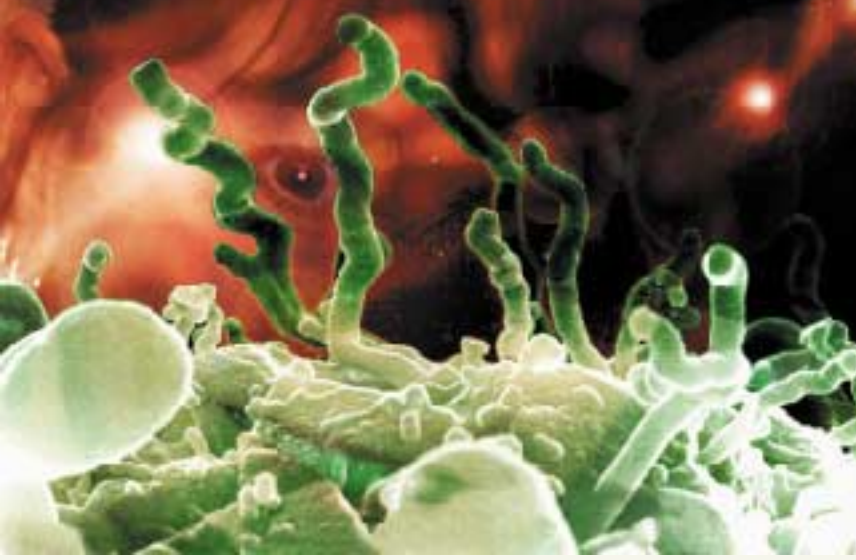


YAŞAMIN SINIRLARI

NANOBAKTERİLER



Fiziksel dünyayla biyolojik dünya arasında bir sınır yok; canlılar da atomlardan ve moleküllerden meydana gelirler ve ancak enerji dönüşümleri sayesinde varlıklarını sürdürebilirler. Ne var ki, bir kaya parçasıyla bir kaplumbağa arasındaki belirgin farklar da gözümüzden kaçmaz. Canlılarla cansızları birbirinden ayıran pek çok özellik var. Ancak yaşam ağacının alt dallarına, gövdeye, köke, doğru indikçe, karmaşık canlılardan daha basitlerine doğru ilerleyip, cansız moleküllere doğru yaklaştıkça bu özellikler birer birer silikleşir ve ortadan kalkar, bir anda kendimizi cansızların dünyasında buluruz. Yaşamın sınırlarında ilerlerken gemimizin denizin bittiği yerden aşağı düşme riski hep var; ama sisler içinde yeni bir dünyaya adım atmamız da bir o kadar olası. 1990'lı yılların başında bu sınırlardan birinde dolaşan bilim adamları, yeni bir keşfi duyurdular: Nanobakteriler. Bunlar, çok küçük mikroorganizmalar. Ancak, yerleşik bilimsel kanılara ters düşen keşif günümüzde de sonuçlanmamış bilimsel bir çatışmaya dönüştü. Elektron mikroskobu görüntülerinde sıradan bir bakteriye oldukça benzeyen nanobakteriler, sıradan bakterilerden boyca 10 kat, hacimce 1000 kat daha küçükler. Ne var ki, bilim dünyasının

geneli, bu boyutta bir parçacığın canlı olamayacağı kanısında. Bilimadamları canlılığın karmaşık mekanizmasının bu kadar küçük hacimlere sığmasının güç olduğunu söylerken, nanobakterilerin varlığını destekleyenler, meslektaşlarını daha açık fikirli olmaya davet ediyorlar:

Bakteriye çok benziyor, büyüyor ve bölünüyor olmaları, “canlı” oldukları anlamına gelmez mi?

Nanobakteriler

1980'li yılların sonlarında Kuopio Üniversitesinden (Finlandiya) E. Olavi Kajander ve ekibi, memeli hücre kültürüyle yaptıkları çalışma sırasında bir sorunla karşılaştı: Kültürdeki hücreler bir türlü gelişmiyor, gelişmeler bile sitoplazmalarında pek çok anormal vakuol ve baloncuk bulunuyordu. Belli ki, hücre kültürüne yabancı bir organizma bulaşıyor ve kültür hücrelerinin ölmesine neden oluyordu. Kanın hücrelerinden ayrılmasıyla elde edilen serum, hücre kültür çalışmalarında besleyici ortam olarak sıklıkla kullanılır. Biyolojik bir ürün olduğundan, filtre edilerek bakterilerden arındırılan serumdan, virüsler gibi çok küçük organizmalar ayrılmaz. Hücre kültürlerindeki bulaşmanın en önemli unsurlarından biri, serumda bu-

lunan ve filtrelerden geçebilen bu virüs ve mikoplazma gibi çok küçük mikroorganizmalardır. Kajander ve ekibi hücrelerine zarar verenin ne olduğunu araştırdıklarında ne bir virüs ne de bir mikoplazmayla karşılaştılar. Ancak hücrelere elektron mikroskobuyla baktıklarında içlerinde oldukça küçük, bakteriye benzeyen yapılar olduğunu fark ettiler. Daha sonraki araştırmalar bu partiküllerin, hücre kültürlerine, kullandıkları sığır fetusu serumundan bulaşan yeni bir yaşam biçimi olduğunu ortaya çıkardı. 1992 yılında keşiflerini duyurup, patentini alan Dr. Kajander; “kendini kopyalayıp, filtrelerden geçebilen biyolojik parçacık” olarak tanımladığı keşfini şöyle açıklıyordu: “Kan ve serumda filtrelerden geçebilen yeni bir bakteri bulduk. Bu yeni organizmayı küçük boyutuna ve habitatına ithafen *Nanobacterium sanguineum* olarak isimlendirdik.” Kajander ve ekibi sonraki yıllarda yaptıkları çalışmalarla *N. sanguineum*'un özelliklerini bir bir ortaya koydular. Kok biçiminde, 80-500 nm boyutlarındaki mikroorganizmanın, hidroksi apatitten çok kalın bir kapsülü vardı. Bu kapsül, parçacığın incelenmek üzere sabitlenmesini, boyanmasını ve kırılmasını güçleştirirken, hücre kültüründe kullanılan antibiyotiklere de dirençli kılıyor. Nanobakterinin hayat devresi -bir kez bölünerek sayısı iki katına çıkarması için gereken süre- hücre kültürü koşullarında 1-5 gün arasındaydı. Nanobakteriler tek başlarına, ya da küçük/büyük gruplar halinde kendi biyofilmleri üzerinde bulunuyorlardı. Öte yandan mikroorganizmaya ilk izole ettikleri fetal sığır serumu dışında, at kanı ve kan ürünleriyle, insanların kan ürünlerinde de rastladılar. Kajander ve ekibi standart yöntemlerle tespit edilemeyen, yaygın olarak kullanılan mikrobiyolojik ortamlarda üremeyen ve standart DNA boyama yöntemleriyle boyanmayan nanobakteriler için yeni kültür, DNA boyama ve immünolojik test yöntemleri geliştirip deney sonuçlarını zor

da olsa yayınlıyordu. Nanobakterilerden DNA izole etmeyi de başaran ekip, nanobakterilerin 16S rDNA analizini de yaparak yaşam ağacındaki yerlerini belirledi. Nanobakteriler, bartonella, brucella gibi memeli hücreleri içinde parazit olarak yaşayan bakterilerle yakın akraba ve onlarla birlikte Proteobacterlerin α -2 alt grubundaydılar. Ne var ki, Dr. Kajander ve ekibinin çalışmaları bilim dünyasının geri kalanı tarafından kabul görmeyip, önemsenmedi. Çünkü tanımlanan partiküllerin boyutları, geleneksel olarak kabul edilen canlı boyutunun altındaydı. Kısacası “Bu kadar küçük bir şey canlı olamaz” diyordu bilim dünyası. Kajander ve ekibinin kanıtlarıysa partiküllerin yaşadığını ispatlayacak doğrudan kanıtlardan çok, farklı şekilde de açıklanabilecek dolaylı kanıtlardan oluşuyordu. 7 Temmuz 1998’e kadar nanobakteriler kulak ardı edilmeye devam edildi. Bu tarihte Dr. Kajander ve Neva Çiftçioğlu’nun, Amerikan Ulusal Bilimler Akademisi’nin saygın dergisi PNAS’ta yayınlanan makaleleri bu durumu değiştirdi. Ekip, makalelerinde nanobakterilerin, kalsiyum ve diğer mineralleri çevrelerinde sentezledikleri kapsüle çökelterek, hücre içi ve dışı kalifikasyonla taş oluşumuna neden olduklarını iddia ediyordu. Zaten kendi başına yeterince iddialı olan nanobakterilerin bir de başlangıç nedeni henüz bilinmeyen vücut içi mineral birikimlerine açıklayıcı aday olarak sunulması, bilim dünyasını dalgalandırdı ve tartışmalar iyice kızıştı. Dr. Kajander’e göre böbrek taşı oluşumlarının büyük çoğunluğundan nanobakteriler sorumluydu.

Çok Küçük Mikroorganizmaların Boyut Limitleri

Amerikan Ulusal Bilimler Akademisi’nce düzenlenen panel, geleneksel biyokimya üzerine yapılan hesaplamalarla başladı. Geleneksel biyokimyaya sahip serbest yaşayan bir prokaryotun (çekirdeksiz hücre) “en küçük boyut” limitini belirleyen pek çok faktör var: Asgari gerekli işlevler için gerekli protein ve DNA türlerinin sayısı, gerekli makromolekülleri kodlayan genomun büyüklüğü, genomun yeterli oranda ifadesi için gerekli ribozom sayısı ve DNA



paketlenmesiyle kararlı çift tabaka lipid zar yapısı için gerekli eğriliği sağlayacak en küçük çap vb. fiziksel koşullar. Bu koşullar üzerinden yapılan varsayımsal hesaplamaların sonuçları dikkat çekici: Olasılık dışı olduğu vurgulanan ilk örnekte, varsayımsal hücrenin yalnızca 10 kopyası bulunan ribozomal olmayan 100 protein türü, yalnızca bir tek ribozom, bir tek tRNA seti, her protein için bir tek mRNA’sı olsa bile hücrenin, zarı ve duvarı dahil 206 nm boyutunda olacağı söyleniyor. Daha gerçekçi bir yaklaşımla ribozomal olmayan 300 proteinle boyut 262 nm’ye, bu proteinler 10 yerine 1000 kopyayla temsil edildiğindeyse 303 nm’ye çıkıyor. Bu hesaplamalar çağdaş bir biyokimyaya sahip, uyumlu bir genom ifadesi olan küresel bir hücrenin 200-300 nm arasında, 300 nm’ye daha yakın bir boyutta olması gerektiğini gösteriyor. Hücre büyüklüğünü belirleyen en önemli faktörlerden biri asgari gerekli gen sayısı: Kuramsal çalışmalar, besince zengin bir ortamda, serbest yaşayan saprofit (saprofitler, çürükçül beslenen, yani ölü organik madde üzerinden beslenen mantar ya da bakteri gibi organizmalar de-



mek) bir mikrobun 250 ile 450 arasında geni olması gerektiğini söylüyor. Bilinen en küçük genoma sahip *Mycoplasma genitalium*’un tamamı gerekli olmayan 470 geni olması bu savı sağlam biçimde destekliyor. Ribozomlar da hücre büyüklüğünü önemli ölçüde etkiliyorlar. Araştırmacılar, hücre zarı ve duvarıyla çevrilmiş tek bir ribozomun bile 57 nm çapında bir küreyi dolduracağını hesaplamışlar. Ancak, bilimadamları geleneksel biyokimyanın gerekleri esnetilirse, özellikle ilkel hücre ve kendini kopyalayan dünya dışı sistemler göz önünde bulundurulduğunda, örneğin tek polimere dayanan sistemlerde boyutun çok daha küçük olabileceğini belirtiyorlar. Bilimadamları -Dr. Kajander hariç- kültüre edilebilir en küçük bakteri benzeri küresel organizmanın çapının 200-250 nm. arasında olması gerektiği konusunda fikir birliğine varırken, Dr. Kajander çapın 100 nm boyutlarında olduğunda ısrarlıydı. Tek biyopolimer sistemi üzerine kurulmuş ilk yaşayan sistemler gibi basit organizmaların çok küçük -hatta 50 nm kadar - olabileceği, bu nedenle Mars ya da Europa’da biyolojik taramalar yaparken bugün yaşayan organizmaların boyutlarına dayanarak sınırlamalar koymanın doğru olmayacağı da vurgulanır. Yeryüzünde yaşayan ilk hücrelerin fosil olarak tanımlanabilmesininse büyük olasılıkla aşırı derecede zor olacağı belirtildi.

Panel sonunda bilim adamları nanobakterileri tümüyle reddetmezken, bildiğimiz anlamda bir yaşam biçiminin nanobakterilerden daha büyük olması

gerektiğini de vurgulanmış oldular. Kajander ve ekibinin nanobakterilerinin bir kısmı kuramsal olarak belirlenen sınır içinde bulunurken, Folk'un 10 nm'ye kadar inen nannobakterileriye gerçeklikten oldukça dışlandı. Folk yine de ısrarla iddialarının arkasında durmaya devam ediyor. Antarktika'da keşfedilen ALH84001'de ve başka meteorlarda da nanobakterilerin bulunduğu ve Uwins'in çalışmalarının nano-organizmaların var olabileceğini kanıtlandığını söylüyor.

Nanobakteri araştırmalarında en çok yayın yapan ve en saygın ekip olan Kajander ekibinin günleri de o kadar kolay geçmiyor. Bir grup Finlandiyalı bilimadamı, Kajander'in, nanobakteri olduğunu söylediği parçacıkların gerçekten yaşadığını ispatlayacak biyokimyasal kanıtları bulmayı başaramadığı görüşünde. Bilimadamları Kajander'in parçacıklarındaki biyolojik malzemeye sunduğu kanıtları olası bir bulaşma, deney ya da yorum hatası olarak değerlendirirken, basit bir şekilde açıklanabilecek olgulara, alışılmadık özellikler vermeye gerek olmadığını söylüyorlar. Finlandiya Turku Üniversitesi'nden mantar bilimci Jouni Issakainen, Kajander'i elektron mikroskop görüntüleri



ve diğer morfolojik kanıtları, kuramını destekleyecek biçimde seçmek, hatta bakteri benzeri biçimler elde etmek için teknik oyunlar yapmakla itham ediyor. Issakainen, Kajander'in nanobakterilerinin alışılmadık özellikleri nedeniyle deney prosedürlerinde yaptığı değişikliklerin, örneğin DNA boyalarının hem derişimini hem de uygulama süresini artırmanın, bunların DNA özgülüklerini ortadan kaldıracaklarını da hatırlatıyor.

Kendine yöneltilen eleştirileri basitçe "önyargılı" olarak değerlendiren Kajander: "Nanobakterilerin genetik materyali olup olmaması beni ilgilendirmiyor, biz onların kendiliklerinden çoğalabildiklerini ve apatit ürettiklerini gösterdik. Apatit, hastalıklarla ilişkili ve ben de hastalıklara çare bulmaya

çalışıyorum." diyor. Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüsü'nden John O. Cisar da, kendi araştırmalarında inek serumu, insan salyası ve diş plağı gibi çeşitli kaynaklardan nanobakteri benzeri parçacıkları izole etmeyi başardı. Cisar ve ekibi tıpkı Çiftçioğlu'nun belirttiği gibi parçacıkların, sayılarını oldukça yavaş bir şekilde artırdığını da gözledi. Kajander'le benzer sonuçlar elde edince oldukça heyecanlanan Cisar, hemen protein ve nükleik asit gibi yaşam işaretlerini araştırmaya koyuldu. Örneklerde nükleik asit kanıtına rastlayan Cisar, Kajander ve ekibinin verdiği RNA dizisini araştırınca, bunun DNA izolasyonlarında da kullanılan PCR yönteminde sıklıkla bulaşmaya neden olan çevresel bir mikroorganizmayla neredeyse aynı olduğunu fark etti. Bu bulgularını PNAS'ta yayınlayan Cisar'ın, Kajander'in nanobakterilerinin en önemli kanıtı olan 16S rDNA dizisinin bir başka canlıya ait olduğunu ortaya çıkarması, nanobakteri kuramına büyük bir darbe vurdu.

Çiftçioğlu ve Kajander, Cisar'ın nanobakteri kontrol kültürleri ve en iyi nanobakteri kültürlerini kullanmadığını, bu yöntemleri yayınlamadıklarını belirtiyorlar. Araştırmacılar ayrıca, ancak

Nanobakterilere Kardeş: Nannobakteriler, Nanoplar ve Marslılar

Dr. Kajander ve ekibinin nanobakterilerin varlığını ilan ettiği 1992 yılında başka bir bilimadamı, Texas Üniversitesi'nden Robert L. Folk da benzeri bir keşfi Amerikan Jeologlar Derneği'nin yıllık toplantısında ilan etti. Dr. Folk, boyutları 50-200 nm. arasında değişen ve "nannobakteri" ismini verdiği mikroorganizmaların varlığını jeolog meslektaşlarına duyurdu. "nanno-" ön eki Dr. Folk'un kendi bilim dalı olan jeolojiden geliyor ve "nano"yla benzer biçimde bu bakterilerin çok küçük olduğuna vurgu yapıyor. İtalya'da ki bir sıcak su kaynağındaki travertenler üzerinde araştırma yapan Dr. Folk, bu çalışmasında bir taramalı elektron mikroskopu da kullandı. Elde edilen görüntülerde birçok küçük kabarcık ve kürecik buldu. Başlangıçta, elektron mikroskopuyla mineral ve kayacın her araştırmacı gibi Dr. Folk da, bunların örneğin hazırlanması sırasında oluşan artıklardan ve hatalardan kaynaklandığını düşündü. Sonraki bir yıl şüphe içinde geçiren Dr. Folk "Biraz mikrobiyoloji okuduktan sonra "ultramikrobakteri" denen çok küçük hücrelerin var olduğunu öğrendim." diyor. Elektron mikroskopunda gördüğü kabarcıkların canlı olabileceği kanısına varan Dr. Folk, elektron mikroskop araştırmalarına devam etti.

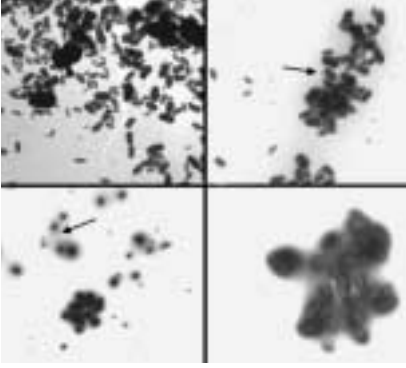
Dr. Folk, araştırmalarını şöyle anlatıyor: "Gerçekten de çok sayıda, çok küçük hücrenin, mineraller içine gömülü halde bulunduğu fikri aklıma yavaş yavaş yatmaya başladı. Bazı örneklerde mine-

raller neredeyse tümüyle nannobakteriler tarafından oluşturulmuştu. Bazen bir mineralin bir tek kristalinde, kristalin bir bölümü nannobakteriler tarafından doldurulmuş haldeyken, diğer taraf neredeyse bomboştu. Bu gibi örnekler bunların kalıntı, deney hatası ya da mineralin çözünme biçimi olma olasılıklarını ortadan kaldırıyordu. [Gerçek bakteriler gibi] zincirler ya da üzüm tanelerine benzer yapılar oluşturmaları bunların canlılıklarının kanıtıydı." En çok tepkiyi jeolog arkadaşlarından alan Folk, 1992'deki ilk sunumunun "taş sessizliğiyle" karşılandığını söylüyor. Folk'un nannobakterileri, biyoloji dünyasının büyük çoğunluğunca ciddiye alınmadı. Biyologlar bu kadar küçük bir parçacığın gerekli genetik malzemeyi içerebileceğine inanmıyordu. Ancak, Viterbo travertenlerindeki ilk keşiflerinden sonra nannobakteriler kireç taşı ve dolomitlerde, iki milyar yıl öncesine kadar her çağa ait kayacın bulundu. Bazı kireç taşlarında bol, diğerlerinde seyrek olarak bulunuyorlardı. Folk, pek çok mineralin nannobakteriler tarafından oluşturulduğunu ve nannobakterilerin, normal bakteriler gibi her yerde ve onlardan çok daha bol bir şekilde bulunduğunu düşünüyor. Henüz yeni başlayan çalışmaları demirin paslanmasında, bakırın yeşermesinde, metalik alüminyumun çözünbilirliğinde, foraminifer, midye ve kuş yumurtalarının CaCO₃ kabuklarının oluşmasında nannobakterilerin etkili olabileceğini gösteriyor. Dr. Folk, nannobakterilerini "biota

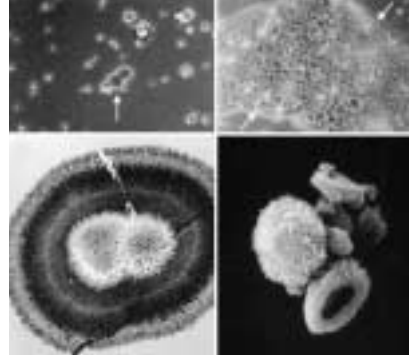
incognitia", bilincinde olunmayan yaşam ve "biyo-lojinin karanlık maddesi" olarak da tanımlıyor.

Marslılar

NASA'da çalışan bir bilimadamı olan Chris Romanek, Dr. Folk'un 1992'de yaptığı konuşmayı duymamış olsaydı gerçekten de Dr. Folk ve nannobakterileri bilim dünyasına tanıtmadan kalabilirdi. Ancak Romanek'in Folk'un nannobakterilerine Mars'tan gelen bir meteorda bakmaya karar verip, bulması olayların akışını bir anda değiştirir. 1996 yılında NASA bilimadamları, McKay ve arkadaşları, Mars'tan gelen ALH84001 meteorunda 20 ile 200 nm boyutları arasında yapılar bulunduğunu, 4,5 milyar yıl yaşındaki meteordaki bu yapıların Mars'ta bir zamanlar var olan yaşama ait fosiller olabileceğini duyurdu. Hepimizin hatırlayacağı gibi Türkiye de tüm dünya gibi bu haberle çalkalanırken, bilim dünyasında da keşfin doğruluğu üzerinde tartışmalar başladı. Tartışmaların odağında, bunların canlı olabilecek kadar büyük olup olmadıkları vardı. NASA bu soruya yanıt bulabilmek için Amerikan Ulusal Bilimler Akademisi'nden bir uzmanlar paneli düzenlemesini istedi. Toplantıya PNAS'taki makaleleri 1998 temmuzunda yayınlanan ve makalelerinde Folk'un iki çalışmasına atıfta bulunan Dr. Kajander de davet edildi. Ulusal Bilimler Akademisi'nin panelin ardından yayınladığı "Çok Küçük Mikroorganizmaların Boyut Limitleri" adlı rapor bu tarihten sonra nanobakteri tartışmalarında bir başvuru kaynağı ve dönüm noktası



Kültür ortamında gelişen nanobakteriler (solda 1a) Bölünen nanobakteriler, 1b) Nanobakterilerin oluşturduğu biyofilm tabakası, 1c) Nanobakterinin iç yapısı, 1d) Apatit duvarla çevrili nanobakteriler.



başka laboratuvarların nanobakteri araştırmalarını desteklemeyi çok istediklerini ve birlikte çalışmaya hazır olduklarını söylüyor.

Çiftçiöğlü bugünlerde NASA Johnson Uzay Merkezi'nde McKay ile birlikte meteorlar üzerinde yaşam olup olmadığını araştırmaya yarayacak biyoışaretleyiciler ve "yaşamın tanımının ne olduğu" üzerinde çalışıyor. McKay ve arkadaşları nanobakteri araştırmalarının yeryüzündeki ilk hücreleri ve Mars'taki olası ilk hücreleri anlamaya yardım edeceğini düşünüyor. Kajander ABD, Kanada ve İngiltere'de farklı gruplarla çalışmalarını sürdürüyor. Rusya ve Japonya da kendi nanobakte-

ri araştırmalarını sürdürüyorlar. Ancak, bazı laboratuvarlardaki araştırmacılar elektron mikroskopuyla görülebilen kürecikleri üretmeyi başardıklarını, ancak her hangi bir yaşam izine rastlayamadıklarını bildirmeye devam ediyorlar.

Yaşam Biliminin Sınırları ve Ufukları

Yaklaşık on yıldır süren "nano ölçekli" yaşayan organizmaların var olup olmadığı tartışmasında nanobakteri taraftarları, canlı olduklarını iddia ettikleri parçacıkların boyutlarını büyütür-

ken, karşıtlar da bu boyutu küçülttüler. Kendi başına yaşayabilen saprofit bir canlının boyutu 200 nm'nin biraz altında ya da üstünde olabilir. Ancak, Dünya'nın ilk dönemlerinde ya da Dünya dışında var olabilecek ilkin ya da ilkel hücrelerin boyutları ve ne gibi mekanizmaları kullandıkları tartışmalı. Nanobakteri araştırmacıları, henüz bu iddiaları kesin biçimde kanıtlayabilmiş değiller. Kajander'in nanobakterileri canlı değilse bile çoğalıp büyüyorlar ve ekibin bildirdiğine göre vücutta mineral birikmesine bağlı pek çok hastalığın nedeni de bunlar. Biyoloji biliminin sınırlarında yapılan bu tartışma, dünya dışı yaşam, yaşamın kökeni ve yaşamın ne olduğu sorularına aradığımız cevapları bulmamızda bizlere rehberlik edecek gibi görünüyor.

Murat Gülsaçan

Kaynaklar

- Travis J., The bacteria in Stone Science News, Vol 154, No.5, August 1, 1998, p. 75.
 Çiftçiöğlü N., Kajander E.O., Interaction of nanobacteria with cultured mammalian cells, Pathophysiology 4, (1998) 259-270
 Mullen L., How Small Can Life Be? Solar System Exploration July 16, 2001 http://nai.arc.nasa.gov/index.cfm?page=small_life
 Folk R. L., Nanobacteria: Surely not pigments, but what under heaven are they? Natural Science, Vol. 1, Art. 3, 1997
 Dayton L., Tiny Wonders New Scientist vol 161 issue 2179 - 27 March 1999, page 13
 Abbott A., Battle lines drawn between 'nanobacteria' researchers Nature vol 40, 9 September 1999
<http://www.astrobio.net/news/index.php>

haline geldi. Çünkü o zamana kadar "olamaz" denilerek kestirilip atılan soru, saygın bilimadamlarınca değerlendirilerek bir çerçeveye oturtuldu.

Nanoplalar

1998 yılında Queensland Üniversitesi'nden, Avustralyalı jeolog Philippa Uwins tarafından nano-organizmaların bir başka biçimi daha keşfedildi. Dr. Uwins, Batı Avustralya'da deniz yatağının altında bir petrol şirketi için jeolojik araştırmalar yapıyordu. Deniz yatağının en az 3 km altında, 150°C sıcaklıktan, sondajla çıkarılmış kumtaşı örneklerini taramalı elektron mikroskobu görüntülerini incelerken, mikrobiyolog bir arkadaşı görüntüde bulunan iplikçi yapıların, örneklerinin üzerinde üreyen mantarlar olabileceğini söyledi. Uwins örneklerini tekrar inceleyince üzerinde bakteri sporlarına ve mantar spor keselerine benzeyen yapılar bulunduğunu fark etti. McKay'in üç yıl önce Mars'tan gelen meteor üzerinde bulunduğunu ilan ettiği ve Uwins'in karşısında duran mantar benzeri yapılar, yaklaşık olarak aynı büyüklük [20 nm-1000 nm] aralığındaydı. Konunun üzerine eğilen Uwins ve arkadaşları yeni bir yaşam biçimi bulduklarına karar vererek bu yeni canlıları, *American Mineralogist* dergisinde "Avustralya kumtaşında yeni nano-organizmalar" başlığıyla duyurdu. Uwins, makalesinin girişinde Folk'un, McKay'in ve Kajander'in ekibinin araştırmalarına atıfta bulundu. Uwins, nano-organizmalarına yaşam ağacındaki yeri henüz belli olmadığı için "bakteri" kelimesini kullanmadan yalnızca "nanop" demeyi tercih etti. Makalede nanoplaların özellikleri şöyle sıralandı: "Nanoplalar, oda koşullarında, oksijen varlığında pek çok taban üzerinde kendi-

liğinden üreyebilirler ve bulaşıcıdır." Uwins'in nanoplaları, Kajander'in nanobakterilerine göre oldukça zahmetsiz çıktı ve kültüre alma çalışmalarını beklemeden, kısa sürede, kendiliğinden tüm laboratuvara dağılarak gözle görülür koloniler oluşturdular. Nanoplaların polisitren kültür çanakları üzerindeki parmak izlerinde hızla yayılıp gelişmesi, Uwins'e bunların heterotrof karakterde canlılar olduğunu düşündürmüştü. Heterotrof canlılar, karbon ve azot kaynağı olarak organik maddeleri kullanan organizmalardır. Diğer nano-organizmalardan farklı olarak küf ya da mantara şaşırtıcı derecede benzeyen nanoplalar, spor kesesi ve dallanmış lifler oluşturarak gelişir. Kimyasal analizler nanoplaların tüm diğer canlılara benzer şekilde karbon, oksijen ve azot bileşiminde olduğunu gösteriyor. Elektron mikroskobu görüntüleri ve elektron kırınım analizleri; nanoplaların zarla çevrili, olası bir sitoplazma ve çekirdek bölgesine sahip yapıları ve amorf yapıda bir duvarları olduğunu gösteriyor. DNA boyalarıyla boyanabilen nanoplalar canlıların çoğunluğu gibi DNA'ya da sahip olabilirler.



Makalesinin tartışma bölümüne: "Nano-organizmaların bu makalede belgelenmiş pek çok özelliği nanoplarnın, biyolojik yapılar olduğu tezimizi destekliyor" diye başlayan Uwins; eğer nanoplalar biyolojik organizmalar değilse, gözlenen özellikleri gösterebilecek biyolojik olmayan bir yapı tasarlamamın oldukça güç olacağını belirtiyor. Nano-organizmalara karşı çıkışlarda kullanılan en önemli savlardan biri, bunların bir çeşit kristal yapı olabilecekleriydi. Çünkü kristaller de kendiliğinden bölünüp, çoğalırlar ve büyüyebilirler. Ancak elektron kırınımı çalışmalarında ortaya çıkan amorf (şekilsiz) yapı, kristallerde bulunmayan bir özellik. Amorf mineral yapılar olmaları durumunda da koşullarında bunların büyümelerini sağlayacak bir mekanizma tasarlamak oldukça zor; zaten nanoplarnın silikon, kükürt ve metal bakımından oldukça fakir olmaları bu olasılığı oldukça azaltıyor. Uwins, "nanoplarnın üreme ve metabolizmalarına dair bir kanıt gösteremediklerini ve organizmanın filogenetik yerini bilmediklerini de belirtiyor.

NASA Astrobiyoloji Enstitüsü'nden Andrew Knoll, Uwins'in kanıtlarının henüz yeterli olmadığı görüşünde. Knoll: "Her ne kadar Uwins'in partikülleri DNA boyalarıyla boyansa da, yalancı DNA pozitif sonucu veren pek çok madde var. Eğer nanoplarnın gerçekten yaşadığı ispatlanırsa, bu bizim Dünya üzerindeki yaşam anlayışımızı zorlayacak çünkü bu, Dünya'da kimyasını bilmediğimiz canlılar yaşıyor demek. Bu oldukça ilginç olurdu." diyor. Knoll yine de nanobakterilerin canlı olduğunu iddia eden hiçbir ekibin, henüz bunu ispatlamayı başaramadığını da yineliyor.