

idea

MAXWELL

ÖZDEK VE DEVİM



İDEA SY 2011/10

James Clerk Maxwell Özdek ve Devim

Çeviren
Aziz Yardımlı

idea • istanbul

İDEA CEP KİTAPLARI — 033

İdea Yayınevi

Şarap İskelesi Sk. 2/106-107 34425 Karaköy — İstanbul

iletisim@ideayayinevi.com / www.ideayayinevi.com

Bu çeviri için © AZİZ YARDIMLI 1996-2011

JAMES CLERK MAXWELL

Matter and Motion

(1876)

Özdek ve Devim

I. BASKI 1996

İDEA CEP KİTAPLARINDA ÜÇÜNCÜ BASKI 2011

Tüm hakları saklıdır. Bu yayının hiçbir bölümü

İdea Yayınevinin ön izni olmaksızın

yeniden üretilemez.

İDEA CEP KİTAPLARI DİZİSİ 033 / DOĞABİLİM 2

SÜRELİ YAYIN

YAYININ ADI: *Özdek ve Devim*

YETKİ SAHİBİ / SORUMLU MÜDÜR: ALİYE ZEYNELOĞLU

YÖNETİM YERİ: İDEA YAYINEVİ

Şarap İskelesi Sk. 2/106-107 34425 Karaköy — İstanbul

YAYININ SÜRESİ: 30 GÜNDE BİR

BASKI: BAYRAK MATBAASI

Davutpaşa Cad. 14/2 34015 Topkapı — İstanbul

DAĞITIM: YAYSAT

Doğan Medya Tesisleri, Hoşdere Yolu 34517 Esenyurt — İstanbul

Printed in Türkiye

ISSN 2146-3549

İDEA SY 2011/10

Önsöz (1877)

On sekizinci yüzyılın sonuna dek tam olarak doğal fenomenleri bir cisim ve bir başkası arasında etkide bulunan kuvvetlerin sonucu olarak kavrama uğraşına girişen fizik bilimi şimdi açıkça sonraki ilerleme evresine girmiştir: Bundan böyle bir özdeksel dizgenin enerjisi o dizgenin betilenim ve devimi tarafından belirlenmiş olarak kavranır, ve bundan böyle betilenim, devim ve kuvvet ideaları fiziksel tanımları tarafından aklanan en yüksek düzeye dek genelleştirilirler.

Bu temel düşünceler ile tanışmak, onları tüm yanları altında irdelemek, ve düşünce akışını sağın dinamik uslamlama süreçleri boyunca ilerletme alışkanlığını kazanmak Fizik Biliminin öğrencisinin eğitiminin temeli olmalıdır.

Öyleyse temel *Özdek ve Devim* öğretilerinin aşağıdaki bildirimini genel olarak Fizik Biliminin incelemesine bir giriş olarak görülmelidir.

J. Clerk Maxwell

İçindekiler

- Bölüm 1. GİRİŞ 9
Bölüm 2. DEVİM ÜZERİNE 22
Bölüm 3. KUVVET ÜZERİNE 33
Bölüm 4. BİR ÖZDEKSEL DİZGENİN KÜTLE ÖZEĞİNİN
TANIMI 50
Bölüm 5. İŞ VE ENERJİ ÜZERİNE 59
Bölüm 6. ÖZET 82
Bölüm 7. SARKAÇ VE YERÇEKİMİ 94
Bölüm 8. EVRENSEL YERÇEKİMİ 106
- Maxwell Üzerine / Aziz Yardımlı 125
Çözümleme 129
Sözlük 137
Dizin 141

ÖZDEK VE DEVİM

Bölüm 1 Giriş

Konu 1. Fizik Biliminin Doğası

Fizik Bilimi bilginin doğa düzeni ile, ya da başka bir deyişle, olayların kurallı ardışıklığı ile ilgili bölümüdür.

Ama fizik bilimi adı sık sık az ya da çok kısıtlı bir yolda kullanılır, ve dirimli varlıklarda gözlenen fenomenler gibi daha karmaşık fenomenlerin irdelemesi dışlayan ve en yalın ve en soyut türden fenomenleri irdeleyen bilim dallarına uygulanır.

Tümü içinde en yalın durum bir olayın ya da fenomenin belli cisimlerin düzenlemesindeki bir değişim olarak betimlenebileceği durumdur. Böylece ayın devimi onun yeryüzü ile görelî konumundaki değişimlerin birbirlerini izleyiş düzenleri içinde bildirilmesi ile betimlenebilir.

Başka durumlarda düzenlemede belli bir değişimin yer aldığını bilebilir, ama o değişimin ne olduğunu saptayamayabiliriz.

Böylece su donduğunda biliriz ki tözün molekülleri ya da en küçük parçaları buzda ve suda değişik yollarda düzenlenmiş olmalıdır. Yine biliriz ki buzdaki bu düzenleme belli bir türde bakışım göstermelidir, çünkü buz bakışık kristaller biçimindedir, ama şimdilik buzdaki moleküllerin edimsel düzenlemesine ilişkin sağın bir bilgimiz yoktur. Ama ne zaman düzenlemenin değişimini tam olarak betimleyebilirsek, yer almış olan şey üzerine düzeyi açısından eksiksiz bir bilgi taşırız, üstelik henüz benzer bir olayın her zaman yer almasının zorunlu koşullarını öğrenmek zorunda olabilirsek de.

Bu nedenle fizik biliminin birinci bölümü cisimlerin görelî konum ve devimleri ile ilgilidir.

Konu 2. Özdeksel Bir Dizgenin Tanımı

Her bilimsel işlemde belli bir bölgeyi ya da konuyu araştırmamızın alanı olarak sınırlamakla başlarız. Dikkatimizi bu alana sınırlamalı, giriştiğimiz araştırmayı tamamlayınca dek evrenin geri kalanını göz ardı etmeliyiz. Buna göre, fizik biliminde ilk adım bildirimlerimizin konusu yaptığımız özdeksel dizgeyi açık olarak tanımlamaktır. Bu dizge herhangi bir karmaşa derecesinde olabilir. Tek bir özdeksel parçacıktan, sonlu büyüklükte bir cisimden, ya da herhangi bir sayıda böyle cisimden oluşabilir, ve giderek bütün özdeksel evreni kapsayacak denli genişletilebilir.

Konu 3. İçselin Ve Dışsalın Tanımı

Bu dizgenin bir parçası ve bir başkası arasındaki tüm ilişkilere ya da eylemlere *içsel* ilişkiler ya da eylemler denir.

Dizgenin bütünü ya da herhangi bir parçası ile dizgede içerilmeyen cisimler arasındaki ilişkilere *dışsal* ilişkiler ya da eylemler denir. Bunları ancak dizgenin kendisini etkiledikleri düzeye dek inceler, ve dışsal cisimler üzerindeki etkilerini irdeleme dışı bırakırız. Dizgede içerilmeyen cisimler arasındaki ilişki ve eylemler irdeleme dışında

birakılacaktır. Onları dizgemizin bu başka cisimleri de kapsamasını sağlamaksızın araştıramayız.

Konu 4. Betilenimin Tanımı

Özdeksel bir dizge parçalarının görelî konumları açısından irdelendiğinde, görelî konumların toparlanmasına dizgenin *betilenimi* denir.

Dizgenin verili bir kıpıdaki betileniminin bir bilgisi dizgenin her noktasının konumunun o kıpıdaki her başka nokta açısından bir bilgisini imler.

Konu 5. Çizgeler

Özdeksel dizgelerin betilenimi modellerde, planlarda ya da çizgelerde temsil edilebilir. Model ya da çizgenin özdeksel dizgeyi yalnızca biçimde andırması gerekir, zorunlu olarak başka herhangi bir bakımdan değil.

Bir plan ya da harita gerçekte üç boyutta olabileni ve ancak bir model tarafından tam olarak temsil edilebileni kağıt üzerinde iki boyutta temsil eder. *Çizge* terimini özdeksel bir dizgenin özelliklerini incelememizi sağlayan ve düzlem olabilen ya da olmayabilen herhangi bir geometrik betiyi belirtmek için kullanacağız. Böylece, bir dizgenin betileniminden söz ettiğimiz zaman, kafalarımızda oluşturduğumuz imge bir çizgenin imgesidir ki betilenimi tam olarak temsil eder, ama özdeksel dizgenin başka özelliklerinden hiç birini taşımaz. Betilenim çizgelerinin yanısıra hız, gerginlik vb. çizgeleri de olabilir ki, bunlar dizgenin biçimini temsil etmeseler de, görelî hızlarının ya da iç kuvvetlerinin incelenmesini sağlayabilirler.

Konu 6. Bir Özdeksel Parçacık

İncelememizin amaçları için, değişik parçaları arasındaki uzaklıkları gözardı edilebilecek denli küçük olan bir cisim bir *özdeksel parçacık* denir.

Böylece belli gökbilimsel araştırmalarda gezegenlerin ve giderek güneşin bile her biri bir özdeksel parçacık ola-

rak görülebilir, çünkü bu cisimlerin değişik parçalarının eylemleri arasındaki ayrımı dikkate almaz. Ama çevrimlerini araştırırken onları özdeksel parçacıklar olarak ele alamayız. Giderek bir atom bile, onu çevrime yetenekli olarak düşündüğümüzde, birçok özdeksel parçacıktan oluşuyor olarak görülmelidir.

Bir özdeksel parçacığın çizgesi hiç kuşkusuz hiçbir be-tilenimi olmayan matematiksel bir noktadır.

Konu 7. İki Özdeksel Parçacığın Göreli Konumları

İki özdeksel parçacığın çizgesi örneğin A ve B gibi iki noktadan oluşur.

B 'nin A ile göreli konumu A 'dan B 'ye çizilen \overline{AB} doğru çizgisinin yön ve uzunluğu tarafından belirtilir. Eğer A 'dan başlar ve \overline{AB} çizgisi tarafından belirtilen yönde ve o çizginin uzunluğuna eşit bir uzaklık gider-seniz, B 'ye ulaşırsınız. Bu yön ve uzaklık \overline{AB} 'ye koşut ve eşit olan \overline{ab} gibi herhangi bir başka çizgi tarafından eşit ölçüde iyi olarak belirtilebilir. A 'nın B açısından konu-mu B 'den A 'ya çizilen \overline{BA} çizgisinin, ya da \overline{BA} 'ya eşit ve koşut \overline{ba} çizgisinin yön ve uzunluğu tarafından belirtilir.

Açıktır ki $\overline{BA} = -\overline{AB}$.

Bir çizgiyi uçlarında harfler yoluyla adlandırmada harf-lerin sırası her zaman çizginin çiziliş sırasındır.

Konu 8. Vektörler*

\overline{AB} anlatımı geometride yalnızca bir çizginin adıdır. Bu-rada çizginin çizilmesi işlemi, iz bırakan bir noktayı bel-li bir yönde belli bir uzaklık boyunca ilerletme işlemi-ni belirtir. Bir işlemi belirttiği için, \overline{AB} 'ye bir *vektör* denir, ve işlem tam olarak aktarımın yön ve uzaklığı tarafından tanımlanır. Vektörün *kökünü* de denilen başlangıç noktası herhangi bir yerde olabilir.

*[Özdek ve Devim'de Maxwell vektör simgesini harflerin üzerine yerleştiren bir doğru çizgi ile gösterir.]

Sonlu bir doğru çizgiyi tanımlamak için yön ve uzunluğunu olduğu gibi kökenini de bildirmeliyiz. Bununla birlikte, koşut olan (ve aynı parçalara doğru çizilen) ve aynı büyüklükte olan tüm vektörler eşit olarak görülürler.

Örneğin bir hız ya da kuvvet gibi belli bir yönü ve belli bir büyüklüğü olan her nicelik bir vektör olarak alınabilir ve yönü vektöre koşut olan ve uzunluğu belirli bir ölçeğe göre vektörün büyüklüğünü temsil eden doğru bir çizgi yoluyla bir çizgede belirtilebilir.

Konu 9. Üç Parçalıklı Dizge

Sonra üç parçalıklı bir dizgeyi irdeleyelim.

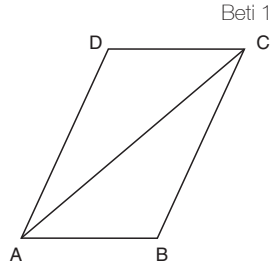
Betilenimi A , B , C gibi üç noktadan oluşan bir çizge tarafından temsil edilir.

B 'nin A açısından konumu \overline{AB} vektörü tarafından, ve C 'nin B açısından konumu \overline{BC} vektörü tarafından belirtilir.

Açıktır ki bu verilerden A bilindiği zaman B 'yi ve sonra C 'yi bulabiliriz, ve böylece üç noktanın betilenimi tam olarak belirlenir.

C 'nin A açısından konumu \overline{AC} vektörü tarafından belirtilir, ve bu son açıklamaya göre \overline{AC} 'nin değeri \overline{AB} ve \overline{BC} 'nin değerlerinden çıkarsanabilir olmalıdır.

\overline{AC} işleminin sonucu çizim noktasını A 'dan C 'ye taşımaktır. Ama sonuç çizim noktasının ilkin A 'dan B 'ye ve sonra B 'den C 'ye götürülmesi durumunda olan ile aynıdır, ve bu $\overline{AB} + \overline{BC}$ işlemlerinin toplamıdır.



Konu 10. Vektörlerin Toplaması

Bu nedenle vektörlerin toplamı için kural şöyle bildirilebilir: Köken olarak herhangi bir noktadan ardışık vektörleri bir dizi içinde çizin, öyle ki her bir vektör önceki vektörün

sonunda başlasın. Dizinin kökeninden ucuna doğru giden çizgi vektörlerin toplamı olan vektörü temsil eder.

Toplamanın sırası ilgisizdir; çünkü eğer $\overline{BC} + \overline{AB}$ yazarsak, belirtilen işlem \overline{BC} 'ye koşut ve eşit \overline{AD} 'yi çizerek ve sonra \overline{DC} 'yi birleştirerek yerine getirilebilir, ki bu, Euklides, I, 33'e göre, \overline{AB} 'ye koşut ve eşittir, öyle ki bu iki işlem yoluyla, onları hangi sıra içinde yerine getirirsek getirelim, C noktasına varırız.

Vektörleri hangi sıra içinde alırsak alalım, aynı şey her sayıda vektör için doğrudur.

Konu 11. Bir Vektörün Bir Başkasından Çıkarması

C 'nin B açısından konumunu A açısından B ve C 'nin konumlarının terimlerinde anlatmak için, B 'den C 'ye ya BC doğru çizgisi boyunca geçerek ya da B 'den A 'ya ve sonra A 'dan C 'ye geçerek ulaşabileceğimizi görürüz. Bu nedenle

$$\begin{aligned}\overline{BC} &= \overline{BA} + \overline{AC} \\ &= \overline{AC} + \overline{BA} \quad \text{çünkü toplama sırası ayırılır.} \\ &= \overline{AC} - \overline{AB} \quad \text{çünkü } \overline{AB} \text{ } \overline{BA} \text{ 'ya eşit ve karşıttır.}\end{aligned}$$

Ya da C 'nin B açısından konumunu anlatan \overline{BC} vektörü B 'nin vektörünün C 'nin vektöründen çıkarılması yoluyla bulunur, çünkü bu vektörler herhangi bir ortak A kökeninden sırasıyla B ve C 'ye çizilmişlerdir.

Konu 12. Vektörlerin Kökeni

Özdeksel bir dizgeye ait olan herhangi bir sayıda parçacığın konumları belli bir noktadan bu parçacıkların her birine çizilen vektörler aracılığıyla tanımlanabilir. Bu noktaya vektörlerin kökeni, ya da daha kısa olarak, köken denir.

Bu vektörler dizgesi bütün dizgenin betilenimini belirler; çünkü eğer bir B noktasının herhangi bir başka A noktası açısından konumunu bilmeyi istersek, bu \overline{OA} ve \overline{OB} vektörlerinden

$$\overline{AB} = \overline{OB} - \overline{OA}$$

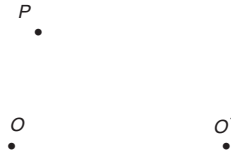
denklemleri yoluyla bulunabilir. Köken olarak herhangi bir noktayı seçebiliriz, ve şimdilik şu değil de bu noktayı seçmemiz için hiçbir neden yoktur. Dizgenin betilenimi — başka bir deyişle, parçalarının birbirleri açısından konumları — köken olarak hangi nokta seçilirse seçilsin aynı kalır. Bununla birlikte, birçok araştırma kökenin uygun bir seçimi ile kolaylaşır.

Konu 13. İki Dizgenin Göreli Konumları

Eğer her biri kendi kökeni olan iki ayrı dizgenin betilenimleri biliniyorsa, ve sonra eğer bu iki dizgeyi diyelim ki iki dizgeden birincisi ile aynı kökeni olan daha büyük bir dizgenin içerisine alma-

Beti 2

yı istersek, ikinci dizgenin kökeninin konumunu birincinin konumu açısından saptamalı, ve ikinci dizgede birincideki çizgilere koşut çizgiler çizebilmeliyiz.



Sonra, Konu 9'a göre, ikinci dizgedeki bir P noktasının O birinci kökeni açısından konumu, o noktanın O' ikinci kökeni açısından \overline{OP} vektörünün, ve O' ikinci kökeninin O birinci kökeni açısından $\overline{OO'}$ vektörünün toplamı tarafından temsil edilir.

Konu 14. İki Dizgenin Karşılaştırması İçin Üç Veri

İki ya da daha çok sayıda küçük dizgeden büyük bir dizgenin bu oluşumunun bir örneğini her biri kendi arazisini ölçüp haritalayan iki komşu ulus ölçümleri her iki ülkeyi tek bir dizgede kapsamak üzere bağıntılamada anlaştıkları zaman buluruz. Bu amaç için üç şey zorunludur.

1. Bir ülke tarafından seçilen kökenin öteki tarafından seçilen ile bir karşılaştırması.

2. İki ülkede kullanılan gönderme yönlerinin bir karşılaştırması.

3. İki ülkede kullanılan uzunluk ölçünlerinin bir karşılaştırması.

1. Uygar ülkelerde enlem her zaman ekvatorndan, ama boylam Greenwich ya da Paris gibi keyfi bir noktadan hesaplanır. Öyleyse, İngiltere'nin Fransa'ninkine uyan bir haritasını yapmak için Greenwich Gözlemevi ve Paris Gözlemevi arasındaki boylam ayrımını saptamalıyız.

2. Bir ölçüm gökbilimsel aletler olmaksızın yapıldığında, gönderme yönleri kimi zaman manyetik pusula tarafından verilen yönler olmuştur. Batı Hint adalarının kimilerinin ilk incelemelerinde durum sanırım buydu. Bu ölçümlerin sonuçları adaların yerel betilenimlerini doğru olarak verse de, miktatısın inceleme zamanında asıl kuzeyden sapması saptanınca dek yeryüzünün genel bir haritasına doğru olarak uydurulamadı.

3. Fransa'nın ölçümünü İngiltere'ninki ile karşılaştırmak için, Fransız uzunluk ölçüsü olan metre İngiliz uzunluk ölçünü olan yarda ile karşılaştırılmalıdır.

Yarda 30 Temmuz 1855 Parlamento Kararı 18 ve 19 Vict. c. 72 tarafından tanımlanır ve yürürlüğe girer: "Hazine dairesinde saklanan bronz çubuktaki iki altın tapadaki enine çizgilerin özekleri arasındaki doğru çizgi ya da uzaklık 62° Fahrenheitta asıl ölçün olacak, ve eğer yiterse, eşlemleri ile değiştirilecektir."

Metre yetkesini 1795'te Fransa Cumhuriyeti'nin bir yasasından alır. Borda tarafından yapılan ve eriyen buz sıcaklığında olan belli bir platin çubuğun uçları arasındaki uzaklık olarak tanımlanır. Yüzbaşı Clerk'in ölçümleri tarafından metrenin 39,37043 İngiliz parmağı uzunluğunda olduğu bulunmuştur.

Konu 15. Uzay İdeası

Şimdi bir özdeksel dizgenin betilenimi açısından dikkat edilecek şeylerin çoğunun üzerinden geçtik. Bununla birlikte, geriye konunun metafiziği ile ilgili ve fizik ile çok önemli bir ilişkisi olan birkaç nokta kalır.

Çeşitli betilenimleri tümünü içeren tek bir dizgeye bileştirme yöntemini betimledik. Bu yolda kollarımızı uzatarak araştırabileceğimiz küçük bölgeye yürüyerek ya da taşınarak ulaşabileceğimiz daha uzak bölgeleri ekleriz. Bunlara başkalarının raporları yoluyla öğrenebileceklerimizi, ve konumlarını ancak bir hesaplama yoluyla saptadığımız girilemez bölgeleri ekleriz, ta ki sonunda, yerlerden birine ötekinden girilebilir olsun ya da olmasın, her yerin başka her yer açısından belirli bir konumu olduğunu anlayınca dek.

Böylece dünyanın yüzeyinde yapılan ölçümlerden dünyanın bilinen nesnelere göreli özeğinin konumunu çıkarırsınız, ve dünyanın hacmindaki kilometre küplerinin sayısını dünyanın özeğinde ya da kabuğunun doğrudan araştırabileceğimiz o ince katmanın altındaki bir başka yerde neyin varolabileceğine ilişkin herhangi bir varsayımdan bütünüyle bağımsız olarak hesaplarız.

Konu 16. Descartes'ın Yanılgısı

O zaman diyebiliriz ki, bir şey ve bir başkası arasındaki uzaklık aralarındaki herhangi bir özdeksel şeye bağımlı değildir — ki Descartes şu sözlerinde bunu ileri sürüyor görünür (*Felsefenin İlkeleri*, II. 18): Boş bir kaptaki bir şey eğer yerini doldurmak üzere herhangi birşey içeri girmeksizin kabın dışına alınacak olsaydı, kabın yanları, aralarında hiçbirşey olmadığı için, birbirlerine değerlerdi.

Bu önesürüm Descartes'ın uzayı oluşturan uzunluk, genişlik ve derinlikte uzamın özdeğin biricik özsel özelliği olduğu yolundaki inancı üzerine dayanır. “Özdeğin, ya da genel olarak görüldüğünde cismin doğası,” der, “bir şeyin sert ya da ağır ya da renkli olmasından değil, ama yalnızca uzunluk, genişlik ve derinlikte uzamlı olmasından oluşur” (*İlkeler*, II. 4). Böylece özdeğin özelliklerini uzamın özellikleri ile karıştırarak, eğer bir kabın içerisindeki özdek bütünüyle çıkarılabilseydi, kabın içerisindeki uzay bundan böyle varolmazdı biçimindeki mantıksal vargiya

ulaşır. Gerçekte tüm uzayın her zaman özdek ile dolu olması gerektiğini varsayar.

Descartes'ın bu görüşüne temel dinamikte sağlam görüşlerin önemini gösterebilmek için değindim. Özdeğin birincil özelliği aslında onun “Birinci Doğa Yasası” dediği şeyde seçik olarak bildirildi (*İlkeler*, II, 37): “Her bireysel şey, kendinde olduğu ölçüde, aynı durumda sürer — bu ister devim, isterse dinginlik durumu olsun.”

Newton'ın devim yasalarına geldiğimiz zaman, “kendinde olduğu ölçüde” sözlerinde, doğru olarak anlaşıldıklarında, özdeğin gerçek birincil tanımının, ve niceliğinin gerçek ölçüsünün bulunacağını göreceğiz. Bununla birlikte, Descartes hiçbir zaman kendi sözlerinin (*quantum in se est* [= kendinde olduğu ölçüde; İng. metinde: “*in so far as in it lies*”]) tam bir anlayışına erişemedi, ve böylece özdeği uzay ile başlangıçtaki karıştırmasına geri düştü — uzay ona göre tözün biricik biçimi, ve varolan herşey yalnızca uzayın değışkileri olmak üzere. Bu yanılığ Descartes'ın büyük yapıtının her bölümüne yayılır, ve Spinoza'nın dizgesinin enson temellerinden birini oluşturur. Yanılığ daha modern zamanlara dek izlemeye çalışmayacağım, ama herhangi bir metafizik dizgesini inceleyenlere onun fiziksel ideaları ele alan bölümünü dikkatle irdelemelerini salık vermeyi isterim.

Newton ile birlikte, zaman ve uzay idealarını ilişkileri onlar tarafından eşgüdümlü kılınan özdeksel dizgenin ideasından ayrı olarak kabul etmenin (en azından düşünce) bilimsel ilerlemeye daha büyük bir katkısının olduğunu bulacağız.

Konu 17. Zaman İdeası

En ilkel biçimindeki zaman ideası büyük bir olasılıkla bilinç durumlarımızda bir ardışıklık düzeninin kabul edilmesidir. Eğer belleğim eksiksiz olsaydı, kendi deneyimim içerisindeki her olayı zamansal bir dizideki doğru yeri ile ilişkilendirebilirdim. Ama bir olay çifti arasındaki aralığı

bir başka çift arasındaki aralık ile karşılaştırmam, gerçi olanaksız olmasa da, güç olacaktır, — örneğin şu sıralar yorgunluk duymaksızın çalışabileceğim zamanın çalışmaya ilk başladığım sıralarda olduğundan daha büyük mü yoksa küçük mü olduğunu saptamak gibi. Başka kişiler ile ilişkilerimiz yoluyla, ve biçimdeş ya da dizemli bir yolda yer almakta olan doğal süreçlere ilişkin deneyimimiz yoluyla, içinde ister bizimle ister başkaları ile ilgili olsun her tür olayın yerini bulması gereken bir zamandizinsel dizgeyi düzenleme olanağını kavramaya başlarız. Herhangi iki olaydan, — diyelim ki Corona Borealis'teki yıldızda 16 Mayıs 1866'da Mr. Huggins tarafından izgeölçer ile incelenen ışıksal etkilere neden olan edimsel karışıklık, ve ilkin Profesör Adams'ı ya da M. Leverrier'i Neptün gezegeninin 23 Eylül 1846'da Dr. Galle tarafından bulunuşunda sonuçlanan araştırmaları başlatmaya götüren ansal telkin —, ilk sözü edilen olay ötekinden ya önce ya sonra ya da onunla aynı zamanda olmuş olmalıdır.

Saltık, gerçek ya da matematiksel zaman Newton tarafından özdeksel şeylerin hız ya da yavaşlıklarından etkilenmeden değişmez bir oranda akıyor olarak kavranır. Ayrıca *süre* olarak adlandırılır. Göreli, görünürde ve sıradan zaman cisimlerin devimi tarafından günler, aylar ve yıllar yoluyla hesaplandığı biçimiyle süredir. Bu zaman ölçüleri geçici olarak görülebilir, çünkü gökbilimin ilerlemesi bize günlerin, ayların, ve yılların uzunluklarındaki eşitsizliği ölçmeyi ve böylelikle görünürdeki zamanı *ortalama güneş zamanı* denilen daha biçimdeş bir ölçüğe indirgemeyi öğretmiştir.

Konu 18. Saltık Uzay

Saltık uzay her zaman kendine benzer ve devimsiz kalan birşey olarak kavranır. Uzay parçalarının düzenlenmesi zaman bölümlerinin sırasından daha öte değiştirilemez. Onları yerlerinden deviniyor olarak tasarlamak bir yerin kendisinden uzaklaştığını tasarlamaktır.

Ama bir zaman bölümünü bir başkasından ayırdetmek için onlarda yer alan değişik olaylar dışında hiçbirşeyin olmaması gibi, bir uzay parçasını bir başkasından ayırdetmek için de onun özdeksel cisimlerin yeri ile ilişkisi dışında hiçbirşey yoktur. Bir olayın zamanını bir başka olaya gönderme yoluyla olmanın dışında, ya da bir cismin yerini bir başka cisme gönderme yoluyla olmanın dışında betimleyemeyiz. Hem zamana hem de yere ilişkin tüm bilgimiz özsel olarak görelidir. Bir insan kendini sözcüklere karşılık düşmesi gereken düşünceleri oluşturma sıkıntısına sokmadan onları biraraya getirme alışkanlığını kazanınca, onun için bu görelî bilgi ve saltık denilen bilgi arasında bir karşısav oluşturmak, ve bir noktanın saltık konumuna ilişkin bilgisizliğimizi yetilerimizin sınırının bir örneği olarak göstermek kolaydır. Bununla birlikte, bir noktanın saltık konumunu bilmenin bilincindeki bir anlığın durumunu imgelemeye çalışacak herkes daha sonra her zaman görelî bilgimiz ile yetinecektir.

Konu 19. Fizik Biliminin Genel Düzgüsünün Bildirimi

Sık sık alıntılanan bir düzgü vardır: “Aynı nedenler her zaman aynı etkileri üretecektir.”

Bu düzgüyü anlaşılır kılmak için aynı nedenler ve aynı etkiler ile ne demek istediğimizi tanımlamalıyız, çünkü açıktır ki hiçbir olay bir kereden daha çok yer almaz, ve böylece nedenler ve etkiler *tüm* bakımlardan aynı olamazlar. Gerçekte denmek istenen şey, eğer nedenler yalnızca olayın yer aldığı saltık zaman ya da saltık yer açısından ayrılıyorsa, bunun etkiler için de böyle olacağıdır.

Yukarıdaki düzgüye eşdeğer olan aşağıdaki bildirim daha belirli, uzay ve zaman ideaları ile daha belirtik olarak bağıntılı, ve tikel durumlara uygulanmaya daha yetenekli görünür:

“Bir olay ve bir başkası arasındaki ayrım yer aldıkları zamanların ya da yerlerin yalın ayrımlarına değil, ama