

Yeryüzünde yaşamın bilinen en eski kanıtı: 3,5 milyar yaşındaki tübüller

# İLK ATA ANADOLU'DAN MI?

2004 yılı içinde yaşamın kökenini açıklamak üzere, ilk olarak Alman kimyacı Günter Wächtershäuser'ın ortaya attığı pirit varsayımını destekleyen bir kanıtın Artvin'in Murgul ilçesindeki madenlerde bulunması, Murgul madenlerinin adının, biraz da "Yüzüklerin Efendisi" kitaplarındaki isimlere benzemesi nedeniyle, duyulmasına neden oldu. Wächtershäuser 1988 yılında, pirit mineral yüzeylerinde katalitik etkisiyle gerçekleşen kimyasal tepkimelerin, yaşam moleküllerinin sentezlenmesini sağladığını ve ototrof (kendi besini kendisi yapan) atasal canlıların ortaya çıkmasına neden olduğu ileri sürdü. Daha önce başka mineraller de yaşamın doğum yerleri olarak önerilmiş ancak bu varsayımlar sonradan beklentilere cevap verememişlerdi. Piritin popülerliği ise 1988'den bu yana sürekli bir biçimde artıyor. Dahası, Alman kimyacının önerisine alternatif yeni pirit kuramları da birer birer bilim dünyasının ilgisine sunuluyor. İşte, bu alternatif pirit varsayımlarından birinin ihtiyaç duyduğu özellikleri gösteren pirit minerali, Murgul madenlerinde bulunmuş. Varsayım doğrulanırsa, hem yaşamın ortaya çıkmasında hem de fotosentezin başlamasında rol almış olan mineral Murgul madenlerinde bulunmuş olacak.

Yaşamın yeryüzünde 3,5 milyar yıldır var olduğu artık kesin bir bilgi haline gelirken, bazı araştırmacıların bunun 3,8 milyar yılda olabileceği iddiasında. Yeryüzü 4,5 milyar yıl yaşında ve bundan 3,8 milyar yıl öncesine kadar gezegenimiz yoğun bir meteor bombardımanı altındaydı. Bu meteorların okyanusların önemli bir kısmını buharlaştırdığı düşünüyor. Kanıtlar, yeryüzünde yaşamın oluşmasını olanaklı kılan koşulların sağlanmasından neredeyse hemen sonra ortaya çıktığı gösteriyor. Ancak yeryüzünde yaşamın nasıl oluştuğu henüz tam anlamıyla anlaşılmadı. Stanley Miller'in, ünlü deneyiyle tanınan organik çorba varsayımı, yaşamın kökenini açıklamaya yönelik varsayımların en yaygın kabul göreni. Ancak,

son 20 yılda yaşam ve evrenin doğasıyla ilgili edindiğimiz yeni bilgiler, bu soruna ışık tutacak birçok yeni varsayımın ileri sürülmesine olanak sağladı.

## Yapıtaşlarından Yaşama

Stanley Miller'in indirgeyici atmosfer koşullarında uygun enerji kaynağı sağlandığında, basit moleküllerden yaşamın yapı taşlarının kendiliğinden oluştuğunu göstermesinden sonra organik çorba varsayımı yaygın olarak kabul edildi. Ancak yapıtaşlarının sentezlenebilirliği buzdağının yalnızca görünen bölümüydü. Yapıtaşları ister yeryüzünde oluşsun, isterse oldukça bol miktarda bulduklarını bildiğimiz uzaydan yeryüzüne gelsin, bunlardan karmaşık bir organizmanın nasıl ortaya çıktığının açıklanması gerekiyordu. Pek çok bilim adamına göre hem metabolizmanın, hem de evrimleşebilen genetik bir sistemin birlikte gelişmesi şart. Ancak bu ön şart, bilinen "tavuk mu yumurta mı?" açmazına neden oluyordu. RNA molekülünün enzimler gibi çalışarak kimyasal tepkimeleri katalizleyebildiğinin bulunmasıyla bu sorun büyük oranda

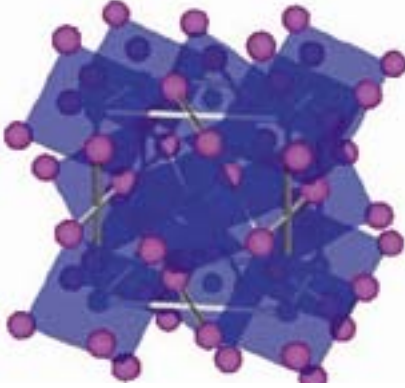
Pirit minerali "enayi altını"



a ş ı l d ı .  
R N A ,

hem evrilebilir genetik bilgiyi taşıyabilme, hem de metabolik etkinliklerde enzim görevi yapabilmesi nedeniyle "RNA Dünyası" olarak bilinen varsayımla, yaşam öncesi dünyanın merkezinde yerini aldı. RNA birkaç koenzimle (enzimlerin aktif merkezinde bulunan küçük moleküller) birlikte erken metabolizmayı işletecek ve kendi kopyalanışını kendi yapabilecek kadar becerikliydi. Yeryüzünün ilk canlısına hayat veren ilkel metabolizmanın, oksijensiz ortamda evrimleştiği konusunda bir görüş birliği var. Ancak "heterotrof hipotezi" olarak bilinen ve ilkin organizmaların organik çorbadan beslenen heterotroflar olduğunu söyleyen varsayım, artık genel bir kabul görmüyor. Klasik görüş metabolizmanın evriminin fermentasyondan başladığı ve sırasıyla fotofosforilasyon, fotosentez ve oksijenli solunumun ortaya çıktığı yönündeydi. Okyanus tabanlarındaki sıcak su kaynaklarında kemosentetik [kimyasal enerjiyle yaşayan] canlıların bulunması ve bunların yaşam ağacının en derindeki dalları olduklarının ortaya çıkarılmasıyla ilk canlıların bunlara benzer ototroflar olabileceği görüşü yaygınlaştı. "Heterotrof hipotezine" karşı "ototrof hipotezinin" yeniden güç kazanmasında, RNA dünyasının kökenini açıklayabilmesinin de büyük rolü var.

RNA dünyası kuramının doğurduğu kaçınılmaz soru: "Yeryüzünde ilk RNA molekülü nasıl oluştu." Miller'in amino asitleri sentezlediği indirgeyici atmosfer koşulları altında, çok daha karmaşık olan nükleotidlerin ve bunların bir araya gelmesiyle oluşan RNA polimerlerinin sentezi gerçekleşmiyordu. Bu durum açık bir şekilde gösterdi ki; dünya üzerinde ya da Panspermia hipotezi doğruysa uzayda başka bir yerde oluşan karmaşık başka bir kimya, RNA dünyasının oluşması yol açmıştı. Ancak bu karmaşık kimya neydi. Bu sorunun en basit yanıtı: RNA dünyası öncesinde, nükleotidlerden daha kolay oluşabilen yapıtaşlarından oluşan, erken bir genetik sis-



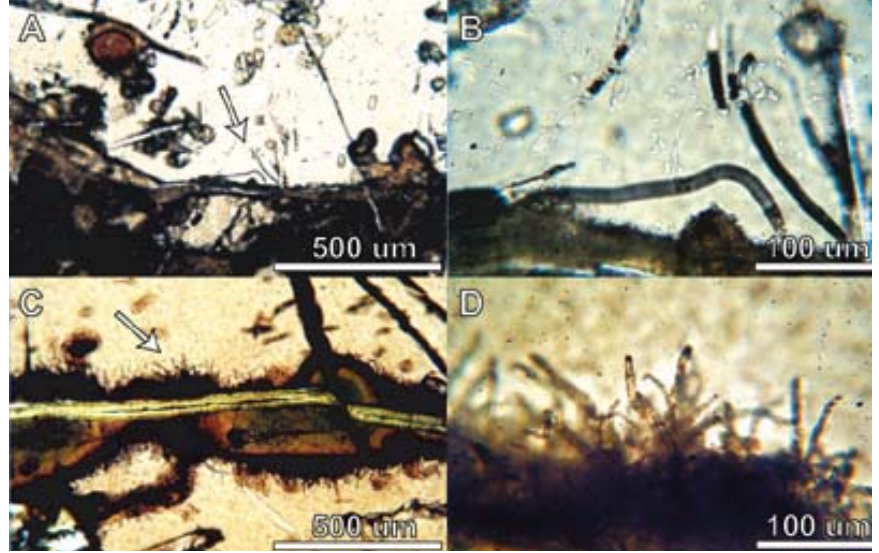
Piritin kristal yapısı

temin olduğu ve bunun nükleotidleri sentezlemeyi öğrendiği. Ancak RNA'ya giden yolda birden fazla genetik sistem var olmuş olabilir. Olası geçiş sistemlerinden RNA'nın bir izomeri olan pRNA, bir diğeri, RNA benzeri ancak peptid omurgaya sahip bir molekül olan PNA. Bu daha basit polimer hipotezlerinin dayandığı temel, ilkin genetik sistemi oluşturacak polimerleri yapacak yapıtaşlarının, yaşam öncesi dünya koşullarında kendiliğinden oluşabileceği görüşüne dayanıyordu. Ancak bazı araştırmacılar, kendini kopyalayabilen ilk moleküllerin, bileşenlerini sentezlemek ve polimerizasyonu sağlamak için kendini düzenleyebilen başka bir sistemin şart olduğu konusunda ısrarlılar. Bu kendini düzenleyen öncel sistem bir senaryodan diğerine değişse de, hepsinin ortak bir noktası var: Genetik bir polimere ihtiyaç duymayan, kendini düzenleyen bir kimyasal reaksiyonlar döngüsü veya ağı. RNA dünyası öncesinde, RNA moleküllerini sentezleyebilecek metabolizmaya sahip ototrof bir ilkin organizma.

## İlkin Organizma

Wächtershäuser'in ilkin organizması, metabolizmanın kökeni için önerilen ilk ototrof değil. Ancak bu, şimdiki kadar yapılmış en ayrıntılı çalışma. Varsayımı güçlü kılan noktalardan bir diğeriye, canlılığın ortaya çıktığı ortam olarak okyanus tabanındaki su kaynaklarının gösterilmesi.

Wächtershäuser'a göre yaşam, iki boyutlu, tek moleküler tabakadan oluşan bir organizma olarak ortaya çıktı. Bu yaşam tabakası, artı yüklü pirit yüzeye sıcak su arasında bulunuyordu. Yaşamın ilkin enerji kaynağı ve indirgeyici gücü, FeS ve H<sub>2</sub>S'ten pirit oluşumuydu. Karbonun sabitlenmesi için gerekli enerji, demir iyonlarının hidrojen sülfürle pirit indirgenmesi ile sağlanıyordu. İndirgenen karbondioksit, amino asitler, pürin, pirimidin ve başka organik moleküllerin sentezlenmesi için kullanılıyordu. Mineral yüzeye bağlı yaşam molekülleri, birbirleriyle etkileşerek yarı hücre sel yapılarından ilkel yaşam biçimlerine doğru evrildiler. Bu tepkimeler sonunda hücre zarının yapısına giren yağların ortaya çıkmasına da yol açtı. Lipit moleküllerinin oluşturduğu baloncuklar yaşam öncesi sistemi çevreleyerek, oluştukları yüzeyden ayırdı ve serbest hücre sel yaşam ortaya çıktı. Pirit yüzeyler varsayımın en güçlü yanlarından biri, çağdaş organizmaların en temel metabolik yolla-



Güney Afrika'daki 3,48 milyar yaşındaki kayalarda bulunan fosil tübüller günümüz mikroplarını andırıyor. Bu fosiller yaşamın 3,5 milyar yıllık yaşını kesinleştirirken, yeryüzünde yaşamın köklerinin daha eskilere dayandığına işaret ediyor.

rındaki enzimlerin aktif merkezlerinde demir ve sülfürün bulunması.

Wächtershäuser'ın sıcak sulara ortaya çıktığını iddia ettiği iki boyutlu, ototrof ilkin ataya karşı bilim dünyasının bir bölümünden itirazlar yükseliyor. Stanley Miller ve öteki heterotrof ata varsayımçıları bunların başında geliyor. Wächtershäuser'ın öne sürdüğü gibi pirit yüzeyin, katalizlediği varsayılan tepkimeleri gerçekleştirip gerçekleştirmediğini araştıran Miller, önerilen sistemin en önemli tepkimesi olan CO<sub>2</sub>'in indirgenmesinin, kendi belirlediği deney koşulları altında gerçekleşmediğini göstermiş. Miller önerilen iki boyutlu yüzey kimyasının, yaşamın kökenini sağlamak açısından mekanik, kinetik, özellikle termodinamik açıdan ciddi problemleri olduğunu ileri sürüyor. Çeşitli itirazlara karşın Wächtershäuser'ın piriti, ve yüzey kimyası bugünlerde yaşamın kökeni araştıran bilim adamlarının gözdesi durumunda.

Toronto Üniversitesi'nden Matthew Edwards piriti kendi varsayımının merkezine oturtmuş. Pirit güneş enerjisini soğurduğunda zayıf bir elektrik akımı oluşturuyor. Yeryüzünün oksijensiz ilk ortamında bu etkinlik daha kuvvetli olmalı. Edwards, bu fotoelektrik etkinliğin karbon ve azot sabitlenmesinde rol oynadığını ve organik moleküllerle zengin alanların çevresinde ilkel bir meta-

bolizmanın gelişmiş olabileceği görüşünde. Piritin güneş enerjisinden elektrik üretebilme özelliği, fotosentezin ortaya çıkmasına yol açmış olabilir. Fotosentezde görevi olan pek çok enzimde demir-sülfür kümelerinin bulunması, Edwards'ın bu varsayımı destekliyor. Ancak, tüm pirit mineralleri birbirinin aynı değil; kimyasal özellikleri ve kristal yapıları, piritin ışığa karşı ne kadar tepki verdiğini etkiliyor. 13 farklı madenden gelen pirit minerallerini inceleyen araştırmacılar, ışık enerjisiyle elektrik üretme özelliği en iyi olanın, Murgul madenlerinden çıkartılan olduğunu görmüşler. Edwards'ın varsayımı, doğrusa Murgul'dan çıkartılan, büyük olasılıkla yaşamın ortaya çıkmasında rolü olan pirit.

2002 yılında önerilen bir başka varsayım Wächtershäuser'ın iki boyutlu yüzey sorununa bir çözüm bulmuş. Endosimbiyoz kuramlarıyla tanınan William Martin, piritin herkesçe tanınan ve "enayi altını" olarak anılmasına yol açan düzgün yüzeyli ve parlak görünümlü kristal biçimlerinin yanı sıra daha gözenekli biçimlerinin de olduğunu hatırlatıyor. Martin'e göre ilkin canlılar, pirit yüzeylerin üzerinde değil, gözenekli bir yapıda olan demir sülfür çökeltilerinin içinde geliyordu. Martin, demir sülfür çökelleri içinde doğal olarak bulunan üç boyutlu inorganik odacıkların, çağdaş, serbest yaşayan prokaryotların hücre duvar ve membranlarının öncüsü olduğunu iddia ediyor. Evrensel ata, serbest yaşayan bir hücre değil, bileşenleri bu odacıkların içinde sentezlenen bir kimyasal demir sülfür odacığydı. Pirit ve mineral yüzeyler kimyasını yaşamın kökenini açıklamada bizlere yeni olanaklar sunuyor. İlkin atamıza yönelik ortaya atılan pek çok varsayımın hangisinin kazanacağını zaman gösterecek.

Murat Gülsaçan

Kaynaklar  
Clues to Life in the Mines of Murgul  
<http://www.astrobio.net/news/article876.html>  
Orgel, L. E., Self-organizing Biochemical Cycles, PNAS, November 7, 2000 Vol 97 / no 23 12503-12507  
Edwards, R. M., Metabolite Channelling in the Origin of Life, J. Ther. Biol. (1996) 179, 313-322



Piritin gözenekli biçimi