

Fiziksel zaman

Zaman konusuna yaklaşımımız esas olarak fiziksel odaklı olsa bile, konuyu felsefe ve metafiziğin dışında tutmanın mümkün olmadığını okuyucu açıkça görecektir. “Varlığın geçici boyutu” olarak zaman insanoğlunun çok iyi (en iyi?) bildiği dram olan yaşam ile ölümü de kapsar. Tarihimiz ve geçmişimiz zaman içinde akıp gider ve geriye esas olarak sanatçıların siyah tonla resmettiği ortak geleceğimiz kalır. Ozanın belirttiği gibi: “Zaman geçiyor, dostum, zaman geçiyor. Yazık! Aslında geçen zaman değil, biziz.”

1. Giriş

Arkeolojik bulgular Babil ve Mısırlıların günümüzden en az 5000 yıl önce (saatlerin ortaya çıkışından binlerce yıl önce) zamanı bir şekilde ölçmeye başladıklarını, toplumsal etkinlikleri, olayları, özellikle ekim ve hasat zamanlarını düzenlemek için takvim geliştirdiklerini ortaya koyuyor.

Bunun için gecenin ve gündüzün sonsuz bir kovalmaca içinde periyodik olarak birbirini izlemesi, şafak vakti güneşin ilk görüldüğünde ufuktaki Nil nehrinin konumu; güneşin uzaydaki konumu, vs gibi doğa olaylarından yararlanıyorlardı.

Yıl ilk olarak Mısırlılarca ölçülmüştü. Bunun nedeni esas olarak, ortalama olarak mevsimlere göre çok düzenli akan Nil nehri kenarında bulunmuş olmasıdır; yani Mısır bilim dahil her şeyini Nil'e borçludur. Her yıl, yılın en uzun gününde Nil nehrinin suyunun ilk yükselme ve taşımı zamanında gökyüzünün en parlak yıldızı olan Sirius'un Güneş'ten önce ufukta görüldüğünü gözlemişlerdi. Bu tarihin en önemli gökbilim gözlemlerindedir. Yaşam için Nil'in bu periyodik taşmaları ne denli önemli olmalı ki bununla ilişkili olabilecek her türlü doğa olayını büyük bir dikkatle izlemiş olmaları gerekir.

Doğada zamanı ölçmede referans olarak kullanabilecekleri üç periyodik döngü olduğunu farketmişti bu kadim uygarlıkların meraklı gözlemcileri: Dünyanın kendi ekseni etrafında dönmesi nedeni ile birbirini periyodik izleyen aydınlık ve karanlığı karakterize eden güneş günü; ayın dünya çevresindeki dolanımından kaynaklanan ay evreleri esas alınarak betimlenen “kameri ay”; dünyanın güneş çevresinde dolanımından kaynaklanan mevsim değişiklikleri üzerine kurulan güneş yılı kavramlarının bu uygarlıklarda bu denli erken çağlarda ortaya çıkması çok çarpıcı.



Zamana, olaylar geçmişten şimdi üzerinden geçerek geleceğe doğru evrilirken bu sıralanmanın ölçüsü, ya da olayların cereyan ettiği süresinin bir ölçüsü, ya da farklı olaylar arasındaki aralığın ölçüsü olarak bir anlam yüklenilebiliyordu.

Zaman evrenin yapısının temel bir bileşeni mi, yoksa algılarımızı bir düzene sokmaya yaramakla birlikte, evrenin temel yasalarının kurulumunda/yazımında kullanılan matematiksel bir araç mıdır?



Einstein uzay-zaman kavramıyla uzay ve zamanın birbirinden ayrılmaz olduğunu göstermiştir: "Zamana ilişkin her soru veya yanıt, uzayla da ilgili olmak zorundadır."

Sonunda zamanın geçişini karakterize etmek için operasyonel tanımlar geliştirildi: Örneğin, zaman üç uzay boyutunun yanında dördüncü boyut olarak ortaya çıktı. Öyle ki, zamana, olaylar geçmişten şimdi üzerinden geçerek geleceğe doğru evrilirken bu sıralanmanın ölçüsü, ya da olayların cereyan ettiği süresinin bir ölçüsü, ya da farklı olaylar arasındaki aralığın ölçüsü olarak bir anlam yüklenebiliyordu.

Zaman insanlığın karşılaştığı en eski, ama en az anlaşılmiş kavramlardan biridir. Ulaştığımız en gelişkin bilimsel düzeyiyle günümüzde bile zamana ilişkin pek çok soru hala yanıt bekliyor:

Zaman nereden geldi? Bir başka deyişle, zamanın bir başlangıcı var mı? Zamanın olmadığı bir evren olabilir mi? Öyleyse, bu ne anlama gelir? Zamanın en küçük mutlak birimi var mıdır? Zamanın birden fazla boyutu olabilir mi? Geçmişe yolculuk yapabilir miyiz? Yanıt evetse, bu zaman dilimindeki olaylar zincirini etkileyebilir ve değiştirebilir miyiz? Zaman, henüz keşfedilmemiş çok daha temel bir kavramdan kaynaklanan "türev" bir kavram olabilir mi?

Zaman evrenin yapısının temel bir bileşeni mi, yoksa algılarımızı bir düzene sokmaya yaramakla birlikte, evrenin temel yasalarının kurulumunda/yazımında kullanılan matematiksel bir araç mıdır? Özellikle bu soru aşağıda zamanın felsefi perspektiften ele alındığı kesimde anlatıldığı üzere, bilim insanları ve filozoflar arasında

antik dönemden başlayarak bilimsel devrim evresinden geçip Görelilik Teorisi'ne gelinceye dek, çok yoğun ve sıcak tartışmalara konu olmuş.

Kuşkusuz başka sorular da olabilir. Gündelik deneyimlerde bile zamana ilişkin çok karışık bilmeceler bulunabilir. Temel bilim bu sorularla uğraşiyor ve yanıtlamaya çalışıyor. Biz bu yazıda bu konuların bazılarına değineceğiz. Burada ele alınmayan bazı konular bu sayıdaki diğer yazılarda daha ayrıntılı ele alınacaktır.

2. Zaman ve felsefe

Zaman kavramı din, felsefe ve bilim için hep bir merak ve uğraş konusu olagelmış. Ancak bu alanların tümü için geçerli ortak bir kavram geliştirmek, düşünürleri çok uğraştırmıştır. Bu perspektiften bakıldığında zaman için genel kabul görebilecek bir tanım, "herşeyi hep birden olmaksızın alıkoyan şey" olabilir mi?

Zaman konusunda ilk ciddi felsefi çalışmayı yapanlardan Aristoteles, aynı zamanda zamanın ilk idealist tanımlarından birini yapar. Sayı sayan olmadıkça sayının varolamayacağını savunan Aristoteles için ruh olmadığında da zaman varolamaz.

Modern zamanlarda zamana ilişkin iki temel görüş büyük filozofların pek çoğu arasında polarizasyona yol açmıştır. Bir görüşe göre, zamanın evrenin temel yapısının bir parçası olması; bu özelliği ile de olaylardan bağımsız olması gerekiyor.

Öyle ki, bu zaman içinde olaylar peş peşe cereyan edebiliyor. Bu, Newton'un taraf olduğu görüştür ve bu paradigma çerçevesinde hem zaman ve hem de uzay (mekan) mutlak idi.

Leibnitz ve Kant'ın taraf olduğu karşıt görüş ise, zamanın olayların içinde cereyan ettiği ve bir çerçeveye gereksinim gerektirmediği. Böylece uzay ve sayılarla birlikte temel düşünsel çerçevenin bir özelliği olarak yorumlanıyordu zaman. Bu görüş bağlamında zaman ne bir olaydır, ne de bir "şey". Yani, Leibniz, Aristoteles'in 'zaman, hareketin sayısıdır' görüşüne yakın bir görüşe sahiptir: Zaman olaylardan ayrılmaz, uzay ve zaman, cisimlerden bağımsız olarak kendi başına varolamazlar. Kant'ın uzay ve zamana soyut bir anlam yüklediği görülüyor; yani uzay ve zaman gerçek nesnelere değil, sadece birer tasarımlama biçimidir.

2.1. Mutlak matematiksel zaman

Newton'a göre zaman (ve mekan) yaratılan dünyanın varlığı ya da yokluğundan bağımsız olarak mevcuttur; ne olayların bir sonucudur ne de olaylardan veya doğadan (maddi cisim) etkilenir. Zaman tek bir matematiksel çizgi boyunca, bütün madde ve hareketlerden bağımsız olarak sürekli-aralıksız ve düzgün bir hızla akıp gitmektedir: "Kendi dışındaki olaylarla ilgisi olmaksızın, kendi doğası gereği düzgün biçimde ak-

Newton'a göre zaman evrenden bağımsız matematiksel bir gösterimdir ve mutlaktır; Leibnitz'e göre ise evrenin bir parçasıdır. Einstein'ın özel görelilik teorisi çerçevesinde ise, zaman evrenle gözlemci arasındaki ilişkinin bir gösterimidir. Yani her gözlemciye göre aynı olan evrensel ve mutlak bir zaman yoktur.

Klasik paradigma deterministiktir ve bugünden geleceğin öngörülebileceğini savlar. Ancak bu durum 20. yy'ın ilk çeyreğinde kuantum paradigmasının geliştirilmesiyle radikal bir biçimde değişmiştir.

makta olan zaman mutlak, gerçek ve matematiksel zamandır”.

Mutlak bir uzay, mutlak ve evrensel bir zaman, yani birbirinden bağımsız uzay ve zaman düşüncesi, Einstein özel görelilik teorisi çerçevesinde uzay ve zaman kavramlarını yeniden tanımlayınca kadar bilim ve felsefe dünyasında uzun süre kabul gördü.

Mutlak zaman düşüncesi, zamanın evrenin her yerinde aynı değerde olduğu ve tüm gözlemcilerin her olay için aynı zaman aralığını ölçtüğü anlamına geliyordu. Einstein ise, bu iddianın aksine, uzay-zaman kavramıyla uzay ve zamanın birbirinden ayrılmaz olduğunu göstermiştir: “Zamana ilişkin her soru veya yanıt, uzayla da ilgili olmak zorundadır. Yani bu yeni aradigma çerçevesinde uzay kendi başına hiçbir şey değildir; mutlak uzay yoktur. Uzay, tıpkı Aristoteles’in yüz yıllarca önce önerdiği gibi, yalnızca içinde yer alan cisimler ve enerjilerle varolur. Zaman da hiçbir şey değildir. Yalnızca içinde geçen olaylar sonucu vardır. Mutlak zaman yoktur; dolayısı ile mutlak eşzamanlılık da yoktur”.

Bu kesimde tartıştığımız felsefi tartışmaları özetleyelim: Newton’a göre zaman evrenden bağımsız matematiksel bir gösterimdir ve mutlaktır; Leibnitz’e göre ise evrenin bir parçasıdır. Einstein’in özel görelilik teorisi çerçevesinde ise, zaman evrenle gözlemci arasındaki ilişkinin bir gösterebilir. Yani her gözlemciye göre aynı olan evrensel ve mutlak bir zaman yoktur.

2.2. Determinizm ve zaman

Felsefi bakımdan değinilmesi gereken bir diğer konu, geleceğin bugünden bilinip

bilinemeyeceğidir. Olmakta olan şimdi(an), olacak olan yarınla ne tür bir bağlantı içerir? Klasik paradigma deterministiktir ve bugünden geleceğin öngörülebileceğini savlar. Ancak bu durum 20. yy’ın ilk çeyreğinde kuantum paradigmasının geliştirilmesiyle radikal bir biçimde değişmiştir. Bu çerçevede geleceğin kesin olarak öngörülmesi artık mümkün değildir; ancak gelecekteki mümkün durumların hangisini hangi olasılıkla ulaşabileceği öngörülebilir. Yani kesin deterministik bir yapıdan olasıksal deterministik bir yapıya geçilmiştir.

2.3. Zamanın başlangıcı

Ancak, 20. yy’ın ilk çeyreğinde bilimsel bir yanıtı kavuşan (yani gözlemlerle kanıtlanan ve matematiksel kanunlarla ifade edilen) şu soru asırlarca (aslında binlerce yıl) sorulageldi: Evren durağan mı, yoksa bir başlangıcı var mı? Bu soru esasında “zamanın bir başlangıcı var mı?” sorusuna eşdeğer: Uzayın en derinliklerine bakıldığında, uzayın sonuna (sınırına), ya da zamanın başlangıcına ulaşılabilir mi?

Aristoteles’in evreninde uzay sonluydu. Ama zaman bağlamında durağan ve sonsuzdu; yani, ne başlangıcı ne de sonu vardı. Bilimsel devrimin en önemli ateşleyicisi Copernicus bile 1543’te dünyayı evrenin merkezi olmaktan çıkarıp güneşin çevresinde dönen sıradan bir gezegen statüsüne indirgerken (ve böylece evrenin insanoğlu için yaratıldığı inancını sorgulamaya açarken) bile evrenin uzaysal olarak sonlu, zamansal olarak sonsuz ve durağan

olduğu yolundaki Aristoteles doktrinine dokunmamıştı. Yani, 20 yy’a kadar kısım Aristoteles’ten miras kalan Batı düşüncesinin en önemli dayanaklarından biri durağan, yani zamanla değişmeyen evren kavramıydı. Bu da doğal olarak zamanın bir başlangıcı olmadığı anlamına geliyordu.

Hemen tümüyle son asrın eseri olan anıtsal bilimsel keşifler evrenin yani bizim perspektifimizden bir başlangıcı olduğunu ancak bunun teolojik çıkarımlarla hiç ilgisi olmayan çok uzun süreler önce olduğunu kanıtlamıştır. Bu keşifler dünyanın oluşumunu 4.5 milyar yıl öncesine, evrenin oluşumunu da 13.9 milyar yıl öncesine çekmiştir. Dünya üzerinde yaşamın oluşması ve insanoğlunun “evrilerek yükselişi” ise bundan çok uzunca bir süre sonradır ve bu konu bir sonraki makede daha ayrıntıyla ele alınacaktır.

2.4. Zamanın yönü-zaman oku

Doğadaki tüm fiziksel süreçler zamanın bir akış yönü olduğunu göstermektedir. Buna karşın fizik kanunlarının çoğunda bir zaman oku yoktur, yani bu kanunların betimlediği her fiziksel süreç zaman içinde ileri ya da geri işleyebilir.

Yani yalın nesnelere içeren herhangi bir fiziksel sürece ilişkin bir film ileri ya da geri oynatıldığında biz bu filmi izleyerek hangisinin gerçek fiziksel süreç, hangisinin zamanda tersine çevrilmiş süreç olduğunu ayırtma durumunda değiliz.



Keşifler dünyanın oluşumunu 4.5 milyar yıl öncesine, evrenin oluşumunu da 13.9 milyar yıl öncesine çekmiştir.



Zaman ölçümünde iki farklı periyot ölçütü kullanılmaktadır: Zaman aralıklarını düzenlemek için bir matematiksel araç, ki bu takvimdir ve zamanın geçişini sayan fiziksel bir mekanizma, ki bu da saattir.



Ancak makroskopik yapıların hareketlerinde durum farklıdır. Örneğin sürtünme tersinmezdir. Tersinmezlik (ve tersinirlik) ne demektir? Genel olarak tersinmezlik sistemi oluşturan tüm öğelerin (parçacıkların) tek tek mekanik davranışlarının tüm ayrıntıları ile izlenmesi veya kontrol edilmesinin olanaksız olması anlamına gelir. Aksine, bu olanağa sahip olsaydık bu sistemler tersinir olurdu.

Çok iyi bilindiği gibi fiziksel enerji kavramı parçacıkların konumları, hızları, kütleleri ve kuvvetleri cinsinden kesin matematiksel ifadelerle anlatılabilir. O zaman doğal olarak akla şu geliyor: İkinci Yasa içinde yer alan entropi kavramını da benzer şekilde matematiksel olarak kesinleştirmek olanaklı mıdır? Mademki, entropi düzensizliğin bir ölçüsüdür, bu kesinleştirme işlemine önce düzensizlik kavramıyla başlamamız gerekir.

Geçmiş ile gelecek arasındaki görünür farkın, dolayısı ile makroskopik sistemlerin tersinmezliğinin açıklaması için şöyle bir varsayım yapılabilir: Atomların hareketleri hakkındaki bazı yasalar zaman içinde tek bir yönde (geleceğe doğru) işler, her iki yönde simetrik olarak işlemez. Ancak böyle bir yasa ya da ilke günümüze değin henüz keşfedilmiş değil. Bildiğimiz bütün fizik yasalarında (mikro evrene ilişkin geliştirilen tüm kuantum yasalarında) geçmiş ve gelecek bakımından bir asimetri yoktur.

Burada gene önemli bir parantez açmak istiyorum. Madem ki dünyadaki (evrendeki) her şey atomlardan oluşmaktadır, makroskopik sistemlere ilişkin tüm fiziksel süreçleri açıklamaya da mikro evrendeki fizik kanunlarından başlamamız gerekir, ki biz çağdaş fizikçiler olarak zaten öyle yapıyoruz.

Bu noktada genel okuyucuya biraz teknik gelebileceğini göz ardı etmeden bir uyarı da yapmak durumundayım: Mikroevrende elektron gibi herhangi bir elementer parçacığın gözlenmesi sürecinde kuantum mekaniğinin kanunları geçerlidir. Gerçi kuantum mekaniksel süreçleri betimleyen Schrodinger denklemi zaman yönüne duyarlı ise de gözlem ve ölçüm sürecinde Heisenberg belirsizlik ilkesine ilişkin incelemeler için içine gireceğinden durum biraz daha farklı bir nitelik kazanacaktır. Bu konuyu daha önce Derginin 183 numaralı 2009 Eylül sayısında ayrıntıyla tartıştırmızdan daha fazla ayrıntıya girmeyeceğiz.

Derginin 221. sayısında bu konuyu Termodinamiğin İkinci Kanunu ve Entropi perspektifinden ayrıntısıyla tartışmıştık ve bu sayıdaki diğer iki makalede de ayrıca ele alınmaktadır. Bu nedenle daha fazla ayrıntıya girmeden konuyu bu noktada kesiyoruz.

3. Zamanın ölçümü

Zamanın ölçümü deniz seyahatleri ve astronomi bağlamında bilim insanları için temel bir uğraş alanı olmuştur. Bunun için de kuşkusuz zamanın operasyonel bir tanımlanmasının yapılması gerekiyordu önce. Süreyi kendi zaman aralığında gerçekleşen düzenli devirli hareketlerin sayısı ile bilebiliyoruz. O halde, hareketin devrinin süresi standart bir ölçü olarak kullanılabilir.

Bu bağlamda, fizikteki bir zamanı saptamak için temel tipte iki olay var. Birincisi periyodik olaylar (gezegenlerin dolanım süreleri, dünyanın dönüm süresi, sarkaç titreşimleri, kristal titreşimleri, molekül titreşimleri). İkincisi monoton seyreden olaylar: Su saati, radyoaktif bozunma vb. Başka örnekler vermek gerekirse, güneşin gökyüzü boyunca görünen hareketi, ya da ayın

evreleri ve hatta nabız önümüze bu bağlamda fırsatlar sunmaktadır.

3.1. Takvim ve saatler

Zaman ölçümünde iki farklı periyot ölçütü kullanılmaktadır: Zaman aralıklarını düzenlemek için bir matematiksel araç, ki bu takvimdir ve zamanın geçişini sayan fiziksel bir mekanizma, ki bu da saattir. Günlük yaşamda saat bir günden kısa periyotlar için, takvim ise bir günden uzun periyotlar için kullanılır. Giderek gelişen elektronik teknolojisi sayesinde kişisel cihazlar artık hem saat hem de takvimleri bir arada bulundurmaktadır.

Paleolitik dönemden kalan arkeolojik kalıntılar günümüzden 6000 yıl kadar önce Ay'ın döngüsel hareketinin zaman ölçümünde kullanılmaya başladığını göstermektedir. 12 veya 13 aylık ay takvimleri (354 veya 384 günlük) ilk kullanılan takvimlerdir. Bazı kültürlerde 12 ve 13 sayılarına atfedilen özel önem yıl ile aylar arasındaki bu özel ilişkiden kaynaklanıyor olmalıdır.

Roma imparatoru Sezar'ın MÖ. 45 yılında gerçekleştirdiği reform paketi çerçevesinde Roma dünyasını güneş takvimine geçirdi. Julian takvimi adı verilen bu takvim yılda 11 dakikalık bir hata taşıyordu. Papa 13. Gregor 1582'de bu hatayı düzetecek bir düzenleme yaptı. Bu takvim zamanla (izleyen asırlarda) diğer ülkelere yayıldı ve bugün en yaygın kullanılan takvimdir.

3.2. Modern zaman birimi

Ortaçağ felsefe yazınında zamanın mümkün en küçük parçasına verilen ad

Fizikteki bir zamanı saptamak için temel tipte iki olay var. Birincisi periyodik olaylar (gezegenlerin dolanım süreleri, dünyanın dönüm süresi, sarkaç titreşimleri, kristal titreşimleri, molekül titreşimleri). İkincisi monoton seyreden olaylar: Su saati, radyoaktif bozunma vb.

Günümüzde kullanılan en hassas zaman ölçerler atom saatleridir. Bunların hassasiyeti milyonlarca yılda saniyeler mertebesinde. Bu saatler tüm diğer zaman ölçerleri kalibre etmekte esas alınıyor.

atomdu. İngiliz literatüründe ilk görünümü Byrtferth'in 1010-1012 yıllarında yayımlanan ve bir bilim kitabı olan Enchiridion adlı eserindedir. Bu sistemin geliştirilmesinde esas amaç Easter tarihini hesaplamaktı.

Günümüzde kullanılan en hassas zaman ölçerler atom saatleridir. Bunların hassasiyeti milyonlarca yılda saniyeler mertebesinde. Bu saatler tüm diğer zaman ölçerleri kalibre etmekte esas alınıyor. Bu çerçevede IS (International System of Measurements) tarafından 1967'den beri "bir saniye" Sezyum 133 atomunun taban durumundaki iki spin ince yapı enerji düzeyi arasındaki geçiş ışımalarının 9,192,631,770'da biri olarak tanımlanıyor. Zaman protokolü ağı sayesinde dünyadaki tüm saatler GPS (Global Positioning System) kullanılarak senkronize dediliyor.

1967'den önce saniyenin kabul edilen tanımı 1900 yılı ocak ayının sıfır noktasında tropik yılın 1/31,556,925.9747'da biriydi.

Mayıs 2010 itibarıyla doğrudan yapılan zaman ölçümlerinde yapılan en küçük hata (belirsizlik) 12 atto saniyeye kadar inmiştir (1 atto saniye = saniyenin milyar kere, milyarda biri; yani 10⁻¹⁸ saniyedir). Bunu Planck zaman ölçeği ile karşılaştırmak ilginç olabilir. Şöyle ki, Planck zamanı ışığın Planck mesafesini katederken geçen zamandır, yani teorik olarak ölçülebilecek en kısa zamandır: 5.39 x 10⁻⁴⁴ s. Bu perspektiften bakıldığında yukarıda zikredilen en kısa zaman aralığı ne denli kısa görünse de ulaşılabilecek teorik alt limitten 26 merete (milyar kere milyar kere yüz milyon kere daha uzundur=10²⁶ kere). Burada belki başka bir doğal zaman ölçeğinden söz etmek yararlı olabilir: Örneğin ışığın atom çekirdeği ölçeğindeki (10⁻¹⁵m) bir mesafeyi katetmesi için geçen süre, 10⁻²⁴ saniyedir.

4. Özel Görelilik Teorisi: Yeni uzay-zaman paradigması

Günlük yaşamdan kazanılan deneyimler, kendi "uzunluk, zaman ve ağırlık" ölçeklerimiz ve alışılmış hızlarla (yani doğadaki hızlarla karşılaştırıldığında, çok yavaş) hareket eden şeylerle ya da çok özel koşullarla ilgilidir. 20.yy'ın başına kadar hükümlerini sürdüren Newton fiziği o günün teknolojik olanakları göz önüne alındığında esas olarak günlük yaşamımızdaki olayların kodifiye edilmiş kurallarıdır. Dolayısıyla çok sınırlı olgulara karşılık gelmektedir. Doğanın, bu ölçeklerin ve koşulların çok ötesine gidildiğinde de aynı şekilde davranmasını gerektirecek hiçbir neden yoktur.

Gelişen teknoloji sayesinde ancak ulaşabildiğimiz en hızlı ulaşım (uçak) hızı olan 1000 km/saat mertebesindeki hızı günlük yaşamdaki en yüksek hız olarak algılayarak deneyim dağarına yerleştirmiş bir insanın bu tür bir deneyimle bunun bir milyon katı yüksekliğindeki ışık hızını (0.3 milyon km/saniye = 1.08 milyar km/saat) ve bu hızla ilişkili olabilecek doğa olayları ve onları tanımlayan kanunlar hakkında bir seziye sahip olması herhalde beklenemez. Kendi ölçeğimizde bize aşikar gibi görünen olgular başka ölçekler ve koşullara düz mantıkla taşındığında çok büyük paradokslara yol açabilir. Kısaca, doğal olay ve olguların ancak çok küçük bir bölümü doğrudan günlük yaşamdan edinilmiş deneyim yoluyla anlaşılabilir. Doğaya ilişkin daha kapsamlı ve tutarlı bir bakış açısını ancak kendi ölçeklerimizi (kendimizi referans aldığımızda, her iki doğrultuda küçüğe ve büyüğe doğru) aşan hassas ve dikkatli de-

ney ve gözlemlerle kazanabiliriz. O zaman da hiç beklenmeyen, tahmin edemediğimizden çok farklı, hayal edebileceğimizden çok ötesinde şeyler görürüz. Bu çok farklı bir psikolojik deneyimdir. Böyle bir durumda yaşanan heyecan ve gerilim bilim kurgu romanlarında olduğu gibi gerçekten var olduğu bilinmeyen ya da varolmayan şeyleri hayal etmekten kaynaklanan gerilim değil, gerçekte varolan şeylerle ilk kez karşılaşmanın verdiği şaşkınlık içinde onu kavrayabilmek için yaşanan gerilimdir.

4.1. Özel Görelilik Teorisi'nde uzay ve zaman

Uzay ve zaman "duyularımıza" iki farklı şey olarak görünür. Uzay, içinde üç boyutta hareket ettiğimiz şeydir. Uzayda bir yerden başka bir yere gidip gelebiliriz; ancak zamana hükmedemeyiz. *Duyularımızdan aldığımız algılara göre zamanın içinde zamanla birlikte hareket ederiz.* Bu hareket her zaman aynı yönde, yani geçmişten geleceğe göredir. Zamanın geçmişten geleceğe hareketi *günde yirmidört saatlik bir hızla*, yani aynı hızla gerçekleşir.

Geçmişe bakmak için bir saniye bile geri gidemeyeceğimiz gibi, geleceğe bakmak için de ileriye doğru sıçrayamayız. Yani duygularımızdan aldığımız algılara göre doğadaki uzay ve zaman birbirinden çok farklı kavramlardır.

Zaman geçmişten şimdiye, şimdiden geleceğe uzanan doğrusal bir kavram olarak algılanagelmıştır. Yıllar kronolojik bir sıra ile birbirini izler; günler de bir şekilde öyle. Tarih boyunca insanlar zamanın geçişini giderek daha küçük birimlere bölerek



Paleolitik dönemden kalan arkeolojik kalıntılar günümüzden 6000 yıl kadar önce Ay'ın döngüsel hareketinin zaman ölçümünde kullanılmaya başlandığını göstermektedir. 12 veya 13 aylık ay takvimleri (354 veya 384 günlük) ilk kullanılan takvimlerdir.

ölçmeye çalışmışlardır. Tarıma dayalı ilk uygarlıklarda önemli olan mevsimlerin ard arda geçiydi. Tarlalardaki işçiler ve avcılar için ise günlerin birbiri ardından geçişi önem kazandı. Sanayi devriminden sonra fabrikalardaki işçilerin çalışma sürelerini ve ücretlerini belirleyebilmek için zamanın daha hassas ölçülmesi gereği ortaya çıktı. Günümüzde zamanı saniyeden bile çok küçük birimlerde ölçme olanağına sahibiz.

Altını çizelim ki sözettiğim tüm bu ölçümler normal koşullarda zamanın mutlak olduğu yani sabit-değişmeyen bir hızda akmakta olduğu anlayış ve algısına (1905 öncesi anlayışına) dayanmaktadır. Gerçekten de Newton fiziği bütün mekanik hareketlerin bir mutlak zaman zemini üzerinde olduğunu ve nesnelerin sabit bir mutlak uzay içinde hareket ettiği anlayışı üzerine kurulmuştur.

1905'te Einstein'ın, bugün özel görelilik kuramı olarak adlandırdığımız, anıtsal çalışmasının sonucu olarak uzay ve zaman tek bir matematiksel çatı altında birleştirilmiştir. Bu bir anlamda üç uzay boyutuna dördüncü bir boyut olarak zamanı aynı statüde eklemek anlamına gelmektedir. Bu birleştirmenin en çarpıcı sonuçlarından biri hareket eden cetvellerin (mesafe ölçerler) boylarının hareket yönünde kılalacağı-büzüşeceği ve hareket eden saatlerin (zaman ölçerler) de yavaşlayacağı-geri kalacağı idi. Yani, hareket nedeni ile uzunluklar büzüşmekte, zaman ise genişmektedir. Kuşkusuz gözlemcilerin hareket etme şekli, çevrelerindeki dünyayı algılama biçimlerini etkileyecektir. Ancak, nasıl hareket ederlerse etsinler bütün gözlemciler ışığın hızını hep aynı değerinde, saatte 300.000 km olarak ölçerler.

Doğa olaylarını fiziksel kanunlar olarak betimleyebilmek için zamanın, uzaya yeni bir koordinat olarak eklenmesi gereklidir. Zira, fiziksel bir olayı dinamik olarak yalnızca onun hangi uzay noktasında olduğunu belirterek tam olarak betimleyemeyiz; olayın hangi zamanda olduğunu da belirtmeliyiz. Bu söylenen kuşkusuz doğru. Ancak salt bu gereksinime uzayı dört boyutlu kılmaya yetmez; sadece zaman ve uzayı aynı bağlama getirir.

Farklı açılardan bakıldığında bir ölçüde ileri-geri ile sağ-sol karıştırılabilir. Bunun



1905'te Einstein'ın, bugün özel görelilik kuramı olarak adlandırdığımız, anıtsal çalışmasının sonucu olarak uzay ve zaman tek bir matematiksel çatı altında birleştirilmiştir.

gibi "zamansal geçmiş gelecek, uzaysal aralıklar da karıştırılabilir". İşte bu uzay ve zamanın birbirine bütünüyle kenetlenmiş olduğu anlamına gelir.

Özetlersek, 20. asrın başında Einstein, Poincare ve Minkowski'nin çalışmalarının sonucu olarak uzay ve zamanın aslında o zamana dek bilindiği gibi farklı tabiatla olmadıkları, uzay-zaman denilen tek bir kavram altında birleştirilebileceği anlaşıldı. *Zamanı uzay gibi bizleri kuşatan, çevreleyen bir şekilde görmesek de, bunun duyularımızın günlük yaşamda algıladığı hızların çok küçük olmasının bir sonucu olduğu, çok büyük hızlarda herşeyin radikal bir biçimde değiştiği anlamına geliyordu bu birleştirme.*

Bu birleştirmeye rağmen zaman ile uzay arasında temel bir fark vardır. Şöyle ki, zaman içinde sadece tek yönde hareket edebiliriz; günlük makroskopik yaşamımızı belirleyen ve geri dönüşü olmayan bir

Zamanı uzay gibi bizleri kuşatan, çevreleyen bir şekilde görmesek de, bunun duyularımızın günlük yaşamda algıladığı hızların çok küçük olmasının bir sonucu olduğu, çok büyük hızlarda herşeyin radikal bir biçimde değiştiği anlamına geliyordu bu birleştirme.

zaman oku vardır. Bu konuya bu sayıdaki başka bir yazıda daha ayrıntıyla değinilecektir.

Kabul etmeliyiz ki, uzay-zaman kavramını anlamının zorluklarından birisi, bunun gözümüzde canlandırmamızı zorlaştıran (hatta olanaksız kılan) dört boyutlu olma özelliğidir. Bu yeni uzay-zaman geometrisinin bazı önemli özelliklerinden burada kısaca söz etmek isterim. Bu uzaydaki her nokta bir an için vardır; bir diğer deyişle uzaydaki bir noktanın anlık bir varlığı vardır. Bu uzaydaki bir şema betimlediği fiziksel sürecin geçmişi, şimdiki hali ve geleceği ile tüm tarihini gösterir. Örneğin bir parçacık zaman içerisinde sürekli var olmayı sürdürdüğü için bir noktaya değil dünya çizgisi adı verilen bir eğriyle temsil edilir. Parçacık ivmesiz (sabit hızla) hareket ediyorsa doğrusal, ivmeli hareket ediyorsa eğri bir çizgi olacaktır dünya çizgisi; bu çizgi onun tüm tarihçesini belirler.

4.2. Işık saati, hareketli saatler geri kalıyor

Işık kullanılarak ideal bir zaman-ölçer inşa edilebilir. Bu saat modelini anlatabilmek için Einstein'ın düşünsel deneylerinde sıkça kullandığı ünlü tren örneğini ele alalım. Söz konusu olan ışık saati modeli şudur: Vagonun zemininde bulunan bir ışıldak ve tavanda, hemen üstündeki bir noktada bir ayna, ışıldağın hemen yanında bir dedektör düzeneği. Işıldaktan çıkan ışık, aynadan yansdıktan sonra dedektörde kaydedildikçe bir tik sesi duyuyoruz. Demek ki bu saatin bir tik sesi ışığın bu salınma, yansıma ve dedektörde yutulma süreci sırasında geçen toplam süredir. Trendeki gözlemciye göre bu süreçte katedilen yol, katedilebilecek en kısa yoldur. Ancak perondaki sabit gözlemci için durum farklıdır. Şöyle ki, ışık yukarı-aşağı hareket ederken aynı zamanda tren de ileri doğru hareket etmektedir. Perondaki gözlemciye göre ışığın hızı gene aynı c değerinde olmakla birlikte ışık demetinin aldığı yol daha uzundur. Işık her iki yönde (yukarı doğru ve aşağı doğru hareketleri sırasında) bir dik üçgenin hipotenüsü boyunca yol almaktadır. Dolayısıyla perondaki sabit gözlemciye göre trendeki ışık saatinin bir "tiki" daha uzun bir zaman alır.

Yeni uzay-zaman geometrisinin bazı önemli özelliklerinden burada kısaca söz etmek isterim.

Bu uzaydaki her nokta bir an için vardır; bir diğer deyişle uzaydaki bir noktanın anlık bir varlığı vardır. Bu uzaydaki bir şema betimlediği fiziksel sürecin geçmiş, şimdiki hali ve geleceği ile tüm tarihini gösterir.

Yukarıda belirtildiği üzere hareketli saatlerdeki bu yavaşlamayı mevcut teknolojinin el verdiği hızlarla hareket eden uzay araçlarıyla istenen hassasiyette bir deneyle kanıtlamak mümkün gözükmemektedir. Ancak burada imdadımıza elemanter parçacıkların gizemli dünyası yetişmektedir. Bu aile içindeki ilginç parçacıklardan birisi kütlesi dışındaki tüm özellikleri ile elektronla aynı olan müon adlı bir parçacıktır. Bu parçacıklar çok yüksek enerjili kozmik ışınların dünya atmosferinin üst katmanlarına çarpması sırasında oluşurlar; yüksek enerjili hızlandırıcılarda yapay olarak da oluşturulmaktadır. Müon çok kararsız bir parçacıktır; oluşturulduktan sonra yaşamı birkaç mikro saniye sürer ve bir elektron ve bir nötrinoya bozunurlar. Durgun halde iken 2.2 mikrosaniye olan ömür süresi atmosferin yaklaşık 8-10 km olan kalınlığını aşarak yere ulaşmalarına izin verecek kadar uzun bir süre değildir. Peki yerdeki laboratuvarlarda bunları gözleyebilmemizin nedeni nedir? Müonların hızları o denli yüksektir ki, iç saatleri çok büyük ölçüde yavaşlayacaktır. Bu parçacıkların her bir mikro saniyesi yeryüzündeki sabit bir gözlemcinin 9-10 mikrosaniyesine denktir; yani yeryüzüne yolculuk için 9-10 kat daha fazla zamanları vardır. Bu da sahip oldukları yüksek hızla (ışık hızının 0.994 katı) atmosferin kalınlığını aşarak yere ulaşmaları için gerekli olan süre, yaklaşık 20 mikro saniye, demektir.

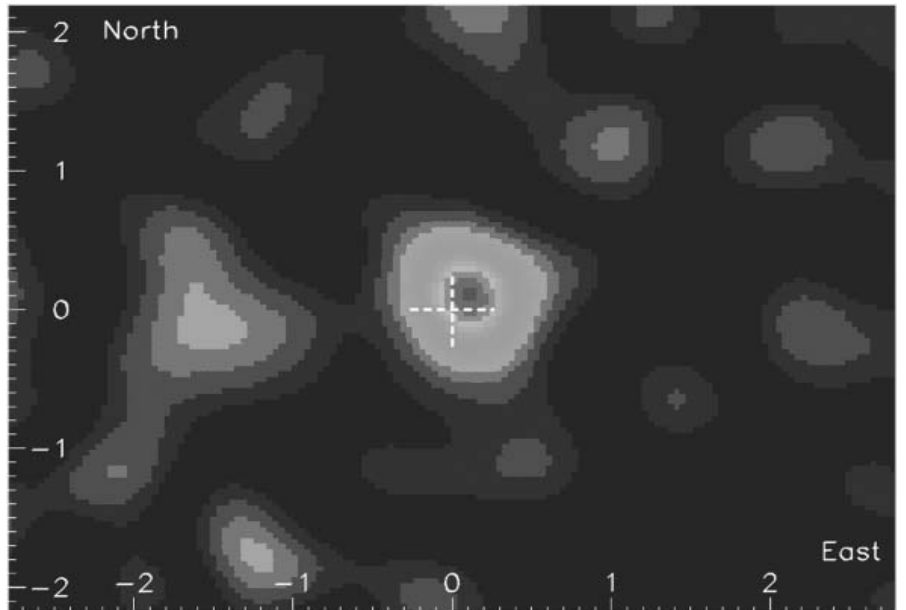
Şimdi bu sürece başka bir perspektiften bakalım. Müonla birlikte yere doğru hareket eden bir gözlemci için dünya onlara doğru büyük bir hızla yaklaşmaktadır. Dünya o kadar hızlı hareket etmektedir, atmosferi yerden ölçülen kalınlığının dokuzda birine eşit olacak şekilde büzülür. Burada hemen hatırlatabiliriz ki bu büzülme yalnızca hareket doğrultusundadır; buna dik olan doğrultuda herhangi bir büzülme olmamaktadır (yani müonun referans çerçevesinden bakıldığında dünya ve havaküre bir disk görünümündedir). Müonların katetmesi gereken yol bu kısalmış yoldur. Dolayısıyla sağduyuya dayanan düz mantığa aykırı da olsa müonlar yeryüzüne ve dedektöre ulaşırlar. Bu tür bir deneyle zaman genişlemesinin ilk doğrulanması 1941 yılında gerçekleştirilmiştir. Bu deney özel görelilik teorisinin harika kanıtlarından biridir. Bu örnek gösteriyor ki günlük yaşamın olanakları bağlamında düşlenebilirse bile doğada bu müthiş öngörüğü sınımamıza olanak sağlayacak milyarlarca hareketli saat var. Bunlardan bir tanesi yukarıda kısaca söz ettiğimiz müonlardır. Dünyadaki düzinelerce yüksek enerjili hızlandırıcılarda yapılan deneyler özel görelilik teorisinin uzunluk büzüşmesi-zaman genişlemesi öngörülerini hergün doğrulamaya devam etmektedir.

Uzay gemisindeki saat yavaş çalışıyorsa bu bir anlamda bu saate bakarak

onun yavaş çalıştığını anlayabilirim demek midir? Eğer böyle ise bu tür bir gözlemler dışarı bakmadan da geminin harekette olduğunu anlayabiliriz sonucuna götürmez mi bizi? Bu da görelilik teorisinin ihlalinden başka bir şey olmayacaktır. Bu noktada felsefi tartışmalara girmek istemiyorum ancak şu kadarını söylemekle yetinebilirim ki, burada sözkonusu olan saatler salt mekanik saatler değildir, örneğin bünyemizdeki biyolojik saat de benzer şekilde daha yavaş çalışmaktadır.

Uzay gemisi içindeki herşeyin de buradaki kısaca özetlediklerim gibi olduğundan emin olmanın bir yolu sözü edilen korkunç hızlarda işleyen düzenekler tasarlayıp bu söylenenlerin sınanmasıdır. Buna olanak olmadığı da çok açıktır. Ancak hızlandırıcılardan ve kozmik ışın deneylerinden elemanter parçacıklar evrenine ilişkin olarak gelen sayısız deneysel kanıt nedeniyle kimse bunların doğruluğundan hiç bir tereddüt duymuyor.

Bu bölümü bitirmeden tarihsel bir hususu dikkatleri sunmak istiyorum. Düz bir doğru boyunca sabit hızla hareket eden tüm gözlemciler için fizik yasalarının aynı olması bu gözlemcilerin hareket ettiklerini bilememeleri anlamına geliyor; ancak bu görelilik ilkesi Galileo ve Newton zamanından beri biliniyordu. Peki uzay ve zaman kavramlarına ilişkin radikal değişiklik ne-



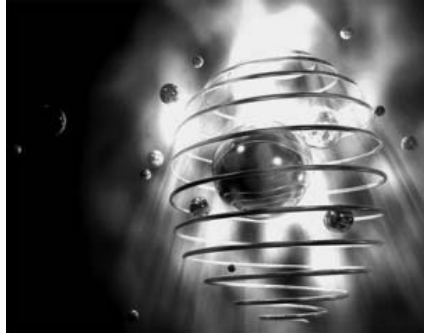
Günlük yaşamın olanakları bağlamında düşlenebilirse bile doğada bu müthiş öngörüğü sınımamıza olanak sağlayacak milyarlarca hareketli saat var. Bunlardan bir tanesi müonlardır.

den o zaman değil de 20. asrın başlarında yapılmak zorunda kaldı?

Bunun nedenini anlamak için Einstein göreliliğinin çok önemli diğer bileşenini hatırlamamız gerekiyor: Işığın hızı tüm eylemsizlik referans sistemlerinde aynı olan evrensel bir sabittir. Ancak bu hız insanın algılama bağlamında o denli yüksektir ki, bunun 250 yıl önceki teknolojik olanaklarla saptanması hiç kuşkusuz mümkün olamazdı. Bu noktada o günkü koşullarda insanların çevrelerinde gözleyebileceği hızların saatte 20-30 km mertebesinde olduğunu ve ışığın bugün bildiğimiz hızının saniyede 300.000 km veya saatte 1.08 milyar km olduğunu hatırlayalım. Galileo-Newton yasaları ışığın hızının sonsuz olduğu ve dolayısıyla tüm etkilerin anlık olarak yayıldığı bir limite karşı gelir. Bu limitte Einstein göreliliği çerçevesindeki uzay-zaman kavramları Newton paradigması çerçevesindeki kavramlara yani uzayın ve zamanın ayrı ayrı mutlak olduğu duruma indirgenir.

4.3. Özel Görelilik Teorisi'nde eşzamanlılık

Uzay ve zamanın hareketli gözlemciler için birbirine zıt büzüşme-genleşme davranışı eşzamanlılık kavramını da göreceli duruma getirerek çok radikal bir psikolojik değişikliğe yol açar. Eşzamanlılığın mutlak bir olgu olmadığı, gözlemcinin hareketine bağlı olduğu Einstein'ın görelilik kuramını Newton-Galileo'nunkinden ayıran en önemli sonuçlardır. Şimdi bu olayı Einstein'ın bizzat kendisinin kullandığı düşünce deneyi örneği üzerinden açıklayalım: Bu örnek bir istasyon peronu üzerindeki sabit bir gözlemci ile bu peronun önünden sabit bir hızla geçmekte olan bir tren vagonu içindeki bir gözlemcinin bu vagon içinde yapılan bir deney üzerine yaptıkları gözlemlerin karşılaştırılmasıdır. Vagonun tam orta noktasındaki bir kaynaktan aynı anda iki uca doğru zıt yönlerde iki ışık demeti gönderilsin. Bu ışık demetleri her iki uca doğru aynı c hızı ile ilerlerler ve her iki uçtaki dedektörlere aynı anda ulaşırlar. Her birinin katettikleri yol vagonun uzunluğunun yarısına eşittir. Tren içindeki gözlemcinin ölçtüğü ışık hızı, vagon hangi sabit hızla hareket ederse etsin hep c'ye eşittir. Burada bir noktaya dikkat çekmek



Bilimsel kuram tanımı defalarca sınanmış ve bütün sınamalardan başarıyla geçmiş evrenin yapısına ve işleyişine ilişkin deney ve gözlemlerle edinilmiş ve kodifiye edilmiş bilgiler için kullanılır.

isterim: Hareket görel olduğundan trendeki adama göre tren durmakta ve perondaki adam sabit hızla ters yönde hareket etmektedir. Şimdi de olayın perondaki sabit gözlemciye nasıl görüldüğüne bakalım. Her eylemsizlik referans sisteminde ışığın hızı hep aynı olduğundan, bu gözlemci de zıt yönde aynı c hızıyla ilerleyen iki ışık demeti görecek. Ancak bu gözlemciye göre tren hareket halinde olduğundan trenin arka ucu da kendisine doğru yaklaşan ışık demetine doğru yol almaktadır; ön ucu ise kendisine doğru gelen ışıktan uzaklaşmaktadır. Dolayısıyla, arkaya doğru ilerleyen ışık ışını bu uçtaki dedektöre öne doğru ilerleyen ışının oradaki dedektöre ulaşmasından daha önce varacaktır. Yani perondaki sabit gözlemciye göre bu iki ışının varmak istediği dedektörlere ulaşmaları artık eşzamanlı süreçler değildir.

Özel görelilik kuramı da defalarca sınanmış ve bu sınamaların tümü bu kuramın doğru, sağduyuya yakın eski paradigmanın yanlış olduğunu göstermiştir. Ancak tekrar etmekte yarar görmekteyim ki özel görelilik kuramının sağduyuya ters düşen etkileri ancak ışık hızına yakın çok yüksek hızlarda ortaya çıkar.

Yukarıdaki deneydeki iki gözlemcinin üzerinde uzlaşmadıkları tek konu bu eşzamanlılık konusu değildir yalnızca. Örneğin vagonun uzunluğu konusunda da uzlaşmaya varamazlar. Yerdeki gözlemciye göre vagonun boyu kısalmıştır. Tüm bu uzlaşmazlıkların nedeni görel ölçümleri yapmak için sabit ve sonlu bir hıza sahip ışığı kullanmak zorunda olmalarından kaynaklanmaktadır.

Einstein'ın özel görelilik kuramı pek çok insanın doğruluğuna inanamayacağı kadar garip öngörülerde bulunmuştur. Bu insanlar Newton'un gündelik deneyimine dayanan dolayısıyla sağduyuya yakın yaklaşımlarını özel görelilik teorisinin öngörülerine tereddütsüz tercih edecektir. Bu kişiler görelilik kuramını "alt tarafı bir kuram canım" gibi sözcüklerle küçük görebilirler. Ancak hemen hatırlatalım ki bilimsel kuram tanımı defalarca sınanmış ve bütün sınamalardan başarıyla geçmiş evrenin yapısına ve işleyişine ilişkin deney ve gözlemlerle edinilmiş ve kodifiye edilmiş bilgiler için kullanılır.

Özel görelilik kuramı da defalarca sınanmış ve bu sınamaların tümü bu kuramın doğru, sağduyuya yakın eski paradigmanın yanlış olduğunu göstermiştir. Ancak tekrar etmekte yarar görmekteyim ki özel görelilik kuramının sağduyuya ters düşen etkileri ancak ışık hızına yakın çok yüksek hızlarda ortaya çıkar. Mevcut teknolojinin ulaştığı noktaya karşın hiç bir zaman bu kadar yüksek hızlarda hareket edemeyeceğimize göre bu etkileri görmemiz ve duyularımızla algılamamız mümkün değildir. Bir şekilde görebilsedik bunlar da gündelik deneyimlerden edinilen sağduyuya dayalı bilgilerimizin parçası olurdu.

Özetle yanlış anlamalara yol açmamak için bir kez daha belirtelim ki, düşük hızlarda özel görelilik kuramı gündelik deneylerle uyum içindedir. Demek ki Einstein'ın görelilik teorisinin (Galileo-Newton teorisinden farklı olarak) çok önemli sonuçlarından biri şudur: Dünyada şu anda dediğimizde pek anlamlı bir söz etmiyoruz aslında; zira şu an sözcüğünün bir anlamı yok. Düz doğru boyunca sabit hızla hareket ediyorsak bana aynı anda gerçekleşiyor gibi görünen olaylar bir başkasına aynı anda gerçekleşiyor gibi görünen olaylardan farklı olacaktır. Bu eşzamanlı olayın gerçekleştiği anda

birbirimizin tam yanından geçiyor bile olsak böyle olacaktır. Aramızda bir uzaklık var olduğu sürece “şu anda” kavramı üzerinde bile anlaşmamız mümkün değildir.

Eşzamanlılığın bakış açısına bağlılığı, uzay koordinatlarının sahip olduğu bir özelliğe çok benzemektedir: Bildiğimiz üç boyutlu uzaydaki iki farklı nokta, referans çerçevemizin bir seçimine göre aynı x koordinatına sahip olabilirler (bu x eksenini doğrultusunda eşkonumluluk anlamına gelir). Ancak bu referans çerçevesini sözgelimi 90 derece çevirdiğimizde bu iki noktanın x-koordinatları artık aynı olmayacaktır.

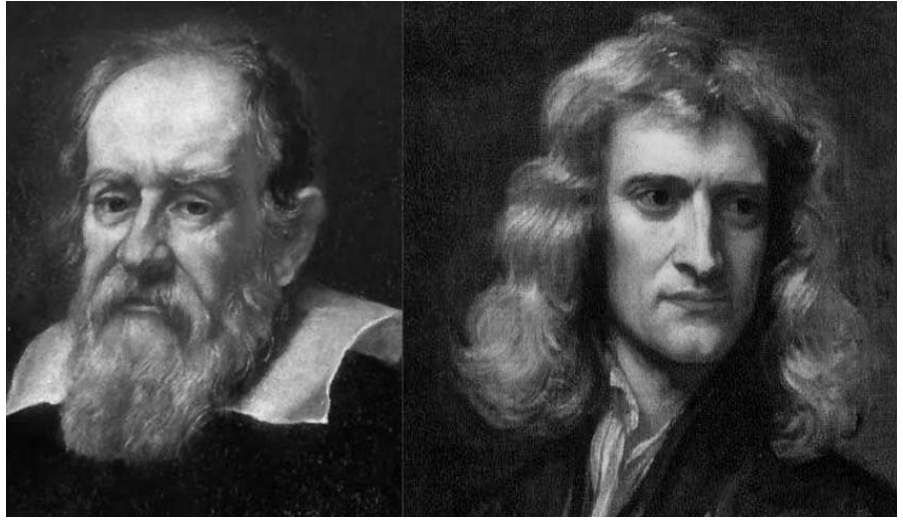
5. Sonsöz

Modern endüstriyel uygarlık evresine kadar zaman olgusu insanoğlunun yaşamında günümüze kıyasla çok az yer almıştır. Bilimde de zaman ancak son 250 yılda giderek artan bir yoğunlukta rol oynamıştır. Hiç olmazsa tarihsel olaylar ve doğanın işleyiş süreçleri bağlamında zamanın önemi aşikarımış gibi görünse de, sanayi devrimi öncesi insanının öyle düşünmediği anlaşılıyor.

Zaman yenilerde neden bu denli önem kazandı? Bu sanayi devriminin otomatik bir sonucu mu, yoksa başka bir nedeni mi var? Kuşkusuz mekanik ve giderek taşınabilir saatlerin geliştirilmesi de bunda büyük rol oynamıştır (tıpkı günümüzde internet ve akıllı telefonların başdöndürücü bir şekilde yaygınlaşmasından sonra insanlığın repertuarına daha önce hiç girmemiş pek çok yeni kavramın aynı hızla toplumda

Zamansal ardışıklık

olmaksızın ne tarih olabilirdi, ne de fiziksel, biyolojik ve jeolojik bir ilerleme kaydedilebilirdi. Bu kısa özetten bile görüldüğü gibi zaman gerçekten uçsuz bucaksız çok geniş bir konu, pek çok disiplinin alanına giriyor.



Galileo ve Newton

yaygınlaşması gibi). Ancak zaman hakkındaki algı ve düşüncelerimizi önemli ölçüde etkileyen asıl şey, evrenin zamana ilişkin özellikleri hakkında, özellikle 19. yy'ın son çeyreğinden başlayarak tüm 20. yy boyunca yapılan çok önemli bilimsel ve teknolojik keşiflerdir: Işık hızının çok çok yüksek ve evrensel bir sabit olması, görellik teorisi, kuantum teorisi-atom saatleri, radar mekanizması, GPS, arka fon ışıması, büyük patlama ve genişleyen evren teorileri, atom enerjisinin trilyon katına ulaşan hızlandırıcı enerjileri vb.

Bu makalede zaman konusuna yaklaşımımız esas olarak fiziksel odaklı olsa bile, konuyu felsefe ve metafiziğin dışında tutmanın mümkün olmadığını okuyucu açıkça görecektir. Yukarıda ayrıntıyla anlatıldığı üzere “varlığın geçici boyutu” olarak zaman insanoğlunun çok iyi (en iyi?) bildiği dram olan yaşam ile ölümü de kapsar. Tarihimiz ve geçmişimiz zaman içinde akıp gider ve geriye esas olarak sanatçıların siyah tonla resmettiği ortak geleceğimiz kalır. Örneğin ozanın belirttiği gibi: “Zaman geçiyor, dostum, zaman geçiyor. Yazık! Aslında geçen zaman değil, biziz.”

Bu bağlamda zaman sorusu, insanın yaşam zincirindeki ve evrendeki yerini sorgular. Zamansal ardışıklık olmaksızın ne tarih olabilirdi, ne de fiziksel, biyolojik ve jeolojik bir ilerleme kaydedilebilirdi. Bu kısa özetten bile görüldüğü gibi zaman gerçekten uçsuz bucaksız çok geniş bir konu, pek çok disiplinin alanına giriyor. Bilimsel odaklı bu yazıda bile zaman hakkında an-

latılması gereken tüm bilimsel öykünün anlatılması mümkün olamazdı. Bu nedenle bir miktar felsefe ve metafizik desteği olsa da, başlıkta tercih edilen ifade ile, sadece fiziksel zaman ele alındı. Bu sayıda yer alan diğer iki yazıdan ilkinde, önemi nedeni ile, Zaman Oku konusu ayrıca ve tekrar tartışıldı. İkinci yazıda ise Biyolojik ve Jeolojik zaman konuları ele alındı. Yani diğer iki yazı, bu yazı ile birlikte bir paket olarak düşünüldü ve kurgulandı.

Bu yazılar okuyucuyu sığ ve kısır olduğu kadar bilim dışı da olan polemiksel gündem tartışmalarından bir süre uzaklaştırarak gönül kapılarını evrenin zaman gibi en derin gizemlerinden birine açan bilimin aydınlık yüzünü gösterebilirse ne mutlu bize.

Kaynakça

- 1) N. K. Pak, “Mikro Evren için Yeni Paradigma: Kuantum Teorisi”, Bilim ve Ütopya 183, Eylül 2009, s.7-15.
- 2) N. K. Pak, “Görellik Kuramı-Işığın Gizemli Evreni”, Bilim ve Ütopya 188, Şubat 2010, s.18-27
- 3) N. K. Pak, “Evrenin Oluşumu”, Bilim ve Ütopya 195, Eylül 2010, s.12-15
- 4) D. A. Demir, N. K. Pak, “Büyük Patlama ve Evrenin Genişlemesi”, Bilim ve Ütopya 195, Eylül 2010, s.16-21.
- 5) N. K. Pak, “Doğanın Gizemli Nesnesi Antimadde-Kuantum Teorisi Özel Görellik Teorisi ile buluyor”, Bilim ve Ütopya 202, Nisan 2011, s.4-6.
- 6) N. K. Pak, “Kütle Kavramının Serüveni-Klasik Newton ve Einstein Teorilerinden Standart Kuantum Alan Modeline”, Bilim ve Ütopya 213, Mart 2012, s.15-23.
- 7) N. K. Pak, “Entropi: Makro Evrenin Gizemli Kavramı”, Bilim ve Ütopya 221, Kasım 2012, s.9-14.