

# Fizikçi bakışıyla evren, dünya, yaşam ve zamana dair

Geçmişte evrenin sabit olduğunun düşünüldüğü dönemlerde bilim insanları yıldızların haritasını çıkarmakla uğraşıyorlardı; günümüzde ise artık evrenin değişimi ve evrimini inceliyorlar. Aristoteles'in 22 asırlık sabit/durağan evren doktrininin sonunu getiren Hubble'in anıtsal keşfi bir anlamda Darwin'in 19 yy'daki çalışmalarının gökbilimine yansımalarıdır. Çağdaş astrofizik, vücutlarımızı da oluşturan atomların (her bir kilogramda  $10^{26}$  atom) yıldızların içindeki nükleer reaksiyonlarda oluştuktan sonra uzaya püskürtülüp gezegenleri, toprağı ve organik molekülleri oluşturduğunu söylüyor.

## 1. Giriş

**N**ereden geliyoruz? Nereye gidiyoruz? Neyiz? Neden bu dünya var? Neden yaşıyoruz? Neden buradayız? Bunlar hep kökenlerimizi sorgulayan sorular. Çok uzunca bir süre bu sorulara yanıtlar hep dinler tarafından üretilmiş. Günümüzde ise, bu konular ve sorular artık bilimin repertuarına girmiş bulunuyor.

Bilimin, kökenlerimize ilişkin bize sunduğu mükemmel bir öykü var elimizde. Bu belki de geçen yüzyılın başından başlayarak insanlığın edindiği en büyük kazanım. Bu resme, alanlarında devrim yapan yeni ve ileri teknolojik donanım ve cihazlarla ulaştık. Güneş sisteminin derinliklerine dalan uzay araçları, uzay teleskopları, evrenin ilk anlarını yeniden canlandırabilen dev parçacık hızlandırıcıları, akıllara durgunluk veren kapasitede ve hızda bilgisayarlar, ve biyoteknolojik teknikler, fosil ve kalıtların yaşlarını tayinde katedilen müt-hiş yeni teknolojik ilerlemeler....

Kısa kısa değinerek de olsa kökenlerin peşine düştük bu yazıda; evrenin, dünya-

nın, yaşamın ve insanın. Köken sözcüğü zaman içinde yer alan bir olayı gösteriyor. Söz konusu olan kişisel kökenimiz olsaydı, kolayca söyleyebilirdik ki, bu olayın bir öncesi ve bir sonrası vardır; tarihlendirebilir, tarihin akışı içinde bir yere oturabiliriz. Söz gelimi dünyanın bu andan önce de var olduğunu kabul etmek pek de zor değil.

Ama kökenlerin kökenini, yani en baştaki birinci kökeni düşümeyle başlayınca iş değişiyor: Evrenin kökeni. Bu kökeni başka herhangi bir olaya benzer sıradan bir olay sayamayız hiç kuşkusuz.

Konuya teolojik perspektiften bakıldığında evrenin kökeni sorusunun za-



*Kısa kısa değinerek de olsa kökenlerin peşine düştük bu yazıda; evrenin, dünyanın, yaşamın ve insanın.*

Bugün artık kesinlikle kanıtlanmış bir bilimsel teori var elimizde: Evrenin Büyük Patlama(BP) olarak adlandırılan bir başlangıcı ve bir tarihi var. Bu olayın öncesine, yani zamanda daha gerilere gitmemize olanak sağlayacak en küçük bir belirti ya da veriye sahip değiliz.

**manın kökeni** ile örtüştüğünü hemen farkediyoruz. Çağdaş anlayışa göre, evrenin bir kökeni varsa, bu zamanın da kökeni demektir; yani bunun öncesi yoktur. Geçtiğimiz yüzyılın en büyük buluşlarından biri, evrenin geçmişteki bilim adamlarının çoğunluğunca (aralarında Aristoteles'ten Copernicus'a, Newton'a, hatta Einstein'a kadar en büyüklerin de bulunduğu) kabul edildiği gibi, değişmez ve ebedi olmadığıdır. Aşağıda kısaca özetleyeceğimiz gibi, bugün artık kesinlikle kanıtlanmış bir bilimsel teori var elimizde: Evrenin Büyük Patlama (BP) olarak adlandırılan bir başlangıcı ve bir tarihi var. Bu olayın öncesine, yani zamanda daha gerilere gitmemize olanak sağlayacak en küçük bir belirti ya da veriye sahip değiliz. Bütün gözlemler ve veriler hep bu sınıra gelip dayanıyor ve ötesine geçmiyor. Bunun bilimsel bir açıklaması da çok zor değil: BP anındaki o müthiş sıcaklıkta mevcut fizik kanunları uygulanabilir olmaktan çıkıyor, yani basitçe işlemiyorlar. Dolayısıyla, o noktaya ve kuşkusuz öncesine ilişkin herhangi bir bilimsel söz söylemek, ya da çıkarsamada bile bulunmak mevcut paradigma çerçevesinde mümkün değil.

## 2. Evrenin başlangıcı - Büyük Patlama

Evren hakkında sahip olduğumuz modern bilgilerin pek çoğu için dönüm noktası, 1930'larda hem teorik hem de gözlemsel alanda gerçekleştirilen iki devrimsel gelişmedir.

Gözlemsel alandaki gelişmeyi yirminci asırda geliştirilen yeni teknolojilere borçluyuz. 1929 yılında Edwin Hubble bu teknolojileri kullanarak evrenin genişlemekte olduğunu keşfetti. Bu sonuca teleskopuna gelen ışığın frekansındaki Doppler kaymalarına bakarak ulaşmıştı. Bütün galaksiler bizim galaksimiz olan Samanyolundan ve birbirlerinden sürekli olarak uzaklaşıyordu. Hubble'in anıtsal keşfi, galaksilerin uzaklıklarının, uzaklaşma hızı ile orantılı olduğunu bulmasıydı.

Galaksiler zamanla birbirlerinden uzaklaştıklarına göre, geçmişte daha yakın olmaları gerekir. Eğer evren filmini geriye doğru oynattığımızı düşünürsek, galaksiler gittikçe birbirlerine yaklaşarak



*Hubble'in anıtsal keşfi, galaksilerin uzaklıklarının, uzaklaşma hızı ile orantılı olduğunu bulmasıydı.*

ç içe girmeye başlayacaklardır. Demek ki geçmişte öyle bir an vardır ki, evrendeki tüm madde, yoğunluğu sonsuz olan bir noktada sıkışmış olarak bulunacaktır. Bu durumun gerçekleşmiş olduğu zaman hesaplanmış ve günümüzden yaklaşık 15 milyar yıl önce olarak bulunmuştur. Bu ana Büyük Patlama adı veriliyor. Teorik alandaki devrimsel keşif ise Rus matematikçisi Friedman'ın Einstein denklemlerinin zamanla değişen evren modeline karşı gelen çözümlerini bulmasıdır. Bunun için Einstein'ın evrene ilişkin homojenlik varsayımını korurken durağanlık (zamanla değişmeme) varsayımını sorgulamaya almıştı. Friedman çözümünde

1929 yılında Edwin Hubble bu teknolojileri kullanarak evrenin genişlemekte olduğunu keşfetti. Bu sonuca teleskopuna gelen ışığın frekansındaki Doppler kaymalarına bakarak ulaşmıştı. Bütün galaksiler bizim galaksimiz olan Samanyolundan ve birbirlerinden sürekli olarak uzaklaşıyordu.

evren, yoğunluğu son derece yüksek bir durumdan başlayarak zamanla genişliyordu. Ne ilginçtir ki Einstein, bu yeni çözüme rağmen evrenin durağan olduğuna inanmakta diretti (tıpkı Aristoteles, Copernicus ve Newton gibi). Yani Genel Çekim Teorisinin (ya da daha yaygın bilinen adıyla Genel Görelilik Teorisinin) tek ve baş mimarı, kendi denklemleri içinde gizli genişleyen evren çözümlerini bulmaktan bir nevi kaçındığı gibi, bu çözümlerin bulunup ortaya çıkarılmasına karşı da çok olumsuz ve yıkıcı bir tavır sergilemiştir. Ne ilginçtir ki, Einstein benzer çelişkili ve yıkıcı tavrı, ilk mimarlarından olduğu Kuantum Teorisine karşı da sergilemişti.

Modern evren anlayışı tamamen 20. yy'ın bir ürünü. Mükemmel bir matematiksel yapıya sahip ve gözlemlerle kanıtlanmış gerçek bir bilimsel teori var artık elimizde. Buna göre evren, yani zaman, 13.7 milyar yıl önce bir BP ile başlamıştır. Derginin daha önceki bir sayısında (Eylül 2010; No:195) evrenin dev bir patlama sonucu nasıl oluştuğunun öyküsünü ayrıntıyla anlatmıştık. Ancak ulaştığımız bu düzey bile evrene ilişkin her şeyin tam olarak anlaşılması gerektiği anlamına gelmiyor ne yazık ki.

Günümüzde çok ileri teknoloji ürünü olan optik ve radyo teleskopları ile görebildiğimiz kadarıyla, evren çok büyük ölçekte oldukça düzenli bir yapıya sahiptir. Bunun en önemli gözlemsel kanıtlarından biri, sıcaklığı 2.7 Kelvin olan arka fon ışmasıdır. Bu fon ışması bir anlamda Büyük Patlamadan (BP) geriye kalan bir fosildir. Gene gözlemlendiği üzere, evren her yönde düzgün bir şekilde genişlemeyi sürdürmektedir. İşte çok uzun bir süredir bir çözüm bekleyen husus da budur. Evren büyük ölçeklerde bu kadar düzgün (uniform) yapı gösterecek kadar yaşlı değil. Evrenin bu tekdüze (uniform) yapısını açıklamak için BP'nin hemen ardından  $10^{-34}$  saniye (yani saniyenin milyar kere, milyar kere, milyar kere, on milyonda biri) kadar sonra ve çok kısa bir süre o minnacık ölçekteki evrenin aşırı hızlı bir genişlemeye (inflation = şişme) uğraması gerektiği teorik olarak öne sürülmüştü.

17 Mart 2014'te güney kutbundaki BICEP (Background Imaging of Cosmic

Kimilerini mutsuz etse de,  
dünya orta halli bir  
galaksininin dış  
mahallelerinden birinde yer  
bulmuş sıradan bir gezegen,  
insan ise evrim ağacının  
(son) dallarından birine  
tünemiş evrensel  
yapılanmanın son ürünlerinden  
başka bir şey değil.

Extragalactic Polarization) teleskobuyla, BP'nin yankıları olduğu düşünülen kütleçekim dalgalarının keşfedildiği haberi düştü bilim dünyasına. Bu teleskop, gökyüzündeki mikrodalga frekanslarını tarayarak BP'den kalma fosil enerjiyi kaydetmek amacıyla inşa edilmiş. Fakat bu tarihe kadar şişme (enflasyon) iddiasını kanıtlayacak herhangi gözlemsel bir bulgu elde edilememişti. İşte gözlemlendiği iddia edilen bu kütle çekim dalgaları, yeni gözlemsel verilerle doğrulanıp pekiştirildikten sonra BP'ye ve özellikle bu "şişme" aşamasına bir kanıt oluşturacak ve tarihin en büyük keşifleri arasında haklı olarak yerini alacak. Aksi takdirde bilimsel keşif "balonlarından" biri olarak tarihin çöp tenekesine atılacak; bekleyip göreceğiz.

### 3. Dünya ve yaşam

4.5 milyar yıl önce oluşmuş dünya üzerinde yaşamın 3 milyar yıl önce başladığı biliniyor. Yani dünya üzerinde yaşamın oluşması için uygun koşullar oluşuncaya dek 1.5 milyar yıl geçmesi gerekmiş. İnsanın yükselişi ise çok sonraların eseri; ancak 1-2 milyon yıl önce olduğunu çıkarıyoruz. Yani dünyanın varlık sürecinin son on binde birlik diliminin bir ürünü insan; bu anlamda dünyanın en geç (ya da genç) sakinleri. Bu varlık döneminin % 99'luk kısmını da yiyecek peşinde avcı ve toplayıcı olarak geçirmiş ve son 12 bin yıldır tarım devrimi ile birlikte yerleşik uygar yaşama adımını atmış. İnsanın genetik mekanizmasının ve yapısının esas olarak tarım devriminden epeyce önce avcılık

toplayıcılık döneminde şekillenmiş olması gerektiği düşünülüyor. Tarım teknolojisinin geliştirilmesiyle insanoğlunun çevreyle ilişkisinde de radikal değişiklikler olmuş. "İnsanın inışı" söylemi doğanın geri kalanı ile ayrışmasına yapılan bir gönderme aslında. Bu da daha önce sahip olmadığı bilgiyi edinmesi ile mümkün oluyor.

Bu tür ani değişiklikler daha yakın zamanlarda da olageliyor. Sanayi-teknoloji devrimleri olarak betimlenen bu olaylar yeni edinilen bilimsel teknolojik bilgilerle çevreye daha egemen bir yaşam tarzına geçiş demek. Tüm bu devrimsel değişikliklerin çok çok daha önce gelişimi (evrimi) tamamlanmış genetik mekanizmalara sahip olarak başarılı olduğunu bir kez daha hatırlatmakta fayda var. Planlama zaman ölçeği de zamanla genişlemiş insanın. Avcı-toplayıcı evresinde yalnızca 1-2 gün sonrasını düşünebilmekte iken tarım devriminden sonra bir yıl sonrasına kadar düşünebilmesi (ve planlaması) gerekmiş. Takvimlerin geliştirilme gereksinimi bu evrede ortaya çıkmış. Tüm bunlar geleceği öngörme ve kontrol etme güdüsünden kaynaklanıyor.

### 4. Dünyanın Yaşı

Geriye dönüşü olmayan ve düzgün bir şekilde aktığı düşünülen zaman hep belli

bir ana, çoğu kez dünyanın oluşumu (yaratılması?) gibi ayrıcalıklı bir sürece dayandırılmıştır. Böyle bir seçim şartı değil aslında. Zira dünyanın yaşını bulmak, evrenin yaşını aynı kesinlikte bulmaktan daha kolay olmuştur. Bu çok doğal; zira evreni on binlerce yıldır ayaklarımızı bastığımız, yani bir anlamda parçası olduğumuz dünyadan ayrı bir şey-kavram olarak anlayabilmek çok yenilerin işi. Her ikisine ilişkin sağlıklı bir anlayış düzeyine ulaşabilmemiz ise son yüzyılın kazanımlarından. Esas olarak zamanın ölçülmesi Mısır ve Babil'den beri gök cisimlerinin periyodik devinimleri ile ilişkilendirildiğine göre zamanın, ya da dünyanın yaşı kuşkusuz aşağıda bir örneğini göreceğimiz gibi yaşamın başlangıcından bu yana geçen zamana indirgenemez. Ancak, talihin, ya da tarihin bir cilvesi olarak modern çağda dünyanın yaşının ölçümü probleminin somut ve en hassas çözümü makro evrenden değil mikro evrenden, atom evreninin radyo aktivisinden gelmiştir.

Ortaçağ filozofları ve teologlarca evren, anlaşılır nedenlerle, başlangıcı olan ve dolayısıyla sonlu bir geçmişe sahip olarak düşünüldü. Genellikle teolojik metinlere dayanarak yapılan hesaplar (daha doğru çıkarsamalar) başlangıcı olan yani bir



*İnsanın avcı-toplayıcı evresinde yalnızca 1-2 gün sonrasını düşünebilmekte iken tarım devriminden sonra bir yıl sonrasına kadar düşünebilmesi (ve planlaması) gerekmiş.*

tanrı tarafından yaratılmış ancak çok genç bir dünya-evren resmi ortaya koyuyordu: Örneğin Armağa Kardinali James Ussher 1658'de teolojik kronolojiden yola çıkarak dünyanın MÖ 22 Ekim 4004 Cumartesi günü saat 18'de yaratıldığını öne sürmüştü. Ussher'a göre dünyanın yaratılışı ile insanlığın yaratılışı aralarında sadece haftalar mertebesinde fark olan süreçlerdi. Yani herşeyin olduğu gibi zamanın başlangıcı da bu hesapça günümüzden topu topu 6018 yıl öncesine karşı geliyordu.

Burada altı çizilmesi gereken yaratılış söylemine karşın, **teolojik kronolojide esas olarak insanlık tarihinin bir öyküsü** var. Bilimsel Devrim (Copernicus ve diğerleri) öncesi dünyamızı evrenin merkezi, Darwin öncesi de kendimizi canlı evrenin merkezi, özgün ve benzersiz yaratıklar olarak düşünürdük. Bu anılan devrimler herşeyi yerli yerine ve doğru bir biçimde yerleştirmiş. Ne yazık ki (kimilerini mutsuz etse de), dünya orta halli bir galaksininin dış mahallelerinden birinde yer bulmuş sıradan bir gezegen, insan ise evrim ağacının (son) dallarından birine tünemiş evrensel yapılanmanın son ürünlerinden başka bir şey değil. Teolojik kronoloji dogmaları, konu üzerinde çalışan (ve ne yazık ki son asrın bilim ve teknolojik donanımlarına da sahip olmayan) 18. ve 19. yy bilim adamları önünde çok ciddi psikolojik engeller oluşturuyordu. Bu tarihleri milyon yıllar mertebesi öncesine çekmek teolojik otoritelere (yani kiliseye) göre çok radikal cüretkarlıklar (bazen da sapkınlıklar) olarak görülüyordu.

Burada bir şekilde hatırlamak gerekir ki daha 17. yy'da teolojik kronojilerle dünyanın ya da zamanı başlangıcı hesaplanmaya (?) çalışılmasına karşın, **dünyanın zaman içinde yaratılmamış, tersine zamanın dünya ile birlikte oluşmuş olduğu** nerdeyse iki bin yıl öncesinden bazı bilgilerce öngörülmüş olması da çok çarpıcı (İskenderiyeli Philon; MS:13-54). Bu anlayış evren-zamanın başlangıcına ilişkin modern anlayışa çok yakın (tek farkla, bu ifadede dünya yerine evreni koymamız gerekiyor).

Yani, özetle 17 yy'da Avrupa'da zamanın tarihine ilişkin en uzun zaman ölçeği (antik dönem anlayışından radikal şekilde



*Dünyanın zaman içinde yaratılmamış, tersine zamanın dünya ile birlikte oluşmuş olduğu nerdeyse iki bin yıl öncesinden bazı bilgilerce öngörülmüştür.*

farklı olarak) beş bin küsur yıl kadardı. Ancak bu dönemlerde jeoloji, paleobotanik ve paleojeoloji alanlarında yapılan çalışmalar ve keşifler bundan çok daha uzun zamanların söz konusu olması gerektiğine işaret ediyordu. Fakat bunu yıllar cinsinden ifade etmek o çağda mümkün olmuyordu. Bu ancak 20. yy'ın başlarında radyo aktivitenin keşfiyle mümkün olabildi. Böylece radyo aktif özelliğe sahip minerallerin yaşları, bozunmaları sonucu ortaya çıkan son ürünlerin miktarlarından tayin edilebiliyordu. Bu yolla dünyanın yaşı için I. Dünya Savaşı'ndan önce yapılan ilk tayin 1 milyar yıl mertebesinde bir değer ortaya koydu.

Bu yeni teknik kullanılmaya başlamadan önce dünyanın yaşını tayin için ya termodinamik (fiziksel), ya da jeolojik yöntemler kullanılıyordu. Termodinamik yöntem dünyanın o an için ölçülen sıcaklığı-

Jeoloji bilimi esas olarak dünyanın tarihidir. Jeolojik kronoloji kapsamında kayaların yaşları tayin edilirken radyoaktivite teknikleri kullanılır, ancak daha uzun periyotlara ilişkin yaşlandırma organik yaşamın, yani flora ve faunanın binlerce yıl boyu geçirdiği evrimsel değişiklikler üzerine inşa edilir.

na kadar soğuması için geçmesi gereken zaman hesaplanarak yapılıyordu. Jeolojik tarafta ise yaş tayini sediment tabakalarının gözlenen kalınlıklara ulaşması için gerekli zaman hesaplanarak yapılıyordu. Her iki yöntemle yapılan bu yaş tayinleri de teolojik çıkarımlara göre çok uzun sayılabilecek, bir kaç yüz milyon yıl mertebesinde, değerler ortaya koyabilmişti. Radyoaktivite teknikleri kullanılarak yaş tayini yöntemlerinin giderek geliştirilmesi ile dünyanın yaşı için bulunan değer 4.5 milyar yıla ulaşmıştır. Bu bağlamda tamamlayıcı bir bulgu farklı bir kanaldan gelmiştir.

Jeoloji bilimi esas olarak dünyanın tarihidir. Jeolojik kronoloji kapsamında kayaların yaşları tayin edilirken radyoaktivite teknikleri kullanılır, ancak daha uzun periyotlara ilişkin yaşlandırma organik yaşamın, yani flora ve faunanın binlerce yıl boyu geçirdiği evrimsel değişiklikler üzerine inşa edilir.

Dünyadaki yaşamın kaynağı, bir sonraki kesimde ayrıntıyla anlattığımız gibi, güneştir. Ancak güneşi tam olarak anlayabilmemiz de ancak 70 küsur yıl önce gerçekleşmiş çok yeni bir kazanımdır. 19. yüzyıl fizikçileri güneşin yeteri kadar uzun süre ışık varlığını sürdürebilmesinin hangi mekanizma ile olduğunu henüz anlayamamışlardı. Bu yönde eldeki tek teori 1850 yılında Helmholtz tarafından geliştirilmişti. Ancak bu teori en zorlayıcı varsayımlarla (enerji üretim mekanizması olarak sonsuz bir yarıçaptan başlayarak mevcut ölçeğine büzüşürken hidrojenin sıkıştırılması) bile güneşin varlık süresi olarak bir kaç on milyon yıldan fazlasını vermiyordu.

Flora ve fauna fosilleri üzerinden yapılan çıkarımlara ise bunlara hayat veren güneşin o gün itibarıyla en az bir milyar yıldır ışık varlığını sürdürmesi gerektiğini söylüyordu. Bu iki değer arasındaki radikal büyüklükteki fark 1938'de (II. Dünya Savaşı'ndan hemen önce) giderildi. Birbirlerinden bağımsız olarak Bethe ve Von Weizsäcker güneşin enerji üretim mekanizmasının termo-nükleer süreçler (füzyon) olduğunu ve güneşin, sürekli enerji ürettiği halde, bu mekanizma ile enerji üreterek milyarlarca yıl yaşayabileceğini kanıtlamışlardır. Füzyon esas olarak 4



Güneş bizim temel düşük entropi kaynağımızdır.

hidrojen çekirdeğinin kaynaşarak 1 helyum çekirdeğine dönüşmesi ve hidrojen çekirdeğinin kütlelerinin % 0.7 kadarı kadar enerjinin açığa çıkmasıdır. Bu mekanizmanın güneş gibi yıldızların sürekli ışınarak kaybettikleri enerjiyi telafi ederek yaşamlarını milyarlarca yıl sürdürmeleri için yeterli olduğu kanıtlanmıştır.

## 5. Yaşam ve zaman oku

Bu konu Termodinamiğin İkinci Kanunu ve Entropi kavramı bağlamında bu dergide daha önce geniş bir biçimde ele alınmıştı. Ancak önemi nedeni ile kısaca ve biyolojik perspektiften yeniden gözden geçirmekte fayda var. Kısaca hatırlatalım, makroskopik evrende tersinmezlik varken, fizik kanunlarının tümü zamana göre simetrik; yani bu denklemlerde zaman için tercihli bir akış yönü yoktur. Anılan makalede ayrıntılı tartışıldığı gibi, zamanın bir yönlü olduğunu gösteren tek fiziksel kanun termodinamiğin ikinci ilkesi, yani "yalıtılmış sistemler için entropi artar" ilkesidir. Biyolojik örneğe geçmeden önce, bu özelliği sürekli gözler önüne seren olağanüstü çarpıcı kozmolojik bir örnekte kısaca söz edelim: Zamanın tek yönlülüğüne kozmolojiden verilebilecek en muhteşem örnek gecenin karanlığıdır. Yıllar yılı bir paradoks olarak bilinen bu olgunun (Olbers paradoksu: Gece neden karanlıktır?) hiç beklenmedik bir yerden ve çok yakın geçmişte evrenin genişlediğinin keşfiyle çözü-

me kavuşması ne muhteşem. Yani gecenin karanlık oluşu evrenin genişlemesinin bir sonucudur. Evren büzüşme evresinde olsaydı, gece de gündüz gibi aydınlık olacaktı.

Dikkatimizi biyolojik sistemlere çevirdiğimizde çok ilginç bir sürprizle karşılaşırız: **Biyolojik sistemler zamanın yönünü yerel olarak (kendi içlerinde) evrensel kozmik zaman okunun tersi yönüne çevirebiliyorlar. Bunu entropinin değişim yönünü artandan azalana çevirerek yapıyorlar** ki, yaşam denen mucizenin sırrı budur. Madem ki bu yazıda zaman kavramına biyolojik perspektiften bakıyoruz, bu ilginç konuyu biraz daha ayrıntıyla tartışmamız gerekiyor. Burada yanıtlanması gereken ilk ve en önemli soru şudur: Evrendeki düşük entropilerin, yani düzenli sistemler olan yaşayan (canlı) nesnelere varlıklarının fiziksel temeli nedir? Bir başka deyişle, biz insanlar düzenli organizmalar olarak kendimizdeki düşük entropiyi nasıl açıklıyoruz? Yaşamımızı sürdürmemiz için gerekli olan enerjiyi yediğimiz yiyeceklerden ve soluduğumuz oksijenden sağlarız. Ancak bu enerji çoğunlukla ısı şeklinde vücudumuzu terkeder. Enerji korunduğuna göre vücutlarımızdaki enerji, büyüme durduktan sonraki evrede, erişkin yaşamımız boyunca, yaklaşık olarak sabit kalır. Ancak büyüme evresinde ve kilo aldığımızda mevcut enerji stokumuza yeni enerji ekleriz.

O halde, erişkin evresinde sahip olduğumuz enerji stokuna yeni bir enerji eklememize gerek yok mudur? Başka türlü sorularım soruyu: Büyüme evresinden sonraki erişkin çağımızda canlı varlığımızı nasıl sürdürebiliyoruz? Bunun için gerçekten bir ek enerjiye ihtiyaç yok mudur? Hiç olmaz olur mu; olmazsa yemek yemek yaşamın bu denli merkezi işlevlerinden biri olur muydu?

Isı formunda sürekli kaybettiğimiz enerjiyi karşılayacak ek enerjiyi almamız gerekir ki, bunun için yemek yeriz.

Isı, enerjinin en düzensiz, yani en yüksek entropiye sahip şeklidir. Ek enerjiyi, yiyecek ve oksijen olarak, düşük entropi durumunda alırız; yüksek entropi formunda ısı ve karbon dioksit olarak dışarı atarız yani, harcarız.

Bir kez daha hatırlatalım. **Termodinamik kanunlarına göre, enerji korunur, fakat entropi ise korunmaz, sürekli artar.** Dolayısı ile kendimizi canlı tutabilmek (atom ve moleküllerine dağılarak maksimum entropi durumuna dönüşmemek) için entropimizi düşük tutmak zorundayız. İşte tam bu amaçla, düşük entropiye sahip yiyecek ve oksijen bileşkesiyle beslenir, bunları vücudumuzda yakar, çıkan ısıyı (yüksek entropiye sahip enerjiyi) dışarı atarız. Bu şekilde entropinin vücudumuzda artmasına engel olur ve düzenimizi (=yaşamımızı) sürdürebiliriz. Şimdi bu düşük entropi kaynağımızın izini sürelim. Örneğin, vejeteryan olmayanların yiyecekleri arasında önemli bir yer tutan eti ele alalım. Bu yiyeceğin kaynağı olan hayvancıkların da biz insanlar gibi

Biyolojik sistemler zamanın yönünü yerel olarak (kendi içlerinde) evrensel kozmik zaman okunun tersi yönüne çevirebiliyorlar. Bunu entropinin değişim yönünü artandan azalana çevirerek yapıyorlar ki, yaşam denen mucizenin sırrı budur.

Günümüzde ortalama insan ömrü artık 70 yıl, yani  $10^9$  saniye mertebesinde.

Enzimatik reaksiyonları

$10^4$  saniye mertebesindeki sürelerde cereyan ediyor.

Genel biyofiziksel ve fizyolojik reaksiyonlar saniyeler mertebesinde sürüyor.

düşük entropili yapılarını sürdürmek için düşük entropi kaynaklarına ihtiyacı vardır. Hem biz insanlar ve hem de ara basamakta bize besin hizmeti gören düşük entropili hayvancıklar için yaygın bir besin kaynağı bitkilerdir. İnsan ve hayvanlar olarak yediğimiz bitkilerdeki karbonu ve oksijeni vücutlarımızda tekrar birleştirerek entropiyi azaltma sürecini sürdürürüz. Bitkilerin foto sentez mekanizmaları entropiyi azaltan çok önemli bir mekanizmadır. Bitkiler havadaki karbon dioksiti alıp, oksijeni ayırıp dışarı saldıktan sonra karbonu kendi yapılanmasında kullanmak üzere özümle. Yeşil bitkiler foto sentezi (yani entropiyi azaltma sürecini) güneş ışığından yararlanarak gerçekleştirir. Güneş ışığı enerjisi dünyaya göreceli olarak düşük entropili formda, yani “görünür ışığın” fotonlarıyla taşır. Dünya ve üzerindeki canlılar bu enerjiyi depolayıp saklayamaz, bir süre sonra tümünü (ışınım şeklinde) uzaya geri gönderir. Ancak geri gönderilen bu enerji yüksek entropili formda, yani ısı (kızıl ötesi ışınlar) formundadır. Özetlersek, yaygın izlenimin (inancın?) aksine dünya, üzerindeki canlılarla birlikte, güneşten enerji almaz. Yapılan şey enerjiyi düşük entropi formunda almak ve daha yüksek entropi formunda uzaya geri püskürtmektir. Özetle, **güneş bizim temel düşük entropi kaynağımızdır.**

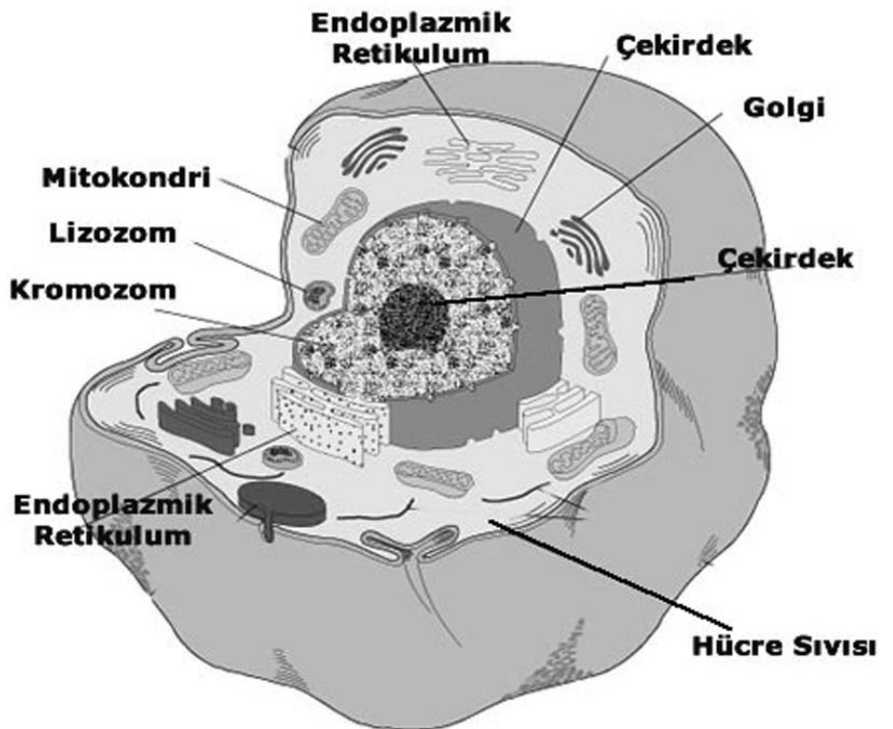
Peki güneşin bu özelliği nereden gelmektedir? Bunun nedeni güneşin uzayda sıcak bir nokta olmasıdır. Yani gök (uzay) sıcaklık dağılımı bakımından bir düzensizliğe sahiptir. Şöyle ki, güneşin yer aldığı küçük bir bölge (galaksi içindeki çok büyük ölçeklerle kıyaslandığında

kuşkusuz küçük) diğer tüm bölgelerden daha yüksek sıcaklığa sahiptir. Bu da yeterince güçlü bir düşük entropi kaynağı oluşturur. Şöyle ki, dünya bu “sıcak noktadan” enerjiyi düşük entropi formunda alır ve uzayın diğer soğuk bölgelerine yüksek entropi formunda geri gönderir. Burada yukardaki tartışmayı anlamamıza yardım edecek kısa bir “Teknik Not” eklemekte yarar var: Görünür ışıkla kızıl ötesi ışık arasındaki temel fark, ilkinin diğerinden daha yüksek frekansa, yani fotonlarının daha yüksek enerjiye sahip olmasıdır. Bu durumda dünyaya güneşten (yüksek frekanslı fotonlarla) gelen enerjinin (daha düşük frekanslı kızılötesi fotonlarla) tekrar uzaya geri salınan dengeleyebilmesi için, enerjinin korunumu ilkesi çerçevesinde, salınan fotonların sayısının gelenlerin sayısından daha yüksek olması gerekir. Böylece dünyadan uzaya geri püskürtülen enerji güneşten dünyaya gelen enerjiye göre daha yüksek sayıda serbestlik derecesi üzerine yayılmış olmalı, yani daha yüksek entropiye sahip olmalıdır.

## 6. Biyolojik dünyada zaman

Fizikteki zaman ölçeklerine bakıldığında dünyanın güneş etrafında dolanır-

ken geçen süre 365 günlük bir yıl ve  $10^7$  saniye mertebesinde. Daha büyük ölçek olarak güneşin galaksi merkezi etrafındaki dolanımı 200 milyon yıl (oluşumundan beri yaklaşık sadece 25 tur tamamlamış; bu dolanımdaki hızı ışık hızı ile kıyaslandığında oldukça düşük, saniyede 250 km, ya da saatte 800.000 km. Ancak gündelik yaşamdan alıştıklarımıza kıyasla korkunç bir hız). Son zamanlarda iyice popülerleştiği için artık herkes biliyor ki, evrenimizin bilimsel olarak kanıtlanmış ömrü yaklaşık 14 milyar yıl. Düşünebileceğimiz en büyük zaman ölçeği bu gibi. Ancak biraz daha sofistike bir bilimsel perspektiften bakıldığında önümüzde protonun ömür süresi konusu çıkıyor. Bunu için teorik olarak öngörülen ve deneyle “doğrulanmış” olan bir alt limit var; bu da  $10^{32}$  yıl mertebesinde. Evrenin ömrüyle kıyaslandığında bile çok uzun yüksek,  $10^{22}$  kez daha yüksek. Günlük yaşamımızda fiziksel dünyaya ilişkin olarak deneyimlediğimiz başka periyodik döngüler de var doğada: Dünyanın kendi eksenini etrafında biteviye dönmesinden kaynaklanan 24 saatlik (86400 saniye) günler, ayın dünya çevresinde dönmesi üzerine kurulmuş bir ölçek, 28-30 günlük aylar.



İnsan hücresi modeli.

Biyolojik dünyaya dikkatimizi çevirdiğimizde ise daha farklı zaman ölçekleri ile karşılaşırız. “İnsan her şeyin ölçüsüdür” diyen Abderalı Protagoras’a bir gönderme yapmak için önce insanla başlayalım: Günümüzde ortalama insan ömrü artık 70 yıl, yani  $10^9$  saniye mertebesinde. Enzimatik reaksiyonları  $10^4$  saniye mertebesindeki sürelerde cereyan ediyor. Genel biyofiziksel ve fizyolojik reaksiyonlar saniyeler mertebesinde sürüyor. Hücre bölünmeleri bir kaç saat mertebesinde, insan ömrü onlarca yıl yani milyar saniye mertebesinde cereyan ediyor. Öte yandan evrimsel değişiklikler için gerekli süre ise milyonlarca yıl olarak tahmin ediliyor. Biyolojide, herbiri farklı önem ve anlam taşıyan ve birbiriyle örtüşen beş zaman ölçeği var: Birinci zaman düzeyinde radikallerin ömür süreleri, yani enzimatik reaksiyonlar, kataliz ve enerji transportun süreleri:  $1/20000$  saniye. Örneğin bir molekül katalaz enzimi saniyede  $17000 \text{ H}_2\text{O}_2$  molekülünü birbiri ardından su ve oksijene ayırır. İkinci zaman düzeyi biyofiziksel ve fizyolojik reaksiyonların süreleridir: Hücre zarı transportundan, sinir pulslarına, nabızdan kan dolaşımına, kas kasılma ve gevşemelerine uzanan bu süreçler saniyeler mertebesinde cereyan etmektedir.

Bir sonraki düzey hücre bölünmeleri, hazım gibi süreçlerin süreleridir ve saatler mertebesinde, yani 20000 saniye mertebesinde. Bir sonraki düzey (kabaca 20000 kere 40 saat ölçeğinde) biyolojik nesillerin ergenlik yaşı mertebesine karşı geliyor. Bunun da 20000 katına, yani yüz bin yıllar mertebesine, çıktığımızda evrimsel süreçlerin zaman ölçeklerine ulaşıyoruz. Biyolojik dünyadaki bu zaman ölçeklerine ilişkin beynimizdeki algılar biyofiziksel ve fizyolojik işlemlerin cereyan ettiği sürelerde yani saniyeler mertebesinde oluşur.

Dünya üzerindeki insan ve hayvanlar bu gezegene özgü günlük ve yıllık döngülerden çok temel bir biçimde etkilenirler. Bütün yaşamsal aktiviteler 24 saatlik bir ritim içinde gerçekleşir. Bu saate sirkadyan saat adı verilmiş. Sözcüğün etimolojik kökeni Latince “circa (yaklaşık)” ve “diem (gün)” sözcüklerinin bileşimi. Bu saat birincil olarak geceleri uyuma, sabahları uyan-



*Bir şeyden korktuğumuzda nabzımız hızlanır ve zaman yavaşlamış gibi gelir; yani dakika başına daha fazla nabız olduğundan zaman daha uzunmuş gibi gelir. Böylece kendi biyolojik referans sistemimizde tepki verebilmemiz için bize zaman kazandırılmış olur.*

ma alışkanlıklarımızı düzenler. Tek işlevi bu değil kuşkusuz; etkisi çok çok daha geniş bir alanda görülür. Aslında vücudumuzda hiç bir organ yoktur ki, doğanın bu ritminin etkisiyle kendileri belli bir ritmiklik göstermesin.

Örneğin, vücut iç sıcaklığımız akşam üstleri maksimumda ve sabahları uyanmadan bir kaç saat önce minimumdadır. Kan basıncımız normal olarak sabah saatlerinde 6-7 arası fırlar. Stres hormonu cortisol’un salınması sabahları geceye göre 10-20 misli daha yüksektir. İdrar boşaltma ihtiyacı geceleri baskılanır, sabah ise normale döner.

Bu konular bizimkiler dışında çok özel uzmanlık alanlarına giriyor ve başlı başına ayrı bir makale konusu. Bazı ulusla-

**Filin fareden daha uzun ömürlü olmasına karşın, farenin nabzının daha yüksek olması, bizi doğal olarak her iki memelinin nabız bazında aynı ömre sahip olduğu çıkarsamasını yapmaya götürmektedir.**

rarası popüler bilim dergilerinde bile bu konuya ara ara özel sayılar ayrılıyor. Bunlardan biri ünlü Scientific American dergisi. Bu derginin Eylül 2002 sayısında K. Wright imzasıyla çıkan bir makale bu konudaki (o gün için) en son gelişmeleri çok anlaşılır bir dille özetlemiş. Aşağıdaki kısa paragrafa bu çok ilginç konuda sadece bir fikir vermek amacıyla yer veriyoruz:

Nörologların dikkatleri esas olarak gün ışığının biyolojik saati nasıl etkilediğinin ve ayarladığının mekanizmasını anlamaya odaklanmış. Uzun süre biyolojik saatin beynimizde hipotalamusda yerleşik her biri 10000 sinir hücresinden oluşan iki öbek olduğu düşünülmüş. On yıllar süren hayvan deneyleri sonucu “suprakiasmatik çekirdek (SCN)” olarak adlandırılan bu merkezlerin, kan basıncındaki dalgalanmaları, vücut sıcaklığını, hareketlilik düzeyini ve dikkati (uyanıklığı) düzenlediğini göstermiş. SCN ayrıca uyumamızı sağlayan melatonin hormonunun beynin ilgili “bezince” sadece geceleri salgılanması talimatını da veren saat. Yakın bir zamana dek vücudun tüm organ ve dokularında yer alan her bir hücrenin saatin SCN tarafından koordine edildiği düşünülmüş. Daha sonra 1990’ların ortasında siner, fare ve insandaki sirkadyan ritimleri düzenleyen 4 kritik gen keşfedilmiş. Bu genlerin sadece SCN’de değil, her yerde, vücudun her dokusunda mevcut olduğu anlaşılmış. Araştırmacılar periferideki bu diğer biyolojik saatlerin dış etmenlere bağımsız bir şekilde tepki verebildiklerini de gözlemlemişler. Saatler arasındaki bu uyumsuzluğun, örneğin uzun bir uçak yolculuğundan sonra zaman farkından doğan uyku düzensizliği ve yorgunluk gibi belirtilerin nedeni olduğu düşünülüyor.

## 7. Çok tuhaf şu biyolojik zaman bir tür görelilik mi?

Tüm memelilerin yaşamları boyunca aynı toplam nabız sayısına sahip olması gibi ilginç bir konuya kısaca değinelim şimdi de. Hemen belirtelim ki bu konu metabolizmanın fizyolojisi bağlamında üzerinde halen sıcak bilimsel tartışmaların sürdüğü bir konu.

Bu bağlamda genellikle yapıldığı gibi “fil ile fare” örneğini ele alacağız. Filin fa-

reden daha uzun ömürlü olmasına karşın, farenin nabzının daha yüksek olması, bizi doğal olarak her iki memelinin nabız bazında aynı ömre sahip olduğu çıkarsamasını yapmaya götürmektedir. Yani her ikisi de kendi referans sisteminde 1.5 milyar nabız birimine eşdeğer bir ömre sahiptir.

Burada söz konusu edilen bireysel zaman. Yani bu memeliler bize farklı ömür süreleri yaşıyor görünse de kendi referans sistemlerinde önemli olan nabız sayıdır. Zamanı akan bir film şeridi gibi değerlendirirsek, daha yüksek bir nabza sahip olmak örneğin bir dakikada daha çok sayıda film karesinin akması demektir. Bir filin çevresinde normal hızı ile koşan bir fare file göre o denli hızlı görünür ki fil odaklanmaz bile. Tersten bakıldığında ise filin koşması fareye inanılmaz derecede yavaş görünecektir. Yani fare çevresindeki dünyayı kendi referans sisteminden ağır çekimli bir film olarak görürken, fil hızlı oynatılmış bir film olarak görecektir. Bir şeyden korktuğumuzda nabzımız hızlanır ve zaman yavaşlamış gibi gelir; yani dakika başına daha fazla nabız olduğundan zaman daha uzunmuş gibi gelir. Böylece kendi biyolojik referans sistemimizde tepki verebilmemiz için bize zaman kazandırılmış olur. Tehlike karşısında daha hızlı tepki vermemizin nedeni budur. İlginç bir görelilik örneği; ancak çok iyi bilinen fiziksel görelilikten çok farklı (zamanın fiziksel göreliliği diğer makalede ayrıntıyla tartışıldı).

Buradan zamanın nabza göre ölçülüp ölçülemeyeceği sorusunu önümüze getiriyor. Bu, örneğin Galileo'nun sarkaçlı saat-

leri geliştirmeden önce Pisa kulesindeki ilk deneylerinde zamanı ölçmek için kullandığı ilk yöntem olsa da çok iyi bir fikir olmadığı açık. Zira böyle bir durumda herkesin farklı bir zamanı olurdu ve bir kaos doğardı. Zamanı ölçmek için dışımızda herkes için evrensel denebilecek bir yöntem gereksinim olduğu çok erkenden keşfedilmiş ve bilimsel devrim evresinden başlayıp giderek, evrilerle en son önceki makalede anlatıldığı gibi atomik saatlere ulaşılmıştır.

## 8. Sonsöz

Geçmişte evrenin sabit olduğunun düşünülüp döneminde bilim insanları yıldızların haritasını çıkarmakla uğraşıyorlardı; günümüzde ise artık evrenin değişimi ve evrimini inceliyorlar. Bu bakımdan da fiziksel ve biyolojik bilimlerin yaklaşımlarında belirgin bir yakınsama var. Aristoteles'in 22 asırlık sabit/durağan evren doktrininin sonunu getiren Hubble'in anıtsal keşfi bir anlamda Darwin'in 19 yy'daki çalışmalarının gökbilimine yansımalarıdır. Çağdaş astrofizik, vücutlarımızı da oluşturan atomların (her bir kilogramda  $10^{26}$  atom) yıldızların içindeki nükleer reaksiyonlarda oluştuktan sonra uzaya püskürtülüp gezegenleri, toprağı ve organik molekülleri oluşturduğunu söylüyor.

Dolayısı ile yaşamın ve insanın kökeninin incelenmesi sürecinde kaçınılmaz olarak galaksilerin, yıldızların ve en sonunda evrenin yaşam öykülerinin incelenmesi gereği karşımıza çıkıyor. Aslında, 15 milyar yıldan beri sürüp gelen ve evreni, dünyayı, yaşam ve zamanı, ve insanı birbirine bağlayan ve yüzyılı-

Büyük Patlama'dan başlayıp, gittikçe artan karmaşıklıkla, temel parçacıklar, atomlar, moleküller, yıldızlar, canlı varlıklar ve son olarak da biz insanlar... Serüvenin içindeki canlı-cansız kahramanlar hepsi aynı zincirin içinde birbirini takip ediyor...

za gelindiğinde bilimin ışığı ile alevlenen serüven devam ediyor. BP'den başlayıp, gittikçe artan karmaşıklıkla, temel parçacıklar, atomlar, moleküller, yıldızlar, canlı varlıklar ve son olarak da biz insanlar... Serüvenin içindeki canlı-cansız kahramanlar hepsi aynı zincirin içinde birbirini takip ediyor... Bitmeyecek bir serüven sanki. Hatta yeni başlıyor da denebilir; bu serüveni yalnızca kendi dönemimize getirip, orada kesmek olur mu? Nereye gidiyoruz? Bundan sonra bu serüven nasıl sürecek? İnsanın geleceği ne? ... Uçsuz bucaksız sorularla devam eden bu olaylar zinciri, merhum Feza Gürsey Hoca'dan alınan esinle, Ziya Paşa'nın şu dizelerini çağırıyor kimbilir kaçınıcı kez:

*Bir katredir ancak aldığım hep*

*Derya yine durmakta lebalep.*

Bu ilginç ve muhteşem serüvenden bazı bölümleri fizikçi bakışıyla aktarmak ve okuyucuya kısa kısa da olsa yeni ipuçları sunarken, yeni soruları da akıllara getirmek istedik. Başarabildiysek ne mutlu bize.

### Kaynakça

1. N. K. Pak, "Görelilik Kuramı-Işığın Gizemli Evreni", Bilim ve Ütopya 188, Şubat 2010, s.18-27
2. N. K. Pak, "Evrenin Oluşumu", Bilim ve Ütopya 195, Eylül 2010, s.12-15
3. D. A. Demir, N. K. Pak, "Büyük Patlama ve Evrenin Genişlemesi", Bilim ve Ütopya 195, Eylül 2010, s.16-21.
4. N. K. Pak, "Entropi: Makro Evrenin Gizemli Kavramı", Bilim ve Ütopya 221, Kasım 2012, s.9-14.

