer bireylere göre yaşama ve

üreme olasılıklarının daha yüksek olması durumuna **doğal seçilim** adı verilir. Doğal seçilim yoluyla meydana gelen değişim süreci **adaptasyonu** oluşturur. **Adaptasyon bir canlının belirli bir çevrede hayatta kalma, üreyebilme şansını artıran kalıtsal özelliklerdir**. Adaptasyon; **yapısal, korunma, taklit etme ve davranışsal** olabilir.

***Çevre şartları, bireylerin belirli özellikler taşıyanlarını ön plana çıkarır**. Örneğin bitkinin yapısal olarak yaprak ayası küçük, kütikulası kalın olup su depolayabilme özelliği varsa bu bitki kuraklaşan bir ortama uyum sağlayarak üreyebilir. Yapısal olarak yaprak ayası büyük, kütikulası ince olup ve su depolayamayan bir bitki ise ortama uyum sağlayamaz ve yok olur. Ortam rengine uyum sağlayan hayvanların avcılar tarafından fark edilmeleri zor olduğu için hayatta kalma şansları yüksektir. İklim ve ortam koşulları, hayvanlarda besin bulma şansını bazen azaltabilir. Bu durumda bazı hayvanlarda göç etme, bazı hayvanlarda ise kış uykusu görülür.

*Bir popülasyona ait canlılarda insanlar tarafından seçilen bazı özelliklerin nesiller boyu aktarılmasının sağlanmasına **yapay seçilim** adı verilmektedir. Yapay seçilim; bazı bitki, hayvan ve bakteri türlerinde uygulanmaktadır.

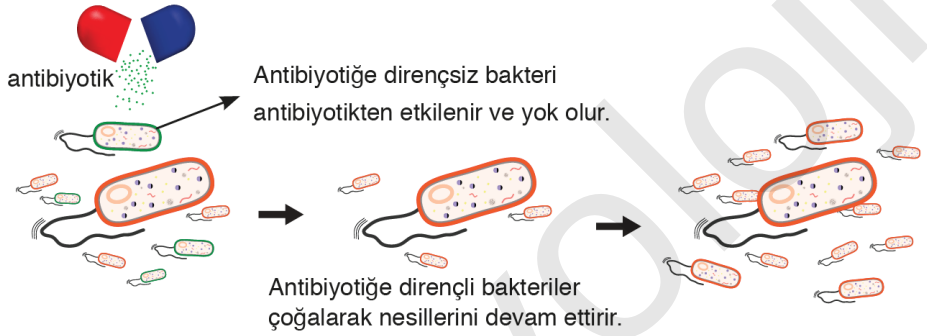
*Bakteriler de doğal ve yapay seçilime uğrayabilmektedir. Çok fazla çeşidi bulunan, kısa sürede çoğalan ve hızlı mutasyon geçiren bakterilerde değişen ortam koşullarına uygun özellikler taşıyanların sayısı artarken
uygun özellikler taşımayanların sayısı
azalır.

Görsel 4.10: a)Yengeç, b) Bukalemunda adaptasyon

Görsel 4.11: Güve kelebeklerinde adaptasyon

Cici Biyoloji

*Günümüzde **bakteri kökenli hastalıklar**, yaygın olarak görülmektedir. Bu hastalıklarla mücadelede **antibiyotikler** kullanılmaktadır. **Antibiyotiklerin yanlış seçilmesi, kullanım süresine uyulmaması ve çok sık kullanılması, bakterilerin antibiyotiğe direncini artırmaktadır. Bakterilerin antibiyotiklere direnç kazanmaları doğal seçilim mekanizmasıyla gerçekleşmektedir.** Antibiyotik direnci, bakterinin hayatta kalma çabasıdır. Antibiyotik tedavilerinde; zayıf olan bakteriler antibiyotiklerden etkilenerek yok olmakta, güçlü olanlar hayatta kalıp nesillerini devam ettirmektedir.



Görsel 4.12: Bakterilerde antibiyotiğe karşı direnç geliştirme

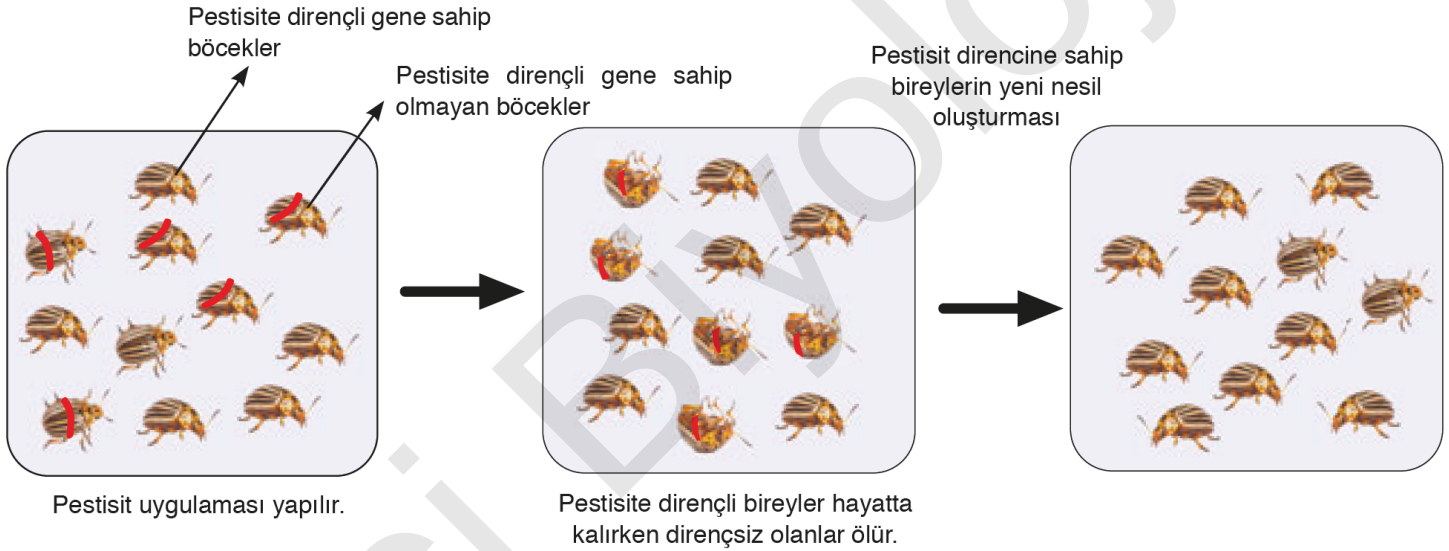
*Antibiyotiğe dirençli olan ve hayatta kalan bakteriler, ilgili genleri **plazmitleri** aracılığıyla diğer bakterilere aktarabilir. Böylece diğer bakteriler de antibiyotiğe direnç geliştirir. Bakterilerin antibiyotiğe direnç geliştirmelerinin diğer nedenleri ise antibiyotik dozunun düşük olması ve geçirdikleri mutasyonlardır.

***Direnç geliştiren bakteri ile mücadele etmek için antibiyotik dozunun artırılması ve kullanım süresinin ayarlanması veya daha etkili antibiyotiklerin kullanılması gerekmektedir.** Ancak bakteriler, bu antibiyotiklere de direnç geliştirebilir. Hangi bakterinin hangi antibiyotiğe direnç gösterdiğini tespit etmek amacıyla laboratuvarlarda **antibiyogram** testi yapılır. Antibiyogram testi ile gereksiz antibiyotik kullanımının önüne geçilmiş olur.

*Tarım arazilerinde istenmeyen bitki, mantar, böcek ve mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyerek zararlarını azaltmak için kullanılan zirai ilaçlara **pestisit** adı verilir. Pestisitlerin; tarımsal üretim, bahçecilik, ormancılık, hayvancılık, toplum hijyeni, böcek kontrolü, ev ve bahçeler gibi çok geniş kullanım alanları bulunmaktadır. Pestisitlerden olan

herbisitler ise istenmeyen, yabancı veya rakip bitkilerin çoğalmasını kontrol altında tutan kimyasal ilaçlardır. Tarım ürünlerinin verimini düşüren yabani otlarla mücadelede herbisitler kullanılmaktadır.

***Kullanılan pestisit ve herbisitlerin zaman içinde etkilerini kaybetmesi, ortamda istenmeyen canlı türlerinin pestisit ve herbisitlere direnç geliştirmelerinden kaynaklanır.** Belirli pestisitlerin sıklıkla kullanılması; doğal olarak pestisit ve herbisitlere dirençli olan bireylerin doğal seçilim mekanizmasıyla ortamda kalmasına, dirençsiz olan diğer bireylerin ise yok olmasına sebep olur. Böylece pestisit ve herbisite dirençli bireylerin sayıları zamanla artar. Dirençli popülasyonlar, insanların daha sık aralıklarla ve çok miktarda ilaçlama yapmasına yol açar. Bu uygulamalar çevre kirliliğini artırır.



Görsel 4.14: Böceklerde pestisit direnci

*Dünyada ve ülkemizde pamuk üretiminde zararlılara karşı pestisitler kullanılmıştır. Bu durum sonucu pamuk zararlısı böceklerde pestisitlere karşı direnç oluşmuş ve büyük ekonomik kayıplar meydana gelmiştir. Dünyada yaygın olarak görülen sıtma hastalığını önlemek amacıyla Dünya Sağlık Örgütünün başlattığı program çerçevesinde DTT uygulaması anofel cinsi sivrisineklerin bu pestisitlere karşı direnç kazanmaları sonucu başarısız olmuştur.

Biyolojici

*Tarımsal alanlarda zararlı bitkilerin herbisitlere karşı dirençli olmasını sağlayan bir diğer faktör de geçirdikleri mutasyonlardır. Her iki durumda da dayanıklı olmayı sağlayan genler, kalıtım yoluyla yeni nesil bitkilere aktarılır. Böylece pestisit ve herbisitler, zaman içinde etkilerini kaybeder. Pestisitler; tarımsal arazilere, ormanlara ve bahçelere uygulandığında hava, su ve toprağa karışır. Buradan da ortamda yaşayan canlılara aktarılarak besin zincirine dâhil olur.

TARIM VE HAYVANCILIKTA YAPAY SEÇİLİM UYGULAMALARI

*Hızlı artan dünya nüfusunun gelecekte besin bulma sıkıntısı yaşamaması için tarım ve hayvancılığa daha çok önem verilmesi gerekmektedir. Tarım arazilerinin ve doğal yaşam alanlarının yok edilmesi, endüstriyel faaliyetlerin artması tarım ve hayvancılık uygulamalarını zora sokmaktadır. Aşırı ve bilinçsizce pestisit kullanılması, yabancı ot ve böceklerde direnç oluşması verimliliği azaltmaktadır. Ayrıca toprak, su ve hava kirliliğine yol açmaktadır.

*İnsanlar, çok eskiden bu yana bitkilerde **yapay seçilim** uygulamıştır. **Bu uygulamalar akraba olan bitki türleri arasında başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.** Günümüzde genetik mühendisliğinin gelişmesi, farklı türdeki bitkiler arasında gen aktarımına olanak sağlamış ve bitkilerdeki genler üzerinde değişiklikler yapılabilir hâle gelmiştir. İnsanlar tarafından seçilmiş ve yetiştirilmiş bitki ve hayvan türleri kültür olarak adlandırılır. Genetik mühendisliği çalışmalarıyla istenen özellikleri taşıyan genler, kültür türlerine aktarılmaktadır.

*Kültür bitkilerinin aynı zamanda herbisitlerden olumsuz etkilenmesini önlemek amacıyla seçilmiş bir bakteri DNA'sı, özel yöntemlerle alınıp bitkiye aktarılır. Böylece herbisitlere dirençli olan kültür bitkileri (transgenik bitki) büyümeye devam ederken yabani otlar ortamdan yok olur. Ayrıca gen aktarımı çalışmalarıyla gelecekte kuraklığın, sel baskınlarının, donma, tuzluluk ve asitliğin yüksek olduğu topraklarda da bitkilerin yetişebilmesi sağlanabilecektir. **Tarımdaki yapay seçilime; buğday başağı veya mısırdaki tane (tohum) sayısının artırılmış olması, yabani hardalın ıslah edilerek brokoli, lahana, karnabahar, bürüksel lahanası gibi çeşitlerinin oluşturulması, menengiç bitkisinden Antep fıstığı üretilmesi örnek verilebilir.**

Ciğ Biyoloji

Görsel 4.17: Yabani hardaldan yapay seçilimle brokoli üretilmesi

Görsel 4.18: Menengiç bitkisinden yapay seçilimle Antep fıstığı üretilmesi

***Hayvanlarda ise yumurtası ve eti için yetiştirilen tavukların da bu özellikleri ön plana çıkarılarak ıslah edilmesi yapay seçilime örnektir. Aynı şekilde süt verimi yüksek ineklerin yetiştirilmesi yapay seçilimle sağlanmıştır. İnsanların bitki ve hayvanlardaki yapay seçilim uygulamaları, süs bitkileri ve evcil hayvanlarda da yapılmaktadır.**

Cici Biyoloji

Görsel 4.19: Yapay seçilim ve biyolojik ıslah örnekleri

***Biyolojik ıslah**; canlıları iyileştirme, daha iyi duruma getirme işlemleridir. Biyolojik ıslah; bitki, hayvan ve mantar gibi canlılarda verimliliği artırmayı amaçlar. Örneğin ülkemizdeki kızılçam ormanlarının ıslahı ile odun ihtiyacının karşılanması hedeflenmektedir. Meraların ıslah edilmesi, büyükbaş ve küçükbaş hayvancılığın devamı açısından önemlidir.

Cici Biyoloji