

*Kitabın Adı*

---

**Enerji ve Hayat**

*Yazarı*

---

**Prof. Dr. Ayhan Songar**

Basımevi : Yeni Asya Yayınları

Sayfa Sayısı : 77

Özet Sayfa Sayısı : 11

## ÖNSÖZ

Bundan tam  $10^{17}$  saniye önce bu kainat, bir elektron bulutundan ibaretti. Sonra “olmazlar” “oldu”, bugün bildiğimiz bütün termodinamik prensipler tersine işledi, bu zerreciler yer yer toplanıp bir araya geldi, yıldızlar, onların etrafında gezegenler teşekkül etti.

Bunlardan yalnız bir tanesi, milyarlarca milyar adet uzay cismi içinde toz zerresi kadar bile yer işgal etmeyen bir teki, bütün yaratılmışların en şerefli olan misafirini barındırmaya yeterli şartları, gene milyarlarca sene içinde, hazırladı. Etrafı, o misafiri için en uygun özellikleri taşıyan ve atmosfer denen bir gaz tabakası ile çevrildi. Böylece bir yandan da insanoğlunu uzaydan gelen tehlikeli ışınlar karşı koruyacak bir kılıf meydana geldi.

Dünya güneşten 149 milyon kilometre uzaklıktaki yörüngesine, gene bütün fizik prensiplerini alt üst edercesine, 23 derecelik bir eğiklikle oturdu. Bu yörüngede saniyede 30 kilometre hızla yol alırken misafiri için en uygun ve mevsimler şeklinde değişen iklim şartlarını sağladı.

Gelecek misafirini ağırlamak için çeşitli nebatlar, hayvanlarla bezendi. Ve, her şey tamam olunca insan, Yaradanın kendisine bahsettiği akıl, zeka ve irade ile bu tabiatı hükmü altına almak üzere dünyaya ayak bastı.

## ENERJİ BİRİMLERİ

### TERMODİNAMİK KANUNLARI

Termodinamiğin birinci kanunu enerjinin korunması prensibini getirmekte ve “Enerji bir şekilden diğerine dönebilir fakat ne tahrib edilebilir ve ne de yeniden yaratılabilir” şeklinde ifade edilmektedir. O halde, kainatta yaratıldığı anda mevcut olan toplam enerji miktarı değişmemekte, sadece bir enerji şeklinin diğerine dönmesi söz konusu olmaktadır. Hararet, mekanik enerji, elektrik enerjisi, v.s. hep birer enerji şeklidir ve birbirine dönüştürülebilir. Bu dönüşme sırasında toplam enerji daima sabit kalır.

Termodinamiğin ikinci kanununun iki şıkkı vardır:

a) Bütün ısı makinelerinde kullanılan cisim bir sıcaklık düşmesine maruz kalır ve ancak bir sıcak kaynaktan bir soğuk kaynağa geçmek suretiyle cismin ısı kaybetmesi sonucu iş husule gelir. Her ısı makinesinde sarf edilen ısının bir kısmı işe dönüştüğü halde bir kısmı gene ısı enerjisi halinde etraftan yutulmakta, dağılmaktadır. Bu suretle yutulan, kullanılmayan enerji, yukarıda belirttiğimiz gibi, hiçbir zaman sıfır olmadığından ısı makinelerinin verimi daima 1’den küçük olur.

b) Sabit iki sıcaklık arasında işleyen her ısı makinesinde elde edilebilecek maksimum verim, değişmeye maruz kalan cismin tabiatına tabi değil, sadece soğuk ve sıcak kaynakların hararetine bağlıdır.

Görülüyor ki enerji, iş veya ısıya dönüştürülebilir bir fizik “büyüklük”, bir ölçülebilir “miktar”dır. Enerjinin ölçülebilir olması onun rakamla ifade edilebilir olmasını da mümkün kılar. Enerjinin genel olarak iki şekli vardır: a) Maddeye bağlı enerji, b) Işın halinde enerji (ışık, elektromanyetik enerji gibi herhangi bir maddi taşıyıcısı olmayan enerji).

Maddeye bağlı enerjinin daima bir maddi taşıyıcısı gösterilebilir ve bu çeşit enerji sonunda mekanik enerji haline gelir. Bu da ikiye ayrılır: a) Hareketin mekanik enerjisi veya kinetik enerji. Kinetik enerji, hareket halindeki cismin kütesine ve hızına tabidir (akan su, atılan mermi, düşen taş, atom partiküllerinin hareketi gibi). b) Pozisyonun mekanik enerjisi, durum enerjisi veya potansiyel enerji. Bir cisim, kendi üzerine tesir yapması muhtemel bir kuvvet

alanı içinde bulunuyorsa bir potansiyel enerjiden bahsedilir Bu enerji, maddenin kuvvet alanı içindeki durumuna, pozisyonuna bağlı değildir (bir barajdaki su, gerilmiş yay veya elimize alıp yerden yüksekte tuttuğumuz taş parçası gibi).

Elimizde tuttuğumuz bir taş, yer çekimi sahası içinde bulunduğu için bir potansiyel enerji taşımaktadır. o taşı bıraktığımız anda yere doğru düşmeye başlar ve potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşür. Yer yüzüne yaklaştıkça daha az potansiyel enerji ve daha çok kinetik enerjiye sahip bulunur. Bu suretle kinetik ve potansiyel enerjilerin toplamı daima sabit kalır. Yere düştüğü anda gene bir potansiyel enerjiye sahiptir, zira arzın merkezine doğru çekilmektedir ve altında bir çukur açılrsa düşmesine devam eder. Böylece, her cisim hem kinetik ve hem de potansiyel enerji taşımaktadır.

Hararet, termik enerji de molekül hareketlerine bağlı bir enerji şeklidir. Daha önce belirttiğimiz gibi, mekanik enerji ile ısı arasında titreşimin genişliği, dalga boyu ve frekansı yani tekrarı dışında bir fark yoktur.

Bütün bu özelliklerini gördükten sonra enerjiyi, “bütün şekil değiştirmeler sırasında bütünlüğünü koruyan ve her şekli prensip olarak hararete dönüştürülebilir bir fizik büyüklük” diye tarif edebiliriz. Enerji ölçülebilir bir büyüklük olduğuna göre bunun bir ünitesi, birimi olmalıdır. Enerjinin bu ölçülmesinde eşdeğerlik (equivalence) prensibi mevcut olup, bu şekilde enerjinin bütün cinsleri aynı birimle ifade edilebilmektedir.

İki ölçme sistemi mevcuttur: “Milletlerarası Sistem” (Systeme Internationale - SI) ve “Santimetre-Gram-Saniye Sistemi” (CGS). Bu sistemlere göre ayrı ayrı enerji birimleri mevcut olup bunları kısaca şöyle sıralayabiliriz:

1. Milletlerarası Sistem (SI)'de enerji birimi joule'dür. Bir Joule, tatbik yerine kuvvet istikametinde bir metre yer değiştiren, 1 Newton'luk bir kuvvetin yaptığı iş'dir. O halde, 1 joule = 1 Newton x 1 metre olur. (1 Newton, 1 kg.lık bir kütleyle 1 m/s<sup>2</sup> lik bir akselerasyon-hızlanma kazandıran kuvvettir.)
2. CGS sisteminde enerji birimi Erg'dir. 1 Erg, 1 santimetrelik yer değiştirme hasil eden 1 dyne'lik bir kuvvetin yaptığı işe denir. Yani, 1 erg= dyne x 1 cm olup bu da 10<sup>-7</sup> Joule eder. (1 dyne, 1 gramlık bir kütleyle 1 m/s<sup>2</sup> lik akselerasyon veren kuvvettir.)

## **ENERJİNİN DEĞERSİZLENMESİ ENTROPİ**

Bundan evvelki bölümde termodinamiğin getirdiği “ısının sıcak bir kaynaktan soğuk bir kaynağa geçmesi” prensibini görmüştük. Birisi daha sıcak iki cisim yanyana dursa, belli bir zaman geçtikten sonra sıcak olandan daha az sıcak olana doğru bir ısı geçişi olur ve her iki cismin harareti eşit hale gelir. Odamızda yanmakta olan bir soba ısı neşreder ve odayı ısıtır. Bu durumlarda ısının tek yönlü geçişi “geri döndürülmez” bir hadisedir. Hiçbir zaman soğuk bir cisimden ısının daha sıcak bir cisme geçmesi, bu suretle birinin daha fazla soğuyup ötekinin de daha fazla ısınması beklenemez. Sobadan odaya yayılan hararetin tekrar sobanın içine dönmesi gibi hadiseler tabiatta imkansızdır.

İzole bir sistem içindeki “düzensizlik” derecesine termodinamik biliminde Entropi adı verilir. Mutlak düzen halinde her atomun yeri kesin olarak belli olduğundan “sıfır entropi”den bahsedilir. Mutlak sıfır derece dediğimiz -273 santigrad derecede bütün ısı

hareketleri ortadan kalkmıştır. Fakat bir müddet sonra sistem “ısınmaya” başlar, moleküller gittikçe daha fazla hareket ederler, bu şekilde entropi de giderek artar.

İzole sistemlerinin entropisi artmak mecburiyetindedir. İçinde bulunduğumuz odanın bir köşesine bir sprej püskürtülse, püskürtülen zerrecikler toplu bir halde o köşede kalamazlar. Molekül hareketleri sebebiyle bütün odanın içine, oradan atmosfere dağılmak mecburiyetindedirler. Görülüyor ki, entropinin artması bir “geriye döndürülemez olay”dır.

Bundan sonraki bahiste inceleyeceğimiz gibi, canlı organizmalar dış dünyadan serbest enerji almak suretiyle geçici olarak entropilerinin artmasını durdurabilmekte veya hiç değilse yavaşlatabilmektedirler. Ancak mukadder olan akıbet değişmemekte, ölüm anında entropi artmaya başlamakta, organizma çürüyüp dağılarak adeta zerreciklerine ayrılmaktadır.

Bir sistemin entropisi arttıkça kullanılabilir enerji verme kabiliyeti de azalır. Bir arada toplu bulunan insanlar beraberce çok iş yaparlar ama dağıldıkları, birbirinden uzaklaştıkları nisbette, (toplam güçleri gene aynı olmakla beraber) hiç bir iş yapamaz hale gelirler. Görülüyor ki, entropinin artması ile sistemin düzensizliği artmakta ve kullanılabilir enerji verme kabiliyeti, yani “işe yararlığı” azalmaktadır.

Bütün kendi kendini düzenleyen sistemlerin, canlılarda olduğu gibi, entropilerinin artmasına karşı direnmeye gayret ettiklerini görürüz. Bu sistemin, “düzenini bozucu” tesirlerden haberdar olması ve buna karşılık gerekli “düzeltici ayarlamaları” yapması ile mümkün olabilmektedir. “Geritepme” (feed-back) dediğimiz bu düzenleme sistemlerinden ilerde söz edilecektir. Bu hadiseyi atom içinde de görmek kabildir. Çekirdek etrafında dönen elektronu merkeze doğru çeken kuvvetle dönüşün verdiği santrifüj kuvvet arasındaki denge, onu yörüngede tutmakta, fırlayıp gitmesine mani olmaktadır. Kainatı teşkil eden elementlerin entropisi de artmaktadır. Evvela dev bir atom şeklinde yaratıldığı tasavvur edilen kainat, gittikçe genişlemekte, birbiri etrafında dönen cisimlerin merkezden olan uzaklıkları mütemediyen artmaktadır. Odamızın bir köşesine püskürtülen kokunun her tarafa yayılması gibi kainatta da “geri döndürülemeyen” bir olay mevcuttur.

## **CANLI HÜCRELER ve ENERJİ**

Canlılarda entropi'nin artmasına, dağılmaya, çözülmeye karşı direnme, canlıyı teşkil eden kapalı sisteme dışardan serbest enerji vermekle mümkün olabilmektedir. Böyle izole sistemlere dışardan enerji verilmek suretiyle bu sistemlerin entropileri azaltılabilir, hiç değilse artması durdurulabilir, yani sistemin organizasyonu, düzeni korunur.

Canlı hücrelerin en önemli özelliği, kimyasal potansiyel enerjiyi kendi organize yapılarını korumak için gerekli diğer enerji şekillerine çevirebilmesidir. Kimya diliyle canlı hücreyi tarif etmek istersek, bunlar, dayanıklı olmayan ve kendi organize sistemlerini devam ettirebilmek için lüzumlu çeşitli kimyevi maddeleri, son derecede kontrollü miktarlarda ve çevrenin derecesinden daha yüksek bir ısı derecesi ortamında, bir tuz çözeltisi içinde erimiş veya onunla çevrelenmiş olarak bulunduran yapılardır diyebiliriz. Görülüyor ki, her hücre, entropisinin artmasını, dağılmayı önleyebilmek için enerji sarfetmek, sarfettiği enerjiyi de dış ortamdan sağlamak mecburiyetindedir.

Dışardan enerji sağlayarak hayatlıklarını devam ettiren, heterotrof dediğimiz cinsten canlılar, tek hücrelilerden insana kadar geniş bir gelişim skalası içinde sıralanırlar. Bu canlıların tek tek hücrelerini ele aldığımız zaman aralarında büyük benzerliklerin bulunduğunu görürüz. Bu hücreler, ancak gördükleri vazifeye, fonksiyona göre birtakım

farklılaşmalar arzettektedirler; bunun dışında, temel hayati faaliyetler ve enerji alış-verişi bakımından hepsi aynı kurala uyarlar.

Hücreyi, içinde bulunduğu ortamdan, çevresinden, bir zar ayırır. Bu zarın dışında bulunan bazı moleküller zardan içeriye girebilmekte ve bunlardan gene bir kısmı, hücreye enerji sağlarken diğer bir kısmı da hücrenin büyüyüp çoğalabilmesi için gerekli yapıtaşını görmektedir.

Tek hücreli sistemlerden çok hücrelilere yükseldikçe, tekamül kanunu uyarınca, bir sistemleşme, bir organizasyon dikkati çekmektedir. Kendisi için gerekli besini kolayca temin edebileceği bir sıvı ortamı içinde serbestçe hareket eden tek hücreli bir amip ile, organizasyonun en yüksek derecesini temsil eden insanı mukayese edersek, enerji ihtiyacı bakımından aradaki farkı açıkça görürüz. Canlı, organizasyonunu koruyabilmek ve sürdürüebilmek için enerjiye muhtaçtır.

Buraya kadar söylediklerimizi özetlersek, yaşayan bir hücre, (1) büyük ve kompleks molekülleri yapabilmek, (2) bu molekülleri kendi yapısına has bir düzen içinde organize edebilmek, (3) organizasyonu muhafaza edebilmek, ve (4) yeni bir hücre ve canlı için aynı organizasyonun bir benzerini meydana getirebilmek için sürekli bir enerji kaynağına muhtaçtır.

Canlılar için en önemli organik enerji kaynağı karbonhidrat dediğimiz ve şekerin esasını teşkil eden moleküllerdir. (Karbonhidrat terimi bu molekülün karbon (C), yani kömür ve hydra (H<sub>2</sub>O), yani su birleşmesi ile meydana geldiğini, dolayısıyla, karbon atomundan başka, suyun içinde bulunduğu nisbette (yani 1/2 oranında) hidrojen (H) ve oksijen (O) ihtiva ettiğini gösterir.)

Karbonhidrat moleküllerine bütün canlı hücrelerde tesadüf edilmektedir. En basit karbonhidratlar şekerlerdir. Şekerlerin içinde de en önemli yeri tutan glüköz birçok organizma ve sistemler için enerji kaynağını teşkil eder. Bir glüköz molekülünde altı karbon atomu bulunur.

Glüközde altı karbon atomu bulunmasına mukabil bazı başka şeker molekülleri, dört, beş veya on karbon atomu ihtiva etmektedirler. Basit şeker molekülleri bir araya gelerek birleşik karbonhidratları meydana getirirler. Mesela nebatlarda bulunan nişasta ve sellüloz böyle birer birleşik karbonhidrat örneğidir. Nişasta bitkilerin en önemli enerji deposunu teşkil ettiği gibi, unlu besinlerle elde ettiğimiz büyük bir enerji kaynağını da bize sağlamaktadır.

İnsan karaciğeri ve kasları karbonhidratı glükोजen şeklinde depo eder. Böylece çok hayati glüköz depoları olan nişasta, sellüloz ve glükोजen, 10.000 üniteye kadar değişebilen çeşitli sayılarda glüköz moleküllerinden meydana gelmiştir.

Diğer mühim bir enerji kaynağı yağlardır. Yağlar, gliserin ile yağ asitlerinin birleşmesinden meydana gelir. Eđer organizmada enerji kaynağı olarak karbonhidrat ve yağ yetersizliği başgösterirse hücreler enerjilerini proteinlerin aminoasitlerinden sağlama yoluna başvururlar. Aslında yeni hücrelerin imalinde yapı malzemesi olarak kullanılan protein, enerji temini için sarfedilmeye başlar.

Hücreler, karbonhidratlarda, yağlarda ve diğer organik moleküllerde saklanmakta olan enerjiyi serbest hale getirip kullanabilmek için özel birtakım mekanizmalara sahiptirler. Serbest hale getirilen bu enerji, mesela aminoasitlerin protein molekülü halinde bir araya getirilip bağlanarak yeni molekül kombinasyonları kurulabilmesi için kullanılır. Böylece, bazı organik moleküller enerji temin ederken, diğer bir kısım organik moleküller de yeni

moleküllerin yapılması için malzeme verirler. Görülüyor ki, yaşayan, canlı hücreler, devamlı surette ve enerji sarfederek yeni yeni büyük organik moleküller inşa etmektedirler.

Kimyasal reaksiyonlar, moleküllerin birbirine çarpması ile başlar. Böyle bir çarpışmayı başlatmaya yeterli enerjiye aktivasyon enerjisi adı verilir. Aktivasyon enerjisi ekseriya dışardan temin edilir. Mesela, hidrojen ve oksijen molekülleri normal halde herhangi bir kimyasal reaksiyon vermeden bir arada bulunabilirler. Bu durumda bir kıvılcım, bir kibritin çakılması gibi dışardan verilen bir aktivasyon enerjisi oksijen ve hidrojenin patlayarak birbiri ile çarpışmasına, kimyasal reaksiyona girmesine sebep olur. Sonuçta su meydana gelecektir. Su molekülü oksijen ve hidrojen moleküllerinden daha az enerji ihtiva eder. Dolayısıyla, bu reaksiyon sırasında bir miktar serbest enerji açığa çıkar. Bu enerji yeni yeni hidrojen ve oksijen moleküllerinin çarpışması için aktivasyon enerjisi vazifesini görür. Ve, böylece ortamda reaksiyona girecek hidrojen ve oksijen bulunduğu sürece reaksiyon devam eder.

Katalizörler reaksiyona girecek molekülleri çekip bir araya getirerek birbiri ile birleşecek bir yakınlık içinde tutmaktadırlar. Katalizör denen madde, kendisi reaksiyona girmedigi için bu arada tabiatını değiştirmemekte ve tekrar tekrar kullanılabilir. Katalizörler reaksiyona girecek molekülleri çekip bir araya getirerek birbiri ile birleşecek bir yakınlık içinde tutmaktadırlar. Katalizör denen madde, kendisi reaksiyona girmedigi için bu arada tabiatını değiştirmemekte ve tekrar tekrar kullanılabilir.

Su dahil, birçok maddeler canlı organizmalarda katalizör rolü oynamaktadırlar. Bununla beraber, son zamanlardaki araştırmalar göstermiştir ki, belli başlı katalizör maddelerin hemen hepsi protein tabiatındadır. Katalizör vazifesi yapan protein moleküllerine enzim adı verilir.

Enzimler, tesir edecekleri moleküllere, tıpkı bir anahtarın kilide uyması gibi uyarlar; kimyasal reaksiyon tamamlanıncaya kadar o moleküllerle bağlantılarını devam ettirirler ve sonra ayrılırlar. Ayrıldıkları zaman enzimlerde herhangi bir değişiklik meydana gelmemiştir. Bu suretle tekrar tekrar kullanılabilirler. Enzimler iki molekülü birleştirebildikleri gibi bir kompleks molekülü iki küçük molekülü parçalama işine de yararlar.

Canlı hücreler, insan tarafından meydana getirilen makineler gibi, belli enerji şekillerine ihtiyaç göstermektedirler. Nasıl bir buhar makinesine buhar, elektrik motoruna elektrik akımı tarzında enerji gerekirse, hücreler de kendilerine has enerji türleri ile işleyebilmektedirler. Besinlerle alınan çeşitli organik maddelerin ihtiva ettiği enerji bir çeşit kimyasal enerjiye çevrilmekte ve bu enerji de adozin trifosfat (ATP) molekülleri ile taşınmaktadır. Bir memlekete gelen yabancı turistlerin o memlekette alışveriş yapabilmek için kendi paralarını oranın yerli parası ile değiştirmek zorunda olmaları gibi, organizmaya giren çeşitli organik maddelerden açığa çıkan enerji şekilleri de hücreler tarafından belli enerji şekline çevrilerek ATP moleküllerine bağlanır.

ATP molekülü azot ihtiva eden adenin ve şeker tabiatındaki riboz isimli organik moleküllerle üç fosfat grubunun birbirine bağlanmasından teşekkül eder. Her fosfat grubu bir fosfor atomu ile bir hidrojen ve üç oksijen atomu ihtiva etmektedir.

ATP molekülünün taşıdığı enerjinin büyük kısmı son iki fosfatın bağlarındadır. Bir ATP molekülü su ile reaksiyona girdiği vakit ikinci ve üçüncü fosfat bağları kopar. Enerjiden zengin fosfat bağı dediğimiz bu bağların çözülmesi ile ısı enerjisi şeklinde ölçülebilen bir enerji açığa çıkar. Hücre içinde ise bu açığa çıkan enerji ısı enerjisi şeklinde sarfedilmemekte, başka moleküllere transfer edilerek o moleküllerin girişecekleri kimyasal reaksiyonlarda enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu suretle ATP molekülünden ayrılan enerjiden zengin fosfat grupları başka moleküllerle birleşerek onların reaksiyonlarında aktivasyon enerjisi rolünü oynarlar. Böylelikle, özellikle büyüme ve yeni hücrelerin meydana getirilmesi için gerekli aktivasyon enerjisi azaltılmış olmaktadır.

Bir fosfat grubunu kaybeden ATP, “adenozin difosfat” (ADP) adını alır. Bu da bir fosfat grubunu daha kaybederse sonunda tek fosfat bağılı “adenozin monofosfat” (AMP) kalmaktadır. Hücre içinde parçalanmış organik maddelerden açığa çıkan, mesela glükozun parçalanması ile elde edilen enerji muhafaza edilerek AMP ve ADP moleküllerine enerjiden zengin bağların sağlanması ve ATP molekülünün yapılması için kullanılır. Zengin bir enerji taşıyıcı olan ATP gerekli yerlere giderek bu bağlarının ihtiva ettiği enerjiyi boşaltacak ve tekrar ADP ve AMP haline gelecektir.

## **IŞIK ENERJİSİ ve HAYAT**

Dünya yüzünde hayatın zuhurundan önce, ilk organik maddelerin teşekkülünde belli başlı enerji kaynağını güneşin ultraviyole ışınlarının teşkil ettiği muhakkaktır. Bununla beraber, ilk iptidai canlıların ultraviyole ışınlarını organik maddeler imali için kullanmaya muktedir olmadıkları tahmin edilmektedir. O devrelerde ultraviyole radyasyonları o derecede kuvvetli idi ki, buna maruz kalan bütün canlılar mahvoluyorlardı; bu şualardan ancak su altına gizlenmek suretiyle korunmak mümkündü. Bu sebeple hayat evvela suda başlamıştır.

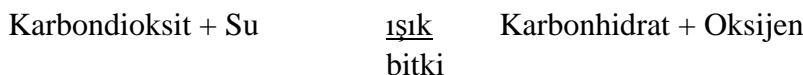
Canlıları, gereken besini kendi imal eden (ototrof) ve başka canlıları yemek suretiyle organik maddeleri sağlayan heterotrof) canlılar diye iki grupta mütalaa edebiliriz. Bazı ilkel heterotrof canlılar evvela enerji kaynağı olarak güneşin ultraviyole ışınlarını değil, gözle görünen ışıklarını kullanmışlardır.

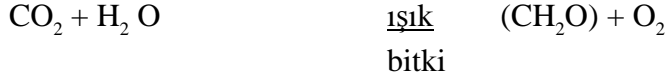
Güneş, diğer yıldızların çoğu gibi hidrojen ve helium gazlarından yapılmış, orta büyüklükte bir yıldızdır. Güneşin harareti merkezine doğru artar ve 16 milyon santigrad dereceyi bulur. Bu hararetin ne demek olduğunu iyice anlatabilmek için bir misal verelim: bir toplu iğne başı büyüklüğünde güneş maddesi 150 kilometre mesafeden bir insanı kavurup öldürmeye yeterli ısı neşretmektedir.

Güneşin merkezindeki bu azim hararet sebebiyle elektronlar atom çekirdeklerinden ayrılırlar. Böylece, güneşin içinde atom ve molekül değil serbest elektronlar ve atom çekirdekleri bulunur. Bu karışıma plazma adı verilir. Bu hararet derecesinde hafif elementlerin atom çekirdekleri bir araya gelerek daha ağır elementlerin çekirdeklerini, meydana getirirler. Mesela 4 hidrojen çekirdeği birleşerek bir helium çekirdeği yapar. Çekirdekler pozitif elektrik yükü taşıdıklarından birbirlerini itmeleri gerekir. Bu birleşmenin meydana gelmesi için güneşin içindeki gibi çok yüksek hararet derecelerine ihtiyaç vardır. Fusion adı verilen bu olay, yüksek ısı derecesinde ve atom çekirdeği seviyesinde meydana geldiği için “termonükleer reaksiyon” adını taşımaktadır. Böylece, güneşin içi, yakıtı hidrojen ve mahsulü helium olan muazzam bir atom fırını olarak telakki edilebilir.

Güneşte meydana gelen helium miktarı, sarfedilen hidrojen miktarından biraz azdır. Aradaki bu fark güneşten ışın halinde çıkan enerjiyi verir. Bu enerji, yukarıda sıraladığımız çeşitli dalga boylarında ışınlar halinde dünyamıza ulaşmaktadır.

Dünyamızın yüzünü kaplayan yeşil örtü, bitkiler, devamlı olarak güneş enerjisini kullanmak suretiyle havanın karbondioksit ve suyunu birleştirip bir organik besin maddesi olan karbondioksit ve oksijeni yapmaktadırlar. Bunu bir kimyevi formülle göstermek istersek:





şeklinde bir denklem kurabiliriz.

Biraz ilerdeki bahislerde göreceğimiz gibi, karbonhidratlar arasında en önemli yeri glüköz ihtiva eder. Glüköz'da  $\text{CH}_2\text{O}$  birleşimi altı defa mevcut olduğundan glüköz  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  şeklinde yazılır. O halde denkleminiz şöyle olacaktır:  $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$

Bitkiler fotosentezle meydana getirdikleri glüközü hammadde olarak alır, bunu da işleyerek diğer organik maddeleri, başka karbonhidratları, amino asidlerini, yağları, vitaminleri, v.s. imal ederler. Tabiatla fotosentez yolu ile besin maddelerini imal eden bitkiler ve onları yiyerek bu besini sarfeden hayvanlar arasında devamlı bir “besin zinciri” mevcuttur. Bu arada bitkilerin de kendi imal ettikleri, fotosentezle meydana getirdikleri besinleri kendileri için kullandıklarını, bunlarla enerji sağladıklarını, büyüyüp çoğaldıklarını belirtmek gerekiyor.

### **OKSİJEN ve HAYAT**

İnsanın dünyada zuhurundan milyonlarca sene evvel yaratılmış olması mümkün bu evimiz, bizleri barındıracak hale gelinceye kadar büyük evrimlerden geçmiş, evvela bütün ihtiyaçlarımızı karşılayacak duruma gelmiş, kainatın en şerefli mahlûkuna layık ve -pek mümkün ki- kainatta bir eşi daha bulunmayan bir barınak olmuştur.

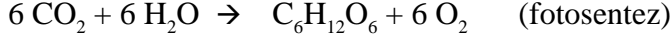
Dünyamızın etrafı atmosfer dediğimiz hava tabakası ile çevrilidir. Bu atmosferde, hayat için en lüzumlu gazlardan biri olan oksijenin teşekkülünün bundan 2000 milyon sene evvel başladığı tahmin ediliyor. Oksijenin önemli özelliklerinden biri ultraviyole ışınlarını emmesi ve bunun tesiriyle iki oksijen atomundan teşekkül eden bir oksijen molekülünün (bunu kimyevi formülü ile  $\text{O}_2$  şeklinde gösteririz) iki oksijen atomuna ayrılmasıdır. Bu şekilde ayrılan oksijen atomları bu defa üçü bir araya gelmek suretiyle ozon dediğimiz gazı teşkil etmek üzere birleşirler ( $\text{O}_3$ ). Şimşekli, yıldırımlı havalardan sonra etrafa yayılan kokuyu hatırlar mısınız? İşte yıldırım veya şimşek dediğimiz elektrik şeraresinin tesiriyle havadaki oksijen moleküllerinin atomlarına ayrılması ve tekrar birleşerek ozonu meydana getirmesi sonucunda çıkar bu koku. “Taze hava” kokusu dediğimiz bu koku, ozon’a hastır. Ozon, mavimtrak renkli ve keskin kokulu bir gazdır, atmosferimizin üst tabakalarında bulunur ve hayatımız için tehlikeli olacak ultraviyole ışınlarını emerek zararlı seviyede bize ulaşmasını önler. Ozonu, bu koruyucu kılıfı aşabilen az miktarda ultraviyolenin bile açık havada, plajlarda nasıl güneş yanığına sebep olduğunu bir düşünersek ozonsuz bir atmosferde hayatın mümkün olamayacağını hemen anlarız. Dünyamızı koruyan ozon tabakası arz yüzeyinden 48 kilometre yüksekte yer almıştır.

Nihayet, muhtemelen 400 milyon sene önce dünyamızı çevreleyen ozon tabakası bütün tehlikeli ultraviyole ışınlarını önleyecek kalınlığa erişmiştir. Dünyamız hazırlandıkça yeni yeni canlı cinsleri yaratılmış, her gelen nesil, her yaratılan tür, kendinden sonrakilerin yaşaması için gerekli ortamı hazırlamış, işi bitince de bu dünyadan kaybolup gitmiştir... Ta insana kadar. Bugün artık ozon tabakasını aşabilen güneş ışınlarının büyük kısmı gözle görülebilen ışınlardır ve bu ışınlar pek az enerji taşırlar. Bu enerji tabiattaki birtakım

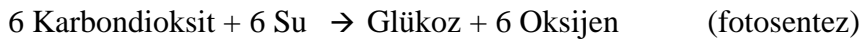


canlıların fotosentez yolu ile organik birleşikleri meydana getirmesine ve bizlere gerekli besin kaynağını hazırlamalarına yeterlidir.

Bitkiler su ve karbondioksidi ışık tesiriyle birleştirerek (fotosentez yolu ile) karbonhidrat ve oksijen yapmakta, hayvanlar da solunum yolu ile aldıkları oksijen vasıtasıyla glükozu yakarak su ve karbondiokside çevirmektedirler.



veya



Böylece, bitkilerle hayvanların nasıl bir kader ve işbirliği içinde olduğunu görüyoruz. Bitki, bizim solunum mahsulümüz olan karbondioksidi su ile birleştirip glükoz ve oksijen yapmakta, biz de bu glükozu yediğimiz bitkilerle, oksijeni de teneffüs ettiğimiz hava ile alıp su ve karbondioksit yapmaktayız. Bu su ve karbondioksit gene bitkiler tarafından kullanılıp bize enerji kaynağı hazırlanmaktadır. İnsan-bitki arasında dönüp dolaşan karbon ve oksijen atomları esasında hiç kaybolmamakta. Yukarıdaki formüllere bakarsanız, eşitliğin iki tarafındaki O ve C atomlarının sayısı daima aynı kalmaktadır.

Enerji akımındaki tek yönlülük onun tekrar sobanın içine girmesini önler. Bu suretle bitip tükenmek bilmez bir enerji kıymetsizlendirilmesi (entropi'nin artması) söz konusudur.

Solunum ile enerjinin serbest hale gelmesi, organik maddelerin karbondioksit ve suya kadar yıkılması ile mümkün olabilmektedir. Biraz önce bunun bir örneğini gördük. Fakat, besinlerimiz, dolayısıyla enerji kaynağımız sadece karbonhidratlar ve özellikle, misalimizde olduğu gibi, glükozdan ibaret değildir.

Enerji sağlanması ile ilgili kimyasal reaksiyonları iki grupta toplayabiliriz:

1. Glükozdan karbon atomlarının serbest hale getirilip karbondioksit yapılması: karbon yolu.
2. Glükozun hidrojen atomlarının oksijene geçirilmesi ile su meydana getirilmesi: hidrojen yolu.

Karbonhidratların dışında yağlar ve proteinler de enerji kaynağı olarak kullanılırlar. Yağlar enerji için kullanıldıkları zaman karbonhidratlar gibi 2C ihtiva eden aktivasetik aside yıkılır ve sonra Krebs devresi üzerinden su ve karbondiokside parçalanırlar.

Proteinler ise evvela aminoasidlere ayrılır ve bunlardan 3C, 2C ve 5C ihtiva eden muhtelif birleşikler meydana getirilir. Bunlar da gene Krebs devresi üzerinden su ve karbondiokside yıkılacaktır.

Burada hemen bir parantez açarak bazı bilgilerimizi tekrarlayalım: (1) Evvela, en üstün yapı olan, son derece farklılaşmış bir strükture sahip sinir hücreleri proteinleri ve yağları enerji kaynağı olarak kullanamaz. Sinir sistemimizin enerji kaynağı, yakıtı, sadece saf ve taze glükozdur ve ancak gene taze oksijen vasıtasıyla bu glükoz yakılarak enerji elde edilir. (2) Vücudumuzda, dışardan verilen glükoz kısıtlandığı zaman enerji elde etmek için depolanmış

yağlar yakılmaktadır. Bu suretle gıda eksikliğinde yağ depolarının erimesi, yani zayıflama açıklanmış oluyor.

Şimdiye kadar anlattığımız “solunum” faaliyeti hücrelerde vuku bulmaktadır. Diğer bir deyimle, hücrelerin hepsi teker teker solunum yapmakta, bunların ihtiyacı olan oksijen ise akciğerlerin solunumu ile temin edilip kan yolu ile hücrelere götürülmektedir. Gene sindirim kanalından aldığımız karbonhidrat, yağ ve protein gibi besinler de hücreye kan vasıtasıyla nakledilmekte, böylece bir taraftan enerji istihali, diğer taraftan gerekli yapı malzemesinin imali için iptidai maddeler temin edilmektedir.

Her hücrenin içine mitokondrium adı verilen bir bölüm vardır. Bu bölüm hücrenin bir çeşit “enerji santrali”ni meydana getirir.

Mitokondriumlarda Krebs devresi, solunum zinciri ve ATP teşekkülü için gerekli bütün enzim “cihazları” mevcuttur. Mitokondriumların içinde bu enzimler, tıpkı büyük fabrikalardaki montaj şeritleri gibi sıralanmışlardır. Nasıl komplike bir makinenin montajı yürüyen bir şerit üzerinde başlar ve makine her işçinin önüne, bu şerit üzerinde, geldiğinde yeni bir yeri monte edilirse, tıpkı onun gibi sıralanmış enzimlerin peşpeşe faaliyetleri sonunda nihai mahsül olarak ATP molekülü imal edilmektedir. Bu imalatın hammaddesi besinler ve oksijen, yan mahsülleri, artıkları da karbondioksit ve su’dur.

Hücrenin içindeki mitokondrium sayısı hücrenin cinsine göre değişir. Bazı hücrelerde 10-20 mitokondrium varken mesela karaciğer hücrelerinin herbirinde ortalama 1000 mitokondrium bulunur. Ortalama büyüklükteki bir mitokondrium, bir sosis şeklinde olup uzunluğu 2-3 mikronu, kalınlığı da 1 mikronu ancak bulur.

### **GERİTEPME (FEED-BACK) ve DENGELİ DURUMU KONTROL MEKANİZMALARI**

Schroedinger isimli fizik bilgini bir konferansında şu soruyu soruyordu: “Atomlar neden küçüktürler?” Bu sorunun cevabını da gene kendisi vermişti: “Atomlar küçük değillerdir; aksine, biz büyüğüz. Bizim yapımızda çok sayıda atom vardır, bu sebeple bize küçük gelmektedirler. Yaşamak, istatistik bakımdan geçerli kanunlar meydana getirebilmek için çok sayı da atoma ihtiyaç vardır...”

Gerçekten, tek hücreli canlılardan insana doğru gittikçe daha mükemmel varlıklara bakarsak, hücre sayısının tekamül seviyesi ile orantılı olarak arttığını, kendi aralarında bu hücrelerin birtakım gruplar teşkil ederek farklılaştıklarını görüyoruz. Bu farklılaşma içinde sinir sistemine ayrılan bölüm de diğer parçalara nisbetle gittikçe daha fazla bir yer kaplamaya başlar. Bu nisbet sinir sistemi lehine geliştiği derecede, canlı çevresine karşı kompleks reaksiyonlar verebilmektedir. Tek hücreli bir canlının basitçe zararlı ortamdan kaçıp besinin olduğu yere doğru gitmesi yanında insanın gündelik davranışlarının farkı işte bu “sinir sisteminin mevcudiyetinden” doğmaktadır.

Sinir sistemi, çevreye uyumumuzu “en az enerji sarfedecek şekilde” ve kontrollü bir surette sağlamaktadır. Sinir sisteminin vazifelerini şu üç basit prensipte toplayabiliriz: (1) Dışarıdan gerekli bilgilerin alınması, (2) Bunların merkezde toplanması, işlenmesi, değerlendirilmesi, (3) Uygun cevapların verilmesi.

Davranışı teşkil eden bütün reaksiyon zincirlerinin ve bizzat davranışın bütününe bir tek gayesi vardır: çevreye uyum, çevrenin mütemadiyen değişen şartları karşısında canlının kendi iç vasatını sabit tutması, kısacası, canlılığın sürdürülmesi.

Canlılık, hayat, bir bakıma termodinamik kanunlarına aykırı bir durumdur. Canlılık süresince, ölüm anına kadar, entropi'nin artması önlenmeye, hiç değilse, bu artış hızı yavaşlatılmaya çalışılır.

### **YETERSİZ ve GECİKMİŞ GERİTEPME MESAJLARI DÜZENLEME BOZUKLUKLARI**

Canlı organizmalarda faaliyeti düzenleyen, enerji sarfını engelleyen ve hayatiyetin devamını sağlayan negatif geritepme bağlantılarında, detektör ve reaktör arasındaki mesaj intikalinde yetersizlik veya gecikme bazı hastalık hallerinde, sakatlıklarda ve çeşitli anormal durumlarda ortaya çıkabilir.

EI topu oynayan bir oyuncu düşünün. Karşısından gelen topa en kısa yoldan ulaşabilmesi için iki türlü geritepme bağlantısına ihtiyacı vardır: (1) gözü ile topun geldiği istikametini kontrolü, (2) kaslarımızdan ve eklemlerimizden gelen bilgilerle gövdemizin ve kollarımızın “nerede” ve “ne durumda” olduğunun bilinmesi. Bu şekilde, birtakım lüzumsuz hareketlerden kurtularak “en az enerji sarfı ile” topa ulaşılabilir.

Şimdi, kolları olmayan ve takma kollarla el topu oynamaya çalışan bir oyuncu düşünün. Bu oyuncu kollarının vaziyetinden, nerede olduğundan, ancak gözleriyle bakarak haberdar olabilmekte, el ve kol hareketlerini gözleriyle kontrol ederek bu mekanik kollarını hareket ettirebilmektedir. Bu kollarla da el topu oynanır, ancak top yerine yavaş hareket eden balon kullanmak suretiyle. Böylece, yavaş yavaş gelen balonu takma kolla yakalamak mümkündür. Görülüyor ki, burada “yetersiz” bir geritepme söz konusudur ve bu yetersizlik, dışardan sağlanan geritepme bağlantıları ile, mesela görme yolu ile telafi edilmeye çalışılmaktadır.

### **POZİTİF GERİTEPME**

Bundan önceki bölümde gözden geçirdiğimiz geritepme bağlantıları hep sonucun sebebe ters yönde tesir etmesi ile işliyordu. Bunun aksi de mümkün ve varittir. Mesela, bir buhar makinesinde hızı düzenleyici sistemi, makine hızlandıkça silindire daha fazla buhar sevkedecek, yavaşladıkça buharı daha da kısacak şekilde bağlayalım. Bu durumda makine hızlandıkça daha hızlanarak sonunda kazanı patlayacak, parçalanacak veya yavaşladıkça daha yavaşlayarak sonunda duracaktır.

Bu çeşit, yani sonucun sebebe aynı yönde tesir etmesi ile ortaya çıkan geritepme bağlantılarına “pozitif geritepme” adını veriyoruz. Pozitif geritepme sistemin dengeden çıkması halidir. Sonunda ya sistemin tahribine (yani maksimum'a kaçışına) veya durmasına (sıfıra kaçışına) sebep olur.

Pozitif geritepme bir tehlikeye işaret eder. Kontrolüden çıktığı zaman maksimuma veya sıfıra kaçışa sebep olur ki bu da sistemin (mesela canlı organizmanın) ya parçalanıp mahvolması veya sıfır noktasında ölmesi demektir.

Pozitif geritepme ile kaçış durumuna girmiş olan bir sistem negatif geritepmenin düzenleyici tesirinden kurtulmuş demektir. Bu sisteme dışardan bir müdahale olmadan bu kaçışı durdurmak kabil değildir. Şeker hastalığının insülin verilerek, tansiyon yüksekliğinin tansiyon düşürücü ilaçlarla düzeltilmesi, ateşin aspirinle düşürülmesi gibi... Ancak bu müdahaleden sonra tabii olarak mevcut olan negatif geritepme bağlantıları kontrolü tekrar ele alırlar. Kaçış durumuna girmiş bir sistemin enerji kaynaklarının kesilmesi ile de bu kaçış durabilir.

Bütün organizmalar enerji kaynakları tarafından beslenme ihtiyacındadırlar. Bu ya canlının doğrudan doğruya enerjiden zengin maddeleri fotosentez yoluyla imal etmesi (bitkilerde olduğu gibi) veya başka organizmalar tarafından imal edilmiş maddeleri kendi organizmasına alması, onları “yemesi” suretiyle olmaktadır. Böylece kazanılan enerji canlının dengesini devam ettirebilmesi, kendine benzer canlı hücreleri meydana getirebilmesi gibi maksatlarla kullanılır. Bu enerjinin ekonomik, yeterli ve faydalı bir şekilde kullanılabilmesi için canlı çevresinde önemli bir bilgi ve haberalma sisteminin kurulması gerekmektedir. Bütün bu haberler sinir sisteminde değerlendirilerek ayarlamalar yapılır. Bu arada, birtakım biyolojik faaliyetleri başlatabilmek için, negatif geritepme kontrolü altında, bazı pozitif geritepme bağlantıları da kullanılmaktadır.

### **“OLMAZ”LAR NASIL “OLUR” ?**

George Gamow, bir yazısında hayatın termodinamik kanunlarına aykırı olduğunu, yani canlılığın mümkün olmadığını matematik olarak isbatının kabil olduğunu söyledikten sonra, “araya giren başka bir faktör sebebiyle” canlılığın bir vakıa olarak mevcut bulunduğunu belirtiyor. Gelin, bu küçük kitapçığı bitirmeden onun verdiği bir misali beraberce inceleyelim:

Bir bardak su alın ve masanın üzerine koyun. Hayat veren, cana can katan bu suyun icabında ne büyük bir tehlike olabileceğini hiç düşündünüz mü? Suyu teşkil eden H<sub>2</sub> O molekülleri, bütün diğer moleküller gibi, devamlı hareket halindedirler. Her molekülün hareket istikameti de tamamen tesadüfi olarak seçilmektedir. Her biri başka istikamete doğru hareket eden bu moleküllerin hepsinin birden aynı istikamete yönelmesi de aynı tesadüfi ihtimallerden biridir, Mesela bu suyun moleküllerinin hepsi birden yukarı doğru hareket etse, bir bardak su bir füzeden daha hızlı ve daha tehlikeli bir hal alacak, masamızın üzerindeki bardakta uslu uslu dururken birdenbire kurşun gibi tavana doğru fırlayacaktır. Bu halin asla görülmemesi, bunun “imkansız” olmasından değil, “son derecede nadir” bir hal olmasındandır. Tıpkı Entropi bahsinde belirttiğimiz gibi, odadaki havanın bir köşeye toplanıp kalan kısmının mutlak boşluk haline gelmesinin  $10^3 \times 10^{26}$  da bir ihtimal dahilinde gibi uzak bir ihtimal.

Demek oluyor ki, fizik olayların temelinde düzensiz molekül hareketleri yatar ve bu olaylar gittikçe artan bir muhtemellik yönünde gelişir. Varılacak hedef, en muhtemel sonuç olan, artık hiçbir şeyin meydana gelmediği bir “denge durumu”, maksimum entropi halidir.

Pozitif bilim, kütlelerin ve zıt işaretli elektrik yüklerinin birbirini çekmesini izah edememiş, bunlara “maddenin temel özellikleri” demiştir. Bu çekmeyi mecburi kılacak hiçbir maddi sebep gösterilemediği gibi bir merkez etrafında dönen cismin merkezden uzaklaşmasını sağlayan santrifüj kuvvet için de “maddenin temel özelliği” demekten ileri bir açıklama yapamamaktayız. Aslında yaparız da dilimiz varmaz, sonra gerilikle, yobazlıkla suçlanmaktan korkarız. Bunlara emr-i İlahi diyemeyiz, çünkü öyle öğretilmişiz.