

TYT

BİYOLOJİ

KONU ANLATIMI NOTU

MERVAN KABAHAH

2026

İÇİNDEKİLER

1. TEMA: YAŞAM BİLİMİ	5
1.1. BİYOLOJİNİN ÖNEMİ VE BİYOLOJİDEKİ DÖNÜM NOKTALARININ İNSAN HAYATINA KATKILARI	5
Biyolojinin Tanımı ve Kapsamı	5
Biyolojik Uzay Araştırmaları	5
Biyolojideki Dönüm Noktaları ve Keşifler	5
1.2. BİLİM, BİLİMİN DOĞASI VE BİLİMSEL ARAŞTIRMA SÜREÇLERİ	6
Bilim ve Bilimsel Yöntem Tanımı	6
Bilimin Doğası ve Özellikleri	6
Bilimsel Yöntem Basamakları	6
1.3. BİLİMSEL ARAŞTIRMALARIN BİLİM ETİĞİNE UYGUNLUĞU	7
Bilim Etiği Tanımı ve Kapsamı	7
Bilimde Karşılaşılan Etik Dışı Davranışlar	7
1.4. CANLILARIN ORTAK ÖZELLİKLERİ	7
Hücreyel Yapı	7
Organizasyon	8
Beslenme	8
Enerji Üretimi ve Tüketimi	8
Metabolizma	9
Boşaltım	9
Büyüme ve Gelişme	9
Üreme	9
Uyarılara Tepki	10
Homeostazi	10
Varyasyon ve Adaptasyon	10
Virüsler	10
1.5. SINIFLANDIRMADA TEMEL YAKLAŞIMLAR VE MODERN SINIFLANDIRMA	10
Biyolojik Sınıflandırma Sistemi	10
İkili (Binomial) Adlandırma ve Sınıflandırma Basamakları	11
1.6. SINIFLANDIRMADA ÜÇ ÜST ÂLEM (DOMAİN) SİSTEMİ	11
Biyolojik Sınıflandırma Sistemi	11
Bakteriler	11
Arkeler	12
Ökaryotlar	12
Canlıların Biyolojik ve Ekonomik Önemi	14
1.7. BİYOÇEŞİTLİLİK	14

2. TEMA: ORGANİZASYON	15
2.1. İNORGANİK MOLEKÜLLER	15
Suyun Yapısı ve Önemi	15
Mineraller	15
2.2. ORGANİK MOLEKÜLLER	16
Karbohidratlar	16
Lipitler (Yağlar)	17
Proteinler	18
Enzimler	19
Nükleik Asitler (DNA ve RNA)	21
Vitaminler	21
2.3. ORGANİK MOLEKÜLLERİN TAYİNİNDE KULLANILAN AYIRAÇLAR	22
2.4. ENZİM AKTİVİTESİNİ ETKİLEYEN KOŞULLAR	23
2.5. HÜCRE VE ALT BİRİMLERİ	23
Hücre Teorisi ve Tarihsel Gelişim:	23
Prokaryot ve Ökaryot Hücre Yapısı	24
2.6. HÜCRE ZARINDAN MADDE GEÇİŞLERİ	27
Hücre Zarı ve Madde Geçişleri (Geçiş Kuralları)	27
Hücre Zarlarından Madde Geçişleri (Sınıflandırma)	27
2.7. KÜÇÜK MOLEKÜLLERİN HAREKETİ: DİFÜZYON VE OZMOZ	28
2.8. HÜCRE, DOKU, ORGAN VE SİSTEMLERİN ORGANİZASYONU	29

3.Tema: ENERJİ	30
Güneşten Besinlere	30
3.1. Canlılık İçin Enerjinin Önemi	30
3.2. Işık Enerjisi Kullanılarak Besin Sentezi (Fotosentez)	31
Fotosentez	31
3.3. Fotosentezde Kullanılan ve Üretilen Maddeler	33
3.4. Işık Enerjisi Kullanılmadan Besin Sentezi (Kemosentez)	34
3.5. SİNDİRİM	35
SİNDİRİMİN TANIMI VE GENEL ÖZELLİKLERİ	35
SİNDİRİM ÇEŞİTLERİ	35
OMURGALILARDA SİNDİRİM YAPILARI	36
3.6. İNSANDA SİNDİRİM SİSTEMİ	39
SİNDİRİM SİSTEMİ ORGANLARI VE GÖREVLERİ	39
SİNDİRİME YARDIMCI ORGAN VE BEZLER	40
BESİNLERİN KİMYASAL SİNDİRİM BASAMAKLARI	40
İNSANDA BESİNLERİN EMİLİMİ VE DOLAŞIMA TAŞINMASI	42
3.7. Hücresel Solunum	43
Hücresel Solunum	43
Oksijenli Solunum (Aerobik Solunum)	43
Glikoliz	43
Krebs (Sitrik Asit) Döngüsü	43
ETS Evresi	44
3.8. Besinlerin Solunuma Katılma Yolları	45
3.9. Fermantasyon	45
Fermantasyon	45
3.10. Enerji-Metabolizma İlişkisi	47
Besinlerden Elde Edilen Enerjinin Canlının Metabolik Süreçlerine Katkısı	47
Farklı Besin Gruplarının Enerji Değerleri	47

4.Tema: EKOLOJİ	47
Ekosistemler	47
4.1. Ekosistemin Bileşenleri	48
Ekosistemin Bileşenleri	48
4.2. Komünitelerde ve Popülasyonlarda Görülen Etkileşimler ve Değişimler	49
Komünite	49
Komünitede Tür İçi ve Türler Arası Etkileşimler	49
Komünitelerde Süksesyon	51
Popülasyon Dinamikleri	51
Popülasyon	51
4.3. Ekosistemdeki Madde ve Enerji Akışı	51
Ekosistemde Madde ve Enerji Akışı	51
Besin Zinciri	51
Besin Ağı	52
Ekolojik Piramitler	52
4.4. Madde Döngüleri	53
Madde Döngüleri	53
Ekolojik Sürdürülebilirlik	55
4.5. Ekolojik Sürdürülebilirliğin Önemi	55
Ekolojik Sürdürülebilirliğin Önemi	55
4.6. Ekolojik Sürdürülebilirliği Kısıtlayan Durumlar	55
Ekolojik Sürdürülebilirliği Kısıtlayan Durumlar	55
Habitat Kaybı/Parçalanması	55
Kirlilik ve Çevre Sorunları	55
Ekolojik Sürdürülebilirliğin Sağlanması	56
4.7. Ekolojik Ayak İzinin Küçültülmesi	56
Ekolojik Ayak İzinin Küçültülmesi	56
4.8. Doğal Kaynakların ve Biyoçeşitliliğin Korunması	57
Doğal Kaynakların ve Biyoçeşitliliğin Korunması	57
4.9. Atık Yönetimi	57
Atık Yönetimi	57

1. TEMA: YAŞAM BİLİMİ

1.1. BİYOLOJİNİN ÖNEMİ VE BİYOLOJİDEKİ DÖNÜM NOKTALARININ İNSAN HAYATINA KATKILARI

BİYOLOJİNİN TANIMI VE KAPSAMI

- **Biyoloji:** Canlıların yapılarını ve işlevlerini inceleyerek yaşamın doğasının anlaşılmasına yardımcı olan bilim dalıdır. Canlıların birbirleriyle ve çevreleriyle etkileşimini inceler.
- Sağlık bilimlerindeki çalışmaların temelini oluşturur.
- İnsan vücudunun yapı ve işlevinin anlaşılması, hastalıkların mekanizmalarının aydınlatılması ve yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesinde kritik rol oynar.
- Çevre ve ekonomiyle de ilgilenerek ekosistemlerin korunması, biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve tarımsal verimliliğin artırılmasına katkıda bulunur.

BİYOLOJİK UZAY ARAŞTIRMALARI

- İnsan bedeninin ve diğer canlıların aşırı sıcak/soğuk, yüksek enerjili radyasyon ve yer çekimsiz ortamlara (uzay koşullarına) vereceği tepkiler araştırılmaktadır.
- Kütle çekim değişikliklerinin etkileri incelenmekte ve ağırlıksız ortam koşullarını dünyada simüle etmek için **santrifüj** cihazları kullanılmaktadır.
- **MOXIE Cihazı:** Bitkilerden ilham alınarak geliştirilmiştir ve karbondioksidi oksijene dönüştürebilmektedir.
- Genetik mühendisliği ve sentetik biyoloji ile uzayda atık suları geri dönüştürebilecek sistemler tasarlanmaktadır.
- Türkiye'nin ilk uzay yolcusu Alper Gezeravcı, Uluslararası Uzay İstasyonunda yaşam bilimleri ile ilgili deneyler yapmıştır.

BİYOLOJİDEKİ DÖNÜM NOKTALARI VE KEŞİFLER

1. **Hastalık Etmenlerinin Bulaşma Yollarının Keşfi (1389-1459):** Akşemseddin, mikroorganizmaların hastalıklardaki rolünü ilk defa ortaya koymuş ve hastalıkların mikroorganizmalar aracılığıyla bulaşabileceği fikrini öne sürmüştür.
2. **Mikroskobun Keşfi (1665):** Robert Hooke, bugünkü iki mercekli (bileşik) mikroskopların temeli olan ilk mikroskobu geliştirmiş ve "Micrographia" adlı eseri yayımlamıştır.
3. **Hücre Teorisinin Oluşturulması (1838):** Matthias Schleiden, Theodor Schwann ve Rudolf Virchow tarafından organizmaların temel yapı taşının hücreler olduğu tanımlanmıştır.
4. **Kalıtım Kurallarının Belirlenmesi (1865):** Gregor Johann Mendel, bezelyeler üzerinde yaptığı çalışmalarda genetik bilginin nesiller arasında nasıl aktarıldığını açıklamıştır.
5. **Antibiyotiğin Keşfi (1928):** Alexander Fleming, bakteri kaynaklı hastalıkların tedavisinde çığır açan antibiyotiklerin ilk örneği olan **penisilini** keşfetmiştir.
6. **DNA Çift Sarmal Yapısının Keşfi (1953):** Rosalind Franklin'in X-ışını çalışmaları ışığında, James Watson ve Francis Crick genetik materyalin hücrede nasıl saklandığını ortaya çıkaran çift sarmal DNA modelini oluşturmuştur.
7. **Rekombinant DNA Teknolojisi (1973):** Stanley Norman Cohen ve Herbert Wayne Boyer, genetik materyalin çoğaltılması ve başka canlılara aktarılmasını (genetik yapının yeniden düzenlenmesi) sağlamışlardır.
8. **Polimeraz Zincir Reaksiyonunun (PCR) Keşfi (1985):** Kary Mullis, belirli bir DNA dizisini milyonlarca kez çoğaltmak için kullanılan bu tekniği geliştirmiştir.
9. **Canlı Klonlanması (1996):** Ian Wilmut ve Keith Campbell, yetişkin ve somatik bir hücreden ilk memeli olan **Dolly** adlı koyunu klonlamıştır.
10. **İnsan Genom Projesi (1990-2003):** İnsan genomunun DNA dizisi tamamen ortaya çıkarılmıştır.
11. **CRISPR-Cas Sisteminin Keşfi (2012):** Jennifer Anne Doudna ve Emmanuelle Charpentier, istenilen bir gen bölgesinde kontrollü düzenleme, ekleme veya çıkarma yapılmasına imkan veren bu özgün teknolojiyi bulmuştur.
12. **Yeni Nesil Aşıların Geliştirilmesi (2021):** mRNA teknolojisi kullanılarak virüsün bir parçasının üretilmesini sağlayan aşılar geliştirilmiş, COVID-19 pandemisi kontrol altına alınmış ve kanser tedavisi için umut verici sonuçlar elde edilmiştir.

1.2. BİLİM, BİLİMİN DOĞASI VE BİLİMSEL ARAŞTIRMA SÜREÇLERİ

- **Tarihsel Arka Plan:** Francesco Redi (1600'ler) ve Louis Pasteur (1800'ler), yaptıkları kontrollü deneylerle "canlıların cansız maddelerden kendiliğinden oluştuğu" inancını çürütmüşlerdir. Yaşamın önceden var olan canlılardan oluştuğu kanıtlanmıştır.

BİLİM VE BİLİMSEL YÖNTEM TANIMI

- **Bilim:** Evrendeki olaylara ve evrenle ilgili merak edilen sorulara yanıt arama sürecinde sistematik bilgi edinme, elde edilen bilgilerin güvenilir ve geçerli olarak açıklanabilmesi sürecidir.
- **Bilimsel Yöntem:** Araştırma sorularının test edilmesi, gözlemlerin yapılması, sonuçların analiz edilmesi yoluyla bilginin artmasını ve bilimsel anlayışın gelişmesini sürekli hâle getiren süreçtir.

BİLİMİN DOĞASI VE ÖZELLİKLERİ

Bilimin doğası, bilimsel araştırmaların nasıl yapıldığını ve bilimsel bilginin nasıl elde edilip değerlendirildiğini açıklar. 7 temel özelliği vardır:

1. **Bilimsel bilginin değişebilir olması:** Bilimsel bilgiler kesin, mutlak ve değişmez değildir. Yeni bulgular ışığında değişebilir.
 2. **Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısı:** Bilimsel bilgi toplumların yaşam tarzlarından, kültüründen ve kabullerinden bağımsız düşünülemez.
 3. **Bilimsel bilginin özgünlüğü:** Daha önce bilinmeyen bir gerçeğin açığa çıkarılması veya mevcut bilginin yeni bir bakış açısıyla değerlendirilmesidir.
 4. **Öznellik (Subjektiflik):** Bilim insanların yaşantıları, eğitimleri ve inançları çalışmalarında etkili olabilir. Bilim tamamen ve mutlak olarak nesnel değildir.
 5. **Bilimsel teoriler ve kanunların farklı yapıları:** Teori ve kanunlar arasında birbirine dönüşme durumu **yoktur**. İkisi farklı kavramlardır. Kanunlar doğa olaylarının "nasıl" gerçekleştiğini açıklarken, teoriler kanunları açıklar ve olayların "neden" gerçekleştiğine cevap verir. Teorilerin belirli bir geçerlilik alanı vardır.
 6. **Bilimsel bilginin gözlemlere ve çıkarımlara dayalı olması:** Bilgiler sistematik bir süreç sonucunda elde edilen gözlemlere ve bu gözlemler üzerinden yapılan çıkarımlara dayanır.
 7. **Bilimsel yöntem algısı:** Bilimde evrensel olarak kabul edilen tek bir bilimsel yöntem **yoktur**. Farklı bilim dallarında farklı araştırma yöntemleri (örn: fizikte deneysel modeller, sosyal bilimlerde anketler) uygulanabilir.
- **Neden Önemlidir?** DNA yapısının keşfi sürecinde (Watson, Crick ve Rosalind Franklin'in katkıları) olduğu gibi, bilimsel çıkarım süreçlerinin, farklı bilim insanların aynı veriye farklı teorik bakış açıları getirebileceğinin ve bilimsel bilginin değişebilen yapısının anlaşılması için gereklidir.

BİLİMSEL YÖNTEM BASAMAKLARI

1. **Gözlem Yapma:** Bilimsel araştırmanın ilk aşamasıdır. Duyu organları veya araç gereç kullanılarak sistemli ve dikkatli bilgi toplanmasıdır.
2. **Problem veya Durumu Belirleme:** Gözlem ve veriler ışığında çözülmek istenen durumun tam olarak ifade edilmesidir. "Neden?" ve "Nasıl?" soruları sorulur.
3. **Veri Toplama:** Doğruluk ve güvenilirlik için önemli bir adımdır. Çok sayıda veri uygun araçlarla ve titizlikle toplanmalıdır.
4. **Hipotez Oluşturma:** Belirli bir durumun veya olayın açıklanması için sunulan önermedir. **Önemli özellik:** Deneysel yöntemlerle test edilebilir, doğruluğu veya yanlışlığı ispatlanabilir olmalıdır.
5. **Hipoteze Dayalı Tahminler:** Hipotezden akıl yürütme yoluyla çıkarılan sonuçlardır. Zaman kaybını önler ve araştırmayı kolaylaştırır.
6. **Deney Tasarlama:** Hipoteze dayalı tahminleri test etmek için çoğunlukla kontrollü deneyler tasarlanır.
 - a. **Bağımsız Değişken:** Deney sırasında araştırmacı tarafından değiştirilen ve etkisi araştırılan değişkendir.
 - b. **Bağımlı Değişken:** Bağımsız değişkene bağlı olarak değişen değişkendir.
7. **Analiz ve Sonuç Çıkarma:** Elde edilen verilerin yorumlanmasına **çıkarma** denir. Bulgular hipotezle çelişirse hipotez değiştirilir veya yeni veriler için yeni deneyler tasarlanır. Veriler hipotezi destekliyorsa sonuçlar raporlanarak bilim çevrelerine duyurulur.

1.3. BİLİMSEL ARAŞTIRMALARIN BİLİM ETİĞİNE UYGUNLUĞU

BİLİM ETİĞİ TANIMI VE KAPSAMI

- **Etik:** İnsanların ahlaki ilkelerini, davranış biçimlerini ve sorumluluklarını belirleyen kurallardır.
- **Bilim Etiği:** Araştırmacıların bilimsel süreç basamaklarındaki davranışlarını ve yöntemlerini etik standartlara göre yönlendiren olgudur.
- Amacı; verilerin doğru toplanması, analiz edilmesi, raporlanması ile deneylerde kullanılan insanların veya hayvanların haklarının/refahının korunmasını sağlamaktır.

BİLİMDE KARŞILAŞILAN ETİK DIŞI DAVRANIŞLAR

1. **İntihal:** Başkalarının yöntemlerini, verilerini, görüşlerini veya şekillerini kaynak göstermeden (atıf yapmadan) kendi eseri gibi kullanmak.
 2. **Taraflı Davranmak:** Bilimsel çalışma süreçlerinde sonuçların istenildiği gibi çıkması için kasıtlı olarak taraflı işlem yapmak.
 3. **Veri Uydurmak (Fabrikasyon):** Araştırmaya dayanmayan (gerçekte olmayan) veriler üretmek ve bunları rapor etmek/yayımlamak.
 4. **Veri Gizlemek/Dışlamak:** Araştırma hipotezini desteklemeyen (işine gelmeyen) verileri bilerek değerlendirme dışında tutmak.
 5. **Mükerrer Yayın:** Aynı araştırma sonuçlarını birden fazla farklı yerde (farklı yayınlarda) yayımlamak.
- Bilimde etik dışı davranışların önlenmesi için temel hedef, bilimsel etik kurallarını benimsemiş bilim insanları yetiştirmek olmalıdır. Yayın ve raporlarda sadece çalışmaya katkısı olanların isimleri yer almalıdır. Ankete dayalı araştırmalarda verilerin doğruluğu ve güvenilirliği sonradan istenildiği gibi değiştirilemez. İstisnasız her durumda derlenen bilgiler için kaynak gösterilmelidir.

1.4. CANLILARIN ORTAK ÖZELLİKLERİ

- Biyoloji biliminin ana çalışma konusu "canlılık" kavramıdır.
- Bir organizmanın canlı olarak kabul edilebilmesi için sahip olması gereken ortak özellikler şunlardır: Hücresel yapı, organizasyon, beslenme, enerji üretimi ve tüketimi, metabolizma, boşaltım, büyüme ve gelişme, üreme, uyarılara tepki ve homeostazi. Kodlama: Hızlı Otobüs Beni Eve, Markete; Bakkala, Gaziantep Üniversitesine Ulaştırdı Hemen.
- Ayrıca canlıların çevresel koşullara uyum sağlamasına yardımcı olan **kalıtsal varyasyon (tür içi çeşitlilik)** ve **adaptasyon (uyum)** gibi özellikleri de bulunur.

HÜCRESEL YAPI

Hücre, canlının temel yapı ve işlev birimidir. Tüm organizmalar bir veya daha fazla hücreden oluşur. Canlılar hücresel yapılarına göre Prokaryot ve Ökaryot olmak üzere ikiye ayrılır:

1. PROKARYOT HÜCRELERİN ÖZELLİKLERİ

- **Çekirdek ve Organeller:** Belirgin bir çekirdeği ve zarla çevrili organelleri yoktur. Sahip oldukları tek organel zarsız bir yapı olan **ribozomdur**.
- **Genetik Materyal:** DNA'sı halkasal yapıdadır ve çekirdek olmadığı için sitoplazmada nükleoit adı verilen bölgede dağınık hâlde bulunur.
- **Kromozom Yapısı:** n kromozomlu, yani monoploit hücrelerdir.
- **Hücre Sayısı ve Üreme:** Bu hücre yapısına sahip canlıların tamamı tek hücrelidir ve bölünerek eşeysiz üreme ile çoğalırlar.
- **Ek Yapılar:** Bazı türlerinde hareketi sağlayan kamçı, hastalık yapıcı olanlarda koruyucu kapsül, antibiyotik direnci gibi ekstra genler taşıyan plazmit DNA'lar, hücre zarı kıvrımları ve besin deposu olarak glikojen granülleri bulunabilir.
- **Örnek Canlılar:** Bakteriler ve Arkeler âlemindeki tüm canlılar prokaryottur.

2. ÖKARYOT HÜCRELERİN ÖZELLİKLERİ

- Çekirdek ve Organeller: Etrafı zarla çevrili gerçek bir çekirdeği ve zarlı organelleri vardır.
- Genetik Materyal: Çekirdek DNA'sı doğrusal yapıdadır. Ayrıca mitokondri ve kloroplast gibi plastitlerin içinde de kendilerine ait DNA'ları bulunur.
- Kromozom Yapısı: Bu hücreler canlı türüne göre n , $2n$ ya da $3n$ kromozomlu olabilir.
- Hücre Sayısı ve Üreme: Amip, öglena ve paramesyum gibi tek hücreli canlıların yanında bitki ve hayvanlar gibi çok hücreli canlılardan da oluşabilirler. Hem eşeyli hem de eşeysiz üreme ile çoğalabilen türleri vardır.
- Örnek Canlılar: Protistalar, Mantarlar, Bitkiler ve Hayvanlar âlemindeki canlılar ökaryot hücre yapısına sahiptir.

3. Prokaryot ve Ökaryot Hücrelerin Ortak Özellikleri

Tüm canlı hücrelerde, canlının türü veya hücresel yapısı ne olursa olsun şu özellikler ortaktır:

- Hücre Zarı: Madde alışverişini sağlayan, hücreyi dış ortamdan ayıran seçici geçirgen zara sahip olma.
- Sitoplazma: Yaşamsal faaliyetlerin gerçekleştiği yarı akışkan ortama sahip olma.
- Genetik Materyal: Kalıtsal bilgiyi taşıyan ve hücresel faaliyetleri yöneten DNA ve RNA moleküllerini bulundurma.
- Ribozom Organeli: Kendi proteinini sentezleyebilmek için ribozom bulundurma.
- Temel Metabolik Olaylar: Solunumun ilk evresi olan glikoliz reaksiyonları, ATP üretimi ve tüketimi, enzim sentezi ile hücre zarından madde geçişi gibi temel olaylar tüm hücrelerde ortaktır.

4. Organellerin Zarlarına Göre Sınıflandırılması

Organeller şu şekilde sınıflandırılır:

- Zarsız Organeller: Ribozom ve sentrozom.
- Tek Zarlı Organeller: Endoplazmik retikulum, golgi aygıtı, lizozom, koful ve peroksizom.
- Çift Zarlı Organeller: Mitokondri ve plastitler (kloroplast, kromoplast, lökoplast).

ORGANİZASYON

- Canlıların bileşenlerinin bir araya gelmesi ve iç yapısının düzenlenmesine **organizasyon** denir.
- Çok hücreli canlılarda organizasyon basamakları şu şekildedir:
 - **Atom → Molekül → Hücresel yapı/Organel → Hücre → Doku → Organ → Sistem → Organizma**
- Canlıların yaşamını sürdürebilmesi ve çevresine uyum sağlayabilmesi için hücrelerin organize şekilde çalışması şarttır.

BESLENME

- Canlılar, yapısal bileşenlerini oluşturmak ve enerjilerini temin etmek için beslenmek zorundadır.
- **Ototrof (Üretici) Beslenme:** İhtiyaç duyduğu besini kendisi üreten canlıların beslenme şeklidir (Örn: Bitkiler).
- **Heterotrof (Tüketici) Beslenme:** Besinini dışarıdan hazır olarak alan canlıların beslenme şeklidir (Örn: Hayvanlar ve mantarlar).
- **Hem Ototrof Hem Heterotrof Beslenme:** Öglena gibi canlılar ışık varlığında fotosentez yaparak kendi besinini üretirken (ototrof), ışık yokken besinini dış ortamdan hazır alır (heterotrof).

ENERJİ ÜRETİMİ VE TÜKETİMİ

- Hareket, büyüme, üreme gibi yaşamsal faaliyetler için enerjiye ihtiyaç duyulur.
- Gerekli enerji büyük ölçüde **ATP molekülünden** karşılanır.
- Besinlerin hücresel yıkımı sırasında açığa çıkan enerjinin bir kısmı ATP'de tutulur. Geri kalan kısmının ısı olarak açığa çıkar.
- Protein sentezi, kas kasılması, sinirsel iletim ve hücre bölünmesi gibi olaylar ATP olmadan gerçekleşemez. Bu nedenle hücrelerde enerji üretimi ve tüketimi kesintisiz devam eder.

METABOLİZMA

- Yaşamın devamlılığı için organizmada gerçekleştirilen kimyasal reaksiyonların bütünüdür. İç denge (homeostazi) korunmasında hayati rol oynar.
- İki sürece ayrılır:
 - **Anabolizma (Yapım):** Basit yapılu küçük moleküllerin karmaşık ve büyük moleküllere dönüştürülmesidir (Örn: Amino asitlerden protein sentezlenmesi, glikozdan polisakkarit oluşumu).
 - **Ek Bilgi:** Dehidrasyon/sentez tepkimeleri birer anabolizma örneğidir ve bu olaylarda hücre genelinde **ATP harcanır**. Protein, glikojen sentezi gibi olaylar solunumdan gelen ATP'yi kullanır. **ANCAK DİKKAT:** Fotosentez olayı solunumdan gelen ATP'yi **KULLANMAZ**, kloroplast ışıkla kendi ATP'sini üretir ve sadece fotosentezde tüketir. Amino asitlerden polipepit sentezi bütün canlılarda ortaktır.
 - **Katabolizma (Yıkım):** Büyük moleküllerin daha küçük bileşenlerine ayrışmasıdır (Örn: Proteinlerin sindirimi, glikozun parçalanması).
 - (Ek Bilgi: Sindirim (hidroliz) reaksiyonlarında enzimler görev alır ancak **ATP HARCANMAZ**. Solunum da bir katabolizma olayıdır ancak sindirimden farklı olarak amacı enerjiyi açığa çıkarıp ATP üretmektir.)

BOŞALTIM

- Yaşamsal faaliyetler sonucu oluşan atıkların (zararlı maddeler, fazla su vb.) organizmadan uzaklaştırılması işlemidir. İç dengeyi korur.
- **Tek hücrelilerde:** Metabolik atıklar doğrudan hücre zarından uzaklaştırılır.
- **Bitkilerde:** Terleme, damlama ve yaprak dökülmesi şeklinde gerçekleşir.
- **İnsanlarda:** Böbreklerde idrar süzülmesi, akciğerlerden karbondioksit ve su buharı atılması, deriden terleme yoluyla gerçekleşir.

BÜYÜME VE GELİŞME

- **Büyüme:** Tek hücrelilerde sitoplazma hacmi ve kütlelerinin artışıyla; çok hücrelilerde ise hücre bölünmesi yoluyla hacim, kütle ve hücre sayısının artışıyla gerçekleşir. Büyüme hayvanlarda sınırlı iken bitkilerde yaşam boyu devam eder.
- **Gelişme:** Canlının sahip olduğu yapıların zamanla belirli bir görevi yapma olgunluğuna erişmesidir (Hücre farklılaşması ve organ oluşumu gibi süreçleri içerir).
- **Örnek:** Bir bebeğin kilo alması büyüme, zamanla emeklemeye başlaması gelişmedir.

ÜREME

- Canlı neslinin devamı ve türlerin sürdürülmesi için yeni bireylerin oluşmasıdır. Canlının kendi yaşamını sürdürmesi için zorunlu bir olay değildir.
- **Eşeysiz Üreme:** Tek ata bireyden döllenme olmaksızın yeni yavruların oluşmasıdır (Örn: Tek hücreliler, bazı bitkiler, omurgasızlar).
 - **Ek Bilgi:** Bitkilerde eşeysiz üremeye "vegetatif üreme" denir (çelikle, yumruyla, sürünücü gövdeyle vb. çeşitleri vardır). Eşeysiz üremede bitkinin çiçek kısmı **KULLANILMAZ**; kök, gövde, yaprak gibi organlar kullanılır.
- **Eşeyli Üreme:** Dişi ve erkek üreme hücrelerinin birleşmesi (döllenme) ile genetik olarak farklı yavruların oluşmasıdır (Örn: Bitki ve hayvanların çoğu).
 - **Ek Bilgi:** Bitkilerin eşeyli üreme organı "Çiçek"tir. Tıpkı hayvanlardaki gibi çiçekte de sperm (polen içinde) ve yumurta görev alır. Eşeyli üreme sonucu oluşan "Tohum", bitkinin uzak çevrelere yayılmasını kolaylaştırır.

UYARILARA TEPKİ

- Bir organizmanın çevresinde meydana gelen içsel veya dışsal (fiziksel/kimyasal) değişikliklere yanıt vermesi durumudur.
- **Tek hücrelilerde:** Hücresel düzeyde tepki görülür (Bakterinin kimyasal maddeyi algılayıp yön değiştirmesi).
- **Çok hücrelilerde:** Hayvanın avcıyı görüp kaçması, ayçiçeklerinin güneşe yönelmesi veya vücut sıcaklığının değişmesi (fizyolojik tepki) gibi şekillerde görülür. Hayatta kalmak için kritik öneme sahiptir.

HOMEOSTAZİ

- Değişen çevre koşullarına karşı organizmanın iç ortamının sabit/kararlı tutulmasıdır (**iç denge**).
- Hücrelerde su miktarının korunması, atıkların atılması, asit-baz dengesinin sağlanması ve vücut sıcaklığının ayarlanması homeostazi örnekleridir.
- Canlının sağlıklı yaşaması için zorunlu bir düzenleme mekanizmasıdır.

VARYASYON VE ADAPTASYON

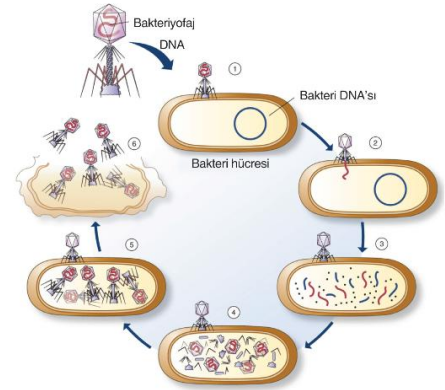
- **Varyasyon:** Genetik ve çevrenin etkisiyle aynı tür bireyleri arasında görülen farklılıklardır (Örn: İnsanlarda göz rengi farklılıkları, kelebek kanat desenleri). Kaynağı mutasyonlar ve eşeyli üremedir, kalıtsaldır.
- **Adaptasyon (Uyum):** Canlının yaşadığı çevrede hayatta kalma ve üreme şansını artıran türe özgü kalıtsal özelliklerin tümüdür (Örn: Bukalemunun renk değiştirmesi, su kuşlarının perdeli ayaklı olması).

VİRÜSLER

- Latince "zehir" anlamına gelir. Canlı mı cansız mı oldukları tartışma konusudur.
- Önceden yapılmış canlı hücre tanımına tam olarak uymazlar; canlı ile cansız arasında kalan bir yapıdadırlar.
- Genel olarak prokaryot ve ökaryot hücrelere göre çok daha küçük ve çok daha basit yapıdadırlar.

Virüslerin çoğalması sırasıyla şu aşamaları içerir:

- Konak hücreye giriş
- Konak hücrenin nükleotitlerini kullanarak kendi nükleik asidinin kopyalarını oluşturma
- Konak hücrenin aminoasit, ribozom ve ATP'lerini kullanarak kendi protein kılıfını üretme
- Kılıf ve nükleik asitlerin montajı sonrası konak hücreyi patlatarak çevreye yayılma
- *Uyarı: Bir bakteriyofaj (virüs) çoğalırken; bakterinin amino asitlerini, nükleotitlerini, ribozomunu ve ATP'sini kullanır. KENDİSİNE AİT sadece genetik şifresini (DNA/RNA) kullanır.*



1.5. SINIFLANDIRMADA TEMEL YAKLAŞIMLAR VE MODERN SINIFLANDIRMA

BİYOLOJİK SINIFLANDIRMA SİSTEMİ

- **Sınıflandırma (Sistematiği):** Canlıların benzerlik, farklılık ve akrabalık derecelerine göre gruplandırılmasıdır. Canlıların öğrenilmesini, incelenmesini ve bilgi aktarımını kolaylaştırır.
- **Taksonomi:** Sınıflandırmanın kural ve kriterlerini belirleyen, isimlendirme yapan bilim dalıdır. Takson, belirli ortak özellikler taşıyan canlı grubudur.
- **Yapay (Ampirik) Sınıflandırma:** Aristo tarafından yapılmıştır. Canlıların dış görünüşleri (morfoloji) ve yaşadıkları ortama göre (havada, karada, suda) yapılan bilimsel olmayan sınıflandırmadır. Analog organlar (kökeni farklı, görevi aynı) dikkate alınır.
- **Doğal (Filogenetik/Modern) Sınıflandırma:** Canlıların evrimsel akrabalıkları, DNA/RNA dizilimleri, protein benzerlikleri, anatomik ve fizyolojik benzerliklerine göre yapılır. Homolog organlar (kökeni aynı, görevi aynı/farklı) dikkate alınır. *Kromozom sayısının aynı olması canlıların akraba olduğunu veya gelişmişlik düzeyini göstermez.*

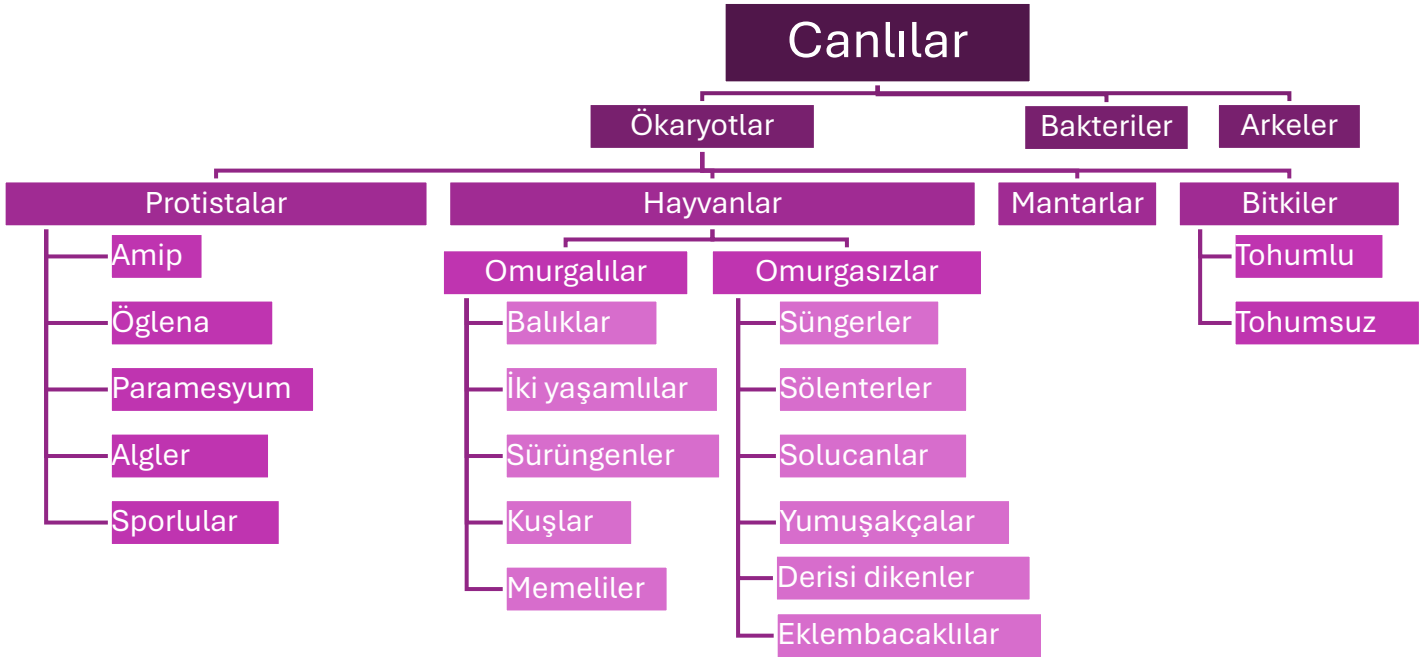
İKİLİ (BİNOMİAL) ADLANDIRMA VE SINIFLANDIRMA BASAMAKLARI

- **Tür:** Ortak atadan gelen, yapısal/işlevsel benzerlikleri olan ve **doğada çiftleştiklerinde verimli (kısır olmayan) döllere verebilen** canlı topluluğudur.
- İsveçli bilim insanı Carl Linnaeus tarafından geliştirilmiştir.
- Her türün Latince iki kelimeden oluşan bir adı vardır:
 - **Cins Adı:** İlk kelimedir, büyük harfle başlar. Akrabalığı gösterir.
 - **Tamamlayıcı Ad:** İkinci kelimedir, küçük harfle başlar. Özellik belirtir.
 - **Örnek:** *Pinus nigra* (Karaçam). (*Pinus* = Cins, *nigra* = Tamamlayıcı, *Pinus nigra* = Tür).
 - **Not:** İki canlının akraba olup olmadığına cins ismine (ilk kelimeye) bakılarak karar verilir.
- **Sınıflandırma Kategorileri (Hiyerarşi):**
 - **Tür → Cins → Aile (Familiya) → Takım → Sınıf → Şube → Âlem → Domain**
 - **KODLAMA: Türkiye Cumhuriyeti Futbol Takımı Sahada Şut Atamayınca Düştü**
 - **Türden Domain'e (Âleme) doğru gidildikçe:** Birey sayısı artar, canlı çeşitliliği artar, ortak gen/protein/özellik sayısı azalır, akrabalık derecesi azalır.

1.6. SINIFLANDIRMADA ÜÇ ÜST ÂLEM (DOMAIN) SİSTEMİ

BİYOLOJİK SINIFLANDIRMA SİSTEMİ

- Carl Woese tarafından geliştirilen modern sistemde canlılar hücre tipi, rRNA dizilimleri ve hücre duvarı yapılarına göre **Bakteriler, Arkeler ve Ökaryotlar** olmak üzere 3 üst âleme (domain) ayrılır. (Virüsler bu sistemde yer almaz).
- **Prokaryotlar:** Bakteriler ve Arkeler. (Zarla çevrili çekirdek ve organelleri yoktur, sadece ribozom taşırlar).
- **Ökaryotlar:** Protista, Mantar, Bitki, Hayvan. (Gerçek çekirdek ve zarlı organelleri vardır).



BAKTERİLER

- Tamamı tek hücreli ve prokaryottur.
- DNA'ları halkasaldır ve histon proteinlerine sarılı **değildir**.
- Çoğunun hücre duvarı **peptidoglikan** yapılıdır.
- Bazı türlerinde ekstra DNA halkaları olan **plazmitler** bulunur (antibiyotik direnci gibi özellikleri taşırlar).
- Hastalık yapan (patojen) türlerinde koruyucu **kapsül** bulunur. Yüzeylere tutunmayı sağlayan **pilus** adı verilen uzantıları vardır. Hareketli olanlarda **kamçı** bulunur.
- **Üreme ve Yaşam:** İkiye bölünerek (eşeysiz) hızla çoğalırlar (mitoz/mayoz görülmez). Oksijenli, oksijensiz solunum veya fermantasyon yapan türleri vardır.

- **Endospor:** Bazı bakterilerin zorlu ortam şartlarında hayatta kalmak için oluşturdıkları dayanıklı yapıdır. Bir üreme şekli değildir. Beslenme şekillerine göre ototrof (fotosentetik/kemosentetik) veya heterotrof (parazit/saprofit) olabilirler.
- **Bakteriler oksijen kullanımına göre 4 gruba ayrılır:**
 - **Zorunlu aerob:** Yaşamak için mutlaka oksijene ihtiyaç duyar.
 - **Zorunlu anaerob:** Oksijenli ortamda yaşayamaz, oksijen onlar için zehirlidir.
 - **Fakültatif anaerob:** Oksijen varsa kullanır, yoksa oksijensiz de yaşayabilir.
 - **Mikroaerofil:** Çok az miktarda oksijene ihtiyaç duyar, fazla oksijen zararlıdır.

ARKELER

- Tek hücreli ve prokaryottur ancak genetik süreçleri (DNA işleyişi, ribozom yapısı) ökaryotlara daha çok benzer.
- DNA'ları halkasaldır ancak bakterilerden farklı olarak **histon proteinlerine** sarılıdır.
- Hücre duvarları vardır ancak yapısı bakterilerden farklıdır (**yalancı peptidoglikan/pseudopeptidoglikan**).
- Genellikle aşırı (ekstrem) koşullarda yaşarlar: Aşırı sıcak (termfiller), aşırı tuzlu (halofiller), aşırı soğuk (psikrofiller) ve metan gazı üretenler (metanojenler - oksijensiz yaşarlar, memelilerin bağırsağında veya bataklıklarda bulunurlar).
- Endospor oluşturmazlar ve insanda hastalık yapan türü henüz keşfedilmemiştir.
- **Arkelerin biyolojik ve ekolojik önemi:**
 - Altın vb. madenlerin saflaştırılması
 - Biyoyakıt ve gübre üretimi
 - Çevre kirliliğinin önlenmesi
 - Otçul canlıların bağırsağında metan üretilmesi

ÖKARYOTLAR

- Zarla çevrili gerçek çekirdekleri ve zarlı organelleri vardır. DNA'ları doğrusal (çizgisel) yapıda olup histon proteinlerine sarılıdır. 4 âleme ayrılırlar: DNA dan RNA sentezlerler. Kemosentez yapmaz.

ÖKARYOTİK CANLILARIN SINIFLANDIRILMASI

PROTİSTA

- Ökaryotların en ilkel grubudur. Genellikle tek hücrelidirler (algler ve cıvık mantarlar hariç).
- **Amip:** Yalancı ayaklarla aktif hareket eder ve beslenir (heterotrof).
- **Paramesyum (Terliksi Hayvan): Silleriyle** hareket eder. İki çekirdeği vardır (büyük çekirdek metabolizma, küçük çekirdek üreme). Ağız, anüs ve kontraktıl kofulu bulunur.
- **Öglena (Kamçılı Hayvan): Kamçısıyla** hareket eder. Kloroplastı vardır (ışıkta fotosentez yapar, karanlıkta heterotrof beslenir - mikсотrof). Göz lekesi (stigma) ışığı algılar.
- **Not:** Tatlı suda yaşayan tek hücreli protistlerde (Amip, Öglena, Paramesyum) fazla suyu ATP harcayarak dışarı atan **kontraktıl koful** bulunur.
- **Algler (Su Yosunları):** Kloroplast taşırlar, dünyadaki atmosferik oksijenin büyük kısmını üretirler. Tek veya çok hücreli olabilirler.
- **Sporlular (Örn: Plazmodyum):** Hareket organeli veya kontraktıl kofulu yoktur. Sıtma hastalığına neden olur (parazittir).
- **Cıvık Mantarlar:** Mantarlara benzerler fakat hücre duvarları yoktur, **yalancı ayaklarla** amipsi hareket ederler, saprofit (çürükçül) beslenirler.

BİTKİLER

- Tamamı çok hücreli, ökaryot ve fotosentetik (ototrof) canlılardır. (Tam parazit bitkiler hariç).
- Hücre duvarları **selüloz** yapılıdır. Depo karbonhidratları **nişasta**dır. Aktif hareket edemezler (sadece durum değiştirme/tropizma yaparlar).
- **Tohumlu Bitkiler (Kriptogamlar):** Çiçek ve tohum oluşturmazlar, sporla ürerler.
 - **Damarsız Tohumlu:** İletim demetleri (ksilem/floem) ve gerçek kök, gövde, yaprakları yoktur (Örn: Kara yosunu, Ciğer otu).
 - **Damarlı Tohumlu:** İletim demetleri vardır. Gerçek kök, gövde, yaprakları vardır (Örn: Eğrelti otu, At kuyruğu).

- **Tohumlu Bitkiler (Spermatofitler):** Çiçek ve tohum oluştururlar, iletim demetleri vardır.
 - *Açık Tohumlular (Kozalaklılar):* Çam, ladin, köknar vb. Gerçek çiçekleri yoktur, üreme organları kozalaklardır. Tohum taslağı açıkta bulunur. Hepsisi çok yıllık ve odunsudur.
 - *Kapalı Tohumlular:* Gerçek çiçek ve meyveleri vardır. Tohum yumurtalık içinde kapalıdır. Tek çenekliler (buğday, mısır, lale) ve çift çenekliler (fasulye, elma, gül) olarak ikiye ayrılırlar.

MANTARLAR (FUNGUSLAR)

- Tek hücreli (maya mantarı) veya çok hücreli (şapkalı ve küf mantarları) olabilirler. Ökaryotturlar.
- Tamamı **heterotroftur** (Tüketici). Kloroplastları yoktur, fotosentez yapamazlar. Parazit veya saprofit (çürükçül) yaşarlar.
- Hücre duvarları **kitin** yapılıdır. Depo karbonhidratları hayvanlar gibi **glikojendir**.
- Vücutları, besin emilimini sağlayan **hif** adı verilen iplikçiklerden oluşur. Hifler birleşerek **miselyumları** oluşturur. (Maya mantarlarında hif/miselyum yoktur).
- Sporla ürerler (Maya mantarı tomurcuklanarak üremesi hariç).
- Liken (mantar + alg) ve Mikoriza (mantar + bitki kökü) adı verilen ortak yaşam (mutualizm) birliktelikleri kurarlar.

HAYVANLAR

- Tamamı çok hücreli, ökaryot, kloroplastsız ve **heterotrof (tüketici/holozoik)** canlılardır.
- Hücre duvarları yoktur. Depo karbonhidratları **glikojendir**.
- Aktif hareket ederler, sinir ve kas sistemleri gelişmiştir (süngerler hariç). Çoğunlukla eşeyli ürerler. İskelet sistemlerine göre ikiye ayrılırlar:

OMURGASIZ HAYVANLAR

- Hayvanların %95'ini oluştururlar. Sırtlarında bir sinir şeridi veya notokord (ilkel omurga) bulunmaz (sinir şeridi karın bölgesindedir). Kemik/kıkırdak iskeletleri yoktur.
- **Süngerler:** En ilkel gruptur. Doku ve organları, sinir sistemleri yoktur. Zeminlere bağlı yaşarlar, sudaki besinleri süzerek alırlar.
- **Sölenterler:** Hidra, denizanası, mercanlar. İlk sinir sistemi (ağsı) ve ilk sindirim boşluğu bu grupta görülür. Yakıcı hücreleri (tentakül) vardır.
- **Solucanlar:** Yassı, yuvarlak ve halkalı solucanlar olarak üçe ayrılır. Birçoğu parazittir (tenya, kancalı kurt). Halkalı solucanlarda (toprak solucanı) kapalı kan dolaşımı görülür. NOT(Tırlı solucan değil eklem bacaklıdır)
- **Yumuşakçalar:** Salyangoz, midye, ahtapot, mürekkep balığı. Çoğunun dışında kalsiyum karbonatlı kabuk bulunur. Ahtapot ve mürekkep balığında kapalı kan dolaşımı görülür.
- **Eklem Bacaklılar:** Hayvanlar âleminin en kalabalık grubudur. Kabuklular, örümcekler, çok ayaklılar ve böcekler. Dış iskeletleri **kitin** yapılıdır. Çizgili kasları sayesinde hızlı hareket ederler. Açık kan dolaşımı görülür. Böcekler başkalaşım (metamorfoz) geçirir ve trake solunumu yaparlar (3 çift bacakları vardır).
- **Derisi Dikenliler:** Denizyıldızı, denizkestanesi. Tamamı denizlerde yaşar. Kalker plaklardan oluşan iç iskeletleri ve su damar sistemleri (tüp ayaklar) vardır. Regenerasyon yetenekleri yüksektir.

OMURGALI HAYVANLAR

- Embriyonik dönemde sırtta **notokord** (sonradan omurgaya dönüşür), sırt tarafında içi boş **sinir kordonu** ve solungaç yarıkları bulunur.
- Kemik veya kıkırdaktan yapılı **iç iskeletleri** vardır.
- Tamamında **kapalı kan dolaşımı** görülür. Kanlarında oksijen taşıyan **hemoglobin** pigmenti alyuvar hücrelerinin içindedir. Boşaltım organları **böbrektir**. Aynı eşeylidirler. 5 sınıfa ayrılırlar:
 1. **Balıklar:** Solungaç solunumu yaparlar. Kalpleri 2 odacıklıdır (sadece kirli kan bulunur). Değişken ısılıdır (soğukkanlı - ektoterm). Dış döllenme, dış gelişme görülür. Kıkırdaklı (köpek balığı, vatoz - yüzme keseleri yoktur) ve kemikli balıklar (hamsi, sazan) olarak ayrılırlar. , Yalnızca büyük dolaşım görülür.

2. **İki Yaşamlılar (Amfibiler):** Kurbağa ve semenderler. Larva döneminde suda (solungaç solunumu), ergin dönemde karada (akciğer ve deri solunumu) yaşarlar. Başkalaşım (metamorfoz) <iskelet solunum ve dolaşım sistemlerinde değişiklik görülür> geçirirler. Kalpleri 3 odacıklıdır. Değişken ısılıdırlar. Dış döllenme, dış gelişme görülür.
3. **Sürüngeler:** Yılan, kertenkele, kaplumbağa, timsah. Vücutları keratin pullarla kaplıdır (deri solunumu yapamazlar). Akciğer solunumu yaparlar. Kalpleri 3 odacıklıdır (timsahlarda 4). Değişken ısılıdırlar. İç döllenme, dış gelişme görülür (kabuklu yumurta).
4. **Kuşlar:** Vücutları **tüylerle** kaplıdır. Ön üyeler kanatlara dönüşmüştür. Dişleri yoktur, gaga vardır. Akciğerlerine bağlı **hava keseleri** uçarken hafiflik sağlar. Kemiklerinin içi boştur. Kalpleri 4 odacıklıdır. **Sabit vücut ısılıdırlar** (sıcakkanlı - endoterm). İç döllenme, dış gelişme (kuluçka) görülür. Ürik asit atarlar.
5. **Memeliler:** Vücutları **kıllarla** kaplıdır. Yavrularını **sütle** beslerler. **Alveollü** akciğerleri, **kaslı diyaframları**, ter/yağ bezleri ve olgunlaştığında **çekirdeğini kaybeden alyuvarları** sadece bu gruba özgüdür. Kalpleri 4 odacıklıdır. **Sabit vücut ısılıdırlar**. Genellikle iç döllenme ve iç gelişme görülür
 - Plasentalılar: Yavru anne karnında plasenta sayesinde gelişir, gelişimini tamamlayınca doğar. (insan, kedi, köpek, inek vb.)
 - Keseliler: Yavru çok erken doğar, gelişimini annenin kesesinde süt emerek tamamlar. (Kanguru, koala vb.)
 - Gagalı memeliler: Yumurta bırakırlar, ancak yavrularını sütle besledikleri için memelidirler. (Ornitorenk, ekidne)

CANLILARIN BİYOLOJİK VE EKONOMİK ÖNEMİ

- **Mikroorganizmalar (Bakteri/Arke/Protist):** Biyoteknolojik çalışmalarda (insülin ve büyüme hormonu üretimi), petrol kirliliğinin temizlenmesinde, atık su arıtımında, biyogaz üretiminde, antibiyotik/aşı yapımında ve ekosistemdeki madde döngüsünde kritik rol oynarlar.
- **Mantarlar:** Doğadaki organik atıkları inorganik maddelere dönüştüren (ayırıştırıcı) temel canlılardır. Peynir, ekmek, antibiyotik (penisilin) üretiminde kullanılırlar.
- **Bitki ve Hayvanlar:** Fotosentez ile atmosfer oksijenini ve besin zincirinin temelini sağlarlar. İnsanların gıda, barınma, tıp/eczacılık, tarım ve hayvancılık ihtiyaçlarını karşılarlar.

1.7. BİYOÇEŞİTLİLİK

- **Biy çeşitlilik:** Bir bölgedeki genlerin, türlerin, ekosistemlerin ve ekolojik olayların oluşturduğu bütünlüğe ve zenginliğe denir. Ekosistemlerin dengesi ve insanlığın refahı için hayati öneme sahiptir.
- **Türkiye'nin Biyoçeşitliliği:** Türkiye, Asya ve Avrupa arasında köprü olması, farklı iklim tipleri, jeolojik yapı ve yükselti farklılıkları nedeniyle biyoçeşitlilik açısından Avrupa'dan daha zengindir. (Yaklaşık 12.000 bitki türü - %30'u endemiktir).
- **Flora:** Belirli bir bölgedeki bitki türlerinin tamamı.
- **Fauna:** Belirli bir bölgedeki hayvan türlerinin tamamı.
- **Endemik Tür:** Sadece belirli bir coğrafi bölgeye özgü, yeryüzünün başka bir yerinde yaşamayan türlerdir. (Örn: Sığla ağacı, Datça hurması, Ankara tiftik keçisi, Van kedisi, Kelaynak).
- **Biyoçeşitliliği Tehdit Eden Unsurlar:** Habitat kaybı, çevre kirliliği, iklim değişikliği, aşırı avlanma/tüketim, istilacı (yabancı) türlerin ekosisteme girmesi.

Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Veri Tabanı (Nuh'un Gemisi Projesi)

- Türkiye'deki yaklaşık 13.500 bitki ve hayvan türünün kayıt altına alındığı, biyoçeşitliliğin ulusal ölçekte dinamik olarak izlendiği veri tabanıdır.
- Bu proje sayesinde Türkiye ve KKTC'deki biyoçeşitlilikte meydana gelen değişimler harita ve grafiklerle anlık takip edilerek, tehlike altındaki türlerin korunması için acil eylem planları ve önlemler alınabilmektedir.

2. TEMA: ORGANİZASYON

2.1. İNORGANİK MOLEKÜLLER

- **Genel Özellikleri:** Canlılar tarafından sentezlenemezler, doğadan hazır olarak alınırlar. Hücresel solunumda enerji verici olarak kullanılmazlar (sadece kemosentez yapan bazı canlılar inorganik maddeleri oksitleyerek enerji üretir).
- Sindirime uğramazlar, hücre zarından doğrudan geçerek kana karışabilirler.
- Genellikle yapılarında Karbon (C) ve Hidrojen (H) atomlarını bir arada bulundurmazlar.
- Metabolizmayı düzenleyici (enzimlerin yapısına kofaktör olarak katılarak) ve yapıya katılma görevleri vardır.

SUYUN YAPISI VE ÖNEMİ

- İki hidrojen pozitif yüklü ve bir oksijen negatif yüklü atomunun kovalent bağ ile birleşmesiyle asimetrik (polar) bir molekül oluşturur.
- Bu polar yapı suyun diğer moleküllerle etkileşime girmesini sağlar.
- Dünya yüzeyinin %75'ini oluşturur (bunun %97'si tuzlu, kalanı tatlı sudur). Canlı vücudunda ortalama %65-70 oranında bulunur. Kemik dokuda %20 iken, kan plazmasında %90, beyin hücrelerinde embriyonik dönemde %85 oranına kadar çıkabilir.

SUYUN GENEL ÖZELLİKLERİ

- **Kohezyon Kuvveti:** Aynı tür moleküllerin (su moleküllerinin) hidrojen bağları ile birbirini çekmesidir. Suyun damla hâlinde durmasını ve bütünlüğünü sağlar.
 - *Yüzey Gerilimi:* Kohezyon sayesinde suyun yüzeyinde oluşan zar benzeri gerilimdir. Bazı böceklerin su üzerinde batmadan yürümesini sağlar.
- **Adezyon Kuvveti:** Farklı moleküllerin (suyun başka bir yüzeye) birbirini çekmesi özelliğidir. Suyun bir bardağa tutunması örnektir.
 - *Bitkilerde Taşıma:* Suyun adezyon ve kohezyon kuvveti sayesinde, su ve çözünmüş mineraller yer çekimine zıt yönde, bitkinin köklerinden en üstteki yapraklara kadar kesintisiz bir sütun hâlinde taşınır.
- **Yüksek Özgül Isı (Isı Kapasitesi):** Suyu ısıtmak veya soğutmak zordur. Bu durum, canlıları ani sıcaklık değişimlerinden korur. Denizler karalara göre geç ısınıp geç soğuyarak iklimleri yumuşatır.
- **Yüksek Buharlaştırma Isısı:** Terleme yoluyla vücuttan fazla ısının atılmasını ve canlının serinlemesini sağlar.
- **Özkütle (Yoğunluk) Özelliği:** Su donduğunda (buz olduğunda) hacmi artar, özkütlesi sıvı hâlden daha düşük olur. Bu nedenle buz suda yüzer. Bu durum, soğuk havalarda göl ve denizlerin sadece yüzeyinin donmasını sağlayarak alt kısımdaki canlı yaşamının devam etmesine olanak tanır (En yoğun olduğu sıcaklık +4 °C'dir).
- **Çözücülük:** Polar bir çözücü olan su, metabolik atıkların seyreltilmesi ve atılması (idrar, ter), besinlerin taşınmasında görevlidir. Enzimatik tepkimelerin gerçekleşebilmesi için ortamda en az %15 oranında su bulunmalıdır. Ayrıca fotosentezde hidrojen ve elektron kaynağı olarak kullanılır.

MİNERALLER

- İnorganik yapıları oldukları için sindirilmezler, hücre zarından geçerler ve enerji vermezler.
- Kanın ozmotik basıncını ve pH değerini dengelerler.
- Enzimlerin yardımcı kısmı (kofaktör) olarak görev alırlar. Fazlası ter ve idrarla atılır.
- Eksikliğinde veya fazlalığında hastalıklar görülür (Örn: Mineral fazlalığı zehirlenmeye yol açabilir). Canlılık için fazla gerekenlere **makromineraler** (Ca, P, Na, K, Cl, S, Mg), az gerekenlere **mikromineraler** (Fe, I, F, Cu, Zn) denir.
- **Demir (Fe):** Hemoglobin (kanın kırmızı rengi ve O₂/CO₂ taşıması) ve miyoglobinin (kasta O₂ tutan) yapısına katılır. Klorofil sentezi için katalizör enzim kofaktörüdür (klorofil yapısında yoktur). *Eksikliği:* Anemi (Kansızlık), tırnaklarda çökme, bitkilerde sararma.

- **Kalsiyum (Ca):** Kemik ve dişlerin yapısına katılır. Kas kasılması, kanın pıhtılaşması ve sinir iletiminde görevlidir. *Eksikliği:* Çocuklarda raşitizm, yetişkinlerde osteomalazi/osteoporoz, kas krampları (tetani). *Fazlalığı:* Böbrek taşı.
 - **Önemli Not (Soru Analizi):**
 - Kalsiyum eksikliğinde kemik esnekliği **artmaz**; aksine kemiğe sertlik ve kütle veren inorganik tuzların kaybıyla kemik yoğunluğu azalır ve kemikler daha kırılğan hale gelir. (Esnekliği organik yapıdaki kollajen lifler sağlarken, yoğunluk ve sertliği kalsiyum sağlar.)
 - Kemik yapım ve yıkım dengesinin en hassas olduğu çocukluk ve yaşlılık dönemlerinde kalsiyum yetersizliği çok daha ciddi yapısal sorunlara yol açar.
- **Fosfor (P):** DNA, RNA, ATP ve hücre zarının (fosfolipit) yapısına katılır. Kemik ve diş oluşumunda kalsiyumla beraber çalışır.
- **İyot (I):** Tiroid bezinden salgılanan tiroksin hormonunun yapısına katılır. Metabolizma hızını düzenler. *Eksikliği:* Basit guatr, çocuklarda zeka geriliği.
- **Sodyum (Na) ve Potasyum (K):** Sinir hücrelerinde uyarı (impuls) iletiminde ve vücut sıvılarının ozmotik dengesinde görevlidirler.
- **Magnezyum (Mg):** Klorofilin yapısına katılır. İnsanlarda kemik/diş yapısına katılır, kas çalışmasında ve enzim kofaktörü olarak görevlidir.
- **Çinko (Zn):** Bağışıklık sistemini güçlendirir, büyüme ve enzim aktivitesinde önemlidir.
- **Flor (F):** Diş ve kemik sağlığı için önemlidir. Eksikliğinde diş çürümesi, fazlalığında dişlerde sararma görülür.
- **Kükürt (S):** Bazı amino asitlerin ve proteinlerin yapısına katılır.

2.2. ORGANİK MOLEKÜLLER

- **Genel Özellikleri:** Yapılarında temel olarak Karbon (C), Hidrojen (H) ve Oksijen (O) atomlarını bir arada bulundurlar. İlaveten N, P, S gibi atomlar içerebilirler.
- Ototrof canlılar tarafından inorganik maddelerden sentezlenirler.
- **Monomer ve Polimer:** Organik bileşiklerin en küçük yapı taşlarına monomer denir. Monomerlerin bir araya gelmesiyle oluşan büyük moleküllere (makromolekül) **polimer** denir. *Not: Lipitler (Yağlar) makromoleküldür ancak polimer yapılı değildir (çünkü aynı veya benzer alt birimlerin tekrarından oluşmazlar).*
- **Dehidrasyon Sentezi:** Monomerlerin kovalent bağlarla birleşerek polimer oluşturmasıdır. Kurulan bağ sayısı kadar su (H₂O) açığa çıkar. ATP harcanır, anabolik (yapım) bir olaydır.
- **Hidroliz (Sindirim):** Su kullanılarak büyük moleküllerin monomerlerine ayrışmasıdır. Bağlar koparılır. ATP harcanmaz, katabolik (yıkım) bir olaydır. Sadece ortamdaki su miktarını azaltır.

KARBOHİDRATLAR

- Hücrelerde birinci dereceden enerji verici olarak kullanılırlar. Yapı taşlarıdır (örneğin hücre zarı, bitki çeperi).
- Formülleri genellikle (CH₂O)_n şeklindedir. Yapılarında C, H, O bulunur (Kitinde fazladan Azot/N bulunur). Monomerleri birbirine **glikozit bağı** ile bağlanır.

1. MONOSAKKARİTLER (TEK ŞEKERLİLER)

- Karbohidratların sindirilemeyen en küçük yapı birimleridir. Hücre zarından direkt geçerler. Kapalı formülleri aynı, açık formülleri farklı moleküllere **izomer** denir (Glikoz, Fruktoz, Galaktoz birbirinin izomeridir).
- **Pentozlar (5 Karbonlular):** Enerji verici olarak kullanılmazlar, yönetici moleküllerin ve ATP'nin yapısına katılırlar.
 - **Riboz:** RNA ve ATP yapısına katılır.
 - **Deoksiriboz:** DNA yapısına katılır. (Ribozdan farkı bir oksijen atomunun eksik olmasıdır).

- **Heksozlar (6 Karbonlular):** $C_6H_{12}O_6$. Enerji vericidirler.
 - *Glikoz (Kan/Üzüm Şekeri):* Sinir hücrelerinin temel enerji kaynağıdır. Kan şekerini oluşturur. En yaygın olanıdır.
 - *Fruktoz (Meyve Şekeri):* Bitkisel kaynaklıdır, en tatlı olanıdır.
 - *Galaktoz (Süt Şekeri):* Süt ve süt ürünlerinde bulunur. (Glikoz ile birleşip laktozu oluşturur).

2. DİSAKKARİTLER (ÇİFT ŞEKERLİLER)

- İki monosakkaritin 1 glikozit bağı ile bağlanması (dehidrasyon) sonucu oluşur. 1 molekül su çıkar. Hücre zarından geçemezler, önce sindirilmeleri (hidroliz) gerekir.
- *Maltoz (Arpa Şekeri):* Glikoz + Glikoz. Bitkiselidir.
- *Sükroz/Sakkaroz (Çay Şekeri):* Glikoz + Fruktoz. Bitkiselidir (Şeker kamışı/pancarı).
- *Laktoz (Süt Şekeri):* Glikoz + Galaktoz. Hayvansaldır (Memeli sütünde bulunur).
- *Laktoz İntoleransı:* İnsanlarda laktozu parçalayan laktaz enziminin yetersiz üretilmesi sonucu, laktozun bağırsak bakterilerince fermente edilmesiyle oluşan gaz, şişkinlik ve sindirim sorunlarıdır.

3. POLİSAKKARİTLER (ÇOK ŞEKERLİLER)

- Çok sayıda (n tane) glikozun glikozit bağıyla bağlanmasıyla oluşur. (n)Glikoz $\rightarrow$ Polisakkarit + (n-1)Su. Çeşitliliği sağlayan, glikozların bağlanma biçimlerindeki farklılıklardır.

DEPO POLİSAKKARİTLER:

- *Nişasta:* Bitkilerin ve alglerin depo şeklidir. Lökoplastlarda, kök, gövde, tohumda depolanır. Suda çok az çözünür. İyot ile mavi-mor renk verir. İnsanlar nişastayı hücre dışında sindirebilir ama hücre içinde depolayamaz.
- *Glikojen:* Hayvan, mantar, bakteri ve arkelerin depo şeklidir. İnsanlarda kas ve karaciğerde depolanır. Karaciğerdeki glikojen kan şekerini düzenlemek için kana verilirken, kas glikojeni sadece kasın kendisi için kullanılır. Suda çözünmez.

YAPISAL POLİSAKKARİTLER:

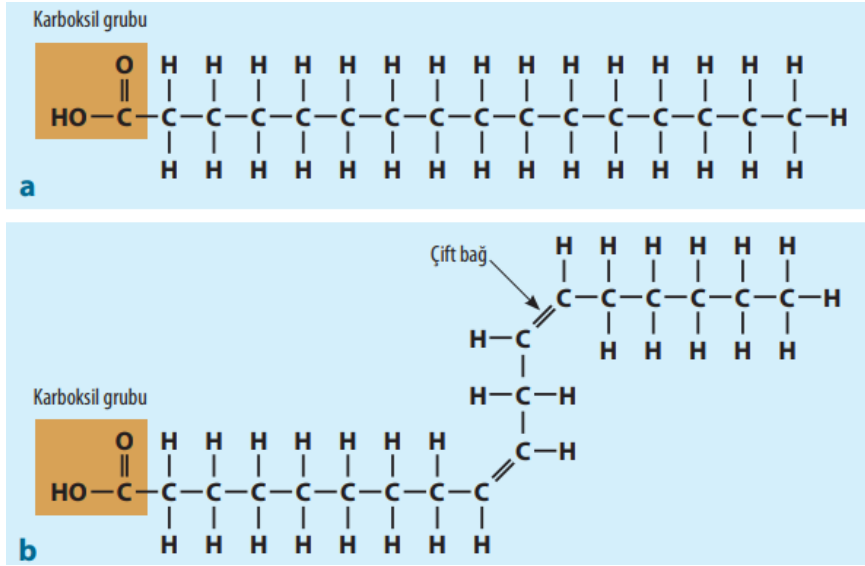
- *Selüloz:* Bitkilerin hücre çeperinin yapısını oluşturur. Düz zincirlidir, lifli yapıdadır ve suda çözünmez. Dünyada en çok bulunan karbohidrattır. İnsanlar selülozu sindiremez (enzimi yoktur) ancak bağırsak epitelini uyarak mukus salgısını artırır, kabızlığı önler ve sağlıklı sindirim sağlar. Geviş getiren otçulların bağırsağındaki simbiyotik bakteriler selülozu sindirebilir.
- *Kitin:* Yapısında Azot (N) bulunan tek karbohidrattır. Eklembacaklıların (böcekler vb.) dış iskeletinde ve mantarların hücre çeperinde bulunur. Normalde esnek ve yumuşaktır (biyoyumlu ameliyat ipliği yapımında kullanılır), kalsiyum karbonat birikmesiyle sertleşir. Suda çözünmez.

LİPİTLER (YAĞLAR)

- C, H, O atomlarından oluşur, bazıları P ve N içerebilir. Suda çözünmezler; eter, kloroform, aseton, alkol gibi organik çözücülerde çözünürler.
- Hücrede ikinci dereceden enerji kaynağıdır. Karbonhidrat ve proteinlere göre **en çok enerjiyi** (içerdikleri yüksek hidrojen oranı nedeniyle) verirler ancak yıkımları için daha fazla oksijene ihtiyaç duyulduğundan ikinci sırada tercih edilirler.
- Aynı zamanda bol metabolik su oluştururlar (kış uykusuna yatanlar, göçmen kuşlar ve çöl hayvanları-develer bu yüzden yağ depolar).
- **Polimer yapılı değildir** (farklı cins alt birimlerden oluştukları için makromolekül sayılırlar ama polimer sayılmazlar).

1. TRİGLİSERİTLER (NÖTRAL YAĞLAR)

- Doğada en çok bulunan lipid çeşididir. Hayvan ve bitkilerde depo lipid formudur. Isı yalıtımı ve mekanik darbelere karşı koruma sağlar.
- Yapısı: 1 Gliserol + 3 Yağ asidi → Trigliserit + 3 H₂O. Aralarında **3 adet ester bağı** kurulur.
- Yağ Asitleri:** Lipitlerin temel yapı taşıdır. Karbon zincirlerinden oluşur. İnsanların sentezleyemeyip dışarıdan almak zorunda olduğu yağ asitlerine **temel (esansiyel/zorunlu) yağ asitleri** denir (Örn: Omega-3).
 - Doymuş Yağ Asitleri:** Karbon atomları arasında tek bağ bulunur, hidrojene doymuştur. Oda sıcaklığında katıdırlar (Tereyağı, kuyruk yağı, iç yağı).
 - Doymamış Yağ Asitleri:** Karbon atomları arasında çift bağ bulunur. Oda sıcaklığında sıvıdırlar (Zeytinyağı, ayçiçek yağı).
 - Trans Yağlar / Margarinler:** Sıvı bitkisel yağların endüstriyel olarak hidrojenle doyurulmasıyla (katılaştırılmasıyla) elde edilir. LDL (kötü) kolesterolü artırıp damar tıkanıklığına sebep olur.



2. Fosfolipitler

- Hücre zarı ve organel zarlarının temel yapısal bileşenidir (çift katlı tabaka oluştururlar).
- Yapısı: 1 Gliserol + 2 Yağ Asidi + 1 Fosfat Grubu.
- Fosfatın bulunduğu "Baş" kısmı suyu sever (Hidrofilik), 2 yağ asidinden oluşan "Kuyruk" kısmı suyu sevmez (Hidrofobik). Bu özellikleri hücre zarının seçici geçirgenliğini sağlar.

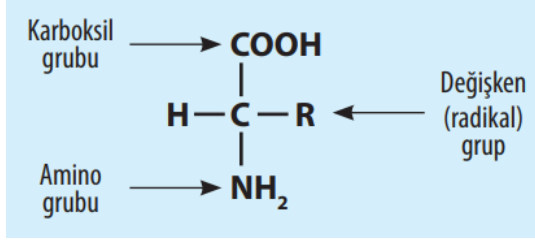
3. STEROİTLER

- Ester bağı içermezler. Monomer yapılı, küçük lipidlerdir (Hücre zarından doğrudan geçerler). 4 halkalı karbon iskeletine sahiptirler.
- Hormonların (östrojen, progesteron, testosteron) ve D vitamininin yapısına katılarak düzenleyici rol oynarlar.
- Kolesterol:** Hayvan hücre zarlarında bulunan steroit çeşididir. Hücre zarına dayanıklılık ve esneklik katar, zarın akışkanlığını sıcaklık değişimlerine karşı dengeler. Safra sıvısının yapısına katılır. Bitki hücrelerinde kolesterol bulunmaz.

PROTEİNLER

- Yapısında C, H, O, N kesinlikle bulunur; S ve P de bulunabilir. DNA şifresine göre (genetik kontrolde) ribozomlarda sentezlenen tek organik bileşiktir.
- Yapısal (saç, tırnak), düzenleyici (enzim, hormon), savunma (antikor), taşıma (hemoglobin), hareket (aktin, miyozin) gibi çok yönlü görevleri vardır. Vücutta karbonhidrat ve lipitler tükendiğinde üçüncü sırada enerji kaynağı olarak kullanılırlar.
- Yapı Taşı (Monomeri):** Amino asitlerdir.

- **Amino Asidin Yapısı:** Merkezde bir Karbon atomu, buna bağlı bir Hidrojen (H) atomu, **Karboksil grubu** (COOH - asidik özellik verir), **Amino grubu** (NH₂ - bazik özellik verir) ve **Radikal (Değişken) grup** bulunur.
 - Hem asit hem baz özellik gösterdiği için **amfoter** özelliktedir (kan pH'ını dengeler).
 - Doğada proteinlerin yapısına katılan 20 çeşit amino asit vardır. Bu çeşitliliği sağlayan şey **Radikal (Değişken) grubun** farklı olmasıdır.
 - İnsanlar bu 20 çeşidin 12'sini kendi sentezleyebilir, 8 tanesini dışarıdan hazır alır. Bunlara **temel (esansiyel) amino asitler** denir.



- **Peptit Bağı ve Polipeptit Oluşumu:** Bir amino asidin karboksil grubu ile diğerinin amino grubu arasında **peptit bağı** kurulur ve 1 molekül su çıkar (dehidrasyon). n(Amino asit) -> Polipeptit + (n-1) Su. İki amino asit birleşirse dipeptit, üçü birleşirse tripeptit oluşur.
- **Protein Çeşitliliğinin Nedenleri:** Şifre veren DNA'nın farklı olması, amino asitlerin sırası, dizilişi ve sayısının farklı olmasıdır. Amino asitlerin bağlanma biçimi (peptit bağı) tüm proteinlerde aynıdır, çeşitlilik yaratmaz.
- **Denatürasyon:** Yüksek sıcaklık, aşırı basınç, kuvvetli asit-baz, tuz derişimi ve radyasyon gibi faktörlerle proteinin üç boyutlu (işlevsel) yapısının bozulmasıdır (Örn: Yumurtanın pışmesi). Denatürasyonda peptit bağları kopmaz, amino asit dizilimi değişmez ancak proteinin biyolojik işlevi kaybolur. Primer (birincil) yapı korunur.
- **Renatürasyon:** Denatüre olmuş bazı proteinlerin şartlar normale döndüğünde eski işlevsel 3 boyutlu hâline geri dönebilmesidir.
- **Önemli İnsan Proteinleri:** Keratin (saç/tırnak), Kolajen (kemik/kıkırdak), Fibrinojen/Protrombin (kan pıhtılaşması), Albümin/Globülin (kan ozmotik basıncı), Antikor/İnterferon (savunma).

ENZİMLER

- Biyolojik katalizörlerdir. Hücrede gerçekleşen kimyasal tepkimelerin hızını artıran, reaksiyona başlamak için gereken aktivasyon enerjisini düşüren ve reaksiyondan değişmeden çıkan moleküllerdir. Reaksiyonu başlatmazlar, başlamış reaksiyonu hızlandırırlar.
- Çoğu protein yapılıdır (RNA yapılı enzimlere *ribozim* denir). Etki ettiği maddeye **substrat** denir.
- Sentezleri hücre içinde (ribozomda) olur ancak hem hücre içinde hem hücre dışında çalışabilirler (sindirim enzimleri gibi).
- Enzimlerin sonuna genellikle "-az" eki gelir (aktif). İnaktif olanlar "-jen" eki alır (Pepsinogen).
- Tersinir (çift yönlü) çalışabilirler (sindirim enzimleri hariç). Takımlar hâlinde çalışabilirler (A enziminin ürünü B enziminin substratı olabilir).

YAPILARINA GÖRE ENZİMLER:

- **Basit Enzim:** Sadece apoenzimden (protein kısımdan) oluşur.
- **Bileşik Enzim (Holoenzim):** Apoenzim (protein) ve ona yardım eden bir kısımdan oluşur. Yardımcı kısım inorganik ise (Demir, magnezyum vb.) **kofaktör**, organik ise (B, C vitamini, NAD, FAD) **koenzim** adını alır.
- Enzimin hangi substrata etki edeceğini *apoenzim* kısmı belirler. Esas işi yapan (tepkimeyi katalizleyen) *yardımcı* kısımdır. Bir apoenzim sadece tek çeşit kofaktör/koenzim ile çalışır, fakat bir koenzim birden fazla apoenzimle çalışabilir.

ENZİM-SUBSTRAT İLİŞKİSİ:

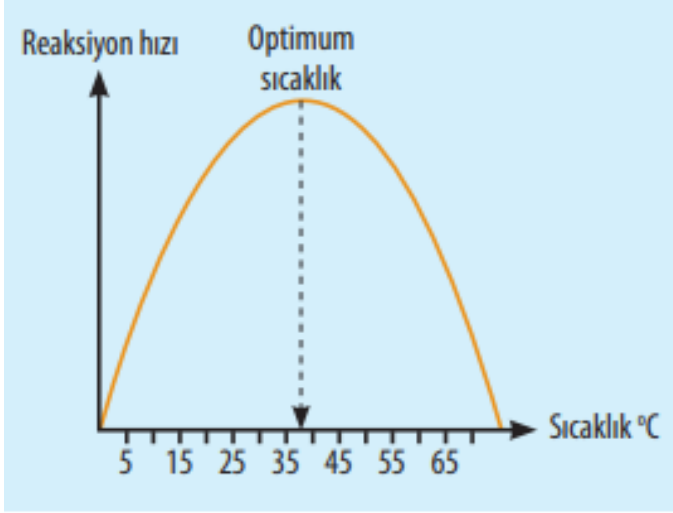
- Enzimin substrata bağlandığı aktif bir bölgesi vardır. Aralarında *Anahtar-Kilit* uyumu vardır. Enzim substrata bağlandığında şekil değişikliğine uğrayarak tam uyum sağlar (*İndüklenmiş Uyum*). Geçici olarak "Enzim-Substrat Kompleksi" oluşur, sonra "Ürün + Serbest Enzim" ayrılır.

GERİ BİLDİRİM (FEEDBACK) İNHİBİSYONU

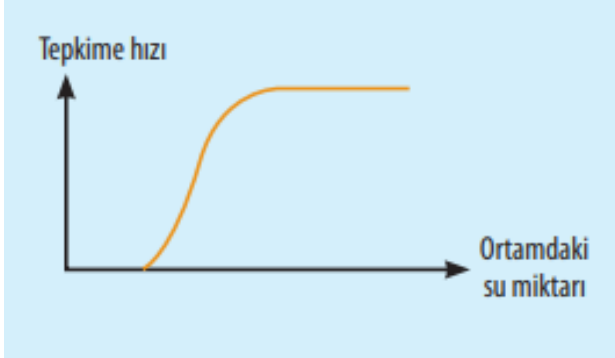
- Takım hâlinde çalışan enzimlerde nihai ürün yeteri kadar biriktiğinde, ilk enzime bağlanarak onu durdurur. Bu negatif geri bildirim, gereksiz enerji harcanmasını ve ürün birikimini önler.

ENZİM AKTİVİTESİNİ ETKİLEYEN KOŞULLAR

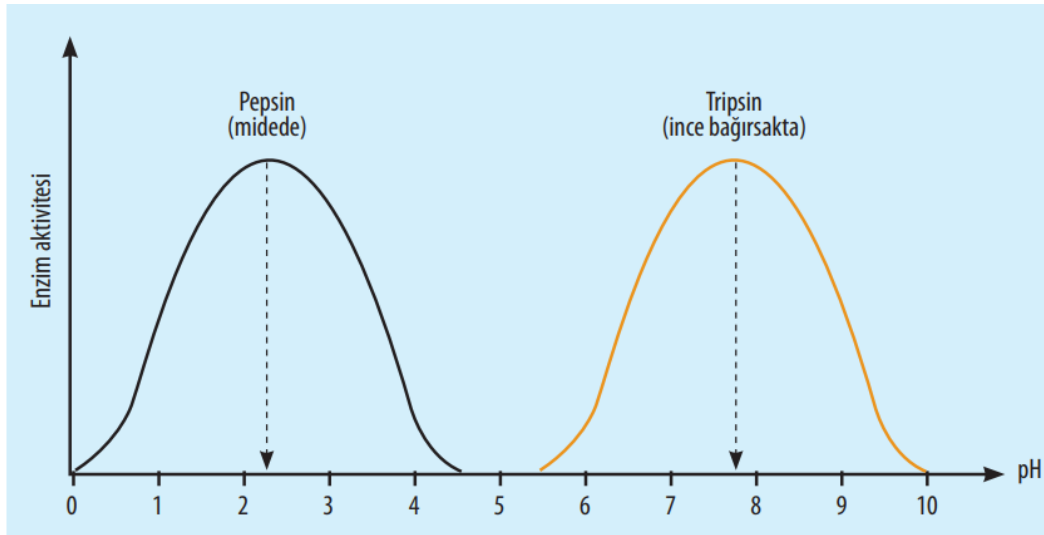
- Sıcaklık:** Protein yapılı olduklarından sıcaklıktan etkilenirler. Enzimlerin en iyi çalıştığı sıcaklığa optimum sıcaklık denir (insanda 35-40 °C). Düşük sıcaklıkta yapı bozulmaz ama enzim durur (buzdolabı mantığı). Yüksek sıcaklıkta (55 °C üstü) yapı denatüre olur, soğutulsa da çalışmaz.



- Ortamdaki Su Miktarı:** Ortamda su oranı %15'in altına düşerse enzim çalışmaz (Tohumların kuruması, kurutulmuş gıdalar, reçel, bal, pastırma yapımı bu mantığa dayanır).



- pH Değeri:** Her enzimin iyi çalıştığı bir optimum pH aralığı vardır. Pepsin (mide) asidik (pH 2), Amilaz (tükürük) nötr (pH 7), Tripsin (bağırsak) bazik (pH 8) ortamda çalışır.



4. Enzim ve Substrat Miktarı:

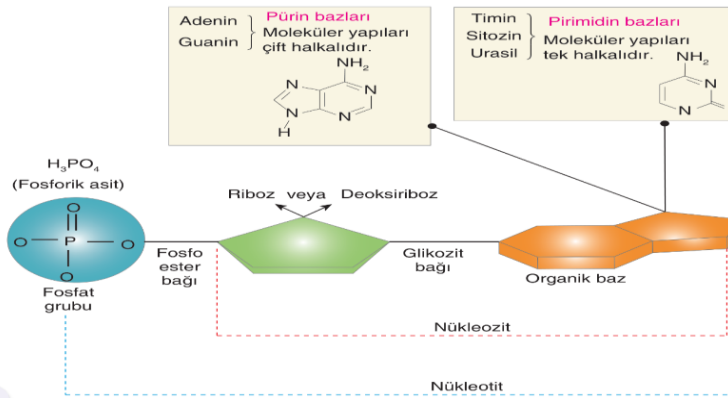
- Yeterli enzim ve yeterli substrat ortamında reaksiyon hızı sürekli artar.
- Sınırlı enzim, sürekli artan substrat ortamında hız artar, enzimler doygunluğa ulaşınca hız sabit kalır.
- Sabit enzim, sınırlı substrat ortamında hız önce artar, sonra azalır ve biter.

5. **Substrat Yüzey Alanı:** Substratın yüzeyi arttıkça enzimin bağlanacağı alan artacağından tepkime hızı artar. (Kıyma, parça etten daha çabuk sindirilir. Dişlerle besinleri çiğnemek sindirimi hızlandırır).

6. **Kimyasal Maddeler:** Hızlandıran maddelere *aktivatör* (su, uygun pH, vitaminler, kalsiyum vb.), yavaşlatan veya durduran maddelere *inhibitör* (siyanür, ağır metaller, yılan zehri, tarım ilaçları) denir.

NÜKLEİK ASİTLER (DNA VE RNA)

- Yapılarında C, H, O, N ve P (Fosfat) bulunur. Genetik şifreyi taşıyan, aktaran ve protein sentezini yöneten makromoleküllerdir.
- **Yapı Taşı:** Nükleotitlerdir.
- **Bir Nükleotidin Yapısı:**
 1. **Azotlu Organik Baz:** *Pürinler* (Çift halkalı, büyük: Adenin, Guanin) ve *Pirimidinler* (Tek halkalı, küçük: Sitozin, Timin, Urasil). (Timin sadece DNA'da, Urasil sadece RNA'da).
 2. **Beş Karbonlu Şeker (Pentoz):** Deoksiriboz (DNA) veya Riboz (RNA). Baz ile şeker arasında **Glikozit bağı** kurulur (oluşan yapıya Nükleozit denir).
 3. **Fosfat Grubu:** İnorganiktir (H_3PO_4). Şeker ile fosfat arasında **Ester bağı** kurulur. Nükleotitlere asidik özellik kazandırır.
- Nükleotitler, şeker ve fosfat kısımlarından alt alta **Fosfodiester bağları** ile bağlanarak nükleik asit zincirlerini oluşturur.



- **DNA (Deoksiribonükleik Asit):** Çift zincirli, sarmal yapıdadır. Kendini eşler (Replikasyon). Hücreyi yönetir ve genetik bilgiyi depolar. A ile T arasında 2, G ile C arasında 3 zayıf hidrojen bağı bulunur (Komplementer baz eşleşmesi: Pürin karşısına Pirimidin gelir). $A/T = 1$, $G/C = 1$, $Pürin/Pirimidin = 1$.
- **RNA (Ribonükleik Asit):** Tek zincirlidir. Kendini eşleyemez, DNA üzerinden sentezlenir. Protein sentezinde doğrudan görev alır. Üç çeşidi vardır: mRNA (mesajcı), tRNA (taşıyıcı), rRNA (ribozomal).

VİTAMİNLER

- Sağlıklı büyüme, gelişme ve metabolizmanın devamlılığı için gereken organik, küçük molekülüdür.
- Sindirime uğramazlar, hücre zarından doğrudan geçerler. Enerji vermezler. Yapıya katılmazlar.
- Bileşik enzimlerin yapısına **koenzim** olarak katıldıkları için düzenleyicidirler.
- Ototroflar tüm vitaminleri sentezlerken, hayvanlar (insanlar) vitaminleri ya hazır alır ya da öncül (provitamin) olarak alıp vücutta aktiveleştirir (Bakteriler kalın bağırsakta sentezleyebilir). Yüksek ısı, ışık, asit, baz, oksijen ve metallerle temasta yapıları çabuk bozulur.
- İhtiyaç duyulan bir vitamin eksikliği başka bir vitaminle giderilemez.

1. YAĞDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLER (A, D, E, K)

- Karaciğerde ve yağ dokuda depolanırlar. Eksiklik belirtileri geç ortaya çıkar. Fazla alınmaları toksik etki yaratır (Zehirlenme/Hipervitaminoz).
- **A Vitamini:** Gözde görme pigmentleri (retinoidler) ve hücre büyümesinde rol oynar. *Eksikliği:* Gece körlüğü, ciltte kuruma. Havuç, karaciğer, süt, yumurtada bulunur. (Provitamin A olarak alınıp karaciğerde A vitaminine dönüşür).
- **D Vitamini:** Steroit yapılıdır. Güneşin ultraviyole (UVB) ışınlarıyla deride provitamin D'den sentezlenir, karaciğer ve böbrekte aktifleşir. Kalsiyum ve fosforun bağırsaktan emilimini sağlar, kemik/diş gelişimini destekler. *Eksikliği:* Çocuklarda raşitizm (kemik eğriliği), yetişkinlerde osteomalazi (kemik erimesi/yumuşaması).
- **E Vitamini:** Güçlü bir antioksidandır. Hücre zarını korur, üreme sisteminde etkilidir. *Eksikliği:* Kısırlık, kas erimesi, alyuvarların parçalanması. Kuruyemişler ve bitkisel yağlarda bulunur.
- **K Vitamini:** Kanın pıhtılaşması için gerekli proteinlerin üretimini sağlar. İnsan kalın bağırsağındaki faydalı bakteriler tarafından da üretilir (Uzun süreli antibiyotik kullanımı bu bakterileri öldürdüğünden K vitamini eksikliğine yol açar). *Eksikliği:* Kanın geç pıhtılaşması. Yeşil sebzelerde bulunur.

2. SUDA ÇÖZÜNEN VİTAMİNLER (B GRUBU VE C)

- Vücutta depolanmazlar (B12 karaciğerde depolanması hariç). Fazlası idrar veya terle dışarı atılır. Bu yüzden günlük olarak tüketilmelidirler. Eksiklik belirtileri çabuk ortaya çıkar.
- **B Grubu Vitaminleri:** Enzimlerin koenzim kısımlarını oluşturur (enerji metabolizmasında görevli). Kan hücrelerinin oluşumu, sinir sistemi gelişimi için şarttır. İnsan bağırsağındaki bakteriler tarafından da sentezlenir. *Eksikliği:* Beriberi (sinir sistemi hastalığı), Pellegra (cilt ve sinir hastalığı), anemi (kansızlık), yorgunluk. Et, süt, karaciğer, tahıl ve yumurtada bulunur.
- **C Vitamini (Askorbik Asit):** Çok güçlü antioksidandır, bağışıklığı güçlendirir. Kolajen proteinin sentezinde, demir emiliminde görevlidir. Havayla temas ettiğinde ve ısıda çok çabuk bozulur. *Eksikliği:* Skorbüt (diş eti kanaması, eklem ağrıları, bağ doku zayıflığı), yara iyileşmesinde gecikme. Narenciye, kuşburnu, domates, yeşil sebzelerde bolca bulunur.

2.3. ORGANİK MOLEKÜLLERİN TAYİNİNDE KULLANILAN AYIRAÇLAR

- **Ayıraç (İndikatör):** Gıda, ilaç, kozmetik, çevre analizi vb. alanlarda, bir karışımın içinde belirli bir organik bileşiğin varlığını renk değişimi yaratarak tespit etmeye yarayan kimyasal maddelerdir. Niteliksel tayin yaparlar.
- **Nişasta Ayıracı:**
 - **İyot çözeltisi (Lugol):** Nişasta ile tepkimeye girdiğinde **Mavi-mor** renk verir. (Örn: Patatese damlatılan iyodun mora dönmesi).
- **Glikojen Ayıracı:**
 - **İyot çözeltisi (Lugol):** Glikojen ile **Kahverengi-kırmızı** renk verir.
- **Selüloz Ayıracı:**
 - **İyotlu Çinko Klorür:** Selüloz ile **Açık mavi veya yeşil** renk verir.
- **Glikoz / Fruktoz (Monosakkarit) Ayıraçları:**
 - **Benedict çözeltisi:** Isı uygulandığında **Kiremit kırmızısı** renk verir.
 - **Fehling çözeltisi:** Isı uygulandığında **Kiremit kırmızısı veya turuncu** renk verir.
- **Protein Ayıraçları:**
 - **Biüret (Biüre) reaktifi:** Peptit bağlarıyla tepkimeye girerek **Açık mavi veya mor** renk oluşturur.
 - **Nitrik Asit:** **Sarı** renk verir (Örn: Ele damladığında deriyi sarartması).
 - **Fehling çözeltisi:** Proteinle tepkimede **Menekşe rengi** verir.
- **Amino Asit Ayıracı:**
 - **Ninhidrin reaktifi:** Amino asidin çeşidine göre **Sarı veya mor** renk verir.
- **Yağ (Lipit) Ayıraçları:**
 - **Sudan III ve Sudan IV çözeltisi:** Yağ molekülleri ile bağlanarak **Kırmızı veya turuncu** renk verir.
 - **Osmik asit:** Doymamış yağlarla tepkimeye girerek **Siyah veya koyu kahverengi** bir renk bırakır (Gıdayı kağıda sürttüğümüzde bırakılan saydam, uçucu olmayan leke de yağ tayinidir).

2.4. ENZİM AKTİVİTESİNİ ETKİLEYEN KOŞULLAR

(Not: Önceki bölümlerde enzimlerin genel özellikleri işlenmiş olsa da, bu bölümde MEB ve kaynak kitaplardaki deneysel yaklaşımlar ve özel durumlar ele alınmaktadır.)

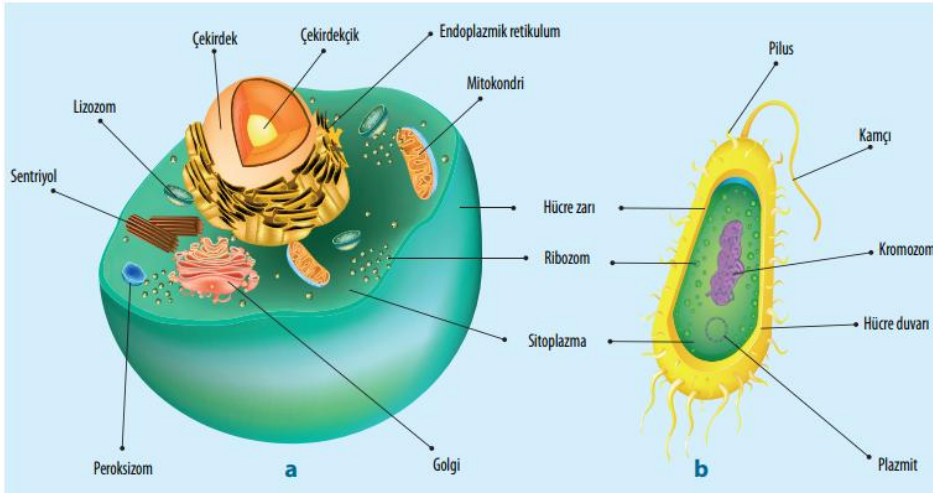
- **Enzim Aktivitesini Etkileyen Temel Faktörler:** Sıcaklık, pH değeri, substrat ve enzim miktarı, su oranı, koenzim/kofaktörler ile aktivatör/inhibitör maddeler enzimlerin çalışma hızını etkiler.
- **Katalaz Enzimi ve Özel Durumu (Sık Sorulan Deney Tipi):**
 - **Katalaz:** Hücrelerde üretilen, serbest radikallerin etkisini azaltan antioksidan bir enzimdir. Karaciğerde, bitkilerde ve mayalarda bolca bulunur.
 - **Görevi:** Hücrede zehirli bir metabolik atık olan Hidrojen Peroksiti (H_2O_2) su ve oksijene parçalayarak etkisizleştirir.
 - **Dikkat Edilmesi Gereken Kural:** Bu deneylerde **Substrat:** Hidrojen Peroksit (H_2O_2), **Enzim:** Karaciğer veya Hamur Mayası'dır.
 - **Deney Yorumu:** Eşit miktarda parça karaciğer, ezilmiş karaciğer ve haşlanmış karaciğer üzerine eşit miktarda H_2O_2 döküldüğünde;
 - **Ezilmiş karaciğerde** reaksiyon en hızlıdır. (Nedeni: *Substrat yüzeyinin artması DEĞİL, ezilme ile hücre içindeki ENZİM MİKTARININ dışarı daha çok çıkmasıdır.*)
 - **Parça karaciğerde** reaksiyon normal hızdadır.
 - **Haşlanmış karaciğerde** reaksiyon olmaz. (Nedeni: Yüksek sıcaklığın enzim yapısını bozması - *Denatürasyon*).

2.5. HÜCRE VE ALT BİRİMLERİ

HÜCRE TEORİSİ VE TARİHSEL GELİŞİM:

- 1595'te Zacharias Janssen'in ilk mikroskobu icat etmesiyle süreç başlamıştır.
- 1665'te **Robert Hooke**, şişe mantarını inceleyerek boş odacıklara "**Hücre (Cellula)**" adını vermiş ve kavramı ilk kullanan bilim insanı olmuştur.
- 1838'de Mathias Schleiden ve Theodor Schwann bitki ve hayvanların hücrelerden oluştuğunu belirlemiş, Rudolf Virchow'un katkılarıyla hücre teorisi son hâlini almıştır.
- **Hücre Teorisi Maddeleri:**
 1. Bütün canlılar bir ya da birden çok hücreden oluşmuştur.
 2. Hücreler, canlıların temel, yapısal ve fonksiyonel birimidir.
 3. Hücreler daha önce var olan bir hücrenin bölünmesi ile oluşur.
 4. Hücreler kalıtım materyalleri (DNA/RNA) içerir ve bunu yavru hücrelere aktarır.
 5. Metabolik tepkimeler hücre içinde gerçekleşir.
- **Mikroskop Çeşitleri:** Işık mikroskobu (canlı/cansız doku incelenebilir, büyütme gücü sınırlıdır) ve Elektron mikroskobu (sadece cansız objeler, nanometre düzeyinde virüs, protein vb. çok yüksek çözünürlükle incelenir).

PROKARYOT VE ÖKARYOT HÜCRE YAPISI



- **Ortak Özellikleri:** Hücre zarı (seçici geçirgen bariyer), Sitoplazma (yarı akışkan sıvı), Genetik materyal (DNA/RNA) ve Ribozom bulundurlar.
- **Prokaryot Hücre:**
 - Zarlı organelleri ve gerçek bir çekirdekleri **yoktur**. DNA'sı halkasaldır ve sitoplazmada **nükleoid** adı verilen bölgede yoğunlaşmıştır. (Örn: Bakteriler ve Arkeler).
- **Ökaryot Hücre:**
 - DNA, çift katlı zarla çevrili **çekirdeğin** içindedir. Çizgisel (doğrusal) DNA'ya sahiptirler. Mitokondri, ER, Golgi vb. zarlı organelleri bulunur. Boyut olarak prokaryotlardan daha büyüktürler. (Örn: Protista, Mantar, Bitki, Hayvan).

HÜCRELERİN YAPISAL BİLEŞENLERİ

Ökaryotik bir hücre dıştan içe doğru; Hücre Zarı (varsa Hücre Duvarı), Sitoplazma ve Çekirdek olmak üzere üç ana kısımdan incelenir.

1. HÜCRE ZARI VE YAPISI

- Hücrenin dış sınırını oluşturan, madde alışverişini sağlayan **seçici geçirgen**, esnek ve canlı bir yapıdır.
- **Akıcı - Mozaik Zar Modeli:** Günümüzde geçerli olan modeldir (Singer ve Nicolson tarafından geliştirilmiştir).
 - **Fosfolipit Tabakası:** Çift katlıdır ve sürekli hareket hâlinde (Akıcılık). Suyu seven (hidrofilik) fosfat başları dışa, suyu sevmeyen (hidrofobik) yağ asidi kuyrukları içe bakar.
 - **Proteinler:** Zarın yüzeyinde veya fosfolipitlerin arasına gömülü (kanal/taşıyıcı proteinler) hâlde bulunurlar ve zarda mozaik bir görünüm oluştururlar. Madde geçişlerinde rol alırlar.
 - **Karbohidratlar:** Zarda tek başlarına bulunmazlar. Proteinlere bağlanarak **Glikoprotein**, lipitlere bağlanarak **Glikolipit** oluştururlar. Bu moleküller hücrenin "**kimlik kartı (reseptör)**" gibidir. Hücrelerin birbirini tanımasını, hormonlara cevap vermesini ve zarın özgülüğünü sağlar.
 - **Kolesterol:** Sadece **hayvan** hücrelerinin zarında bulunur. Zarın akışkanlığını düzenler, dayanıklılığını artırır. Bitki hücre zarında kolesterol bulunmaz.

2. HÜCRE ÇEPERİ (HÜCRE DUVARI)

- Hücre zarının dışında bulunur. Cansızdır, tam geçirgendir (üzerindeki geçitlere *plazmodezma* denir), hücreye şekil verir ve dayanıklılık sağlar.
- **Hangi canlılarda bulunur?**
 - **Bitkiler ve Algler:** Selüloz yapılı.
 - **Mantarlar:** Kitin yapılı.
 - **Bakteriler:** Peptidoglikan yapılı.
 - **Arkeler:** Yalancı peptidoglikan (Pseudopeptidoglikan) yapılı.
- *Hayvan hücrelerinde hücre çeperi YOKTUR.*

3. SİTOPLAZMA VE HÜCRE İSKELETİ

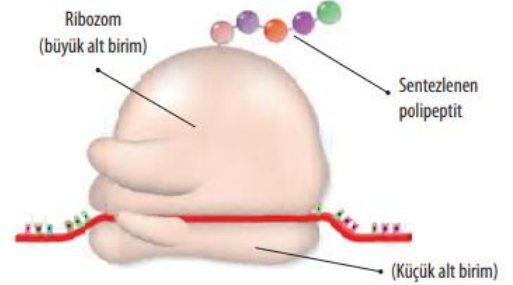
- Hücre zarı ile çekirdek arasını dolduran jelimsi (kolloidal) sıvıdır. İçinde su, mineraller, enzimler ve organeller bulunur. Yaşamsal faaliyetlerin çoğu burada geçer.
- Hücre İskeleti:** Sadece ökaryotlarda bulunan, hücreye şekil veren, organellerin yerini sabitleyen veya hareketini sağlayan protein yapılarıdır (Mikrotübül, Mikrofilament, Ara filament).

ORGANELLER

A. ZARSIZ ORGANELLER

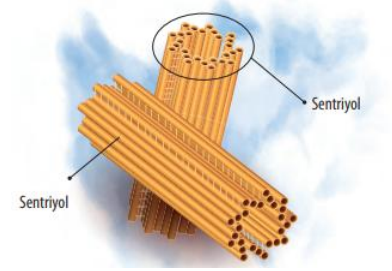
Ribozom:

- Protein sentezinin (amino asitlerin peptit bağıyla birleştirilmesi) yapıldığı yerdir.
- Tüm canlılarda (prokaryot ve ökaryot) bulunur. Evrenseldir.
- rRNA ve proteinden oluşur (nükleoprotein yapısıdır).
- Çekirdekçikte sentezlenen büyük ve küçük olmak üzere iki alt birimden oluşur. Alt birimler sadece protein sentezi sırasında birleşir.
- Sitoplazmada serbest, ER ve çekirdek zarı üzerinde, Mitokondri ve Kloroplast içinde bulunabilir.



Sentrozom (Sentriyoller):

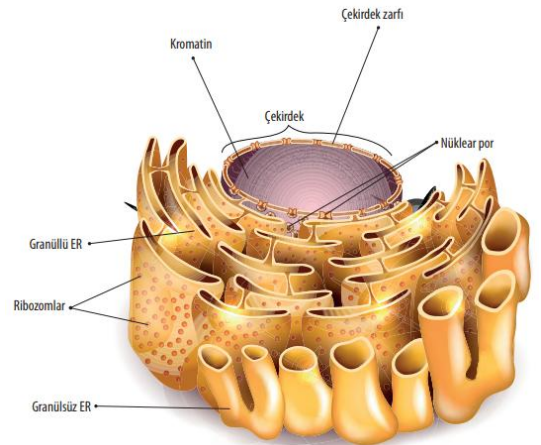
- Hayvan hücrelerinde hücre bölünmesi sırasında iğ ipliklerini oluşturarak kromozomların zıt kutuplara çekilmesini sağlar. Sil ve kamçı oluşumunda görevlidir.
- İki adet birbirine dik sentriyolden (mikrotübül yapı) oluşur. Bölünme öncesi eşlenir.
- Gelişmiş bitki hücrelerinde, olgun alyuvarlarda, sinir ve yumurta hücrelerinde BULUNMAZ.



B. TEK ZARLI ORGANELLER

ENDOPLAZMİK RETİKULUM (ER):

- Çekirdek zarı ile hücre zarı arasında uzanan kanal sistemidir. Madde taşınmasını sağlar, hücreye mekanik destek verir.
- Granüllü ER:** Üzerinde ribozom bulunur. Hücre dışına salgılanacak proteinlerin (hormon, enzim) sentezi ve taşınmasında görevlidir. (Hücrenin zar fabrikasıdır).
- Granülsüz (Düz) ER:** Ribozomsuzdur. Lipit ve karbohidrat sentezi, ilaç ve toksinlerin zehirsizleştirilmesi (karaciğerde), kaslarda kalsiyum (Ca^{++}) depolanması görevlerini yapar.



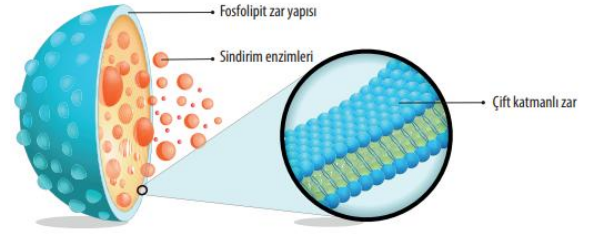
GOLGİ AYGITI:

- Yassılaştırmış keseciklerden oluşur. ER'den gelen maddeleri işler, sınıflandırır, paketler ve salgılar (Vezikül oluşturur).
- Glikoprotein, glikolipit ve bitkilerde selüloz dışındaki polisakkaritlerin (pektin vb.) sentezinde rol oynar.
- Tükürük, ter, süt bezi gibi salgı yapan hücrelerde sayısı fazladır.
- Olgun alyuvarlarda ve sperm hücrelerinde bulunmaz.



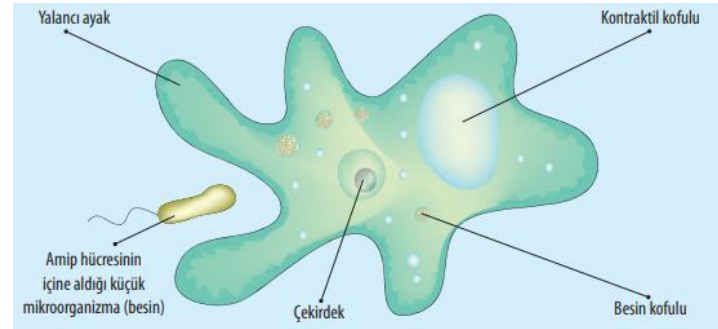
LİZOZOM:

- Hücre içi sindirim organelidir. İçinde hidroliz (sindirim) enzimleri bulunur. (Not: Enzimleri kendi üretmez, ribozomda üretilip Golgi'de paketlenerek lizozoma gelir).
- Yıpranmış organellerin parçalanması (**Otofaji**) ve programlanmış hücre ölümü (**Apoptoz/Otöliz**) olaylarını gerçekleştirir.
- Gelişmiş bitki ve mantar hücrelerinde bulunmaz.*
- Lizozom enzimlerinin eksikliğinde Tay-Sachs hastalığı gibi depo hastalıkları ortaya çıkar.



KOFUL (VAKUOL):

- ER, Golgi, hücre zarı veya çekirdek zarından oluşabilir. Madde depolama ve atıkların uzaklaştırılmasında görevlidir.
- Bitkilerde:** Genç bitkilerde küçük ve çok sayıda, yaşlı bitkilerde büyük ve tek (Merkezi Koful) bulunur. İçindeki renk pigmentleri (antosiyenin) çiçeklere renk verir.
- Besin Kofulu:** Fagositoz ile alınan besinleri taşır. (Lizozomla birleşirse **Sindirim Kofulu** adını alır).
- Kontraktıl (Vurgan) Koful:** Tatlı suda yaşayan tek hücrelilerde (Amip, Öglena, Paramecium) hücreye giren fazla suyu ATP harcayarak dışarı atar.



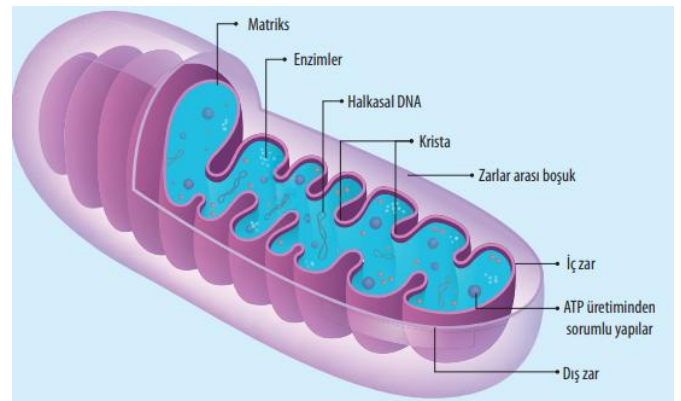
PEROKSİZOM (MİKROCİSİMCİK):

- Hem bitki hem hayvan hücrelerinde bulunur.
- Zehirli maddeleri zehirsizleştirir. İçerdiği **Katalaz enzimi** ile zehirli H_2O_2 'yi su ve oksijene parçalar.
- Bazı yağ asitlerini oksijen kullanarak parçalayıp (oksidasyon) küçültür ve mitokondrinin kullanabileceği boyuta getirir.

C. ÇİFT ZARLI ORGANELLER

MİTOKONDİRİ:

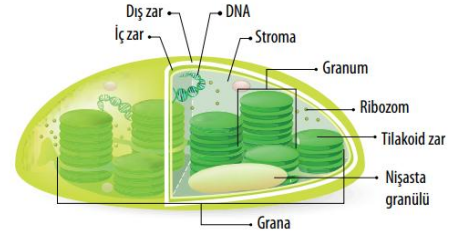
- Oksijenli solunumla hücrenin ATP (enerji) ihtiyacını karşılar (Enerji santralidir). Kas, sinir ve karaciğer gibi enerji ihtiyacı yüksek hücrelerde sayısı fazladır.
- Çift zarlıdır. Dış zar düz, iç zar kıvrımlıdır (**Krista**). Kıvrımlar ETS elemanlarını taşır ve yüzey alanını artırır.
- İçini dolduran sıvıya **Matriks** denir. Matriks içinde kendine ait halkasal DNA, RNA ve ribozomları bulunur.
- Hücrenin enerji ihtiyacına göre çekirdek kontrolünde kendi kendini eşleyip çoğaltabilir.
- İnsandaki mitokondriler sadece anneden (yumurtadan) kalıtılır.*



PLASTİTLER:

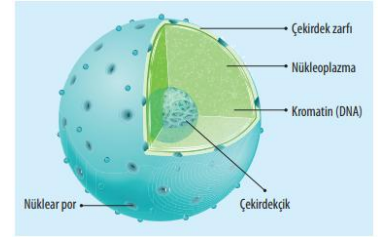
- Bitkilerde ve bazı protistlerde (algler, öglena) bulunur. Hayvan ve mantarlarda bulunmaz. Işık vb. faktörlerle birbirlerine dönüşebilirler (Örn: Yeşil domatesin kızarması).

- **Kloroplast:** Çift zarlıdır. Fotosentez yaparak ışık enerjisinden glikoz (besin) ve oksijen üretir. Kendine ait DNA, RNA ve ribozomu vardır (Çoğalabilir). İçindeki sıvıya **Stroma**, klorofil taşıyan yassı keseciklere **Tilakoit**, bunların üst üste dizilmiş hâline **Granum/Grana** denir.
- **Kromoplast:** Bitkilere yeşil dışındaki renkleri verir. (Karoten-Turuncu/Havuç, Likopen-Kırmızı/Domates, Ksantofil-Sarı/Limon). Çiçeklerin böcekleri çekerek tozlaşmaya yardımcı olmasını sağlar.
- **Lökoplast:** Renksizdir. Kök, gövde ve tohumda bulunur. Karbohidrat (Nişasta), yağ ve protein depolar.



ÇEKİRDEK (NUKLEUS)

- Ökaryot hücrelerin yönetim ve kalıtım merkezidir. 4 kısımdan oluşur:
 - **Çekirdek Zarfı:** Çift katlı zardır, ER ile bağlantılıdır. Üzerindeki porlar (delikler) hücre zarının porlarından büyüktür (RNA ve ATP geçebilir ama DNA geçemez).
 - **Çekirdek Sıvısı (Nükleoplazma):** Sitoplazmaya benzer ancak yoğunluğu daha fazladır.
 - **Çekirdekçik (Nükleolus):** Zarsızdır. rRNA sentezinin ve **ribozom alt birimlerinin** üretildiği yerdir.
 - **Kromatin ve Kromozom:** DNA ve histon proteinlerinden oluşan karmaşık yapıdır. Bölünme sırasında kısalıp kalınlaşarak kromozomlara dönüşür. (İnsan vücut hücrelerinde 46 kromozom vardır. Olgun alyuvarlar çekirdeksizdir).



2.6. HÜCRE ZARINDAN MADDE GEÇİŞLERİ

- Hücrelerin yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi ve homeostaziyi (iç dengeyi) koruması için çevreleriyle madde alışverişi yapması zorunludur.
- Hücre zarından madde geçişleri molekülün büyüklüğüne göre iki ana gruba ayrılır.

HÜCRE ZARI VE MADDE GEÇİŞLERİ (GEÇİŞ KURALLARI)

- **Zardan Kolay Geçenler:** Küçük moleküller büyüklere göre, Nötr moleküller iyonlara (yüküllere) göre, Yağda çözünenler (A,D,E,K) suda çözünenlere (B,C) göre, Negatif yüklü iyonlar (anyonlar) pozitif yüklülere (katyonlara) göre DAHA KOLAY GEÇER.

HÜCRE ZARLARINDAN MADDE GEÇİŞLERİ (SINIFLANDIRMA)

1. KÜÇÜK MOLEKÜLLERİN GEÇİŞİ (PASİF VE AKTİF TAŞIMA)

A. PASİF TAŞIMA

- Küçük moleküllerin **Çok Yoğun** oldukları ortamdan **Az Yoğun** oldukları ortama doğru kendi kinetik enerjileriyle geçmesidir.
- **ATP (Enerji) HARCANMAZ.** Her iki yöne (hücre içine veya dışına) gerçekleşebilir. Yoğunluklar eşitleninceye kadar devam eder. Canlı ve cansız ortamlarda görülebilir.
 - **Basit Difüzyon:** Yağda çözünen maddelerin (O_2 , CO_2 , A, D, E, K vitaminleri, alkol) fosfolipit tabakasından doğrudan, taşıyıcı protein kullanılmadan geçişidir.
 - **Kolaylaştırılmış Difüzyon:** Suda çözünen ve zardan doğrudan geçemeyen moleküllerin (Glikoz, amino asit, tuzlar, iyonlar) hücre zarındaki **kanal veya taşıyıcı proteinler** yardımıyla, ATP harcanmadan çoktan aza geçişidir.

Difüzyon Hızını Etkileyen Faktörler :

- Yoğunluk farkı arttıkça hız ARTAR.
- Sıcaklık arttıkça (moleküllerin kinetik enerjisi artacağından) hız ARTAR.
- Difüzyon yüzey alanı (mikrovilluslar vb.) arttıkça hız ARTAR.
- Molekül büyüklüğü arttıkça hız AZALIR.
- Zardaki por sayısı arttıkça hız ARTAR.

B. AKTİF TAŞIMA

- Küçük moleküllerin **Az Yoğun** ortamdan **Çok Yoğun** ortama (veya yoğunluklar eşitken) taşınmasıdır.
- **ATP (Enerji) KESİNLİKLE HARCANIR.** Enzimler ve Taşıyıcı Proteinler (pompalar) görev alır (Örn: Sodyum-Potasyum pompası).
- Sadece **canlı** hücrelerde görülür. Çift yönlü gerçekleşebilir.

2.BÜYÜK MOLEKÜLLERİN GEÇİŞİ

Büyük yapıli moleküllerin (protein, polisakkarit) zardan geçişidir. ATP her zaman harcanır, enzimler görev alır, taşıyıcı protein kullanılmaz ve yoğunluk farkı önemsizdir.

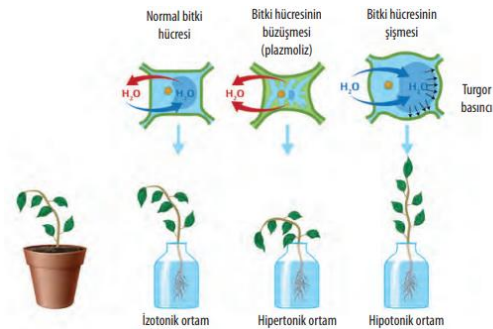
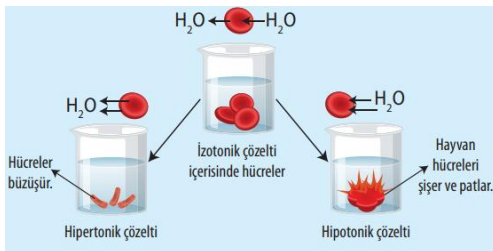
1. Endositoz (İçeri Alma):

- Büyük moleküllerin hücre zarı kofulları yardımıyla hücre içine alınmasıdır. **Hücre zarının yüzey alanı küçülür.** (Çünkü zarın bir kısmı koful olur).
- Çeperli olan hücreler (Bakteri, Mantar, Bitki) endositoz YAPAMAZ.
- İkiye ayrılır: Fagositoz (Katı maddelerin yalancı ayaklarla alınması - Örn: Amip, Akyuvarlar) ve Pinositoz (Sıvı maddelerin pinositik cep ile alınması).

2. Ekzositoz (Dışarı Atma):

- Hücre içindeki büyük maddelerin (salgı, enzim, hormon, atık) kofullarla hücre zarına kaynaşp dışarı atılmasıdır. **Hücre zarının yüzey alanı büyür.**
- Prokaryotlar zarlı organel (koful vb.) oluşturamadığı için ekzositoz YAPAMAZ.
- Çeperli hücreler (Bitkiler, mantarlar) ekzositoz YAPABİLİR (Örn: Böcekçil bitkinin enzim salgılaması, bitkilerin nektar salgılaması).

2.7. KÜÇÜK MOLEKÜLLERİN HAREKETİ: DİFÜZYON VE OZMOZ



Ozmoz: Suyun yarı geçirgen bir zardan (aquaporin denilen protein kanallarından), suyun çok olduğu (maddenin az olduğu) ortamdan suyun az olduğu (maddenin çok olduğu) ortama doğru net geçişidir (Suyun difüzyonu). ATP harcanmaz.

Çözünen Madde Yoğunluğuna Göre Çözelti Çeşitleri ve Osmotik Olaylar:

- **Hipertonik Çözelti (Çok Yoğun Ortam):** Madde miktarının hücreye göre fazla, suyun az olduğu ortamdır (Tuzlu su, şekerli su).
 - **Plazmoliz (Büzülme):** Hücre hipertonik ortama konursa dışarıya su vererek büzülür. Bitki hücrelerinde hücre zarı ile çeper arasındaki mesafe artar.

- **Hipotonik Çözelti (Az Yoğun Ortam):** Madde miktarının hücreye göre az, suyun fazla olduğu ortamdır (Saf su).
 - **Deplazmoliz:** Plazmoliz olmuş bir hücre hipotonik ortama konursa dışarıdan su alarak eski hâline döner.
 - **Hemoliz:** Hayvan hücreleri hipotonik ortamda gereğinden fazla su alırsa şişer ve patlar. Bitki, mantar ve bakterilerde hücre duvarı olduğu için patlama (hemoliz) görülmez.
- **İzotonik Çözelti (Eş Yoğun Ortam):** Madde ve su oranının hücre ile eşit olduğu ortamdır. Madde alışverişi devam eder ancak net geçiş sıfırdır. Hücrenin şekli değişmez (Örn: Serum fizyolojik).

Basınç Kavramları:

- **Ozmotik Basınç (OB):** Hücre içindeki çözünmüş maddelerin hücre zarına yaptığı basınçtır. Hücrenin **su alma isteğidir**. Madde yoğunluğu artarsa OB artar.
- **Turgor Basıncı (TB):** Hücre içindeki suyun hücre zarına ve çeperine yaptığı basınçtır. Bitkilerde dik durmayı ve stomaların açılmasını sağlar. (OB ve TB birbirine **ters orantılıdır**).
- **Emme Kuvveti (EK):** OB - TB formülüyle ifade edilir. Suyun çekilme gücüdür.

2.8. HÜCRE, DOKU, ORGAN VE SİSTEMLERİN ORGANİZASYONU

Canlılık ve Organizasyon

- Canlıların yaşamsal faaliyetlerini belirli bir sistem ve düzen içinde gerçekleştirmesine **organizasyon** denir.
- Doğadaki tüm canlılar (tek hücreliden en karmaşık çok hücreliye kadar) bir organizasyon şemasına uyar. Bu organizasyon, iç dengeyi (homeostazi) korumak ve yaşamsal faaliyetleri minimum enerji ile maksimum verimde sürdürmek için şarttır.

Organizasyon Düzeyleri

- **Tek Hücreli Canlılarda Organizasyon:**
 - Organizasyon **Hücre** seviyesinde biter. Doku, organ veya sistem oluşumu YOKTUR.
 - Şema: Atom → Molekül → Makromolekül → Organel → Hücre (Birey).
- **Çok Hücreli Canlılarda Organizasyon:**
 - Belirli bir görevi yapmak için bir araya gelmiş benzer hücreler topluluğuna **Doku** denir.
 - Ortak bir işlevi yerine getiren dokuların birleşmesiyle **Organ** oluşur (Örn: Kalp, mide, yaprak).
 - Organların bir araya gelmesiyle **Sistem** (Solunum, Dolaşım vb.) oluşur.
 - Sistemlerin birleşmesiyle **Organizma (Canlı Birey)** meydana gelir.
 - Şema: Atom → Molekül → Organel → Hücre → **Doku** → **Organ** → **Sistem** → **Organizma**.

Özel Not (İstisnalar):

- Çok hücreli olmalarına rağmen **Süngerlerde** gerçek doku, organ ve sistem organizasyonu yoktur. (Sadece farklılaşmış hücreler iş bölümü yapar).
- **Sölenterlerde (Örn: Denizanası, Hidra)** ilk basit doku (sinir ağı vb.) oluşumu görülür ancak gelişmiş organ ve sistemler (dolaşım, boşaltım) bulunmaz.
- **Ekolojik Organizasyon Düzeyleri (Bireyden Sonrası):**
 - **Popülasyon:** Aynı alanda yaşayan tek bir türe ait bireyler topluluğu (Örn: Beynam Ormanındaki Kızılçamlar).
 - **Komünite:** Aynı alanda yaşayan ve birbiriyle etkileşen farklı popülasyonların oluşturduğu topluluk (Örn: Beynam Ormanındaki tüm hayvanlar ve bitkiler).
 - **Ekosistem:** Komünite + Cansız çevre (su, sıcaklık, toprak vb.).
 - **Biyosfer (Ekosfer):** Dünyadaki canlıların yaşayabildiği alanların tamamı (Atmosfer, litosfer ve hidrosferin canlıları barındıran kısımları). İdeal ekolojik organizasyonun en üst ve en geniş basamağıdır.

3.TEMA: ENERJİ

GÜNEŞTEN BESİNLERE

3.1. CANLILIK İÇİN ENERJİNİN ÖNEMİ

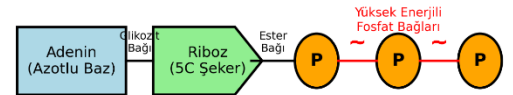
Enerjinin Önemi

- **Enerji:** İş yapabilme yeteneği ya da bir değişikliğe neden olma kapasitesidir. Doğada enerji yok olmaz, bir formdan başka bir forma dönüştürülür.
- Yeryüzündeki temel enerji kaynağı **Güneş'tir**. Canlılar doğrudan veya dolaylı olarak güneş enerjisine muhtaçtır.
- Fotosentez yapan canlılarda ışık enerjisi, besinlerin yapısındaki bağlarda depolanan **kimyasal enerjiye** dönüştürülür.
- Tüketici canlılar bu enerjiyi besin zinciri aracılığıyla alır. Hücresel solunum tepkimeleriyle besinlerdeki kimyasal bağ enerjisi, canlının kullanabileceği **ATP enerjisine** dönüştürülür.

ATP'nin Yapısı ve Enerji Aktarımındaki Rolü

- **ATP (Adenozin Trifosfat):** Tüm canlılarda yaşamsal faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için kullanılan ortak ve evrensel enerji molekülüdür.
- **ATP'nin Genel Özellikleri:**
 - Hücre zarından dışarı çıkamaz, hücreden hücreye aktarılamaz.
 - Her hücre ihtiyaç duyduğu ATP'yi kendisi sentezlemek zorundadır.
 - Hücre içinde uzun süreli **depolanamaz**; anlık olarak üretilir ve tüketilir.

ATP'nin Yapısı



- **ATP'nin Yapısı:**
 - **Adenin:** Azotlu organik baz.
 - **Riboz:** 5 karbonlu şeker (pentoz).
 - **Fosfat Grubu:** Üç adet inorganik fosfat molekülü.
 - **Bağlar:**
 - Adenin ile riboz arasında **glikozit bağı** bulunur. (Bu ikili yapıya **Adenozin** denir).
 - Riboz ile birinci fosfat arasında **ester bağı (fosfoester bağı)** bulunur. (Bu yapıya **AMP - Adenozin Monofosfat** denir).
 - Fosfat grupları arasında yüksek enerjili **fosfat bağları (fosfoanhidrit bağları)** bulunur.
 - AMP'ye bir fosfat eklenirse **ADP (Adenozin Difosfat)**, ADP'ye bir fosfat daha eklenirse **ATP** oluşur.
- **Enerji Dönüşümleri (Fosforilasyon ve Defosforilasyon):**
 - **Fosforilasyon:** ADP'ye inorganik fosfat (Pi) ve enerji eklenerek ATP sentezlenmesidir. Su açığa çıkar (Dehidrasyon tepkimesidir). Gerçekleşmesi için dışarıdan enerji aldığı için **endergonik (enerji alan)** bir tepkimedir.
 - **Defosforilasyon:** ATP'nin su ile hidroliz edilerek yapısından bir fosfatın koparılmasıdır. Bu sırada serbest enerji açığa çıkar. Enerji açığa çıkaran bir olay olduğu için **ekzergonik (enerji veren)** bir tepkimedir.
- **Hücredeki Metabolik Tepkimeler:**
 - **Ekzergonik Tepkimeler:** Oksijenli solunum, oksijensiz solunum, fermentasyon (ATP'nin sentezlendiği olaylar).
 - **Endergonik Tepkimeler:** Biyosentez (protein sentezi vb.), aktif taşıma, sinirsel iletim, kas kasılması (ATP'nin harcandığı olaylar).
 - **ÖNEMLİ:** Sindirim (hidroliz) reaksiyonlarında **ATP harcanmaz**.
 -

3.2. IŞIK ENERJİSİ KULLANILARAK BESİN SENTEZİ (FOTOSENTEZ)

FOTOSENTEZ

- **Fotosentez:** Klorofil taşıyan canlıların, ışık enerjisini kullanarak karbondioksit (CO_2) ve su (H_2O) gibi inorganik maddelerden organik madde (besin) sentezlemesi olayıdır.
- Fotosentez yapan canlılara **fotoototrof** denir (Bitkiler, algler, siyanobakteriler, öglene ve bazı sülfür bakterileri).
- Ökaryotlarda kloroplast organelinde, prokaryotlarda ise sitoplazma ve hücre zarı kıvrımlarında (tilakoit zar) gerçekleşir.

Pigmentler

- Görünür ışığı (380-750 nm) soğuran (emen) maddelere **pigment** denir.
- Fotosentezde en önemli pigment **klorofildir**. Klorofil ışık enerjisini emer ve elektron vererek reaksiyonları başlatır.
- Klorofil; mor, mavi ve kırmızı ışığı çok soğururken, **yeşil ışığı en çok yansıtan (veya geçiren)** pigmenttir. Bu nedenle fotosentez hızı yeşil ışıkta en düşüktür.
- **Karotenoitler:** Klorofilin soğuramadığı farklı dalga boylarındaki ışıkları soğurarak enerjiyi klorofile aktaran yardımcı pigmentlerdir. Aynı zamanda klorofili aşırı ışıktan korurlar.

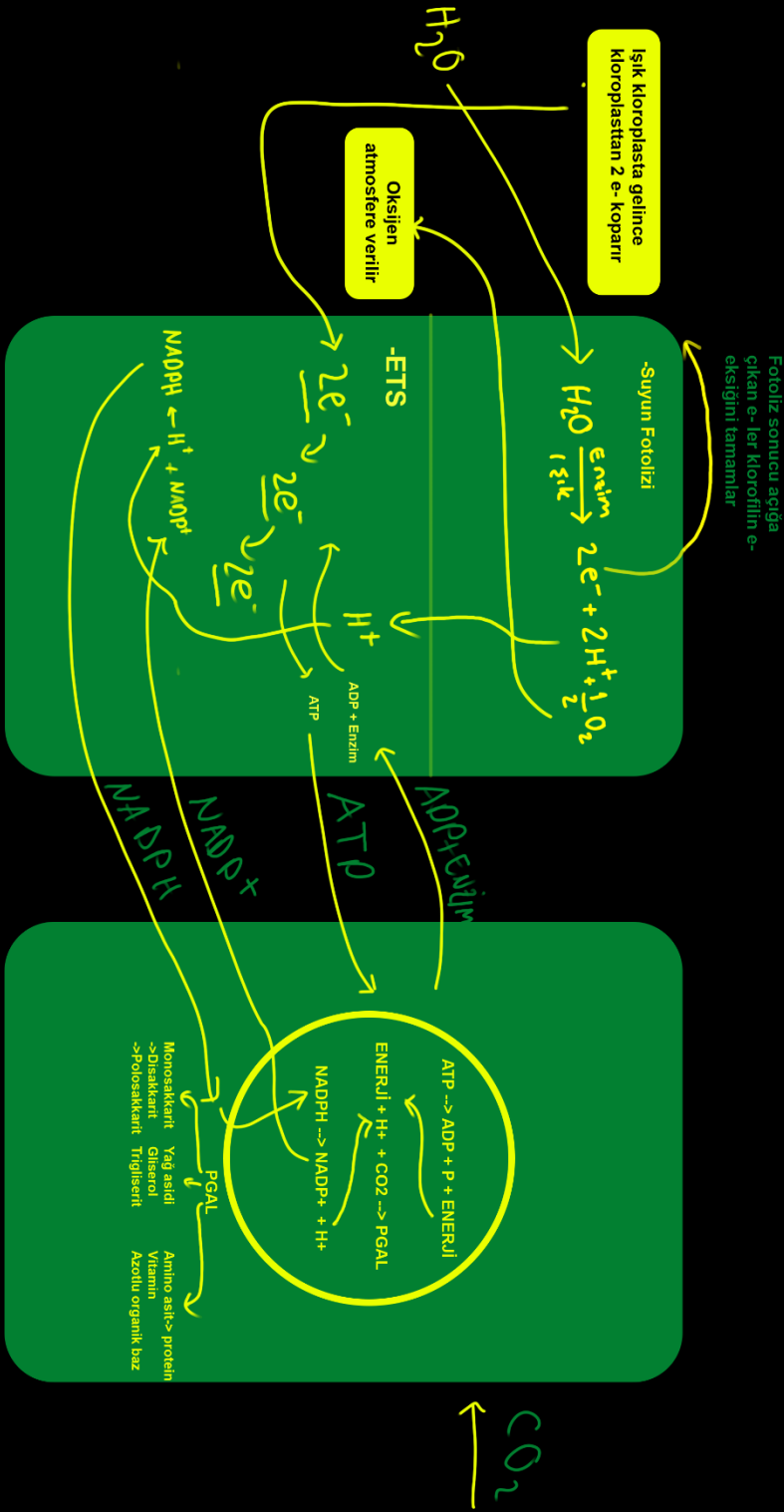
IŞIĞA BAĞLI EVRE

- Kloroplastın **granumlarında (tilakoit zarlarında)** gerçekleşir. Işık olmadan gerçekleşemez.
- Işık enerjisi klorofili uyarır ve klorofilden kopan elektronlar **Elektron Taşıma Sistemi'ne (ETS)** aktarılır.
- **Suyun Fotolizi:** Işık enerjisiyle suyun (H_2O) parçalanmasıdır. Fotoliz sonucunda:
 - Oksijen (O_2) atmosfere verilir.
 - Elektronlar klorofilin elektron açığını kapatır.
 - Hidrojenler (H^+) NADP^+ molekülü tarafından tutularak **NADPH** üretilir.
- ETS'de elektronların taşınması sırasında açığa çıkan enerji ile **ATP** sentezlenir (Fotofosforilasyon).
- **Özetle Üretilenler:** ATP, NADPH ve O_2 .
- **Özetle Tüketilenler:** Işık, H_2O , ADP, NADP^+ .

IŞIKTAN BAĞIMSIZ EVRE (CALVİN DÖNGÜSÜ)

- Kloroplastın **stromasında** gerçekleşir. Doğrudan ışık kullanılmaz ancak ışığa bağlı evrede üretilen ATP ve NADPH zorunludur. (Bu yüzden karanlıkta gerçekleşemez).
- Atmosferden alınan **CO_2 (Karbendioksit)**, ATP'den gelen enerji ve NADPH'tan gelen hidrojenlerle birleştirilir.
- Reaksiyonlar sonucunda 3 karbonlu **PGAL (Fosfogliseraldehit)** molekülü oluşur.
- PGAL, bitkinin ihtiyaç duyduğu diğer organik bileşiklerin (glukoz, amino asit, yağ asidi, gliserol, vitamin) ana iskeletini oluşturur.
- Amino asit, vitamin ve azotlu organik baz sentezlenirken PGAL'e ek olarak topraktan alınan **azot tuzları** da kullanılır.
- Bu evrede enzimler çok yoğun görev aldığı için (özellikle Rubisco enzimi) **sıcaklık değişimlerinden** çok etkilenir.

FOTOSENTEZ



Ökaryotlarda Kloroplast - Tilakoit zar (Granum) da gerçekleşir
Prokaryotlarda Hücre zarı kıvrımlarında gerçekleşir

Ökaryotlarda Kloroplast - Stroma sıvısında gerçekleşir
Prokaryotlarda Sitoplazmada gerçekleşir

İŞIĞA BAĞIMLI EVRE

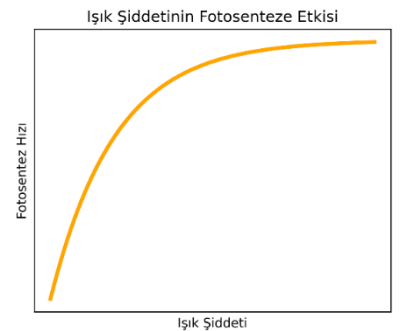
İŞIKTAN BAĞIMSIZ EVRE CALVIN DÖNGÜSÜ

FOTOSENTEZ HIZINA ETKİ EDEN ÇEVRESEL FAKTÖRLER

- Fotosentez hızını, etki eden faktörlerden miktarı en az olan belirler. Buna **Minimum Kuralı** denir.

İŞIK ŞİDDETİ

- Işık şiddeti arttıkça fotosentez hızı belirli bir noktaya kadar artar, sonra diğer faktörler (CO_2 gibi) sınırlayıcı olduğu için sabit kalır.



İŞIĞIN DALGA BOYU

- Fotosentez görünür ışıktaki gerçekleşir. (Morötesi, X ışını veya kızılötesinde olmaz).
- Engelmann Deneyi:** İpliksi alg üzerine düşürülen prizmadan geçmiş ışıktaki, mor ve kırmızıda oksijen seven bakterilerin çok toplandığı, yeşilde ise az toplandığı görülmüştür.
- Fotosentez en hızlı mor, mavi ve kırmızı ışıktaki; en yavaş yeşil ışıktaki gerçekleşir.

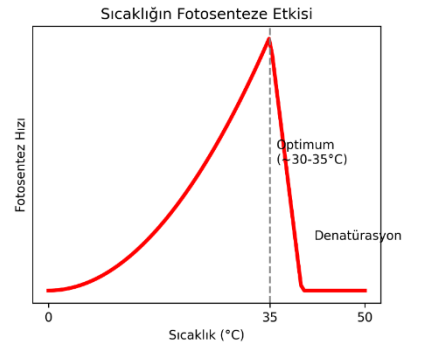


KARBONDİOKSİT MİKTARI (CO₂ YOĞUNLUĞU)

- Ortamdaki CO₂ belirli bir değere ulaşana kadar tepkime başlamaz. Sonrasında artış, hızı belli bir yere kadar artırır ve sabitler.
- Ortamda KOH, Ba(OH)₂, Ca(OH)₂ gibi **CO₂ tutucu (absorbe edici)** maddeler varsa fotosentez hızı yavaşlar veya durur.

SICAKLIK

- Işıktan bağımsız evre enzim kontrollü olduğu için sıcaklığa çok duyarlıdır.
- Optimum sıcaklığa** (genellikle 30-35°C) kadar fotosentez hızı artar. Yüksek sıcaklıklarda (40°C ve üzeri) enzimlerin üç boyutlu yapısı (denatürasyon) bozulacağından fotosentez hızı hızla düşer ve durur.



SU MİKTARI

- Ortamdaki su miktarı %15'in altına düşerse enzimler çalışmayacağı için fotosentez durur.
- Su miktarı artışı fotosentez hızını belli bir seviyeye kadar artırır, sonra hız sabitlenir.

ORTAMIN PH DEĞERİ

- Enzimlerin iyi çalıştığı belirli bir pH aralığı vardır. Toprak yapısı, asit yağmurları gibi faktörler pH'ı değiştirerek fotosentez hızını etkiler.

3.3. FOTOSENTEZDE KULLANILAN VE ÜRETİLEN MADDELER

- Fotosentezin Genel Denklemi:**
 - $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + \text{Işık} + \text{Klorofil} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- Hidrojen ve Elektron Kaynakları Farklılık Gösterebilir:**
 - Bitkiler, algler, siyanobakteriler:** $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ kullanır $\rightarrow$ Oksijen (O_2) üretir.
 - Mor Sülfür bakterileri:** $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S}$ kullanır $\rightarrow$ Kükürt gazı (S_2) üretir.
 - Hidrojen bakterileri:** $\text{CO}_2 + \text{H}_2$ kullanır $\rightarrow$ Yan ürün olarak gaz çıkışı olmaz, su oluşur.
 - Ortak Nokta:** Tüm ototroflar karbon kaynağı olarak **CO₂** kullanır. Ancak hidrojen (elektron) kaynakları farklıdır.
- Ağır Oksijen İzotopu Çalışmaları:**
 - Fotosentez sonucunda atmosfere verilen oksijenin (O_2) kaynağı, karbondioksit değil, **suyun (H_2O) fotolizidir.**
 - Karbondioksitteki oksijen atomu ise üretilen besinin (glikoz) ve açığa çıkan suyun yapısına katılır.

- **Bilim Tarihinde Önemli Çalışmalar:**

- **Van Helmont Deneyi:** Bitkinin kütle artışının topraktan değil, sudan kaynaklandığını göstermiştir.
- **Joseph Priestley Deneyi:** Kapalı fanusta yanan mum ve farenin yanına bitki koyduğunda farenin ölmediğini göstermiş, bitkinin havayı temizlediğini (O_2 ürettiğini) bulmuştur.
- **Jan Ingenhousz Deneyi:** Bitkilerin oksijen üretmesi için ışığa ve bitkinin yeşil kısımlarına ihtiyaç olduğunu göstermiştir.
- **Robert Hill Deneyi:** Oksijenin kaynağının su olduğunu ve ışık reaksiyonlarında karbondioksit olmadan da oksijen üretilbildiğini kanıtlamıştır (Hill reaksiyonu).
- **Melvin Calvin Deneyi:** CO_2 'nin kullanılarak besin üretildiği karanlık evre reaksiyonlarını çözmüş (Calvin döngüsü) ve Nobel ödülü almıştır.

3.4. IŞIK ENERJİSİ KULLANILMADAN BESİN SENTEZİ (KEMOSENTEZ)

Kemosentez

- İnorganik maddelerin **oksitlenmesi** ile açığa çıkan kimyasal enerjiyi kullanarak inorganik maddelerden organik madde sentezlenmesine **kemosentez** denir.
- **Kemosentezin Özellikleri:**
 - Yalnızca bazı **prokaryotik** canlılar (bakteri ve arkeler) tarafından gerçekleştirilir. (Ökaryotlar yapamaz).
 - Güneş ışığına, kloroplasta veya klorofile ihtiyaç duyulmaz. Gece ve gündüz kesintisiz gerçekleşebilir.
 - Oksitleme işleminde demir (Fe), kükürt (S), hidrojen sülfür (H_2S), amonyak (NH_3), nitrit (NO_2^-) gibi maddeler kullanılır.
 - Madde döngülerinde (özellikle Azot Döngüsünde) çok kritik bir rol oynar. Doğayı zehirli maddelerden temizler.
- **Kemosentez Aşamaları:**
 - İnorganik madde oksitlenerek kimyasal enerji elde edilir. (Bu sırada ATP ve NADH/NADPH üretilir).
 - Üretilen ATP ve koenzimler kullanılarak CO_2 ve H_2O (veya H_2S)'den organik besin sentezlenir.

Kemosentez Aşamaları

1. İnorganik Madde + $O_2 \rightarrow$ Oksitlenmiş Madde + Enerji (ATP) + H^+

↓
ATP ve
Koenzimler

2. $CO_2 + H_2O$ (veya H_2S) + ATP + NADPH $\rightarrow$ Organik Besin

- **ÖNEMLİ:** Kemosentez yapan canlılar oksitlenmede kullandıkları hidrojen sülfürü (H_2S) fotosentetik sülfür bakterileri gibi hidrojen kaynağı olarak değil, **enerji kaynağı** olarak kullanırlar. Kemosentezde yan ürün olarak atmosfere oksijen **verilmez**; üretilen oksijen canlı tarafından oksitleme reaksiyonlarında tekrar kullanılır.
- Hidrotermal bacaların etrafında yaşayan kemosentetik arkeler, güneş ışığının ulaşmadığı okyanus diplerindeki ekosistemlerin temel üreticileridir.

3.5. SİNDİRİM

SİNDİRİMİN TANIMI VE GENEL ÖZELLİKLERİ

- **Sindirim:** Besin maddelerinin hücre zarından geçebilecek büyüklükteki yapı birimlerine (monomerlerine) ayrılması sürecidir.
- **Beslenme Sürecinin Basamakları:** Besin alma (yeme) → Sindirim → Emilim → Dışkılama (atıkların vücuttan uzaklaştırılması).
- Sindirim mekanizması; gerçekleşme biçimine göre **mekanik** ve **kimyasal**, gerçekleştiği yere göre ise **hücre içi** ve **hücre dışı** olmak üzere sınıflandırılır.

SİNDİRİM ÇEŞİTLERİ

1. MEKANİK (FİZİKSEL) SİNDİRİM

- Besinlerin kimyasal bağları koparılmadan, fiziksel olarak daha küçük parçacıklara ayrılmasıdır.
- **Enzimler kullanılmaz.**
- **Amacı:** Besinlerin substrat yüzey alanını artırarak kimyasal sindirim enzimlerinin çalışma hızını ve etkinliğini yükseltmektir.
- **Mekanik sindirimde görev alan yapılar:**
 - Dişler ve dil
 - Tükürük sıvısındaki su
 - Sindirim kanalı boyunca görülen çalkalama ve **peristaltik kas hareketleri**
 - Karaciğerin ürettiği **safra sıvısı**

2. KİMYASAL SİNDİRİM

- Kompleks organik besinlerin su ve hidrolitik sindirim enzimleri yardımıyla kimyasal (kovalent) bağlarının koparılmasıdır.
- **ATP harcanmaz;** gerekli aktivasyon enerjisi vücut ısısından karşılanır.
- Besinleri yapı taşlarına (monomerlerine) dönüştürerek hücre zarından geçebilir hâle getirir.

GERÇEKLEŞTİĞİ YERE GÖRE SİNDİRİM

A. HÜCRE DIŞI SİNDİRİM

- Sindirim enzimlerinin hücre dışına (sindirim kanalına ya da dış ortama) salgılanmasıyla besinlerin hücre dışında hidroliz edilmesidir.
- Parçalanmış besin monomerleri hücre içine **difüzyon** veya **aktif taşıma** ile emilir.
- Omurgalıların tamamında, böcekçil bitkilerde ve saprofit (çürükçül) bakteri ve mantarlarda görülür.
- **Avantajı:** Canlının kendi hücre boyutundan çok daha büyük besinleri tüketebilmesine olanak tanır.
- **Emilim:** Sindirilmiş besin maddelerinin kan veya lenf dolaşımına aktarılması olayıdır.

B. HÜCRE İÇİ SİNDİRİM

- Hücre zarından geçemeyen polimer besinlerin **endositozla** (fagositoz veya pinositoz) besin kofulu oluşturularak hücre içine alınmasıdır.
- Besin kofulu **lizozom** organeli ile birleşerek **sindirim kofulu** adını alır.
- Hidroliz sonucu açığa çıkan monomerler sitoplazmaya geçer, sindirilemeyen atık maddeler ise **ekzositoz** ile hücreden uzaklaştırılır.
- Amip, paramesyum, sünger ve söleniterlerde görülür.
- **İnsandaki Görevi:** İnsanda akyuvarların ve karaciğerdeki **Kupffer hücrelerinin** mikroorganizmaları veya hücresel atıkları fagositozla parçalaması savunma ve koruma amaçlı bir hücre içi sindirimdir.

1. Endositoz (Hücre İçine Alma) Hücre zarından geçemeyecek büyüklükteki maddelerin, zarın içeriye doğru çöküntü oluşturması veya yalancı ayaklar çıkarmasıyla **besin kofulu** oluşturularak hücre içine alınmasıdır. Bu işlem sırasında **ATP harcanır** ve hücre zarının yüzey alanı küçülür. İki ana türü vardır:

- **Fagositoz (Hücre Yemesi):** Büyük ve **kati** maddelerin yalancı ayaklar (öseodopod) yardımıyla sarılarak hücre içine alınmasıdır. Örneğin; akyuvarların mikropları yutması veya amip gibi tek hücrelilerin besinleri bünyesine katması fagositozdur.
- **Pinositoz (Hücre İçmesi):** Suda çözünmüş **sıvı** büyük moleküllerin zarın içeriye doğru çökmesiyle oluşan pinositoz cebi sayesinde koful oluşturularak içeri alınmasıdır. Bağırsak hücrelerinin sıvı besinleri alması buna örnektir.

2. Eksositoz (Hücre Dışına Atma) Hücre içinde koful veya kofukçuklar içinde paketlenmiş maddelerin, koful zarının hücre zarıyla birleşmesi sonucu **dışarı atılması** sürecidir. **ATP harcanır** ve hücre zarının yüzey alanı artar.

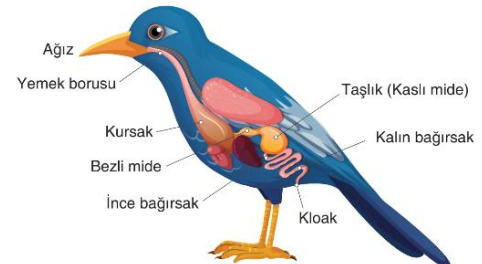
- Hücre dışına enzim (örn. pankreasın sindirim enzimleri), hormon veya tükürük gibi **salgıların gönderilmesi** eksositoz ile yapılır.
- Ayrıca hücre içinde sindirilemeyen **atık maddelerin dışarı atılması** da eksositoz mekanizmasıyla gerçekleşir.

OMURGALILARDA SİNDİRİM YAPILARI

- Omurgalı hayvanlarda sindirim sistemi temel olarak; ağız, yutak, yemek borusu, mide, ince bağırsak, kalın bağırsak ve anüs yapılarından oluşur.
- Beslenme rejimine (otçul, etçil, hepçil) bağlı olarak organların anatomik yapılarında uyumsal farklılıklar görülür.

KUŞLARDA SİNDİRİM SİSTEMİ

- **Diş bulunmaz;** besinlerin yakalanması ve parçalanması için **gaga** bulunur.
- Besinler çiğnenmeden bütün yutulur.
- **Kursak:** Yemek borusunun genişlemesiyle meydana gelen kesedir. Besinleri geçici süre depolar ve salgılarıyla yumuşatır.
- **Mide Yapısı (İki Bölmelidir):**
 - **Bezli Mide:** Kimyasal sindirimi başlatan sindirim sıvılarının salgılandığı ilk kısımdır.
 - **Taşlık (Kaslı Mide):** Güçlü kas tabakalarından oluşur. Yutulan küçük taş parçacıkları yardımıyla besinlerin mekanik olarak öğütülmesini sağlar.
- **Kloak:** Sindirim atıklarının, idrarın ve üreme hücrelerinin vücut dışına atıldığı ortak açıklıktır.

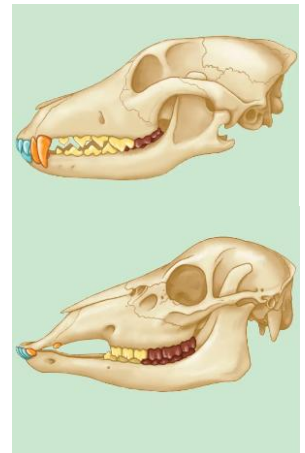


■ Kuşlarda sindirim sisteminin yapısı

MEMELİLERDE SİNDİRİM SİSTEMİ UYUMLARI (ADAPTASYONLARI)

1. DIŞLERİN BESLENMEYLE UYUMU

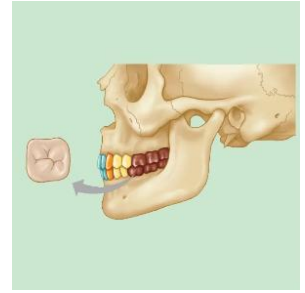
- **Etçil (Karnivor) Memeliler:**
 - Çene kasları oldukça güçlüdür.
 - Avı yakalama ve eti koparma işlevi gören **köpek dişleri (kanin)** uzun, sivri ve oldukça gelişmiştir.
 - Kesici dişler keskin ve güçlüdür.
 - Azı dişleri eti ezmek yerine makas gibi kesip parçalamaya uygundur.
- **Otçul (Herbivor) Memeliler:**
 - Sert bitki dokularını koparmak için kesici dişler etkindir.
 - **Köpek dişleri bulunmaz veya körelmiştir.**



- Selüloz yapılu bitkisel hücre çeperlerini ezabilmek için **azı dişleri geniş ve girintili-çıkıntılı bir yüzeye sahiptir.**

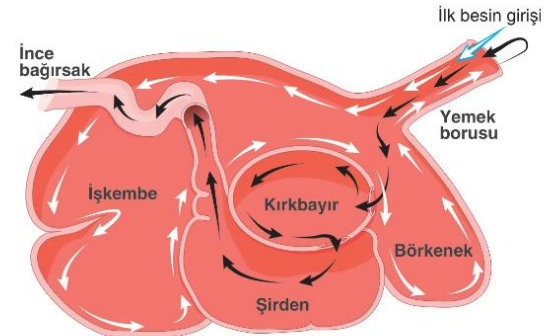
- **Hepçil (Omnivor) Memeliler:**

- Hem et hem ot tüketimine uygun, dengeli bir diş dağılımı gösterir.
- Kesici dişler ısırma ve koparmada, köpek dişleri parçalamada, azı dişleri ise öğütmede rol oynar (Örn: İnsan, ayı, domuz).
- **İnsanda Diş Tipleri:** Kesici dişler, köpek dişleri, küçük azı dişleri, büyük azı dişleri.



2. MİDE VE BAĞIRSAKLARIN BESLENMEYLE UYUMU

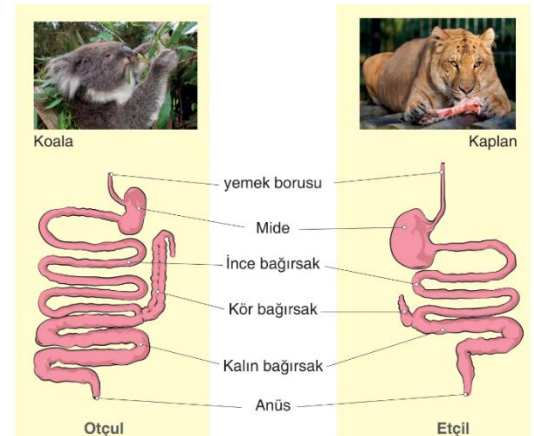
- **Etçil ve Hepçil Memeliler:** Genellikle tek bölmeli, basit yapılu bir mideye sahiptirler. Etçillerde mide, büyük porsiyonları tek seferde depolayabilmek adına esnek ve geniştir.
- **Geviş Getirmeyen Otçullar (At, Tavşan, Kunduz):**
 - Mideleri tek bölmelidir.
 - Selüloz sindirimi, ince bağırsak ile kalın bağırsak arasında bulunan ve içinde mutualist mikroorganizmalar barındıran **büyük kör bağırsakta (çekum)** gerçekleşir.
- **Geviş Getiren Otçullar (Ruminantlar — İnek, Koyun, Keçi, Geyik):**
 - Mideleri 4 bölmeden oluşur: **İşkembe → Börkenek → Kırkbayır → Şirden.**
 - **İşkembe ve Börkenek:** Çiğnenmeden yutulan besinlerin ilk toplandığı yerdir. Burada yaşayan mutualist bakteriler ve tektük silliler **selülaz enzimi** salgılayarak selülozu fermente eder.
 - **Geviş Getirme:** Kısmen fermente olan besinler, dinlenme anında börkenekten küçük lokmalar hâlinde tekrar ağza getirilerek iyice çiğnenir.
 - **Kırkbayır:** İkinci kez yutulan besinlerin bünyesindeki su ve minerallerin büyük kısmı burada geri emilir.
 - **Şirden (Gerçek Mide):** Canlının kendisine ait asıl mide bezlerinin bulunduğu, HCl ve mide enzimlerinin salgılanarak proteinlerin kimyasal sindiriminin yapıldığı bölümdür.
- İnsan sindirim kanalında selülozu hidroliz edecek enzim salgılanmaz ve insan bağırsağında selüloz sindiren mutualist mikroorganizma bulunmaz. Bu nedenle **selüloz insan vücudunda sindirilmez.**
- Ancak lifli selüloz molekülleri bağırsak epitel hücrelerini mekanik olarak uyarak **mukus salgısını artırır.** Bağırsak içi sürtünmeyi azaltır, kayganlık sağlar, peristaltik hareketleri tetikler ve kabızlığı önler.



■ Otçul memelilerde sindirim sisteminin yapısı

3. SİNDİRİM KANALI UZUNLUĞUNUN BESLENMEYLE UYUMU

- **Otçulların bağırsakları, etçillerin bağırsaklarına oranla çok daha uzundur.**
 - Bitkisel besinlerin hücre çeperinde bulunan selülozun hidrolizi ve sindirim ürünlerinin emilimi çok zordur ve uzun zaman gerektirir.
 - Uzun bağırsak yapısı, besinlerin kanalda kalma süresini artırarak mikrobiyal fermentasyon ve emilim için geniş yüzey sağlar.
- **Kör Bağırsak (Çekum):** Otçul canlılarda selüloz sindiren bakterilerin barındığı kör bağırsak son derece geniş ve uzundur; etçil canlılarda ise oldukça kısa ya da körelmiş durumdadır.



■ Otçul ve etçil memelilerin bağırsak uzunlukları farklılık gösterir.

BESLENME TİPLERİNE GÖRE ANATOMİK KARŞILAŞTIRMALAR

OTÇUL VE ETÇİL MEMELİLERİN SİNDİRİM SİSTEMİ KARŞILAŞTIRMASI

Özellik	Otçul (Herbivor)	Etçil (Karnivor)
Besin türü	Bitkisel besinler	Hayvansal besinler
Besin sindirimi	Zor (selüloz içerir)	Kolay (protein ve yağ ağırlıklı)
Sindirim kanalı uzunluğu	Vücut boyuna göre çok daha uzun	Vücut boyuna göre daha kısa
Kör bağırsak (çekum)	Büyük ve gelişmiş	Küçük veya körelmiş
İnce bağırsak	Uzun ve kıvrımlı	Daha kısa
Kalın bağırsak	Geniş ve uzunca	Kısa
Emilim yüzeyi	Geniş	Daha sınırlı
Örnek canlılar	Tavşan, koyun, inek	Tilki, kedi, kurt

İNSAN, KAPLAN, KOYUN VE KUŞUN SİNDİRİM YAPILARI

Canlı Türü	Mide Yapısı	Diş Özellikleri	Beslenme Şekli	Bağırsak Uzunluğu
İnsan	Midesi tek bölmeden oluşur	Kesici, azı ve köpek dişlerini içeren karma bir diş yapısı bulunur	Hem etle hem otla beslenir	Etçillerden uzun, otçulardan kısa
Kaplan	Tek bölmeli mideye sahiptir	Kesici, azı ve köpek dişleri gelişmiştir	Etle beslenir	Kısa
Koyun	Dört bölmeli mide yapısı vardır	Kesici ve azı dişleri bulunur; köpek dişi yoktur	Otla beslenir	Uzun
Kuş	Kursak, taşlık ve mideye sahiptir	Diş yapısı bulunmaz	Etçil ya da otçul olabilir	Memelilere göre daha kısa

- Nişasta ve glikojen moleküllerinde monomerler **alfa (α) glikozit bağları** ile bağlıdır. İnsan sindirim enzimleri bu bağları hidroliz edebilir.
- Selüloz ve kitin moleküllerinde ise monomerler **beta (β) glikozit bağları** ile bağlanmıştır. İnsanlarda beta bağlarını parçalayacak enzimler bulunmadığından bu lifler sindirilemez.

3.6. İNSANDA SİNDİRİM SİSTEMİ

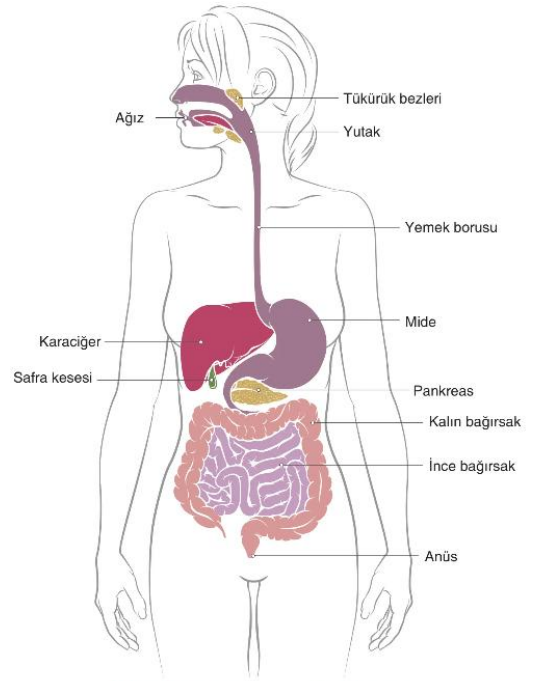
Sindirim kanalı (ağız → anüs) ve sindirime salgılarıyla yardımcı olan organ ve bezlerden oluşur.

- **Sindirim Kanalı Sıralaması:** Ağız → Yutak → Yemek borusu → Mide → İnce Bağırsak → Kalın Bağırsak → Anüs.
- **Yardımcı Organ ve Bezler:** Tükürük bezleri, karaciğer, safra kesesi, pankreas.

SİNDİRİM SİSTEMİ ORGANLARI VE GÖREVLERİ

1. AĞIZ

- Mekanik ve kimyasal sindirimin birlikte başladığı ilk bölümdür.
- **Dişler:** Besinleri keserek ve öğütürerek mekanik sindirim yapar.
- **Tükürük Bezleri:** Günde yaklaşık 1-1.5 L tükürük salgılar. Tükürük sıvısının pH değeri nötre yakındır (**pH 6,2 – 7,6**).
- **Tükürüğün Bileşimi:** Su, amilaz (pityalin) enzimi, lizozim enzimi (antiseptik/antibakteriyel etki), mukus ve sodyum/kalsiyum iyonları.



■ İnsanda sindirim sisteminin şematik yapısı

2. MİDE

- Yemek borusu ile ince bağırsak arasında bulunan, besinleri geçici olarak depolayan genişlemiş organdır.
- Düz kasların kasılıp gevşemesiyle mekanik sindirim yapar; besinleri asitli yarı sıvı bir bulamaç olan **kimüs** hâline getirir.
- Mide öz suyundaki **Hidroklorik Asit (HCl)** ortam pH'ını yaklaşık **2 (kuvvetli asidik)** düzeyine getirir.
- **HCl'nin Görevleri:**
 - Pepsinojen enzimini aktif pepsine dönüştürmek.
 - Besinlerle gelen mikroorganizmaları öldürmek.
 - Proteinlerin yapısını bozarak (denatürasyon) enzimatik etkiyi kolaylaştırmak.
- Midede sadece **proteinlerin kimyasal sindirimi** başlar.
- **Midenin Kendini Korumasını Sağlayan Faktörler:**
 - Pepsinojenin inaktif salgılanması.
 - Mide iç yüzeyini kaplayan kalın mukus tabakası.
 - Gastrin hormonunun salgı kontrolünü sağlaması.
 - Mide epitel hücrelerinin hızlı rejenerasyon yeteneği.

3. İNCE BAĞIRSAK

- Kimyasal sindirimin sonlandığı ve besin emiliminin en yoğun gerçekleştiği organdır.
- Üç bölümden oluşur: Onikiparmak bağırsağı (duodenum), boş bağırsak (jejunum), kıvrımlı bağırsak (ileum).
- Ortamı baziktir (**pH yaklaşık 8,5**).
- Pankreas öz suyu ve karaciğer safrası, onikiparmak bağırsağındaki **Vater kabarcığına** boşalır.
- Karbonhidrat, protein, yağ ve nükleik asitlerin kimyasal sindirimi burada tamamlanır.

4. KALIN BAĞIRSAK

- İnce bağırsaktan sonra anüse kadar uzanan kanaldır.
- **Kimyasal sindirim gerçekleşmez; enzim salgılanmaz ve villus bulunmaz.**
- Su, sodyum, klor ve minerallerin (elektrolitlerin) geri emilimini tamamlar.
- Bağırsakta yaşayan mutualist yararlı bakteriler tarafından sentezlenen **B ve K vitaminlerinin** emilimi burada.
- Sindirilmeyen posayı yoğunlaştırarak dışkı (feçes) formunda rektuma iletir.

1. PANKREAS

- Hem hormon (insülin, glukagon) hem de sindirim enzimleri salgılayan **karma bir bezdir**.
- Salgıladığı **Pankreas Öz Suyu**, Wirsung kanalı üzerinden onikiparmak bağırsağına iletilir.
- İçeriği:**
 - Bikarbonat İyonları (HCO_3^-):** Mideden gelen asidik kimusu nötralize ederek bağırsak ortamını bazikleştirir.
 - Karbonhidrat Enzimi:** Pankreatik amilaz.
 - Lipit Enzimi:** Lipaz.
 - Protein Enzimleri:** Tripsinojen, kimotripsinojen, karboksipeptidaz.
 - Nükleik Asit Enzimleri:** Nükleazlar (DNAaz, RNAaz).

2. KARACİĞER VE SAFRA KESESİ

- Karaciğer: Safra sıvısını üretir.** Besinlerle alınan toksinleri zehirsizleştirir (detoksifikasyon), kan şekerini glikojen hâlinde depolar ya da glikoza çevirir.
- Safra Kesesi:** Karaciğerin ürettiği safrayı depolar ve yoğunlaştırır. Yağlı besinlerin bağırsağa girmesiyle kasılarak safrayı **Koledok kanalı** ile Vater kabarcığına akıtır.
- DİKKAT: Safra sıvısında kesinlikle sindirim enzimi BULUNMAZ.**
- Bileşimi:** Safra tuzları, kolesterol, yağ asitleri, fosfolipitler, su, sodyum bikarbonat ve bilirubin pigmenti (alyuvar parçalanma ürünü).
- Görevleri:**
 - Yağları mekanik (fiziksel) olarak küçük damlacıklara (emülsiyon) dönüştürerek **lipaz enziminin yüzey alanını artırır**.
 - Mideden gelen asidik içeriği nötralize ederek bağırsak enzimlerine uygun bazik pH ortamı hazırlar.
 - Yağda çözünen vitaminlerin (**A, D, E, K**) ve yağ monomerlerinin emilimini kolaylaştırır.
 - Antiseptik özelliği ile bağırsakta kokuşmaya yol açan zararlı bakterilerin üremesini engeller.
 - Bilirubin gibi parçalanma atıklarının dışkı yoluyla atılmasını sağlar.

BESİNLERİN KİMYASAL SİNDİRİM BASAMAKLARI

ÖZET TABLO: BESİN MADDELERİNİN KİMYASAL SİNDİRİM SEYRİ

Besin Grubu	Sindirimin Başladığı Yer	Sindirimin Bittiği Yer	Oluşan En Küçük Yapı Taşları
Karbonhidratlar	Ağız	İnce bağırsak	Monosakkaritler (Glikoz, fruktoz, galaktoz)
Proteinler	Mide	İnce bağırsak	Amino asitler
Yağlar (Trigliseritler)	İnce bağırsak	İnce bağırsak	Gliserol ve yağ asitleri

KARBONHİTLARIN SINDIRIMI

Ağızda:

Tükürükteki Amilaz (Pityalin) nişasta ve glikojeni daha küçük parçalara ayırır



Midede:

Amilaz enzimi yutuksek asidik ortamda (pH 2) denatüre olduğu için karbonhidrat sindirimi midede gerçekleşmez.

İnce

Bağırsakta:

Ağızda sindirilemeyen nişasta ve glikojen pankreatik amilaz tarafından daha küçük parçalara ayrılır



İnce bağırsak epitel hücreleri tarafından üretilen disakkaridazlar ve dekstrinaz devreye girer



PROTEİNLERİN SINDIRIMI

Ağızda:

Proteinlerin kimyasal sindirimi ağızda gerçekleşmez.

Midede:

Mide hücrelerinden salgılanan inaktif pepsinojen, HCl etkisiyle aktif pepsine dönüşür.



Pepsin, proteinleri polipeptit parçalarına (peptonlara) böler.



Pepsin

İnce

Bağırsakta:

Pankreasın salgılanan inaktif enzimler ince bağırsakta aktive edilir:

- Tripsinojen $\rightarrow$ Tripsin (Aktif) $\rightarrow$ Enzim: Enterokinaz (İnce bağırsak)
- Kimotripsinojen $\rightarrow$ Kimotripsin (Aktif) $\rightarrow$ Enzim: Tripsin

Tripsin ve Kimotripsin polipeptitleri daha küçük peptit parçalarına ykar: Polipeptit + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ Daha Küçük Peptitler $\rightarrow$ Enzim: Tripsin / Kimotripsin

Peptit uçlarından amino asit koparan enzimler devreye girer:

- Karboksipeptidaz (Pankreas) ve Aminopeptidaz (İnce bağırsak): Küçük Peptitler + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ Tripeptit + Dipeptit + Amino Asit
- Enzim: Aminopeptidaz / Karboksipeptidaz

İnce bağırsak epitelinin salgıladığı yerel enzimler son basamağı tamamlar:



YAĞLARIN SINDIRIMI

Ağızda Ve Midede:

Yağların kimyasal sindirimi ağızda ve midede gerçekleşmez.

İnce Bağırsakta:

Mekanik Basamak: Karaciğer/safra kesesinden dokülen safra tuzları büyük yağ damlalarını küçük damlacıklara (emülsiyon) ayırır.

Kimyasal Basamak: Pankreasın salgılanan lipaz enzimi yağları monomerlerine ayırır:



İNSANDA BESİNLERİN EMİLİMİ VE DOLAŞIMA TAŞINMASI

- İnce bağırsağın iç yüzeyinde bulunan parmaklı kıvrımlara **villus**, bu villusları döşeyen epitel hücrelerinin zarlarındaki mikroskobik uzantılara **mikrovillus** denir.
- Villus ve mikrovilluslar ince bağırsağın emilim yüzey alanını yaklaşık 200 – 300 m² büyüklüğe artırır.
- Besin monomerlerinin epitel hücrelerinden dolaşım sistemine taşınması **iki ana yol** ile gerçekleşir:

EMİLİM YOLLARI

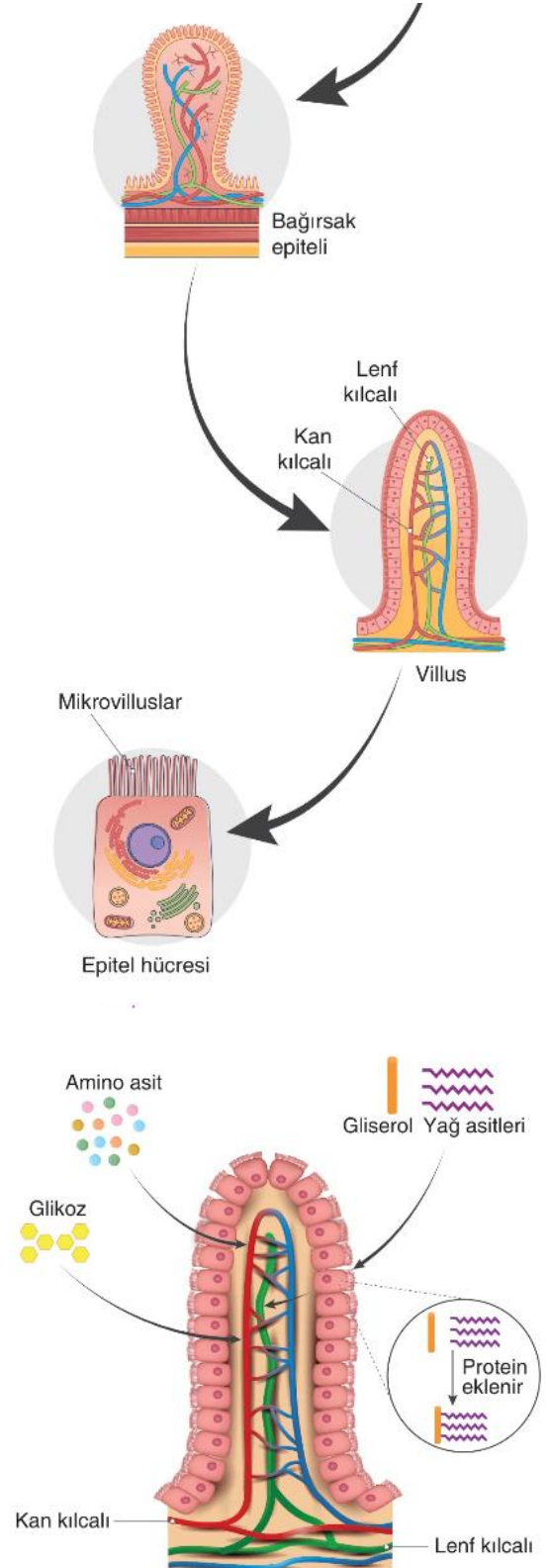
1. Kan Kılcalları Yolu (Suda Çözünen Besinler)

- Taşınan Maddeler:** Glikoz, fruktoz, galaktoz, amino asitler, B ve C vitaminleri, su ve mineraller, kısa zincirli yağ asitleri.
- İzlenen Dolaşım Yolu:**
 - İnce bağırsak epitel hücreleri
 - Villus kan kılcalları
 - Kapı Toplardamarı**
 - Karaciğer** (Besinler işlenir, kan şekeri dengelenir, zararlı maddeler nötralize edilir)
 - çKaraciğer üstü toplardamarı
 - Alt Ana Toplardamar**
 - Kalbin Sağ Kulakçığı**

2. Lenf Sistemi Yolu (Yağda Çözünen Besinler)

- Taşınan Maddeler:** Uzun zincirli yağ asitleri, gliserol, A, D, E, K vitaminleri.
- Şilomikron Oluşumu:** İnce bağırsak epitel hücrelerine giren yağ asitleri ve gliserol, hücre içi endoplazmik retikulumda **yeniden trigliseritlere dönüştürülür**. Suda taşınabilmesi amacıyla etrafı özel protein kılıf, kolesterol ve fosfolipitlerle kaplanarak **şilomikron** taneciklerine dönüştürülür ve ekzositozla lenfe aktarılır.
- İzlenen Dolaşım Yolu:**
 - İnce bağırsak epitel hücreleri (Şilomikron üretimi)
 - Villus lenf kılcalları
 - Peke sarnıcı
 - Göğüs lenf kanalı
 - Sol Köprücük Altı Toplardamarı** (Yağda çözünen besinlerin ilk kez kana karıştığı yer)
 - Üst Ana Toplardamar**
 - Kalbin Sağ Kulakçığı**

Önemli Not: Kan yoluyla gelen besinler (glikoz, amino asitler) ile lenf yoluyla gelen besinler (şilomikronlar, A-D-E-K vitaminleri) ilk defa **kalbin sağ kulakçığında** bir araya gelir.



3.7. HÜCRESEL SOLUNUM

HÜCRESEL SOLUNUM

- Canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmek için organik besin monomerlerini hücre içinde parçalayarak kimyasal bağ enerjisinden **ATP** üretmesi olayına **hücresel solunum** denir.
- Solunum bir **katabolizma (yıkım)** olayıdır. Ekzergoniktir (dışarıya enerji verir).
- Oksijen kullanılıp kullanılmamasına göre oksijenli solunum ve oksijensiz solunum olmak üzere ikiye ayrılır (Fermantasyon bir solunum çeşidi değildir ancak enerji elde etme yoludur).

OKSİJENLİ SOLUNUM (AEROBİK SOLUNUM)

- Organik besinlerin oksijen varlığında enzimler ve Elektron Taşıma Sistemi (ETS) kullanılarak karbondioksit (CO_2) ve suya (H_2O) kadar tam olarak parçalanmasıdır.
- Prokaryotlarda sitoplazma ve hücre zarı kıvrımlarında (mezozom benzeri yapılar), ökaryotlarda ise sitoplazmada başlayıp **mitokondride** tamamlanır.
- Son elektron alıcısı **oksijendir**. Tam parçalanma olduğu için enerji verimi (ATP kazancı) en yüksek enerji elde etme yöntemidir.
- Genel Denklemi: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{O} + \text{ATP} + \text{Isı}$

GLİKOLİZ

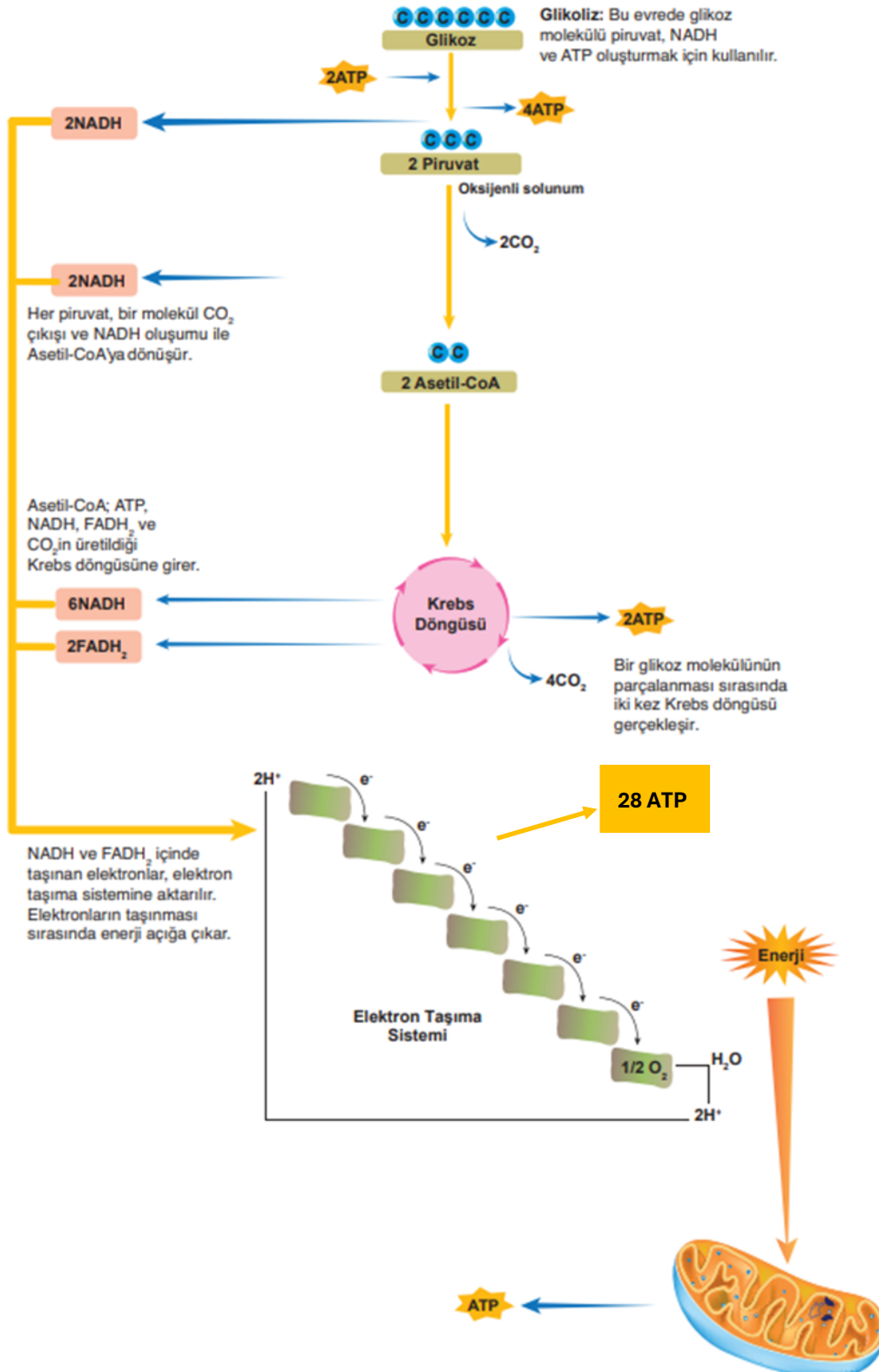
- Bütün canlılarda hücrenin **sitoplazmasında** gerçekleşen, hücresel solunum ve fermantasyonun ilk ortak evresidir.
- Altı karbonlu (6C) glikoz molekülünün, enzimler yardımıyla üç karbonlu (3C) 2 adet **piruvata** (pirüvik asit) kadar parçalanmasıdır. Oksijene ihtiyaç duyulmaz.
- Reaksiyonun başlaması için başlangıçta **2 ATP harcanır** (glikozun aktifleştirilmesi).
- Substrat düzeyinde fosforilasyonla toplam **4 ATP üretilir**. Net kazanç **2 ATP**'dir.
- Glikozdaki hidrojenler NAD^+ koenzimi tarafından tutularak **2 NADH** molekülü üretilir (indirgenme).

KREBS (SİTRİK ASİT) DÖNGÜSÜ

- Ökaryotlarda mitokondrinin sıvı kısmı olan **matrikste**, prokaryotlarda sitoplazmada gerçekleşir.
- **Piruvatın Oksidasyonu (Hazırlık):** Glikolizden gelen 3C'lu piruvatlar mitokondriye girer. Her bir piruvattan 1 CO_2 çıkar, NAD^+ hidrojen alarak NADH oluşturur ve piruvat 2C'lu **Asetil-CoA** molekülüne dönüşür.
- **Döngü:** Asetil-CoA, 4C'lu bir bileşikle birleşerek 6C'lu Sitrik Asiti oluşturur ve döngü başlar. Karbonların kopmasıyla tekrar 4C'lu bileşik oluşur.
- Bu evrede bir molekül glikoz için (döngü iki kez döner) toplamda:
 - **4 CO_2 açığa çıkar.** (Asetil-CoA oluşumundaki 2 CO_2 ile birlikte toplam 6 CO_2 atılmış olur).
 - **2 ATP üretilir** (Substrat düzeyinde fosforilasyon ile).
 - Çok sayıda hidrojen ve elektron kopararak **NADH ve FADH_2** molekülleri üretilir (6 NADH ve 2 FADH_2). Bu moleküller hidrojenleri ETS'ye taşır.

ETS EVRESİ

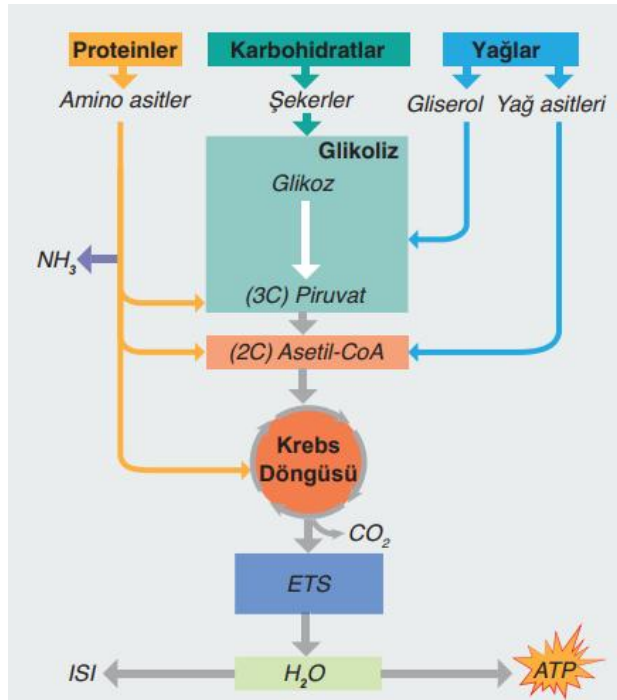
- Ökaryotlarda mitokondrinin iç zarı olan **kristada**, prokaryotlarda hücre zarında gerçekleşir.
- Glikoliz ve Krebs döngüsünde üretilen NADH ve FADH_2 moleküllerinin getirdiği elektronlar, zardaki ETS elemanları üzerinden oksijene doğru taşınır.
- Elektronların yüksek enerjili seviyeden düşük enerjili seviyeye aktarılması sırasında açığa çıkan enerji ile **oksidatif fosforilasyon** yapılarak bol miktarda **ATP** üretilir.
- Enerjisi tükenen elektronlar, matriksteki hidrojenler (H^+) ve oksijen ile birleşerek **suyu (H_2O)** oluşturur. Yani oksijen sistemdeki **son elektron ve hidrojen tutucudur**. Oksijen olmazsa sistem tıkanır ve ATP üretimi durur.



3.8. BESİNLERİN SOLUNUMA KATILMA YOLLARI

Besinlerin Oksijenli Solunuma Katılma Yolları

- Sadece karbohidratlar değil, yağlar ve proteinler de oksijenli solunumda enerji verici olarak kullanılır. Ancak karbon iskeletlerindeki farklılıklar nedeniyle solunum reaksiyonlarına farklı basamaklardan giriş yaparlar.
- Karbohidratlar:** Glikoz, solunumun en baştaki **glikoliz** evresinden reaksiyonlara katılır.
- Yağlar:** Sindirim ürünleri olan yağ asidi ve gliserol ayrı yollardan katılır.
 - Gliserol:** 3 Karbonlu olduğu için glikoliz evresindeki **PGAL** (Fosfogliseraldehit) üzerinden sisteme girer.
 - Yağ asitleri:** Uzun karbon zincirleri mitokondride parçalanarak 2 Karbonlu **Asetil-CoA**'ya dönüştürülür ve doğrudan **Krebs döngüsüne** katılır.
- Proteinler:** Sindirim ürünü olan **amino asitlerin** solunuma katılabilmesi için öncelikle yapılarındaki amino (NH_2) grubunun koparılması gerekir (**Deaminasyon**). Bu olay sonucunda zehirli bir yan ürün olan **amonyak (NH_3)** açığa çıkar.
 - Kalan karbon iskeletleri, içerdikleri karbon sayısına göre; 3 Karbonlular **Piruvat**'tan, 2 Karbonlular **Asetil-CoA**'dan, 4 ve 5 Karbonlular ise doğrudan **Krebs döngüsü** ara bileşiklerinden sisteme girer.



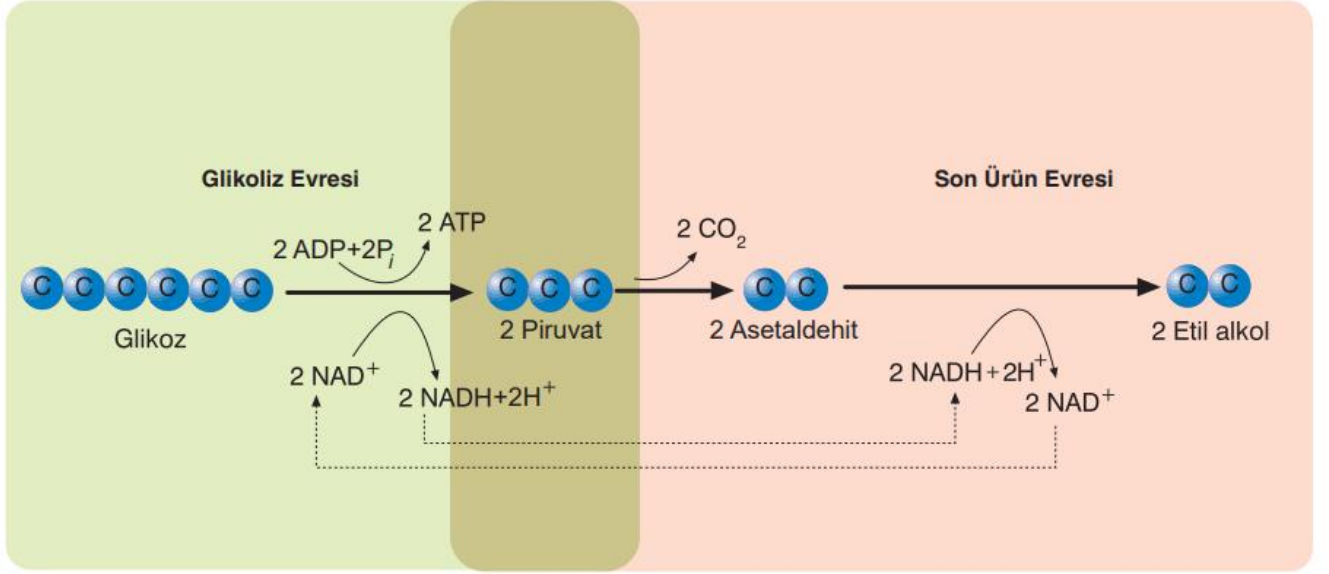
3.9. FERMANTASYON

FERMANTASYON

- Oksijenin bulunmadığı durumlarda veya oksijenin yetersiz kaldığı koşullarda, glikoliz evresinin ardından sitoplazmada gerçekleşen ve piruvatın organik son ürünlere dönüştüğü metabolik süreçtir.
- ETS kullanılmaz, son elektron alıcısı oksijen dışındaki organik maddelerdir.
- Besin tamamen parçalanamadığı (inorganik moleküllere kadar yıkılamadığı) için enerji verimi oksijenli solunuma göre çok düşüktür. Sadece glikoliz evresinde üretilen **2 ATP** kazancı vardır.
- Fermantasyonun asıl amacı enerji üretmek değil, glikolizde oluşan NADH'daki hidrojenleri vererek **NAD⁺ molekülünü serbest bırakmak** (yükseltgemek) ve böylece glikoliz sürecinin ve ATP üretiminin kesintisiz devam etmesini sağlamaktır.

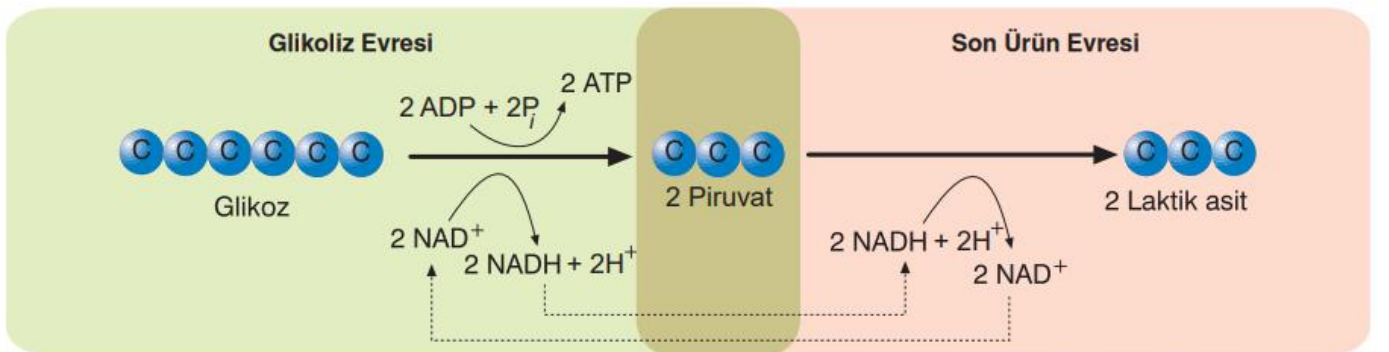
ETİL ALKOL FERMANTASYONU

- Mayalarda (bira mayası), bazı bakterilerde ve bazı bitki tohumlarında görülür. Hamurun kabarmasını, şarap ve bira oluşumunu sağlar.
- Glikoliz sonucu oluşan 3C'lu piruvattan öncelikle **Karbondioksit (CO₂)** çıkarılarak 2C'lu asetaldehit oluşur.
- Asetaldehit, NADH'tan gelen hidrojenleri alarak **Etil alkole (2C)** dönüşür.
- **Özetle:** Glikoz → 2 Etil Alkol + 2 CO₂ + 2 ATP üretilir.
- Ortama CO₂ verildiği için deney tüplerinde gaz basıncı artar ve ortam pH'ı düşer.



LAKTİK ASİT FERMANTASYONU

- Omurgalıların çizgili kas hücrelerinde, olgun alyuvarlarda, bazı mantarlarda ve yoğurt/peynir yapımında kullanılan bakterilerde görülür.
- Ağır egzersizler sırasında kasa yeterli oksijen gitmediğinde çizgili kaslar hızlı ATP üretebilmek için oksijenli solunumun yanı sıra bu yola da başvurur.
- Glikoliz sonucu oluşan piruvat, doğrudan NADH'tan hidrojenleri alarak **Laktik aside (3C)** dönüşür.
- **Karbondioksit (CO₂) ÇIKIŞI OLMAZ.** (Bu özellik etil alkol fermantasyonu ile en belirgin farktır).
- **Özetle:** Glikoz → 2 Laktik Asit + 2 ATP üretilir.
- Laktik asit kaslarda birikerek yorgunluk hissi verir. Dinlenme sırasında kanla karaciğere taşınarak tekrar piruvata veya glikoza dönüştürülür.



3.10. ENERJİ-METABOLİZMA İLİŞKİSİ

BESİNLERDEN ELDE EDİLEN ENERJİNİN CANLININ METABOLİK SÜREÇLERİNE KATKISI

- Hücrede gerçekleşen yapım ve yıkım tepkimelerinin tamamına **metabolizma** denir.
 - Anabolizma (Yapım):** Küçük moleküllerin birleşerek büyük moleküller oluşturmasıdır. Fotosentez ve protein sentezi örnektir. Bu olaylarda ATP **harcanır** (endergonik).
 - Katabolizma (Yıkım):** Büyük moleküllerin küçük parçalara ayrılmasıdır. Sindirim ve hücre solunum örnektir. Solunumda ATP üretilir (ekzergonik), sindirimde ATP harcanmaz.
- Canlılar hücre solunum faaliyetleri (biyosentez, sinirsel iletim, kas kasılması vb.) sürdürmek, büyümek ve vücut ısını korumak için dışarıdan besin almak zorundadır. Alınan besinin enerji değeri (kalori) ile harcanan enerji dengede olmalıdır.
- Tüketilen enerji, alınan enerjiden az olursa fazla besinler yağa dönüştürülerek depolanır ve bu durum **obeziteye** neden olur.

FARKLI BESİN GRUPLARININ ENERJİ DEĞERLERİ

- Besinlerin enerji değeri taşıdıkları C-H (Karbon-Hidrojen) bağ sayısı ile ilişkilidir.
- Hücrede enerji elde etmek (solunumda kullanmak) için tercih sırası:**
 - Karbohidratlar (Sindirimleri ve parçalanmaları kolay, daha az oksijene ihtiyaç duyarlar).
 - Yağlar (Uzun süreli açlıklarda kullanılır).
 - Proteinler (Temel yapı maddesi oldukları için zorunlu kalmadıkça tercih edilmezler).
- İçerdikleri enerji miktarına göre çoktan az doğru sıralama:**
 - Yağlar (~9,0 kcal/g):** En çok hidrojen içerikleri için parçalandıklarında en yüksek enerjiyi (ve en çok metabolik suyu) verirler. Ancak parçalanmaları için bol oksijen gerektiğinden ilk sırada tercih edilmezler.
 - Proteinler (~4,0 kcal/g):** Karbohidratlara yakın veya çok az daha fazla enerji verirler.
 - Karbohidratlar (~4,0 kcal/g):** İçerdikleri enerji en az olmasına rağmen, oksijenle parçalanmaları en kolay olduğu için birinci derece enerji kaynağıdır.

4.TEMA: EKOLOJİ

EKOSİSTEMLER

Ekoloji, canlıların birbirleriyle ve cansız çevreleriyle olan ilişkilerini inceleyen bilim dalıdır. Organizmadan biyosfere kadar farklı hiyerarşik düzeylerde araştırmalar yapar.

- Ekolojik Organizasyon Düzeyleri (Küçükten Büyüğe):**
 - Organizma:** Tek bir canlı birey.
 - Popülasyon:** Belirli bir bölgede yaşayan, **aynı tür** canlıların oluşturduğu topluluk. (Örn: Toroslar'daki kızılçamlar).
 - Komünite:** Belirli bir bölgede yaşayan ve birbiriyle etkileşim hâlinde olan **farklı türlerin (popülasyonların)** oluşturduğu topluluk. (Örn: Toroslar'daki orman komünitesi).
 - Ekosistem:** Komünite ve cansız çevrenin (su, toprak, sıcaklık vb.) oluşturduğu bütündür.
 - Biyom:** Kendine özgü iklimi olan ve geniş coğrafi alanları kapsayan büyük ekosistem tipleridir. (Örn: İğne yapraklı orman biyomu, çöl biyomu).
 - Biyosfer (Ekosfer):** Yeryüzünde canlıların yaşayabildiği alanların tamamıdır. En büyük ekolojik birimdir.
 - Ekoton:** Farklı ekosistemlerin veya komünitelerin kesişim (geçiş) bölgeleridir. (Örn: Orman ile gölün birleştiği bataklıklar). Ekotonlarda yaşam şartları zor, rekabet fazla, birey sayısı az ancak **tür çeşitliliği (toleransı yüksek türler barındırdığından)** fazladır.

4.1. EKOSİSTEMİN BİLEŞENLERİ

EKOSİSTEMİN BİLEŞENLERİ

Ekosistemler, varlıklarını sürdürebilmek için biyotik (canlı) ve abiyotik (cansız) bileşenlerin bir araya gelmesiyle oluşur. Bu iki bileşen birbirine madde döngüleri ve enerji akışıyla bağlıdır.

EKOSİSTEMİN CANSIZ BİLEŞENLERİ

Canlıların yeryüzündeki dağılışını ve yaşamsal faaliyetlerini belirleyen fiziksel ve kimyasal etmenlerdir. Bir canlının çevresinde meydana gelen değişimlere karşı hayatta kalabildiği aralığa **tolerans (hoşgörü) aralığı** denir.

- **İklim:** Uzun yıllar hüküm süren hava koşullarıdır. Ekosistemdeki canlıların dağılışını belirleyen en önemli faktördür. Geniş alanlarda makroklima, küçük özel alanlarda ise mikroklima görülür.
- **Işık:** Yeryüzündeki temel enerji kaynağıdır.
 - Fotosentez için gereklidir. Işığın şiddeti, dalga boyu ve süresi bitkilerin gelişimini etkiler.
 - Canlıların gün ışığına (ışıklanma süresine) verdikleri biyolojik tepkilere **fotoperiyodizm** denir. Göç etme, kış uykusuna yatma ve üreme dönemlerinin başlamasında etkilidir.
- **Sıcaklık:** Enzimlerin çalışmasını, dolayısıyla metabolizmayı doğrudan etkiler. Canlılar farklı sıcaklık değerlerine uyum (adaptasyon) sağlamıştır (Örn: Çöl bitkilerinde su kaybını önleyen yapılar, kutup ve çöl tilkilerindeki kulak ve uzuv büyüklüğü farklılıkları).
- **Su:** Yaşam için zorunludur. Enzimlerin çalışması, fotosentez, terleme ile ısı dengesi gibi birçok olayda rol oynar. Çöl hayvanları (örn: kanguru sıçanı, deve) suyu metabolik yollardan elde etme veya depolama yönünde adaptasyonlar geliştirmiştir.
- **Toprak ve Mineraller:** Bitkilerin tutunduğu, su ve inorganik maddeleri aldığı ortamdır. Birçok hayvana ve ayrıştırıcıya yaşama alanı sunar. İçeriğindeki organik (humus) ve inorganik bileşenler ekosistem verimliliğini belirler.
- **pH:** Ortamın asitlik ve bazlık durumudur. Kirlilik, asit yağmurları ve tarımsal atıklar pH'ı değiştirerek canlıların enzim yapılarını ve yaşama şanslarını doğrudan etkiler.

EKOSİSTEMİN CANLI BİLEŞENLERİ

Ekosistemdeki canlılar beslenme biçimlerine göre üç temel gruba ayrılır:

- **Üreticiler (Ototroflar):** İnorganik maddelerden organik madde üretebilen canlılardır. Besin zincirinin ilk halkasını oluştururlar.
 - **Fotoototroflar:** Güneş enerjisi ve klorofil kullanarak fotosentez yaparlar (Bitkiler, algler, siyanobakteriler).
 - **Kemoototroflar:** İnorganik maddeleri oksitleyerek elde ettikleri kimyasal enerji ile besin üretirler. Güneş ışığına ihtiyaç duymazlar (Bazı bakteri ve arkeler).
- **Tüketiciler (Heterotroflar):** İhtiyaç duydukları organik besinleri dışarıdan hazır alırlar.
 - Sadece üreticilerle beslenenlere **otçul (herbivor)**, otçulları yiyenlere **etçil (karnivor)**, hem bitki hem et yiyenlere **hepçil (omnivor)** denir.
- **Ayrıştırıcılar (Saprotroflar):** Ölü organizma atıklarını ve organik kalıntıları hücre dışı enzimleriyle parçalayarak inorganik maddelere dönüştürürler (Bazı bakteriler ve mantarlar).
 - Ekosistemdeki **madde döngüsünün sürekliliğini** sağlarlar.
 - Ayrıştırıcıların yok olması durumunda ortamda organik atık birikir, inorganik madde tükenir ve ekosistem çöker.

4.2. KOMÜNİTELERDE VE POPÜLASYONLARDA GÖRÜLEN ETKİLEŞİMLER VE DEĞİŞİMLER

KOMÜNİTE

Belirli bir alanda yaşayan ve birbiriyle etkileşim içinde olan tüm popülasyonların oluşturduğu topluluktur. Komünitelerin yapısı abiyotik faktörlere (enlem, iklim, sıcaklık) bağlı olarak değişir. Ekvatordan kutuplara doğru gidildikçe tür çeşitliliği genellikle azalır.

- **Komünitelerin Sahip Olduğu Özel Türler:**

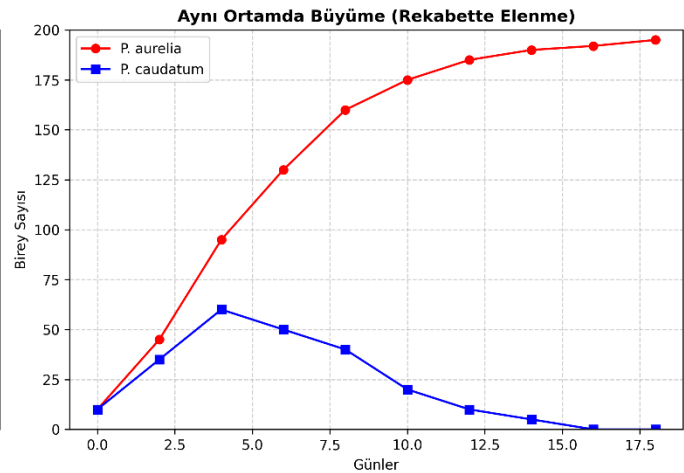
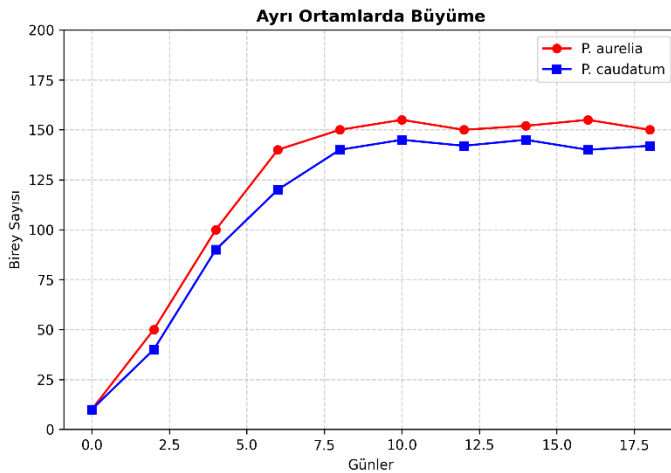
- **Endemik Tür:** Sadece belirli bir coğrafi bölgeye özgü olan, yeryüzünün başka hiçbir yerinde bulunmayan türlerdir. (Örn: Sığıla ağacı, Van kedisi).
- **Gösterge (İndikatör) Tür:** Çevresel değişimlere (kirlilik vb.) toleransı çok düşük olan ve ortamdaki değişiklikten ilk etkilenen türlerdir. Alabalıklar temiz ve bol oksijenli suyun, likenler temiz havanın göstergesidir.
- **Kilit Taşı Tür:** Sayıca veya biyokütlece çok olmamalarına rağmen, komünitenin işleyişi ve devamlılığı üzerinde kritik etkiye sahip türlerdir. Ortamdan yok olmaları komünitenin çökmesine neden olur. (Örn: Afrika fillerinin ağaçları yiyerek otlakları koruması).
- **Baskın (Dominant) Tür:** Komünitede sayıca veya biyokütlece en fazla olan, komüniteye görünümünü veren türlerdir. Karasal ekosistemlerde genellikle bitkiler baskın türdür.
- **İstilacı (Egzotik) Tür:** Doğal yaşam alanları olmamasına rağmen başka habitatlara taşınan ve orada hızla üreyerek yerel türleri tehdit eden canlılardır.

KOMÜNİTEDE TÜR İÇİ VE TÜRLER ARASI ETKİLEŞİMLER

Bir canlının doğal yaşam alanındaki (habitatındaki) işlevi, beslenmesi, üremesi ve diğer canlılarla olan tüm ilişkilerine **ekolojik niş** denir (Canlının doğadaki "işi"dir). Komünitedeki canlılar arasında çeşitli etkileşimler görülür.

Besin, barınak, su ve ışık gibi sınırlı kaynaklar için canlıların birbiriyle yarışmasıdır.

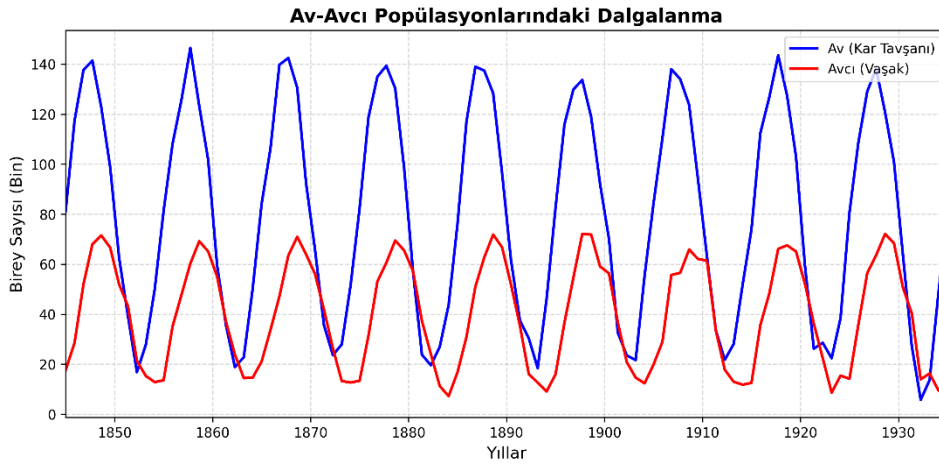
- **Tür İçi Rekabet:** Aynı türe ait bireyler arasındaki rekabettir (Örn: İki aslanın aynı av için savaşması). Bireylerin ekolojik nişleri tamamen aynı olduğu için tür içi rekabet en şiddetli rekabettir.
- **Türler Arası Rekabet:** Farklı türlere ait bireyler arasındaki rekabettir (Örn: Aslan ve sırtlanın aynı av için savaşması). İki türün ekolojik nişleri ne kadar çok örtüşüyorsa, aralarındaki rekabet o kadar şiddetli olur.
- **Gause'un Rekabet Deneyi:** Rus bilim insanı Gause, nişleri aynı olan iki farklı *Paramecium* türünü (*P. aurelia* ve *P. caudatum*) aynı ortama koyduğunda, üreme hızı yüksek olan *P. aurelia*'nın hayatta kaldığını, diğersinin ise yok olduğunu gözlemlemiştir. (**Rekabette Elenme Kuralı**).



- **Kaynak Paylaşımı:** Rekabet halindeki iki türün ekolojik nişlerini (avlanma zamanını veya besin çeşidini) değiştirerek aynı ortamda yaşamaya devam edebilmesidir. Rekabeti azaltır. (Örn: Aynı ağaçtaki kuşların farklı yüksekliklerdeki böcekleri yemesi).

Av avcı ilişkisi: Bir canlının (avcı/predatör) **beslenmek** amacıyla başka bir canlıyı (**av**) yakalayıp yemesidir.

- Av ve avcı popülasyonları birbirini kontrol eder ve yıllar içinde periyodik bir dalgalanma gösterirler.
- Av artarsa besin bulabilen avcı artar. Avcı artarsa aşırı tüketimden av azalır. Av azalınca aç kalan avcı azalır.



İki veya daha fazla farklı türün uzun süre birlikte, yakın ilişki içinde yaşamasıdır (Ortak Yaşam).

- **Mutualizm (+ / +):** Birlikte yaşayan her iki türün de bu ilişkiden karşılıklı fayda sağladığı yaşam şeklidir.
 - **Zorunlu Mutualizm:** Türler birbirinden ayrıldığında ikisi de zarar görür ve yaşayamaz. (Örn: **Liken birliği**; Alg fotosentez yapıp besin/oksijen üretir, mantar ise alge tutunma yüzeyi, su ve karbondioksit sağlar. Otçul memelilerin midesindeki selüloz sindirici bakteriler ile memeli arasındaki ilişki. Baklagil köklerindeki azot bağlayıcı **Rhizobium** bakterileri ile bitki arasındaki ilişki).
 - **Gevşek Mutualizm (İsteğe Bağlı/Protokoperasyon):** Türler birbirine fayda sağlar ancak ayrıldıklarında hayatlarına devam edebilirler. (Örn: Gergedan ile üzerindeki keneleri yiyen kuşlar).
- **Kommensalizm (+ / 0):** Birlikte yaşayan türlerden biri ilişkiden fayda sağlarken diğerinin ne fayda ne de zarar gördüğü (etkilenmediği) durumdur.
 - (Örn: Köpek balığının karın bölgesine tutunan **Remora (kılavuz) balıklarının** köpek balığının artıklarıyla beslenmesi. Büyük ağaçların gövdelerinde yaşayan ve onlara zarar vermeden ışığa ulaşan epifit bitkiler).
- **Amensalizm (- / 0):** Birlikte yaşayan türlerden birinin ilişkiden zarar gördüğü, diğerinin ise hiç etkilenmediği durumdur.
 - (Örn: Ceviz ağacının yapraklarından salgılanan juglon maddesinin (yağmurla toprağa inerek) ağacın altında başka bitkilerin büyümesini engellemesi. Ceviz bu durumdan etkilenmez).
- **Parazitizm (+ / -):** Türlerden birinin (parazit) fayda sağlarken diğerinin (konak) zarar gördüğü ilişkidir.
 - **Hayvansal Parazitler:**
 - **İç Parazitler (Endoparazit):** Sindirim sistemleri gelişmemiştir, konağın kan veya bağırsağında yaşayıp hazır sindirilmiş besinleri alırlar. Üreme sistemleri çok gelişmiştir. (Örn: Tenya, kıl kurdu, bağırsak solucanı).
 - **Dış Parazitler (Ektoparazit):** Sindirim sistemleri gelişmiştir. Konağın üzerine tutunarak kanını emerler. Hastalık bulaştırabilirler. (Örn: Bit, kene, pire).
 - **Bitkisel Parazitler:**
 - **Yarı Parazit Bitkiler:** Kloroplastları vardır, kendi fotosentezini yapar (besinini üretir). Ancak kök sistemi gelişmediği için emeçlerini konak bitkinin odun borularına (ksilem) uzatarak **sadece su ve mineral** alırlar. (Örn: Ökse otu).
 - **Tam Parazit Bitkiler:** Kloroplastları yoktur, fotosentez yapamazlar. Emeçlerini konak bitkinin hem odun hem soymuk borularına (ksilem ve floem) uzatarak **su, mineral ve organik besin** alırlar. (Örn: Canavar otu, küsküt otu, cin sağı).

KOMÜNİTELERDE SÜKSESYON

Komüniteyi oluşturan türlerin çevresel değişimler (yangın, yanardağ patlaması vb.) sonucu belirli bir zaman diliminde sırayla birbirinin yerini almasına **süksesyon (ardıllık)** denir.

- **Birincil (Primer) Süksesyon:** Üzerinde daha önce hiçbir canlı yaşamamış, toprak örtüsü olmayan (buzul çekilmesi, yeni volkanik ada) ortamlarda başlar. Çok uzun sürer (yüzlerce yıl).
 - *Sıralama:* Liken evresi → Yosun evresi → Otsu bitkiler → Çalılar → Orman (Ağaçlar).
- **İkincil (Sekonder) Süksesyon:** Toprak yapısının bozulmadığı, ancak üzerindeki bitki örtüsünün orman yangını, aşırı otlatma, sel gibi nedenlerle yok olduğu durumlarda gerçekleşir. Toprak hazır olduğu için daha hızlı ilerler.
- Süksesyon sonucunda komünitenin uzun süreli dengeli ve kararlı bir yapıya ulaşmasına **klmaks** denir.

POPÜLASYON DİNAMİKLERİ

Popülasyonlar statik değil, dinamik bir yapıdadır. Büyüklüğü, yoğunluğu ve yaş dağılımı zamanla değişir.

- **Popülasyon Yoğunluğu:** Birim alan veya hacimde bulunan birey sayısıdır. (Örn: 1 km^2 ormandaki kızılçam sayısı).
- **Popülasyon Büyüklüğü:** Popülasyondaki toplam birey sayısıdır.
 - Popülasyon büyüklüğündeki değişim = (doğumlar + içe göçler) – (ölümler + dışa göçler)
 - Büyüme: (Doğum + İçe Göç) > (Ölüm + Dışa Göç)
 - Küçülme: (Doğum + İçe Göç) < (Ölüm + Dışa Göç)
 - Denge: (Doğum + İçe Göç) = (Ölüm + Dışa Göç)

POPÜLASYON

- **Taşıma Kapasitesi:** Bir çevrenin uzun süreli destekleyebileceği (barındırabileceği) maksimum birey sayısıdır.
- **Çevre Direnci:** Bir popülasyonun büyümesini engelleyen (sınırlayan) biyotik ve abiyotik faktörlerin tümüdür. Popülasyon taşıma kapasitesine yaklaştıkça besin kıtlığı, alan darlığı, hastalık ve rekabet artar; yani **çevre direnci artar**.
- **Büyüme Eğrileri:** İdeal koşullarda (çevre direnci yokken) popülasyonlar üstel (J tipi) büyür. Ancak doğada sınırlı kaynaklar nedeniyle büyüme bir süre sonra yavaşlar ve popülasyon taşıma kapasitesinde dengelenir (**S Tipi Lojistik Büyüme Eğrisi**). Büyüme eğrisinin son aşamalarında büyüme hızı sıfırlanır ancak popülasyon yoğunluğu maksimumdur.

4.3. EKOSİSTEMDEKİ MADDE VE ENERJİ AKIŞI

EKOSİSTEMDE MADDE VE ENERJİ AKIŞI

Ekosistemlerde yaşamın devamlılığı enerji akışı ve madde döngülerine bağlıdır.

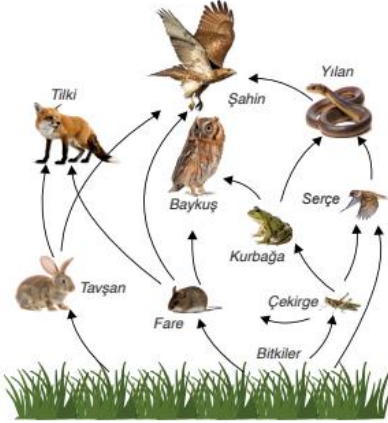
- **Termodinamiğin 1. Yasası:** Enerji yoktan var edilemez, vardan yok edilemez, ancak form değiştirebilir. (Güneş enerjisi → Fotosentezle Kimyasal Bağ Enerjisine dönüşür).
- **Termodinamiğin 2. Yasası:** Enerjinin bir canlıdan diğerine aktarımı sırasında bir kısmı iş yapmak için kullanılamayan **ısı enerjisine** dönüşerek çevreye yayılır.
- **ÖNEMLİ:** Madde ekosistemde döngü halindedir (sürekli tekrar kullanılır), ancak **enerji akışı tek yönlüdür** (Güneşten üreticiye, oradan tüketiciye geçer ve sonunda ısı olarak evrene yayılır, geri dönmez).

BESİN ZİNCİRİ

- Besinlerde depolanan enerjinin, üreticilerden tüketicilere doğru birbirini yeme ilişkisi ile tek yönlü olarak aktarıldığı sıraya **besin zinciri** denir. Besin zincirindeki her bir beslenme basamağına **trofik düzey** denir.
 1. Trofik Düzey: Üreticiler (Bitkiler)
 2. Trofik Düzey: Birincil Tüketiciler (Otçullar)
 3. Trofik Düzey: İkincil Tüketiciler (Etçiller)
- *Ayrıştırıcılar besin zincirinin (ve ekolojik piramitlerin) her basamağında yer alır ve organik artıkları inorganığa çevirir.*

BESİN AĞI

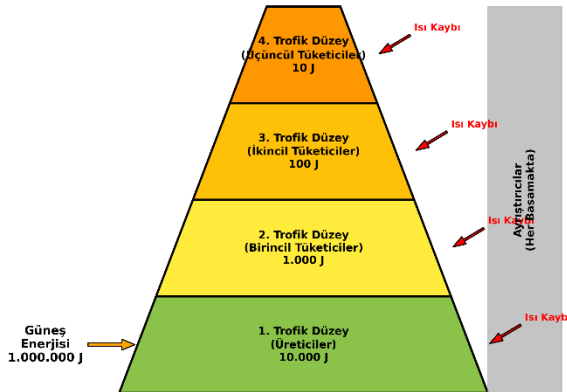
Doğada çoğu canlı tek bir besin çeşidi ile beslenmez. Birçok besin zincirinin birbirine bağlanmasıyla oluşan karmaşık ve çok yönlü beslenme ilişkilerine **besin ağı** denir. Bir canlı besin ağına birden fazla trofik düzeyde yer alabilir (Örn: Hem otçul hem etçil beslenen bir kuş, zincirin farklı noktalarında bulunabilir).



EKOLOJİK PİRAMİTLER

- **Biyokütle (Biyomas):** Bir trofik düzeyde bulunan canlıların toplam organik madde (kuru ağırlık) miktarıdır.
- Karasal ekosistemlerde üreticiden son tüketiciye doğru gidildikçe toplam biyokütle genellikle **azalır**. (En fazla biyokütle üreticilerdedir).
- **%10 Yasası:** Bir trofik düzeyden bir üst düzeye enerjinin sadece yaklaşık **%10'u** aktarılabilir. Geri kalan %90'lık kısım yaşamsal faaliyetlerde harcanır, atık maddelerde kalır ve ısı olarak çevreye yayılır.

Enerji Piramidi ve %10 Yasası



• Üreticiden Son Tüketiciye (Piramitte Aşağıdan Yukarıya) Doğru Gidildikçe Genellikle:

- Aktarılan enerji miktarı **azalır**.
- Enerji kaybı **artar**.
- Toplam biyokütle **azalır**.
- Birey sayısı **azalır**.
- Bireylerin vücut büyüklüğü **artar**. (İstisnaları vardır).
- Biyolojik birikim (zehir miktarı) **artar**.

Biyolojik Birikim ve Etkileri

- Canlı vücuduna giren, sindirilemeyen, atılamayan ve özellikle yağ dokuda biriken zararlı kimyasal maddelerin (DDT, ağır metaller, siyanür, tarım ilaçları) besin zinciri yoluyla üst basamaklara aktararak yoğunluğunun artmasına **biyolojik birikim** denir.
- Besin zincirinin en üstünde yer alan (son tüketici) canlılarda toksik madde birikimi **en fazladır**.
- **Örnek Hastalıklar:** Japonya'da civa içeren atıkların denize karışmasıyla balıklarda ve onları yiyen insanlarda görülen sinir sistemi tahribatına **Minamata Hastalığı**; kadmiyum birikiminin pirinçlere geçmesi ve insanlarda iskelet sistemi sorunlarına yol açmasına ise **İtai İtai Hastalığı** denir.

4.4. MADDE DÖNGÜLERİ

MADDE DÖNGÜLERİ

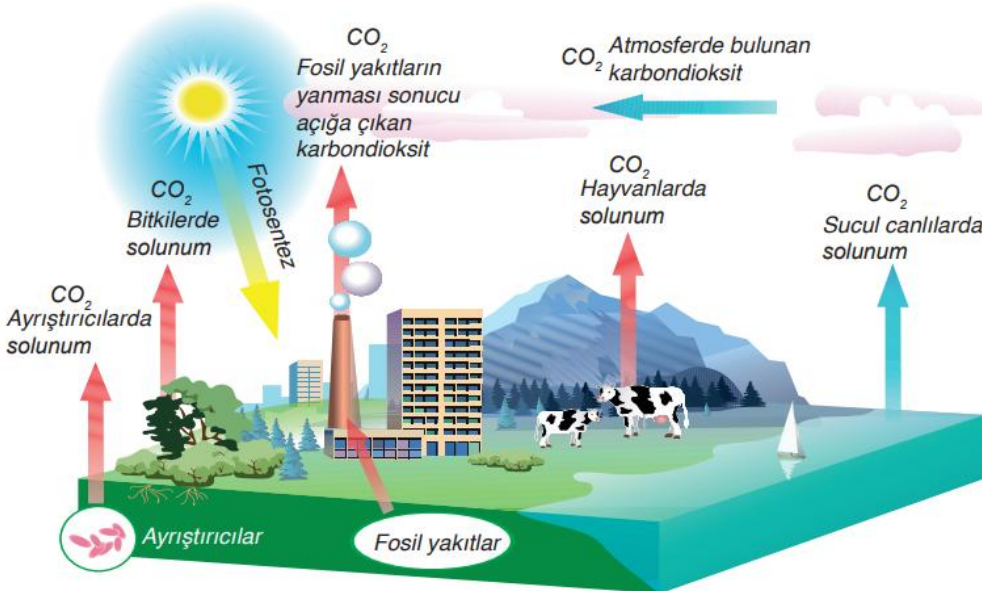
- Ekosistemde bulunan maddelerin canlı ve cansız ortamlar arasında organik ve inorganik formlara dönüşerek sürekli yer değiştirmesine **madde döngüsü** denir.
- Yaşamın sürekliliği; su, karbon, azot gibi temel elementlerin devirli kullanılmasına bağlıdır. Enerji akışı tek yönlüken, madde akışı döngüseldir.

SU DÖNGÜSÜ

- Yeryüzündeki suyun atmosfer ile yeryüzü arasındaki hareketidir.
- Döngüyü Sağlayan Temel Olaylar:**
 - Buharlaştırma ve Terleme:** Okyanus, göl ve topraktaki suyun buharlaşması ile canlıların solunum ve terleme faaliyetleri sonucu su atmosfere gaz hâlinde geçer.
 - Yoğuşma ve Yağış:** Atmosferdeki su buharı soğuyarak yağmur, kar veya dolu şeklinde yeryüzüne döner. Suyun bir kısmı yer altı sularına, bir kısmı ise akışa geçerek deniz ve okyanuslara karışır.

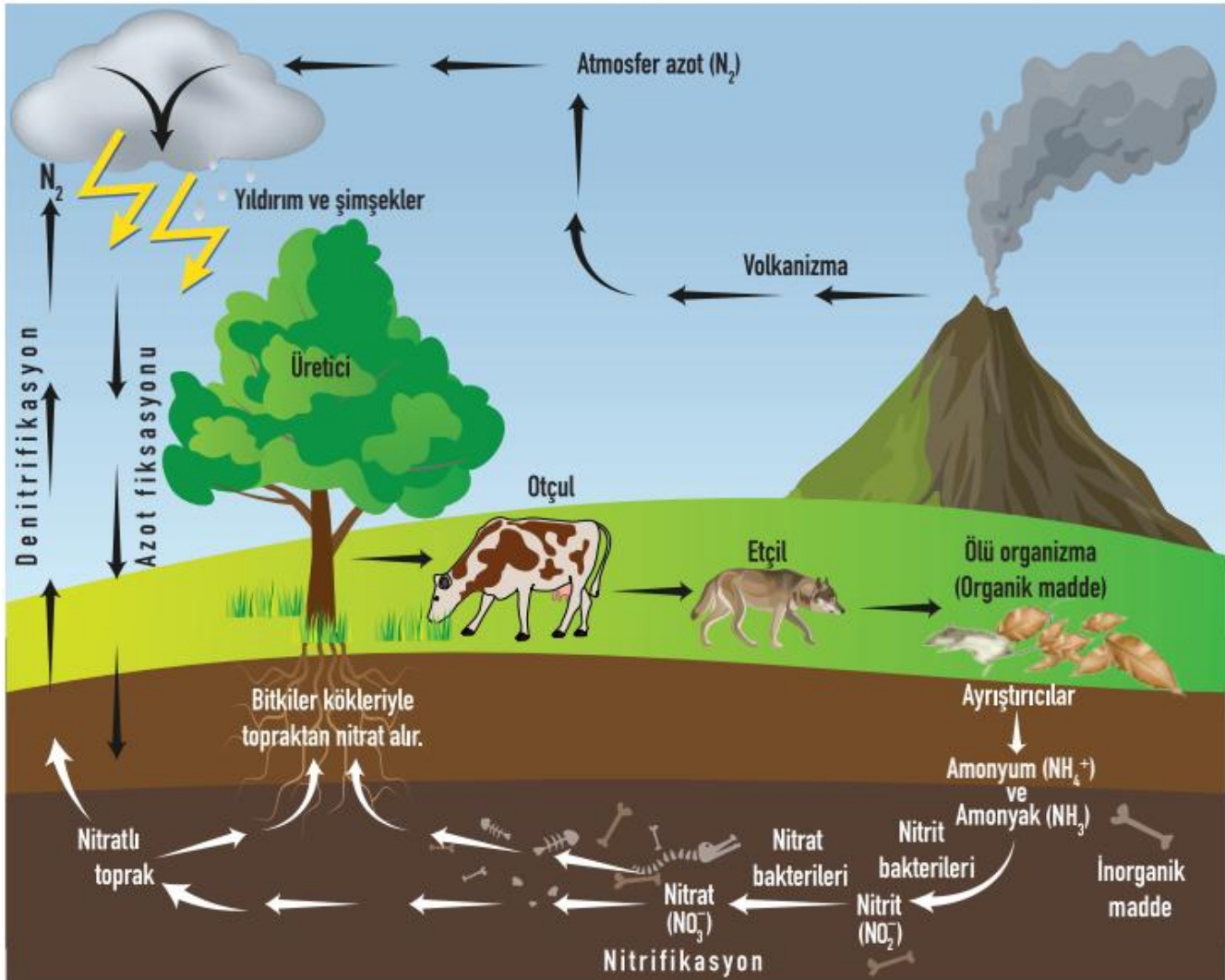
KARBON DÖNGÜSÜ

- Karbon, canlıların yapısını oluşturan organik moleküllerin temel elementidir. Atmosferde karbondioksit (CO_2), sularda bikarbonat, karada ise fosil yakıtlar ve kireç taşı olarak bulunur.
- Karbondioksidi (CO_2) Tüketen (Atmosferden Çeken) Olaylar:**
 - Fotosentez ve Kemosentez:** Üretici canlılar CO_2 'yi kullanarak organik besin sentezler.
- Karbondioksidi (CO_2) Üreten (Atmosfere Veren) Olaylar:**
 - Hücresel Solunum:** Üretici ve tüketicilerin organik besinleri parçalaması.
 - Ayrışma (Çürüme):** Saprofitlerin ölü organizmaları parçalaması.
 - Yanma:** Fosil yakıtların (kömür, petrol) ve ormanların yanması.
- Sınav Noktası:** İnsan faaliyetleri (aşırı fosil yakıt tüketimi ve ormansızlaşma) karbon döngüsünün dengesini bozarak atmosferdeki CO_2 miktarını hızla artırır, bu da **küresel ısınmaya** yol açar.



AZOT DÖNGÜSÜ

- Azot; amino asit, protein, nükleik asit (DNA, RNA), ATP ve vitamin gibi hayati moleküllerin yapısına katılır. Atmosferde gaz hâlinde (N_2) %78 oranında bulunur.
- Bitkiler ve hayvanlar havadaki serbest azotu doğrudan KULLANMAZ. Azotun canlılar tarafından kullanılabilmesi için amonyum (NH_4^+) veya nitrat (NO_3^-) tuzlarına dönüşmesi gerekir.
- **Azot Fiksasyonu (Bağlanması):** Serbest azotun toprağa bağlanmasıdır.
 - **Abiyotik Fiksasyon:** Yıldırım ve şimşek gibi yüksek enerjili olaylar azotu toprağa bağlar.
 - **Biyotik Fiksasyon:** Baklagil köklerinde yaşayan *Rhizobium* bakterileri ve topraktaki serbest azot bağlayıcı bakteriler havadaki azotu toprağa bağlar.
- **Pütrifikasyon (Çürüme / Amonifikasyon):**
 - Bitki ve hayvan ölüleri ile boşaltım atıkları, **ayrıştırıcılar (saprofitler)** tarafından parçalanarak **amonyak (NH_3)** ve amonyuma dönüştürülür.
- **Nitrifikasyon:**
 - Topraktaki zehirli amonyağın kemosentetik bakteriler tarafından bitkilerin kullanabileceği nitrat tuzlarına dönüştürülmesidir.
 - Önce nitrit bakterileri amonyağı **nitrite (NO_2^-)**, sonra nitrat bakterileri nitriti **nitrate (NO_3^-)** çevirir.
 - Bu olay topraktaki azot tuzlarını artırır ve **oksijenli** bir süreçtir.
- **Denitrifikasyon:**
 - Topraktaki fazla nitratın, denitrifikasyon bakterileri tarafından tekrar serbest azot gazına (N_2) dönüştürülerek atmosfere verilmesidir.
 - Bu olay toprağın verimini azaltır, atmosferin azotunu artırır.
- **Önemli:** Azot döngüsünde hayvanların, bitkilerin ve mantarların rolü çürükçül süreçlerle veya tüketimle sınırlıyken; nitrifikasyon, denitrifikasyon ve biyotik fiksasyon olaylarını **sadece bazı prokaryotlar (bakteriler ve arkeler)** gerçekleştirir.



EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

4.5. EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN ÖNEMİ

EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN ÖNEMİ

- **Sürdürülebilirlik:** Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma modelidir (İlk kez 1987 Brundtland Raporu'nda tanımlanmıştır).
- Sürdürülebilir kalkınma; sosyal, ekonomik ve ekolojik olarak üç boyutta ele alınır. Çevresel boyuta **ekolojik sürdürülebilirlik** denir.
- **Amacı:** Doğal kaynakların, biyoçeşitliliğin ve ekosistem dengesinin korunarak doğanın kendini yenilemesine fırsat verilmesidir. Sıfır enerjili binalar, atık geri kazanımı gibi projeler bu amaca hizmet eder.

4.6. EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ KISITLAYAN DURUMLAR

EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ KISITLAYAN DURUMLAR

- Hızlı nüfus artışı, kontrolsüz tüketim, sanayileşme ve plansız kentleşme ekosistem dengelerini bozarak sürdürülebilirliği tehdit eder.

HABİTAT KAYBI/PARÇALANMASI

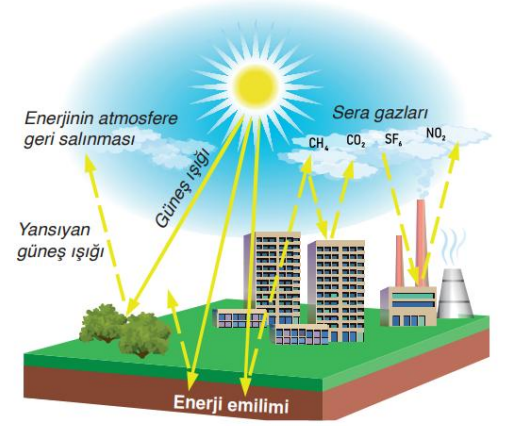
- Bir canlının hayatta kalabilmesi için gerekli olan doğal yaşam alanlarının (habitatlardan) insan faaliyetleri (tarım, ormancılık, madencilik, baraj yapımı) nedeniyle tamamen yok olması veya küçük parçalara bölünmesidir.
- Türlerin yok olmasındaki ve biyoçeşitlilik kaybındaki **en büyük etken** habitat tahribatıdır.
- Parçalanmış habitatlarda canlıların avlanma, eş bulma ve göç davranışları engellenir.

KİRLİLİK VE ÇEVRE SORUNLARI

- **Hava Kirliliği**
 - Atmosferdeki gaz bileşiminin canlılara zarar verecek şekilde değişmesidir.
 - **Doğal kaynaklar:** Yanardağ patlamaları, çöl tozları.
 - **Yapay kaynaklar:** Fosil yakıt tüketimi, sanayi tesisleri, egzoz gazları. Solunum yolu hastalıklarına ve asit yağmurlarına yol açar.
- **Ozon Tabakasının İncelmesi**
 - Stratosferdeki ozon (O_3) tabakası, Güneş'in zararlı morötesi (UV) ışınlarını filtreler.
 - Soğutucularda, deodorantlarda ve spreylerde kullanılan **Kloroflorokarbon (CFC)** gazları ozon moleküllerini parçalayarak tabakanın incelmeye neden olur.
 - Sonucunda cilt kanserleri, katarakt ve bağışıklık sistemi hastalıkları artar.
- **Asit Yağmurları**
 - Fosil yakıtların yanmasıyla oluşan kükürtdioksit (SO_2) ve azotdioksit (NO_2) gazlarının atmosferdeki su buharıyla birleşerek sülfürik asit (H_2SO_4) ve nitrik asit (HNO_3) oluşturmalarıdır.
 - Yağmur, kar veya sis yoluyla yeryüzüne iner.
 - **Etkileri:** Toprak ve suyun pH'ını düşürerek canlıları öldürür. Topraktaki ağır metallerin çözünerek sulara karışmasına yol açar. Tarihî eserleri ve yapıları aşındırır.
- **Su Kirliliği**
 - Evsel, endüstriyel ve tarımsal atıkların su kaynaklarına karışmasıdır.
 - **Ötrofikasyon:** Tarımda kullanılan azotlu ve fosforlu gübrelerin sulara karışmasıyla suda alg ve siyanobakterilerin kontrolsüz çoğalmasındır.
 - Su yüzeyi yeşil bir tabakayla kaplanır, alt katmanlara ışık geçişi engellenir.
 - Dipte fotosentez durur, sudaki çözünmüş oksijen hızla tükenir.
 - Balıklar ve diğer oksijenli solunum yapan canlılar topluca ölür. Kokuşma başlar.



- **Toprak Kirliliği**
 - Tarım ilaçları (pestisitler), kimyasal gübreler, ağır metaller (civa, kurşun, kadmiyum) ve çöplerin toprağın yapısını bozmasıdır.
 - Topraktaki zehirli maddeler bitkiler aracılığıyla besin zincirine katılarak insanlara kadar ulaşır ve biyolojik birikime neden olur.
 - **Biyo remediasyon:** Toprakta veya suda biriken kirleticileri temizlemek için mikroorganizmaların, bitkilerin veya mantarların kullanılması işlemidir.
- **Radyoaktif Kirlilik**
 - Kararsız elementlerin (uranyum, toryum) parçalanmasıyla çevreye yayılan alfa, beta ve gama ışınlarıdır (radyasyon).
 - Nükleer santral kazaları ve tıbbi atıklar yapay kaynaklarıdır. DNA yapısını bozarak mutasyonlara, kansere ve genetik hastalıklara yol açar.
- **Küresel İklim Değişikliği**
 - **Sera Etkisi:** Atmosferdeki karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), su buharı ve azot oksitleri gibi sera gazlarının yeryüzünden yansıyan güneş ışınlarını tutarak Dünya'yı ısıtmasıdır. Doğal sera etkisi yaşam için gereklidir.
 - **Küresel Isınma:** Fosil yakıtların aşırı kullanımı ve ormansızlaşma ile sera gazı miktarının yapay olarak artması ve Dünya'nın ortalama sıcaklığının tehlikeli boyutlarda yükselmesidir.
 - **Sonuçları:** Buzulların erimesi, deniz seviyesinin yükselmesi, kıyı ekosistemlerinin sular altında kalması, aşırı kuraklık veya şiddetli seller, biyoçeşitliliğin azalması.
- **Erozyon**
 - Bitki örtüsünden yoksun kalan toprağın verimli üst kısmının su ve rüzgâr etkisiyle aşınıp taşınmasıdır.
 - Yanlış arazi kullanımı, ormanların tahribi ve aşırı otlatma en büyük sebepleridir. Toprak verimsizleşir, çölleşme başlar, barajlar toprakla dolarak ömrünü tamamlar.
- **Orman Yangınları**
 - Yıldırım düşmesi gibi doğal nedenlerle veya çoğunlukla insan kaynaklı kaza, ihmal, anız yakma gibi sebeplerle çıkar.
 - Ekosistemi doğrudan tahrip eder. Ancak bazı bitki tohumları yangın sonrası çimlenme özelliği göstererek ormanın ikincil süksesyon (sıralı değişim) ile kendini yenilemesini başlatabilir. Uzun vadede döngülere ve toprağa büyük zarar verir.
- **Biyoçeşitlilik Kaybı**
 - Habitat parçalanması, aşırı avlanma, istilacı (egzotik) türlerin ekosisteme kazara veya bilerek dâhil edilmesi ve iklim değişikliği sebebiyle endemik ve yerel türlerin yok olmasıdır.



EKOLOJİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN SAĞLANMASI

- Yenilenebilir (güneş, rüzgâr) enerji kaynaklarına yönelmek.
- Atıkların geri dönüşümünü sağlamak, tüketimi sınırlandırmak (sıfır atık projeleri).
- Ormanları korumak, yasal önlemler almak ve uluslararası sözleşmelere (Paris Antlaşması, Ramsar) uymak.

4.7. EKOLOJİK AYAK İZİNİN KÜÇÜLTÜLMESİ

EKOLOJİK AYAK İZİNİN KÜÇÜLTÜLMESİ

- **Ekolojik Ayak İzi:** Bir kişinin veya toplumun tükettiği kaynakların yeniden üretilmesi ve yarattığı atıkların (özellikle karbon emisyonlarının) bertaraf edilmesi için ihtiyaç duyulan biyolojik olarak verimli toprak ve su alanıdır.
- **Biyokapasite:** Bir bölgenin veya Dünya'nın tüketilen kaynakları yeniden üretebilme ve atıkları absorbe edebilme kapasitesidir.
- **Ekolojik Açık:** Ekolojik ayak izinin biyokapasiteyi aşması durumudur.
- Türkiye'de ekolojik ayak izinin en büyük payı gıda tüketimine ve kişisel karbon salınımına aittir.

- **Küçültmek İçin Yapılması Gerekenler:**

- Fosil yakıt yerine yenilenebilir enerji kullanmak.
- Bireysel araç yerine toplu taşıma veya bisiklet kullanmak.
- Organik atıkları **kompost** yaparak geri dönüştürmek, tek kullanımlık plastiklerden kaçınmak.
- Yerel ve mevsiminde üretilen gıdaları tüketerek gıdanın taşınmasından kaynaklı karbon ayak izini düşürmek.

4.8. DOĞAL KAYNAKLARIN VE BİYOÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

DOĞAL KAYNAKLARIN VE BİYOÇEŞİTLİLİĞİN KORUNMASI

- **Biyolojik Çeşitlilik:** Tür, genetik ve ekosistem çeşitliliğinin tümüdür. Gıda, ilaç, endüstriyel ham madde kaynağıdır.
- Türkiye, Avrupa kıtasına yakın sayıda bitki türüne (yaklaşık 12.000) sahiptir ve bunların yaklaşık %30'u **endemik** (sadece o bölgeye özgü) türdür.
- **Koruma Stratejileri:**
 - **Yerinde (İn-situ) Koruma:** Canlıların kendi doğal yaşam alanlarında (Millî Parklar, Tabiatı Koruma Alanları) korunmasıdır. Örn: Kaz Dağları Millî Parkı, Hatay Dağ Ceylanı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası, Kelaynak Üreme İstasyonları.
 - **Alan Dışı (Ex-situ) Koruma:** Doğal yaşam alanları dışında koruma altına alınmasıdır. Gen bankaları, tohum bankaları, botanik bahçeleri, arboretumlar (ağaç parkları). Örn: Ankara'daki Türkiye Tohum Gen Bankası.

4.9. ATIK YÖNETİMİ

ATIK YÖNETİMİ

- Atıkların insan sağlığına ve çevreye zarar vermeden, kaynağında azaltılması, toplanması, taşınması, geri dönüştürülmesi ve bertaraf edilmesini kapsayan süreçler bütünüdür.
- **Atık Azaltma Adımları:**
 - **Önleme ve Azaltma:** Atığın kaynağında oluşumunu engellemek.
 - **Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanım:** Plastik, cam, kâğıt, metal gibi malzemelerin fiziksel ve kimyasal işlemlerle tekrar ham maddeye dönüştürülmesi.
 - **Kompostlaştırma:** Organik mutfak atıklarının, tarımsal bitki kalıntılarının mikroorganizmalar yardımıyla çürütülerek toprağı zenginleştiren organik gübre (humus) dönüştürülmesidir.
 - **Biyometanizasyon:** Organik atıkların **oksijensiz** ortamda parçalanarak biyogaza (metan ve karbondioksit) dönüştürülmesidir. Biyogaz, elektrik ve ısı enerjisi üretiminde kullanılır. Sera gazı salınımını azaltır.
 - **Yakma:** Atıkların hacmini küçültmek ve termal enerjiden elektrik üretmek için kullanılır ancak zehirli gaz çıkışına (filtre sistemleri yoksa) sebep olabilir.
 - **Düzenli Depolama:** Bertaraf edilecek atıkların doğaya sızıntı yapmasını önleyecek yalıtımlı zeminlerde biriktirilip üzerinin toprakla örtülmesidir.
 - *Düzensiz depolama (vahşi depolama)* ise çevreye metan gazı salar, patlama riski yaratır ve yer altı sularını zehirler.