

# IŞIK BÖCEĞİNİN SIRRI

- Yaz geceleri, otların arasında ışık veren bir böceğin ışığını görüp de ilgisiz kalana şimdiki kadar hiç rastlamadım. Ancak belki ışık böceğini her gece veya kısa aralıklarla görenler arasında gördüklerini kanıksamış ve ilgisini kaybetmiş olabilir. Zaten yaşadığı alemde devamlı olarak uzun müddet gördüğü, duyduğu, başkaları için fevkalade olan şeylere karşı alışkanlık göstermek, insanoğlunun bir özelliği, belki de bir zaafı değil midir?

**Doç. Dr. Mustafa NUTKU \***

**A**teşböcekleri, ülkemizde, insanlarımızda bir ülfet hali meydana getirecek derecede sık ve devamlı olarak kendilerini göstermedikleri için olacak, ülkemizin insanında bu böceklerin ışığını görünce bir heyecan, bir dalgalanma, bir koşuşturma olur. Hemen herkes, böceğin yanına yaklaşmak, şeklini, ışık verme mekanizmasını inceleyip anlamaya çalışmak ister. Fakat ne mümkün, yanına iyice yaklaşıncaya ateşböceği ışığını söndürür ve gece karanlığında izini kaybettirir.

Ateşböceklerinin yakından incelenmesi ve sırlarının anlaşılması için ferdi olarak yapılan bu teşebbüsler, her yaz mevsiminde, birbirinden ayrı binlerce insan tarafından tekrarlanır; fakat neticesiz kalır. Değil böyle ferdi ve amatör çalışmalarla, ilim adamlarının uzun ve kesif çalışmalarıyla dahi, ateş böceklerinin ışık verme mekanizmasının nasıl çalıştığı, bugüne kadar tam anlaşılammıştır.

Bizim, yeryüzündeki akıl sahibi en mükemmel varlık olarak, bilim ve teknikte büyük patlamanın meydana geldiği, içinde yaşadığımız çağda dahi çözemediğimiz sırların yanısıra, bize nisbet yapar gibi o harika ışığı ile göz kırpan ateşböcekleri, hayret edebilmeye kabiliyetinden mahrum olmayan insanlar için, balarası ve diğer birçok canlı ve cansız varlığa bakıldığında olduğu gibi hakikaten bir hayret ve ibret mevzuu teşkil etmektedir.

İnsanoğlu, yaz gecelerinin karanlığında parlıdayan veya göz kırpar gibi fasillalı ışık veren bu böceğe ateşböceği (İngilizce'de "firefly", başka dillerde de genellikle aynı anlamda isimler) ismini yakıştırmıştır. Oysa ki ateşböceğinin verdiği ışığın en önemli özelliği, ateşle ve sıcaklıkla ilgisinin olmamasıdır; buna "soğuk ışık" denilir ki, bugünkü aydınlatma teknolojisinin ulaşamadığı bir hedeftir.

Işıklıdırma mühendisleri ve ekonomistler ateşböcekleri gibi ışık veren canlıların ışık jeneratörlerine gıpta ile bakabilirler; insan yapısı normal bir ampul elektrik enerjisinin ancak % 3-4'ünü ve bir floresans ampülü ampüle giren elektrik enerjisinin % 10'unu ışığa dönüştürüp kalan kısmını ısıya dönüştürür (Bu hal, onların ışık üretici olmaktan ziyade soba gibi davranmaları demektir). Ateşböcekleri ise,



*Ateş böceği karındaki ışık saçıcı organla dışına dalgaboyu ve şiddeti belli bir ışık gönderir, dışı de ona aynı şekilde karşılık verir.*

ideal üretimin yüzde yüzü nisbetindeki verimle ışık üretirler; ışık yanında ısı da üretmedikleri için ışık üretiminde verim düşüklüğü yoktur. Dolayısıyla, bu böcekler ışık verdikleri için ateşböceği denilmesinde temel bir yanlışlık vardır. Ateşböceğine bazılar yıldızböceği derse de, yıldızların ışığı da soğuk ışık cinsinden olmadığı için, ışık böceği ismi, belki asıl özelliklerine daha uygun olmaktadır.

Işık böcekleri (ateşböcekleri) gibi ışık veren canlıların ışıltama mekanizmalarının esasını ilmi bir şekilde araştırma faaliyetleri bilhassa son yirmi yılda artmıştır. 1968 yılından itibaren bu konuda çeşitli ilmi yayınlar yapılmıştır. 1977 yılında, J.Y.Koo ve G.B. Schuster, bu ışıltama mekanizmasının açıklanmasıyla ilgili teorilerini yayınlamışlardır. Bu bilim adamlarına göre, ışık böceklerinin merak ve alaka mevzuu ışıltama mekanizması, kimyevi olarak başlatılan elektron değişimi luminesansı [CIEEL (Chemically Initiated Electron Exchange Luminescence)] olayına dayanmaktadır. Bu teoriye göre, ışık böcekleri tarafından yayılan ışığın meydana gelişinde lusiferin (Lusiferine) molekülünün rolü vardır ve ışık verme mekanizmasında yer alan kimya reaksiyonlarının aşğıdaki kademeler halinde cereyan etmesi muhtemeldir:

- a. Lusiferin molekülünün biyokimyasal bir reaksiyonla enzirik oksidasyonu.
- b. Lusiferin molekülündeki fenoksidiazol halka sisteminde dioksietanon halka sistemine bir elektron kayması.
- c. Lusiferin molekülündeki dioksietanon halka sisteminde karbondioksit molekülünün ayrılması.
- d. Karbondioksit molekülünün ayrılması sırasında meydana gelen bağ kopmasının, lusiferin molekülü içindeki radikal anyonlar içindeki elektronlara bir enerji pompalanmasına neden olması ve bu enerjile elektronların uyarılmış hale geçmesi.
- e. Uyarılmış haldeki elektronların tekrar "temel hal"e dönerken, fazla enerjilerini ışık yayarak geri veremeleri.

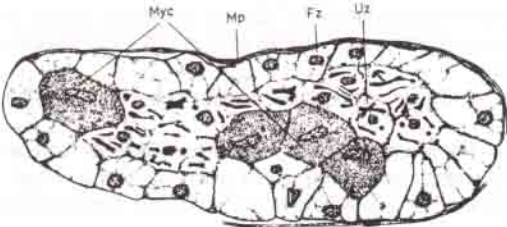
\* Karadeniz Teknik Üniversitesi

Bu mekanizmada özet olarak, muayyen bazı organik moleküllerin ayrışmaları neticesinde daha yüksek enerjili hale geçebildikleri ve fazla enerjilerini ışık halinde yaydıkları söylenebilir. Ancak reaksiyon mekanizması ile ilgili olarak yukarıda verilenler bir teoridir. Işık böceklerinde ışık verme reaksiyonları o kadar hızlı olmaktadır ki, reaksiyonun kademelelerini ayrıntıları ile inceleyebilmek ve reaksiyon mekanizmasını tam olarak tesbit edebilmek işi henüz başlanmamıştır. Ancak tahmini bir reaksiyon mekanizmasından bahsedilmektedir.

Kısa bir zaman öncesine kadar, sürtünme veya ısı olmadan ışık elde edilebilmesine hayal nazarıyla bakılırken ve ışık veren böceklerin ışık verimi yüzde nisbetinin bu nedenle ancak yüzde doksan kadar olabileceği hesaplanırken, 1960'lı yıllarda ilk defa, hayvanlardaki luminesans şeklindeki ışık verme hadiselerinin hakikatta tamamen soğuk ışık şeklinde üretildiği ve hayvan organizmasında temin edilen herhangi bir miktardaki enerjinin tamamen ışığa dönüşebileceği anlaşılmıştır. Birçok sahalardaki teknolojik keşif ve ilerlemelerde olduğu gibi insanlar, bu konuda da tabiiatta milyonlarca yıldır mevcut olan bir eseri ve kanunu keşfedip anlamaya ve daha sonra da "yeni bir teknolojik ilerleme" halinde taklidini ve takdimini yapmaya çalışmaktadırlar.

Amerikan Cyanamid Şirketi (Stanford, Connecticut) tarafından geliştirilen Cyalone Işık Çubukları, ışık veren canlıların ışık verme mekanizmaları üzerinde yapılan araştırmaların neticelerine dayanılarak imal edilmişlerdir ve Amerika'da günlük hayatta çeşitli yerlerde kullanılmaktadır. Bundan başka, geniş çapta aydınlatma araçları yapılması ve Laser ışınları kaynağı olarak kullanılması için çalışmalar devam etmektedir.

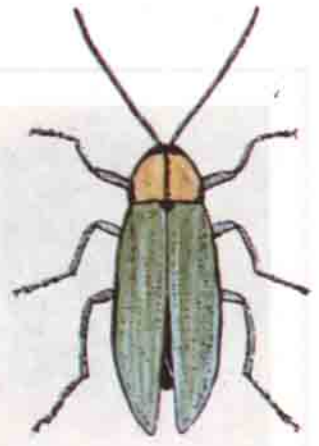
Işık veren böceklerin karın bölgesinde, ayak tabanına benzeyen bir ışık organı vardır. Bu ışık organında, birbirine çok yakın olan guddelerde, ışık vermekte rol alan iki temel kimyasal madde üretilmektedir: Lusiferin (luciferine) ve lusiferaz (luciferase). Fakat bu iki maddenin birbirleriyle karışması da ışıldamanın olabilmesi için kafi değildir; bunlara başka maddelerin de ilavesi icabeder ki bu maddelerin başında, yanma olaylarında olduğu gibi oksijen gelir. Işık böceklerinde, solunum sisteminin büyük bir kısmının ışık verme organını istila etmiş olması, organın oksijen ihtiyacını temin etmek içindir. Oksijenden başka, lüzumlu maddelerden biri de magnezyum



Işık böceğinin ışık organı...

Fz = Fetzelle (yağ hücresi)  
Mp = Membrana propia + Dış zar, membran  
Myc = Myxozoyten = Diğer bir hücre grubu  
Uz = Uratzelle = Urik asit hücresi.

Işık böceğinin üstten görünüşü...



iyonudur. Ayrıca kısaca ATP olarak gösterilen adenosin trifosfat molekülleri halinde enerji, çok sayıdaki ince kapiller kaplarda istihsal edilir ve bu reaksiyonlarda kullanılır.

Lusiferin'in bu ışık verme mekanizmasındaki rolü konusunda önemli çalışmalarda bulunan W.D.Mc. Elroy ve H.H. Seliger, lusiferin'in kimyasal yapısını aydınlatmayı ve bu maddeyi elde etmeyi 1961 yılında gerçekleştirdiler. İkinci esas madde olan lusiferaz'ın analizi ise çok daha zor oldu. Bu, karmaşık yapıya sahip bir protein makro molekül halinde bir ferment veya bir enzimdir. Bu maddenin yapısının aydınlatılması ile ilgili çalışmalarda, bunun takriben bin adet aminoasit birimi ihtiva ettiği anlaşılmıştır. Bu maddeyi sentetik olarak elde edilebilmek için, bu protein zincirini meydana getiren aminoasitleri birbirinden koparıp teşhis etmek ve sonra tekrar aynı protein zincirini sentetik olarak yapmak icabettirmektedir ki, şimdiye kadar buna muvaffak olunamamıştır. Soğuk ışığın günlük hayatta yaygın bir şekilde kullanılabilmesi bir bakıma buna bağlı görünmektedir.

Bu ışık verme mekanizmasında, ATP, lusiferaz ve lusiferin moleküllerinin rol aldığı esas işlem; ATP enerji molekülleri ile takviye edilmiş lusiferaz'ın, lusiferin molekülündeki iki hidrojen atomunu çıkarmak ve bir oksijen atomunu yerine koymakta bir katalizör olarak iş görmesi şeklinde açıklanmaktadır. Yukarıda (a) şikkında özet olarak ifade edilen, lusiferin molekülünün biyokimyasal bir reaksiyonla enzimik oksidasyonunun açıklanması böyledir. Bunu, (b), (c), (d) ve (e) şıklarında özetle bahsedilmiş olan reaksiyon basamaklarının takip ettiği zannedilmektedir. Biyokimyacılar tarafından, bu reaksiyonlar neticesinde meydana gelen ışık kvantlarının sayısının oksitlenen lusiferin molekülleri sayısına eşit olduğu tesbit edilmiştir ki bu, ışık veriminin yüzde yüz olması demekti.

Işık böceklerinin "ışık şalteri" de merak ve inceleme konusu olmuştur. Işık verme mekanizmasının işlemeye başlaması için bir itici kuvvet veya saik lazımdır; bu da elektriksel sinir sistemi sinyalleri olabilir. Işık verme organına bir elektrot aracılığıyla suni bir elektriksel ikaz yapılırsa, böceğin ışığının hemen yanması, bu açıklamaya kuvvet kazandırmaktadır. Böyle bir ikazla, sinir uçlarında meydana gelen asetil kolin adlı maddenin ışık verme reaksiyonlarını başlattığı zannedilmektedir. Ancak bu bilgilerin çoğu nazarıdır ve amelîyenin henüz bilinmeyen çok ayrıntısı vardır.

Işık böcekleri, *Coleoptera* (Kın kanatlılar, örtülü kanatlılar) takımı ve *Lampyridae* (Işık saçan böcekler) famil-



## ELEKTRONİK RETİNA

Biyoteknologlar yıllardan beri insan gözünün elektronik taklidini geliştirmeye çalışıyorlar. Şu sıralarda bir Japon grup, karmaşık bilgisayar teknolojisi kullanarak organik görmeyi taklit eden bir elektronik retina oluşturdu.

Japon Sharp şirketinden Shoen Kataoka tarafından geliştirilen bu yeni aygıt, insan retina-

sındaki koni ve basillerin yerini alan, ışığa duyarlı elektronik birimlerden oluşan bir katmandan ibaret bilgisayar çipidir. Diğer silikon katmanlar, bilgisayar benzeri hafızalardan, sinyal transfer kapıları ve görme sinyalleri oluşturacak bilinç kapılarından oluşur. Bundan başka çipin içerisindeki küçük bilgisayarda, insan beynindeki görme merkezlerinde oluşana benzer süreçler oluşur. Bununla birlikte araştırmacı Kataoka, bu yapay gözün insanı yolda yürütemeyeceğini, ancak bir robotta göz ve beyin yerini alabileceğini söylüyor.

**OMNİ'den Çev.: Dr. Kadırcan KESKİNBORA**

yasındadırlar. Karınlarında ışık organları bulunan yumuşak vücut örtüsüne sahip, uzunca, yassı şekilli bu böceklerin dünyada yaygın 2000 çeşiti vardır. Bilhassa sıcak memleketlerde yaşarlar. Erkek ve dişilerinde, boyun kalkanı öne doğru büyümüşdür ve başı muhafaza eder. Erkekleri uçabilir, dişileri ise kanatsızdır ve larva görünüşündedir. Işık böcekleri bütün gelişme devreleri esnasında ışık verebilirler; fakat en iyi ışık verimini gelişmiş dişileri verir. Erkeklerin uçuşa kabiliyetinden başka gözleri de, dişilerinkinden daha çok gelişmiştir. Işık böcekleri, geceleri üç saat kadar müddete ışık verirler. Bazan ışıklarının yanıp sönmesi, muhtemelen lusiferin moleküllerinin oksidasyonu için solunum sistemleriyle oksijen ulaştırılmasındaki aksamadan ileri gelebilir. Kendilerini rahatsız edici bir durum karşısında da ışıklarını söndürürler ve buldukları yeri değiştirirler. Işıkları hiç kırmızı ötesi ve mor ötesi dalga boyu ihtiva etmez. Işıklarını dalga boyları:

*Lampyris noctiluca* (büyük ışık böceği, Avrupa'da) 518-656 nm

*Photinus pyralis* (Kuzey Amerika'da) 520-650 nm.

*Pyrophorus noctilucus* (Güney Amerika'da) 486-720 nm.

Bunlardan, dişileri 16-18 mm, erkekleri ise 11-13 mm boyunda olan *Lampyris noctiluca* L (büyük ışık böceği)'nin 6000 dişisi birarada normal bir mum kadar ışık verir.

Işık organları üç değişik tabakadan yapılmıştır:

1. İç tabaka, ışık reflektörü (ışığı geriye yansıtıcı) görevi yapar. Bu tabakayı meydana getiren hücrelerin plazması ürik asit tuzu kristalleriyle doludur ve bu kristal yüzeyleri ışığı geri yansıtırlar.

2. Orta tabaka, sinirce zengin ve çok küçük solunum borucuklarıyla ağ gibi örülmüş özel "ışık hücreleri" ihtiva eder. Işığın meydana geldiği bu hücreler, mitokondri denilen ve enerji üretimi yapan, yuvarlak ve uzun, çok küçük cisimlerdir.

3. Dış zar, ışık organının üzerini kaplar, cam gibi şeffaftır.

Işık böcekleri, genellikle salyangoz yiycidirdirler. İsrarak salyangozu önce zehirler, sonra yerler. Bu nedenle, salyangozların çok bulunabildiği kireçli topraklarda, başka yerlere nisbeten daha sık görülürler. □

*Öğrenmek için insan hiçbir zaman yaşlı değildir.*

*B.FRANKLIN*