

SONDAN KAÇIŞ YOK!

Sonu kimse bilmiyor. Belki bir göktaşı, belki nükleer savaş, belki yeraltından gelen büyük bir patlama... ya da hiçbiri. Ancak, kendi elimizle ya da yerkürenin doğal dinamikleriyle gelmesi olası felaketleri atlatsak bile Dünyamıza asıl kaçınılmaz sonu, kendi yıldızı Güneş hazırlıyor. Dünya'nın yaşamı kadar, sonu da onun elinden gelecek gibi. Güneş, yaşam döngüsü içinde ilerleyip ölüme yaklaştıkça, yörüngesinde dolanan gezegenleri de peşinden sürükleyecek. Başta, ona en yakın olanlarını. Bilmediğimiz, bu sonun nasıl olacağı. Dünya'yı bekleyen son yanıp yutulmak mı, donmak mı, yoksa kuruyup gitmek mi? Araştırmacılar, bu konuda farklı modeller geliştiriyorlar. Neyse ki, daha düşünecek, araştırarak çokook zaman var...!



yacak mekanizmalar geliştirmeye, süreci uzatıp ölümü geciktirmeye çalışacak. Dünya'nın geleceği üzerinde çalışan araştırmacılar da, benzer süreçleri onun için tanımlayıp kestirmeye çalışıyorlar. Güneş'in, yaklaşık 7 milyar yıl sonra ölümüne şişerek gelmiş olacağı "kırmızı dev" aşaması döneminde, Dünya'nın ne durumda olacağını modellemeye çalışanların sayısı yeni yeni artmaktaysa da, görece yakın gelecek için daha büyük kesinlikle ortaya atılabilen varsayımlar az değil.

Bunlardan birinin imzası, 250 milyon yıl kadar önce tek bir süperkıta (Pangea) oluşturmuş olan kıtaların, birbirlerinden ne şekilde ayrılmaya başladıklarını haritalamaya yaklaşık 30 yılını adanmış Christopher Scotese'e ait. Dünyanın yüzeyi, yavaş yavaş yer değiştiren levhalara bölünmüş durumda. Bu levha ve kıtaların geçmişte yaptıkları göçleri ortaya çıkarmak için yararlandığı jeolojik verilerden yola çıkan Scotese, topladığı bilgileri gelecekteki kıta hareketlerine ilişkin tahminlerine de uyarlamış. Araştırmacının uzun çabalarla ortaya koyduğu modele göre Amerika kıtası Avrupa ve Afrika'dan yılda birkaç santimetre ayrılmaya, ("tırnaklarınızın uzadığı hıza yaklaşık bir hızda") Afrika da kuzeye, Avrupa'ya doğru olan göçüne devam edecek. Zaten son 100 milyon yıldır kapanmakta olan bir okyanusun kalıntısı durumundaki Akdeniz iyice küçülecek, önümüzdeki 50-100 milyon yıl içinde de tümüyle kapanmış olacak. Bu bölgede, itme hareketiyle yavaş yavaş yükselen dev bir dağ sırasının oluşması da mümkün. Sonuçta, 50 milyon yıl sonrasının tablosu, şimdikinden oldukça geniş bir Atlantik Okyanusu'nu, Avrupa'yla birleşmiş bir Afrika'yı, yerinde yeller esmese de dağlar yükselmiş bir Akdeniz'i betimliyor.

Bundan sonrasının daha belirsiz olacağını söylüyor araştırmacılar. "Sorun, bilinmeyenlerde" diyor Scotese. "Otoyolda gittiğinizi varsayın. Bir saat sonra nerede olacağınızı tahmin edebilirsiniz. Ama yolda kaza yaparsanız, arabanız bozulursa ya da bir nedenle ana yoldan ayrılırsanız, yönünüzü değiştirmek zorunda kalırsınız. Günümüzden 100-250 milyon yıl sonrasının dünyası için tahminler yapacaksak, bizim de buna benzer durumları hesaba

katmamız gerekiyor ki, bu da çok güç." Bu uzak gelecek için en büyük ipuçlarını, okyanus levhalarının karasal levhaların altına doğru battığı "dalma-batma" bölgelerinden gelen veriler sağlıyor. Modele göre, Atlantik Okyanusu'nun batı yakasında belirecek böyle bir bölge, okyanus tabanını aşağı doğru çekerek, Atlantik sularını da zamanla derinlere gömecek. Bu, Atlantik'in genişlemeyi bırakıp, zaman içinde küçülerek belki de tümüyle yok olması, kısacası Amerika'nın Avrupa-Afrika'yla yeniden birleşmesi, birleşme sınırında Himalayalar'a benzer yeni bir dağ silsilesinin oluşması demek. Koca Atlantik'tense, kala kala belki araya sıkışmış bir iç deniz kalacak. Amerika'dan Avrupa'ya, oradan da Afrika'ya ayaklarınızı ıslatmadan yürürebileceğiniz, yaklaşık 250 milyon yıl sonrasının bu birleşmiş kıtalar tablosuna Scotese ve ekibinin verdiği isim, Pangea Ultima. Araştırmacılar, işin bununla bitmeyeceğini, Dünya'yı bunun gibi birkaç birleşme-ayrılma döngüsünün bekliyor olabileceğini söylüyorlar. Tabii tüm bunların, ayrıntılı çalışmalar sonucunda da olsa, kesinlik taşımayan bir modelden ibaret olduğunu da vurgulayarak.

Bundan sonrası, daha da belirsiz. Ancak, Dünya'nın iç bölgelerinden gelen yüksek ısının, tüm bu kayma hareketleri için önemli bir enerji kaynağı olduğunu, iç ısının da zaman içinde azaldığını düşünür, buna bir de -birazdan açıklayacağımız- kaçınılmaz görünen su kaybını eklersek (su, Dünya'nın manto tabakasını yumuşatıcı, dolayısıyla da kıta hareketlerini kolaylaştırıcı etkiye sahip), kıta hareketlerinin eninde sonunda yavaşlayıp duracağı çıkarımı, en azından akla uygun görünüyor.

Önce Bitkiler...

Pennsylvania Eyalet Üniversitesi'nden James Kasting, bu "son" araştırmalarının önemli isimlerinden. Ona göre Dünya, ömrünün son %10'luk kesitine girmek üzere. Hesaplamaları, parlaklığı giderek artmakta olan Güneş'ten kaynaklanan sıcaklık yükselmeleri sonucunda, Dünya okyanuslarının 1 milyar yıl içinde kaybolmuş olabileceğine işaret ediyor. Ancak, Kasting'in modeline göre, gezegeni-

Ölüm biçimini kestirmek, ömürleri Dünya'nınkinin yanında kısacık kalan biz insanlar için de olanaksız. Sonsuz sayıda olasılık... Hastalık, kalp krizi, trafik kazası, yolda yürürken kafaya düşen bir saksı, cinayet... ya da yaşlandıkça vücudumuzda kaçınılmaz olarak artan serbest radikaller. Pek parlak bir tablo sayılamasa da, gerçek. Ancak sonu bilemesek de (ki böylesi herhalde daha iyi), yaşlandıkça neler olacağını az çok kestirebiliyoruz. Yüzümüz kırışacak, kaslarımız güçten düşecek, belki eklemlerimiz ağrıyacak, oturup kalkarken zorlanacağız. Vücudumuzsa, tıbbın da yardımıyla kaybettiklerinin yerine yenilerini ko-

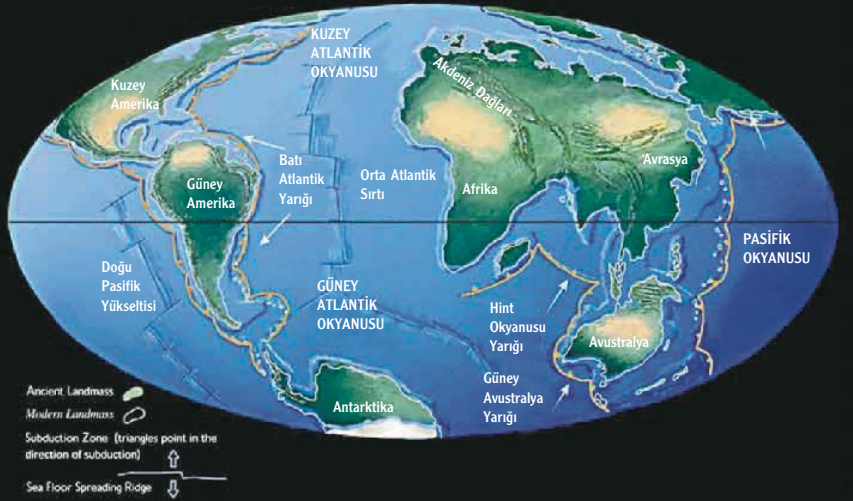
miz tam bir çöle dönüşmeden çok daha önce, atmosferdeki CO₂ düzeyleri, bitki yaşamını olanaksız kılacak düzeye inmiş, yani besin zincirindeki önemli bir halkayı devreden çıkarmış olacak. Dolayısıyla da tüm canlılığı.

İçlerinde su buharı ve CO₂'nin de bulunduğu sera gazlarının özelliği, Güneş'ten gelen ışınımın belli dalgalı boylarında olanlarını, atmosferin yeryüzüne yakın bölgelerinde hapsedip kaçmalarını engelleyerek, genel atmosfer ısısını yükseltebilmeleri. Bu gazlardan oluşan doğal ısı bariyerinin bileşimindeki bir değişimse, Dünya'nın ortalama küresel ısısını artırıp azaltabiliyor. Günümüzün endişe kaynaklarından biri, aşırı CO₂ salımı etkisiyle artmakta olan küresel ısı. Ancak aralarında Kasting'in de olduğu birçok uzman, bundan birkaç yüz milyon yıl sonra, dünyayı adeta kasıp kavuracak düzeye ulaşacak, sonuçta okyanusların buharlaşıp tüm yaşam formlarının yok olmasına neden olacak yüksek sıcaklıkların da CO₂ yokluğundan kaynaklanacağı görüşünde.

Küresel iklimin aşağı yukarı sabit kalmasını borçlu olduğumuz CO₂, doğal bir termostat. Yerküremiz, CO₂'yi birçok farklı yüzüyle, birçok farklı yerinde saklıyor: atmosferde bir gaz olarak; okyanuslarda zayıf karbonik asit çözeltisi olarak; kutup bölgelerinde buzumsu bir faz olarak; kayalarda karbonat mineralleri, petrol ve doğal gaz olarak. Dünya'nın ısı her hangi bir nedenle düşmeye başlarsa, CO₂'nin atmosferden Dünya yüzeyine emilimini sağlayan kimyasal tepkimeler yavaşlar. Bu arada sürmekte olan volkanik etkinliklerle atmosfere salınan CO₂'nin de katkısıyla, bu sera gazı atmosferde yeniden birikmeye başlayarak sıcaklığı normal düzeylerine çıkarır. Atmosferin normalden çok ısındığı durumlardaysa süreç tersine işleyerek CO₂'nin atmosferden yeryüzeyi ve altına emilmesiyle sonuçlanır.

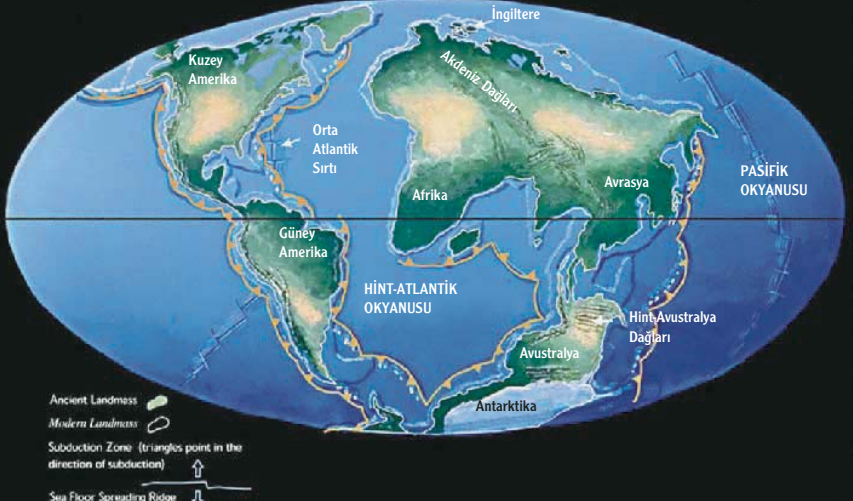
İşte bu mekanizma, 4 milyar yıldan uzun bir süredir tıkır tıkır işlemekte. Ancak ufuk pürüzsüz görünmüyor. Sorun, Güneş'in parlaklığının giderek artması (her 100 milyon yıl için % 1 oranında). Bu, fazla önemsenecek bir oran gibi görünmese de ısı arttıkça atmosferdeki CO₂ düzeyi, ısıya bağımlı kimyasal tepkimeler sonucu düşerek ve düşmeye de devam ederek 'termos-

50 MİLYON YIL SONRA



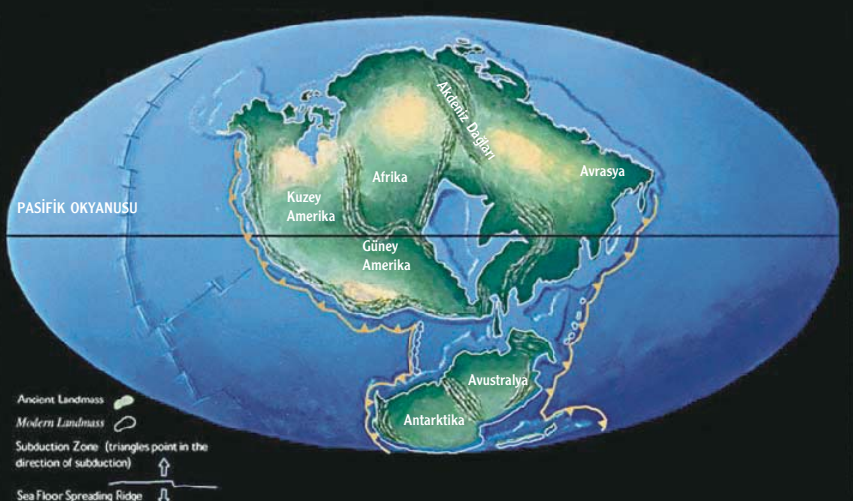
Atlantik Okyanusu genişlemiş, Afrika da Avrupa'yla birleşerek Akdeniz'i kapatmış durumda. Avustralya ise güneydoğu Asya'ya yakınlaşıyor.

150 MİLYON YIL SONRA



Güney ve Kuzey Amerika'nın doğu kıyıları boyunca ortaya çıkan dalma-batma bölgeleri, Atlantik sularının okyanus tabanıyla birlikte çekilmesi ve okyanusun küçülmeye başlayarak Amerika'nın, birleşmiş Avrupa-Afrika kıtasına yaklaşmasıyla sonuçlanıyor.

250 MİLYON YIL SONRA



Atlantik Okyanusu küçüldükçe, kıtalar birleşerek yeniden bir süperkıta oluşturuyorlar: Pangea Ultima. Şekilde, Atlantik Okyanusu'nun kıtalar arasında sıkışarak oluşturduğu bir iç deniz de görülüyor.

tatı' işleyemez duruma getirecek. İşte Kasting'in, meslektaşı Ken Caldeira ile birlikte ortaya çıkardığı iklim modelleri de yaklaşık 500 milyon yıl sonra atmosferdeki CO₂ oranlarının, şimdikin % 40'ı düzeyine inmiş olacağını gösteriyor.

Gerisi çorap söküğü gibi: Bu düzeyin altında fotosentez yapmakta zorlanıp, sonunda da yapamaz hale gelen bitkilerin oranı % 95. Önce bunlar, 100-200 milyon yıl sonra da kalan % 5 yok olup gidecek. Onlarla beslenen diğer bütün canlılarla birlikte. Sonuçta, günümüzden 1 milyar yıl sonrasında gelemeden, yeşillikle dolu Dünya'mız, kahverengi çamura bürünmüş olacak.

... Sonra Ne Kaldıysa

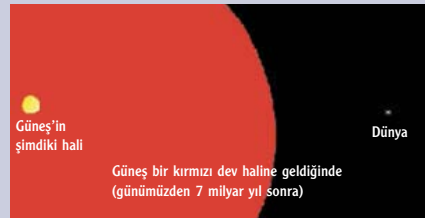
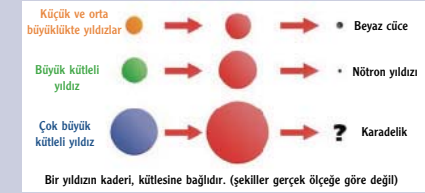
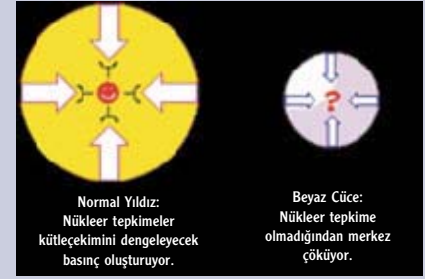
Bununla da bitmiyor. Günümüzden 1,2 milyar yıl sonrasına bakıyoruz. Güneş, şimdikinden yaklaşık % 15 daha parlak. Dünya'nın yüzey sıcaklığı 60 - 70 °C civarında. CO₂'yi atmosferden çekip alan kimyasal tepkimeler artık iyice artmış ve hızlanmış durumda. Öyle ki, CO₂ artık atmosferde yok denecek kadar az. Okyanuslar iyice ısınmaya, atmosferin nem oranını artırmaya başladılar. Su buharı da bir sera gazı, ama CO₂ gibi doğal bir termostat değil. Atmosferde daha fazla su, daha fazla ısı ve dolayısıyla daha fazla buharlaşma demek. Böylece okyanuslar da kaybolarak geriye geniş tuz çölleri bırakıyor, çarklarını döndürmek için gerekli sıvıdan yoksun kalan kıtalarsa artık son bir gıcırtyla durmak zorunda kalıyorlar. Yaşam artık sonlandı, çit yok. Ne tek bir kuş sesi, ne sinek vızıltısı, ne de hışırdayan bir yaprak...

"Gökbilimciler, okyanusların eninde sonunda buharlaşıp gideceğini öteden beri biliyorlardı" diyor Kasting. "Ancak bunun, Güneş'in "anakol" evresinden ayrılıp (bkz. Güneş'i Bekleyen Gelecek) genişlemeye başlayacağı yaklaşık 5 milyar yıl sonrasına gelmeden gerçekleşeceğini düşünmüyorlardı. Yaptığım hesaplamalarsa, pek iyimser sonuçlar vermiyor: En fazla 1 milyar yıl. Hesaplamalar doğruysa, üzerinde yaklaşık 4,5 milyar yıldır yaşam barındıran Dünya'nın, yaşam açısından da ancak yarım milyar yılı kaldı."

Güneş'i Bekleyen Gelecek

Bir yıldızın yaşamı, basitçe kütleçekim kuvvetiyle nükleer füzyon tepkimeleri arasındaki bitmez tükenmez çekişmeden ibaret. Kütleçekimi etkisiyle çökme tehlikesi altına giren yıldız, füzyon tepkimeleriyle enerji salarak genişliyor. Yıldızın 'metabolizması', yani merkezinde yer alan hidrojeni hangi hızla tükettiği, bu kuvvetler arasındaki basit dengeyle belirleniyor. Yıldızın kütlesi büyüdükçe, onu çöktürmekle tehdit eden kütleçekimi de büyüyor; çökmekten kurtulmak için yakması gereken hidrojenin miktarı da o kadar artıyor. (Bkz. "Güneş'e Neler Oluyor" - Yıldızların Yaşam Döngüsü, Bilim ve Teknik, Aralık 2003). Tüm yıldızlar, merkezlerindeki hidrojeni helyuma dönüştürerek enerji sağlamakla işe başlıyorlar. Bu, yıldızın enerji çıktısının sabit sayılabileceği ve yakınlarındaki bir gezegene yaşama şansı verebileceği bir aşama ("anakol aşaması"). Ancak bir süre sonra merkezdeki hidrojen azalıyor; tabii beraberinde de, füzyon tepkimeleri. Denge, kütleçekiminin lehinde. Merkez çökmeye başlıyor; çöktükçe de sıcaklık ve yoğunluğu artıyor. Bundan sonra olacaklar, kütle sine bağlı.

Orta kütleli bir yıldız olan Güneş'in başına gelecekler özetle şöyle: Çökmekte olan merkez, yeni türden bir füzyon tepkimesine olanak verecek sıcaklığa ulaşacak; daha önceki aşamada üretilen helyum, bu tepkimelerin sonucunda karbon oluşturacak. Kütleçekim kuvvetine karşı bir sayı atılmış, yıldızımızın 100-200 katı genişlemesine yol açılmış durumda. Eskisinden binlerce kat daha parlak, ancak yüzey sıcaklığı düşmüş olan Güneş, kızılımsı bir renk olarak "kırmızı dev" aşamasına gelmiş olacak. Yaklaşık 7 milyar yıl sonra. Çekişmenin etkisiyle birkaç kez daha büzülüp genişledikten sonra da enerji kaynaklarını tümüyle tüketecek ve dış katmanlarını



uzaya salacak. Sonuçta koca devden geriye, kalla kala sönük bir "beyaz cüce" kalacak.

Ölümün Yüzü

Ölmekte olan Dünya'nın neye benzeyeceğine ilişkin ayrıntılı bir jeolojik model henüz oluşturulmuş değil. Ama ABD Jeolojik Araştırmalar Kurumu'nda görevli bir gezegenbilimci olan Jeffrey Kargel, bu konuda bazı önemli çalışmalar yapmış. Kargel'a göre, kıta kaymalarının, dolayısıyla da dağ oluşumunun artık sonlanmış olduğu böyle bir dünyadaki değişimlerin temel kaynağı, kalan sığ, çamurlu, buharlı akarsularla gelen aşınma ve erozyon olacak. Dünya, çıkıntılardan arınacak, tüm dağlar zaman içinde erozyon sonucunda yerle bir hale gelecek.

Senaryoyu biraz daha zorluyor Kargel. Buna göre, öyle bir zaman gelecek ki, Güneş kaynaklı morötesi ışınlar, Dünya'nın buhar dolu atmosferini

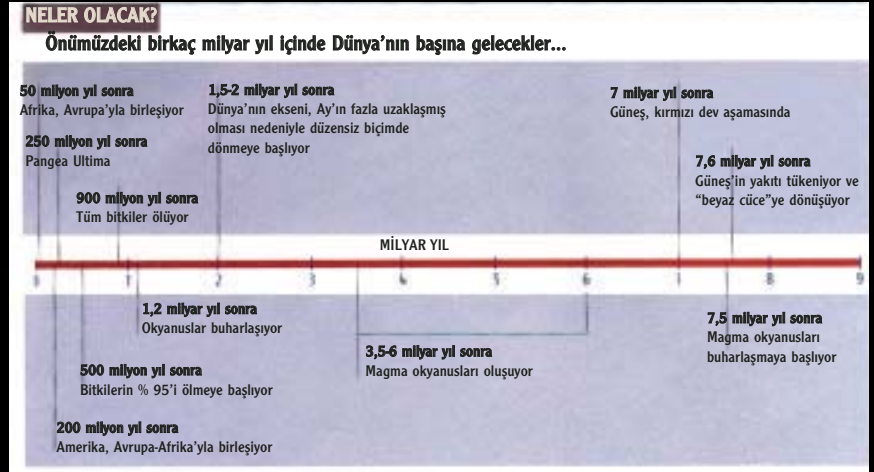
hidrojen ve oksijene ayrıştırarak. Dünya'nın kütleçekimi hidrojeni tutmakta yetersiz kalacağından, hidrojen uzaya savrulurken, oksijen yerini koruyacak. Üstelik de yüksek sıcaklığın etkisiyle artarak yüzlerce atmosfere ulaşan basıncıyla. Bu oksijenin, kayaların yapısındaki demir tarafından emilimiye, olasılıkla gezegene kızılımsı, paslı bir görünüm verecek; Mars'da olduğu gibi. Kargel, zehirli ve kalın bir sülfürik asit bulutuyla çevrili Venüs'le de bir paralellik kuruyor. Dünya üzerindeki etkisi durmamacasına artan sera etkisinin sonucu olarak, artık 1000 °C'yi bulmuş olan sıcaklıklar altında eriyen kayalar, dev magma denizleri oluşturacak ve bunlardan sülfat mineralleri ayrışacak. Eğer ortada, ince de olsa atmosfer adına birşey kalırsa, bu da Venüs'teki gibi ölümcül bir sülfürik asit kokteylinden ibaret olacak.

Ateş ve Buz

Geçtiğimiz Eylül ayında Amerika Gökbilim Derneği'nin California'da gerçekleştirdiği bir toplantıda Kargel, Güneş'in yaklaşık 7 milyar yıl sonra gelmiş olacağı kırmızı dev aşamasında Dünya'nın neye benzeyebileceği üzerine geliştirdiği yeni modellerden sözetti. Şu anda hiç kimse, Dünya ve Ay'ın o aşamada Güneş çevresinde nasıl dolanacakları konusunda kesin birşey söyleyemiyor. Olasılıklardan biri, Dünya'nın Güneş'e kütleçekimsel olarak kilitlemesi. Bu, Dünya'nın kendi eksenini çevresindeki dönme hızının, Güneş çevresinde dolandığı hızla eşitlenmesi, yani Güneş'e hep aynı yüzünü gösteriyor olması anlamına geliyor. İşte Kargel'a göre "gündüz yüzeyi"nden görüntüler: Kızıl Güneş, şimdi görüldüğünün 250 katı genişlikte; gökyüzünün çoğunu kaplamış durumda. Gezegenin çok büyük bir bölümünü aydınlatıyor. Tam anlamıyla karanlıkta kalan kısım, arkada, en fazla Kuzey Amerika genişliğinde bir bölge. Yakın çevresini, sürekli bir alacakaranlık kuşağı sarıyor. Kargel, Güneş'in artmakta olan parlaklığına ilişkin verilerden yola çıkarak, bu uzak gelecekteki Dünya'nın yüzey sıcaklığını da hesaplamış ve yaklaşık 7,5 milyar sonra, Güneş'e doğrudan maruz magma okyanusunun 2200 °C sıcaklığa ulaşabileceğini bulmuş. Bu, magmanın buharlaşmaya başlayacağı anlamına geliyor.

Araştırmacıya göre, gece yüzeyindeki sıcaklıkları tahmin etmek daha güç. Eğer buraya ısıyı iletebilecek bir atmosfer hâlâ varsa, bu yüzey bile kavurucu olabilecek. Ama yoksa, bu sefer de sıcaklığın aşırı derecede düşük olması söz konusu; belki de, çok ince bir atmosfere sahip Merkür gibi. Merkür'ün 350 °C'yi bulan sıcaklıkları, geceleri -170 °C'ye düşebiliyor. Kargel, Dünya'nın tam karanlıkta kalan bölgesi için bu değer -240 °C'yi bulabileceği görüşünde.

Tabii sıcaklık bakımından böylesine aşırı uçlar, beraberinde başka sonuçlar da getirecek. Sıcak yüzeyde magma okyanusundan buharlaşan silisyum, magnezyum, demir ve bunların oksitleri, alacakaranlık bölgesinde yeniden yoğunlaşarak yeryüzüne inecek. Belki demir yağmurları, belki si-

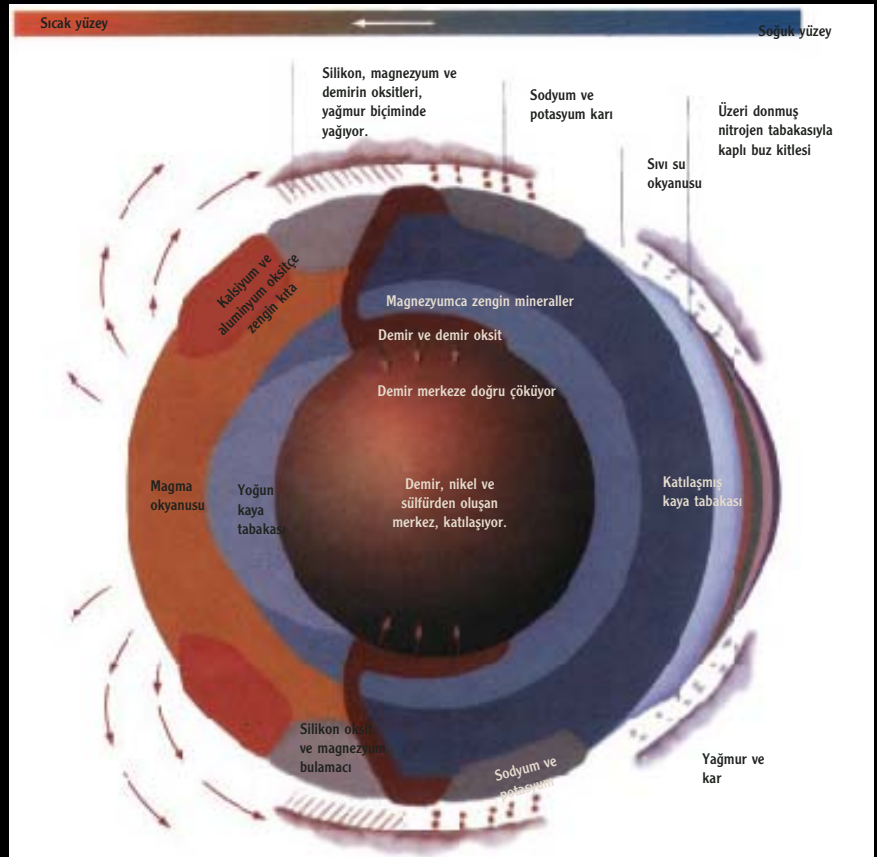


lisyum monoksit karlı olarak. Daha soğuk bölgelere de potasyum ve sodyum karlı yağacak. Karanlık ve soğuk yüzeydeyse CO₂, sülfür dioksit ve argonun, donarak dev bir buz kütlesi oluşturması, üzerinin de bir nitrojen örtüsüyle kaplanması söz konusu. Altında, bildiğimiz buz; tabii gezegende biraz olsun su kaldıysa. Alacakaranlık kuşağıysa, Dünya'nın neye benzediğini merak edip oralara yolu düşmüş ısıya dayanıklı bir-iki uzaylı için hoş bir

sürpriz barındırıyor olabilir. Geçmişinden küçük bir anı; kendisini çevreleyen cehennemin arasına sıkışmış bir sıvı su denizi! Bakarsınız, deniz tabanında da günümüz gökdelenlerinden bir iki taş parçası...

... Ve Son Perde

Sahneye yeniden bir göz atalım. Bundan 6,5-7 milyar yıl sonrası. Dünya mavi-yeşil, sulak görünümünü terk et-

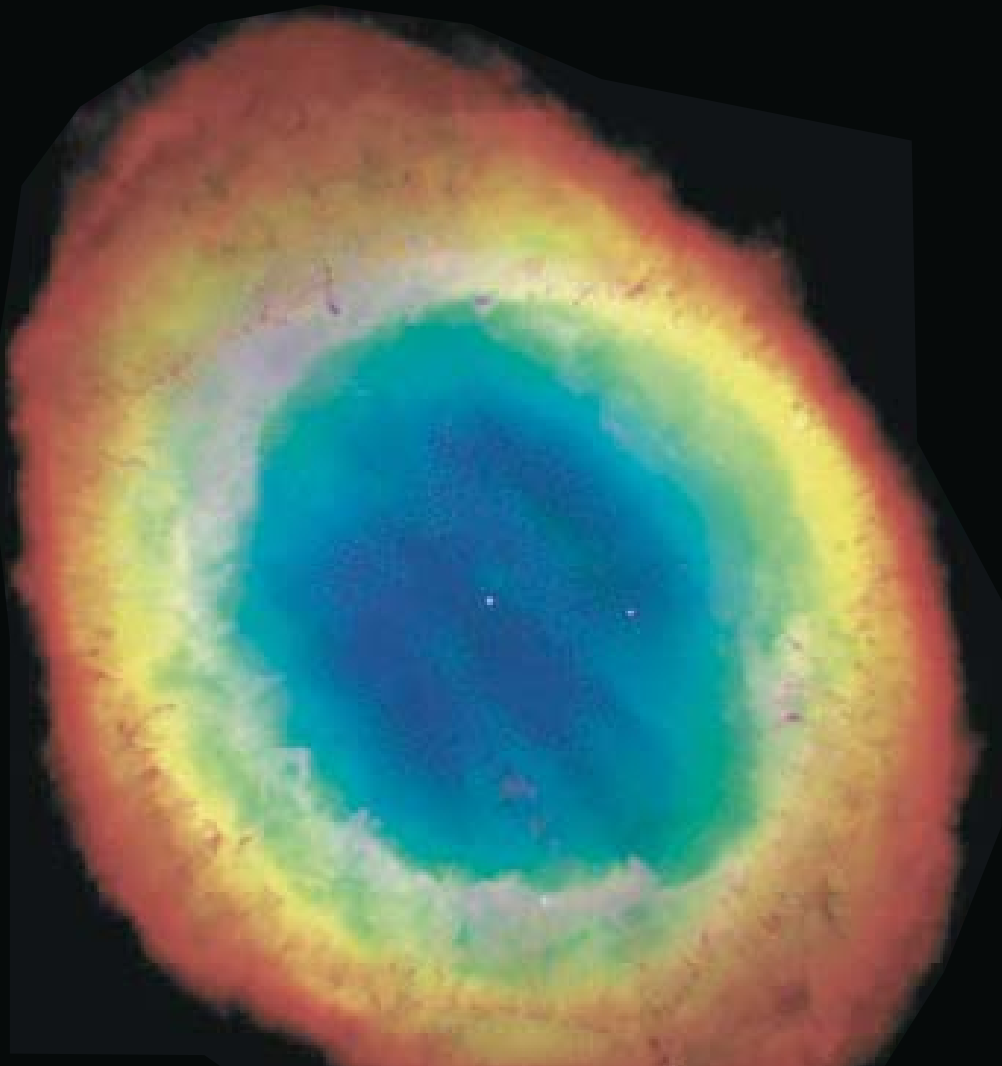


miş, öfkeli, kahve-kızıl, cehennem gibi bir gezegen. Üzerinde bir zamanlar yaşayan canlılar açlıktan ölüp gideli çok olmuş. Güneş, gökyüzünün büyük bölümünü kaplar durumda. Gezegenin çok büyük kesimi için günbatımı diye birşey yok. Yeryüzünde 2000 °C'ye ulaşabilen sıcaklıklar, alttaki kayaları eritip yakıcı gökyüzüne doğru buharlaştırıyor. Gezegenin geceyarısı karanlığındansa, üzeri nitrojen tozuna bulaşmış, koca bir buz kütleli yükselmiş. Bu cehennemi fırın ve derin dondurucu bölgelerinin arasındaysa, sodyum ve potasyum karlarının yağdığı bir alacakaranlık kuşağı.

Bu böyle sürüp gidecek mi? Güneş, Dünya'yı da içine alacak kadar genişleyecek mi? Iowa Üniversitesi'nden Lee Anne Willson ve meslektaş George Brown'a göre, evet. İki araştırmacı, Güneş'e benzer orta büyüklükteki başka yıldızların ölüm süreçleri, yani kırmızı dev aşamaları üzerinde incelemeler yaparak, bulgularını Dünya'nın kaderini tahminde kullanmışlar. "Dünya, kendini Güneş'in içinde bulacak" diyor Willson. "İçerdiği ya da buharlaştırdığı bütün madde, Güneş'inkiyle bütünleşecek. Güneş'in bu bölümünün, sonunda uzaya saçılmasıyla da, külleri yıldızlararası boşluğa dağılacak..."

Peki, bu kaderden hiç mi kaçış yolu yok? Araştırmacılar, olduğunu söylüyor. Ama var olan iki yolun sonu da ölümcül soğuk. Willson'a göre, Güneş'in fazla büyümeden kütle kaybetmesi durumunda Dünya'nın daha büyük bir yörüngeye geçerek kaçma olasılığı var. Ancak, bu da Güneş'in, evriminin daha önceki aşamalarında en az % 20'lik bir kütle kaybına uğramasıyla mümkün. Oldukça uzak bir olasılık.

Michigan Üniversitesi'nde fizikçi olan Fred Adams da Willson'la aynı görüşte ve şimdiki yörüngesinde kalması durumunda Dünya'nın kavrulup gitmekten başka şansı olmadığını kabul ediyor. Ancak Adams, bir kaçış modeli daha geliştirmiş. Başka bazı yıldızlar çevresindeki gezegenlerin yörüngelerinde düzensizlikler olduğu biliniyor. Bunun nedeni için yapılan tahminlerden biri, geçmekte olan başka bir yıldızın kütleçekimsel etkisi üzerinde yoğunlaşıyor. Adams da, gelecekte bir başka yıldız ya da yıldız sisteminin, Dünya'yı yörüngesinden edecek bir tekme savurma olasılığını me-

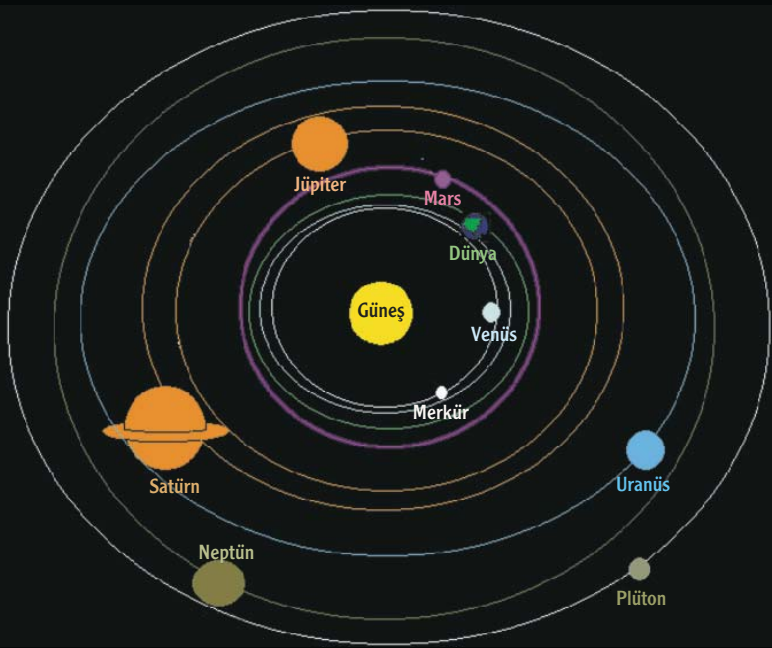


Güneşimizin Geleceği: Güneş, kırmızı dev aşamasına geldikten sonra enerjisini yitirerek dış katmanlarını uzaya salacak. Şeklin ortasında görülen beyaz noktaysa, Güneş'in büzülerek sıkışmış sıcak merkezi olan bir "beyaz küce". Şekildeki ünlü "Halka Bulutsusu"nda görüldüğü gibi, uzaya salınmış dış katmanlar, sıcak beyaz kücenin ışınımıyla parlayacak ve giderek dağılarak yeni yıldızları oluşturacak bulutları "zenginleştirecek". Sıcak beyaz küceye giderek soğuyacak ve görünmez olacak.

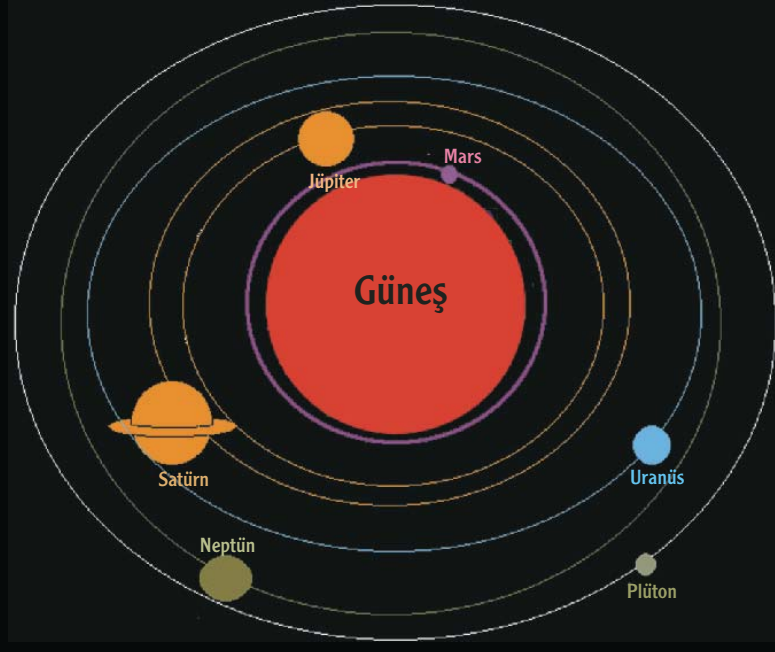
rak etmiş. NASA Ames Araştırma Laboratuvarı'ndan Gregory Laughlin'le yaptıkları çalışmada, önümüzdeki 3,5 milyar yıl içinde yakınlardan geçebilecek yıldızlarla gerçekleşebilecek olası etkileşimlere ilişkin simülasyonlar oluşturmuşlar. Sonuçlara göre, gezegenimizin Güneş Sistemi'nin dışına atılması olasılığı 100 binde 1. "Çok da kötü sayılmaz" diyor Adams. "En azından lotuyla kıyaslandığında!" İyi de, sistemden dışarı fırlatılmak çok mu iyi? Adams, soğuk bir kozmik köşeye sığınmış bir Dünya'ya ait okyanusların, yaklaşık 1 milyon yıl sonra kaskatı donmuş olacağını, ama hidrotermal açıklıklar ya da başka iç enerji kaynakları aracılığıyla desteklenen bazı yaşam formlarının, burada 30 milyar yıla kadar barınabileceği görüşünde. Ancak tüm modelleri, Dünya'da şu an varolan yaşamın daha bir 3,5 milyar yıl süreceği varsayımına dayalı. Yani Kastig'in yukarıda anlatılan "yarım

milyar yıl" sonuçlarıyla çelişkili. Acaba kim haklı? Ne yazık ki bunu yalnızca biz değil, kimse bilemeyecek!

Nasıl olacağını tam bilemesek de, son pek parlak değil. Daha doğrusu biraz fazla parlak olacak gibi. Öyleyse konu üzerinde neden bunca araştırma yapılıyor? Sonu bıraksak da kendimize kaçacak delik bulmaya baksak ya? Kargel, "son" araştırmalarının, işte tam da bu nedenle önemli olduğunu söylüyor. Kendi modelinin kesin bir güvenilirlik taşımadığını, yalnızca bir karalama olduğunu vurgulayan araştırmacı, bunun yine de daha ayrıntılı araştırmalara önayak olacağını umuyor. Çünkü bu tür modeller, gökbilimcilerin yakın yıldızlar çevresindeki gezegenleri anlamaları bakımından önemli ipuçları verebilecek. Son on yıl içinde, 100'ün üzerinde gezegen ortaya çıktı; ancak gezegen olduğu tam anlamıyla doğrulananların çoğu, Jüpiter gibi gaz devleri. Ayrıca, bunların



Şimdi



7 milyar yıl sonra

varlığını keşfetmek, diğerlerine göre daha kolay. Beklentilerse, Dünya benzeri ve Dünya gibi kayalık gezegenleri de ortaya çıkarmak.

NASA'nın 2012 yılında fırlatılması hedeflenen Kayaç Gezegen Avcısı'nın (Terrestrial Planet Finder), yaklaşık 150 yıldız çevresinde dolanan küçük gezegenleri keşfetmesi bekleniyor. Kargel'inki gibi modellerse, bulabileceği Dünya benzeri gezegenlerdeki çeşitliliklerin değerlendirilmesine yardımcı olacak. Proje ekibinden olan Kasting, evrimlerinin çeşitli aşamalarındaki gezegenleri görmeyi umduklarını söylüyor. Ve ekliyor: "Ancak gör-

düklerimizi de anlamak istiyoruz." Bulunanların, bizim mavi, ılımlı gezegenimize benzememe olasılığı büyük elbette. Washington Üniversitesi'nde gökbilimci olan Donald Brownlee'nin yorumuysa şöyle: "Belki de göreceğimiz, yüzeyi erimiş, içerdiği oksijen 100 atmosfer basıncında olan bir gezegen olacak. Çoğu kişi, bunun tuhaf bir gezegen olduğu yorumunu yapacakken, biz belki de 'hayır' diyeceğiz. 'Bu yalnızca bizim geleceğimiz.'"

Ölümü kabullenmek bir yana, algılamak bile zorsa, Dünya'nın ölümünü algılamak daha da zor. Ürkütücü sonun, insanların zaten çoktan yokolup

gitmiş olduğu bir zamana karşılık gelmesi, kaç yüreğe su serpebiliyor? O zamana kadar üzerinde yaşanabilecek başka bir gezegen bulunabileceği düşüncesiyle avunuyoruz şimdilik. Bildiğimiz, tanıdık mavi gezegenden ayrılmak ne kadar avutucuysa...

Zeynep Tozar

- Kaynaklar**
 Backus, P. "Time Enough for Life" http://www.space.com/search-forlife/seti_backus_life_031016.html
 Barry, P. "Continents in Collision" http://science.nasa.gov/headlines/y2000/ast06oct_1.htm
 Britt, R.R. "Freeze, Fry or Dry: How Long Has the Earth Got?" http://www.space.com/scienceastronomy/solarsystem/death_of_earth_000224.html
 Muir, H. "Hell on Earth" New Scientist 6 Aralık 2003 <http://www.astr.cam.ac.uk/HST/press/oposite.stsci.edu/pubinfo/PR/97738/astrofile2.html> ("Life on the Edge")

